



# Systemplan 2011

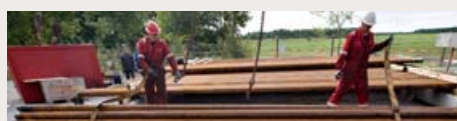
ENERGINET/DK



# Indhold

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Introduktion til Systemplan 2011 .....</b>                   | <b>5</b>  |
| <b>2. Sammenfatning .....</b>                                      | <b>6</b>  |
| <b>3. Institutionelle rammer .....</b>                             | <b>12</b> |
| 3.1 Internationale rammer .....                                    | 12        |
| 3.2 Nationale rammer .....                                         | 15        |
| <b>Elsystemet .....</b>                                            | <b>17</b> |
| <b>4. Eltransmission .....</b>                                     | <b>18</b> |
| 4.1 Langsigtet netstruktur .....                                   | 18        |
| 4.2 TYNDP: Ten Year Network Development Plan .....                 | 19        |
| 4.3 Lange vekselstrømskabler .....                                 | 20        |
| 4.4 Udvekslingsforbindelser og tilslutning af havmølleparker ..... | 21        |
| <b>5. Drift af elsystemet .....</b>                                | <b>25</b> |
| 5.1 Europæisk driftssamarbejde .....                               | 25        |
| 5.2 Strategi for systemydelser .....                               | 26        |
| 5.3 Automatisering af netdriften .....                             | 27        |
| 5.4 Elforsyningssikkerhed .....                                    | 28        |
| <b>6. Elmarkedet .....</b>                                         | <b>29</b> |
| 6.1 Engrosmarkedet .....                                           | 29        |
| 6.2 Det danske detailmarked .....                                  | 31        |
| 6.3 Etablering af nordisk detailmarked i 2015 .....                | 34        |
| <b>7. Smart Grid og styringskoncept for elsystemet .....</b>       | <b>35</b> |
| 7.1 Hvad kan Smart Grid? .....                                     | 35        |
| 7.2 Udvikling af Smart Grid i Danmark .....                        | 36        |

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Gassystemet .....</b>                                          | <b>38</b> |
| <b>8. Gastransmission .....</b>                                   | <b>39</b> |
| 8.1 Naturgasforsyningen 2012-2015 .....                           | 39        |
| 8.2 Udbygning af gassystemet mod Tyskland .....                   | 40        |
| 8.3 TYNDP: Ten Year Network Development Plan .....                | 40        |
| 8.4 GRIPS: Gas Regional Investment Plans .....                    | 41        |
| 8.5 Gaslagrene .....                                              | 42        |
| <b>9. Gasforsyningssikkerhed .....</b>                            | <b>43</b> |
| 9.1 Forsyningssikkerhedsforordningen .....                        | 43        |
| 9.2 Forsyningssikkerhed på længere sigt .....                     | 45        |
| 9.3 Gaskvalitet ved forsyning fra forskellige kilder .....        | 46        |
| <b>10. Gasmarkedet .....</b>                                      | <b>47</b> |
| 10.1 Det danske gasmarked .....                                   | 47        |
| 10.2 International udvikling i gasmarkedet .....                  | 49        |
| 10.3 Udvikling i fremtidigt gasforbrug .....                      | 50        |
| 10.4 Flydende naturgas .....                                      | 50        |
| <b>11. Biogas og andre VE-gasser .....</b>                        | <b>52</b> |
| 11.1 Udvikling i produktion af biogas og andre VE-gasser .....    | 52        |
| 11.2 Effektiv indpasning af biogas og andre VE-gasser .....       | 53        |
| <b>Samspil mellem energisystemer .....</b>                        | <b>54</b> |
| <b>12. El, gas, varme og transport .....</b>                      | <b>55</b> |
| 12.1 El, gas og varme .....                                       | 55        |
| 12.2 Gas og el til transport .....                                | 56        |
| <b>13. Forskning og udvikling med fokus på VE .....</b>           | <b>58</b> |
| 13.1 Integration af VE og intelligent styring af elsystemet ..... | 58        |
| 13.2 Gas, varme og sol – energiforskning med bredt sigte .....    | 59        |





# 1. Introduktion til Systemplan 2011

## Fremtidens energi er vedvarende

Målsætningen om et energisystem uafhængigt af fossile brændsler kræver en markant omstilling af energisystemet. For at nå i mål med denne omstilling skal der arbejdes hen mod et fleksibelt energisystem, hvor der sker sammentænkning på tværs af sektorerne el, gas, varme og transport. For elsystemet betyder det fortsat udvikling af det intelligente elsystem og for gassystemet, at vejen til et grønnere gassystem, der kan levere den nødvendige fleksibilitet i energisystemet, skal findes. Derudover skal der ske en kraftig udbygning af den europæiske infrastruktur for el og gas, og de internationale energimarkeder skal fortsat udvikles.

På baggrund af de danske mål for klimaindsats og omstilling til vedvarende energi har Energinet.dk i 2011 arbejdet med at konkretisere fremtidens krav om omstilling til transmissionssystemerne og energisektoren som helhed. Konklusionerne indgår i Energinet.dk's interne strategi for 2012-2015 i form af tre temaer for de næste fire års indsats for omstilling af energisektoren. De tre temaer omhandler et øget fokus på udformningen af sektorens rammebetingelser, spillet med den

øvrige energisektor og et fortsat fokus på effektivitet i Energinet.dk's virke. Alt sammen udfordringer, der har stærke internationale tilsnit, både på grund af den globale fokus på omstilling til vedvarende energi, og på grund af EU's styrkede rolle på energipolitikken og betydningen af en effektiv anvendelse af energiressourcerne på regionalt plan i Europa. Internationale relationer og regionale initiativer er derfor det gennemgående tema i dette års systemplan.

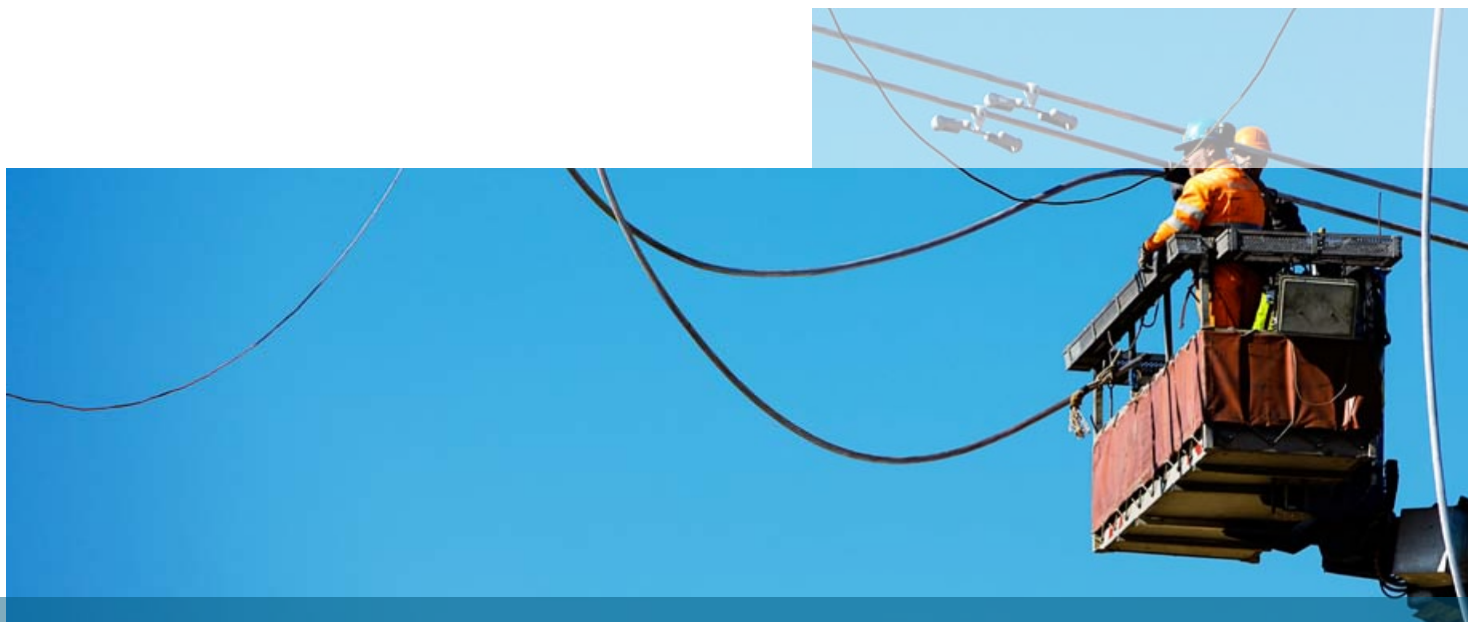
Internationaliseringen og de forpligtende europæiske samarbejder i EU-regi præger Energinet.dk's daglige arbejde og motiverer til at finde løsninger, der både tilgodeser de danske krav om forsyningssikkerhed og vedvarende energi samt lever op til de regionale og europæiske krav om holdbare og samfundsøkonomisk funderede løsninger.

Systemplanen er en del af Energinet.dk's afrapportering til Energistyrelsen og danner grundlag for Energistyrelsens tilsyn med Energinet.dk. Planen tegner et billede af Energinet.dk's væsentligste aktiviteter og indsatsområder på både el- og gasområdet. Energinet.dk har ansvaret for

en helhedsorienteret planlægning, der kan danne grundlag for vurdering af de aktuelle og fremtidige markedsforhold, forsyningssikkerhed, systemdrift samt forskning og udvikling.

- Systemplanen suppleres af en række rapporter, blandt andet *Anlægsrapport 2011/12*, som indeholder en beskrivelse af afsluttede, igangværende, planlagte og mulige el- og gasinfrastrukturprojekter.
- *Miljørapport 2011* redegør for miljøpåvirkninger fra dansk el- og kraftvarmeproduktion i 2010, inklusive de væsentligste miljøpåvirkninger fra driften af el- og gastransmissionssystemerne, og rapporten indeholder en prognose for miljøpåvirkningen af det danske energisystem frem til 2020.
- Rapporten *Energi 2011, Forskning Udvikling Demonstration* indeholder en beskrivelse af de forskningsaktiviteter, som støttes med PSO-midler. Disse indgår i en samlet rapport for alle energiforskningsaktiviteter i Danmark.
- *Gas i Danmark 2011*, som Energinet.dk udgiver i december 2011, ligger til grund for Systemplanens beskrivelse af forsyningssikkerhed på naturgasområdet.
- Alle rapporter kan downloades fra [www.energinet.dk](http://www.energinet.dk).

## 2. Sammenfatning



Energi er grænseoverskridende, og Energinet.dk får som europæisk transmissions- og systemoperatør flere og flere samarbejder af international karakter. De danske el- og gassystemer er godt på vej i omstillingen fra isolerede danske net til at være en del af større regionale energisystemer. Udviklingen går i retning af mere integrerede markeder i Europa, flere bindende aftaler om fælles energi- og miljøpolitik, samt mere fælles regulering og koordinering. Alt sammen i fælles forståelse af nødvendigheden af at indpasse og nyttiggøre vedvarende energi som fremtidens bæredygtige energikilde.

De danske energisystemer, som de kendes i dag, er resultatet af årtiers velfungerende udvikling ud fra principper om, at energi tilvejebringes centralt og distribueres til lokal anvendelse hos den enkelte forbruger. Fremtiden bliver meget anderledes. De kommende 10-15 år vil den igangværende udvikling fortsætte og elsystemet ændres grundlæggende. En ny og decentraliseret infrastruktur, hvor produktionen af energi i langt højere grad kommer fra vedvarende kilder som vindmølleparker, solenergi og biomasse,

er på vej. Samtidig kommer der mere lokal elproduktion, fx fra solceller på hustagene helt ude hos den enkelte forbruger.

El bliver den primære energibærer og vil i fremtiden også blive anvendt i de øvrige energisektorer, i første omgang til varme og transportformål – på længere sigt formentlig også til produktion af VE-gas. Den tættere markedsbaserede kobling til udlandet og den fluktuerende elproduktion øger energistrømmene i systemet, og udviklingen mod decentraliserede, lokale producenter kræver håndtering af både forbrug og produktion på det samme afregningssted. Alt sammen ændringer, der stiller øgede krav til intelligent styring, udbygning og drift af hele elnettet. Frem mod 2020 skal transmissionsnettet fortsat udvides og ombygges kraftigt med nye udlandsforbindelser, stor indfasning af VE-produktion og kabellægning af mange, nye og lange strækninger.

For naturgassen er det overgangen til en energiforsyning uafhængig af fossile brændsler og samspillet med el-, varme-, og transportsystemerne, som trænger sig på inden for de kommende ti år. Det danske naturgasnet har potentialet til at integrere VE-gasser

og fungere som energilager for andre energiformer. Dermed kan gas blive en vigtig del af det VE-baserede energisystem.

Opgaverne med integration af primært sol- og vindenergi kræver internationale og regionale initiativer og stærke, velfungerende elmarkeder til allokering af produktion og forbrug. Det kommer blandt andet til udtryk gennem EU's regulering, der fokuserer på at styrke markedskræfterne ved større gennemsigtighed i markederne og mindre friktion mellem dem. Også de europæiske samarbejder mellem de transmissionsansvarlige på både el- og gasområdet bliver mere forpligtende i kraft af udviklingen af fælles driftsstandarder og markedsprincipper; et arbejde, som Energinet.dk er en drivkraft i. Det er baggrunden for, at de internationale relationer og initiativer går som en rød tråd gennem dette års systemplan.

### Europæisk samarbejde

På EU-plan er den 3. liberaliseringspakke under implementering i medlemslandene. Den blev i november 2010 fulgt op af Europa-Kommissionens infrastrukturpakke, *Energy infrastructure priorities for 2020 and beyond – A Blueprint for an*



*integrated European energy network*, som er Kommissionens forslag til, hvordan de nødvendige investeringer i europæisk energinfrastruktur gennemføres. Infrastrukturpakken er efterfulgt af flere lovgivende initiativer, som ventes forhandlet under det danske EU-formandskab i 1. halvår 2012.

De organisatoriske rammer for arbejdet med infrastrukturpakken er de europæiske organisationer for transmissionsansvarlige inden for el- og gasområdet, ENTSO-E og ENTSG, der blev dannet som følge af liberaliseringspakken.

På elområdet er den første fase med etablering og organisering af ENTSO-E overstået, og nu handler det om implementeringen af forpligtelserne fra den 3. liberaliseringspakke. Specielt udarbejdelsen af de europæiske markedsregler er for alvor gået i gang i 2011. I ENTSO-E er der nedsat tekniske ekspertteams, der skal afgrænse opgaven, definere det tekniske indhold i markedsreglerne og udarbejde de første udkast. De første markedsregler, der udarbejdes, er *Network Codes* for intraday, day-ahead (spot) og kapacitetsberegninger, hvorefter markedsregler for

balancemarkedet følger i 2012. Arbejdet med markedsreglerne skal være afsluttet og godkendt af Europa-Kommissionen ved udgangen af 2014.

Sideløbende med regeludarbejdningen er koblingen af de europæiske elmarkeder i fuld gang på regionalt plan. Siden november 2010 har spotmarkedet i Norden og CWE-regionen (Tyskland, Holland, Belgien, Luxembourg og Frankrig) været koblet sammen i en midlertidig markedskoblingsløsning. Den er udviklet af TSO'er, børser og EMCC (*European Market Coupling Company*) i et regionalt pilot projekt under ENTSO-E. Energinet.dk havde formandsposten det første år og spiller efterfølgende fortsat en stor rolle i arbejdet. Næste skridt i projektet er implementering af en permanent løsning, hvor markedsintegrationen i hele den nordvesteuropæiske region baseres på en priskobling, der beregner udveksling og priser i én enkelt beregning. Målet er at være på plads med det i slutningen af 2012.

Generelt arbejder Energinet.dk i den regionale planlægning for at sikre en helhedsorienteret og analysebaseret

regional planlægning, der tydeliggør de samfundsøkonomiske infrastrukturbehov. Hermed søger Energinet.dk at forbedre forudsætningerne for fremtidige europæiske investeringsbeslutninger, så de kan træffes på et klart samfundsøkonomisk funderet grundlag og lægge rammerne for den fremtidige udbygning af energinfrastrukturen i hele EU.

Også på gasområdet deltager Energinet.dk aktivt i det europæiske samarbejde, ENTSG, hvor fokus er på at udarbejde fælles EU-regler for handel med gas over grænser samt styrke koordineringen af gasinfrastrukturen i EU. Energinet.dk har valgt at fokusere den danske indsats i ENTSG på de områder, hvor Danmark har gode kompetencer som rollemodel, såsom udvikling af markeds- og børsfunktionen og integration af vedvarende energier i gassystemet.

Energinet.dk arbejder sammen med andre TSO'er om at udarbejde regionale investeringsplaner for gasinfrastrukturen i Østersøområdet og for den nordvestlige region i EU. Det skal ses i sammenhæng med den overordnede 10-års plan (Ten Year Network Development Plan), som



ENTSOG udsendte i februar 2011. Konklusionen i planen er, at selvom de allerede besluttede projekter bedrer den generelle forsyningssituation i 10-års perioden, er der tre regioner, som ikke vil have tilstrækkelig grad af forsyningssikkerhed. De tre regioner er Danmark og Sverige, Balkanlandene samt Polen og Litauen. Løsningen på de dansk-svenske udfordringer er den besluttede udbygning af kapaciteten mellem Danmark og Tyskland, og den skal på længere sigt suppleres af yderligere udbygning i det tyske system og/eller anden udbygning i det danske eller svenske system.

### Klimalov og nyt energipolitisk forlig

Som opfølgning på Klimakommissionens anbefalinger kom den tidligere regering i februar 2011 med "Energistrategi 2050", der i hovedtræk er baseret på Klimakommissionens anbefalinger om fokus på nationale ressourcer, betydelig udbygning af vindkraft og effektiv udnyttelse af biomasse.

Den nye regering har udtrykt overordnet enighed med "Energistrategi 2050" og videreført mange af tankerne i strategien, der nu kan opfattes som den

tidligere regerings udspil til forhandlingerne om en ny energiaftale.

Det nye regeringsgrundlag skærper tids-horisonten for realisering af de energipolitiske mål om fossil uafhængighed. Regeringsgrundlaget fastlægger en række konkrete målsætninger, blandt andet om udledning af drivhusgasser, der skal reduceres med 40 procent i 2020, og vindkraft, hvor halvdelen af Danmarks traditionelle elforbrug skal komme fra vind i 2020. Internationalt vil regeringen arbejde for en ambitiøs og bindende klimaaf tale, samt for at EU hæver målsætningen for reduktion af CO<sub>2</sub> i 2020 fra 20 procent til 30 procent, efterfulgt af bindende mål for tiden efter 2020.

De konkrete målsætninger i regeringsgrundlaget skal indgå i en kommende klimalov, som regeringen vil komme med et udspil til i 2012. Indtil da forventes regeringsgrundlagets målsætninger på energiområdet at gå igen i udspillet til det kommende energiforlig, hvor der kan forventes et stærkt fokus på en finansieret omstilling af energisektoren, der skal skabe arbejdspladser og grøn vækst i Danmark. Ligeledes ses formentlig ind i en fremtid med væsentlig mere biomasse i kraftværkerne og

mere biogas og forgasningsgas, der med tiden skal erstatte naturgassen.

### Elsystemet

Den største energikilde til elsystemet vil i fremtiden være vindkraft. Effektiv anvendelse af el i andre sektorer er central for opfyldelse af de klima- og energipolitiske målsætninger. Ved udbygning af vindkraften er der behov for en stærk europæisk infrastruktur og internationale markeder. Det stiller store krav til transmissionsnettene, og den langsigtede netstruktur er da også fastlagt frem til 2030 ud fra krav til forsyningssikkerhed, markedsfunktion, udnyttelse af vindkraft samt beredskabsmæssige hensyn. Derudover er hensynet til det visuelle miljø af stor betydning.

I forbindelse med fastlæggelse af den langsigtede netstruktur vurderer Energinet.dk løbende en række potentielle anlægsprojekter, hvis eventuelle realisering vil have betydning for udviklingen af det samlede transmissionsnet. Det drejer sig om COBRACable til Holland, tilslutning af offshorenettet på Kriegers Flak, en forbindelse mellem Jylland og Sjælland, tilslutning af en ny 400 kV-forbindelse som den





tyske TSO, TenneT TSO GmbH, planlægger på den tyske vestkyst og en 400 kV-forbindelse til Sverige over Øresund, til afløsning af den nordsjællandske 132 kV-forbindelse.

For at sikre et transparent elmarked, hvor markedsaktører og andre interessenter kan træffe beslutninger på et oplyst grundlag, har Energinet.dk i dialog med markedets aktører udarbejdet en ny strategi for systemydelser. Hovedelementet i strategien er at opnå adgang til de nødvendige reguleringsressourcer via større markeder, hvor der er en effektiv og fair konkurrence og samtidig sikre danske leverandører større afsætningsmuligheder. Et vigtigt middel til at opnå det er øget internationalisering.

Udviklingen af elmarkedet er i det hele taget kendetegnet ved øget internationalisering og implementeringen af fælles europæiske markedsmodeller. Et centralt element i udviklingen af markederne er at sikre en samfundsøkonomisk optimal udnyttelse af transmissionsforbindelserne.

Et velfungerende detailmarked med prisfølsom efterspørgsel afhænger i vid udstrækning af informerede, aktive

forbrugere, der reagerer på forskelle i markedsprisen. For at styrke forbrugernes incitament til at forbruge fleksibelt, arbejdes der med forskellige nye initiativer i elmarkedet. Det drejer sig blandt andet om fleksible afregningssystemer, DataHub, samfakturering og "3. afregningsgruppe". Sidstnævnte er en afregningsform, hvor der justeres på kravene til validering og tidsfrister, så ekstraomkostningerne ved timebaseret afregning kan nedbringes. Dermed kan incitament til fleksibelt forbrug introduceres for en større kundekreds og bidrage til en glidende overgang til reel timeafregning.

Fremadrettet vil øgede mængder vedvarende energi skabe et stigende behov for balanceydelser på europæisk plan og derigennem også et stigende pres på Energinet.dk's omkostninger til at balancere elsystemet. Energinet.dk arbejder derfor for en yderligere udvikling af markeder for balanceydelser på europæisk plan.

Det fremtidige elsystem kræver, at designet i elsystemet skal ændres, samtidig med at der etableres et opdateret kommunikations- og styringssystem for markedsfølsomt og teknisk at kunne udnytte

de mange distribuerede ressourcer. Energinet.dk opererer med et koncept, der beskriver en sådan styring af elsystemet. Konceptet er en model for, hvordan opdateret datakommunikation mellem elsystemets aktører, både kommercielle og netvirksomheder, kan bidrage til styring af fremtidens elsystem. Modellen bygger på markedsmekanismer og beskriver mulighederne for, at distributionsnet og el-kunder kan bidrage med levering af ydelser til det sammenhængende elsystem – også kaldet Smart Grid. Konceptet peger på, hvilke behov der vil være for systembærende ydelser i et elsystem, hvor halvdelen af energien kommer fra vind. Herudover peges på, hvorledes de systembærende ydelser kan tilvejebringes samfundsøkonomisk effektivt og med robuste tekniske løsninger.

Udviklingen af Smart Grid-løsninger i Danmark vil i de kommende år være fokuseret på samarbejde om implementering af de fremtidige kommunikations- og styringskoncepter i elsystemet. Det skal understøtte integration af elbiler og varmepumper samt bestræbelser på at gøre det traditionelle elforbrug fleksibelt. Meget af Smart Grid-udbredelsen skal ske



i de lokale elnet. Tæt samarbejde mellem branchens nøgleaktører skal sikre harmoniserede og standardiserede løsninger.

### Gassystemet

Omstillingen til et dansk energisystem uafhængigt af fossile brændsler er isoleret betragtet en væsentlig udfordring for naturgasnettet. Energinet.dk analyserer derfor gassystemets rolle i omstillingen af energisystemet. I analysen af gassens fremtidige rolle og mulighederne for at levere fleksibilitet i et energisystem baseret på vedvarende energi arbejder Energinet.dk også med potentialet for fleksibilitet ved biogas og andre VE-gasser.

Energistyrelsen vurderer, at produktionen af naturgas fra den danske Nordsø i de kommende år vil falde stærkt og muligvis vil være stort set udfaset i 2040. Der er dog stor usikkerhed på prognoserne. Energinet.dk har løbende fokus på alternative forsyningsmuligheder for gas til Danmark og følger løbende behovet for mere kapacitet i gasforsyningen.

Europa-Parlamentet og Ministerrådets forordning om naturgasforsynings sikkerhed trådte i kraft i december 2010 og afspejler

Europas øgede fokus på forsynings sikkerhed i en tid, hvor medlemsstaternes samlede egenproduktion af gas falder, og importen fra tredjelande øges. Forordningen pålægger EU en minimumstandard for håndtering af forsynings sikkerhedsopgaven; men giver også mulighed for, at den enkelte medlemsstat kan opstille mere omfattende krav. I løbet af 2012 skal de eksisterende regelsæt og procedurer gennemgås med henblik på at sikre, at Danmark lever op til forordningens rammer.

En række indikatorer peger på et øget behov for gaslagring, eksempelvis EU's forsynings sikkerhedsforordning, udbygning af infrastruktur (Nordsøen, Tyskland, Norge), udviklingen på det danske og svenske gasmarked samt behovet for gasfyrede spidslastanlæg til håndtering af fluktuierende vind.

Med import af naturgas fra andre kilder end de danske Nordsø-felter er der behov for stillingtagen til, hvordan naturgas, som ikke lever op til det danske gasreglement om normer for gaskvalitet, skal håndteres. Energinet.dk har gennemført en teknisk og samfundsøkonomisk analyse, som viser, at det er sikkerhedsmæssigt forsvarligt og

økonomisk mest fordelagtigt at justere gasreglementet og sikre indstilling af forskellige apparater frem for at behandle naturgassen.

### Samspil mellem energisystemer

Energinet.dk har gennemført en række analyser af samsillet mellem gas, el og varme, der har haft til formål at tilvejebringe større viden om specielt varmesforsynings afhængighed af el og gas. Formålet med analyserne har været at kvalificere Energinet.dk's årlige fremskrivning af naturgasforbruget samt belyse muligheder for højere effektivitet ved samspil mellem energisektorer.

Forskning og udvikling vil i de kommende år have øget fokus på at finde løsninger på intelligent integration af vedvarende energi i elsystemet og sammentænkning af flere energisystemer som elsystemet, gassystemet, varmesystemerne og transportsektoren.

En af de store udfordringer i de danske målsætninger på energiområdet er omstillingen af transportsektoren, hvor et samspil med elsystemet er en oplagt vej. Både nationalt og internationalt arbejdes



der på at integrere elbiler i elsystemet, og der er bred politisk enighed om, at det er en farbar vej.

Også gas til transport rummer et potentiale, der står for at blive analyseret; men potentialets størrelse og økonomien for udbygning af en passende infrastruktur er mindre afdækket end for elbiler.

Fremtidens energisystem er baseret på vedvarende energi, hvor de største energikilder er fluktuerende og kommer ind via elsystemet. For at kunne maksimere værdien af den vedvarende energi og kunne regulere udsving i elproduktionen er det vigtigt med et energisystem, der er fleksibelt både i forhold til energikilder og i forhold til forbrug. Den samlede effektivitet

kan sikres ved kombination af sektorerne el, gas varme og transport samt udvikling af systemer til energilagring. Helhedsperspektivet på energisystemet bliver fortsat mere afgørende, lige fra forskning, udvikling og demonstration til den faktiske energiplanlægning og drift af systemerne.



# 3. Institutionelle rammer



Både den europæiske udvikling og den danske energipolitik illustrerer en stigende erkendelse af, at de eksisterende energisystemer vil blive markant ændret i perioden frem til 2050.

En stigende mængde energitjenester i det danske net skal samlet set leveres med 30-40 procent mindre samlet energiforbrug og markant fokus på energieffektivitet. Elforsyningen fra de store fossile fyrede kraftværker mindskes og erstattes med vedvarende energi af mere fluktuierende karakter. Det øger behovet for samarbejde og fleksibilitet og leder naturligt over mod, at energisystemerne bliver regionale frem for nationale.

