



Systemplan 2009

ENERGINET.DK



Systemplan 2009



Indhold

Forord	5
Introduktion til Systemplan 2009	7
1. Sammenfatning	9
1.1 Integration af vindkraft i elsystemet	11
1.2 Robust transmissionsnet	11
1.3 Stærke udlandsforbindelser	11
1.4 Fleksibilitet i forbrug – anvendelse af el i varme- og transportsektoren	12
1.5 SmartGrids	14
1.6 Elmarkedet	14
1.7 Forsyningssikkerhed	14
1.8 Forsyningssikkerhed i gassystemet	15
1.9 Gasmarkedet i Europa og Danmark	16
1.10 Biogas i naturgasnettet	16
2. Udviklingen i internationale og nationale rammer	17
2.1 Udviklingen i de fælles europæiske rammevilkår	17
2.2 Udviklingen i de nationale rammer	18
Elsystemet	21
3. Eltransmission	23
3.1 Nye retningslinjer – ny, langsigtet netstruktur	24
3.2 Kabelhandlingsplan 132-150 kV	24
3.3 Forskønnelsesprojekter i 400 kV-nettet	25
3.4 Øget anvendelse af lange vekselstrømskabler	26
3.5 Minimering af nettab i eltransmissionsnettet	26
3.6 Storebæltsforbindelsen	26
3.7 Udlandsforbindelser	27
3.8 Yderligere perspektiver for offshore net	29
3.9 Nettilslutning af havmølleparker	30
4. Systemudvikling	31
4.1 Intelligent styret elforbrug	31
4.2 SmartGrids	32
4.3 Koncept for styring af fremtidens elsystem	33
4.4 Standardiseringsarbejdet	34
5. Elforsyningssikkerhed	35
5.1 Effektbalancer	35
5.2 Kraftværkspladser – typer af kraftværker	36
5.3 Forsyningssikkerhedsprojektet	37
6. Systemdrift	39
6.1 Systemtjenester	39

7.	Elmarkedet	41
7.1	Engrosmarkedet	41
7.2	Detailmarkedet	43
8.	Koblingen mellem el- og naturgassystemerne	45
8.1	El kan erstatte naturgas i fjernvarmesystemer	45
8.2	Naturgas som regulerkraft	45
8.3	Individuelle naturgasfyr	45
8.4	Transport	45
	Gassystemet	47
9.	Gasforsyningssikkerhed	49
9.1	Naturgasforsyningssikkerhed på kort sigt	49
9.2	Produktions- og forbrugsprognoser for gas	49
9.3	Energibesparelser i gastransmissionsnettet	50
10.	Open Season 2009	51
10.1	Resultater af Open Season	52
10.2	Open Season 2010?	53
10.3	Diversificering af forsyningsveje – til Danmark og Europa	54
11.	Naturgasmarkedet i Europa og i Danmark	55
11.1	Europa	55
11.2	Danmark	55
11.3	Status på handel med biogas	55
12.	Transport og afsætning af biogas i naturgasnettet	57
12.1	Biogas i naturgasnettet	57

Forord

Reduktionen af de globale drivhusgasemissioner og øget forsyningssikkerhed via uafhængighed af fossile brændsler har været omdrejningspunkterne i energisektoren de seneste år, og mange analyser har peget på en række af løsninger.

De næste skridt er at fokusere på udviklingen af de nødvendige løsninger samt de tiltag, der skal sikre implementeringen af løsningerne. Der skal udvikles energisystemer, hvor fossile brændsler ikke længere er de bærende elementer. Energinet.dk deltager aktivt i denne udvikling og arbejder for, at vindkraften kan udnyttes i andre sektorer via elsystemet. På sigt ser vi derfor elsystemet som rygraden i energisystemet.

Naturgas vil på både kort og mellemlang sigt stadig være et vigtigt element i den danske energiforsyning. Den gas, vi fremadrettet anvender i Danmark, vil i stigende grad være baseret på biogas, og Energinet.dk vil fortsat arbejde på at sikre adgangen for biogas til gasnettet.

Danmark har demonstreret, at økonomisk vækst og reduktion af CO₂-udledninger er mulig. Vi skal inddrage disse erfaringer, når vi udvikler de løsninger, der skal integrere el i varme- og transportsektoren samt biogas i gasnettet. Forretningsorientering er nøgleordet. Det gælder om at skabe løsninger, der er konkurrencedygtige på det globale marked, da der fremadrettet vil være store eksportpotentialer for nye, "grønne" energiteknologier. Danmark har derfor en unik mulighed for at være med i udviklingen af nye energiteknologier og samtidig være med til at facilitere et globalt marked for disse teknologier. Vi skal med andre ord skabe danske løsninger på globale problemer.

Det kræver et bredt samarbejde på tværs mellem organisationer i hele energisektoren samt andre sektorer; producenter, forbrugere, myndigheder, forskningsinstitutioner og mange andre aktører skal samarbejde om opgaven. En af Energinet.dk's hovedopgaver er at sikre helhedsorienterede og markedsbaserede løsninger i energisektoren. Denne centrale position afspejles i vores engagement i en lang række aktiviteter, der som udgangspunkt understøtter EU-målsætningerne om reduktion af drivhusgasemissioner, øget anvendelse af vedvarende energi og energieffektivitet i 2020 – populært kaldet 20-20-20-målsætningerne.

På længere sigt skal disse aktiviteter også være byggesten i arbejdet med at sikre den langsigtede forsyningssikkerhed via uafhængighed af fossile brændsler. Netop 20-20-20-målsætningerne og forsyningssikkerhed er omdrejningspunktet for Systemplan 2009. God fornøjelse.



Peder Ø. Andreasen
Adm. direktør



Introduktion til Systemplan 2009

Systemplanen er en del af Energinet.dk's afrapportering til Energistyrelsen og danner grundlag for Energistylens tilsyn med Energinet.dk.

Systemplanen suppleres af en række rapporter blandt andet Anlægsrapporten, som nu udgives elektronisk. I 2009 har Energinet.dk i samarbejde med de regionale transmissionsselskaber endvidere udgivet "Kabelhandlingsplan 132-150 kV" og i samarbejde med By- og Landskabsstyrelsen rapporten "Forskønnelse af 400 kV-nettet".

Miljørapporten 2009 redegør for miljøpåvirkninger fra dansk el- og kraftvarmeproduktion i 2008, inklusive de væsentligste miljøpåvirkninger fra driften af el- og gas-transmissionssystemerne. Rapporten indeholder en prognose for miljøpåvirkningen af det danske energisystem frem til 2020. Ud over fremskrivning af det klassiske elforbrug tager "Miljørapport 2009" også højde for en betydelig udbygning med elbiler og varmepumper.

Der er en række teknologier, der giver mulighed for at integrere mere vedvarende energi i energisystemet. I rapporten "Effektiv anvendelse af vindkraftbaseret el i Danmark", som Energinet.dk udgav i marts 2009, analyseres to konkrete eksempler på virkemidler, der kan bidrage til en øget indenlandsk anvendelse af vindkraft i Danmark, nemlig elbiler og varmepumper.

Beskrivelsen af de forskningsaktiviteter, som støttes med PSO-midler, der er administreret af Energinet.dk, indgår i den samlede rapport for alle energiforskningsaktiviteter i Danmark "Energy 09, Research Development Demonstration".

Systemplanens beskrivelse af forsyningssikkerhed for naturgas bygger på

"Gas i Danmark – forsyningssikkerhedsplan 2009", som Energinet.dk udgiver i december 2009. Alle rapporter kan downloades fra www.energinet.dk eller bestilles ved henvendelse.

Systemplan 2009 udkommer i et år, der i meget høj grad bærer præg af de store forventninger til FN's Klimakonference, som afholdes i København. I sammenfatningen, kapitel 1, er Energinet.dk's strategier og aktiviteter sat i relation til de klima- og energipolitiske målsætninger samt de forsyningssikkerhedsspørgsmål, som har præget den energipolitiske debat i det seneste års tid.

I det efterfølgende kapitel 2 beskrives udviklingen inden for de internationale og nationale rammevilkår, som har betydning for Energinet.dk's virke, mere indgående. I kapitlerne 3 og 4 beskrives udviklingen inden for eltransmissionsnettet og systemudviklingen. Herefter følger i kapitlerne 5 og 6 en gennemgang af status for elsystemet i forhold til forsyningssikkerhed og systemdrift. Elmarkedet beskrives i kapitel 7.

Som afslutning på den del af Systemplanen, der behandler elsystemet, introduceres i kapitel 8 overvejelser om, hvordan elsystemet og naturgassystemet i højere grad kan tænkes sammen. Disse overvejelser skal ses i lyset af ambitionen om på længere sigt at gøre Danmark uafhængigt af fossile brændsler. I en overgangsfase fra det nuværende system til en fossilfri fremtid vil naturgasen kunne spille en central rolle, fordi naturgassen sammenlignet med kul har en betydeligt lavere CO₂-udledning. Når naturgas- og elsystemet tænkes sammen, vil der kunne opnås meget energieffektive løsninger inden for visse områder af energisektoren.

I kapitel 9 behandles forsyningssikkerhed inden for gassystemet nærmere, og kapitel 10 beskriver den såkaldte Open Season-proces, som Energinet.dk i lighed med andre transmissions- og systemansvarlige selskaber i 2009 har benyttet sig af, for at kvalificere behovet for udbygning af gasinfrastrukturen. Markedsudviklingen på naturgasområdet i både Danmark og Europa beskrives i kapitel 11, og endelig behandles mulighederne for at indføre biogas i naturgasnettet i kapitel 12.

1. Sammenfatning

Forsyningsikkerhed, energi og klima har fyldt meget på både den globale, europæiske og den nationale politiske dagsorden i 2009, blandt andet på grund af afholdelsen af FN's Klimakonference til december i København. EU's klima- og energipakke er endelig vedtaget, herunder de såkaldte 20-20-20-målsætninger¹ og direktivet for vedvarende energi. Pakken betyder, at Danmark fremadrettet skal øge andelen af vedvarende energi markant, reducere drivhusgasemissionerne i de ikke-kvoteomfattede sektorer samt gennemføre markante energieffektiviseringer.

Foruden klima- og energipakken har forsyningsikkerheden været højt på den energipolitiske dagsorden. Fokus har primært været på tre områder:

¹ Målsætningerne indebærer, at EU-landene under et i 2020 skal reducere sine CO₂-udledninger med 20 procent i forhold til niveauet i 1990, have 20 procent vedvarende energi i energiforbruget og forbedre energieffektiviteten med 20 procent.

- Langsigtet forsyningsikkerhed
- Infrastrukturudbygninger (el)
- Adgang til naturgas

Energinet.dk's aktiviteter afspejler i høj grad de politiske fokusområder, og Energinet.dk bidrager med en lang række af de løsninger, der er nødvendige for at realisere de klima- og energipolitiske målsætninger. Målsætningerne i forbindelse med klima- og energipakken og forsyningsikkerhedsarbejdet har mange snitflader. Energinet.dk vil målrette sine aktiviteter, så de bidrager til at fremme en effektiv realisering af de overordnede, politiske målsætninger.

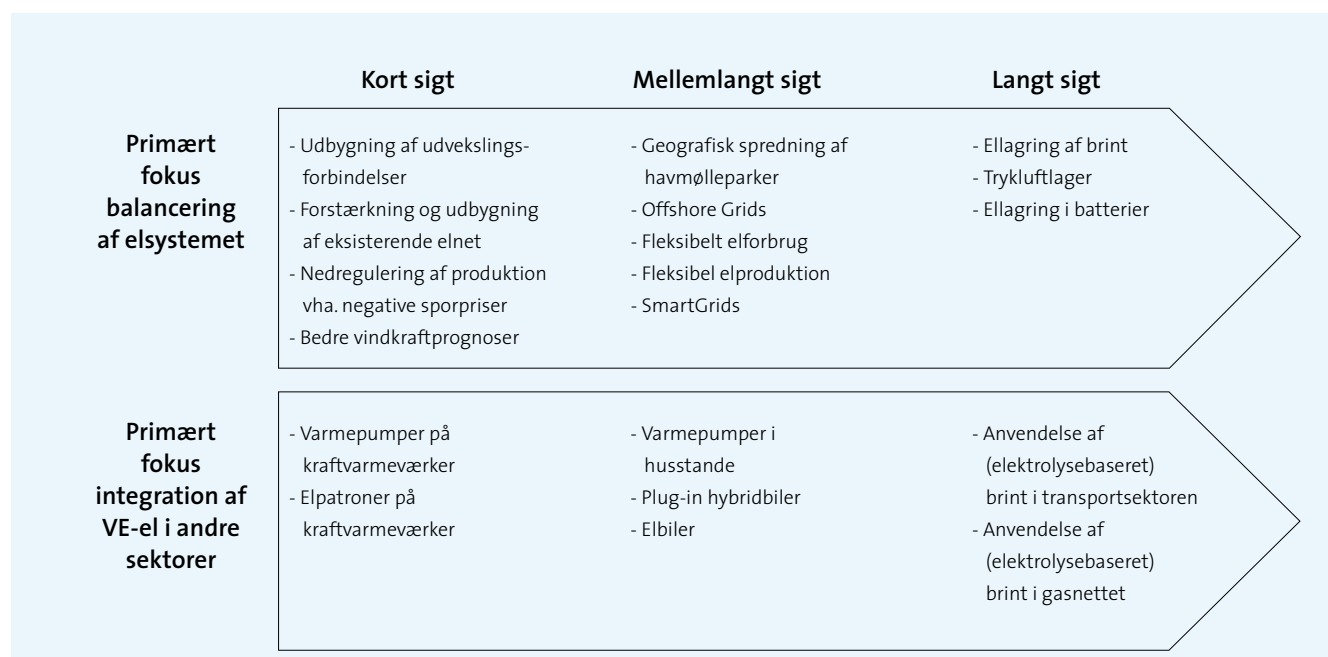
I forhold til Energinet.dk's kerneområder er de afgørende faktorer for Danmarks opfyldelse af klima- og energipakkens målsætninger en øget integration af vindkraft i elsystemet, intelligent anvendelse af elbaserede løsninger i varme- og



transportsektoren samt en markant højere udnyttelse af potentialet for produktion af biogas.

Systemplan 2009 giver et overblik over Energinet.dk's væsentligste aktiviteter, og i de følgende afsnit opsummeres disse aktiviteter med fokus på, hvordan Energinet.dk bidrager til at opfylde de politiske målsætninger i forbindelse med forsyningsikkerhed og de danske 2020-mål.

Figur 1: Virkemidler til balancering af elsystemet og integration af el i andre sektorer.





1.1 Integration af vindkraft i elsystemet

Vindkraft er i dag Danmarks vigtigste vedvarende energikilde til elproduktion. Det er Energinet.dk's forventning, at vindkraften sammen med biomassen skal bære størstedelen af udbygningen med vedvarende energi i elsektoren. En udbygning, der er en forudsætning for, at Danmark kan opfylde målsætningen om en andel på 30 procent² vedvarende energi i 2020.

Det danske energisystem står overfor et paradigmeskifte. Energisystemet skal omstilles og nytænkes, så de store mængder af vedvarende energi kan integreres effektivt. Energinet.dk forventer, at elsystemet vil blive omdrejningspunktet for denne forandring på grund af den store rolle, som vindkraft vurderes at spille i bestræbelserne på at nå de klima- og energipolitiske mål.

Det fremtidige energisystem skal være effektivt og fleksibelt, så den vedvarende energi kan anvendes der, hvor den har størst værdi. Energinet.dk opererer derfor med en række virkemidler til integration af vindkraft i elsystemet, hvoraf nogle samtidig bidrager til anvendelse af el i andre sektorer.

Det er en kerneopgave for Energinet.dk at sikre, at integrationen af den vedvarende energi i elsystemet sker effektivt, på fortrinsvis markedsbaserede principper og med en fortsat høj forsyningssikkerhed. Denne omstilling af elsystemet baseres på tre hovedelementer:

- Et robust transmissionsnet og stærke udlandsforbindelser.
- Fleksibilitet i forbrug og produktion, blandt andet gennem sammentænkning af energisystemerne.
- Avanceret måling og styring af elsystemet både på produktions- og forbrugssiden (SmartGrids).

² EU-målet om 20 procent vedvarende energi er fordelt blandt medlemsstaterne afhængigt af det enkelte lands økonomiske formåen og nationale potentialer. For Danmark er det nationale mål 30 procent vedvarende energi i 2020.

Det fremtidige energisystem skal med andre ord være energieffektivt, fleksibelt og intelligent, så den vedvarende energi kan anvendes der, hvor den har størst værdi.

I de følgende afsnit 1.2-1.5 beskrives en række af Energinet.dk's konkrete aktiviteter, der er relateret til disse elementer.