En ny og forstærket energiinfrastruktur og mere velfungerende energimarkeder på tværs af de europæiske lande er på vej. Kun derved kan markedskræfterne allokere energiproduktion og reserver optimalt. I Danmark, hvor den største ressource af vedvarende energi er vind, skal mange energitjenester elektrificeres for at øge energieffektiviteten, og et intelligent elforbrug skal ved hjælp af Smart Grid og sammen med en stærk regional infrastruktur muliggøre en

forsynings sikker og omkostningseffektiv udnyttelse af den vedvarende energi.

## 3.1 Internationale rammer

### EU-Energi politik

Den 3. liberaliseringspakke er godt i gang med at blive implementeret i medlemslandene, og derfor er fokus i 2011 skiftet til behovet for udvikling af en ny europæisk energiinfrastruktur.

I november 2010 kom Europa-Kommis-sionens infrastrukturpakke, "*Energy infrastructure priorities for 2020 and beyond – A Blueprint for an integrated European energy network*", som var Kommissionens forslag til, hvordan udfordringen om at gennemføre de nødvendige investeringer i europæisk energiinfrastruktur i størrelsesordenen 1.000 mia. euro skal mødes. Infrastrukturpakken vil blive efterfulgt af flere lovgivende initiativer, som ventes fremlagt inden årsskiftet og forhandlet under det danske EU-formandskab i 1. halvår 2012. Også Europa-Kommis-sionens forslag til en ny flerårig finansiel ramme for EU i perioden 2014-2020 afspejler behovet for øgede investeringer

i energiinfrastruktur med et foreløbigt forslag om øremærkning af 9,1 mia. euro til energiinfrastruktur via en ny støtte-mekanisme for infrastruktur.

Energinet.dk har haft stor fokus på infrastrukturpakken. Særligt har Energinet.dk pointeret behovet for en særlig prioritering af både nationale og grænseoverskridende investeringer, der har regionale samfundsøkonomiske fordele. Andre vigtige områder er prioriteringen af samfundsøkonomi som afgørende kriterium for udvælgelse af særligt prioriterede projekter, samt behovet for ændrede regler vedrørende fastsættelse af tariffer og omkostningsallokering. Energinet.dk vil fortsætte sin aktive indsats på det område i det kommende år og særligt under det danske EU-formandskab, hvor infrastrukturpakken udmøntes i lovgivende initiativer, og det nye EU-budget skal forhandles. Hermed påtager Energinet.dk sig et medansvar for at komme med kvalificeret fagligt indspil til den EU-proces, der vil fastlægge rammerne for den fremtidige udbygning af energiinfrastruktur i Europa.





## ENTSO-E

I ENTSO-E er den første fase med etablering og organisering overstået og selve implementeringen af forpligtelserne fra den 3. liberaliseringspakke i fuld gang.

Energinet.dk deltager i arbejdet i de fire komiteer (Marked, Udvikling, Forskning og Udvikling og Systemdrift) samt i arbejdsgrupper under de etablerede komiteer. Særligt har Energinet.dk en vigtig rolle i udviklingen af europæiske driftsstandards. Det sker gennem en indsats på mange fronter, blandt andet via Energinet.dk's rolle som formand for ENTSO-E arbejdsgruppen om fælles driftsstandards (*Network Codes*). Samtidig deltager Energinet.dk i arbejdet med fælles markedsregler for det europæiske elmarked. På planlægningssiden deltager Energinet.dk blandt andet i udarbejdelsen af regionale investeringsplaner for henholdsvis Østersøområdet og Nordsøområdet. Planerne er et vigtigt input til ENTSO-E's kommende 10-års plan for transmissionsnettene, *Ten Year Net Development Plan (TYNDP)*, som

sætter rammerne for den fremtidige infrastrukturudbygning i Europa.

I planlægningen arbejder Energinet.dk især for at sikre en samfundsøkonomisk og analysebaseret regional tilgang til infrastrukturbehovene. Den samfundsøkonomiske tilgang repræsenterer et syn på planlægning og regulering, som er anderledes end de fleste andre europæiske TSO'er, der hidtil har haft en mere selskabsøkonomisk og kortsigtet tilgang til investeringer i transmissionsnet. Med et klart samfundsøkonomisk perspektiv ønsker Energinet.dk at påvirke forudsætningerne for fremtidige europæiske investeringsbeslutninger.

Også i europæisk regi får det samfundsøkonomiske perspektiv øget betydning. Europa-Kommissionen har i oktober 2011 udsendt forslag til forordning som opfølgning på infrastrukturpakken. Forordningen er det reguleringsmæssige værktøj, der skal sikre implementeringen af den prioriterede infrastruktur. Et af de væsentlige elementer i prioritering af støttede

projekter er, at de baserer sig på en vurdering af en samlet samfundsøkonomisk værdi for projekter af fælles interesse.

ENTSO-E's Nordsøgruppe giver blandt andet input til den nordiske arbejdsgruppe *North Sea Countries Offshore Grid Initiative (NSCOGI)*, hvor myndigheder, TSO'er og regulatorer omkring Nordsøen arbejder på at lave en overordnet masterplan for Nordsøen. Her sikrer Energinet.dk, at erfaringerne fra andre internationale projekter leveres som input i planlægningen af et offshoretransmissionsnet i Nordsøen.

Udviklingen i ENTSO-E illustrerer med stor tydelighed internationaliseringen af den europæiske elsektor. Med oprettelsen af ENTSO-E og de europæiske regulatorers organisation, ACER (*Agency for Energy Regulators*), er der sket en markant ændring af den europæiske elsektor. Regler og standard sættes internationalt, markederne sammenkobles og planlægningen har fået et regionalt frem for nationalt fokus.

## ENTSO-G

Energinet.dk deltager også på gasområdet aktivt i det europæiske samarbejde, hvor fokus er på at udarbejde fælles



EU-regler for handel med gas over grænser samt styrke koordineringen af gasinfrastrukturen i EU.

ENTSOG er i samspil med ACER og Europa-Kommissionen ved at udarbejde regler for at harmonisere og styrke gashandel over landegrænser. Det første element i den samlede lovgivning er reglerne for kapacitetsallokering, som Energinet.dk har bidraget væsentligt til at udvikle, baseret på de erfaringer der er gjort i Danmark. Et eksempel er den fælles hollandsk, tyske og danske Link4Hubs handelsmekanisme, der betyder, at transportkunden får mulighed for at transportere gas over flere landegrænser uden at skulle reservere kapacitet ind og ud af de respektive lande. Arbejdet med regler for kapacitetsallokering vil danne skabelon for de kommende emner, der skal arbejdes med.

Energinet.dk er repræsenteret i ENTSOG's bestyrelse, og organisationen udviser et stigende aktivitetsniveau, efterhånden som flere opgaver tildeles fra Europa-Kommissionen.

Energinet.dk arbejder også sammen med andre TSO'er om at udarbejde regionale

investeringsplaner for gasinfrastrukturen i Østersøområdet og for den nordvestlige region i EU. Det skal ses i sammenhæng med den overordnede 10-års plan, som Europa-Kommissionen bruger som værktøj til blandt andet at prioritere infrastrukturovervejelser og tiltag til investeringsstøtte.

Netop i forhold til Østersøregionen har Energinet.dk i perioden 2009-2012 formandskabet for Baltic Gas, der er en samarbejdsorganisation for de regionale gasselskaber og TSO'er. Organisationen fokuserer især på forsyningssikkerhed og udvikling af gasmarkedet. Det gælder både i forhold til udvikling af infrastruktur samt udveksling af erfaring med VE-gasser, biogas og gas i transportsektoren.

På markedssiden arbejder Energinet.dk for at integrere eksempelvis gasbørsen og Link4Hubs ind i et tættere og bredere regionalt arbejde.

#### Landene omkring Danmark

Den energipolitiske udvikling i landene omkring Danmark sker med høj fart. På den politiske dagsorden har den økonomiske krise i Sydeuropa og det dertilhørende pres

på euroen erstattet klima og energi som det væsentligste tema. Udbygningen af vedvarende energi er derfor i stadig højere grad knyttet til en grøn vækst-dagsorden og behovet for at skabe flere indenlandske arbejdspladser. Denne tendens er særlig tydelig i England, hvor den konservative/liberale regering har fremlagt en ambitiøs plan for udbygning af offshorevindenergi frem mod 2020. Motiverne til denne satsning er naturligt de overordnede klimamålsætninger, nationalt og i EU; men i særdeleshed også ønsket om at sætte skub i den kriseramte britiske økonomi.

I Tyskland er planerne om udbygning af vedvarende energi, især sol og vind, også ved at tage fart. Siden ulykken på atomkraftværket Fukushima i Japan har dagsordenen om udfasning af atomkraft i Tyskland været særdeles dominerende. Det kulminerende i maj måned 2011, hvor Tyskland vedtog en udfasning af atomkraft, senest i 2022. Udfasningen betyder, at en stor mængde atomkraftenergi vil forsvinde fra det tyske, og dermed det europæiske, elsystem. Det forventes, at atomkraften vil blive erstattet af mere naturgas og vedvarende energi, der skal håndteres i de tyske net. De større krav til



de tyske energisystemer kan forventes at afføde et ønske om udbygning af infrastrukturen. Det forventes igen at få indflydelse på Danmark og Energinet.dk, hvor det på el-siden kan betyde en øget dansk rolle som transitland mellem Norges vandkraft og det tyske system, og på gas-siden kan påvirke forsyningssituationen.

De nordiske lande har ikke på samme måde oplevet krav om udfasning af atomkraft. Sverige og Finland, de to lande med atomkraftværker i Norden, vil gennemføre renoveringer af atomkraftværkerne, og for Finlands vedkommende sættes ny kapacitet i produktion i løbet af 2013-2014. For Sveriges vedkommende er det besluttet, at nye atomkraftværker kan etableres, i takt med at de gamle udfases. Det svenske elsystem står over for en stor intern udbygning fra nord til syd, der skal sikre forsyning til forbruget i det folkerige Sydsvrige. Fokus i det svenske elsystem i det kommende år forventes derfor at være på interne netforstærkninger samt den kommende indførelse af fire prisområder i november 2011. I Norge er der fokus på interne netforstærkninger, forøgelse af kapaciteten af vandmagasinerne og forøgelse af effekten i eksisterende vandkraftværker.

Det svenske gassystem undergår nogle væsentlig strukturforandringer. I september 2011 overtog Swedegas de dele af transmissionssystemet, som tidligere var ejet af E.ON, og der forberedes lovgivning, som vil samle systemansvaret for det svenske gassystem hos Swedegas. På forbrugssiden fortsætter udviklingen med øget gasforbrug til kraftvarme, til industri og til transportsektoren. Fx i relation til sidstnævnte har Region Skåne i 2011 besluttet en brændselsstrategi, hvor regionens bilflåde skal køre på biogas/VE-gas i 2020.

I Norge sker der en udvikling i både produktion og transmission af gas til resten af Europa, samt en hurtig udvikling inden for anvendelse af naturgas – i form af LNG – til skibstrafik. Omstillingen af skibe fra olie til LNG er drevet af en national NO<sub>x</sub>-fond, som giver tilskud til investeringer og ombygninger af skibe, så de kan reducere NO<sub>x</sub>-udledningen. Fonden er finansieret via en afgift på NO<sub>x</sub>-udledning og har, i kombination med miljøkrav i forbindelse med udbud af færgeruter, betydet en meget kraftig udvikling i LNG til skibsfart i Norge. Nogle af de norske kommuner har også stillet krav om naturgas eller biogas

som brændstof til busser og andre tunge køretøjer i forbindelse med udbud af kommunale transportopgaver.

### 3.2 Nationale rammer

#### Bred enighed om fossil uafhængighed i 2050

Som i flere andre nordvesteuropæiske lande er der i Danmark det seneste år udarbejdet langsigtede energistrategier. I forlængelse af Klimakommissionens anbefalinger fra september 2010 er det blevet bredt politisk cementeret, at Danmark i 2050 skal være uafhængig af fossile brændsler. Der er således i dag enighed om, at Danmark står over for en markant omstilling af energisektoren, der helt overvejende skal baseres på omfattende energieffektivisering, energibesparelser og omstilling til vedvarende energi.

Som ansvarlig for el- og naturgassystemerne i Danmark har Energinet.dk sammen med Energistyrelsen et centralt ansvar for, at energisystemerne understøtter de energipolitiske målsætninger om effektiv omstilling til vedvarende energi. Energinet.dk vil bidrage til, at det kan ske, uden forringelse af



## Nyt regeringsgrundlag

Den nye regering har i regeringsgrundlaget "Et Danmark, der står sammen" fra oktober 2011 anført en række målsætninger for klima- og energipolitikken:

- Den danske energiforsyning skal baseres 100 procent på vedvarende energi i 2050, og el- og varmforsyningen skal dækkes 100 procent af vedvarende energi i 2035. Kul udfases fra kraftværker og oliefyr fra boliger senest i 2030.
- Udledningen af drivhusgasser skal reduceres med 40 procent i 2020 i forhold til 1990.
- Halvdelen af Danmarks traditionelle elforbrug skal komme fra vind i 2020.
- Der skal udarbejdes en samlet strategi for smarte elnet i Danmark.
- Prioritering af forsknings- og udviklingsmidler til grønne klima- og energiteknologier.
- Arbejde for, at EU hæver målsætningen for reduktion af CO<sub>2</sub> i 2020 fra 20 procent til 30 procent, og for bindende mål efter 2020.
- Internationalt arbejde for en ambitiøs og bindende klimaaftale.

Regeringsgrundlaget stiler mod, at ovenstående målsætninger skal indgå i en kommende ny klimalov, som formentlig skal samle de danske ambitioner på klimaområdet inden for energi, transport og landbrug.

Ligeledes er der formentlig udsigt til væsentlig mere biomasse i kraftværkerne og mere biogas og VE-gas, der med tiden skal fortrænge naturgassen.

forsyningssikkerheden. Det skal blandt andet ske ved at sørge for en effektiv vedligeholdelse og udvikling af infrastrukturen, en helhedsorienteret sammentænkning af energisystemerne og gode rammer for effektive energimarkeder både nationalt og på tværs af landegrænserne.

### Politisk opfølgning på Klimakommissionens anbefalinger

Som opfølgning på Klimakommissionens anbefalinger kom den tidligere regering i februar 2011 med "Energistrategi 2050", der både er en strategi for, hvordan Danmark skal udvikle sig hen imod fossil uafhængighed i 2050, og samtidig den tidligere regerings forhandlingsudspil til en ny energiaftale, som skal afløse den nuværende energiaftale, der udløber i 2011.

Den nye regering har udtrykt overordnet enighed og tilfredshed med

"Energistrategi 2050", der i hovedtræk er baseret på Klimakommissionens anbefalinger om fokus på nationale ressourcer, betydelig udbygning af vindkraft og effektiv udnyttelse af biomasse.

### Forventninger til det kommende energiforlig

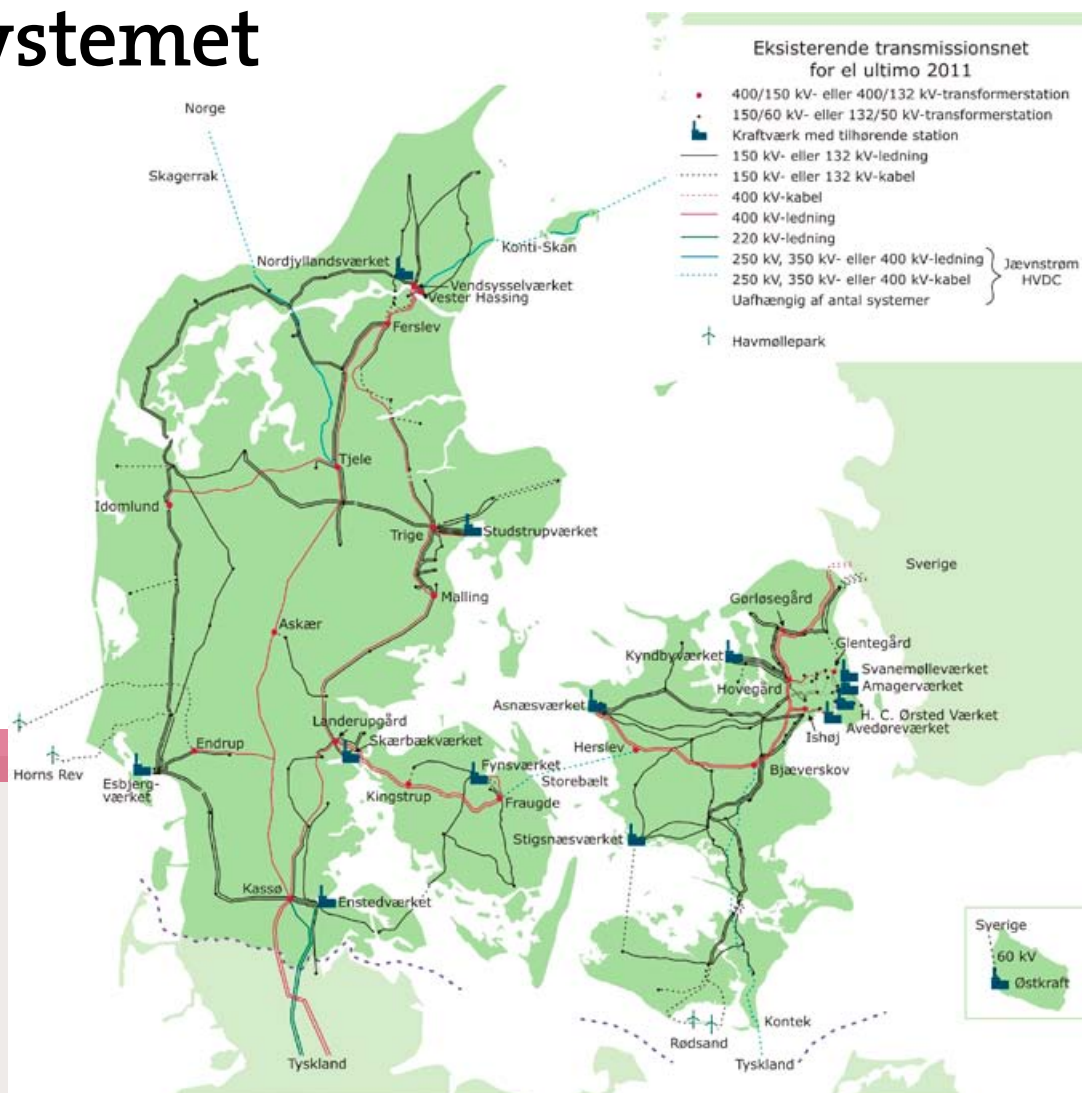
Regeringsgrundlagets målsætninger på energiområdet forventes at indgå i den nye regerings udspil til det kommende energiforlig. Her vil regeringen komme med et udspil, der bygger videre på den tidligere regerings "Energistrategi 2050". Der kan med stor sikkerhed forventes flere initiativer på vindkraft, hvor opførelsen af både land-, hav- og kystnære vindmøller vil blive fremmet. Det forventes også at gælde havmølleparken Kriegers Flak, hvor Energinet.dk vil få en stor opgave med transmissionsforbindelsen.

Særligt interessant er det, at Smart Grid (intelligente elnet) er med i regeringsgrundlaget, idet der i oktober 2011 er leveret en samlet pakke med anbefalinger fra Smart Grid Netværket, hvor Energinet.dk har ledet én og bidraget i flere arbejdsgrupper. Netværkets anbefalinger vil, ifølge klima-, energi- og bygningsministeren, blive helt centrale input til regeringens udarbejdelse af en strategi for Smart Grid i Danmark.

Den globale finanskrisen har medført et øget fokus på den økonomiske udfordring ved omstillingen. Selv om både Klimakommissionen og de politiske strategier kommer frem til, at omstillingen i det lange løb ikke bliver væsentlig dyrere end fortsat at basere energiforsyningen på fossile brændsler, så kræver omstillingen store investeringer, der først over tid tjener sig hjem. Der kan derfor forventes et stort fokus på, at det kommende energiforlig skal sikre en finansieret omstilling af energisektoren, der skal skabe arbejdspladser og grøn vækst i Danmark.



# Elsystemet



Figur 1 Elsystemet i Danmark ultimo 2011.

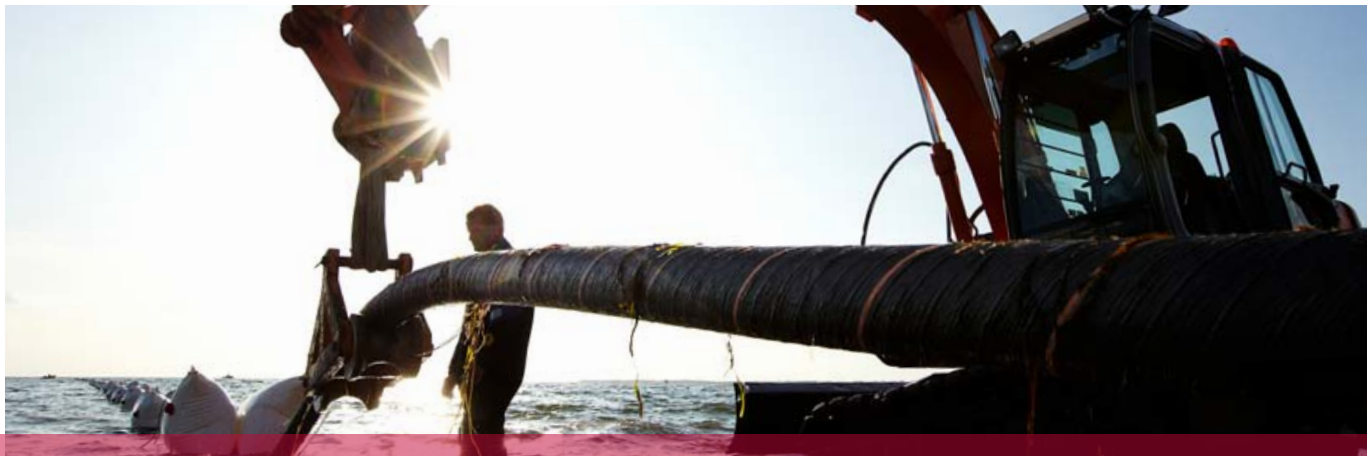
Det samlede danske eltransmissionsnet er vist i Figur 1. For at sikre, at igangværende udbygningsprojekter, som kabelhandlingsplanen for 132-150 kV-nettene og forskønnelsesprojekterne for udvalgte dele af 400 kV-nettet, gennemføres på en effektiv og hensigtsmæssig måde, har Energinet.dk fortsat fokus på optimal planlægning og bedst mulig udnyttelse af de eksisterende transmissionsnet. Kabelhandlingsplanen beskriver mulighederne for at gå fra et luftledningsnet til et fuldt kabellagt eltransmissionsnet på 132-150 kV. I den politiske aftale om principperne for den fremtidige udbygning af det overordnede elnet i Danmark indgår udvalgte strækninger i 400 kV-nettet, der som led i forskønnelse af landskabet skal kabellægges.

Frem mod 2020 skal transmissionsnettet fortsat udvides og ombygges med nye udlandsforbindelser, stor indfasning af VE-produktion og kabellægning af mange, nye og lange strækninger. Særligt den tættere kobling til udlandet og de mange havmølleparker øger energiflowet i elsystemet. Samtidig ønskes en fortsat bedre udnyttelse af elsystemet. Det stiller øgede krav til driften af transmissionsnettet i form af øget omfang og kompleksitet samt til de nye styringer og automatiseringer, som er nødvendige for at realisere driftsformerne tættere på de tekniske grænser. Energinet.dk har i den forbindelse arbejdet på et nyt styringskoncept, der også beskriver mulighederne for, at distributionsnet og elkunder kan levere ydelser til et fremtidigt sammenhængende og

intelligent elsystem. Konceptet er Energinet.dk's input til det brede samarbejde med branchen om udvikling af Smart Grid-løsninger i Danmark, der i de kommende år vil være fokuseret på samarbejde om integration af elbiler og varmepumper samt bestræbelserne på at gøre det traditionelle elforbrug fleksibelt.

Effektiv indpasning af vindkraft og andre fluktuerende energikilder kræver også fleksible og internationale elmarkeder. Det er et af Energinet.dk's vigtige arbejdsområder at identificere de nødvendige tilpasninger af elmarkedet og arbejde for, at de får internationalt gennemslag, så opfyldelse af de danske klima- og forsynings sikkerhedsmål understøttes i de regionale markeder.

## 4. Eltransmission



Det danske elsystem gennemgår i disse år en markant udvikling fra at være baseret på regulerbar energiforsyning fra centrale og decentrale kraftvarmeværker til at skulle håndtere stadigt større mængder vindkraft. Transmissionssystemet er afgørende for denne omstilling, og der arbejdes med løbende detailplanlægning af 400 kV- og 132-150 kV-nettene, baseret på en langsigtet netstruktur frem mod 2030 med udvidelser af handelskapaciteten til udlandet.

### 4.1 Langsigtet netstruktur

Transmissionsnettet i Danmark detailplanlægges med udgangspunkt i en langsigtet netstruktur. Det medvirker til, at transmissionsnettet på ethvert tidspunkt er fremtidssikret og sammenhængende, og at det tekniske og tidsmæssige behov for de enkelte ud- og ombygninger fastlægges ud fra en helhedsbetragtning. Tillige pågår et projekt om drift og vedligehold, der skal sikre et let tilgængeligt overblik over anlægsaktiverne og deres tilstand, så vedligeholdelse og fornyelse optimeres (asset management). Nettets udvikling bliver således teknisk og økonomisk optimal, da der ikke forstærkes, før behovet opstår, og da løsninger er sammenhængende.

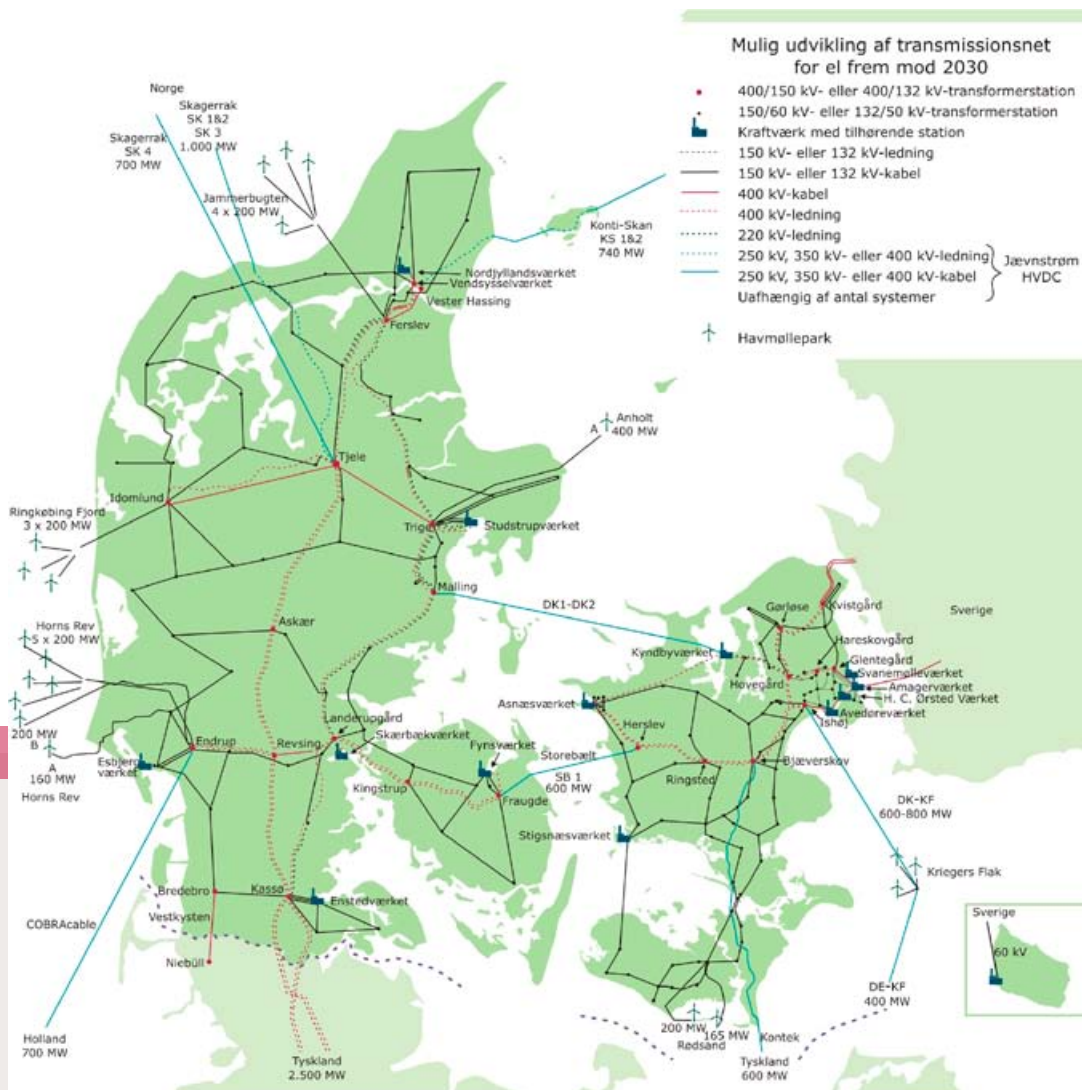
Den langsigtede netstruktur er fastlagt frem til 2030 ud fra krav til forsynings-sikkerhed, markedsfunktion, udnyttelse af vindkraft samt beredskabsmæssige hensyn. Derudover er hensynet til det visuelle miljø af stor betydning, idet energiforligskredsen i 2009 tilsluttede sig, at det danske transmissionsnet på 132/150 kV skulle kabellægges, og at udvalgte områder i 400 kV-nettet skulle forskønnes. Den langsigtede netstruktur, der arbejdes hen imod, ses i Figur 2.

Som forudsætning for fastlæggelse af den langsigtede netstruktur er en række mulige projekter, hvis potentielle realisering vil have betydning for det tekniske og tidsmæssige forstærkningsbehov. Det drejer sig om COBRACable til Holland, tilslutning af offshorenettet på Kriegers Flak, en forbindelse mellem Jylland og Sjælland, tilslutning af en ny 400 kV-forbindelse, som TenneT TSO GmbH planlægger på den tyske vestkyst og en 400 kV-forbindelse til Sverige over Øresund til afløsning af den nordsjællandske 132 kV-forbindelse, der nærmer sig sin tekniske levetid. Det forventes, at disse projekter vil have en positiv samfundsmæssig værdi. Kraftigere forbindelser mod udlandet vil fjerne

mange kapacitetsbegrænsninger mod udlandet og øge forsynings-sikkerheden; men det er samtidig afgørende, at det interne net kan understøtte de forstærkede udlandsforbindelser. Projekterne er nærmere beskrevet i afsnit 4.4.

Næste revision af den langsigtede netstruktur udgives medio 2012. Herefter bliver den revurderet hvert andet år og udgives i en langsigtet Netudviklingsplan. Energinet.dk og de regionale transmissions-selskaber samarbejder om at fastlægge en sammenhængende struktur for nettet over 100 kV, der er robust over for de usikkerheder, der er i de langsigtede forventninger til forbrug, produktion og udveksling.

For tiden pågår en række forstærkninger og kabellægninger af det danske eltransmissionsnet. Her er et helt afgørende projekt den igangværende forstærkning af 400 kV-forbindelsen mellem Kassø og Tjele. Der etableres en ny og stærkere forbindelse, som skal sikre tilstrækkelig kapacitet nord-syd i det vestdanske elnet – og dermed sikre integration af mere vindkraft og eksport/import til/fra nabolandene Norge, Sverige og Tyskland.



Figur 2 Den langsigtede netstruktur for det danske transmissionsnet, 2030.

Energinet.dk udgiver også hvert år en Anlægsrapport, der beskriver de transmissionsprojekter, der forventes etableret inden for de kommende fem år. Anlægsrapporten dokumenterer den løbende detailplanlægning, der gennemføres hos de regionale transmissionsselskaber og hos Energinet.dk.

## 4.2 TYNDP: Ten Year Network Development Plan

ENTSO-E udgiver hvert andet år en 10-års udviklingsplan for de europæiske transmissionsnet og sammenholder udviklingen med de fælles europæiske energipolitiske mål vedrørende fuld integration af vedvarende energikilder og åben adgang til nettet for

markedsaktørerne, under hensyntagen til forsyningssikkerheden.

Den første 10-års plan udkom i 2010 med det mål at:

- Få feedback fra interessenter om indhold og forventet fremtidigt samarbejde
- Illustrere eksisterende trends for at opnå europæiske energipolitiske mål
- Afprøve planlægningsprocesser og -metoder på tværs af Europa
- Bidrage til den politiske debat med en dybtgående analyse af igangværende systemudviklinger.

Danmark deltager i to af de europæiske regionalgrupper – Østersøgruppen og Nordsøgruppen. Hvert andet år

udarbejder alle regionale grupper en investeringsplan, som sammen med en scenarieanalyse af systemets tilstrækkelighed på længere sigt indgår i 10-års planen. Sammen med fremskrivninger baseret på de nationale handlingsplaner, vil disse indgå i næste TYNDP, som udkommer i 2012.

### Østersøregionen

Integrationen af markederne er den største drivkraft i Østersøregionen på mellemlangt sigt. For at opnå bedre markedsintegration, er det nødvendigt at bygge nye forbindelser mellem de baltiske lande, de nordiske lande og de vesteuropæiske markeder, fortsætte integrationen af de nordiske lande samt forstærke de interne net.





På længere sigt er integrationen af vind- og vandkraft den største opgave i Østersøregionen. Med indfrielsen af EU 20-20-målene og en klimabetinget øget mængde vandkraft i Norden vil der opstå et betydeligt overskud af energi i Norge og Sverige. Derfor skal nord-syd akse i disse lande samt forbindelsen til det kontinentale Europa udbygges. Kombinationen af det vandkraft-dominerede Norden og massiv udbygning med vindkraft i det nordlige kontinentale Europa forventes at give en signifikant økonomisk gevinst.

#### Nordsøregionen

For Nordsøregionen handler 10-års planen om forstærkninger af nationale net som en forudsætning for integration af øget produktion af vedvarende energi på land samt offshore. I perioder med stor lokal produktion af vedvarende energi, kombineret med lavt forbrug samme sted, forstærkes behovet for udbygningen af nettet. Et Nordsø-offshorenæt vil styrke udbygningen af vedvarende energiproduktion til havs, forbindelse af landene i regionen samt det internationale energimarked.



### 4.3 Lange vekselstrømskabler

Energinet.dk har stor fokus på at udnytte de nye egenskaber, som vekselstrømskabler tilfører transmissionsnettet samt på de tekniske og økonomiske udfordringer, som den massive kabellægning i transmissionsnettet medfører.

Energinet.dk arbejder derfor på andet år med forsknings- og udviklingsprojekter inden for kabelteknologi med det formål at oparbejde et erfaringsgrundlag inden for kabler og et kabellagt transmissionsnet til fremtidige designovervejelser. Blandt andet gennem DANPAC-projektet samarbejdes med danske og udenlandske universitetsmiljøer. I DANPAC (*DANish Power system with Ac Cables*) arbejdes med nye drifts- og designkriterier, med det perspektiv at kunne minimere omkostningerne i forbindelse med kabellægning samt at kunne optimere udnyttelsen af kablets egenskaber som

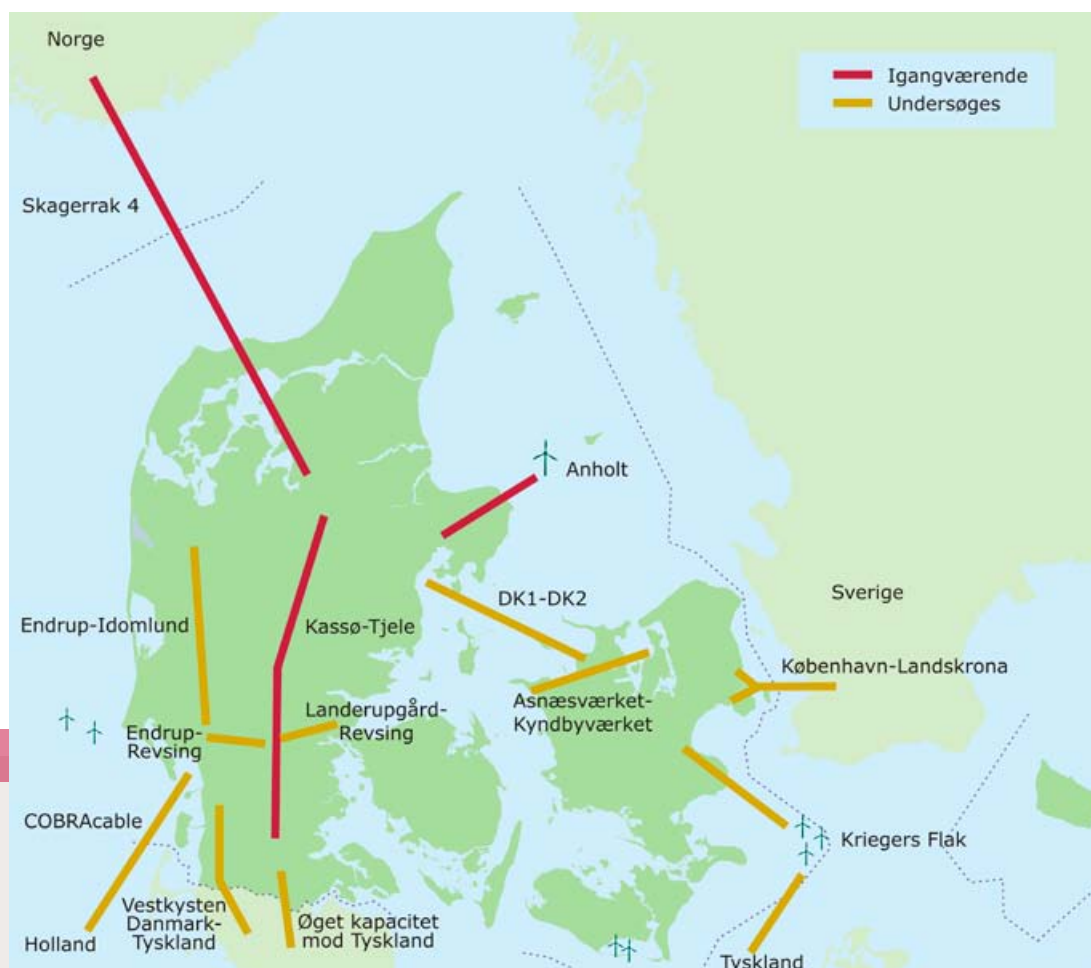
komponent i transmissionsnettet. Det konkrete mål er at spare 5-6 procent af omkostningerne forbundet med kabelhandlingsplanen.

#### Indsatsområder og resultater

De aktuelle indsatsområder i DANPAC-projektet for 2011/12:

- Maksimering af kabellængderne og dermed reduktion af antal kabelmuffer
- Optimering af den kontrollerede genopfyldning omkring kabler med hensyn til de termiske egenskaber
- Optimering af beskyttelseskonceptet for et kabelsystem
- Håndtering af nærføringseffekt ved lange parallelle vekselstrømskabler
- Afdækning af de dimensionerende transiente fænomener i et kabellagt transmissionsnet i forbindelse med isolationskoordination
- Internationalt samarbejde/erfaringsudveksling.





Figur 3 Oversigt over nuværende og mulige infrastrukturprojekter.

Foreløbige resultater inden for indsatsområderne:

- **Maksimering af kabellængder**  
Det er lykkedes at få 400 kV-kabelleverandørerne til at udvikle nye transporttromler, der gør det muligt at øge den maksimale kabellængde på en transporttromle fra 900 meter til 1.400 meter. Derudover er det i forbindelse med indkøb af en ny kabelvogn sikret, at kabelvognen kan håndtere de nye transporttromler under selve udlægningen af kablerne. Besparselsen består i en reduktion af antallet af 400 kV-samlemuffer, der udgør en betydelig del af omkostningerne for en 400 kV-kabelstrækning
- **Optimering af den kontrollerede genopfyldning omkring kabler med hensyn til de termiske egenskaber.**  
Danske grustyper er blevet analyseret, og en ny kvalitetsprocedure er udviklet. Det giver en forbedret varmeafgivelse

for transmissionskabler, der forventes at resultere i en besparelse på 5 procent i fremtidige kabelindkøb.

Erfaringer og foreløbige resultater fra projekterne anvendes allerede ved projektering og anlæg af nye, lange vekselstrømskabler.

#### 4.4 Udvekslingsforbindelser og tilslutning af havmølleparker

Energinet.dk arbejder målrettet på at sikre, at infrastruktur-udvidelser baseres på det bedst mulige grundlag. I grundlaget indgår såvel vurderinger/screeningsanalyser vedrørende investeringsomkostninger og samfundsøkonomiske beregninger som mere kvalitative vurderinger omkring transmissionsnettet. Vurderingerne skal ikke ses som egentlige business cases, men betragtes som forundersøgelser, der sikrer, at de mest lovende investeringer

screenes til nærmere undersøgelse i en egentlig business case.

I disse år arbejder Energinet.dk med flere forskellige udvekslingsforbindelser. Det drejer sig om Skagerrak 4 fra Jylland til Norge, der er under udførelse og en række øvrige projekter, der undersøges. Fx forstærkning af forbindelsen mellem Jylland-Tyskland, COBRACable mellem Jylland og Holland, en ny forbindelse mellem Jylland og Sjælland samt en ny forbindelse mellem Sjælland og Tyskland i tilknytning til vindmølleparken Kriegers Flak. For at opnå fuld gavn af disse nye forbindelser er det også nødvendigt med forstærkninger af det interne danske transmissionsnet. Detaljerede oplysninger om disse forstærkninger kan findes i *Anlægsrapport 2011/12* på [www.energinet.dk](http://www.energinet.dk).

I Figur 3 er indeholdt en oversigt over igangværende anlægsprojekter og nye



infrastrukturprojekter, som undersøges i bilaterale samarbejder med nabo-TSO'er.

Udvekslingsforbindelserne er et centralt element i Energinet.dk's arbejde med visionen om verdens bedste VE-baserede elsystem. De stærke udvekslingsforbindelser er vigtige for integration af vindkraften, og samtidig er de centrale for at opretholde velfungerende markeder og forsyningssikkerhed i elsystemet.

#### Skagerrak 4

Energinet.dk fik i august 2010 klima- og energiministerens tilladelse til at bygge Skagerrak 4-forbindelsen med en total overføringskapacitet på 700 MW. I december 2010 godkendte Energitsynet metodevalget for kapacitetsudnyttelsen på Skagerrak 4, så Energinet.dk kan reservere en del af kapaciteten til udveksling af sekundære reserver. Tilsvarende modtog norske Statnett koncession fra de norske energimyndigheder (NVE) i juli 2010. Begge selskabers bestyrelser har i efteråret 2010 godkendt investeringen og dermed givet grønt lys til etablering af Skagerrak 4-forbindelsen.

Skagerrak 4 øger mulighederne for samspil mellem produktion, der er baseret på

vandkraft, vindkraft og termiske anlæg, ligesom muligheden for at drage fordel af efterspørgslen i et større geografisk område øges. Det styrker i endnu højere grad forsyningssikkerheden.

Skagerrak 4 vil blive tilsluttet på 400 kV i Tjele i Danmark og i Kristiansand i Norge. Anlægsarbejderne er indledt i Tjele i august 2011, og det forventes, at forbindelsen kan sættes i kommerciel drift i december 2014.

#### Øget kapacitet Jylland-Tyskland

I februar 2008 underskrev Energinet.dk og TenneT en hensigtserklæring, hvoraf det fremgår, at selskaberne ønsker at forstærke handelskapaciteten mellem Jylland og Tyskland fra de nuværende 950/1.500 MW til 1.500/2.000 MW i henholdsvis nord- og sydgående retning fra 2012. Arbejdet er igangværende og vedrører installation af tværspændingstransformere

i Endrup og Kassø samt opgraderinger af 400 kV-transmissionsnettet i både Jylland og i Nordtyskland. Ifølge hensigtserklæringen er det også intentionen at opgradere forbindelsen yderligere til mindst 2.500 MW i begge retninger i 2017 ved at ombygge fra 220 kV til 400 kV.

I den forbindelse er Energinet.dk i gang med forstærkningen af det jyske transmissionsnet på strækningen mellem Kassø og Tjele. Via Skagerrak 4 og det igangværende Kassø-Tjele projekt etableres en kraftig forbindelse mellem Tyskland og Norge, så det fremtidige overskud af norsk vandkraft kan sendes igennem det danske net til Tyskland.

TenneT planlægger imidlertid også at udbygge med en ny 400 kV-forbindelse på vestkysten i Schlesvig-Holstein med idriftsættelse i 2015. Forbindelsen er nødvendig for indpasning af op til 13.000 MW tysk

## N-1 kriteriet for forsyningssikkerhed

Det danske transmissionsnet dimensioneres og drives efter det såkaldte N-1 princip, der betyder, at driften af elsystemet skal kunne opretholdes ved et udfald af en vilkårlig del af det samlede net (ledning, transformer eller generator). N-1 princippet er det mest udbredte dimensionerings- og driftskriterium og anvendes fx i Norden via Nordel-samarbejdet og i Europa via UCTE-samarbejdet. I praksis betyder det, at udfald af en enkelt netkomponent ikke må medføre vedvarende overbelastning af de resterende netkomponenter eller give anledning til ustabilitet i systemet. I forhold til forsyningssikkerhed betyder N-1 princippet, at elsystemet til enhver tid skal kunne klare udfald af den største kapacitet, uanset om det er et kraftværk, en vindmøllepark eller en udlandsforbindelse, der falder ud på grund af fejl.

vindkraft og forventes at gå fra Brunsbrüttel i Tyskland og ideelt set tilsluttet i Danmark. Analyser af mulige tilslutningsløsninger i Danmark og den samfundsøkonomiske nytte af projektet er igangsat. Hvis den samfundsmæssige værdi viser sig at være positiv, skal den langsigtede plan for forøgelse af kapaciteten på Tysklandsgrænsen opdateres, og en ny hensigtserklæring etableres.

En forøgelse af handelskapaciteten mellem Jylland og Tyskland indgår som en del af Europa-Kommissionens "Priority Interconnection Plan" for dannelsen af et sammenhængende europæisk transmissionsnet. Kapacitetsforøgelsen er dermed et af de projekter, som Europa-Kommissionen betragter som et nøgleelement for at skabe et velfungerende indre elmarked.

### COBRACable

I 2008 besluttede TenneT TSO B.V. og Energinet.dk at undersøge muligheden for en elektrisk forbindelse mellem Endrup i Jylland og Eemshaven i Holland kaldet COBRACable. Formålet med COBRACable er at forbedre sammenhængen med det europæiske transmissionsnet ved at øge udvekslingen af vindenergi og styrke infrastrukturen, forsyningssikkerheden og markedet.

Jævnstrømskablet designes til et spændingsniveau på 320 kV og en overføringskapacitet på 700 MW. Forbindelsen baseres formodentlig på Voltage Source Converter (VSC)-teknologien, der giver mulighed for tilslutning af nye havmølleparker. Projektet er i udviklingsfasen, hvor der fastlægges krav til teknologi, kabelrute m.m. og indhentes godkendelser fra blandt andre plan- og miljømyndigheder.

### Ny jævnstrømsforbindelse mellem DK1 og DK2

I løbet af 2011 gennemføres et udviklingsprojekt, hvor der ses på mulige tilslutningspunkter, teknologi og økonomi for en ny jævnstrømsforbindelse mellem Øst- og Vestdanmark.

Med afsæt i Systemydelsesstrategien så er det overordnede mål med Energinet.dk's strategi for manuelle reserver og regulerkraft at skabe fleksibilitet i elsystemet, så flest mulige reguleringsressourcer kan bidrage til balanceringen af elsystemet. I den forbindelse vil Energinet.dk undersøge mulighederne for i højere grad at dele reserver på tværs af landet, som allerede blev en realitet med idriftsættelsen af den eksisterende jævnstrømsforbindelse over Storebælt. Jævnstrømsforbindelsen vil også kunne bidrage til at sprede den danske vindenergi i et større geografisk område og dermed styrke forsyningssikkerheden. Det vil samtidig sikre en bedre udnyttelse og dermed også en større værdi af vindenergien i takt med, at vindenergien udbygges i både Danmark og Tyskland.

Formålet med projektet er derfor at undersøge, om en ny jævnstrømsforbindelse på samfundsøkonomisk optimal måde kan understøtte målsætningen i Systemydelsesstrategien i forhold til, at der fremadrettet skal købes manuelle reserver svarende til N-1 betragtninger for Danmark som helhed.





### Udskiftning af Øresundsforbindelsen

Den eksisterende 132 kV-forbindelse mellem Danmark og Sverige nærmer sig grænsen for teknisk levetid og skal inden for de nærmeste år udskiftes. Derfor undersøger Energinet.dk mulighederne for at etablere en 400 kV-forbindelse mellem København og Landskrona til afløsning af den nordsjællandske forbindelse, som vist i Figur 3.

### Kriegers Flak – offshoren

Kriegers Flak er et lavvandet område i Østersøen, hvor både Danmark, Sverige og Tyskland har mulighed for at opstille havmøller.

Energinet.dk har i samarbejde med Svenska Kraftnät og 50Hertz Transmission GmbH gennemført en undersøgelse af mulighederne for at lave en kombineret nettilslutning af havmøllerne, hvor

kablerne kan udnyttes til både ilandføring af vindmøllestrøm og markedsbaseret udveksling af el mellem landene. Hovedkonklusionen er, at en international kombineret løsning ser ud til at være bedre end separate, nationale løsninger. EU ser Kriegers Flak som et banebrydende pilotprojekt af stor vigtighed for Europas bestræbelser på at nå klimamålene for 2020. De tre TSO'er indsendte i juli 2009 en fælles ansøgning til genopretningsprogrammet.

Sverige trak sig i januar 2010 ud af projektet, da der med den nuværende afregning for vindkraft i Sverige ikke er udsigt til svenske havmøller på Kriegers Flak i projektets levetid. Ansøgningen om EU-støtten blev derefter ændret til kun at omfatte den danske og tyske del. Europa-Kommissionen har i oktober 2010 indgået aftale med Energinet.dk og

50Hertz Transmission om at støtte etableringen med cirka 1,1 mia. kr.

En tysk havmøllepark på 288 MW på Kriegers Flak bliver bygget i 2012/2013, og det fælles projekt afventer en dansk politisk beslutning om etablering af den næste danske havmøllepark på antagelig 600 MW på Kriegers Flak.

### Nettilslutning af havmølleparker

DONG Energy opfører Anholt havmøllepark, der med sine 111 møller, hver på 3,6 MW i alt ca. 400 MW, bliver Danmarks hidtil største. Energinet.dk sikrer nettilslutning af havmølleparken senest den 1. august 2012. Den første vindmølle forventes at levere strøm inden udgangen af 2012, og hele havmølleparken skal stå klar ved udgangen af 2013. I tilknytning til havmølleparken anlægger Energinet.dk et søkabel fra transformerplatformen til elforsyning af Anholt.

# 5. Drift af elsystemet



Den daglige drift af elsystemet handler om håndtering af øjebliksbalancen mellem elproduktion og elforbrug. Balancen sikres gennem planlægning og køb af op- og ned-reguleringsreserver, der til enhver tid kan aktiveres af systemansvaret, netop for at opretholde balancen i systemet. Ubalance kan opstå ved udfald af produktionsenheder og udvekslingsforbindelser eller usikkerhed på forbrugs- og vindkraftprognoser.

Effektiv udnyttelse af systemet kræver samarbejde med TSO'er i nabolandene om udnyttelse af reserver og udligning af ubalancer. Det regionale samarbejde i drift og planlægning bliver stadig vigtigere og er centralt i den fortsatte effektivisering af systemdriften.

## 5.1 Europæisk driftssamarbejde

I det europæiske samarbejde om drift af elsystemet yder Energinet.dk i de kommende år en væsentlig indsats inden for udarbejdelsen af paneuropæiske driftsstandards. Det forberedende arbejde, som startede i 2009 i regi af en ENTSO-E arbejdsgruppe for systemdrift, er fortsat gennem 2010 og 2011 med dansk

formandskab. Samarbejdsorganisationen for de europæiske energi-regulatorer (ACER) har sendt den endelige udgave af retningslinjerne i høringsfase, som forventes afsluttet inden udgangen af 2011.

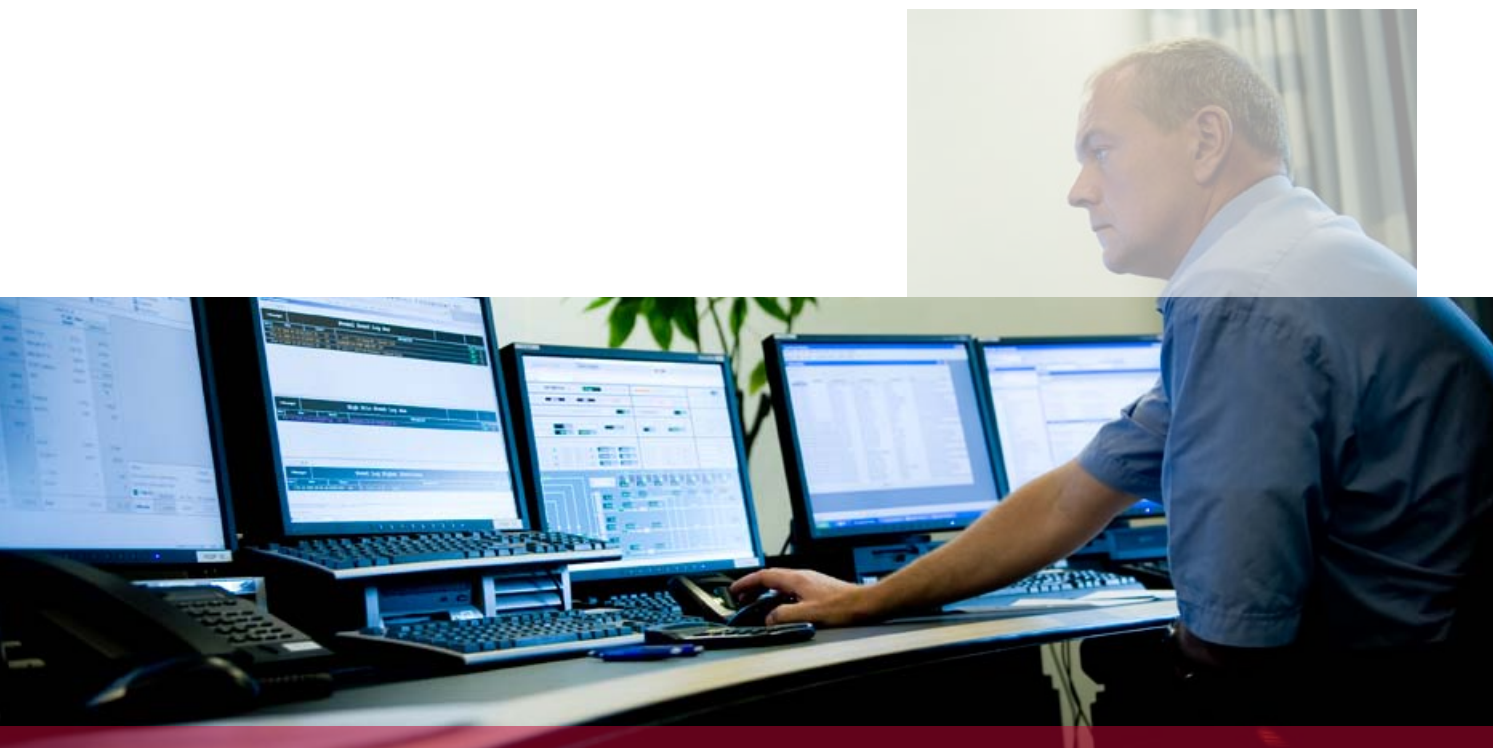
Der er defineret fire hovedmålsætninger for udarbejdelsen af disse fælles standarder (*Network Codes*) for systemdrift. Det drejer sig om systemsikkerhed, fælles driftsmæssige principper i EU, integration af vedvarende energikilder og innovative teknologier samt udnyttelse af informations- og kommunikationsteknologi.