1.2 Robust transmissionsnet

Den 4. november 2008 indgik partierne bag energiaftalen af 21. februar 2008 en aftale om nye retningslinjer for den fremtidige udbygning af det overordnede eltransmissionsnet i Danmark. Det betyder konkret, at Energinet.dk har fået opbakning til at igangsætte en række konkrete projekter. Det drejer sig særligt om projekterne:

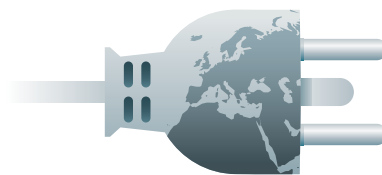
- **Kassø-Tjele-forbindelsen** opgraderes med nye 400 kV-luftledninger med plads til to ledningssystemer på master i nyt design på den ca. 170 km lange strækning.
- **Revsing-Endrup-forbindelsen.** Der ophænges yderligere et 400 kV-system på eksisterende masterække på den ca. 30 km lange strækning.
- **Kassø-tysk grænse.** Eksisterende 220 kV-luftledning ombygges til en ny 400 kV-luftledning på master i nyt design. Længden af denne strækning er ca. 30 km.

Ud over beslutningen om de konkrete projekter indeholder aftalen en beslutning om, at i takt med, at udviklingen i forsyningssikkerhed, teknologi og samfundsøkonomi gør det muligt, skal alle 400 kV-forbindelser anlægges i jorden frem for på master.

1.3 Stærke udlandsforbindelser

Elektriske forbindelser til udlandet giver et vigtigt bidrag til en effektiv indpasning af vindkraft i elsystemet. Energi-

net.dk arbejder på fire aktuelle projekter, der skal sikre en øget kapacitet mod udlandet:



Skagerrak 4

Skagerrak 4 er et af de fem såkaldte prioriterede snit, som de nordiske TSO'er besluttede at udbygge i 2004. Skagerrak 4-forbindelsen mellem Norge og Danmark vil få en kapacitet på ca. 700 MW og øger mulighederne for synergi mellem produktion, der er baseret på vandkraft, vindkraft og termiske anlæg. Derudover øges muligheden for at drage fordel af efterspørgslen i et større geografisk område. Samtidig bidrager forbindelsen til en højere forsynings-sikkerhed både i Norge og Danmark. Energinet.dk har sendt en ansøgning om etablering til klima- og energiministeren, og i Norge forberedes myndighedsbehandlingen af forbindelsen.

COBRA Cable

COBRA Cable-projektet undersøger potentialet i at etablere en forbindelse mellem Danmark og Holland med en kapacitet på 600-700 MW. Det vurderes, at COBRA Cable vil bidrage positivt til muligheden for en effektiv indpasning af store mængder vindkraft i det danske og hollandske elsystem. Ligeledes vil forbindelsen mellem Holland og Danmark skabe en bedre kobling mellem det nordiske og det nordeuropæiske elmarkeder (Day-ahead- og regulerkraftmarked) uafhængig af flaskehalse i det nordtyske transmissionsnet. Endelig vil forbindelsen medvirke til en forbedret forsynings-sikkerhed i såvel Holland som Norden.

Øget kapacitet Tyskland-Jylland

Handelskapaciteten mellem Jylland og Tyskland forstærkes fra de nuværende 950/1.500 MW til 1.500/2.000 MW i henholdsvis nord- og sydgående retning fra 2012. Forbindelsen forventes yderligere opgraderet til mindst 2.500 MW i begge

retninger i 2017. Forøgelsen af handelskapaciteten sikrer en bedre integration af det nordiske og det nordeuropæiske elmarked og sikrer derigennem en bedre udnyttelse af den installerede vindmølleeffekt i både Danmark og Tyskland. Også denne forbindelse forventes at bidrage positivt til forsyningssikkerheden i Danmark og det nordlige Tyskland.

Kriegers Flak

Området ved Kriegers Flak i Østersøen er en mulig kandidat til fremtidige havmølleparker i Danmark og byder på en perspektivrig mulighed for at sammentænke ilandføringsanlæg for havvindmøller med udvekslingsforbindelser. Det relativt lavvandede flak er delt i et dansk, svensk og tysk område, og havmølleparker overvejes i alle tre områder. Placering af havvindmøller på den danske del af Kriegers Flak vil sikre en geografisk spredning af havvindmøllekapaciteten i Danmark. Herved kan det fluktuerende produktionsbidrag fra vindkraften i Vest- og Østdanmark i nogen grad udlignes. Desuden mindskes risiko og konsekvens af samtidige udfald af et stort antal vindmøller, når kraftige vindfronter passerer Danmark.

Det er dog indtil videre kun fra tysk side, at der er truffet beslutning om etablering af havvindmølleparker ved Kriegers Flak. Hvis det også besluttes at opføre havvindmølleparker på den danske og svenske del af flakket, giver det en mulighed for at integrere ilandføringen af alle tre landes havvindmølleparker i en kombineret, international løsning, som også udvider udvekslingskapaciteten mellem Norden og Kontinentet.

Energinet.dk har i samarbejde med Svenska Kraftnät og tyske Vattenfall Europe Transmission gennemført en undersøgelse om mulighederne for at lave en kombineret, international netløsning ved Kriegers Flak. En international løsning ser ud til at være bedre end separate, nationale løsninger.

Hvis kablerne til havvindmølleparker kun bruges til vindmøllestrøm, så benyt-

tes kablerne under halvdelen af tiden i gennemsnit. Hvis der derimod laves en kombineret netløsning, så vil denne overskudskapacitet kunne benyttes til at udveksle energi mellem landene, så samspillet mellem vind, vand og andre energikilder udnyttes. En kombineret løsning forventes at give et markant positivt bidrag til forsyningssikkerheden i Danmark sammenlignet med en ren national ilandføringsløsning.

Offshore net

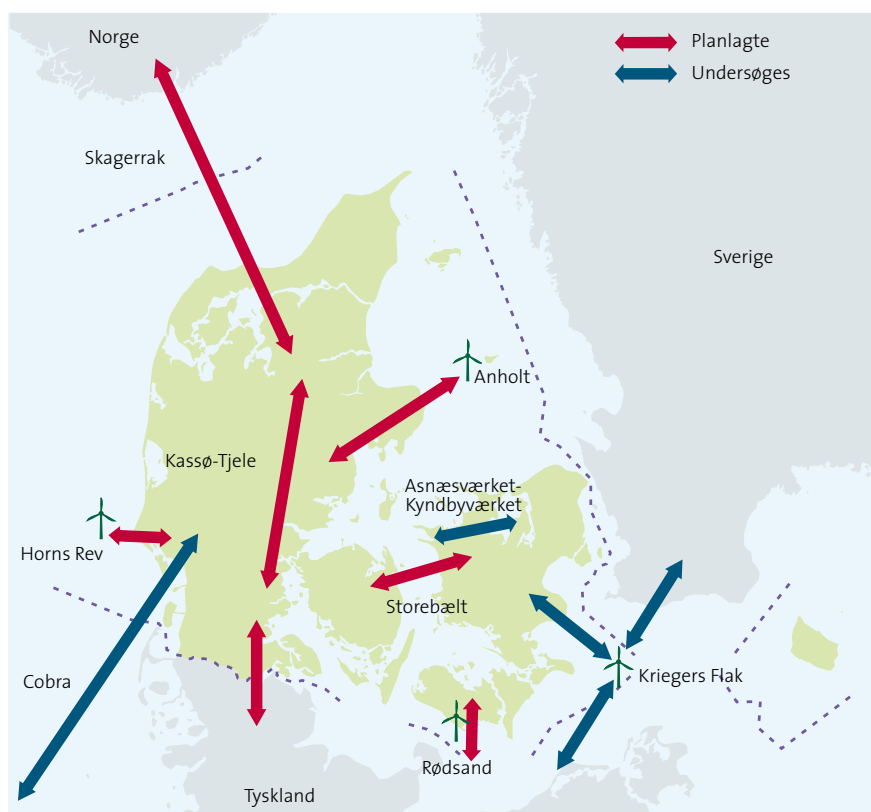
Udvikling af fælles offshore net, som beskrevet ovenfor i forbindelse med Kriegers Flak, er en mulighed for at opnå en højere udnyttelse af vindkraftressourcer, som for enkelte nationer vil være forholdsvis dyre at udnytte. Ved offshore net opnås ud over muligheden for at udligne de fluktuerende produktionsbidrag fra vindkraften i et større område også muligheden for at udvikle en yderligere integration af de europæiske elmarkeder. Ud over den nævnte mulighed omkring

Kriegers Flak i Østersøen er der også muligheder for udvikling af et stort North Sea Grid. EU-Kommissionen har stort fokus på denne mulighed, som blandt andet behandles i "2nd Strategic Energy Review", som Kommissionen udgav i november 2008.

1.4 Fleksibilitet i forbrug – anvendelse af el i varme- og transportsektoren

Målsætningerne om reduktion af drivhusgasemissioner i de ikke-kvoteomfattede sektorer betyder blandt andet, at teknologier baseret på fossile brændsler i varme- og transportsektoren skal erstattes af nye, effektive teknologier, der ikke anvender fossile brændsler. Der er en bred palet af teknologiske muligheder for integration af mere vedvarende energi i energisystemet, blandt andet gennem øget anvendelse af biogas,

Figur 2: Oversigt over planlagte og mulige, nye udlandsforbindelser samt tilslutning af havvindmølleparker.



biomasse, flydende biobrændstoffer og yderligere optimering af samspillet mellem el- og fjernvarmesystemerne.

Elbaserede teknologier er kendetegnet ved en høj effektivitet, og via elbaserede løsninger kan vedvarende energi fra vindkraft anvendes i andre sektorer end elsektoren. Samtidig er elsektoren omfattet af EU's kvotedirektiv, og dermed vil et øget elforbrug i Danmark ikke medføre større CO₂-udledning for de kvoteomfattede sektorer i EU under et.

Energinet.dk's rapport "Effektiv anvendelse af vindkraftbaseret el i Danmark" fra marts 2009 analyserer effekten af en markant øget anvendelse af elbiler og varmepumper samtidig med en betydelig øget udbygning af vindkraften. Analyserne viser, at Danmark kan nå en stor del af EU-målsætningerne for 2020 med øget anvendelse af varmepumper og elbiler, hvis vindkraftkapaciteten samtidig øges markant. Figur 3 opsummerer rapportens nøgletal i forbindelse med EU's klima- og energipakke.

Nøgletallene viser, at samspillet mellem vindkraft, varmepumper og elbiler giver en stor samfundsøkonomisk gevinst. Det optimale samspil mellem vindkraft, elbiler og varmepumper giver mulighed for at:

- øge andelen af vedvarende energi med 5 procentpoint, svarende til ca. 40 procent af den nødvendige øgning for at nå målet.
- reducere CO₂-udledningen i de ikke-kvotebelagte sektorer med 3 mio. ton/år, svarende til ca. 40 procent af den nødvendige reduktion.
- øge andelen af vedvarende energi i transportsektoren med 4 procentpoint, svarende til ca. 40 procent af målet.
- forbedre den samlede energieffektivitet med ca. 7 procent, svarende til ca. 35 procent af målet på dette område.

Den samfundsøkonomiske gevinst afhænger dog i høj grad af, at der sker et intelligent samspil mellem virkemidlerne og elsystemet, blandt andet så forbruget ikke placeres på tidspunkter, hvor

Figur 3: Nøgletal i forbindelse med EU's 2020-målsætninger.

	VE-andel af samlet energiforbrug	CO ₂ -udledning i ikke-kvotebelagte sektorer Mio. ton/år	VE-andel af transport	Forbedret Energi-effektivitet
Mål for Danmark, jf. EU's 2020-målsætninger	+13 procentpoint	-7,5	10 procentpoint	20 procent
Varmepumper og elbiler 2020	+5 procentpoint	-3	4 procentpoint	7 procent

systemet er under pres. I modsat fald kan nye, store elforbrug til varmepumper og elbiler blive en betydelig belastning for elsystemet, specielt i distributionsnettet. Derfor har de aktiviteter, som Energinet.dk har igangsat på baggrund af rapporten, også et stort fokus på at udvikle metoder og systemer, så de nye, store fleksible forbrug reagerer intelligent via markedsprissignalerne.

For transportsektorens vedkommende viser resultaterne også, at øget anvendelse af el her ikke alene kan forventes at opfylde kravet til 10 procents vedvarende energi i transportsektoren i 2020. Derfor er det vigtig fortsat at holde fokus på udvikling af effektive biobrændstoffer til transportsektoren – herunder analysere, hvilke teknologier der mest effektivt kan bidrage til opfyldelsen af målsætningen.

Varmepumper og elbiler udnytter energien effektivt og bidrager dermed også til en forbedring af den samlede energieffektivitet. Energibesparelser og energieffektiviseringer vil være centrale parametre i forbindelse med opfyldelsen af målsætningerne i 2020 og er derfor også vigtige fokusområder i Energinet.dk's arbejde mod en effektiv integration af markant større andele af vedvarende energi i energisystemerne.

Energinet.dk deltager i og støtter en bred vifte af projekter inden for analyse, udvikling og demonstration af virkemidler til effektiv indpasning af vedvarende energi gennem sammentænkning af energisystemer. I afsnittene herunder beskrives et udpluk af disse.

1.4.1 El til varme

Energinet.dk støtter via ForskEL-programmet projektet "Analyse af kombinationen af vindkraft og varmepumpe til Varmeplan Århus". Projektet vil analysere værdien af forskellige vind-varmepumpe-løsninger i Århus med udgangspunkt i, hvordan en 50 MW_{el}/150 MW_{varme} varmepumpe kan udnyttes effektivt i et intelligent samspil med elsystemet.

Derudover forventer Energinet.dk i 2010, sammen med Energistyrelsen og Elsparafonden at igangsætte et projekt rettet mod individuelle varmepumper. Projektet vil analysere forskellige elmarkeds-løsningers effektivitet over for driften af individuelle varmepumper og varmepumpernes samspil med elsystemet.

1.4.2 Elbiler

Energinet.dk deltager i et projektsamarbejde med NRGi og Dansk Energi med henblik på at vurdere konsekvenser for distributionsnettet ved udbredelse af elbiler. I projektet, der forventes afsluttet med udgangen af 2009, analyseres forhold vedrørende ledig kapacitet til forsyning af elbiler under hensyn til belastning af kabler og opretholdelse af tilfredsstillende spændingskvalitet.

Ved en intelligent integration af elbilen i et fremtidigt SmartGrid kan risikoen for overbelastning af elnettet reduceres væsentligt. Viden fra projektet er et vigtigt bidrag til fremtidens SmartGrid-løsninger samt udrulningen af en intelligent infrastruktur til elbiler.

Energistyrelsens forsøgsordning for elbiler har i anden udbudsrunde blandt andet fokus på projekter, som belyser samspillet mellem elsystemet og elbilerne. Energinet.dk samarbejder med Energistyrelsen for at sikre det rette fokus i de projekter, der støttes.

Derudover støtter Energinet.dk via ForskEL-midlerne EDISON³-elbilsprojektet, der vil udvikle og teste de infrastrukturer, der er nødvendige for en stor udbredelse og intelligent indpasning af elbiler i elsystemet.



1.5 SmartGrids

Fremtidens elproduktion vil i langt højere grad end i dag være decentraliseret og fluktuerende. Det betyder, at der er behov for langt højere grad af fleksibilitet i elsystemet fremover. Denne fleksibilitet kan kun opnås ved en øget aktivering af både produktions- og forbrugsenheder, sådan at de bidrager til balancering af elsystemet. Det stiller store krav til måling og styring af elnettet – både på produktions- og forbrugssiden via digital kommunikation. SmartGrid, eller intelligent elnet, er derfor et vigtigt element i fremtidens elsystem. Energinet.dk arbejder med en række projekter, der skal sikre implementering af intelligens i elsystemet fremadrettet.

Energinet.dk udvikler et koncept for styring af elsystemet, der opstiller en samlet dansk plan for, hvordan det danske elsystem skal styres frem mod år 2025.

³ Electric vehicles in a Distributed and Integrated market using Sustainable energy and Open Networks.

Konceptet skal udvikles i et tværgående, bredt samarbejde mellem Energinet.dk og branchen.

Konkret er Energinet.dk involveret i to større projekter, der afprøver og demonstrerer forskellige SmartGrid-elementer. Det første af disse projekter er det såkaldte Celleprojekt, der gennemføres i tæt samarbejde med SYD ENERGI Net. Projektet udvikler, tester og gennemfører fuldskala pilottest af et nyt intelligent styrings-, regulerings- og overvågningskoncept til det danske elsystem i et konkret netområde.

Det andet projekt går under betegnelsen "EcoGrid Europe" og er et kommende fuldskala demonstrationsprojekt på Bornholm, der vil udvikle og afprøve optimal udnyttelse af lokale, vedvarende energiresourcer, blandt andet gennem udnyttelse af fleksibiliteten hos elforbrugerne. Målet er at få demonstreret, i hvilket omfang SmartGrid-løsninger kan hjælpe med at integrere op til 50 procent vedvarende energi i elnettet og samtidigt sikre, at dette sker på markedsvilkår. Projektet søger støtte via EU's 7. rammeprogram for forskning.

1.6 Elmarkedet

En konkurrencedygtig og pålidelig energiforsyning forudsætter åbne energimarkeder. Det er et af Energinet.dk's vigtige arbejdsområder at sikre, at elmarkedet fungerer og understøtter forsyningssikkerheden. Ikke mindst med stigende mængder vedvarende energi i elsystemet er velintegrerede regionale markeder afgørende for forsyningssikkerheden og en økonomisk effektiv energifrembringelse.