Arbejdet med standarder for systemdrift koordineres desuden med en række andre aktiviteter: System- og markedsmæssige forhold om systemydelser, nettilslutning af produktionsenheder og jævnstrømsforbindelser samt driftsplanlægningsmæssige forhold omkring håndtering af flaskehalse og kapacitetsallokering. Systemydelser er en fælles betegnelse for en række ydelser, som systemansvaret skal have adgang til i driftsfasen for at opretholde en sikker og stabil drift af elsystemet. Der er på nuværende tidspunkt nedsat tre undergrupper i regi af ENTSO-E's arbejdsgruppe for systemdrift,

som inden for de kommende to år skal udarbejde de resterende standarder. Energinet.dk's involvering i at udarbejde de paneuropæiske driftsstandards har stor betydning for gennemførelsen af Energinet.dk's målsætninger om at sikre de nødvendige rammebetingelser og indpasse den øgede mængde af vedvarende energi på en forsynings sikker og effektiv måde.

### Nordisk samarbejde

På det nordiske plan er der i 2011 gennemført et samarbejdsprojekt med de øvrige tre nordiske TSO'er: Statnett, Svenska Kraftnät og Fingrid, med sigte på at opnå en mere stabil frekvens i det nordiske område. Frekvenskvaliteten har været støt dalende gennem en årrække. Tekniske analyser har ført til en række anbefalinger, hvoraf de vigtigste er opdatering af tekniske specifikationer for frekvensstyrede reserver og indførelse af en ny automatisk balanceringsreserve i det nordiske område. De tekniske anbefalinger bearbejdes indtil første halvdel af 2012 af en fælles nordisk markedsgruppe i samarbejde med markedets aktører. En række tekniske pilotprojekter forventes gennemført i sidste halvdel af 2012, inden de valgte løsninger kan implementeres i de fire nordiske lande.



Nogle af de tekniske anbefalinger for de frekvensstyrede reserver forventes at fordre en successiv implementering over en årrække.

På området omkring overvågning og informationsudveksling med andre TSO'er etableres ENTSO-E *Wide Awareness System* (EAS). Energinet.dk vil sammen med de øvrige tre nordiske TSO'er pilot-teste systemet i begyndelsen af 2012.

#### Øvrige samarbejder

I november måned 2010 gennemførte Energinet.dk i samarbejde med den tyske TSO, TenneT, et pilotprojekt for udligning af modsatrettede ubalancer på den dansk-tyske grænse. Princippet er i test i 4. kvartal 2011 med sigte på at gøre løsningen permanent på den dansk-tyske grænse. Processen er notificeret til og overvåges af ENTSO-E.

I GCC- (*Grid Control Cooperation*) samarbejdet arbejdes der med deling af reserver på tværs af kontrolområdernes grænser. Perspektivet er etablering af et fremtidigt integreret europæisk marked for frekvensstyrede reserver, der i fremtidsperspektiv kan give mere effektiv aktivering af reserver på et paneuropæisk plan.

I 2011 har Energinet.dk arbejdet videre med opgaven med at udarbejde generelle internationale regelsæt for systemdrift af jævnstrømsforbindelser. Arbejdet er konsolideret i ENTSO-E's nordeuropæiske arbejdsgruppe VRG NE (*Voluntary Regional Group Northern Europe*), hvor Energinet.dk's formandskab bibeholdes gennem den næste to-årige periode. De fremtidige anvendelsesmuligheder for jævnstrømsforbindelserne omfatter deres gode reguleringssegenskaber, både med hensyn til udligning af modsatrettede ubalancer og med hensyn til udveksling af systemydelser og forsyningssikkerhed.

## 5.2 Strategi for systemydelser

Energinet.dk er som ansvarlig for forsyningssikkerheden på kort og langt sigt afhængig af klare målsætninger blandt andet inden for systemydelser; et emne der i øjeblikket er genstand for megen opmærksomhed og udvikling – både nationalt og internationalt. Det har vist sig nødvendigt, at Energinet.dk tydeliggør sin strategi for, hvordan disse målsætninger skal opnås, og Energitilsynet har derfor bedt Energinet.dk redegøre for sin strategi for systemydelser. Offentliggørelse af

strategien skal medvirke til, at markedsaktører og andre interessenter kan træffe deres beslutninger på et oplyst grundlag, ligesom aktørerne i højere grad inddrages i konkretiseringen af strategien.

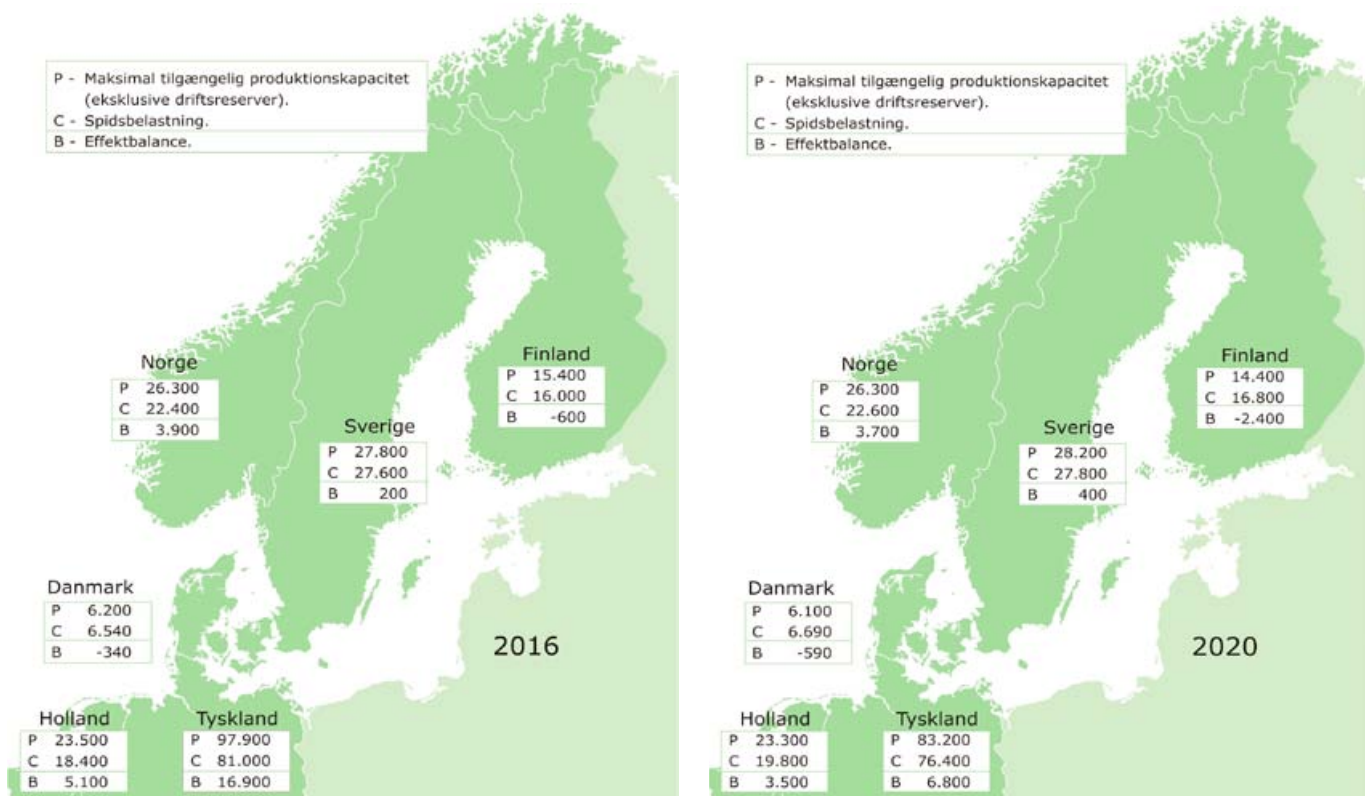
Overordnet set er hovedelementet i strategien for systemydelser at opnå adgang til de nødvendige reguleringsressourcer via større markeder, hvor der er en effektiv og fair konkurrence, som samtidig sikrer danske leverandører større afsætningsmuligheder. Et vigtigt middel til at opnå det er øget internationalisering. En øget internationalisering af markederne for systemydelser er en naturlig konsekvens af, at energimarkederne er blevet mere internationaliserede i de senere år, og at markederne nu strækker sig over det meste af Vesteuropa.

Strategien er, i dialog og samarbejde med markedets aktører, udarbejdet for perioden 2011-2015, men indeholder også målsætninger for perioden frem mod 2020.

De overordnede målsætninger i strategien er:

- Fælles markeder for frekvensstyrede reserver inden for synkronområderne





Figur 4. ENTSO-E effektbalancer i MWh/h for vinterperioden for 2016 og 2020 fra 'SO&AF 2011-2025'. Data er leveret af ENTSO-E.

Konkret er målsætningen at blive en del af det fælles tyske samarbejde om indkøb af primære reserver, og at de østdanske frekvensstyrede reserver indkøbes på et fælles marked for svenske og danske aktører

- Større markeder for aktivering af sekundære reserver via samarbejder med de tyske og nordiske TSO'er. Samarbejdet indebærer i første omgang udligning af modsatrettede ubalancer mellem naboområder og dernæst aktivering af danske sekundære reserver til at dække ubalancer i Tyskland
- Brede produktdefinitioner på regulerkraftmarkedet, så alle tilgængelige ressourcer kan deltage
- Udvidet internationalt marked for regulerkraft. I første omgang er målet at komme hurtigt i gang med at handle regulerkraft over grænsen mod Tyskland med udgangspunkt i de eksisterende nationale/regionale produkter og et minimum af harmonisering. På længere sigt er målet et fælles (harmoniseret) regulerkraftmarked på linje med spotmarkedet og intradaymarkedet
- Deling af manuelle reserver over større områder (nationalt og internationalt). I første omgang vil Energinet.dk

analysere muligheder for og potentialer i at betragte Danmark som ét område og dernæst se på mulighederne i international deling af reserver

- Indbygning af systembærende egenskaber i elnettet, når det samfundsøkonomisk kan betale sig. Der vil som udgangspunkt anvendes udbudsrunder til at kvalificere beslutningsgrundlaget
- Løbende aktørinddragelse ved implementering af og opfølgning på strategien blandt andet ved aktørmøder.

### 5.3 Automatisering af netdriften

Efterhånden som presset på det nuværende elsystem stiger i takt med øget vindkraftudbygning og øget behov for store energitransporter i det overordnede transmissionssystem, kan det blive en udfordring af få udbygget nettet tilstrækkeligt hurtigt. Udfordringen forstærkes af, at der lukkes produktionsanlæg på centrale kraftværker, som det hidtil har været muligt at starte op med relativt korte varsler.

Samfundsøkonomisk er det også et spørgsmål om rentabiliteten af at udbygge nettet til at kunne flytte energimængder svarende

til hele den installerede effekt på samme tid. Systemsikkerheden og handelskapaciteten i nettene kan sikres ved kraftig udbygning i 400 kV-nettet, men også delvis ved at implementere automatiske reguleringer i systemet. Foreløbigt ses potentiale i:

- Større anvendelse af automatisk op-/nedstyring af jævnstrømsforbindelser for at øge handelskapaciteterne
- Automatisk spændingsregulering i transmissionsnettet
- Automatisk regulering af større vindkraftanlæg med henblik på optimal udnyttelse af elnettets overførselssevne
- Automatisk balancering og udligning af ubalancer over jævnstrømsforbindelser.

Energinet.dk arbejder på med større sikkerhed at forudsige fejl i elsystemet, blandt andet ved at etablere PMU-målere (*Phasor Measurement Units*) på relevante steder i det danske transmissionsnet. I 2011 er antallet af PMU'er omkring 25 og der arbejdes med mulighed for at anvende de meget nøjagtige målinger til at forudsige fejl i elsystemet, såkaldt Early Warning. Energinet.dk samarbejder med andre TSO'er om at etablere et system WAMS (*Wide Area Measurement System*), hvormed det er muligt

| Vestdanmark, DK1 |        | MW  |                                                                                              |
|------------------|--------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fynsværket       | Blok 3 | 220 | Taget ud af produktion i marts 2010.                                                         |
| Studstrupværket  | Blok 3 | 380 | Ikke i drift samtidig med blok 4.                                                            |
| Studstrupværket  | Blok 4 | 380 | Opstartstid 3 måneder.                                                                       |
| Enstedværket     | Blok 3 | 665 | Lægges i mølpose fra 1. januar 2013.                                                         |
| Østdanmark, DK2  |        |     |                                                                                              |
| Amagerværket     | Blok 2 | 90  | Taget ud af produktion i marts 2010.                                                         |
| Asnæsværket      | Blok 2 | 140 | Ikke i drift samtidig med blok 5.<br>Kan ikke overholde emissionskrav<br>per 1. januar 2014. |
| Asnæsværket      | Blok 4 | 240 | Opstartstid 6 måneder.                                                                       |
| Asnæsværket      | Blok 5 | 640 | Ikke i drift samtidig med blok 2.<br>Opstartstid 60 timer.                                   |
| Stignæsværket    | Blok 1 | 137 | Opstartstid 3 måneder.<br>Gasolie som brændsel.                                              |
| Stignæsværket    | Blok 2 | 260 | Med svær fuelolie som hovedbrændsel.<br>Lægges i mølpose fra 1. januar 2013.                 |

**Tabel 1** Centrale kraftværker med driftsbegrænsninger.

at udveksle PMU-målinger. Foreløbigt er der truffet aftaler med Finland, Holland, Belgien, Tyskland og Schweiz, mens en aftale med Sverige er på vej.

## 5.4 Elforsyningssikkerhed

Energinet.dk er meget opmærksom på forsyningssikkerheden i Danmark og overvåger i den forbindelse løbende effektbalancerne i Danmark og nabolandene. Det sker i de regionale grupper, *Regional Group Baltic Sea* og *Regional Group North Sea* inden for ENTSO-E.

Vurderingen af den danske effektsituation tager udgangspunkt i den nuværende situation og de nuværende rammevilkår og inddrager de faste analyseforudsætninger omkring udlandsforbindelser, fremskrivninger af brændselspriser samt den forventede effektsituation i nabo-områderne.

Flere af de danske, kulfyrede kraftværksblokke har driftsbegrænsninger, og inden for det seneste år er flere blokke taget midlertidig eller permanent ud af drift. Tabel 1 giver et overblik over mølposelægninger og skrotninger.

## Effektbalancer i Danmark og Nordeuropa

ENTSO-E udgiver hvert år en scenarieanalyse (*Scenario Outlook and System Adequacy Forecast*). Den seneste dækker perioden fra 2011 til 2025 og arbejder med tre scenarier: Et "scenarie A", hvor kun nye, sikre kraftværksprojekter medtages, et "scenarie B", hvor der foretages en vurdering af den sandsynlige udbygning med kraftværker, og et "scenarie EU2020", som tager udgangspunkt i de enkelte landes regulatorers forventninger til fremtidens elsystem i form af National Renewable Energy Action Plans (NREAP).

Figur 4 viser analysens effektbalancer i 2016 og 2020 med udgangspunkt i det sikre 'scenarie A'. Figuren viser balancer for Danmark, Norge, Sverige, Finland, Tyskland og Holland. Det stigende effektunderskud i Danmark betyder, at Danmark bliver mere afhængig af import fra udlandet. Norge, Sverige og Holland har stadig effektoverskud i 2016 og 2020, mens Tysklands effektoverskud er tvivlsomt.

Læs eventuelt mere om analyserne og de langsigtede europæiske effektbalancer på ENTSO-E's hjemmeside [www.entso.eu](http://www.entso.eu).

Jordskælvet og den efterfølgende tsunami i Japan den 11. marts 2011 har skabt meget debat om atomkraft i Europa. Tyskland, der råder over ca. 20.000 MW atomkraft, tog i marts 2011 ca. 8.000 MW ud af drift, og har efterfølgende besluttet at udfase resten frem mod 2022. Debatten om fremtidens energiforsyning foregår også i resten af de europæiske lande med atomkraftværker. Fx har Belgien i november 2011 også annonceret udfasning af atomkraften frem mod 2025.

Effektbalancerne i Figur 4 tager ikke højde for udviklingen i Tyskland, hvor atomkraftværkerne forventes erstattet med vindkraft og gaskraftværker. Det betyder, at det er nødvendigt for Energinet.dk at følge yderligere op på effektsituationen i nabolandene for at sikre vished om tilgængelighed af importmuligheder. Derfor vil Energinet.dk videreudvikle metoder og indikatorer til vurdering af effektbalancen og energibalancen samt forberede handlingsmuligheder, hvis kapacitetsudviklingen vurderes at være kritisk for forsyningssikkerheden.

# 6. Elmarkedet

## Europæisk Target-model

Ledende europæiske interessenter udviklede i 2010 Target-modellen efter opfordring fra de europæiske regulatorer på Firenze Forum i 2009. Arbejdsgruppen bag projektet bestod blandt andet af Eurelectric, EuroPex, EFET, ERGEG og ENTSO-E. Formålet med Target-modellen var at sætte rammerne for et fælles europæisk elmarked. Target-modellen er senere blevet udspecificeret af de europæiske regulatorer (juli 2011) og danner nu grundlag for udarbejdelsen af fælles markedsregler for blandt andet intraday og day-ahead markederne i Europa.

Effektiv indpasning af vindkraft og andre fluktuerende energikilder kræver fleksible og internationale elmarkeder. Det er et af Energinet.dk's vigtige arbejdsområder at identificere de nødvendige tilpasninger af elmarkedet og arbejde for, at de får internationalt gennemslag, så opfyldelse af de danske klima- og forsyningssikkerhedsmål understøttes i de regionale markeder. Arbejdet hen mod disse mål foregår i høj grad som samarbejdsprojekter i ENTSO-E-regi, hvor Energinet.dk yder en stor indsats for at sikre hensigtsmæssige regler og modeller for de fremtidige regionale og europæiske markeder.

### 6.1 Engrosmarkedet

Betydningen af et velfungerende elmarked øges i takt med behovet for at integrere stigende mængder af vedvarende energi i elsystemet. Den 3. liberaliseringspakke og udviklingen af den europæiske Target-model sætter rammerne for et fælles indre elmarked i Europa.

#### Vedvarende energi – en stigende udfordring i elmarkedet

Integration af mere vindenergi stiller nye krav til elsystemet og behovet for mulige reguleringsmekanismer. Blandt andet arbejder Energinet.dk for, at vindmøller skal kunne stille deres regulerbare ressourcer til rådighed for reserve-/regulerkraftmarkedet. En ændring af forskriften på området forventes at træde i kraft i 2012.

Effektiv indpasning af vindkraft og andre fluktuerende kilder kræver også fleksible og internationale elmarkeder. Elmarkedet (engros) skal derfor videreudvikles, så de enkelte markedspladser samlet set understøtter de stigende mængder vedvarende energi i elsystemet. Energinet.dk identificerer løbende de nødvendige tilpasninger og arbejder for, at de får internationalt gennemslag. Elmarkedet skal fremtidssikres, så det fortsat kan skabe grundlaget for en optimal udnyttelse af samfundets ressourcer. Stadig mere forbundne markeder og stigende mængder af variabel og fluktuerende elproduktion gør det nødvendigt at analysere og vurdere det nuværende markedsdesign. På kort sigt er der brug for at foretage finjusteringer – på længere sigt vurderes behovet for ændringer løbende.

Energinet.dk vil i de kommende år vurdere behovet for justeringer i det eksisterende markedsdesign for på mellemlangt sigt at skabe tættere sammenhæng mellem marked og fysik på dimensionerne tidsopløsning, lukketider og afregning. Samtidig klarlægges behovet for større ændringer i markedsdesignet for at understøtte indpasningen af de stadigt stigende mængder vindkraft.

Den praktiske gennemførelse af Energinet.dk's arbejde på markedssiden vil i høj grad blive gennemført som samarbejdsprojekter i ENTSO-E-regi for at sikre at danske ønsker i videst muligt omfang bliver inkluderet i de fremtidige fælles-europæiske løsninger og markedsmodeller.

#### Europæisk markeds kobling og fælles markedsregler

I 2011 er udarbejdelsen af de europæiske markedsregler for alvor gået i gang i ENTSO-E. I ENTSO-E er der nedsat tekniske ekspertteams, der skal afgrænse opgaven, definere det tekniske indhold i markedsreglerne og udarbejde de første udkast. De første markedsregler, der udarbejdes, er Network Codes for intraday, day-ahead (spot) og kapacitetsberegninger, hvorefter





markedsregler for balancemarkedet følger i 2012. Arbejdet med markedsreglerne skal være afsluttet og godkendt af Europa-Kommissionen ved udgangen af 2014.

Energinet.dk deltager i arbejdet med udviklingen af markedsregler for et fælles europæisk intradaymarked. Arbejdet med de øvrige markedsregler for day-ahead og kapacitetsberegninger følges også tæt. Energinet.dk er også særligt aktiv i det europæiske samarbejde om balancering, dels som deltager i en ekspertgruppe, der vejleder de europæiske regulatorer (ACER), og dels gennem viceformandskabet i ENTSO-E's arbejde med det kommende fælles europæiske balancemarked.

Sideløbende med regeludarbejdningen er sammenkoblingen af det europæiske elmarked i fuld gang på regionalt plan. Siden november 2010 har spotmarkedet i Norden og CWE-regionen (Tyskland, Holland, Belgien, Luxembourg og Frankrig) været koblet sammen via den midlertidige markedskoblingsløsning kaldet ITVC (*Interim Tight Volume Coupling*). Den midlertidige volumen-koblingsmodel fungerer

godt og har det seneste år bidraget til en bedre udnyttelse af transmissionsforbindelserne. Markedsløsningen er udviklet af TSO'er, børser og EMCC (*European Market Coupling Company*) i et regionalt pilotprojekt under ENTSO-E. Energinet.dk havde formandsposten det første år og spiller efterfølgende fortsat en stor rolle. Næste skridt i projektet er implementering af en permanent løsning, hvor markedskoblingen i hele den nordvesteuropæiske region baseres på en prisfunktion, der beregner udveksling og priser i en enkelt beregning. Målet er at være klar med det i slutningen af 2012.

Tilsvarende er der igangsat et regionalt nordvesteuropæisk markedskoblingsprojekt på intraday. Her er målet at samle likviditeten i det nordvesteuropæiske marked i én fælles handelsplatform, hvor også grænseoverskridende kapacitetsallokering finder sted via et fælles TSO-kapacitetsmodul.

Energinet.dk har en aktiv rolle i de regionale projekter og dermed i implementeringen af et fælles spot (day-ahead) og intradaymarked på regionalt plan i Europa. Projekterne

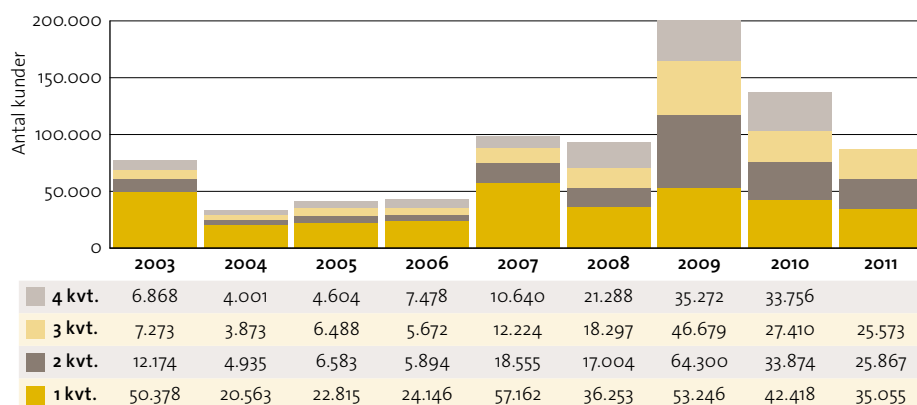
fungerer som forløbere for udviklingen af et fælles elmarked i hele Europa.

#### **Månedso- og årsauktioner på den dansk-tyske grænse**

Energinet.dk og TenneT indførte fra januar 2011 nye regler for auktionerne af års- og månedskapacitet på den dansk-tyske grænse. Som nyt princip kan markedsaktørerne nu levere kapaciteten tilbage til TSO'erne, hvis de ikke ønsker at anvende kapaciteten – og få betaling for den. Ubrugt kapacitet indgår i den daglige markedskobling, og ejerne af kapaciteten modtager en betaling for kapaciteten svarende til dens værdi i spotmarkedet.

Samtidig overgav Energinet.dk og TenneT det administrative ansvar for auktionerne til CASC.EU (*Capacity Allocation Service Company.EU*).

CASC.EU fungerer allerede som auktionskontor for et stort antal kapacitetsauktioner i Central-/Vesteuropa. Muligheden for tilbagesalg af kapacitet er blevet anvendt i stor udstrækning efter indførelsen af de nye regler 1. januar 2011. I løbet



Figur 5 Antal kunder, der har skiftet elleverandør 2003-2011.

af 2011/2012 vil der blive taget stilling til, om der skal indføres finansielle transmissionsrettigheder (FTR) på auktioner af måneds- og årskapacitet på den dansk-tyske grænse.

### Marked for systemydelser

Fremadrettet vil øgede mængder vedvarende energi skabe et stigende behov for systemydelser på europæisk plan og derigennem også et stigende pres på Energinet.dk's omkostninger til at balancere elsystemet. Energinet.dk arbejder derfor for en yderligere udvikling af markeder for systemydelser på europæisk plan. Det gælder både geografisk, så flere udenlandske ressourcer (tyske og kontinental europæiske) kan benyttes i balanceringen, og produktmæssigt, så flere aktører kan aktiveres. Herved skabes der mulighed for, at flere ressourcer kan aktiveres i balancemarkedet i fremtiden.

Denne dagsorden sættes blandt andet i samarbejde med de tyske TSO'er TenneT TSO GmbH og 50Hertz Transmission, de nordiske TSO'er og i ENTSO-E's arbejdsgruppe for systemydelser (WG Ancillary Services), hvor Energinet.dk er viceformand. Samtidig deltager Energinet.dk i et nordisk

samarbejde om LFC (Load Frequency Control), hvor der sigtes mod at finde fælles løsninger til sikring af en stabil frekvens i Norden.

### Markedsregler for offshorevindproduktion

Et vigtigt område for Energinet.dk er integration af offshorevindproduktion. Et stort fælleseuropæisk offshorenät i Nordsøen er specifikt på dagordenen i EU. For at sikre en samfundsøkonomisk optimal udnyttelse af kapaciteten i offshoretransmissionsnettet er det nødvendigt at sikre fælles europæiske standarder for kapacitetshåndtering i det fælles europæiske elmarked. Indpasningen af vindenergi må ske på markedsmæssige vilkår, som sikrer, at den størst mulige kapacitet stilles til rådighed for markedet.

Energinet.dk deltager aktivt i NSCOGI (*North Sea Countries Offshore Grid Initiative*), som skal identificere barrierer og udfordringer ved en eventuel udbygning af et offshoretransmissionsnet i Nordsøen. Her arbejder myndigheder, TSO'ere og regulatorer omkring Nordsøen sammen om udviklingen af en overordnet masterplan for Nordsøen. Energinet.dk bidrager

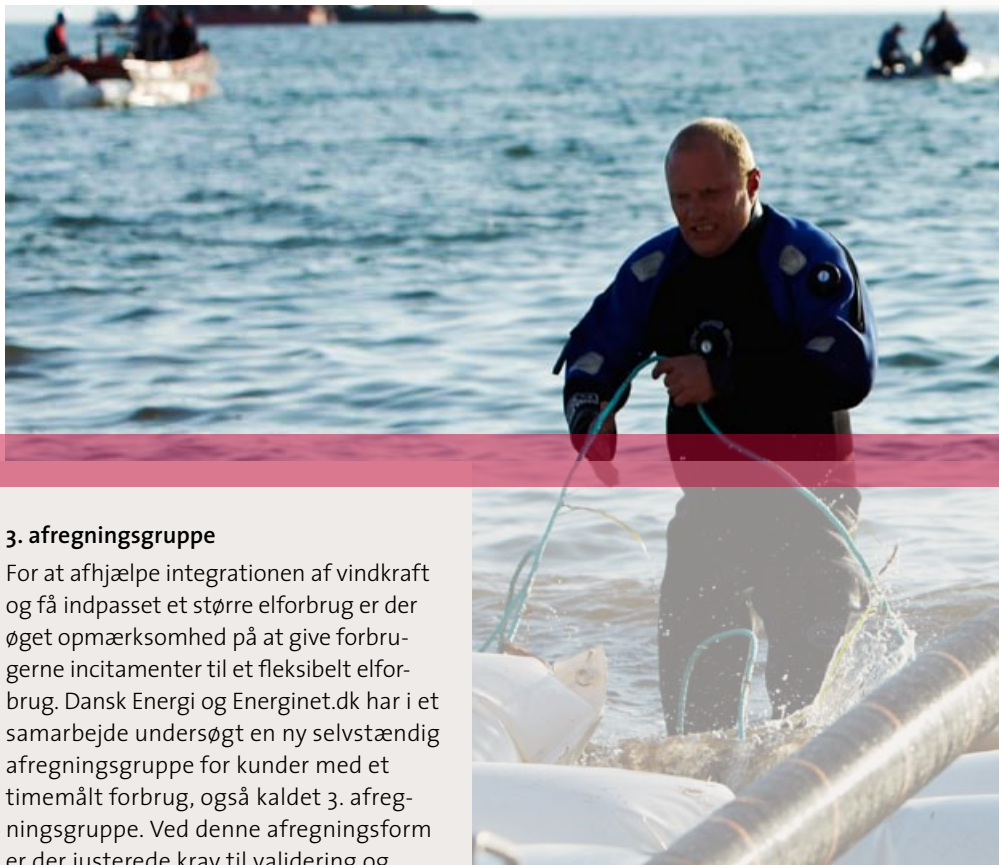
blandt andet med erfaringer fra Kriegers Flak og COBRACable som input i planlægningen af et offshorenät i Nordsøen.

### Det nordiske elmarked

Indførelsen af fire nye svenske prisområder i november 2011 vil sikre en markedsmæssig korrekt udnyttelse af kapaciteten på forbindelserne mellem de danske prisområder og Sverige. Det vil sikre et mere velfungerende marked i Norden og sikre, at aktørerne i markedet agerer på baggrund af prissignaler, som afspejler de reelle omkostninger ved elproduktionen.

## 6.2 Det danske detailmarked

En stadig større andel af fluktuerende elproduktion fra vedvarende energi skaber et stigende behov for fleksibilitet på forbrugssiden, så efterspørgslen flyttes fra tidspunkter med lav produktion af el fra vedvarende energi til tidspunkter med høj produktion. I dag er der hovedsageligt introduceret nyt fleksibelt forbrug, som kan aktiveres ved høj produktion fra vedvarende energi, men i mindre grad forbrug, som kan reduceres ved lav produktion fra vedvarende energi.



Et velfungerende detailmarked med prisfølsom efterspørgsel afhænger stærkt af informerede, aktive forbrugere, der reagerer på forskelle i markedsprisen. Sammen med de øvrige regulatorer i Norden vurderer Energitsynet hvert år markedernes tilstand på en række parametre. Et af målene for, hvor velfungerende markedet er, er antallet af kunder, der skifter el-leverandør, altså agerer på baggrund af skiftende udbudspriser. Udviklingen i leverandørskift for de seneste ni år ses af Figur 5.

I nordisk sammenhæng er de norske og svenske forbrugere de flittigste til at skifte leverandør, mens danske forbrugere er de mindst tilbøjelige til at skifte leverandør. Og det selv om prisforskellene i det danske marked er større end i resten af Norden.

Overordnet er der to forudsætninger for, at forbrugerne agerer efter markedssignalerne og er fleksible i efterspørgslen: Det skal være attraktivt at agere fleksibelt, og konkurrencen på detailmarkedet skal være velfungerende på såvel udbuds- som efterspørgselssiden. For at understøtte, at disse to forudsætninger bliver opfyldt, er Energinet.dk involveret i en række initiativer. Disse initiativer er beskrevet i det følgende.

### 3. afregningsgruppe

For at afhjælpe integrationen af vindkraft og få indpasset et større elforbrug er der øget opmærksomhed på at give forbrugerne incitament til et fleksibelt elforbrug. Dansk Energi og Energinet.dk har i et samarbejde undersøgt en ny selvstændig afregningsgruppe for kunder med et timemålt forbrug, også kaldet 3. afregningsgruppe. Ved denne afregningsform er der justerede krav til validering og frister, som kan nedbringe ekstraomkostningerne ved timebaseret afregning. I dag afregnes de almindelige elforbrugere efter en fastprisordning, hvor der ikke er særlige incitament til at flytte elforbruget. Ved brug af prissignaler og teknologi kan efterspørgslen efter el i større grad end i dag tilpasse sig den uforudsigelige vindproduktion. På længere sigt er det meningen, at alle forbrugere skal agere efter en fluktuerende markedspris, så kunderne forbruger el, når prisen er lav, og undlader at forbruge, når prisen er høj. Indførelsen af 3. afregningsgruppe er et initiativ, der introducerer incitament til forbrugernes fleksible forbrug.

Modellen er attraktiv for den enkelte forbruger, fordi der forventes en lavere

abonnementsbetaling i en 3. afregningsgruppe end ved reel timeafregning. På sigt forventes en glidende overgang til reel timeafregning, jævnfør rapporten "Fremme af prisfleksibelt elforbrug", som Dansk Energi og Energinet.dk har udgivet i september 2011.

I 2012 vil Energinet.dk bidrage til, at fundamentet for at skabe en 3. afregningsgruppe er til stede, så denne afregningsgruppe kan implementeres i næste version af Data-Hub'en, forventeligt forår 2013.

### Fleksible afregningssystemer

Et andet initiativ, der vil gøre det attraktivt at agere fleksibelt, er afregningssystemer, der kan håndtere elbiler, varmepumper





eller andre fleksible forbrugsenheder. Derfor vil Energinet.dk arbejde for, at markedet kan udvikle passende rammer, så potentielt fleksible forbrugsenheder får incitamenter til at agere fleksibelt. Energinet.dk arbejder blandt andet på at forberede DataHub'en til at understøtte fremtidige strategier omkring udvikling af Smart Grid og effektivt samspil mellem elbiler, varmepumper og elsystemet.

#### **Datahub**

Konkurrencen på detailmarkedet vil blive understøttet af flere initiativer, specielt indførelsen af DataHub. Som et led i den fortsatte liberalisering af det danske elmarked bad klima- og energiministeren i 2009 Energinet.dk om at etablere og

drifte en DataHub. DataHub'en understøtter en øget konkurrence til gavn for forbrugeren i det danske elmarked.

DataHub'en skal forenkle det nuværende marked til en enklere og mere tidssvarende struktur, hvor al kommunikation mellem elmarkedets aktører foregår via DataHub'en. For elforbrugere betyder denne forenkling en samlet adgang til egne forbrugsdata.

Energinet.dk udvikler DataHub'en i samarbejde med aktørerne i det danske elmarked. Energinet.dk udvikler selve DataHub'en til håndtering af data og regler, mens alle aktive aktører implementerer nye kommunikationskanaler

i deres egne systemer. DataHub'en forventes idriftsat 1. oktober 2012.

#### **DataHub – version 2**

Energinet.dk er påbegyndt analysearbejdet for at definere indholdet til version 2 af DataHub'en. Der er mange relevante ønsker til ekstra funktionalitet og idéer til DataHub'ens fremtidige udvikling. Heriblandt undersøges mulighederne for, at elkunderne kan give 3. part adgang til egne data i DataHub'en. En funktionalitet der i nogen grad kan sammenlignes med en revisors adgang til en personlig skatte-mappe i Skats selvbetjeningssystem.

Der er ligeledes påbegyndt en analyse af muligheder og konsekvenser ved at



introducere en finere tidsopløsning af data i DataHub'en. Eksempelvis kunne det tænkes, at der bliver frembragt og lagret femminutters målinger, og dermed opstår nye muligheder for at tilpasse elmarkedet til det intelligente elnet.

Brug af DataHub'en til at opsamle data vedrørende detailmarkedet er ligeledes en mulighed, der undersøges. Energinet.dk varetager denne opgave, og der vil formentlig være muligheder for delvis automatisering ved hjælp af DataHub'en.

#### Samfakturering

En bedre konkurrence i detailmarkedet vil desuden blive understøttet af en mere effektiv samfakturering, der vil gøre det lettere at skifte fra den koncernforbundne elleverandør til en anden udbyder, idet kunden ikke vil opleve serviceforringelser i form af to regninger. Det vil DataHub'en kunne hjælpe til at opnå, og Energinet.dk vil derfor assistere Energistyrelsen med at finde frem til en model, hvori DataHub'en er med til at understøtte samfakturering.

#### Elpristavlen

Elpristavlen er et samarbejde mellem myndigheder, branche- og forbrugerorganisationer om at gøre det nemt for forbrugere at sammenligne elpriser og derved skabe større gennemsigtighed i detailmarkedet.

I september 2011 blev Elpristavlen midlertidigt lukket efter kritik af opsætningen af Elpristavlen i medierne. Det har siden sommeren 2011 været planen i følgegruppen for Elpristavlen, hvor Energinet.dk deltager sammen med blandt andet Energistyrelsen, Energitilsynet, Forbrugerrådet og Dansk Energi, at forbedre kvaliteten af Elpristavlen. Herunder at finde den mest optimale balance mellem at gøre siden overskuelig og korrekt.

Elpristavlen er i oktober 2011 genåbnet i en ny version, der adresserer de rejste problemer. I den nye version sammenlignes energiprodukterne ud fra gennemsnitspriser i bindingsperioden, altså med en vægtning af faste og variable omkostninger for forbrugeren.

### 6.3 Etablering af nordisk detailmarked i 2015

De nordiske energiregulatorer er blevet pålagt af de nordiske energiministre at skabe et fælles nordisk slutbrugermarked for el. Efter planen skal det harmoniserede detailmarked være opnået i 2015.

Energinet.dk bidrager i de relevante arbejdsgrupper og deltager i styregruppen. Målet er at sikre, at det fælles nordiske marked kommer til at bygge på regler, som ifølge Energinet.dk er nødvendige og passende for alle interessenter. Desuden har Energinet.dk et klart mål om at sikre, at det fremtidige detailmarked kommer til basere sig på kommunikation med en DataHub. Det indebærer, dels at den af Energinet.dk ejede DataHub passer ind i det fremtidige markedsdesign, dels at DataHub'en bliver spillet ind som en mulig løsning for de øvrige markeder.

# 7. Smart Grid og styringskoncept for elsystemet

Elsystemet, som det kendes i dag, er designet ud fra princippet om, at el skal produceres på centrale kraftværker og transporteres gennem højspændingssystemet ud til distribution og anvendelse hos de enkelte kunder. Fremtiden bliver meget anderledes. De kommende 10-15 år vil elsystemet ændre karakter på mindst fire grundforudsætninger:

- Elproduktionen vil primært komme fra vedvarende energikilder som mølleparker på land og på havet
- De kendte centrale kraftværker vil ikke længere være i drift hele tiden
- Der kommer stadig mere vedvarende energiproduktion i elsystemet helt ude på villavejene, blandt andet fra solceller
- El bliver den primære energibærer for andet energiforbrug, i første omgang til varme og transport formål – på længere sigt også el til VE-gas.

Det fremtidige elsystem kræver, at designet i elsystemet skal ændres, samtidig med at der etableres et opdateret kommunikationssystem for markeds-mæssigt og teknisk at kunne udnytte de mange distribuerede ressourcer. Energinet.dk har udviklet et koncept, der

beskriver et styringskoncept for elsystemet. Konceptet er en model for, hvordan elsystemet i fremtiden kan styres med opdateret datakommunikation mellem elsystemets aktører, både kommercielle og netvirksomheder. Konceptet er udviklet for at sikre elsystemets robusthed, forsyningssikkerhed og optimale markedsbetjening, samtidig med at der sker omfattende ændringer af elsystemet. I styringskonceptet er der lagt vægt på at sikre fortsat udbygning af stærke udlandsforbindelser for at øge markedsbetjeningen og sikre adgang til ressourcer for balancering af vindkraften. Elsystemet kræver balance i hvert sekund og skal desuden bibringes særlige systembærende ydelser som kortslutningseffekt, spændingsregulering, inertie og præcis 50 Hz frekvens. Hidtil er disse "usynlige" ydelser i elsystemet blevet leveret fra centrale kraftværker, når de leverede energi (MWh) og effekt (MW).

Energinet.dk's styringskoncept beskriver, hvilke behov der vil være for systembærende ydelser i et elsystem, hvor halvdelen af energien kommer fra vind. Herudover peges på, hvorledes de systembærende ydelser kan tilvejebringes

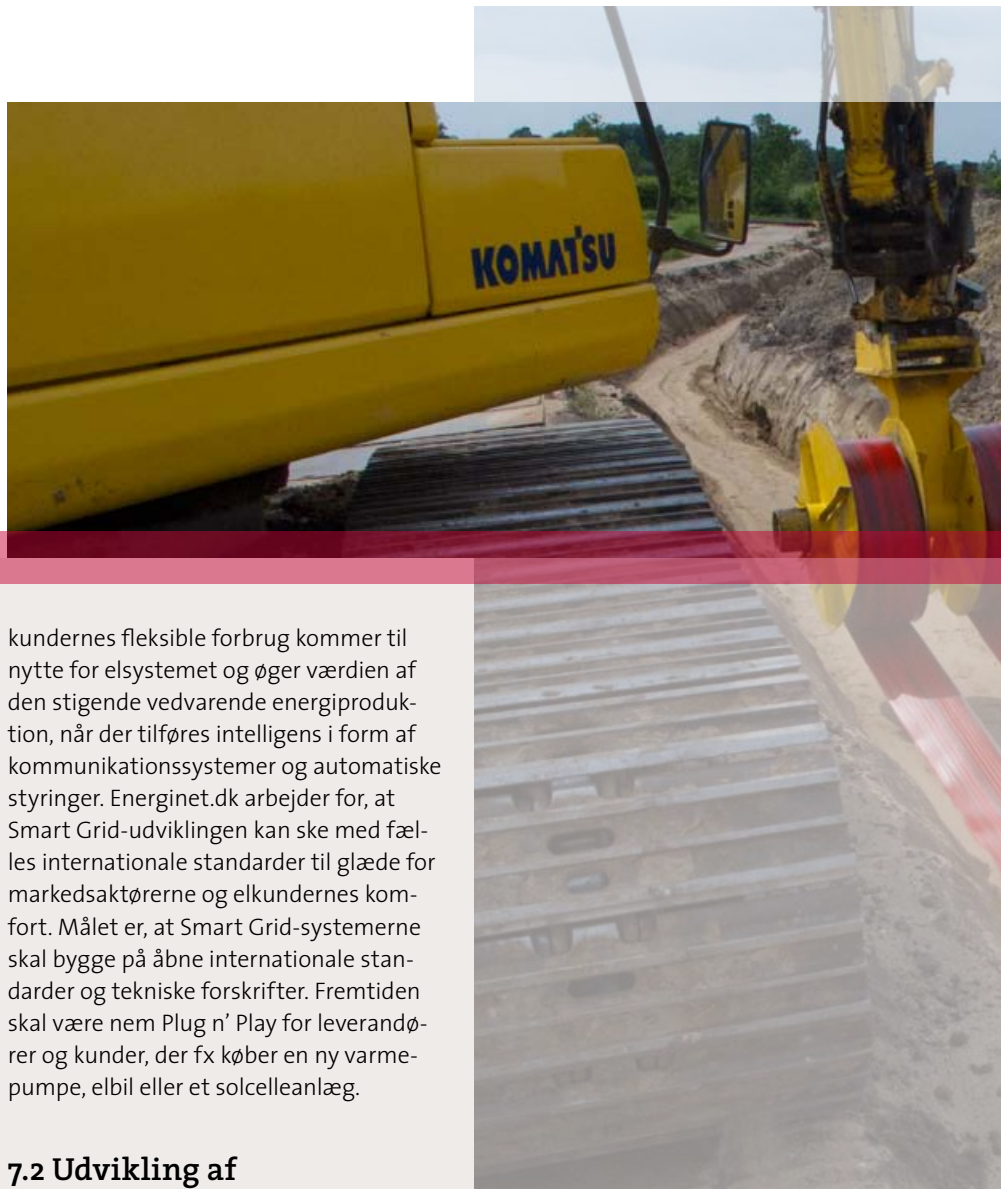
samfundsøkonomisk effektivt og med robuste tekniske løsninger. Konceptet beskriver desuden mulighederne for, at distributionsnet og elkunder kan bidrage med levering af ydelser til det sammenhængende elsystem – også kaldet Smart Grid.

I Smart Grid Netværkets anbefalinger fra oktober 2011 er der fokus på samarbejde og koordinering mellem nøgleaktørerne i den danske elbranche. Energinet.dk vil med udgangspunkt i Energinet.dk's styringskoncept indgå i tæt samarbejde med branchen om udarbejdelse af roadmap for Smart Grid-udbredelse, opdateret kommunikationssystem, sikkerhedsaspekter, standarder og rollefordelingen blandt elsystemets aktører. Konkrete handlingsplaner skal udarbejdes i 2012.

## 7.1 Hvad kan Smart Grid?

Det intelligente elsystem – eller Smart Grid – er en ny måde at drive et elsystem på. Smart Grid er et elsystem, hvor alle distribuerede ressourcer er aktive komponenter i elsystemet. Det er i fremtiden ikke kun store kraftværker, der hjælper med fx spændingsregulering og





frekvensstabilitet. Også lokale kraftvarmeværker og solcelleanlæg kan sammen med fleksibelt og prisstyret forbrug hjælpe med balanceringen af elsystemet.

I mange lande er investeringer i Smart Grid båret af mangel på elproduktionskapacitet, nedslidte elsystemer eller markant vækst i elforbruget. Smart Grid er i disse lande en metode til at få reduceret afbrydelser i elforsyningen og bedring af forsyningssikkerheden. I Danmark og det meste af Europa ses Smart Grid derimod som et værktøj til bedre integration af vedvarende energi i elsystemet – særligt fluktuerende produktion fra vindkraft og solceller. Ønsket om kundernes deltagelse med fleksibilitet i forbruget skyldes derfor ikke mangel på elproduktionskapacitet. Derimod skal forbruget følge den stigende produktion fra fx vindkraften. Særligt det nye fleksible elforbrug fra varmepumper og elbiler er velegnet til fleksibilitet. Smart Grid med kommunikationssystemer og intelligent styring af forbruget muliggør øget elforbrug, uden at skulle investere i forstærkninger af nettet, fordi forbruget udjævnes.

Smart Grid kan realiseres, og de mange distribuerede produktionsanlæg og

kundernes fleksible forbrug kommer til nytte for elsystemet og øger værdien af den stigende vedvarende energiproduktion, når der tilføjes intelligens i form af kommunikationssystemer og automatiske styringer. Energinet.dk arbejder for, at Smart Grid-udviklingen kan ske med fælles internationale standarder til glæde for markedsaktørerne og elkundernes komfort. Målet er, at Smart Grid-systemerne skal bygge på åbne internationale standarder og tekniske forskrifter. Fremtiden skal være nem Plug n' Play for leverandører og kunder, der fx køber en ny varmepumpe, elbil eller et solcelleanlæg.

## 7.2 Udvikling af Smart Grid i Danmark

Dansk Energi og Energinet.dk har i fællesskab udarbejdet en komplet liste over den danske energibranches igangværende og netop afsluttede Smart Grid-relaterede projekter. Listen fra april 2011 blev på hele 108 projekter. Europa-Kommissionens fælles forskningscenter JRC (*Joint Research Center*) har i juni 2011 publiceret en liste over europæiske Smart Grid-projekter. Her tegner Danmark sig for 22 procent af demonstrationsprojekterne i Europa.

Mange projekter i Europa angår opsætning af nye elmålere (*Smart Meter*), mens de danske projekter har fokus på integration af vedvarende energi i elsystemet samt intelligent styring af elnettet i fremtiden. JRC udnævner to danske projekter, Celleprojektet og EcoGrid EU-projektet (se afsnit 13.1) til at være "Next Step"-projekter, der viser vejen for de næste Smart Grid-udviklingstrin. De danske projekter er kendetegnet ved, at danske



netvirksomheder har en stærk rolle og sikrer afprøvning af projekter i det virkelige elsystem og ikke blot som laboratorieforsøg.

Udviklingen af Smart Grid-løsninger i Danmark vil i de kommende år være fokuseret på samarbejde om integration af elbiler og varmepumper samt bestræbelser på at gøre det traditionelle elforbrug fleksibelt. Meget af Smart Grid-udbredelsen skal

ske i de lokale elnet. Samarbejde mellem branchens nøgleaktører skal sikre harmoniserede løsninger med fokus på en fælles kommunikationsmodel baseret på åbne internationale standarder. EDISON elbilprojektet afsluttes i 2011 og vil blive fulgt af nye projekter og målrettet arbejde for at få hele infrastrukturen til elbiler udviklet, demonstreret og udbredt. Der er under Energistyrelsens "Skrot dit Oliefyr"-kampagne blevet etableret 20.000 nye

varmepumper til erstatning for oliefyr. Det er godt for miljøet, og det bliver ekstra godt, når intelligent styring kan aggregere de mange varmepumper til effektivt at aftage vindkraft.

Energinet.dk arbejder for, at Smart Grid-udbredelsen i Danmark kommer til at foregå med vægt på en sammenhængende kommunikationsinfrastruktur baseret på åbne internationale standarder under hensyn til vigtige spørgsmål som kommunikationssikkerhed og beskyttelse af private, følsomme oplysninger.

Smart Grid Netværket har afsluttet arbejdet med anbefalinger til Klima- og Energiministeriet i oktober 2011. Udmøntningen af mange af netværkets anbefalinger er lagt i hænderne på et stærkt samarbejde mellem branchens aktører. Energinet.dk vil i tæt samarbejde med Dansk Energi og andre nøgleaktører fremme løsninger, der binder elsystemet sammen for fremtids-sikre løsninger. Samarbejdets anbefalinger vil, ifølge klima-, energi- og bygningsministeren, blive centrale input til regeringens udarbejdelse af en strategi for Smart Grid i Danmark.

# Gassystemet



Figur 6 Det danske transmissionsnet for naturgas ultimo 2011.

Det danske naturgasnet er vist i Figur 6. I takt med, at naturgasproduktionen i den danske del af Nordsøen reduceres over de kommende år, bliver det vigtigt at sikre forsyningen til danske og svenske forbrugere fra andre leverandører end de danske Nordsø-operatører.

Derfor er Energinet.dk i gang med etablering af en ny kompressorstation i Egtved og dublering af ledningen mellem Egtved og Ellund. Det vil på dansk side muliggøre import af gas fra Tyskland i større mængder end hidtil. Udviklingen af markedsregler og kapacitetsallokering for transportkunder har hidtil været et rent nationalt anliggende, men med Europa-Kommissionens 3. liberaliseringspakke, skal en række markedsregler nu udvikles i

fællesskab af alle TSO'er i ENTSOG-samarbejdet. Energinet.dk bidrager aktivt med en række erfaringer på området.

Naturgasnettet forventes i fremtiden at skulle transportere en stigende mængde VE-gasser, der ventes at spille en væsentlig rolle i samspillet mellem el-, varme-, gas- og transportsektoren. Ikke mindst gassens egenskaber som potentielt lager for andre energiformer er unik.



## 8. Gastransmission



Det danske gassystem står over for en række udfordringer, men også nogle unikke udviklingsmuligheder i de kommende år. Der er behov for en mange-sidedet indsats med samarbejde på alle niveauer fra lokalt, over nationalt og regionalt til EU-niveau. På kort sigt er forsyningssikkerhed og implementering af nye markedsregler de store udfordringer, mens det på længere sigt er overgangen til en energiforsyning uafhængig af fossile brændsler og samspillet med el-, varme- og transportsystemerne, som er hovedopgaverne. Integration af VEGasser, der er dannet på basis af biogas, ved forgasning af biomasse eller ved hjælp af vindmøllestrøm, trænger sig også på i det længere perspektiv.

### 8.1 Naturgas-forsyningen 2012-2015

Eftersom leverancerne fra den danske del af Nordsøen er faldende, forventes forsyningssituationen at blive stram i 2012-2014.

Energistyrelsen har i juni 2011 udarbejdet en ny prognose for den forventede gasproduktion fra den danske del af



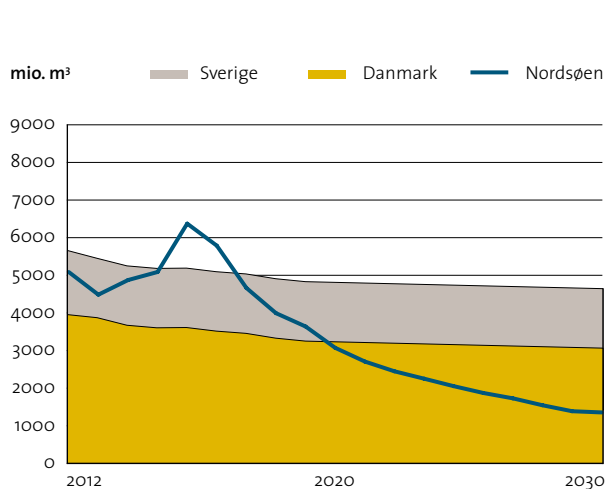
Nordsøen. Ud over produktion fra den danske del af Nordsøen blev der i 2010 påbegyndt leverancer fra det norske gasfelt Trym gennem det danske off-shoresystem, hvilket bidrager til forsyningen af det danske/svenske/hollandske marked.

Det forventede danske og svenske marked set i forhold til den forventede produktion fra Nordsøen er illustreret i Figur 7. Det skal bemærkes, at forventningen til det danske marked er baseret på allerede besluttede politiske initiativer indtil 2010, og der indgår således hverken initiativer fra den tidligere regerings Energistrategi 2050 eller den nuværende regerings regeringsgrundlag.

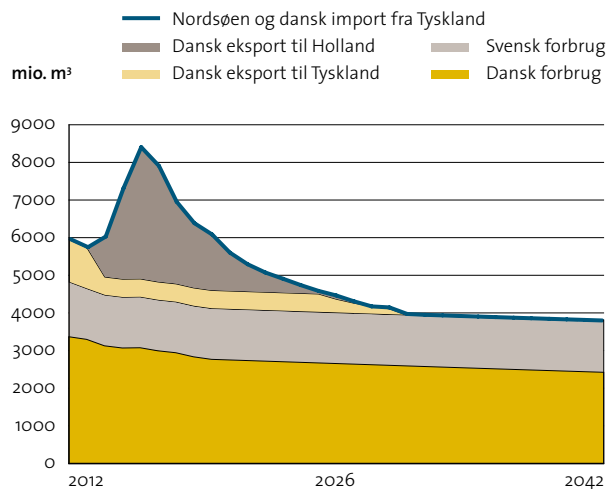
Fysiske leverancer fra Tyskland, som blev mulige i oktober 2010, vil afhjælpe den mangel, der på kort sigt kan opstå i forsyningen af gas til Danmark og Sverige i perioden 2012-2014. Det er indtil den permanente udvidelse af kapaciteten mellem Danmark og Tyskland går i drift i slutningen af 2013.

Energistyrelsens fremskrivning af gasproduktionen i den danske del af Nordsøen viser, at det formentlig vil være nødvendigt i 2012-2014 at importere gas fra Tyskland til at dække det danske og svenske marked.

Forsyningen vurderes i de kommende år at kunne se ud som angivet i Figur 8.



**Figur 7** Dansk og svensk forbrug 2012-2030 i forhold til de forventede gasleverancer fra Nordsøen. Energistyrelsen og Energinet.dk, 2011.