Energinet.dk leder et nyt, fælles TSO-projekt, som har til formål at udvikle en model, der muliggør en markedskobling i det Nordvesteuropæiske område (Norden, Tyskland, Frankrig og Benelux-landene), så elprisen afspejler den regionale efterspørgsel, og der sikres høj regional forsyningssikkerhed.

Energinet.dk har i en årrække arbejdet målrettet for at få etableret en markedskobling mellem Danmark og Tyskland. Markedskoblingen blev introduceret i efteråret 2008, men måtte suspenderes igen efter tekniske problemer. Markedskoblingen er genintroduceret den 9. november 2009, og det er forventningen, at den vil sikre en effektiv udveksling af elektricitet mellem det nordiske og det tyske elmarked.

Negative spotpriser

Fra 30. november 2009 indføres negative spotpriser på den nordiske elbørs, Nord Pool Spot. De negative spotpriser forventes at forekomme i de relativt få timer, hvor elproduktionen overstiger forbruget og kapaciteten på udlandsforbindelserne.

I et elsystem med en stigende andel af vindenergi vil antallet af timer med overskydende elproduktion alt andet lige stige i forhold til det nuværende niveau. Introduktionen af de negative elpriser skal give producenterne et incitament til at tilpasse produktionen til den aktuelle afsætningsmulighed.

1.7 Forsyningssikkerhed

Som nævnt indledningsvis har der i 2009 været et stort politisk fokus på forsyningssikkerhed. Nationalt har især den langsigtede forsyningssikkerhed, som blandt andet skal sikres gennem uafhængighed af fossile brændsler fra politisk ustabile områder, fået stor opmærksomhed.

Derudover er der fortsat politisk fokus på infrastrukturudbygninger, der skal sikre, at elsystemets pålidelighed er intakt samt forbedre konkurrencen på elmarkedet.

Endelig er der et stadigt stigende fokus på adgang til brændsler, særligt med fokus på udbygningen af den europæiske gasinfrastruktur, så der sikres en diversificering af forsyningsruterne og integration af biogas i gasnettet.

Det er regeringens ambition, at Danmark på sigt gøres uafhængig af fossile brændsler. I forlængelse heraf ligger diskussioner om, hvornår og hvordan Danmark kan opnå denne uafhængighed, samt hvilke teknologier der kan spille en rolle på vejen mod målet.

Den langsigtede, danske strategi for forsyningsikkerhed skal blandt andet bygge på de anbefalinger, som Klimakommissionen præsenterer, når den afrapporterer sit arbejde i 2. halvår 2010. Energinet.dk bidrager til dette og har igangsat et analysearbejde, der skal afdække konsekvenserne for el- og gassystemerne ved forskellige veje frem mod realisering af den politiske vision om uafhængighed af fossile brændsler.

1.7.1 Forsyningsikkerhed i elsystemet

Et langsigtet fokus på uafhængighed af fossile brændsler betyder, at elsystemets rolle i energiforsyningen bliver endnu mere central, end det er tilfældet i dag. Et tilstrækkeligt og robust eltransmissionsnet er derfor en forudsætning for, at de energipolitiske målsætninger for klima, forsyningsikkerhed og markedsudvikling i energisektoren kan realiseres. Eltransmissionsnettet skal derfor løbende udbygges og tilpasses i takt med indpasningen af store mængder vedvarende energi og forøgelsen af handelskapaciteter til nabo-områder.

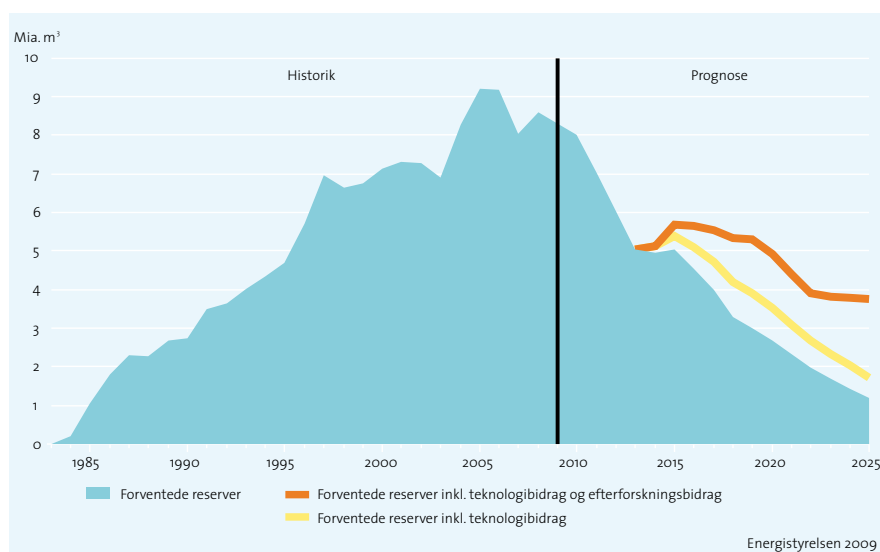
Effektbalancen

Det er væsentligt for forsyningsikkerheden i fremtiden, at der er tilstrækkelig produktionskapacitet til at dække forbruget. Effektbalancen, som Nordel har opstillet for 2012/2013, viser, at det nordiske system selv på en kold vinterdag vil have et effektoverskud.

Beregning af forsyningsikkerheden

En central opgave for Energinet.dk er at opretholde den nuværende høje forsyningsikkerhed, også når produktionssystemet omstilles til vedvarende energi. Energinet.dk arbejder derfor på at styrke Energinet.dk's evne til at analysere, hvor-

Figur 4: Produktionsprognose for naturgas i Nordsøen, Energistyrelsen 2009.



dan ændringer af elsystemet påvirker forsyningsikkerheden.

Arbejdet tager udgangspunkt i en kombineret analyse af elsystemets tilstrækkelighed, hvilket skal forstås som elsystemets evne til at tilfredsstille efterspørgslen til enhver tid, og elsystemets sikkerhed, forstået som elsystemets evne til at kunne klare pludselige driftsforstyrrelser.

1.8 Forsyningsikkerhed i gassystemet

Et velfungerende naturgassystem har i mange år bidraget til en væsentlig del af Danmarks energiforsyning. Energinet.dk har til opgave at sørge for, at det nødvendige gastransmissionssystem står til rådighed med den nødvendige kapacitet, så de kommercielle aktører har mulighed for at forsyne de danske gasforbrugere.

Energistyrelsen vurderer, at naturgasproduktionen i den danske del af Nordsøen vil falde stærkt i de kommende år og muligvis være stort set udfaset i 2030. Der er betydelig usikkerhed på prognoserne, jf. Figur 4.

Da Nordsøen i dag udgør den eneste fysiske mulighed for at føre gas ind i Dan-

mark og Sverige, er der risiko for, at der om relativt få år opstår forsyningsproblemer, hvis Energinet.dk ikke investerer i ny infrastruktur, der muliggør forsyning til Danmark og Sverige fra andre kilder end den danske del af Nordsøen. Derfor har Energinet.dk på baggrund af en Open Season-proces besluttet at arbejde for at etablere en udbygning af den eksisterende gasinfrastruktur til Tyskland fra 2013, så gasstrømmen efter 25 års konstant eksport kan vendes fra eksport til import.

Samtidig undersøger Energinet.dk fortsat mulighederne for etablering af en forbindelse, der kan sikre adgang til de norske naturgasressourcer. En sådan forbindelse vil i markant grad kunne understøtte de politiske ønsker om en øget diversificering af forsyningsruterne for naturgas til Europa.

Adgangen til naturgas har også stort fokus i EU, da størstedelen af de europæiske lande er netto-importører af gas. Den indenlandske gasproduktion er faldende i hele Europa, mens forbruget er stigende. Denne stigning forventes at fortsætte i de kommende år. EU-Kommissionen skønner, at 80 procent af EU's gasforbrug i 2030 vil blive dækket med import. I dag er det ca. 50 procent, som importeres, heraf 25 procent fra Rusland.

I øjeblikket planlægges en række større infrastrukturprojekter, der dels skal bringe mere gas til Europa og desuden medvirke til en større diversificering af gasleverancerne til EU. Nye rørforbindelser mellem blandt andet Nordeuropa og Rusland (Nord Stream), samt mellem Sydeuropa og henholdsvis Rusland/Kaukasus (South Stream), Mellemøsten (Nabucco) og Nordafrika er under planlægning. Ligeledes planlægges og projekteres en del havneanlæg til LNG i både Syd- og Nordeuropa.



1.9 Gasmarkedet i Europa og Danmark

Markedssituationen i Europa er stadig præget af nationale markeder med national spothandel, dog med en betydelig grænseoverskridende handel. Der er ikke et egentligt sammenhængende spotmarked for naturgas i Europa. En del af årsagen til den manglende, grænseoverskridende spothandel skal findes i en generel kapacitetsknaphed særligt i grænsepunkter, manglende interoperabilitet mellem de forskellige nationale systemer og en endnu stærkt begrænset spothandel i flere lande, herunder Danmark.

På europæisk plan arbejdes der for at styrke kompatibiliteten mellem de enkelte landes systemer. Der arbejdes hen imod at fremme mulighederne for udveksling af gas mellem regionale handelspladser og en løsning af problemerne med interoperabilitet over grænser. Dette arbejde understøtter Energinet.dk både gennem Gas Infrastructure Europe (GIE) og gennem bilaterale samarbejder med nabo-TSO'ere.



Ved etableringen af den danske gasbørs Nord Pool Gas (der ejes i fællesskab af Energinet.dk og Nord Pool Spot) i 2008, blev vejen banet for øget konkurrence på engrosmarkedet. Etableringen var en naturlig følge af liberaliseringen af det danske gasmarked i 2004, hvor alle forbrugere fik mulighed for frit at vælge naturgasleverandør.

Energinet.dk's rolle er at sikre et velfungerende og fleksibelt gasmarked. Det betyder blandt andet, at Energinet.dk udvikler produkter og faciliteter, som kommercielle aktører kan anvende til gashandel.

1.10 Biogas i naturgasnettet

Sammen med varme- og transportsektoren udgør landbruget de vigtigste indsatsområder for Danmark i forbindelse med opfyldelse af kravene om reduktion af drivhusgasserne i de ikke-kvoteomfattede sektorer.

Landbrugets drivhusgasemissioner stammer i høj grad fra metan- og lattergasemissioner i forbindelse med håndteringen af gylle. Disse emissioner kan reduceres markant, hvis gyllen anvendes til biogasproduktion frem for den konventionelle håndtering af gyllen.

Grøn Vækst-aftalen, der blev indgået i forsommeren 2009 mellem regeringen og Dansk Folkeparti, har et stort fokus på en øget anvendelse af gylle til biogas. I aftalen sigtes mod at udnytte 50 pro-

cent af gyllen til energiformål i 2020. I dag udnyttes ca. 5 procent af gyllen til energiformål. Derudover blev der aftalt en tilskudsmæssig ligestilling af afsætning af biogas til henholdsvis kraftvarmeværker og naturgasnettet. Hermed åbnes for en fremtid, hvor biogas transporteres og handles via naturgassystemet, hvilket fremover vil gøre det muligt at indpasse markant større mængder biogas effektivt i energisystemet end i dag.

Hvis 50 procent af husdyrgyllen i Danmark anvendes til biogasproduktion, medfører det en samlet reduktion af drivhusgasemissionerne på 0,5-1 mio. ton CO₂-ækvivalenter/år⁴. Det danske mål for reduktion af CO₂-udledning fra de ikke-kvoteomfattede sektorer er 7,5 mio. ton i 2020.

Størstedelen af den danske biogasproduktion er baseret på gylle, og produktionen af biogas er derfor størst, der hvor husdyrtætheden er størst, det vil sige i den vestlige del af landet. Energiforbruget er imidlertid koncentreret sammen med befolkningscentrene i den østlige del, hvilket betyder, at der er behov for at få flyttet energien østpå. I dag sker dette udelukkende ved anvendelse af biogassen til lokal elproduktion og benyttelse af elinfrastrukturen. Fremadrettet kan der imidlertid vise sig et øget behov for opgradering og transport gennem naturgasnettet i takt med en stigende biogasproduktion.

⁴ Beregning baseret på data fra "Landbrug og Klima" (Fødevareministeriet, december 2008).

2. Udviklingen i internationale og nationale rammer

Afholdelsen af FN's Klimakonference COP15 i København i december har på mange måder sat rammen om den klima- og energipolitiske debat i 2009. Klimakonferencen har afgørende betydning for indsatsen mod den globale opvarmning. Klimakonferencen er samtidig en oplagt mulighed for at markedsføre danske løsninger på globale udfordringer inden for klima- og energiområdet.

Med vedtagelsen af den såkaldte klima- og energipakke har EU's medlemslande som de første industrialiserede lande sat ambitiøse mål for reduktion af CO₂-udledningen og integration af vedvarende energi i energisystemerne. EU's 3. liberaliseringspakke bidrager yderligere til udvikling af det fælles energimarked i EU.

Det er den danske regerings ambition, at Danmark på sigt gøres uafhængig af fossile brændsler. I forlængelse af denne dagsorden ligger diskussioner om, hvornår og hvordan Danmark kan opnå denne uafhængighed, og hvilke teknologier der kan spille en rolle på vejen mod målet.

Energinet.dk bidrager til at udvikle universelle løsninger på de udfordringer, som klimaudfordringen giver energisektoren. Det kræver et internationalt samarbejde, og derfor prioriterer Energinet.dk det internationale samarbejde, videndeling og formidling højt.

Energinet.dk bidrager til løsning af de globale udfordringer og opfyldelse af Danmarks internationale forpligtelser ved at:

- udvikle et elsystem, der kan håndtere en markant øget andel vedvarende energi, heraf stor andel vindkraft,
- indpasse biogas i naturgasnettet,

- udvikle strategier og viden om sammentænkning af energisystemerne
- aktiv deltagelse i det forpligtende europæiske TSO-samarbejde.

2.1 Udviklingen i de fælles europæiske rammevilkår

EU-Kommissionen publicerede i november 2008 deres "2nd Strategic Energy Review". Særligt relevant for Energinet.dk er Reviewets fokus på udbygning af energi-infrastruktur, der blandt andet omfatter "Baltic Energy Market Interconnection Plan" og "Nord Sea Offshore Grid". Derudover har planen stort fokus på energieffektivitet.

EU-Kommissionens "Priority Interconnection Plan" for TEN-projekter (Trans European Network) udpeger forøgelsen af handelskapaciteten mellem Tyskland og Jylland som et nøgleelement for at skabe et velfungerende indre elmarked.

EU vedtog i starten af 2009 en økonomisk genopretningsplan for at modvirke den økonomiske afmatning. Planen har meget stort fokus på energiområdet, og der åbnes for tilskud til en række projekter af direkte interesse for Danmark og Energinet.dk. Energinet.dk har søgt og er indstillet til et tilskud på 150 mio. EUR til Kriegers Flak-projektet. I forbindelse med COBRA Cable-projektet er Energinet.dk endvidere indstillet til et tilskud på 86 mio. EUR fra den økonomiske genopretningsplan.

Energinet.dk har også søgt 100 mio. EUR til at udbygge gastransmissionssystemet, så det bliver muligt at importere gas via Tyskland og dermed dække det danske og svenske behov i takt med, at ressourcerne i Nordsøen klinger af. Desuden søges om midler til at forberede, at Danmark

kan importere gas fra Polen, som er ved at bygge en LNG-terminal samtidig med, at den polske gas TSO, Gaz System, har søgt om støtte til forstærkninger til understøttelse af Baltic Pipe.

Der er således god sammenhæng mellem Energinet.dk's aktiviteter og EU-Kommissionens overordnede prioriteter.

EU har endvidere vedtaget to omfattende lovgivningspakker med betydning for energiområdet. Klima- og energipakken og herunder 20-20-20-målene samt direktivet for vedvarende energi. Derudover blev den 3. liberaliseringspakke vedtaget med det formål at forbedre de europæiske markeder for el og gas. Den 3. liberaliseringspakke indeholder reviderede direktiver og forordninger på både el- og gasområdet samt en forordning om oprettelsen af et nyt EU-agentur med ansvar for at fremme samarbejdet mellem de europæiske regulatorer.

På gasområdet er EU-Kommissionen kommet med forslag til en ny forordning om naturgasnødforsynings sikkerhed. Forslaget er fremsat som en konsekvens af Ukraine-Rusland-gaskrisen i vinteren 2008/2009, der påvirkede naturgasforsyningen til Vesteuropa. Vedtages forslaget i sin første version, vil det betyde, at nødforsyningen skifter fra at være et nationalt anliggende til at være et regionalt, europæisk anliggende. Energinet.dk vil gå proaktivt ind i såvel arbejdet med forordningens tilblivelse som den efterfølgende implementering af vilkårene her i regionen.

2.1.1. VE-direktivet

Med vedtagelse af EU's klima- og energipakke i april 2009 blev 20-20-20-målene formelt vedtaget. For Danmarks vedkommende betyder det, jf. de foreslåede

principper for fordeling, at vedvarende energi i 2020 skal udgøre 30 procent af det endelige danske energiforbrug sammenlignet med 19 procent i 2008.