**Figur 8** Forventet gasforbrug 2012-2042 med leverancer fra Nordsøen og import fra Tyskland.

I det forsyningsbillede, som er tegnet i Figur 8, forudsættes det, at der i 2014 er foretaget en udbygning mod Tyskland. I 2015 forudsættes, at det danske Hejre felt er kommet i produktion og yderligere udbygning af det nordtyske system, så det danske og svenske marked kan forsynes fra Nordsøen og Tyskland frem til 2030 eller længere.

## 8.2 Udbygning af gas-systemet mod Tyskland

Klima- og energiministeren har godkendt en udvidelse af transportkapaciteten fra den dansk-tyske grænse til Egtved. Det betyder, at der skal etableres en ny kompressorstation i Egtved, og at gasledningen fra Ellund til Egtved skal dubleres. Begge anlæg er under projektering og skal opføres i 2012-2013, med henblik på idriftsættelse i efteråret 2013.

Øget transportkapacitet mellem Tyskland og Danmark forudsætter imidlertid også udvidelser i det tyske naturgasnet. Det eksisterende nordtyske system kan kun transportere yderligere mængder til Danmark, hvis der foretages en udbygning med etablering af en ny

kompressorstation og/eller en kapacitetsudvidelse på strækningen mellem Fockbeck 70 kilometer syd for grænsen og Ellund. Men en investeringsbeslutning fra den tyske TSO forudsætter, at der opnås enighed med den tyske regulator, BNA, om blandt andet kravene til forrentning af investeringer i gasinfrastruktur.

Der er igangsat udarbejdelse af en national plan for udbygningen af gasinfrastrukturen i Tyskland. BNA har anmodet de tyske TSO'er om at bidrage til denne plan, og det første udkast skal foreligge 1. april 2012. Det er et åbent spørgsmål, om denne plan vil indeholde en yderligere udbygning mod Danmark, eller der alene er fokuseret på det tyske marked og perspektiverne for naturgas til delvis erstatning for atomkraften.

Den besluttede udbygning af kapaciteten mellem Danmark og Tyskland vil på længere sigt potentielt skulle suppleres af yderligere udbygning i det tyske system og/eller anden udbygning i det danske system. En af de alternative muligheder er etablering af en forbindelse mellem det danske og det norske offshore-system,

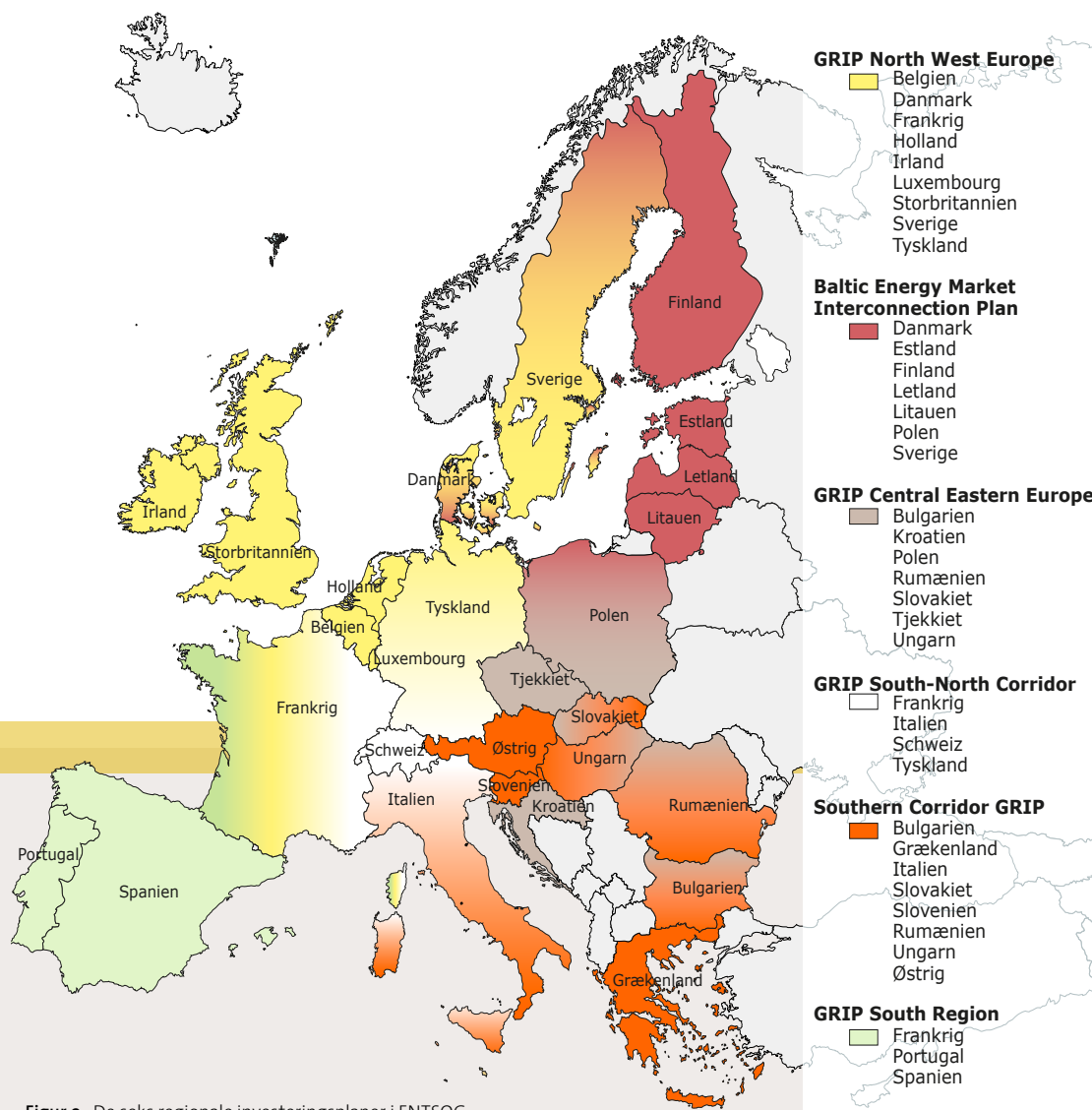
der vil øge udbuddet i gasmarkedet og give et forsynings sikkerhedsmæssigt alternativ til gasimport via Tyskland.

Energinet.dk har løbende fokus på alternative forsyningsmuligheder og følger løbende behovet for mere kapacitet i gasforsyningen.

## 8.3 TYNDP: Ten Year Network Development Plan

ENTSOG udsendte i februar 2011 den anden 10-års plan for det europæiske gassystem. Gassystemet i EU undergår i disse år en række forandringer. På den baggrund har ENTSOG i udarbejdelsen af 10-års planen fokuseret på at vise de fremtidige infrastrukturprojekter, at vise potentielle forbrugs- og forsynings-scenarier samt at modellere det europæiske gassystems robusthed med det formål at kunne udpege potentielle investeringsbehov.

Der er gjort et stort arbejde med at inkludere alle potentielle investeringsprojekter – både dem som er udviklet af TSO'erne, og dem som er udviklet af markedsaktører eller tredjeparter. De inkluderede investeringsprojekter er



Figur 9 De seks regionale investeringsplaner i ENTSOG.

opdelt i endelige investeringsbeslutninger (FID – *Final Investment Decision*) og øvrige projekter inden for både transmissionsrør, lagerudvidelser og LNG-terminaler.

Planen indeholder to forbrugsscenarier – et gennemsnitligt vinterdøgns-scenarie og et koldest i 20-års vinterscenarie. I modelarbejdet er der lavet et reference-scenarie og scenarier med fokus på henholdsvis forsyningssikkerhed og markedsintegration.

Konklusionen i planen er, at selv om alle endelige investeringsbeslutninger gennemføres og bedrer den generelle forsyningssituation i 10-års perioden, er der tre europæiske regioner, som ikke vil have tilstrækkelig kapacitet til at dække

gasforbruget under en ekstrem 20-års hændelse. Det drejer sig blandt andet om Danmark og Sverige, der ikke kan dække behovet i referencescenariet i alle 10 år. Det dystre perspektiv understreger vigtigheden af den igangværende udbygning på den dansk-tyske grænse, og at der tænkes i regionale og samfundsøkonomiske helheder.

Fremover forventes TYNDP at udkomme hvert andet år, den næste plan udarbejdes således i 2013.

## 8.4 GRIPS: Gas Regional Investment Plans

I ENTSOG-regi suppleres 10-års planerne med regionale investeringsplaner i de

modsatte år i forhold til TYNDP. Det betyder, at der i starten af 2012 forventes at blive udgivet GRIPS for seks regioner. Regionsinddelingen af Europa fremgår af Figur 9.

Danmark indgår i to af regionerne, hvorfor Energinet.dk deltager i begge arbejdsgrupper. Den ene er *GRIP-North West Europe*, som dækker Danmark, Sverige, Tyskland, Holland, Belgien, Storbritannien, Luxembourg, Irland og Frankrig. Denne region er karakteriseret ved en høj grad af sammenkoblede markeder. I gruppen er der fokus på, hvordan investeringsprojekter påvirker markedet og flowet mellem landene.

Den anden gruppe er *Baltic Energy Market Interconnection Plan*, som dækker





Danmark, Sverige, Polen, Litauen, Letland, Estland og Finland. Her er fokus på at integrere de baltiske lande og Finland med resten af EU og dermed afslutte deres dispensation fra at leve op til gasmarkedsreglerne i EU. Udfordringen er, at landene i dag hverken er koblet sammen i et fysisk net omkring Østersøen eller har markeder, der grænser op til hinanden.

## 8.5 Gaslagrene

De danske gaslagre anvendes dels til sæsonudjævning, nødlager og dels til kommerciel fleksibilitet. Der er i dag et tilgængeligt arbejdslager i størrelsesordenen 1 mia. m<sup>3</sup> fordelt på de to gaslagre i henholdsvis Stenlille (ca. 590 mio. m<sup>3</sup>) og Ll. Torup (ca. 425 mio. m<sup>3</sup>).

I de nærmeste år er der begrænsede fysiske muligheder for at skaffe gas til det dansk/svenske marked, og det vil betyde et stort behov for udnyttelse af de eksisterende lagre. Transmissions-systemet er i 2014 planlagt bygget ud mod Tyskland, og i 2015 forventes det danske Hejre felt i Nordsøen at være idriftsat.

Gassen og gassystemet har en vigtig rolle i et sammentænkt dansk energisystem



på vejen mod uafhængighed af fossile brændsler. I Danmark er det naturgas, der transporteres i gassystemet, men i løbet af de kommende årtier kan VE-gasser tage over. Gassen kan skabe balance i et system med meget fluktuerende vindmøllestrøm, og den er en meget fleksibel og effektiv energiform til både elproduktion, industriprocesser og i transportsektoren. Endvidere kan gas lagres billigt over lang tid og i store mængder.

Energinet.dk har vurderet det mulige forsyningsbillede for naturgas i perioden 2012-2030 under forudsætning af leverancer dels fra Tyskland og dels fra den danske del af Nordsøen. Lagerbehovet vil være bestemt af forsyningsbilledet, en række markedsbestemte parametre som lager, alternative entry-punkter og afbrydelige kunder, til dækning af forsynings sikkerhedsforpligtelserne for det

danske marked og forsynings sikkerhedsbehovet på det svenske marked.

Energinet.dk har vurderet behovet for lager til belastningsudjævning til det danske og svenske marked. De kommercielle aktørers volumenbehov til belastningsudjævning vurderes i hele perioden 2012-2030 at kunne variere mellem 300 og 800 mio. m<sup>3</sup> afhængigt af de markeds-mæssige parametre og fleksibilitetsbehov.

I 2014 vurderes volumenbehovet stadig at udgøre mere end 500 mio. m<sup>3</sup>, og når naturgas fra Nordsøen udfases, vil behovet for lagervolumen og kapacitet kunne stige. Hvis gassystemet på længere sigt skal anvendes som reserve/spidslast til at sikre forsynings sikkerheden i et kraftigt udbygget elsystem baseret på vindkraft, vil der kunne opstå yderligere lagerbehov.

# 9. Gasforsyningssikkerhed

Energistyrelsen vurderer, at produktionen af naturgas fra den danske del af Nordsøen i de kommende år vil falde stærkt og muligvis vil være stort set udfaset i 2040. Der er imidlertid stor usikkerhed på prognoserne. Den langsigtede forsyningssituation vurderes at kunne se ud som angivet i afsnit 8.1, Figur 7.

## 9.1 Forsynings-sikkerhedsforordningen

Europa-Parlamentet og Ministerrådets forordning om naturgasforsyningssikkerhed (EU nr. 994/2010) trådte i kraft i december 2010 med direkte retsvirkning i de enkelte medlemsstater. Energi-styrelsen er udpeget som forordningens kompetente myndighed i Danmark, og har i kraft heraf bedt Energinet.dk om at varetage en væsentlig del af det praktiske arbejde med at bringe den danske planlægning af forsyningssikkerheden i overensstemmelse med de nye regler. Medlemslandene skal løbende i perioden frem til 2014 indrette deres systemer og planlægning efter de nye regler i henhold til en række tidsfrister, som er direkte angivet i forordningen.

Forordningen udspringer af Rusland-Ukraine gaskrisen i vinteren 2008-2009 og afspejler EU's øgede fokus på forsyningssikkerhed i en tid, hvor medlemsstaternes egenproduktion af gas falder, og importen fra tredjelande øges. Krisen tydeliggjorde blandt andet, at der var væsentlige problemer med fleksibiliteten i infrastrukturen, særligt på grænsepunkterne imellem medlemslandene, men også, at der var medlemslande, der havde ageret egennyttigt i forhold til at dele de under krisen knappe ressourcer solidarisk med nabolandene.

Hovedformålet med den nye forordning er derfor at sikre, at alle medlemsstater i situationer med knap forsyning agerer solidarisk over for de øvrige EU-lande, og at en medlemsstat ikke agerer på en måde, der truer forsyningen til beskyttede kunder i nabolandene. Det opnås gennem en harmonisering af standarder for forsyning og infrastruktur samt gennem etablering af en fælles og koordineret krisestyring.

Forordningen sætter en minimumstandard for håndtering af forsyningssikkerhedsopgaven i EU, men giver mulighed

for, at den enkelte medlemsstat kan opstille mere omfattende krav, såfremt det ikke diskriminerer aktører, hindrer et vel-fungerende gaskmarked eller påvirker forsyning til de beskyttede kunder negativt.

Ifølge forordningen skal en medlemsstat sikre, at der altid er gas nok til at forsyne alle private gaskunder (villakunder). Derudover har Danmark valgt, at også gasforbrugende små og mellemstore virksomheder, væsentlige sociale tjenester (fx skoler og hospitaler) og fjernvarmeproduktion skal omfattes af beskyttelsen. Store industrivirksomheder og direkte kraftværker forventes ikke at blive omfattet af beskyttelsen under det fremtidige system.

Forpligtelsen over for det beskyttede marked betyder, at aktørerne i det danske gaskmarked skal sikre, at der vil være gas nok til de beskyttede danske kunder både i situationer, hvor efterspørgslen er usædvanlig stor (fx kolde vintre), og hvor den del af gasinfrastrukturen, der leverer mest gas ind i systemet, afbrydes. De nye regler om beskyttede og ikke-beskyttede kunder forventes at træde i kraft ved indgangen til gasåret 2012/2013.



Forordningen introducerer tre kriseniveauer i forbindelse med en nødsituation: Varsling, Alarm og Nødsituation. Generelt prioriterer forordningen anvendelsen af markedsbaserede forholdsregler frem for ikke-markedsbaserede, blandt andet ved at de ikke-markedsbaserede tiltag alene kan aktiveres i den egentlige nødsituation. Aktivering af afbrud af de ikke-beskyttede kunder vil fx være et ikke-markedsbaseret instrument.

Energinet.dk opfatter det eksisterende auktionssystem for afbrydelighed som fundamentalt markedsbaseret, og derved i overensstemmelse med forordningens ånd. Energinet.dk afsøger derfor muligheden for at introducere et system med kommerciel afbrydelighed parallelt med den tvungne forordningsmæssige afbrydelighed. Den kommercielle, eller aftalebaserede, afbrydelighed vil i så fald i vidt omfang være en fortsættelse af det nuværende system. De to parallelle systemer vil eksempelvis kunne operere med forskellige afbrudsvarsel med henblik på at muliggøre

en mere fleksibel respons på et konkret opstået behov i det danske gassystem.

#### **Regionalt samarbejde og øget EU-indflydelse**

Hovedformålet med forordningen – at sikre solidaritet blandt medlemsstaterne – udmøntes i øget fokus på regionalt samarbejde. Det betyder, at Danmark forpligtes til at inddrage det svenske gassystem i beregningerne af gasbehovet i en nødsituation, så længe forsyninger via Danmark er Sveriges eneste importmulighed.

Forordningens ikrafttrædelse falder tidsmæssigt oven i perioden 2012-2014, der i forvejen er kritiske år for det danske gassystem. Energinet.dk's fokus vil derfor være på at sikre en kontrolleret indfasning af de nye regler med en høj indbygget sikkerhedsmargin.

Det forventes således, at væsentlige dele af nødforsyningen i hvert fald frem til 2014 vil blive fastholdt som en kollektiv

ydelse, hvis ansvar fortsat vil blive varetaget centralt af Energinet.dk. Udvidelsen af kapaciteten på strækningen Ellund til Egtved samt etablering af det nye kompressorarrangement ved Egtved i 2014 vil give alle aktører, kommercielle som ikke-kommercielle, nye redskaber i forhold til at sikre forsyningen til de danske kunder. Energinet.dk vil tilrettelægge planlægningen af nødforsyningsydelsen fra 2015 og frem i tæt dialog med markedets aktører.

I løbet af 2011-12 skal de eksisterende relevante regelsæt og markedsfunktionaliteter gennemgås med henblik på at sikre, at Danmark lever op til forordningens rammer. Det vil indebære en justering af en række procedurer og fremadrettede aftaleforhold, herunder fastlæggelse af de nærmere vilkår i forbindelse med et forordningsmæssigt afbrud af ikke-beskyttede kunder.

Det nye krisestyringssystem skal operationaliseres igennem udarbejdelse af en





national nødplan og forebyggende handlingsplan. Herigennem følges desuden op på den risikovurdering for den danske gasforsyning, der blev udarbejdet i medfør af forordningen i løbet af 2011.

## 9.2 Forsyningssikkerhed på længere sigt

Forsyningen af naturgas til det dansk-svenske marked har traditionelt været helt afhængig af Nordsø-produktionen på dansk sokkel. Produktionen fra de danske felter er toppet inden for de seneste par år, og forventes at klinge helt ud over de næste cirka 30 år, medmindre der findes nye store gasfelter.

Den aftagende produktion indebærer, at der allerede på helt kort sigt må forventes større udsving i dag til dag-produktionen, end man traditionelt har været vant til fra de danske felter. Herved øges behovet for fleksibilitet i gassystemet med henblik på fortsat at bevare

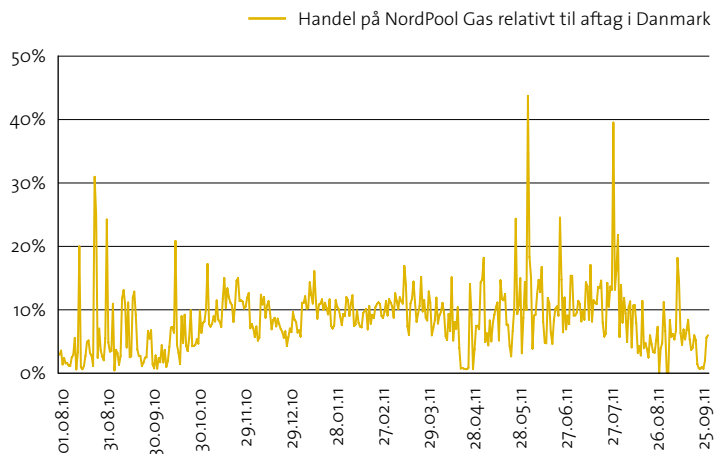
en høj forsyningssikkerhed i Danmark og Sverige. Muligheden for fysisk import fra Tyskland, som blev introduceret i oktober 2010, afspejler netop behovet for at tilvejebringe øget fleksibilitet på kort sigt. Den nuværende kapacitet sydfra er imidlertid begrænset og sælges desuden alene på afbrydelige, det vil sige relativt usikre, vilkår.

På mellemlangt sigt (2013-2020) forventes produktionen fra Nordsøen at falde til under den samlede efterspørgsel fra det kombinerede dansk-svenske marked. Det er derfor centralt, at den tabte kapacitet fra Nordsøen i løbet af perioden erstattes af en tilsvarende sikker forsyningskilde. De igangværende investeringsprojekter på dansk og tysk side har netop til formål at sikre, at importkapaciteten til Danmark udvides og kan sælges på uafbrydelige vilkår.

Udbygningerne på dansk og tysk side sker imidlertid i uens tempo. Den udvidelse af

det tyske system, som på nuværende tidspunkt er besluttet, vil ikke kunne dække det dansk-svenske behov, som det forventes at udvikle sig i perioden frem mod 2020. Det vedtagne projekt på dansk side dækker derimod det fulde behov. Det er derfor af helt afgørende betydning for den dansk-svenske forsyningssikkerhed på mellemlangt sigt, at det tyske system udvides fuldt ud, så det matcher kapaciteten på dansk side efter idriftsættelse af Ellund-Egtved-projektet. Opstår der risiko for, at det tyske projekt ikke gennemføres i perioden, vil det være nødvendigt at gennemføre alternative løsninger, herunder eksempelvis en fysisk sammenkobling af de danske og norske rørsystemer i Nordsøen.

Forventningerne til den langsigtede forsyningssituation frem mod 2030 og herefter er naturligt omfattet af betydelig usikkerhed. Nye fund i Nordsøen vil kunne ændre billedet noget i perioden frem til 2030, men overordnet set må det forventes, at det dansk-svenske marked omkring



Figur 10 Nord Pool Gas' markedsandel det seneste år.

2030 i alt væsentlighed vil blive forsynet alene fra Tyskland via Ellund. Afhængigt af, hvordan efterspørgslen i regionen udvikler sig i perioden, vil det forhold kunne sætte Danmarks evne til at efterleve de nuværende forpligtelser under EU's forordning om forsyningssikkerhed for naturgas under pres. Energinet.dk vil afsøge mulighederne for på langt sigt at etablere en tredje og ny forsyningsvej ind i det danske system for at sikre forsyningssikkerheden og konkurrencen på det dansk-svenske gasmarked. Både sammenkobling med det norske gassystem og det polske gassystem kan i den forbindelse være interessant.

### 9.3 Gaskvalitet ved forsyning fra forskellige kilder

Med import af gas fra Tyskland er der behov for stillingtagen til, hvordan gas, som ikke lever op til det nuværende danske gasreglement, skal håndteres. Energinet.dk har gennemført en teknisk og samfundsøkonomisk analyse, som viser, at det er sikkerhedsmæssigt forsvarligt og økonomisk mest fordelagtigt at justere gasreglementets normer for kvalitet og sikre tilpasning af følsomme apparater frem for at behandle naturgassen.

Det danske og svenske gasmarked er baseret på en betydelig produktion fra felterne i Nordsøen. Så længe produktionen har oversteget forbruget på hjemmemarkedet har Danmark nydt godt af en stabil, homogen gaskvalitet fra samme forsyningskilde. Stabil gaskvalitet tillader, at danske naturgasforbrugende apparater er indreguleret til et snævert dansk kvalitetsbånd. Gas, som er importeret fra det nordtyske system, har en anden og varierende gaskvalitet end den danske Nordsøgas, reflekteret ved forskellige kilder til det europæiske gasmarked. Gas kan derfor ikke importeres frit og fysisk over grænsen uden enten at justere de danske gaskvalitetskrav eller foretage en central gasbehandling på grænsen, som sikrer, at importeret naturgas opfylder gældende kvalitetskrav. Varierende gaskvaliteter kan være en udfordring for gasforbrugende apparater, og en løsning må derfor indeholde en analyse af effekter og nødvendige justeringer af apparater.

Energinet.dk har gennemført et studie, der har til hensigt at identificere en samfundsøkonomisk effektiv løsning, der imødekommer ændringer af sammensætningen i forsyningskilder og gaskvalitet

på en sikkerhedsmæssig forsvarlig måde. Studiet viser, at udfordringerne med gaskvalitet kan løses for et relativt begrænset beløb og mest effektivt gennem accept af større variation og justering af indreguleringsprocedurer. Aflødte positive effekter på miljø siden medvirker til at begrænse de samfundsøkonomiske omkostninger. Positive miljøeffekter forbundet med naturgas er en markant lavere CO<sub>2</sub>-udledning end kul og olie. De sparede emissioner gør naturgas til et godt overgangsbrændsel på vej mod et samfund uafhængigt af fossile brændsler.

# 10. Gasmarkedet



Gasmarkedet er i høj grad påvirket af forskellen mellem gaspriserne i Danmark og gaspriserne i Tyskland og Holland. Normalt er der en meget høj korrelation mellem spotprisen på Nord Pool Gas og den hollandske børs, TTF. Men i de perioder, hvor prisen i Danmark ikke korrelerer med den hollandske pris, det vil typisk sige at den danske gasbørspris er højere, kan det tydeligt ses på, hvordan gassen bevæger sig i systemet. Når prisforskellen mellem de to børser når over cirka 2 euro per MWh, vil flere transportkunder have gas flyttet fra Tyskland til Danmark over Ellund-punktet. Forskellen i markedspriserne er en del af forklaringen på, hvorfor transportkunderne havde et stort ønske om at importere gas fra Tyskland i vinteren 2010/2011.

## 10.1 Det danske gasmarked

### Bilateral handelsplads

Den bilaterale handelsplads (GTF) er et virtuelt overdragelsespunkt i transmissionssystemet, hvor transportkunderne kan overdrage gas til hinanden. Faciliteten er særdeles velegnet til overdragelse af større mængder gas, hvilket i dag ikke sker på børsen, grundet de lettere begrænsede

mængder der udbydes og handles på børsen. GTF'en er kendetegnet ved, at der ikke er nogen offentlig prisnotation, da prisen sættes i de bilaterale aftaler mellem parterne. GTF'en er fortsat det vigtigste handelspunkt for transportkunderne og har i 2010 haft en øget betydning. Der blev således handlet, hvad der svarer til 70 procent af det samlede danske forbrug i 2010, sammenlignet med cirka 60 procent i 2009. På nuværende tidspunkt tyder det på, at tendensen fortsætter, og 2011 vil sætte endnu en rekord. Tre fjerdedele af alle transportkunder handler på GTF'en, og det er alle typer af kunder, som handler deres gas her.

### Børshandel med naturgas

I efteråret og vinteren 2009/2010 fik NPG (Nord Pool Gas) sit gennembrud på det danske gasmarked. Den positive udvikling er, at der hver dag i 2010 har været handlet på NPG, og at cirka 10 procent af det danske forbrug i 2010 er handlet på denne børs. NPG har en kontinueret handelsfunktion, hvor aktørerne melder en udbuds- eller efterspørgselskurve ind til bestemte tider, og børsen optræder som en form for facilitator, der gør det nemmere for aktørerne at afdække handelsmulighederne og at gennemføre handlen.