VE-direktivet indfører som noget nyt et krav til landene om at udarbejde "Nationale handlingsplaner for vedvarende energi". Handlingsplanerne skal beskrive rammerne for, hvordan landene vil opfylde direktivets krav.

2.1.2 EU's 3. liberaliseringspakke

EU's 3. liberaliseringspakke blev vedtaget juli 2009. Energinet.dk har fulgt aktivt med i udviklingen og forhandlingerne af lovpakken i EU, herunder især spørgsmålet om ejerskabsadskillelse (unbundling) mellem produktion/forsyning og transmission. Energinet.dk er i gang med et analysearbejde, der skal identificere behovet for ændringer af de nuværende markedsforskrifter og/eller anden praksis for at sikre, at Energinet.dk kan opfylde forpligtelserne i liberaliseringspakken. Energinet.dk vil derudover bidrage med input til Kommissionens kommende arbejde med at vedtage detailforskrifter, vejledninger og retningslinjer for implementeringen.

2.1.3 ENTSO

Et element i den 3. liberaliseringspakke, der har stor betydning for Energinet.dk, er dannelsen af **European Network of Transmission System Operators**: ENTSO-E for el og ENTSO-G for gas. Hovedformålet med de to nye organisationer er at forbedre samarbejdet mellem de europæiske systemansvarlige virksomheder.

ENTSO-E har været fuld operationel siden den 1. juli 2009. Organisationen tager sig af såvel paneuropæiske opgaver, der hidtil er blevet varetaget af ETSO, som mere regionale opgaver, der blev varetaget af Nordel og UCTE. Et fuldt operationelt ENTSO-G forventes først i 2010.

Det europæiske TSO-samarbejde er efter dannelsen af ENTSO lagt over i en for-

pligtende ramme. Energinet.dk har prioriteret at deltage i dannelsen af ENTSO, dels for at sikre Danmark indflydelse dels for at sikre, at erfaringerne fra Nordel-samarbejdet videreføres og forankres i de nye, udvidede samarbejdsfora. Nordel-samarbejdet, både hvad angår systemudvikling, systemdrift og marked, fortsættes således i ENTSO-E's regionale grupper, hvor Energinet.dk er repræsenteret.

ENTSO-samarbejdets officielle status, arbejdsopgaver og forpligtende karakter gør ENTSO til et vigtigt forum for udviklingen af international energipolitik og for driftssamarbejdet på tværs af EU. Nogle af de primære områder i ENTSO, hvor TSO'erne forpligtes til at styrke samarbejdet er følgende:

- Udvikling af markedsforskrifter og tekniske forskrifter for grænseoverskridende spørgsmål
- Forsknings- og udviklingsaktiviteter
- Driftssamarbejde
- Investeringsplanlægning i form af 10-års netudviklingsplaner.

2.2 Udviklingen i de nationale rammer

Klimaudfordringen, den faldende produktion af gas og olie i Nordsøen samt den risiko, der er forbundet med energifafhængighed af ustabile regioner, aktualiserer behovet for en strategi for Danmarks langsigtede forsyningssikkerhed.

Det er regeringens ambition, at Danmark på sigt gøres uafhængig af fossile brændsler. I forlængelse af denne dagsorden ligger diskussioner om, hvornår og hvordan Danmark kan opnå denne uafhængighed, og hvilke teknologier der kan spille en rolle på vejen mod målet.

Den langsigtede, danske strategi for forsyningssikkerhed skal blandt andet bygge på de anbefalinger, som Klimakommissionen præsenterer, når den afrapporterer sit arbejde i 2. halvår 2010. Energinet.dk bidrager til dette arbejde og har igangsat et analysearbejde, der

skal afdække forskellige veje frem mod uafhængighed af fossile brændsler.

2.2.1 Danmarks opfyldelse af de fælles EU-mål

Der er opstillet et fælles mål for CO₂-reduktion for hele EU for så vidt angår de kvoteomfattede sektorer – et mål, der opnås gennem gradvis reduktion i mængden af tilgængelige kvoter. Inden for den kvoteomfattede sektor (fx elproduktion og dele af industrien) skal udslippet for EU under et reduceres med 21 procent. Uden for kvotesektoren skal udslippet på europæisk plan reduceres med 10 procent. Dette mål er fordelt mellem EU's medlemslande på baggrund af økonomisk formåen og tekniske muligheder. Resultatet af denne fordeling er, at Danmark skal reducere sine udledninger med 20 procent på dette område.

I den kvoteomfattede sektor reguleres mål opfyldelsen via CO₂-kvotemarkedet. I den ikke-kvoteomfattede sektor er der derimod behov for andre redskaber, hvilket har ført til vedtagelsen af en række politiske aftaler i Danmark i 2009, blandt andet en aftale om landbrugets emissioner, den såkaldte Grøn Vækst-plan og lov om fremme af vedvarende energi.

Denne lov er vedtaget for at fremme lokalbefolkningens accept af og engagement i den fortsatte udbygning med vindmøller. Loven består af bl.a. fire ordninger:

- Værditabsordningen, som giver mulighed for erstatning til lodsejere i tilfælde af værditab ved opstilling af nye vindmøller
 - Køberetsordning, som giver lokalbefolkning mulighed for at købe andele i lokale vindmøller
 - Grøn ordning, der giver kommuner mulighed for at styrke landskabelige og rekreative værdier i forbindelse med opstilling af vindmøller, og
 - En garantifond, der støtter lokale initiativgruppers forundersøgelser.
- Disse fire ordninger administreres af Energinet.dk.



Elsystemet

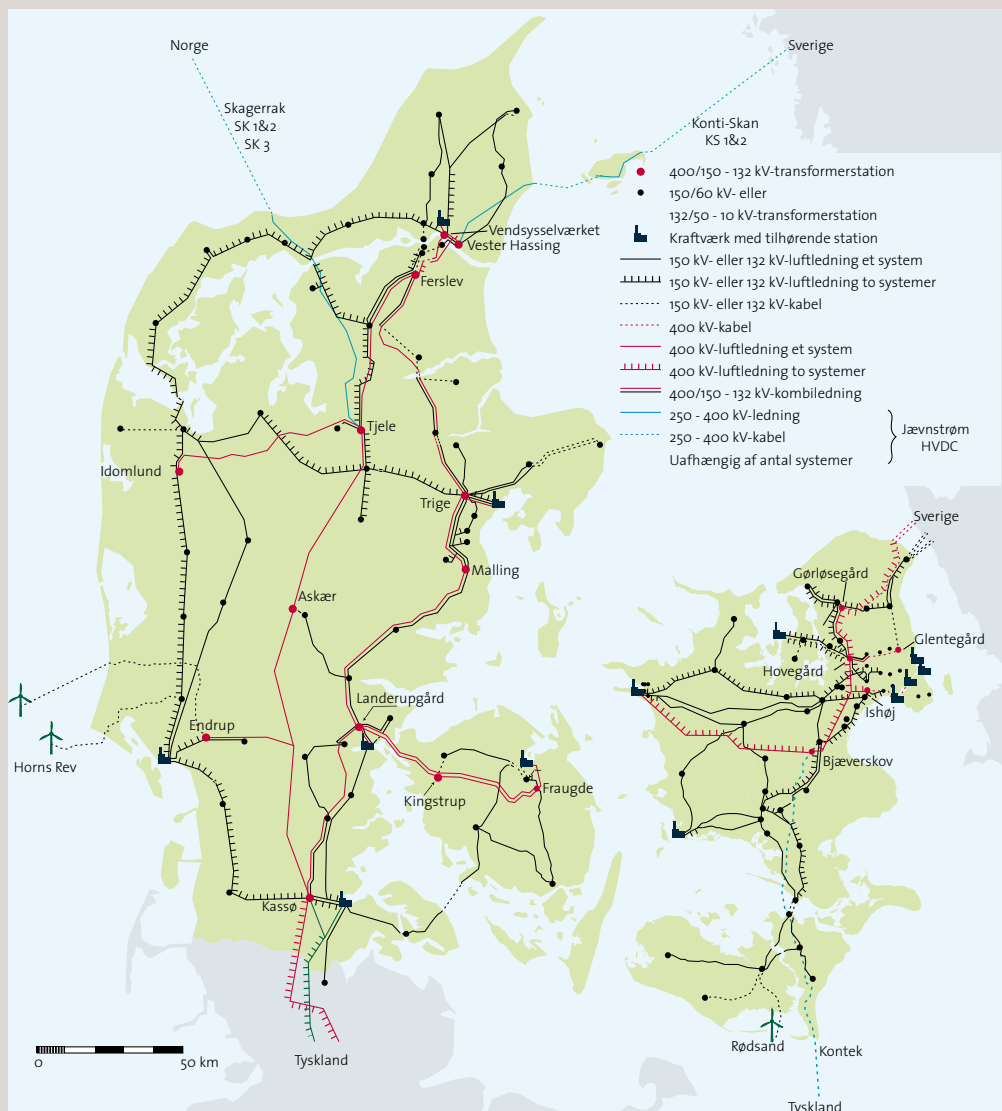
Det danske energisystem står over for et paradigmeskifte. Energisystemet skal omstilles og nytænkes, så store mængder af vedvarende energi kan integreres effektivt. En stor del af forandringen skal ske i elsystemet. Energinet.dk arbejder målrettet for at muliggøre indpasningen af store mængder vedvarende energi i elsystemet med en fortsat høj forsyningssikkerhed.

Denne udvikling af elsystemet skal baseres på tre hovedelementer:

- Et robust transmissionsnet og stærke udlandsforbindelser
- Flexibilitet i forbrug og produktion, blandt andet gennem sammentænkning af energisystemerne

- Avanceret måling og styring af elsystemet både på produktions- og forbrugs-siden (SmartGrids)

I de følgende kapitler beskrives, hvordan Energinet.dk konkret arbejder med de enkelte elementer for at muliggøre en sikker og effektiv indpasning af den vedvarende energi i elsystemet.



Figur 5: Det eksisterende, danske transmissionsnet.

3. Eltransmission

Elsystemet har de sidste 25 år gennemgået en markant omstilling fra et system med få, store produktionsenheder til et meget decentraliseret system med verdens højeste andel af vindkraft. Alt tyder på, at denne udvikling fortsætter i de kommende år.

Konkret er det politisk besluttet, at der inden udgangen af 2012 skal installeres ca. 1.300 MW ekstra vindmøllekapacitet i Danmark i forhold til niveauet primo 2009. Eltransmissionsnettet skal fremadrettet understøtte denne omstilling til vedvarende energi samtidig med, at forsyningsikkerheden og elmarkedets funktion bibeholdes.

Med vedtagelsen af Kabelhandlingsplanen i 2009 er der åbnet for en helt unik mulighed for at designe det samlede transmissionsnet på ny. Transmissionsnettet vil derfor i de kommende år blive optimeret i forhold til blandt andet den forventede udbygning med vedvarende energi, placeringen af fremtidens havvindmølleparker samt en forventet, øget anvendelse af el i varmeforsyningen og i transportsektoren.

Energinet.dk har medvirket til:

- Udarbejdelsen af "Teknisk redegørelse om fremtidig udbygning og kabellægning i eltransmissionsnettet", som danner grundlag for nye retningslinjer for den fremtidige udbygning af det overordnede eltransmissionsnet i Danmark.
- Udarbejdelsen af de to rapporter "Kabelhandlingsplan for 132-150 kV" i samarbejde med de regionale transmissionselselskaber og "Forskønnelse af 400 kV-nettet" i samarbejde med By- og Landskabsstyrelsen. Disse rapporter giver bud på, hvordan en fuld kabellægning af 132-150 kV kan foretages over

Figur 6: Det planlagte, omstrukturerede og kabellagte 132-150 kV-net, det forstærkede 400 kV-net og mulige havvindmølleplaceringer.



en 30-års-periode, og hvordan 400 kV-nettet kan forskønnes.⁵

Eltransmissionsnettet skal løbende udbygges og tilpasses i takt med indpassningen af de store mængder vedvarende energi. For at gøre det muligt at integrere markant mere vindkraft i elsystemet, skal blandt andet 400 kV-højspændingsledningen mellem Kassø i Sønderjylland og Tjele i Midtjylland erstattes med en ny

⁵ Fra politisk side ønskes Kabelhandlingsplanen gennemført over en 20-års-periode med en prioritering af større byområder inden 2020, hvilket vurderes som realistisk.

såkaldt tosystemsforbindelse, der øger nettets overføringsevne.

Forstærkning og opgradering af handelskapaciteten til udlandet er en vigtig faktor for at opretholde forsyningsikkerheden og for at skabe et velfungerende internationalt elmarked.

Energinet.dk er involveret i en række projekter, der har til hensigt at øge kapaciteten på de elektriske forbindelser mod vore nabolande:

- Udvidelse af den elektriske Skagerrak-forbindelse med en fjerde pol med en kapacitet på ca. 700 MW.
- Forstærkning og opgradering af handelskapaciteten mellem Tyskland og Jylland i begge retninger til en kapacitet på 1.500/2.000 MW i henholdsvis nord- og sydgående retning.
- Etablering af COBRA Cable mellem Holland og Danmark. Der arbejdes i planlægningsfasen med en kapacitet på 600-700 MW.
- Etablering af en mulig international netløsning ved Kriegers Flak, der udover at fungere som nettilslutning af havvindmølleparker skaber en øget mulighed for udveksling af elektricitet mellem Tyskland, Sverige og Danmark.

Energinet.dk har ansvaret for nettilslutningen af nye havvindmølleparker. I 2009 har Energinet.dk arbejdet på tre nettilslutningsprojekter:

- Horns Rev 2 med en kapacitet på 209 MW, der blev tilsluttet i april 2009
- Rødsand 2 med en kapacitet på 208 MW, der forventes tilsluttet i maj 2010
- Anholt, som med en kapacitet på 400 MW bliver Danmarks største havvindmøllepark, forventes tilsluttet inden udgangen af 2012.

Arbejdet med etableringen af den elektriske Storebæltsforbindelse forløber planmæssigt, og forbindelsen forventes idriftsatt i efteråret 2010. Etableringen af Storebæltsforbindelsen vil skærpe konkurrencen på elmarkedet, og omkostningerne til at drive det danske elsystem vil falde. Samtidig vil det kommende Storebæltskabel give en mere sikker elforsyning, da det giver adgang til deling af reserver på tværs af Storebælt.

3.1 Nye retningslinjer – ny, langsigtet netstruktur

Elinfrastrukturudvalget fremlagde i april 2008 "Teknisk redegørelse om den fremtidige udbygning og kabellægning i eltransmissionsnettet". Udvalget

havde til opgave at udarbejde en teknisk redegørelse for det samlede udbygningsbehov og de opgaver, som elinfrastrukturen skal løse med hensyn til indpasning af vedvarende energi og decentral elproduktion, opretholdelse af forsyningssikkerheden og facilitering af elmarkedet.

Den 4. november 2008 indgik partierne bag energiaftalen af 21. februar 2008 en aftale om nye retningslinjer for den fremtidige udbygning af det overordnede eltransmissionsnet i Danmark. Aftalen tog udgangspunkt i de udbygningsprincipper, som forinden var præsenteret i Elinfrastrukturrapporten med det såkaldte princip C som grundlag for forligsaftalen.

Hovedindholdet i aftaleteksten er:

400 kV-nettet

Sigtet er, at i takt med, at udviklingen i forsyningssikkerhed, teknologi og samfundsøkonomi gør det muligt, skal alle 400 kV-forbindelser anlægges i jorden frem for på master. Der er et aktuelt behov for at opgradere/udskifte følgende, eksisterende 400 kV-luftledninger:

- Kassø-Tjele opgraderes med nye 400 kV-luftledninger med plads til to ledningssystemer på master i nyt design på en ca. 170 km lang strækning (forventet 2012-2014).
- Revsing-Endrup. Der ophænges yderligere et 400 kV-system på eksisterende masterække på en ca. 30 km lang strækning (forventet 2016).
- Kassø-tysk grænse. Eksisterende 220 kV-luftledning ombygges til en ny 400 kV-luftledning på master i nyt design, længden på denne strækning er ca. 30 km (forventet 2016-2018).

Disse tre projekter kan igangsættes til idriftsættelse i de nævnte år.

132-150 kV-nettet

Nye 132 kV- og 150 kV-forbindelser etableres i kabler i jorden. Det eksisterende 132-150 kV-net kabellægges i henhold til en sammenhængende kabelhandlingsplan.

Under 100 kV

Nye forbindelser etableres i kabler. En tredjedel af distributionsnettet på 30-60 kV-niveau og hovedparten af distributionsnettet på lavere spændingsniveauer er kabellagt i dag. Kabellægning af det resterende distributionsnet under 100 kV skal fortsætte.

3.2 Kabelhandlingsplan 132-150 kV

På baggrund af de nye retningslinjer for udbygning af transmissionsnettet udarbejdede Energinet.dk i samarbejde med de regionale transmissionsselskaber og By- og Landskabsstyrelsens miljøcentre "Kabelhandlingsplanen for 132-150 kV", som blev fremlagt for energiforligskredsen i marts 2009.

Planen omfatter et bud på, hvordan en fuld kabellægning af 132-150 kV-nettet kan foretages over en 30-års-periode. Fra politisk side ønskes Kabelhandlingsplanen dog gennemført over en 20-års-periode med en prioritering af større byområder inden 2020, hvilket vurderes realistisk.