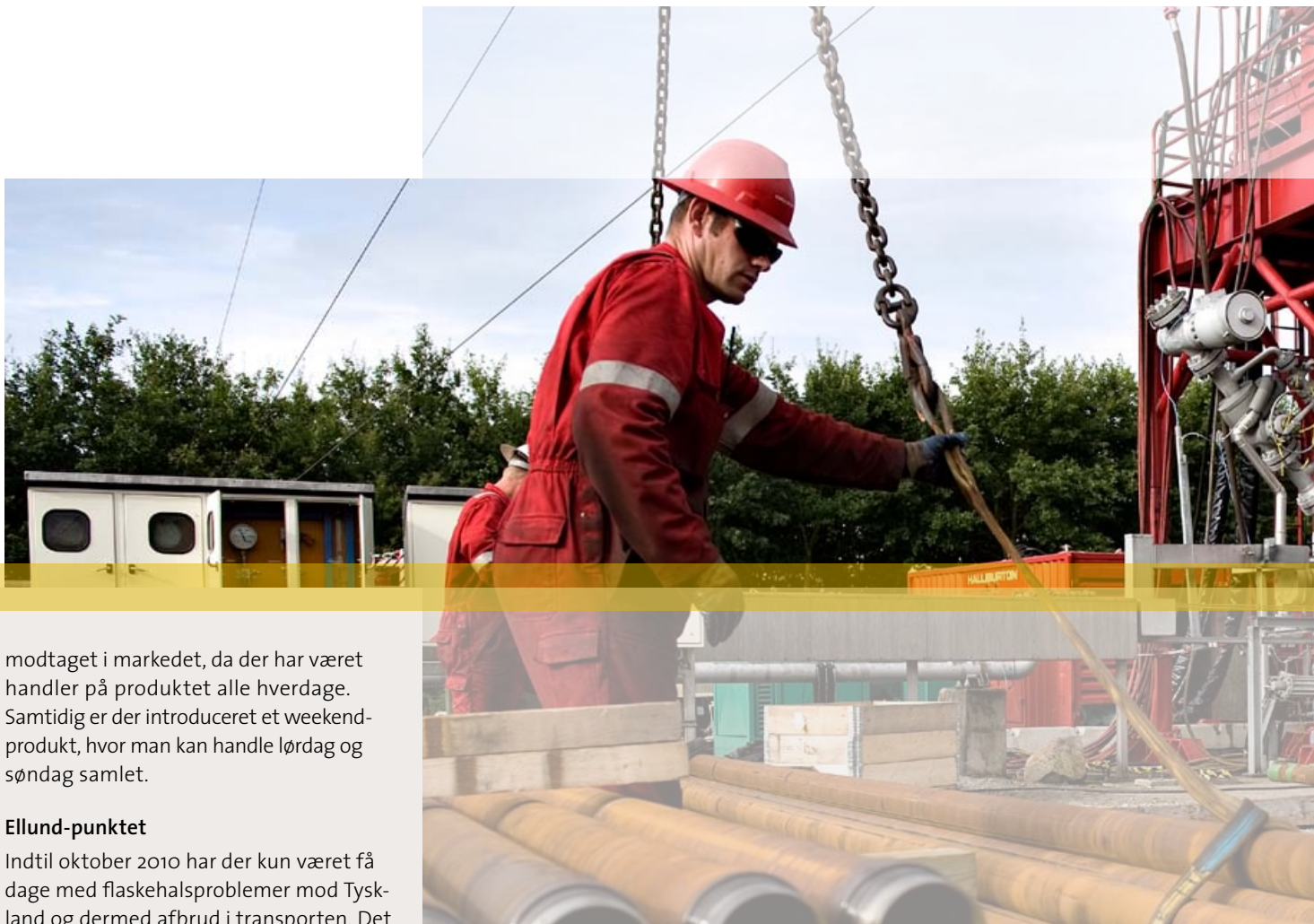
Nord Pool Gas er i dag karakteriseret ved, at flere og flere af transportkunderne er begyndt at handle på børsen og flere selskaber har direkte inkluderet NPG i deres daglige handelsstrategi. NPG har også tiltrukket flere større trading-selskaber (handel med flere typer af varer) til handel på børsen.

Jævnfør Figur 10, synes Nord Pool's gasbørs at have bidt sig fast i markedet i 2011, da der med udgangen af 3. kvartal 2011 allerede er handlet, hvad der svarer til ti procent af det årlige danske gasforbrug på børsen.

I 2010 blev der introduceret to nye produkter. Et såkaldt *balance-of-the-month-produkt*, hvor man som kunde handler gas for resten af dagene i indeværende måned samt et *swap-produkt*, hvor man kan bytte gas, der fysisk befinder sig i tyske net, til gas der fysisk er i det danske net, eller vice versa.

I 2011 har Nord Pool Gas introduceret et intradayprodukt, hvor det er muligt for transportkunder at handle for den sidste halvdel af gasdøgnet, midt i det relevante gasdøgn. Det er blevet vel





modtaget i markedet, da der har været handler på produktet alle hverdage. Samtidig er der introduceret et weekend-produkt, hvor man kan handle lørdag og søndag samlet.

#### Ellund-punktet

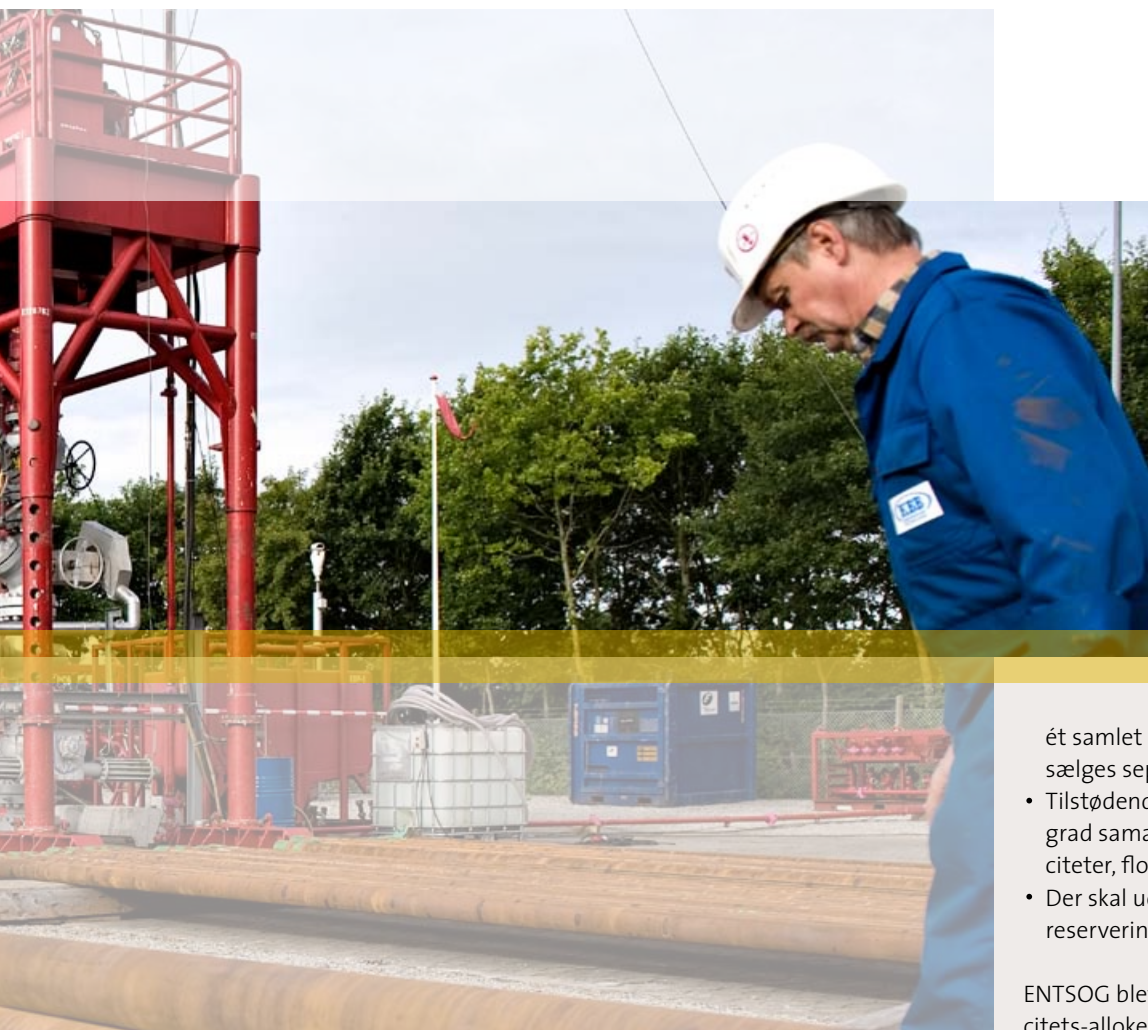
Indtil oktober 2010 har der kun været få dage med flaskehalsproblemer mod Tyskland og dermed afbrud i transporten. Det skyldes, at den fysiske gaseksport til Tyskland har været på et meget stabilt niveau, og det har sikret en tilsvarende stabil importmulighed. Tidligere kapacitetsproblemer opstod i kortere perioder i 2007 og 2009, hvor et overskud af gas i Europa, forårsaget af de varme vintre, betød en lavere gaspris i Holland/Tyskland end i Danmark. Derfor faldt eksporten til et minimum i flere perioder af året, og der var i samme perioder en reel efterspørgsel på nettoimport til Danmark.

Efterfølgende gennemførte Energinet.dk et *Open Season* udbud blandt markedsaktørerne. Sammen med en samfundsøkonomisk analyse dannede udbuddet grundlag for en beslutning om at udvide forsyningsvejene fra Tyskland for at sikre fysisk import og fortsat forsyningssikkerhed.

Endvidere har Energinet.dk indgået aftale med tyskerne om et højere tryk i rørene, der muliggør en større fysisk import.

Således kunne man fra oktober 2010 fysisk importere gas. De kommercielle transportkunder begyndte derfor for første gang siden 1982 at importere fysisk gas fra Tyskland til Danmark. Siden slutningen af oktober og frem til 1. april 2011 har der næsten konstant været import af gas fra Tyskland, hvilket betyder, at i alt cirka 4,5 mia. kWh er blevet importeret i denne periode. Transportkunderne havde faktisk et endnu større ønske om at importere gas i december og januar, men fysikken tillod ikke en højere import, og der måtte afbrydes for en del af den efterspurgte importmængde.

Behovet for import af gas resulterede i tre synlige konsekvenser i Danmark: For det første blev der solgt mere kapacitet for at få adgang ind i Danmark (fra Tyskland). Dette betød også, at salget af kapacitet ud af Danmark (til Tyskland) faldt. For det andet steg handelsaktiviteten på GTF og Nord Pool Gas. De samlede volumener handlet og antallet af bilaterale bytter eller handler steg. For det tredje opstod en klar opdeling i prisområder. Danmark havde hen over vinteren en signifikant højere gaspris end i Tyskland, hvilket direkte afspejler flaskehalsen i Ellund. Dette forhold er søgt minimeret gennem tryk-aftalen, og på længere sigt sikrer udvidelsen mod Tyskland, at der ikke er sådanne perioder med højere gaspriser i Danmark. Ved starten af 2. kvartal



2011 gik det meget hurtigt fra en import-situation til en eksportsituation, hvor der igen var eksportflow over Ellund.

## 10.2 International udvikling i gasmarkedet

Udviklingen af markedsregler for transportkunder har hidtil været fastsat på nationalt plan. Europa-Kommissionens 3. liberaliseringspakke er nu trådt i kraft, hvilket medfører, at en lang række markedsregler (*Network Codes*) nu skal udvikles i fællesskab af alle TSO'er i ENTSG-samarbejdet, baseret på de rammer, som energiregulatorerne skitserer. De færdige markedsregler skal godkendes af Europa-Parlamentet og implementeres af TSO'erne i alle medlemslande.

De to første emner, som skal gennemgå denne proces, er regler for kapacitetsallokering og regler for balancering. Energinet.dk deltager aktivt i begge arbejdsgrupper i ENTSG, og yder derigennem indflydelse på indholdet af markedsreglerne.

### Kapacitetsallokering

De første regler – betegnet som et pilotprojekt for hele processen – er regler for, hvordan allokeringen af kapacitet til transportkunderne skal foregå. De indebærer, at:

- Al kapacitet skal allokeres gennem auktioner i hele EU
- Auktionerne vil blive koordineret, så de holdes på samme tidspunkt og udføres efter samme metode
- Kapaciteter ved grænsepunkter mellem to TSO'er skal bundles og allokeres som

ét samlet produkt, og må ikke som i dag sælges separat på hver side af grænsen

- Tilstødende systemer skal i langt højere grad samarbejde om at optimere kapaciteter, flows og dataudveksling
- Der skal udvikles fælles platforme for reservering af kapacitet.

ENTSG blev inviteret til at udvikle kapacitets-allokeringsreglerne i januar 2011 og er nu i fuld gang med arbejdet, som skal afsluttes i januar 2012. Herefter skal reglerne godkendes af Europa-Parlamentet. Det forventes, at TSO'erne skal implementere reglerne i 2013.

Energinet.dk vil se meget nøje på indholdet i forbindelse med udviklingen af "Regler for Gastransport" over de næste år. Det forventes, at dele af regelsættet vil blive implementeret gradvist, inden reglerne er endeligt godkendte i deres helhed.

### Balancering

Transportkunder skal sikre balance mellem de gasmængder, som de henholdsvis indfører og udtager af gastransmissions-systemet. EU's retningslinjer lægger op til, at balancering skal:





- Primært være baseret hos transportkunderne i stedet for hos transmissionselskaberne
- Være markedsbaseret og omkostningseffektiv
- Øge og stimulere handlen med gas på tværs af system- og landegrænser
- Tage hensyn til de fysiske forhold i de forskellige systemer.

Det forventes, at Europa-Kommissionen inviterer ENTSOG til at lave regelsættet for balancering i løbet af efteråret 2011.

### 10.3 Udvikling i fremtidigt gasforbrug

Til forskellige formål, herunder fastlæggelsen af tariffer, udarbejder Energinet.dk hvert år en fremskrivning af naturgasforbruget i Danmark. Som hidtil er fremskrivningen baseret på egne beregninger for forbrugssegmenter i kraftvarmesektoren suppleret med Energistyrelsens fremskrivning for øvrige segmenter. Beregningsforudsætningerne for kraftvarmesektoren svarer til forudsætningerne anvendt i Energinet.dk's Miljørapport 2011. Ved udarbejdelsen af årets fremskrivning har

den erhvervede viden fra analyser af samspillet mellem gas, el og varme desuden bekræftet beregningsgrundlaget. Se eventuelt afsnit 12.1 om El, gas og varme.

Energinet.dk's fremskrivning af det samlede naturgasforbrug i Danmark (eksklusive forbruget på Nordsøen) strækker sig ti år frem og varierer fra cirka 3,8 mia. Nm<sup>3</sup>/år i 2011 til cirka 3,1 mia. Nm<sup>3</sup>/år i 2020 (brændværdi: 39,46 MJ/Nm<sup>3</sup>). Fremskrivningen ligger i gennemsnit cirka 0,3 mia. Nm<sup>3</sup>/år over Energistyrelsens 2011-fremskrivning for samme periode. Forskellen skyldes mindre afvigelser i beregningsforudsætningerne vedrørende kraftvarmesektoren.

### 10.4 Flydende naturgas

Forsyning af naturgas via skibe; som nedkølet, flydende naturgas (LNG), er

kommet tættere på i de seneste år. Danske aktører er trådt ind på området og har interesser i Gate Terminalen i Holland, der er modtagestation for LNG. Terminalen vil bidrage til forsyningen af hele det nordvesteuropæiske marked, herunder indirekte til det danske og svenske marked.

I Polen investerer Gaz System i en stor LNG-terminal i Swinoujce, som vil få en kapacitet på 5 mia. m<sup>3</sup>/år svarende til hele det danske og svenske forbrug. Terminalen forventes at stå færdig i 2014.

Energinet.dk har tidligere deltaget i overordnede undersøgelser af mulighederne for at etablere større LNG-terminaler i Danmark, men har ikke gjort sig nogen praktiske erfaringer på området. Situationen kan ændre sig, så det bliver en interessant





forsyningsmulighed, når de markeds- mæssige virkninger af LNG kan vurderes.

#### LNG som brændsel til skibstrafik

De indre danske farvande gennemsejles hvert år af et stort antal skibe på grund af Danmarks strategiske placering ved indsejlingen til Østersøen. Emissionerne fra skibsfartens røggasser indeholder i dag en række miljøskadelige stoffer, herunder  $SO_x$ ,  $NO_x$ , partikler og  $CO_2$ , og disse har været genstand for stigende opmærksomhed gennem de seneste år.

Emissioner fra skibsfart i internationale farvande reguleres af MARPOL-traktaten under IMO, som er FN's søfartsorgan. MARPOL-traktaten giver mandat til at definere områder, såkaldte Emission Control Areas (ECAs), hvor der stilles ekstra høje krav til emissionerne fra skibsfarten.

Østersøen (2005) og Nordsøen (2006) har gennem en årrække været defineret som ECA-områder, hvor emissionsgrænser for  $SO_x$  er har været begrænset. Fra 1. januar 2015 vil det nordeuropæiske ECA-område blive udvidet til at omfatte Østersøen, Nordsøen og Den Engelske Kanal. Skibsfart, der besejler disse områder, skal overholde et sæt nye skærpede emissionskrav.

For at leve op til de nye skærpede emissionskrav vil skibsfarten skulle gennemgå en udvikling. En af rederernes muligheder er at omstille skibene til at kunne sejle på LNG (Liquified Natural Gas). LNG tegner til at være et særdeles interessant drivmiddel for skibsfarten set ud fra miljø-, sundheds- og klimamæssige parametre. Verdensmarkedspriserne på LNG ligger derudover under de tilsvarende priser på konventionel fuelolie til skibsfart.

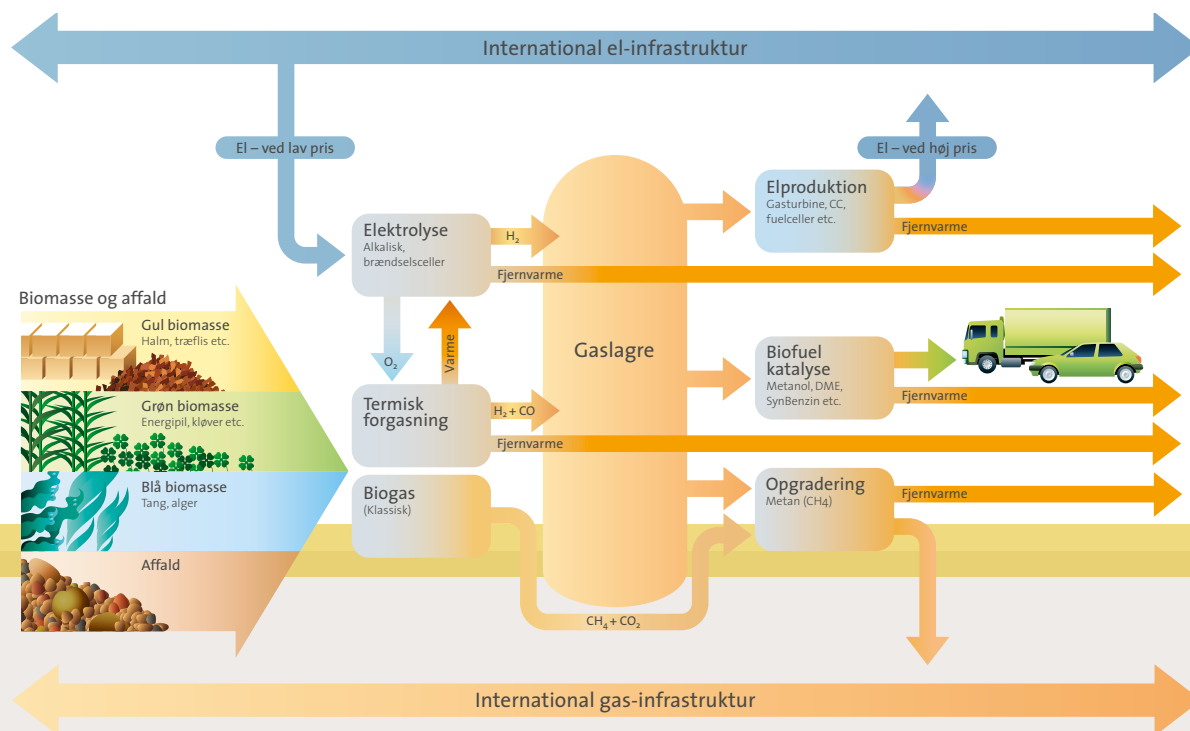
En række danske rederier har udtrykt interesse for LNG til skibsfart, hvilket kræver en infrastruktur til modtagelse og lagring af LNG i Danmark.

Infrastrukturen vil blandt andet skulle bestå af LNG-tanke fordelt på et antal havne. Hvis LNG-tankene er placeret i

nærheden af et eksisterende gasnet, vil de forholdsvis enkelt kunne udstyres til at regasificere LNG til leverance ind i gasnettet. En eventuel etablering af infrastruktur til LNG til skibsfart i Nordeuropa giver derfor mulighed for, at der ved sammentænkning med den eksisterende gasinfrastruktur kan opnås en lang række markeds- mæssige og forsynings- mæssige synergieffekter.

Energinet.dk har etableret en arbejdsgruppe til at samle viden om LNG til skibsfart og deltager derudover i et EU-finansieret TEN-T (*Trans European Network – Transport*) projekt. I TEN-T studiet er en lang række aktører fra landene omkring det nordeuropæiske ECA-område gået sammen for, under ledelse af Søfartsstyrelsen, at undersøge, hvad der skal til for at få udviklet en infrastruktur til bunkring af LNG i det nordeuropæiske ECA-område.

# 11. Biogas og andre VE-gasser



Figur 11 Integration af VE-gas i el- og varmesystemet.

Perspektiverne for VE-gas og samspillet med el, varme og transportsektoren kan illustreres, som vist i Figur 11. Med et elsystem, hvor hovedparten af energien er fluktuierende, vil der blive øget behov for effektivt og fleksibelt at balancere elproduktionen. Det kan ske i et integreret samspil med gassystemet. Potentialet for et energieffektivt samspil med de øvrige sektorer styrkes af, at VE-gas kan transporteres og lagres i den eksisterende infrastruktur.

Figur 11 viser en række muligheder for samspil mellem el, gas og varmenettet. Biomasse kan konverteres til biogas, og denne omsætning er velegnet til våde biomasser som gylle, slam og en del former af affald. Ved at bortrense CO<sub>2</sub> eller omdanne den til metan, kan biogassen indføres i naturgasnettet. Biomassen kan også omsættes til gas ved termisk forgasning. Her produceres syntesegas, som kan konverteres

til metan-gas og indføres i gasnettet, eller gassen kan konverteres til biobrændstoffer som metanol og syntetisk benzin.

I takt med at der kommer stigende mængder vindkraft og stigende perioder med lave priser på el, kan der på længere sigt være perspektiv i at bruge el til elektrokemisk produktion af gas. Samlet set er der således en række forsyningsveje til produktion af VE-gas, hvilket kan bidrage til fleksibilitet i energisystemet.

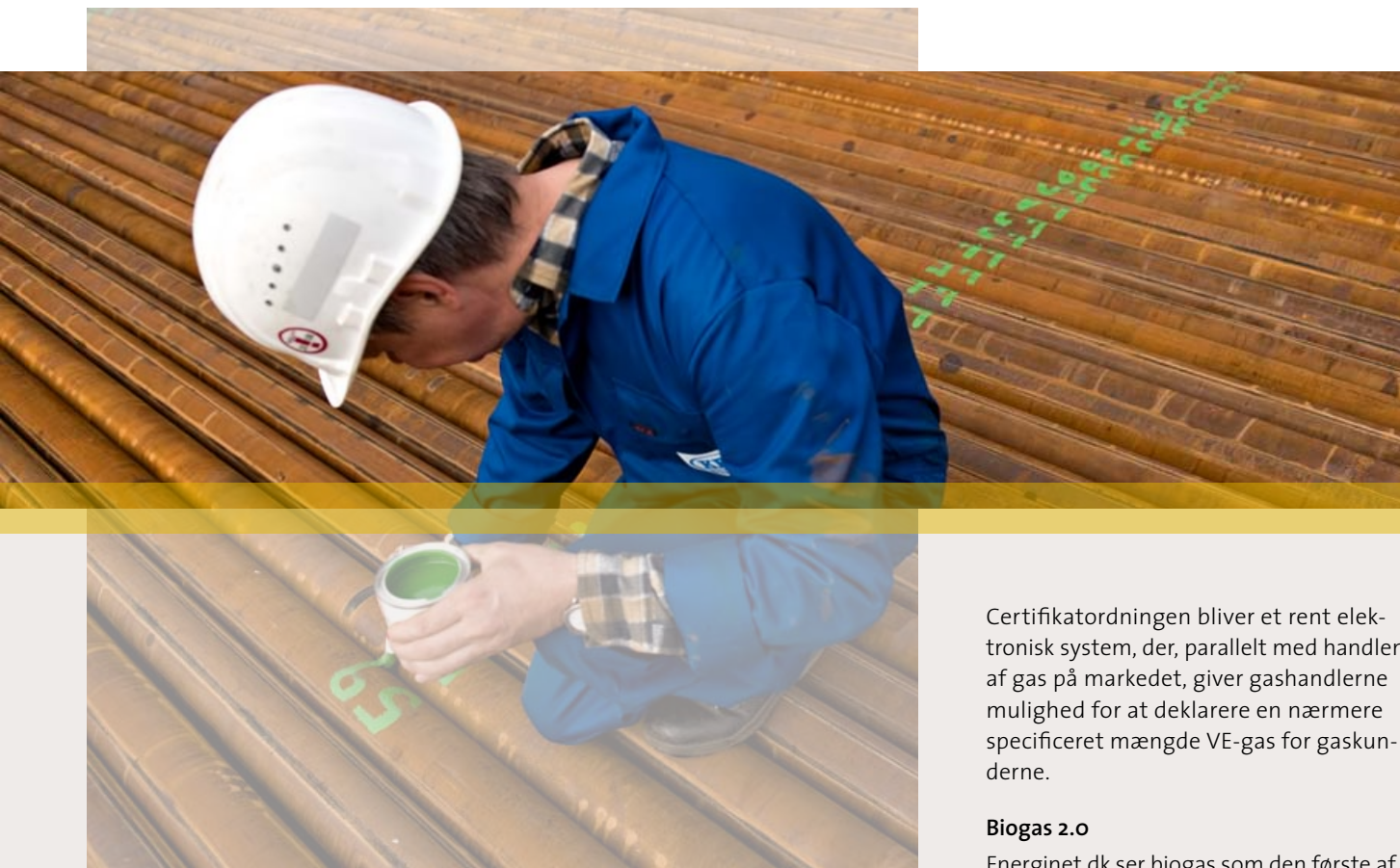
Verdens største biogasanlæg – Maabjerg Bioenergy – er under opførelse ved Holstebro, og en lang række af initiativer til biogasanlæg er undervejs. De fleste biogasanlæg afsætter biogassen til kraftvarmeproduktion. Det første opgraderingsanlæg er startet af Fredericia Spildevand i samarbejde med DONG Energy. Anlægget i Fredericia har en kapacitet til at sende 180 Nm<sup>3</sup>

opgraderet biogas per døgn ud til kunderne på gasnettet, hvor det kan sælges som bionaturgas.

## 11.1 Udvikling i produktion af biogas og andre VE-gasser

En opgørelse fra Energistyrelsen viser, at produktionen af biogas i Danmark i 2010 var på knap 4,3 PJ. Produktionen har været moderat stigende de seneste par år, og denne tendens forventes at fortsætte ind i 2012. I 2013 forventes produktionen at stige kraftigere, da en række nye anlæg, fx Maabjerg Biogas, forventes at gøre sig gældende i opgørelsen.

Energinet.dk har kendskab til en lang række forskellige biogasininitiativer, der alle ønsker at udnytte de fleksible muligheder for afsætning, som kan opnås ved opgradering og injektion af biogas via naturgasnettet.



Produktion af biogas ved fermentering af organisk materiale er efter Energinet.dk's opfattelse kun den første blandt en række forskellige teknologier til produktion af VE-gasser, som vil finde vej til gassystemet over de kommende årtier. Forgasningsgas og syntesegas fremstillet af fx vindmøllestrøm er andre eksempler på ikke-fossile og CO<sub>2</sub>-neutrale VE-gasser.

Energinet.dk forventer, at VE-gasser vil komme til at spille en væsentlig rolle i fremtidens samlede energisystem, blandt andet fordi flere af teknologierne giver mulighed for at omdanne CO<sub>2</sub> og biomasse til metan, som kan injiceres i gassystemet. De første pilotanlæg inden for området er undervejs, og Energinet.dk følger opmærksomt med i den teknologiske udvikling.