Planen skal opfattes som første skridt i en løbende planlægningsproces, hvor detailkendskab til de enkelte projekter og ændrede prioriteter og forudsætninger vil påvirke den faktiske kabellægning. Det er desuden væsentligt at bemærke, at kabellægningen og i særdeleshed nedtagningen af eksisterende luftledninger skal foregå, så forsyningssikkerheden har højeste prioritet.

Den samlede plan omfatter nedtagning af ca. 3.200 system-km⁶ 132-150 kV-luftledninger og udlægning af ca. 2.900 km nye 132-150 kV-kabler.

Kabellægningen vil som udgangspunkt blive prioriteret ud fra det økonomisk optimale tidspunkt for nedtagning af luftledningerne, som er defineret som det tidspunkt, hvor luftledningerne står

⁶ En luftledning på 10 km med to systemer ophængt har 20 system-km.

over for en gennemgribende og omkostningskrævende renovering. Der er i de regionale transmissionsselskaber foretaget en vurdering af det økonomisk optimale nedtagningstidspunkt for hver enkelt luftledningsstrækning, baseret på restlevetiderne af de enkelte delkomponenter.

Strukturen af det nuværende eltransmissionsnet er oprindeligt baseret på placeringen af de centrale kraftværker i forhold til forbrugerne i by- og industriområder. Det nye transmissionsnet er tilpasset den fremtidige udbygning med vedvarende energi, herunder havmølleparker og en forventet, øget anvendelse af el til varme og transport. Det planlagte, fremtidige, omstrukturerede og kabellagte 132-150 kV-net er sammen med det forstærkede 400 kV-net vist i figur 6.

Det kabellagte 132-150 kV-net er designet i henhold til de gældende netdimensioneringsregler og på baggrund af en forudsat udvikling i elforbrug, elproduktion og udveksling med udlandet i perioden til 2025 og med sigte mod 2040.

3.3 Forskønnelsesprojekter i 400 kV-nettet

Energinet.dk og By- og Landskabsstyrelsens miljøcentre i Århus, Odense og Roskilde afleverede i foråret 2009 en plan for forskning af det eksisterende 400 kV-højspændingsnet til klima- og energiministerens.

Energinet.dk og de tre miljøcentre har screenet hele 400 kV-højspændingsnettet og indledningsvis vurderet 22 strækninger som potentielle for forskning. Seks strækninger anbefales til forskning. Ved fravalg af de øvrige 16 projekter er der blandt andet taget højde for, om strækningen efter en eventuel forskning fortsat vil være præget af andre ledninger og tekniske anlæg i landskabet.

Planen beskriver seks konkrete muligheder for at forskønne 400 kV-nettet på

Figur 7: Placeringen af de seks udvalgte forskønnelsesprojekter.



korte, udvalgte strækninger, hvor det eksisterende højspændingsnet medfører en særlig høj miljøpåvirkning. Ved vurderingen af miljøpåvirkningen er der set på påvirkninger for mennesker, planforhold, natur, landskab og kulturhistorie. Se figur 7.

Mulighederne for at forskønne højspændingsnettet er kabellægning over kortere strækninger, udskiftning af eksisterende højspændingsmaster med master i nyt design og justering af tracé (linjeføring) over kortere afstande.

De seks anbefalede projekter til forskning er:

- Aggersund ved Limfjorden
- Årslev Engsø ved Århus

- Vejle Ådal
- Lillebælt
- Roskilde Fjord
- Kongernes Nordsjælland – nationalpark

På de seks lokaliteter er der 11 tekniske løsningsmuligheder. Energinet.dk har fået energiforligskredsens opbakning til at realisere de seks forskønnelsesprojekter, som har en samlet pris på 1-2 mia. kr. – afhængig af, hvilke tekniske løsninger der vælges til projekterne. En endelig stillingtagen til, hvilken teknisk løsning der skal realiseres på de enkelte lokaliteter, forventes at foreligge inden udgangen af 2009.



3.4 Øget anvendelse af lange vekselstrømskabler

Energinet.dk har taget initiativ til igangsættelse af et projekt, der sigter mod at udvikle og implementere teknologi til øget anvendelse af lange vekselstrømskabler. Projektet vil søge operationelle løsninger på de store, tekniske og økonomiske udfordringer i forbindelse med øget kabellægning i 400 kV-nettet.

Projektet er iværksat blandt andet med det formål at finde løsninger, der kan anvendes ved kabellægningen af den første længere 400 kV-strækning, som planlægges kabellagt i Nordvestsjælland.

3.5 Minimering af nettab i eltransmissionsnettet

Den væsentligste faktor for energiforbruget ved transmission af el er nettabet. Nettabet i 2008 var på 2,3 procent i Østdanmark og 2,4 procent i Vestdanmark, hvilket svarer til et samlet tab i transmissionsnettet på 845 GWh. Energinet.dk arbejder sammen med Aalborg Universitet i et projekt om minimering af nettabet i eltransmissionssystemet, herunder optimering af eltransmissionsnettets reaktive effektkompensering. Der er i forbindelse med projektet udvalgt strækninger i 150 kV-transmissionsnettet, hvor det er økonomisk rentabelt at opsætte en anden type leder, som har et lavere tab.

3.6 Storebæltsforbindelsen

Energinet.dk er i gang med at etablere en elektrisk forbindelse mellem Øst- og Vestdanmark. Forbindelsen kaldes Storebæltsforbindelsen og går fra Herslev på Sjælland til Fraugde på Fyn og etableres som en jævnstrømsforbindelse med en kapacitet på 600 MW. I Herslev og Fraugde tilsluttes forbindelsen til det overordnede transmissionsnet på 400 kV. Anlægsarbejdet gik i gang i foråret 2008 og vil strække sig frem til 2010. Den elektriske Storebæltsforbindelse forventes idriftsat i efteråret 2010.

Etablering af den elektriske Storebæltsforbindelse vil give en række samfundsøkonomiske gevinster. Disse gevinster

opstår dels ved den markedsbaserede udveksling af elektricitet mellem Øst- og Vestdanmark, og dels ved en forbedret konkurrence på engrosmarkedet for el. Herudover vil forbindelsen gøre det muligt at dele en række af de reserver, der i dag opretholdes i henholdsvis Øst- og Vestdanmark til at kompensere for driftsforstyrrelser i elsystemet. Samlet set forventes Storebæltsforbindelsen desuden at medføre en forbedret forsyningssikkerhed i Danmark.



3.7 Udlandsforbindelser

Udlandsforbindelser spiller sammen med anvendelse af indenlandske virkemidler en central rolle i forhold til at kunne indpasse store mængder fluktuerende vedvarende energi. Øget kapacitet på udvekslingsforbindelserne muliggør en stadig tættere integration af elmarkederne, der er omdrejningspunktet for at sikre, at elektriciteten altid produceres, hvor det er billigst, og forbruges der, hvor den har størst værdi.

EU-Kommissionen har en ambition om, at der med tiden skal skabes et grænseløst indre marked for elektricitet til fordel for indpasning af vedvarende energi, forsyningssikkerheden og en effektiv konkurrence på elmarkederne. Stærkere forbindelser mellem områderne er centrale for at realisere denne vision.

Energinet.dk arbejder aktuelt med fire konkrete projekter, der har til hensigt at øge udvekslingskapaciteten mellem Danmark og vores nabolande. Projekterne beskrives i de følgende afsnit.

3.7.1 Skagerrak 4

Skagerrak 4 er et af de fem såkaldte prioriterede snit, som de nordiske TSO'er besluttede at udbygge i 2004. Energinet.dk's og Statnetts bestyrelser besluttede i hen-

holdsvis maj og juni 2008 at søge myndighedernes tilladelse til at udvide den elektriske Skagerrakforbindelse med en fjerde pol, Skagerrak 4.

Energinet.dk har i september 2008 fremsendt ansøgning til Klima- og Energiministeriet samt i sommeren 2009 igangsat den lokale myndighedsbehandling i de fire kommuner, som ventes berørt af projektet. Tilsvarende har Statnett foretaget en indmelding til de norske myndigheder efteråret 2008 og i november 2009 indgivet ansøgning om koncession til de norske myndigheder. Den endelige investeringsbeslutning forventes truffet i begge selskaber i sidste halvår af 2010.

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. Dette fører samlet set til en højere forsyningssikkerhed.

Skagerrak 4 vil få en overføringskapacitet på ca. 700 MW og tilsluttes på 400 kV i Tjele i Danmark og i Kristiansand i Norge. Det forventes, at forbindelsen kan sættes i drift med udgangen af 2014.

3.7.2 Øget kapacitet Jylland-Tyskland

I februar 2008 underskrev Energinet.dk og transpower Stromübertragungs gmbh (tidligere E.ON Netz) 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. Ifølge hensigtserklæringen er det også intentionen at opgradere forbindelsen yderligere til mindst 2.500 MW i begge retninger i 2017.

En forøgelse af handelskapaciteten mellem Jylland og Tyskland indgår som en del af EU-Kommissionens "Priority Interconnection Plan" for TEN-projekter (Trans European Network). Kapacitetsforøgelsen er dermed et af de projekter,

som EU-Kommissionen betragter som et nøgleelement for at skabe et velfungerende indre elmarked.

I sommeren 2009 blev der udført en udbudsrunde for projektet, og Energinet.dk har modtaget tilbud fra producenterne af de tværspændingstransformere, der er nødvendige for at gennemføre opgraderingen. Der forventes ved udgangen af november 2009 at blive givet en ordre på tværspændingstransformerne, som i så fald vil kunne blive leveret og installeret ultimo 2011.

Der skal ligeledes foretages en opgradering af 400 kV-luftledningerne med højtemperaturledere for at opgradere dem til 1.500 MW pr. system. Dette projekt er vedtaget i Danmark og indstillet til myndighederne i Tyskland. Projektet forventes implementeret ultimo 2011.

3.7.3 COBRA Cable

COBRA Cable-projektet undersøger potentialet i at etablere en forbindelse mellem Danmark og Holland med en kapacitet på 600-700 MW. Det vurderes, at COBRA Cable vil bidrage positivt til muligheden for en effektiv indpasning af store mængder vindkraft i de danske og hollandske elsystemer. Ligeledes vil forbindelsen mellem Holland og Danmark skabe en bedre kobling mellem det nordiske og det nordeuropæiske elmarked (Day-ahead- og regulerkraftmarked) uafhængigt af flaskehalse i det nordtyske transmissionsnet. Endelig vil forbindelsen medvirke til en forbedret forsyningssikkerhed i såvel Holland som Norden.

Energinet.dk og TenneT (den hollandske TSO) indledte i efteråret 2008 et samarbejde omkring undersøgelse af mulighederne for etableringen af en jævnstrømsforbindelse på 600-700 MW mellem Danmark og Holland. Resultaterne af undersøgelse blev præsenteret for bestyrelserne i begge selskaber i marts måned 2009 i form af en business case, som blev accepteret i begge selskaber.



Forbindelsen projekteres naturligt som en jævnstrømsforbindelse, og i projektet undersøges både muligheden for en konventionel HVDC-forbindelse og en HVDC-forbindelse, der er baseret på VSC⁷-teknologien.

Sidstnævnte teknologi er interessant i relation til et fremtidigt offshorenät til tilslutning af offshore vindkraft og øget integration af de europæiske elmarkeder. HVDC VSC-teknologien har samtidig en række systemmæssige egenskaber i relation til systemtjenester, fx dynamisk spændings- og Mvar-regulering, som det kendes fra de centrale kraftværker.

Energinet.dk undersøger forskellige, potentielle nettilslutningspunkter for COBRA Cable, hvor 400 kV-stationerne Endrup og Revsing umiddelbart vil være at foretrække set i lyset af ilandføringsmulighederne af kablet samt den forventede fremtidige struktur for 400 kV-nettet.

⁷ Voltage Source Converter

I forbindelse med undersøgelserne af mulighederne for etableringen af COBRA Cable er der indsendt en ansøgning til European Economic Plan for Recovery, Offshore Wind Energy (OWE), som vedrører en medfinansiering af hele projektet med op til 86 mio. EUR, hvis det fulde beløb for ansøgningerne imødekommes.

3.7.4 Kriegers Flak

Området ved Kriegers Flak i Østersøen har potentiale som lokation for fremtidige havmølleparker. Det relativt lavvandede flak er delt i et dansk, svensk og tysk område, og havmølleparker overvejes i alle tre områder. Det er dog indtil videre kun fra tysk side, at der er truffet beslutning om etablering af havvindmølleparker ved Kriegers Flak.

Hvis det også besluttes at opføre havvindmølleparker på den danske og svenske del af flakket, giver det en mulighed for at sammentænke ilandføringen af alle tre landes parker i en kombineret, in-

ternational løsning, som også udvider udvekslingskapaciteten mellem Norden og Kontinentet. En kombineret løsning forventes at give et markant positivt bidrag til forsynings sikkerheden i Østdanmark og i Sydsverige sammenlignet med en ren national ilandføringsløsning.

Energinet.dk har i samarbejde med Svenska Kraftnät og tyske Vattenfall Europe Transmission gennemført en undersøgelse af mulighederne for at lave en kombineret, international netløsning ved Kriegers Flak. Hovedkonklusionen i rapporten er, at en international løsning ser ud til at være bedre end separate, nationale løsninger.

Årsagen til dette ligger i den samfundsgevinst, der kan opnås, når elmarkedet i området styrkes via stærkere forbindelser mellem Danmark, Sverige og Tyskland. Hvis kablerne til havmølleparkerne kun bruges til ilandføring af vindmøllestrøm, så benyttes kablerne under halvdelen af tiden i gennemsnit. Hvis der la-

ves en kombineret netløsning, så vil denne overskudskapacitet kunne benyttes til at udveksle energi mellem landene, så samspillet mellem vindkraft, vandkraft og andre energikilder kan udnyttes.

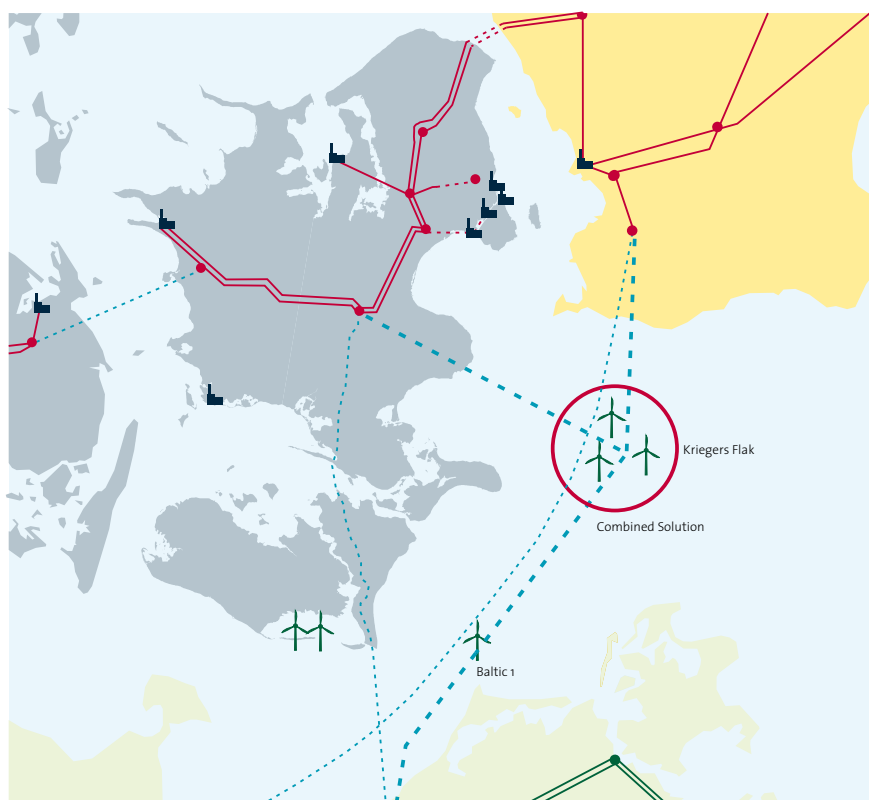
Rapporten indeholder desuden en præsentation af mulige, tekniske koncepter samt en kortlægning af udfordringer for et sådant projekt. De tre TSO'er har i fællesskab besluttet at intensivere samarbejdet omkring Kriegers Flak og næste fase af projektet er i gang.

Projektet er ambitiøst, og udfordringerne ligger i at skabe tekniske og markeds-mæssige løsninger på tværs af landegrænserne og i overensstemmelse med nationale og internationale regler. Netop af den grund er der meget stor opmærksomhed omkring Kriegers Flak-projektet. På det tekniske område ligger fokus på en multiterminalforbindelse baseret på den nye type jævnstrømsteknologi (HVDC VSC). Det er netop denne teknik, som også er i tankerne, når der overvejes store offshorenets i Nordsøen. Tilsvarende vil løsningerne på de andre udfordringer ved et international Kriegers Flak-projekt være med til at åbne mulighederne for meget større og mere komplekse projekter i fx Nordsøen.

Det vil være naturligt at vælge 400 kV-stationen i Bjæverskov på Sjælland som tilslutningspunkt, hvis der bygges vindkraft på den danske del af Kriegers Flak. For Danmark vil det være en fordel at øge den geografiske spredning af vindkraften. Herved kan det fluktuerende produktionsbidrag fra vindkraften i Vest og Østdanmark i nogen grad udlignes. Desuden mindskes risiko og konsekvens af samtidige udfald af store mængder vindkraft, når kraftige vindfronter passerer Danmark.

Hvis der vælges en kombineret, international løsning ved Kriegers Flak, opnås samtidig en forstærkning af forbindelsen mellem Sjælland og det omkringliggende områder. En kombineret netløsning ved Kriegers Flak vil dermed kunne bidrage til en forbedret forsyningssikker-

Figur 8: Placering af Kriegers Flak-projektet i farvandet mellem Sverige, Tyskland og Danmark.



hed i specielt Østdanmark og Sydsverige sammenlignet med en ren national ilandføringsløsning.

Der er ikke truffet beslutning om at gennemføre en international løsning ved Kriegers Flak, selv hvis alle tre lande skulle beslutte at udnytte potentialet for etablering af havvindmøller på flakket. En beslutning om en international løsning vil først kunne besluttet, når de igangværende, detaljerede analyser er afsluttet. Desuden er det også afgørende for projektet, hvornår der eventuelt træffes beslutninger angående selve havmølleparkerne på den danske, svenske og tyske del af Kriegers Flak.

EU ser en kombineret, international netløsning ved Kriegers Flak som et banebrydende pilotprojekt af stor vigtighed i Europas bestræbelser på at nå klimamålene for 2020. Der blev derfor afsat en øremærket pulje på 150 mio. EUR i programmet for økonomisk genopretning på energiområdet netop med det formål

at fremme en international løsning ved Kriegers Flak. De tre TSO'er har indsendt en fælles ansøgning til genopretningsprogrammet i juli 2009, som er indstillet til godkendelse.

3.8 Yderligere perspektiver for offshorenets

Udvikling af fælles offshorenets, som beskrevet ovenfor i forbindelse med Kriegers Flak, er en mulighed for at opnå en højere udnyttelse af vindkraftressourcer, som for enkelte nationer vil være forholdsvis dyre at udnytte. Ved offshorenets opnås ud over muligheden for at balance elsystemet i et større område også muligheden for yderligere integration af de europæiske elmarkeder.

Ud over den nævnte mulighed omkring Kriegers Flak i Østersøen er der også muligheder for udvikling af et stort North Sea Grid. EU-Kommissionen har stort fo-



kus på denne mulighed, som blandt andet behandles i "2nd Strategic Energy Review", som Kommissionen udgav i november 2008.

3.9 Nettilslutning af havmølleparker

Energinet.dk har til opgave at sørge for, at nye havvindmølleparker bliver tilsluttet elnettet. Energinet.dk har i 2009 etableret en offshore transformerplatform og tilsluttet søkablet fra Horns Rev 2 med transmissionsnettet på land. Horns Rev 2 har en kapacitet på 209 MW og består af 91 vindmøller.

Elproduktionen fra Rødsand 2 skal føres i land via en offshore transformerplatform og et ca. 10 kilometer langt søkabel til en transformerstation på Lolland. Ilandføringsanlæggene forventes at blive sat i drift i slutningen af maj 2010, mens

opførelsen af de 90 vindmøller ventes at være afsluttet ved udgangen af 2010. Rødsand 2 får en kapacitet på 208 MW.

Energinet.dk skal endvidere etablere den transformerplatform, der skal opsamle strømmen fra den 400 MW store havvindmøllepark ved Anholt samt det søkabel, der skal føre strømmen i land.

Hvis det besluttet at etablere ilandføringsanlægget med et spændingsniveau på 150 kV, skal det regionale transmissionsselskab i området anlægge det landkabel, som skal forbinde søkablet med det eksisterende elnet på land. Vælges der derimod et anlæg på 220 kV, er det Energinet.dk, der også skal anlægge landkablet frem til det eksisterende elnet. Beslutningen om spændingsniveau for landkablet forventes truffet i begyndelsen af 2010.

Energistyrelsen sendte vindmølleparken i offentligt udbud den 30. april 2009. Fristen for udbuddet er 7. april 2010.

I forbindelse med Anholt havmølleparken har Energistyrelsen som noget nyt bedt Energinet.dk om at sørge for at udarbejde VVM-undersøgelse og andre relevante undersøgelser. Dette arbejde og den efterfølgende offentlige høring vil blive afsluttet, og resultaterne offentliggjort, inden bud skal afgives.

Den nye havmøllepark ved Anholt bliver med sine 400 MW Danmarks største og ca. dobbelt så stor som parkerne Horns Rev 2 og Rødsand. Havvindmølleparken ved Anholt forventes nettilsluttet inden udgangen af 2012.

4. Systemudvikling

Det danske energisystem står over for et paradigmeskifte. Energisystemet skal omstilles og nytænkes, så de store mængder af vedvarende energi kan integreres effektivt. Energinet.dk forventer, at elsystemet vil blive omdrejningspunktet for denne forandring på grund af den store rolle, som vindkraft vurderes at spille i bestræbelserne på at nå de klima- og energipolitiske mål.

Der er således stort potentiale i at omlægge en større andel af det danske energiforbrug, blandt andet på varme- og transportområdet, til elbaserede løsninger, sådan som også Dansk Energi har påpeget i deres debatoplæg "Power to the people" fra foråret 2009. Dette vil kunne skabe et dynamisk og fleksibelt sammenhængende energisystem, som understøtter indpasningen af store mængder vedvarende energi i elsystemet og realiserer de klima- og energipolitiske målsætninger.

Også fjernvarmesektoren bliver en helt central spiller i denne omstilling, da denne sektor rummer store potentialer for at understøtte de politiske målsætninger på klima- og energiområdet, som det blandt andet er dokumenteret i Dansk Fjernvarmes analyse "Varmeplan Danmark" fra 2008.

Energinet.dk's rapport fra marts 2009 "Effektiv anvendelse af vindkraftbaseret el i Danmark" peger på de potentialer, som intelligent samspil mellem elbiler, varmepumper og elsystemet har for at kunne anvende store mængder vindkraft i elsystemet og reducere CO₂-udledningerne uden for de kvoteomfattede sektorer. Der findes naturligvis i tillæg til varmepumper og elbiler en række andre teknologier, så som elpatroner, biogas, biomasse og flydende biobrændstoffer, der er centrale for rea-

lisering af de klima- og energipolitiske målsætninger.

Energinet.dk deltager i forskellige roller i blandt andet følgende samarbejder, som alle stiler mod at skabe et effektivt samspil mellem elsystemet og varme- og transportsektorerne:

- EDISON-projektet, der er i gang med at udvikle de tre infrastrukturer, der er nødvendige for at få en stor udbredelse og intelligent indpasning af elbiler i energisystemet; energisystemets infrastruktur, kommunikationens infrastruktur og betalingens infrastruktur.
- Samarbejde med NRGi og Dansk Energi om konsekvenser for distributionsnettet ved udbredelse af elbiler.
- Via ForskEL-midlerne og i samarbejde med Varmeplan Århus støttes en undersøgelse af samspillet mellem vindkraft, store varmepumper og elmarkedet.
- I samarbejde med Energistyrelsen og Elsparefonden forventer Energinet.dk at igangsætte et større projekt i 2010, der skal undersøge forskellige elmarkedsløsningers effektivitet over for driften af individuelle varmepumper.

Det er en væsentlig opgave i forhold til udvikling af det danske elsystem at skabe fleksibilitet i elforbruget, så forbruget i højere grad tilpasses udbuddet af elektricitet. I arbejdet med SmartGrids i fremtidens elsystem inddrager Energinet.dk alle elementer i systemet fra producenter, store som små, nettet og forbrugerne.

Energinet.dk arbejder konkret med:

- Udvikling af koncept for fremtidens elsystem, der har til formål at tegne en samlet dansk plan for, hvordan det danske elsystem skal styres frem mod år 2025.



- Celleprojektet, der har til formål at gennemføre en fuldskala demonstration af et nyt intelligent styrings-, regulerings- og overvågningskoncept i et konkret netområde i samarbejde med SYD ENERGI Net.
- EcoGrid, der er rammen om både en dansk og europæisk forsknings- og udviklingsaktivitet, der har til formål at udvælge og afprøve virkemidler for driften af et elsystem med op til 50 procent vedvarende energi.
- TWENTIES-projektet, der har til formål at udvikle nye model- og driftsstøtteværktøjer for et regionalt elsystem med meget stor indføddning af el fra store vindmølleparker.

4.1 Intelligent styret elforbrug

Med en stigende andel af vedvarende energi – især vindkraft – i elsystemet, øges behovet for et mere fleksibelt elsystem. Elbiler, elpatroner og varmepumper er eksempler på nye typer intelligent styret elforbrug, der samtidigt rummer stor fleksibilitet. Energinet.dk indgår derfor i en række udviklings- og demonstrationsprojekter, der undersøger mulighederne for at udvikle det intelligente elforbrug i Danmark.



4.1.1 Stor varmepumpe til Varmeplan Århus

Energinet.dk støtter via ForskEL-programmet projektet "Analyse af kombinationen af vindkraft og varmepumpe til Varmeplan Århus". EA Energianalyse varetager projektledelsen. Formålet med dette projekt er at analysere værdien af forskellige vind-varmepumpe-løsninger i Århus. Projektet undersøger, hvordan en 50 MW_{el}/150 MW_{varme} varmepumpe vil kunne udnyttes i systemet. Den optimale anlægsstørrelse kan dog først fastlægges efter nærmere udredninger.

Samspillet mellem varme- og elsystemerne er påvirket af mængden af vindkraft i Danmark, men også mængden af vindkraft i nabolande og forhold som brændselspriser, transmissionskapacitet til nabo-områder, og hvilke øvrige produktionsteknologier, der findes i det samlede system. I forhold til elsystemet analyseres både Day-ahead (Elsport) og intraday-markederne (Elbas og regulerkraftmarkedet).

Projektet i Århus kan blive modelsættende for udviklingen af el til varme i store centrale fjernvarmesystemer. 60 procent af danske boliger er opvarmet med fjernvarme. Potentialet for at omsætte vedvarende energi fra elsystemet til varme er stort. Formentlig vil de store, centrale varmepumpe- og elpatron løsninger blive de mest rentable.

4.1.2 Intelligent styrede varmepumper på husstands niveau

Energinet.dk forventer i 2010 sammen med Energistyrelsen og Elsparafonden

at igangsætte et større projekt, som demonstrerer intelligent sammentænkning af el og varme.

Projektet er et storskala projekt, hvor forskellige elmarkeds-løsningers effektivitet over for driften af individuelle varmepumper, deres samspil med elsystemet og forbrugernes præferencer demonstreres. Effekten skal måles direkte op imod en referencesituation uden tilpasning til elmarkedet.

Formålet med demonstrationsprojektet er at give anbefalinger til brugerinddragelse, styringsstrategi og markedshåndtering for individuelle varmepumper tilkoblet elnettet.

Projektet sigter på at få udviklet en "åben" styre-enhed, der kan danne grundlaget for at fastlægge kommunikationsstandarder mellem elsystem og elmarked på den ene side og standarder for styring af det tilkoblede varme anlæg på den anden side. På denne måde vil også eksisterende anlæg kunne bringes til at agere prisfleksibelt.

Projektet skal komme med anbefalinger til markedshåndtering og kommunikationsstandarder for styringsautomatik.



4.1.3 EDISON-projektet

EDISON-elbilprojektet (Electric vehicles in a Distributed and Integrated market using Sustainable energy and Open Networks) vil udvikle de tre infrastrukturer, der er nødvendige for at få en stor udbredelse og intelligent indpasning af elbiler i elsystemet.

De tre infrastrukturer er:

- Det lokale elnet skal kunne levere el til opladning af elbilernes batterier.

- Der skal etableres en kommunikationsinfrastruktur, så der er direkte kommunikation mellem den enkelte ladestander (elbilen) og elsystemet.
- Der er behov for en betalingsinfrastruktur. Bilejere skal kunne oplade deres elbil på vilkårlige ladestander og få elkøbet faktureret korrekt på egen elregning hos den elleverandør eller energileverandør, som bilejeren har valgt.

EDISON-projektet har populært sagt til formål at få undersøgt, udviklet og afprøvet mest muligt inden for elbilområdet. I projektet er indeholdt demonstration på Bornholm i 2011 med anvendelse af et større antal elbiler. Energinet.dk støtter via ForskEL-midler EDISON-projektet, som ledes af Dansk Energi. Læs mere på www.edison-net.dk

4.1.4 Distributionsnettet og elbiler

For at sikre en helhedsorienteret tilgang til den intelligente integration mellem elbil og elsystem, deltager Energinet.dk også i et projektsamarbejde med netselskabet NRGi og Dansk Energi med henblik på at vurdere, hvilken konsekvens en udbredelse af elbiler kan få for distributionsnettet. I projektet analyseres forhold vedrørende ledig kapacitet til forsyning af elbiler under hensyn til belastning af kabler og opretholdelse af tilfredsstillende spændingskvalitet.

Ved en intelligent integration af elbilen i et fremtidigt SmartGrid kan risikoen for overbelastning af elnettet reduceres væsentligt. Viden fra projektet er helt centralt i strategien for både fremtidens SmartGrid-løsninger og udrulning af en intelligent infrastruktur til elbiler. Projektet forventes afsluttet med udgangen af 2009.

4.2 SmartGrids

SmartGrids er intelligente elsystemer, der i modsætning til de elsystemer, der kendes i dag, er i stand til at håndtere store andele af vedvarende energi og ud-

præget decentral elproduktion, som ikke kan styres centralt. I et SmartGrid kendes retningen af energiflowet ikke på forhånd på grund af de mange decentraliserede produktionssteder. Der er derfor behov for at kunne håndtere mange data og målinger i forbindelse med SmartGrids.

Nutidens adgang til mere præcise matematiske modeller for elnettet, stor computerkraft og bedre måleudstyr gør det allerede nu muligt for visse dele af det europæiske elnet at fungere som SmartGrids (fx hvor jævnstrømsforbindelser kobler forskellige elnet sammen). Inden for rammerne af udvikling af koncept for styring af fremtidens elsystem arbejder Energinet.dk med en række udviklingsprojekter, der beskrives i afsnittene herunder.

4.3 Koncept for styring af fremtidens elsystem

Energinet.dk har igangsat projektet "Koncept for styring af elsystemet", der skal tegne en samlet dansk plan for, hvordan en robust og fleksibel løsning for styring af det danske elsystem skal udvikles frem mod 2025. De overordnede rammer for projektet er at muliggøre, at vindkraft kan udgøre 50 procent af den danske elproduktion i 2025, hvor forsyningssikkerheden stadig er høj, og markederne faciliterer integrationen af vindkraft.

Projektet vil i 2011 resultere i et samlet koncept med tilhørende køreplan, som beskriver de nødvendige aktiviteter for implementeringen frem mod 2025. Konceptet udvikles, så det er robust og tilstrækkeligt fleksibelt til at fungere, hvis de forventede udfordringer ændrer sig i perioden.

De vigtigste fokusområder i projektet er:

- Standardisering af kommunikation samt styring af forbrug og produktion for at sikre en åben og lige adgang for alle markedsaktører.
- Intelligent aktivering af forbrug både i elmarkedet og som automatiske reserver for elsystemet.

- Intelligent aktivering af distribueret produktion i forhold til elmarkedet.
- Optimal udnyttelse af elnet gennem forbedret måling og overvågning samt effektiv brug af lokal elproduktion og -forbrug.

Arbejdet med udviklingen af koncepterne for styring af fremtidens elsystem forudsætter et tæt samarbejde om principperne mellem Energinet.dk og branchens aktører.

Med store mængder vindkraft og nye, store fleksible forbrug som fx elbiler, elpatroner og varmepumper i elsystemet vil der være et stigende behov for at disse nye ressourcer og de ændrede forbrugsmønstre i de lokale distributionsnet effektivt understøtter anvendelsen af vindkraften samt balanceringen af elsystemet. Det betyder, at der er behov for langt højere grad af fleksibilitet i elsystemet fremover. Denne fleksibilitet kan kun opnås ved en intelligent styring af både produktions- og forbrugsenheder, så de bidrager til balancering af elsystemet.

4.3.1 Celleprojektet

Formålet med celleprojektet er at udvikle, teste og gennemføre fuldskala demonstration i et fysisk netområde af et nyt intelligent styrings-, regulerings-, og overvågningskoncept til det danske elsystem. Udbyttet af celleprojektet og andre relevante udviklingsprojekter skal sikre, at den høje forsyningssikkerhed og det velfungerende marked opretholdes i takt med, at regeringens vision om en markant øget indpasning af vedvarende energi materialiserer sig i de kommende årtier.

Celleprojektet gennemføres i tæt samarbejde med SYD ENERGI Net, i hvis netområde opbygning, test og demonstration af SmartGrid-konceptet foregår.