## 11.2 Effektiv indpasning af biogas og andre VE-gasser

Energinet.dk arbejder med en række initiativer, som undersøger og udbreder kendskabet til energi- og markedspotentialerne for biogas. Relaterede rapporter er publiceret på Energinet.dk's hjemmeside.

### Certifikatordning til opgraderet biogas

Energinet.dk forventer i efteråret 2011 at være klar med en ordning til certificering af opgraderet biogas og anden VE-gas, der afsættes via naturgasnettet. Ordningen er etableret efter ønske fra aktører i gasmarkedet. Den er lavet for at tilvejebringe troværdig og gennemsigtig dokumentation for gaskunderne, som er markedsneutralt faciliteret hos Energinet.dk.

Certifikatordningen bliver et rent elektronisk system, der, parallelt med handlen af gas på markedet, giver gashandlerne mulighed for at deklarere en nærmere specificeret mængde VE-gas for gaskunderne.

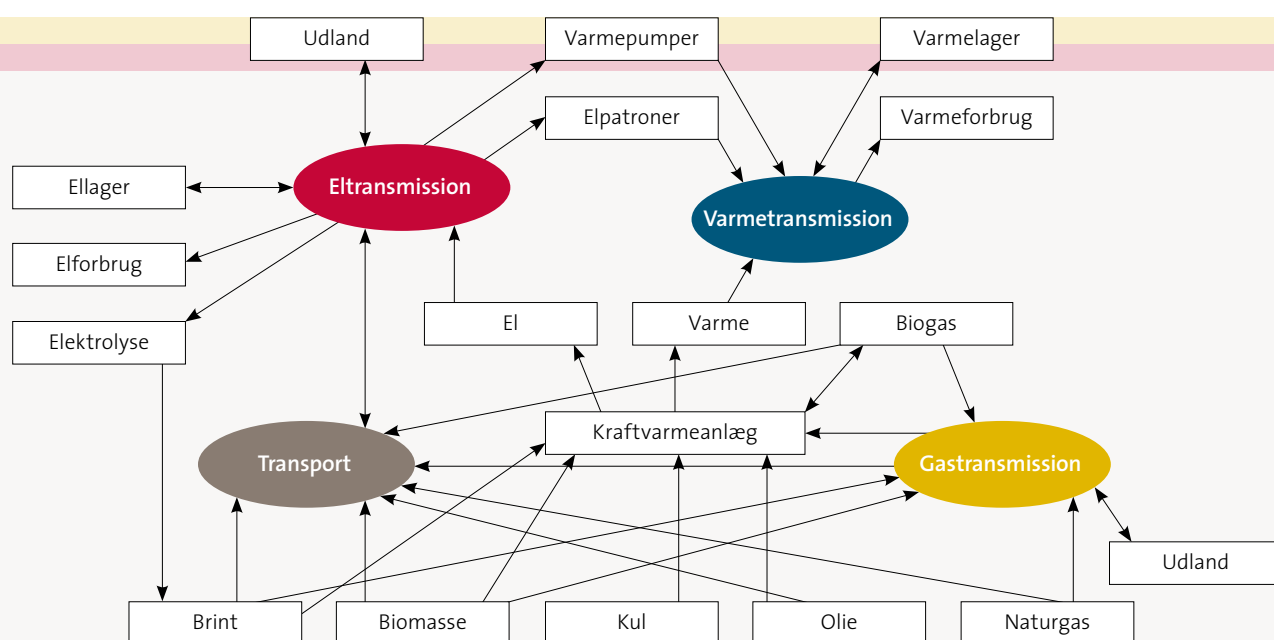
### Biogas 2.0

Energinet.dk ser biogas som den første af en lang række forskellige VE-gasser, der forventes at komme til at spille en stigende rolle i det danske gassystem. Der er en lang række forskellige teknologier til produktion af andre VE-gasser undervejs, og et karakteristisk træk ved dem er, at selv om de producerer forskellige gasarter med forskellige specifikationer, så er de alle alligevel metankompatible, det vil sige mulige at omdanne til en specifikation, der kan injiceres i gasnettet.

Biogas 2.0 er et projekt, hvor Energinet.dk i samarbejde med Dansk Gasteknisk Center og en række andre aktører fra det danske gasmarked gennemfører en analyse af mulighederne for at forbedre indpasningen af biogas og andre VE-gasser i naturgas-systemet ved hjælp markedsintegration af gasnet med forskellige gasspecifikationer.



# Samspil mellem energisystemer



Figur 12 Samspillet mellem energisystemer – en kompleks affære.

Udviklingen mod et samfund baseret på vedvarende energi medfører behov for større integration af energisystemer. Det gør sig gældende for hele værdikæden fra produktion via transmission og distribution til den enkelte forbruger.

Konkret handler det om ved integration af systemerne at opnå større

effektivitet. For elsektoren er det især for at sikre bedre muligheder for balance-ring af forbrug og produktion i takt med vindkraftudbygningen. Varmesektoren kan langt hen ad vejen omstilles til fleksibelt forbrug ved brug af varmepumper og elpatroner. VE-gasser, produceret med fx vindkraft eller biogas, har potentionale til effektivt at kunne udnytte det

eksisterende gasnet og gaslagre og dermed bidrage til landsdækkende integration af energisystemer på længere sigt. Også transportsektoren kan integreres og i stigende grad baseres på vedvarende energi ved udbredelse af de energieffektive elbiler og anvendelse af biogas.

# 12. El, gas, varme og transport



Målsætningen om, at 50 procent af el-forbruget i 2020 skal komme fra vind, vil kræve endnu flere forsknings-, udviklings- og demonstrationsprojekter, der kan sikre effektive VE-producerende anlæg og intelligent integration i både el-, gas-, varme- og transportsystemerne. Forskningsresultater skal omsættes til store demonstrationsprojekter og derefter udbredes hurtigt, for at indfri det politiske mål. Den danske fokus på vindkraft stiller store krav til sammentænkning mellem elsystemet og de øvrige energisystemer. Når vindkraft kan sikre fortrængning af fossile brændsler i varme- og transportsektorerne, er det godt for miljøet, men det betyder også, at der kan etableres samfundsøkonomisk holdbare løsninger, hvor vindkraftens værdi øges.

Lokalt i kommunerne er samspillet mellem energisystemerne afgørende for effektiviteten af det samlede system. Infrastrukturændring fra individuel til kollektiv forsyning lokalt har betydning for samfundsøkonomien og fleksibiliteten i relation til varmforsyningen og det samlede energisystem. Energistyrelsen arbejder med at beskrive indsatsen med kommunal strategisk energiplanlægning og de ændringer

i lovgivningen, som eventuelt skal til, for at kommunerne kan gennemføre en hensigtsmæssig energiplanlægning. Energinet.dk bistår her med analyser, modeller og data. Energinet.dk's fokus er, at kommunernes initiativer bidrager til et samfundsøkonomisk effektivt og fleksibelt energisystem, hvad angår infrastruktur, produktion og forbrug, samt regler og rammer der understøtter det.

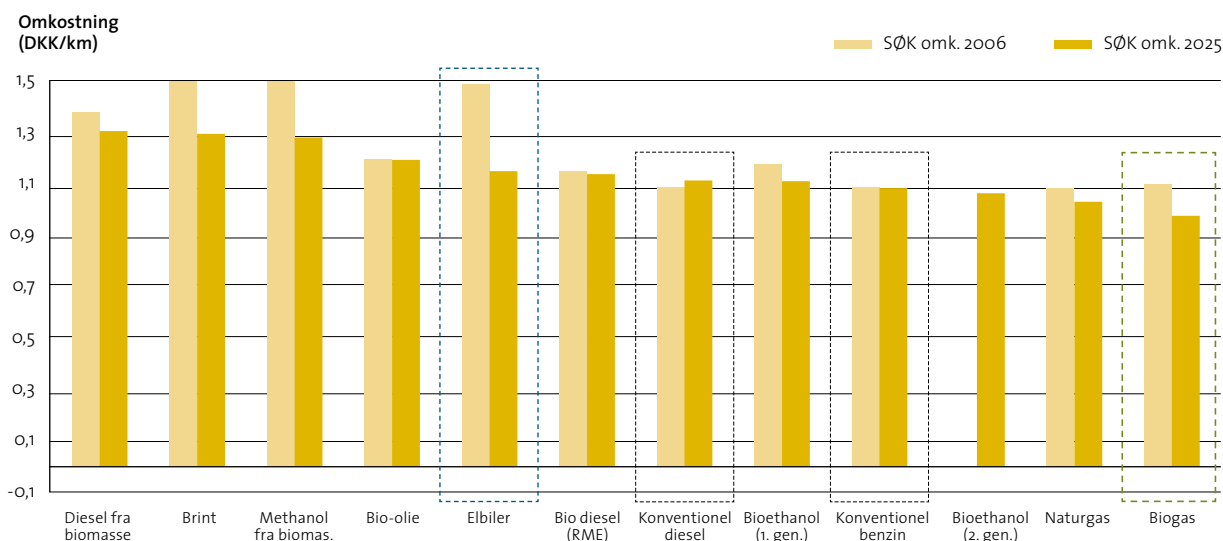
## 12.1 El, gas og varme

Energinet.dk har i 2011 gennemført en række analyser af samspillet mellem gas, el og varme, der har haft til formål at tilvejebringe større viden om specielt varmforsyningens afhængighed af el og gas. Analyserne vedrører individuel varmforsyning, fjernvarme og kraftvarme og omfatter indledningsvis vurderinger af energispareaftalernes betydning. Herefter er specielt spørgsmål i relation til konvertering af naturgas til fjernvarme samt udbredelse af individuelle varmepumper søgt besvaret. Desuden er samfundsøkonomien, driftsøkonomien samt konsekvenser for naturgasaftaget vurderet for varmepumper og elpatroner i kraftvarmesystemer.

Til forskellige formål, herunder fastlæggelsen af tariffer, udarbejder Energinet.dk hvert år en fremskrivning af naturgasforbruget i Danmark. Hidtil er fremskrivningen baseret på egne beregninger for forbrugssegmenter i kraftvarmesektoren suppleret med Energistyrelsens fremskrivning for øvrige segmenter. Beregningsforudsætningerne for kraftvarmesektoren svarer til forudsætningerne anvendt i Energinet.dk's Miljørapport 2011. Ved udarbejdelsen af årets fremskrivning har den erhvervede viden fra analyserne af samspillet mellem gas, el og varme desuden bidraget til kvalificeringen af resultatet.

### Analyseresultater

Energispareaftalerne er ikke udformet, så deres betydning for fremtidens varmebehov og naturgasforbrug kan opgøres isoleret. Aftalernes samlede virkning er imidlertid indarbejdet i Energinet.dk's planer, herunder indarbejdet i værktøjer til eksempelvis fremskrivning af naturgasforbruget i kraftvarmesektoren. Hovedbudskabet fra de gennemførte analyser er, at hovedparten af de naturgasforsynede boliger forventes fortsat at anvende naturgas i 2025, mens hver tiende forventes at ville skifte naturgasfyret ud med en



Figur 13 Samfundsøkonomiske omkostninger ved forskellige alternative drivmidler, Kilde: Alternative drivmidler i transportsektoren, Energistyrelsen, juni 2010.

varmepumpe. Resultatet er baseret på analyser af samfundsøkonomien ved konvertering af naturgasdistrikter til fjernvarme samt privatøkonomiske analyser af, om det for boligerne er en fordel at udskifte naturgasfyr med varmepumper.

De samfundsøkonomiske beregninger af potentialet for konvertering af naturgas til fjernvarme har, i lighed med Energistyrelsens oplæg fra 2008, vist, at det på nuværende tidspunkt kan være lønsomt at konvertere erhvervsområder, hvis der i fjernvarmeområdet er uudnyttet produktionskapacitet i fjernvarmeproduktionen.

For kraftvarmesektoren er det vurderet, at etablering af varmepumper eller elpatroner i optimal drift med naturgasfyret kraftvarmeanlæg, spidslastvarmekedel og varmeakkumulator er både samfundsøkonomisk og driftsøkonomisk lønsomt. Specielt varmepumper kan reducere antallet af driftstimer for kraftvarmeanlæg og dermed det årlige naturgasafdrag. Det har også betydning for det maksimale døgnafdrag, men i mindre grad, idet der typisk vil forekomme perioder af én eller flere døgn varighed med høje elpriser, hvor kraftvarmeanlæg vil være i drift. Analyserne omfatter ikke

en vurdering af den forventede udbredelse af varmepumper i kraftvarmesystemer i Danmark.

## 12.2 Gas og el til transport

Transportsektoren (vej-, skibs- og lufttransport) er i dag næsten 100 procent forsynet fra fossile energikilder. Siden "Lov om bæredygtige biobrændstoffer" blev vedtaget i 2009, er der påbegyndt en indfasning af biobrændsler i transportsektoren. Eksempelvis er der siden juli 2010 iblandet fem procent bioethanol i al benzin. I 2010 udgjorde biobrændstoffer knap en procent af vejtransportens samlede energiforbrug. Som en del af 20-20-20 målene skal Danmark i 2020 forsyne ti procent af vejtransportsektorens energiforbrug fra vedvarende energi. Der er derfor et stort fokus på forsyningsformer, der kan gøre transportsektoren uafhængig af fossile brændsler. Der er foretaget en række kortlægninger af forskellige alternativer til de fossile brændsler til transport. Blandt andet i studiet "Well-to-wheels", Danmarks Miljøundersøgelser, oktober 2010 og Energistyrelsens "Alternative drivmidler til transportsektoren", juni 2010.

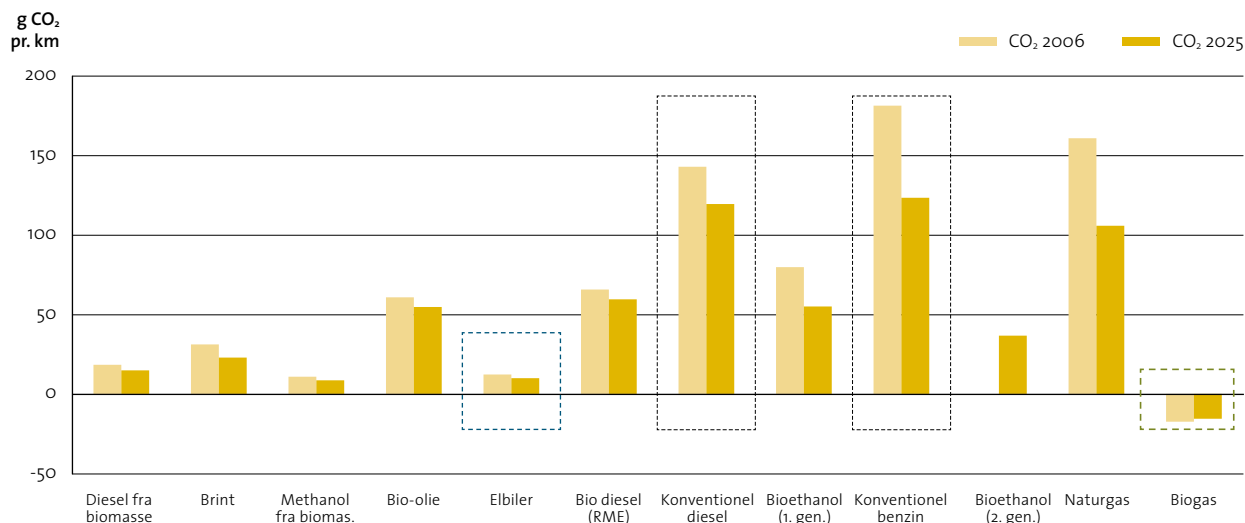
Der foreligger en række alternativer til de oliebasebrændsler. Specielt på længere sigt er der en række meget perspektivrige og energieffektive løsninger, mens der på kortere sigt er få og typisk relativt dyre alternativer. En oversigt over Energistyrelsens vurdering af omkostningerne ved alternativerne sammenholdt med referencen (benzin og diesel) fremgår af Figur 13.

Som det fremgår af figuren er el og gas interessant ud fra to meget forskellige egenskaber. Gas (både biogas og naturgas) er samfundsøkonomisk attraktivt, da det er blandt de billigste energiforsyninger til transportsektoren. Samtidig giver det relativt lave emissioner.

El til transport udmærker sig derimod ved, at det har en meget høj virkningsgrad og i høj grad kan bruges til at indpasse den forventede øgede elproduktion fra vindkraft. El til transport er i dag et relativt dyrt alternativ, men forventes at blive mere konkurrencedygtigt frem mod 2025.

Med et politisk ønske om også at omstille transportsektoren til at være uafhængig af fossile brændsler vil Energinet.dk, som en del af den helhedsorienterede planlægning,





Figur 14 CO<sub>2</sub>-udledning ved alternative drivmidler. Kilde: Alternative drivmidler i transportsektoren, Energistyrelsen, juni 2010.

understøtte det mål. Ud over el og gas er fx bioethanol også en interessant teknologi, der i kraft af relativt lave samfundsøkonomiske omkostninger og meget lav CO<sub>2</sub>-udledning kan være et attraktivt alternativ. Der er flere veje til at udnytte denne ressource. Enten som råstof i VE-gas og biofuels, eller decentralt produceret ved tankningssteder. På længere sigt kan brint være en vej til at få udnyttet vindkraften til produktion af transportbrændstof.

#### Gas til transport – perspektiver og indsatser

Selv om naturgas til transport er samfundsøkonomisk effektivt, er det ikke en løsning, der sikrer en uafhængighed af fossile brændsler. Gas til transport skal derfor primært ses i forhold til perspektiver for brug af gas baseret på vedvarende energi, VE-gas (herunder biogas) til transport.

Markedsmæssigt er biogas fra gylle og slam så modent, at der samfundsøkonomisk hensigtsmæssigt kan produceres til transportsektoren. Jævnfør Figur 14 har den producerede biogas en gunstig CO<sub>2</sub>-effekt, fordi den er produceret på biomasse; men er ikke af en kvalitet, så den kan ledes ind på naturgasnettet.

Hvis biogassen skal distribueres til transportsektoren, skal den derfor enten opgraderes (renses), eller der skal etableres lokale anvendelser af biogassen til transportsektoren. Opgradering kan ske teknisk ved, at CO<sub>2</sub> udskilles fra biogassen, hvorefter den kan indføres på nettet. Markedsmæssigt vil der være behov for et certifikatmarked, for at biogassen kan håndteres og afregnes som VE-gas et vilkårligt sted i gasnettet. Udvikling af certifikater til biogas er nærmere beskrevet i kapitel 11.2.

Da der i dag ikke er en tankningsinfrastruktur til metan, kan det være hensigtsmæssigt i en etableringsfase at anvende gas til tunge flådekøretøjer og tungere langdistance transport. Herved sikres også, at gas ikke anvendes til områder, der relativt hurtigt vil være modent til elbaseret energiforsyning.

#### El til transport

Der er bred politisk opbakning til at udvikle en større grad af el til transport i form af elbiler og eventuelt plug-in hybridbiler. Energinet.dk ønsker at bane vejen for, at ladeinfrastrukturen til elbilerne kan fungere hensigtsmæssigt og udnytte samspillet med elsystemet, som gradvist vil blive mere intelligent styret.

Elbiler er potentielt en meget fleksibel energiforbruger og kan derudover bidrage til regulerkraftydelse til elsystemet og lade under hensyn til nettets belastning. For at få en god integration mellem elbil og elsystem, er der behov for en indsats på en række felter, blandt andet:

- Standardisering af stik, kabel og kommunikation mellem elbil, ladestander og elsystem
- Tilpasning af løsninger vedrørende måling og afregning, så elbilernes forbrug og levering af systemydelser kan håndteres omkostningseffektivt
- Tilpasning af DataHub'en, så den understøtter effektiv brug af ladeinfrastrukturen. Herunder mulighed for, at kunder bruger ladestander på tværs af kunde-forhold, populært kaldet roaming, kendt fra mobiltelefoni
- Tilpasning og præcisering af markedsforskrifterne mv., så mindre forbrug, der potentielt kan levere regulerkraftydelser, kan bidrage med disse produkter.

En række af disse aktiviteter ligger helt naturligt i tilknytning til udviklingen af fremtidens intelligente elsystem og Energinet.dk's øvrige indsatser på området.

# 13. Forskning og udvikling med fokus på VE



Dansk energiforskning har i mange år haft fokus på at udvikle teknologier for produktion af vedvarende energi og miljøvenlig elektricitet. Biomassen i form af halm og træflis er med succes blevet integreret i kraftværkernes el- og kraft-varmeproduktion. Sammen med vindkraften bidrager biomassen til 35 procent af elforbruget i 2011. Også inden for solceller, bølgekraft og brændselsceller er der opnået flotte forskningsresultater, som fremover kan øge anvendelsen af disse teknologier i elforsyningen.

## 13.1 Integration af VE og intelligent styring af elsystemet

Danmark er ikke ene om at have høje målsætninger for vedvarende energi. I hele EU er der tilsvarende mål. Det åbner mulighed for, at danske aktører kan samarbejde med europæiske partnere om at finde løsninger til Danmark samtidig med, at der opstår gode eksportmuligheder for virksomhederne. Samarbejdet i ENTSO-E er højt prioriteret, og Energinet.dk bidrager til at formulere og prioritere den samlede F&U-indsats for eltransmission. Samarbejdet

med Europa-Kommissionen sker dels gennem European Electricity Grid Initiative (EEGI), hvor Energinet.dk er medlem og dels gennem FP7 ENERGY programmet, hvorfra der sker EU-finansiering af de prioriterede udviklingsprojekter. Energinet.dk søger viden, som kan fremme de danske mål. Aktuelt kan nævnes projekter som Safewind, TWENTIES og EcoGrid EU. På Nordisk plan er Energinet.dk med i Nordisk Top Forskning.

De særlige udfordringer ved at integrere store mængder vedvarende energi i elsystemet og samtidig udvikle transmissionssystemet for el kræver, at Energinet.dk selv igangsætter F&U-projekter i samarbejde med danske netvirksomheder og andre aktører.

Celleprojektet er et godt eksempel. Gennem en årrække har det leveret løsninger på, hvordan et distributionsystem kan styres automatisk, når fluktuerende lokale enheder kobles sammen. Det kan være solcelleanlæg og mindre husstandsvindmøller. Samarbejdet med SE (tidligere Syd Energi), 48 vindmølleejere og fem kraftvarmeverker har gjort det muligt for Energinet.dk at

udvikle den avancerede teknologi i det rigtige elsystem med 27.500 elkunder i området mellem Billund og Esbjerg. Celleprojektet vil med udgangen af 2011 have leveret et automatisk styrsystem i verdensklasse. Det installerede udstyr planlægges at leve videre som Test Center Holsted hos SE til brug for nye avancerede projekter.

Energinet.dk har taget initiativ til et af de største og mest ambitiøse europæiske Smart Grid-demonstrationsprojekter, EcoGrid EU, der skal testes på Bornholm. Demonstrationsprojektet omfatter 2000 elforbrugere på Bornholm og er en test af et komplet Smart Grid-system, som indeholder alle ingredienserne i det 50 procent VE-baserede og intelligente energisystem. Der skal udvikles et markedsdesign, som tilskynder mange forskellige og mindre forbrugs- og produktionsenheder til at deltage i reguleringen af elsystemet – og dermed bidrage til at håndtere ubalancer helt ned på minutbasis. Demonstrationsprojektet på Bornholm kan dermed ses som prototypen på "Verdens bedste VE-baserede elsystem".



I projektet deltager Østkraft og Energinet.dk som centrale partnere i samarbejde med 14 andre danske og internationale forskningsmiljøer og industripartnere. I foråret 2011 startede første fase af projektet, som i alt skal løbe over fire år (2011-2015). EcoGrid EU er delfinansieret af EU og har et totalbudget på cirka 21 mio. euro.

TWENTIES er et andet EU-støttet projekt med 26 partnere. Her er målsætningen at udvikle markedsmodeller for indpasning og styring af vindkraft fra store havmølleparker – også under storme, og når det er vindstille.

DONG Energy stiller net og markedssystemer til rådighed som partner i projektet, mens Energinet.dk har primært fokus på håndtering af store havmølleparker under ekstreme vindforhold. Test vil blive udført i Danmark og det danske elsystem.

### **13.2 Gas, varme og sol – energiforskning med bredt sigte**

Inden for de seneste ti år er perspektiverne for varme fra solenergi gået fra små private tag-anlæg til storskala-anlæg

i forbindelse med fjernvarmesystemer. Hvor det tidligere kun var relevant for rent varmeproducerende anlæg, har elliberaliseringen og en fokuseret forsknings- og udviklingsindsats siden 2005 betydet, at solvarme i stigende omfang integreres i kraftvarmesystemerne. Et udredningsprojekt i samarbejde med aktører og Dansk Fjernvarme igangsatte den seneste udvikling, som startede i Brædstrup med et anlæg på 8.000 m<sup>2</sup>. Solvarme passer godt til kraftvarme, både som 15-20 procent bidrag til den egentlige varmeforsyning, og til øget fleksibilitet i





elmarkedet. Udbygningen af storskala solvarmeanlæg har i 2011 rundet 160.000 m<sup>2</sup>.

Erkendelsen af, at indpasning af store mængder vedvarende energi i elsystemet kan gøres i tæt samspil med gassystemet, har sat fornyet fokus på især teknologier til produktion af VE-gasser som fx biogasfremstilling, termisk forgasning og elektrolyse, men i høj grad også teknologier, der kan fungere som bindeled mellem el og gas, såsom elektrolyse, brændselsceller og gasturbiner.

ForskEL-programmet har støttet teknologier til produktion og omsætning af VE-gasser, blandt andet forgasning af biomasse, elektrolyse og brændselsceller. Ganske vist med det primære formål at udvikle miljøvenlig elproduktion, men i princippet kan VE-gas lige så vel fødes ind i gasnettet, som den kan bruges direkte i elproduktion på et kraftvarmeværk eller i en brændselscelle.

På gasområdet deltager Energinet.dk i F&U-aktiviteter gennem blandt andet GERG (*Gas European Research Group*). Derimod er der ikke i ENTSG et formaliseret F&U-samarbejde, på samme måde

som der er i ENTSO-E. Energinet.dk indgår også i ERA-NET Bioenergy, et samarbejde mellem europæiske støtteprogrammer. Herigennem støtter Energinet.dk europæiske projekter blandt andet inden for termisk forgasning.

ForskNG, som er et mindre F&U-program til udvikling af gassystemet, har siden 2007 støttet ni projekter, med i alt 15 mio. kr. Projekterne har især haft fokus på

opgraderingsteknikker, der kan bruges til at rense biogas, så det får en kvalitet, der gør det muligt at indføre det i gasnettet. Blandt andet er der ydet støtte til udvikling af en CO<sub>2</sub>-membran og til et større udredningsprojekt om forskellige opgraderingsteknikker.

Energinet.dk samarbejder med de dygtigste eksperter blandt kolleger, leverandører og forskningsinstitutioner. Samarbejdet



spænder vidt fra ph.d.-projekter og konkrete løsningsbehov til rammeaftaler og støtte til fx PowerLabDK, som er udviklingsplatformen for fremtidens elsystem. Derudover sidder Energinet.dk med i en række udviklingsprojekters faglige fora, for at kunne fremme udviklingen og høste den nyeste viden. Energinet.dk udbyder PSO-midler til eksterne forskningsprojekter gennem støtteprogrammerne ForskEL og ForskVE. Herigennem fremmes

energiforskning med bredere sigte end Energinet.dk's egne behov, men netop så de danske mål bliver fremmet effektivt. Sammen med de øvrige danske energiforskningsprogrammer udarbejdes årligt en statusrapport: *Energi 2011*. Statusrapporten findes på Energinet.dk's hjemmeside under menupunktet Forskning.





Tonne Kjærsvvej 65  
7000 Fredericia  
Tlf. 70 10 22 44

info@energinet.dk  
www.energinet.dk

## Systemplan 2011

Foto:

Hanne Loop  
Ricky John Molloy  
Jørgen Schytte  
Bent Sørensen  
Ole Christiansen  
Palle Peter Skov  
Tao Lytzen  
Lars Holm  
Energinet.dk

ISSN 1901-8150

Layout:

Bolette Friis  
Opsætning:  
Clausen Grafisk

December 2011

Redaktionen afsluttet 16. november 2011