Status på celleprojektet i efteråret 2009 er:

- Den første prototype af celleregulatoren blev testet i delområde 1 ved Bil-

lund og Hejnsvig i oktober og november 2008. Formålet med testforløbet var at eftervise celleregulatorenns evne til at foretage automatisk import/eksport kontrol i paralleldrift (virtuel generator) og overgang til kontrolleret område-ø-drift. Testen blev gennemført med succes.

- Styrings- og overvågningssystemet vil være etableret i hele Holstedområdet ved udgangen af 2009, hvorefter der vil være adgang til online driftsmålninger fra samtlige anlæg i området.
- Udviklingen af nye funktionaliteter i celleregulatoren, der skal understøtte normal markedsdrift, skærpet drift og nøddrift, gennemføres i løbet af 2009 og 2010, så den endelige test kan gennemføres i 2011.

Udviklingen af celleregulatoren korrigeres løbende i forhold til udviklingen i elsystemet, så konceptet i størst mulig grad holdes åbent for nye produktions- og forbrugstyper så som brændselsceller, elpatroner, varmepumper og elbiler, der forventes at få markant øget udbredelse i de kommende år i Danmark.

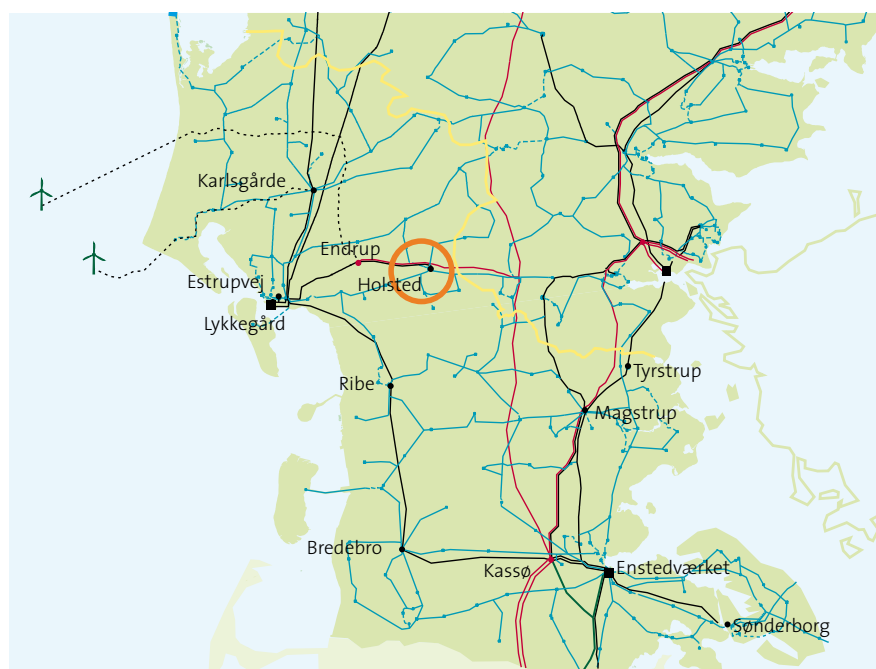
4.3.2 EcoGrid

EcoGrid er rammen om to forsknings- og udviklingsaktiviteter, en dansk EcoGrid.dk og en europæisk EcoGrid Europe. Begge aktiviteter har til formål at udvikle og afprøve virkemidler for driften af et elsystem med op til 50 procent vedvarende energi.

EcoGrid.dk er et samarbejde mellem 20 danske forskningsinstitutioner, virksomheder og konsulenter om identificering af mulige virkemidler, der kan komme på tale til drift og balancering af et elsystem, hvor op til 50 procent af elproduktionen kommer fra vedvarende energikilder – fortrinsvis fra vindkraft. Første del af arbejdet er afsluttet, og rapporteringen kan læses på www.ecogrid.dk

EcoGrid.dk er overgået til en ny fase, hvor nogle af analyserne og anbefalingerne fra første fase omfattes af mere dybdegående forskning og udvikling. Det

Figur 9: Placering af Celleprojektet inden for SYD ENERGI Net's driftsområde.



vil ske i form af eksterne projekter inden for rammerne af ForskEL-programmet fx projekter om lagring af el. Det vil også ske i form af interne ForskIN-projekter i Energinet.dk, fx projekter om PMU og WAMS (nye måleteknologier for elsystemets tilstand).

EcoGrid Europe er et paneuropæisk samarbejde om at gennemføre et fuldskala demonstrationsprojekt på Bornholm med afprøvning af nye regulerings teknologier, nye markedskoncepter og aktiv anvendelse af forbrug og små produktionsenheder til stabilisering af meget vindkraft i et elsystem med op til 50 procent vedvarende energi. Projektet søger en EU-bevilling under det 7. ramme program for forskning og vil med bevilling kunne starte primo 2011 og forløbe i 4 år. Projektet får deltagelse af spidskompetencer fra universiteter og virksomheder i Danmark og andre EU-lande. Læs mere om projektet på www.eu-ecogrid.net

4.3.3 TWENTIES

Energinet.dk er med i det såkaldte TWENTIES-projekt sammen med en række andre europæiske TSO'er, virksomhe-

der og forskningsinstitutioner. Fra Danmark deltager Energinet.dk og DONG Energy. Projektet har til formål at udvikle nye modelværktøjer og driftsstøtteværktøjer for et elsystem med meget stor indføddning af el fra store vindmølleparker og deres samdrift med termiske anlæg. Projektet forventes finansieret gennem EU's 7. ramme program for forskning. Under forudsætning af, at finansieringen kan tilvejebringes, starter projektet primo 2010 og slutter med udgangen af 2012.

4.4 Standardiseringsarbejdet

Til understøttning af fremtidens VE-baserede elsystem følger Energinet.dk standardiseringsarbejdet inden for nedenstående områder:

- Elbiler følges via Dansk Standard, arbejdsgruppe S-454. Mere specifikt dækker arbejdsgruppen områderne lade stationer samt datakommunikation mellem elbilen og ladesystemer. Det er alle nødvendige områder, hvis elbilen skal udnyttes optimalt set fra elsystemet. Arbejdsgruppen skal arbejde med udarbejdelse og kommentering af in-

ternationale standarder og har derfor stor indflydelse på det fremtidige koncept for elbiler.

- Derudover deltager Energinet.dk i EV-COM, der er en arbejdsgruppe med deltagelse af EURISCO, DONG Energy og Energinet.dk samt inviterede specialister fra elbilindustrien. Arbejdsgruppens målsætning er at udarbejde en generisk informationsplatform for dataudveksling mellem elbiler og elsystemet, der kan anvendes fremadrettet i forbindelse med implementeringen af et kommunikationssystem, når infrastrukturen til elbiler skal udbredes. Arbejdet ligger tæt op ad IEC standardiseringsarbejdet TC69/WG4 (Electrical Vehicle Conductive Charging System) og TC57/WG17 (Communications Systems for Distributed Energy Resources).

- **Kommunikation** følges via Dansk Standard, arbejdsgrupperne S-557 samt S-588. Arbejdsgruppen S-557 arbejder bredt med styring af kraftsystemer og kommunikation med alle typer elproducerende anlæg. Arbejdsgruppens arbejde har stor indflydelse på det fremtidige koncept for kommunikationsinfrastrukturen, herunder fælles internationale regler for styring af elnettet og kommunikation til distribuerende elproducerende anlæg med undtagelse af vindmøller. S-588-arbejdsgruppen omfatter elkvalitet og kommunikationsmæssige aspekter for vindmøller.

- **Forsyningssystemer** følges via Dansk Standard, arbejdsgruppe S-508. Forsyningssystemer er et meget bredt spektrum af interesseområder, der dækker alt fra udskrivning af elregninger til beskyttelse og kontrolsystemer af elforsyningsanlæg. Arbejdsgruppen dækker tilslutningspraksis i elsystemet, herunder fælles europæiske regler for nettilslutning af elproducerende anlæg. Arbejdsgruppens arbejde har stor indflydelse på de danske tilslutningsbetingelser, der dækker alle typer elproducerende anlæg.

5. Elforsyningssikkerhed

Det er en helt central opgave for Energinet.dk at bevare en 'intakt' forsynings-sikkerhed i den omstilling, der i disse år sker af elsystemet i retning af en stadig stigende andel af vedvarende energi. Der har historisk set været en høj grad af forsyningssikkerhed i Danmark med meget få systemfejl.

Med stigende mængder af fluktuerende vindkraft i elsystemet er der behov for at kunne undersøge virkningen af fx nye havmølleparker på forsyningssikkerheden. Til dette formål har Energinet.dk igangsat et internt udviklingsprojekt kaldet "Forsyningssikkerhedsprojektet".

Energinet.dk analyserer regelmæssigt forventningerne til fremtidens effekt- og energibalancer. Dette sker typisk i samarbejde med de systemansvarlige i vores nabo-områder. I Nordel-samarbejdet er der hvert år udarbejdet effekt- og energibalancer for situationen tre år ud i fremtiden samt bidrag til både egne og europæiske analyser på længere sigt.

Dette samarbejde fortsættes i rammen af ENTSO-E, hvor tilstrækkelighedsanalyser vil blive gennemført på både nationalt, regionalt og europæisk niveau. Danmark, Norge, Sverige, Finland, Estland, Letland, Litauen, Polen og Tyskland indgår i det regionale samarbejde, hvilket giver gode muligheder for sammenhængende analyser og planlægning for hele området.

Regionen er også interessant i europæisk sammenhæng på grund af sammensætningen i elektricitetsproduktionen og specielt på grund af den store og stadig voksende andel af vedvarende energikilder. Samspillet mellem disse forskellige systemer er vigtig for forsyningssikkerheden i hele området.

5.1 Effektbalancer

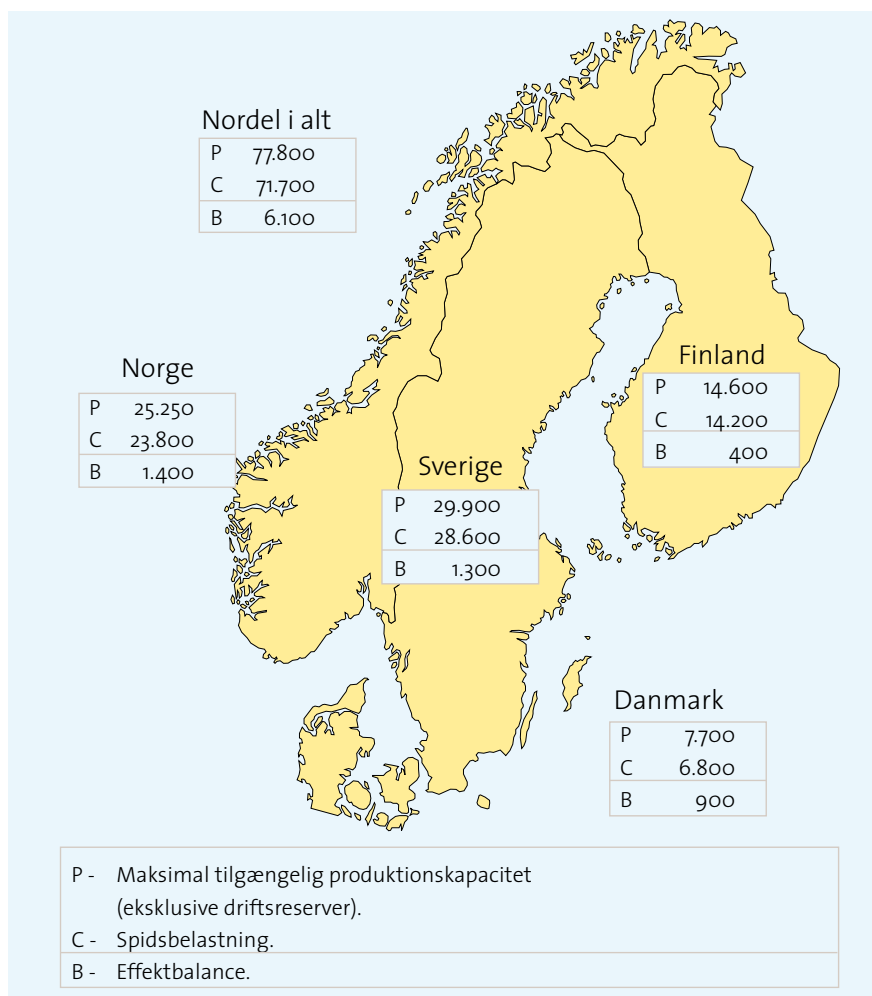
En vigtig forudsætning for forsyningssikkerhed i fremtiden er, at der er tilstrækkelig produktionskapacitet til at dække forbruget.

Som det fremgår af Figur 10 vedrørende effektbalancer, der er opstillet af Nordel i maj 2009, er situationen i 2012/2013 god, både når det gælder at kunne håndtere et meget højt elforbrug (kold vinterdag,

og at kunne dække det samlede elforbrug over et helt år. Effektbalancen opgøres blandt andet på en vinterdag, der er så kold, at den kun forventes at indtræffe en gang hvert 10. år. Analyserne viser, at det nordiske system selv i denne situation vil have et effektoverskud.

Den nordiske energibalance er også god, og kun i år med en ekstremt lille mængde nedbør til den norsk/svenske vandkraft vil området være afhængig af im-

Figur 10: Effektbalancer for vinteren 2012-2013.





port udefra. Hvis en sådan situation skulle opstå, vil Danmarks elproduktion og eleksport stige, hvilket illustrerer styrken i et forskelligartet og sammenhængende, regionalt elsystem.

DONG Energy udmeldte den 27. oktober 2009, at de justerer kapaciteten på to af deres anlæg. Det fremgår af den information, som DONG Energy har sendt til markedet, at der ikke er tale om en mølposelægning eller skrotning, og at anlæggene i visse situationer kan startes op med relativ kort varsel. Dette gælder situationer, hvor andre enheder på samme kraftværksplads havarerer, og fjernvarmebehovet derfor tilsiger en opstart af de berørte anlæg. Selv uden, at disse anlæg er til rådighed, er den nordiske balance dog stadig positiv – også på den kolde vinterdag.

5.1.1 Forbrugsprognoser

I samarbejde med Risø udarbejder Energinet.dk en årlig elforbrugsfremskrivning⁸. Den seneste fremskrivning gælder for perioden 2008-2030 og fremgår af figur 11. I denne fremskrivning er der medregnet en årlig besparelse på 167 GWh (0,6 PJ), som svarer til de seneste 10 års gennemsnitlige effektivitetsniveau for elforbruget.

I energiaftalen fra den 21. februar 2008 fastlægges nye og mere ambitiøse mål for energispareindsatsen. Blandt andet er målsætningen for energieffektiviteten blevet højere, så besparelserne øges til 1,5 procent af det endelige energiforbrug i 2006, hvilket svarer til 10,3 PJ (ca. 2,86 TWh) i årlige besparelser.

⁸ Energiforbruget og herunder elforbruget i Danmark fremskrives ved hjælp af den makroøkonomiske model ADAM's satellitmodel EMMA.

Med disse yderligere besparelser indregnet vil elforbrugsfremskrivningen blive en del lavere end den viste, mens en øget anvendelse af elbiler og varmepumper vil øge elanvendelsen og mindske det energiforbrug, der ikke er el. Energinet.dk vil nøje følge udviklingen i elforbruget og arbejde på at sikre, at udviklingen i anvendelse af elbiler og varmepumper understøtter de politiske mål om energieffektiviseringer, og at anvendelsen bliver intelligent og effektiv i forhold til elsystemet.

5.2 Kraftværkspladser – typer af kraftværker

Det forventes, at der i de kommende år vil blive installeret flere vindmøller, der naturligt leverer produktion til en lav marginalpris til elsystemet. Det vil med-

føre, at de konventionelle kraftværker vil få mindre drifttid og til sidst være urentable at holde klar til drift. Vindkraften bliver med andre ord elsystemets nye grundlastenhed – om end med meget svingende produktion. Det vil betyde, at der vil blive mindre behov for konventionelle kraftværker til grundlast og større behov for andre typer af kraftværker, der er egnet til få, årlige driftstimer, og som samtidigt er billigere at etablere, fx gasturbiner. Alternativt kan effektbehovet i timer med lav vindkraftproduktion tilvejebringes via forbindelser til nabo-områderne.

En vigtig forudsætning for, at nye kraftværker kan etableres, er, at der er pladser, hvor etableringen kan finde sted. I et samarbejde med Energistyrelsen og By- og Landskabsstyrelsen undersøger Energinet.dk behovet for nye kraftværkspladser. Undersøgelsen vil omfatte, hvorvidt det vil være muligt at åbne nye kraftværkspladser, og i hvilket omfang eksisterende kraftværkspladser kan anvendes af nye aktører blandt producenterne. Første afrapportering af dette arbejde forventes at ske inden udgangen af 2009.

Der kan blive behov for klynger af arealer til energiproduktion, hvor flere forskellige aktører kan integrere deres specialisering i energikonvertering. Disse forhold medfører, at begrebet kraftværksplads kan blive forandret i fremtiden.

5.3 Forsyningssikkerhedsprojektet

Som nævnt indledningsvis er det en central opgave for Energinet.dk at opretholde forsyningssikkerheden, også når andelen af vindenergi er stærkt stigende. For at opnå dette er det vigtigt at kunne analysere, hvordan forsyningssikkerheden ændrer sig, når systemet ændres. Derfor arbejder Energinet.dk også på at udvikle bedre værktøjer til systematisk analyse af forsyningssikkerheden.

Hovedformålet med det omtalte forsyningssikkerhedsprojekt er at styr-

Figur 11: Energinet.dk's elforbrugsfremskrivning 2009 (GWh).

	2008	2010	2015	2020	2030
Husholdninger	11.158	11.353	11.251	11.466	11.477
Erhverv	22.325	21.841	23.487	25.071	29.671
I alt	33.483	33.194	34.738	36.537	41.148

ke Energinet.dk's evne til at analysere, hvordan investeringer i elsystemet påvirker forsyningssikkerheden. Det skal gøres ved at analysere elsystemets pålidelighed. Med pålidelighed menes her en kombination af systemtilstrækkelighed og systemsikkerhed. Systemtilstrækkelighed er elsystemets evne til at tilfredsstille efterspørgslen til enhver tid, mens systemsikkerhed er elsystemets evne til at kunne klare pludselige driftsforstyrrelser. En evaluering af en bestemt investering foretages ved at analysere pålideligheden i elsystemet med og uden den pågældende investering.

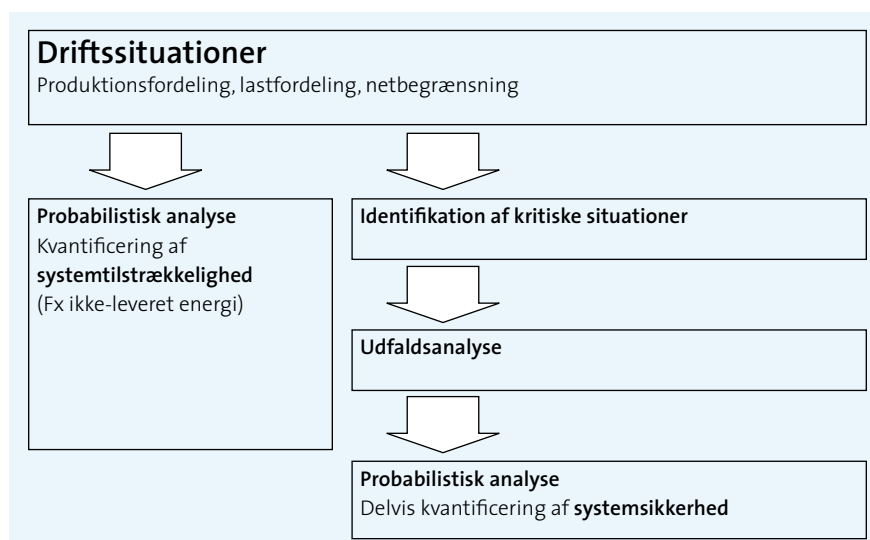
I nedenstående figur 12 er projektets analysekoncept vist. Figuren viser dels de centrale elementer i forsyningssikkerhedsanalysen, og dels hvad der binder systemsikkerhed og systemtilstrækkelighed sammen.

Fælles for systemsikkerhed og systemtilstrækkelighed er, at de tager udgangspunkt i et antal driftssituationer. Med en driftssituation menes her kombinationen af planlagt produktion og forbrug, samt hvordan disse fordeles. For at gennemføre en fuldstændig analyse af systemsikkerhed og systemtilstrækkelighed er det vigtigt at have et udvalg af forskellige driftssituationer, som giver et repræsentativt billede af de påvirkninger, som elsystemet bliver udsat for.

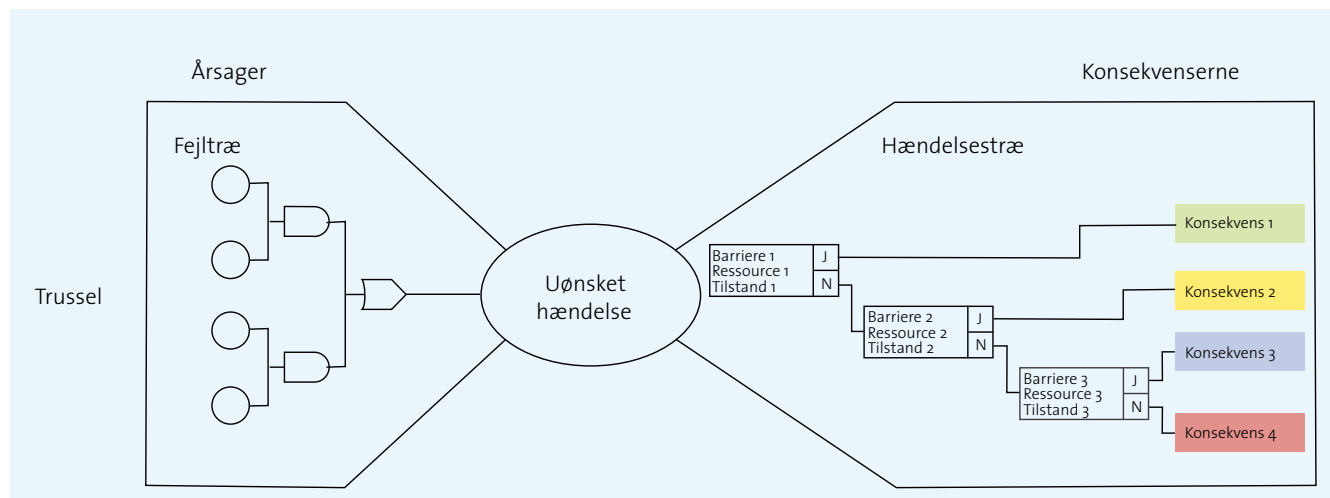
5.3.1 Systemtilstrækkelighed

Fordi det i analyse af systemtilstrækkelighed er vigtigt at have et repræsentativt billede af de påvirkninger, som elsystemet bliver udsat for, genereres og analyseres et stort antal driftssituationer. For hver driftssituation undersøges det, om produktionsapparatet og

Figur 12: Metodeoversigt.



Figur 13: Bowtie-metoden (SINTEF Energiforskning, 2009).



transmissionsnettet kan tilfredsstille efterspørgslen efter el. Resultaterne registreres som ikke-leveret energi og omkostning ved omfordeling af produktion ved netbegrænsninger. Ved at sammenveje disse resultater med sandsynligheder for driftssituationerne fås et totalbillede af systemtilstrækkelighed.

I Energinet.dk's arbejde anvendes to værktøjer til analyse af systemtilstrækkelighed, henholdsvis Assess og SivaelNet.

Assess er et probabilistisk værktøj, som har sin styrke i at kunne generere og analysere et repræsentativt sæt af driftssituationer. Værktøjet er oprindeligt udviklet af det franske systemansvarlige selskab og er derfor ikke designet til at håndtere det danske kraftvarmesystem på en detaljeret måde.

SivaelNet er et simuleringsværktøj, hvor omkostningerne i produktionsapparatet minimeres time for time – med og uden netbegrænsninger. SivaelNet har sin styrke i en detaljeret model af produktionsapparatet, herunder det danske kraftvarmesystem og realistiske driftssituationer. Til gengæld har værktøjet en svaghed, idet modellen overvejende er deterministisk. Udvalget af driftssituationer er dermed ikke fuldt ud repræsentativt.

Det vurderes, at værktøjerne supplerer hinanden godt, og at der ved anvendel-

se af begge værktøjer kan fås en tilfredsstillende analyse, hvor en eller flere talværdier for systemtilstrækkeligheden i Danmark kan beregnes. Energinet.dk ønsker på længere sigt at anskaffe eller udvikle et enkelt værktøj, som kombinerer de to værktøjers styrker for at opnå højere analysekvalitet og en mere effektiv arbejdsproces.

5.3.2 Systemsikkerhed

I systemsikkerhedsanalyser tages udgangspunkt i et sæt af driftssituationer, som analyseres, hvorefter resultater og sandsynligheder sammenvejes. Der er dog store udfordringer i at gennemføre en fuld kvantificering af systemsikkerheden i henhold til højre side af Figur 11. I systemsikkerhedsanalyser er det nødvendigt at begrænse valget af driftssituationer, da hver enkelt driftssituation skal behandles meget grundigt. For hver driftssituation skal pludselige udfald af produktionsenheder og komponenter i nettet analyseres. For at kunne dette er det nødvendigt at oversætte den givne driftssituation til et netsimuleringsværktøj.

Til dette arbejde er der indledt et samarbejde med norske SINTEF Energiforskning. SINTEF anvender Bowtie-modellen, som er vist i Figur 13 til risikoevaluering af elsystemer. Hovedtyngden i system-

hedsprojektet bliver derfor at anvende denne metode på danske forhold.

Den måde Bowtie-metoden anvendes på i forsyningssikkerhedsprojektet, vil kun delvist kvantificere systemsikkerheden. De kritiske hændelser vil blive analyseret ved ekspertvurderinger, mens sandsynlighederne for hændelser og driftssituationer bliver baseret på historiske data samt ekspertvurderinger, hvis historiske data ikke eksisterer. Resultatet vil være en systematisk analyse af de mest kritiske situationer. Dette vil være en kvalitativ indikator for systemsikkerheden i Danmark og dermed et første skridt på vejen mod en egentlig kvantificering. Samlet set vil projektet kunne bidrage til at give en væsentligt bedre vurdering af potentielle investeringers effekt på forsyningssikkerheden og dermed bidrage til, at de rigtige investeringer foretages.

På længere sigt vil Energinet.dk arbejde mod en yderligere kvantificering af forsyningssikkerheden, så omkostninger til investeringer i tiltag, der forbedrer forsyningssikkerheden, direkte kan holdes op mod omkostninger ved forsyningssvigt⁹.

⁹ Omkostninger ved forsyningssvigt er opgjort i rapporten "Omkostninger ved elforsyningssvigt" fra december 2004. Rapporten er udarbejdet af COWI for Energistyrelsen.

6. Systemdrift

Det er af vital betydning for Energinet.dk's håndtering af øjeblikksbalancen i det danske elnet, at prognoserne for forbrug, vindkraft og tab i elnettet er så præcise som muligt. Ligeledes spiller tilgængeligheden af systemtjenester en afgørende rolle. Derudover er det vigtigt med et tæt, grænseoverskridende samarbejde med nabo-TSO'er for at opnå den mest effektive balancehåndtering.

Energinet.dk har:

- Reduceret usikkerheden i prognoser, der ligger til grund for balancering af elnettet med 10 procent.
- Taget en ny forbrugsprognose i brug, der sammen med vindprognosen og tabsprognosen benyttes til at indkøbe den balanceenergi, der købes i det fællesnordiske regulerkraftmarked løbende i driftsdøgnet.

Systemtjenester er fællesbetegnelsen for en række ydelser, som systemansvaret skal have adgang til i driftsfasen for at opretholde en sikker og stabil drift af elsystemet. Energinet.dk er i gang med at analysere og effektivisere på indkøb af systemtjenester.

Energinet.dk har:

- Omlagt de manuelle reserver og de frekvensstyrede reserver fra månedsindkøb til som hovedregel at blive indkøbt dagligt på timebasis. Dette har medvirket til, at de decentrale anlægs delta-gelse i markederne er øget markant, og at nye aktører har vist interesse for dette marked

6.1 Systemtjenester

Systemtjenesterne består af frekvensstyrede, automatiske og manuelle reserver samt reserveanlæg til opstart fra

dødt net. En særskilt systemtjeneste er tvangskørsel af centrale kraftværker, der er i stand til at levere spændingsregulering og kortslutningseffekt, blot de er koblet på elnettet.

Markedet for systemtjenester udgør ca. 1 mia. kr. om året. For at få analyseret og effektiviseret indkøbet af systemtjenester igangsatte Energinet.dk i begyndelsen af 2009 Systemydelsesprojektet. Projektet strækker sig ind i 2011 og skal effektivisere indkøbet af systemydelser ved at optimere på de indkøbte mængder og forbedre konkurrencen.

6.1.1 Frekvensstyrede reserver

Den 15. september 2009 begyndte Energinet.dk at indkøbe frekvensstyrede reserver på daglig basis. Frem til dette tidspunkt var reserverne indkøbt på månedsbasis hos de to centrale producenter: DONG Energy og Vattenfall. Som led i forberedelsen af det nye koncept holdt Energinet.dk separate møder med potentielle leverandører og balanceansvarlige, og designet blev lagt fast i løbet af denne proces.

Designet betyder, at dagligt indkøb tiltrækker flere leverandører/anlæg, skaber større sikkerhed for leverancen og reducerer risikotillæg. Designet sikrer også separat køb af op- og nedregulering og skaber prisgennemsigtighed, hvorved nye leverandører bedre kan vurdere de økonomiske muligheder.

Deltagelsen i de daglige auktioner var beskeden fra starten af, men det ventes at forbedre sig i de sidste måneder af året. Nye aktører vil i samspil med de centrale værker kunne give en samlet bedre udnyttelse af alle typer anlæg. Flere udbydere giver ikke kun en lavere pris

på denne frekvensreserve, men også en mere rigtig prisdannelse på spotmarkedet. De centrale værkers begrænsede leveringsevne har tidligere medført mere tvangssalg og dermed øget prispres på spotmarkedet.

6.1.2 Automatiske regulerkraftreserver

Den ændring af indkøbsmønstret, der er gennemført for de frekvensstyrede reserver, ønskes også på sigt overført til de automatiske regulerkraftreserver. Disse skal dog i større grad end de øvrige reserver ses i sammenhæng med de omkringliggende nabolande. Det specielle ved de automatiske reserver er, at de i øjeblikket kun købes i Vestdanmark, der er en del af det europæiske synkronområde.

I Østdanmark, der er en del af det nordiske synkronområde, er det på tale at indføre en sådan automatisk regulerkraftfunktion. De automatiske reguleringer er nødvendige for at kompensere for de usikkerheder, der opstår som følge af reguleringer på kraftværker eller vindkraft, der ikke opfører sig nøjagtigt, som produktionsplan eller prognoserne forventer. Dette bliver en mere og mere aktuel opgave, når vindkraft udbygges kraftigt.

6.1.3 Manuelle reserver

I Vestdanmark blev de manuelle reserver 1. februar 2007 omlagt fra månedsindkøb til indkøb på daglig timebasis. Denne omlægning har fået den virkning, at mange af de decentrale anlæg er blevet aktive i dette marked. I Østdanmark har Energinet.dk indgået en 5-årig kontrakt med DONG Energy om køb af manuelle reserver fra Kyndbyværket. Denne aftale udløber med udgangen af 2010. Energinet.dk analyserer i øjeblikket potentielle

muligheder for det fremadrettede køb af manuelle reserver i Østdanmark.

6.1.4 Nødstarts anlæg

Nødstarts anlæg er nødvendig kraftværkskapacitet, der skal være til stede for at kunne genstarte højspændingsnettet, hvis det af en eller anden årsag er faldet helt ud. Disse reserves placering revurderes i øjeblikket, og resultaterne vil udmøntes i aftaler i løbet af 2010.

6.1.5 Storebælt

Den elektriske Storebæltsforbindelse vil få indflydelse på indkøb af nogle typer reserver. Konceptet for, hvordan reserver kan udveksles over Storebæltskablet, vil blive konkretiseret i 2010. Konceptet er afhængigt af vores nabo-TSO'er, og ændringer kan derfor også have indflydelse på de omkringliggende elsystemer.

6.1.6 Tvangskørsel

Tvangskørsel finder sted for at sikre kortslutningseffekt (nettets evne til at modstå en driftsforstyrrelse) og spændingsstabilitet (tilstrækkelig spændingsregulering). Ved tvangskørsel tvinger Energinet.dk de centrale kraftvarmeanlæg til at producere også i situationer, hvor det set fra aktørernes synspunkt, ikke kan betale sig at producere el. De omkostninger, der ligger i at drive et kraftværk med tab, dækker Energinet.dk.

Tvangskørslen af centrale kraftværker er et tema, der vil være meget fokus på i 2010 og i årene frem, da centrale kraftværker oftere og oftere vil blive stoppet i perioder med meget vindkraft på grund af de lave markedspriser, som høj vindkraftproduktion ofte medfører. Som nævnt i afsnit 5.2 må det på sigt forventes, at der i takt med udbygningen med vindkraft sker en omstilling af det øvrige produktionsapparat. Den andel af energibehovet, der ikke leveres fra vindkraft,

skal leveres til systemet fra andre typer anlæg end de centrale kraftværker. Det betyder naturligt, at disse anlægs rolle i forhold til levering af systemydelser også ændres.

De centrale kraftværker har tidligere været eneleverandør af systemydelser, herunder kortslutningseffekt og spændingsregulering. I en fremtid med stor vindkraftkapacitet og færre centrale kraftværker skal der findes andre leverandører af disse ydelser. Der findes en række muligheder for at installere forskellige komponenter i transmissionsnettet, der kan bidrage til dette, ligesom nye, moderne vindmølleparker har en række potentialer.

Energinet.dk arbejder målrettet på at udvikle og implementere nye løsninger, så behovet for disse systemydelser stadig kan dækkes – også i en fremtid, hvor de centrale kraftværker spiller en mindre rolle i den samlede elforsyning.



7. Elmarkedet

En konkurrencedygtig og pålidelig energiforsyning forudsætter åbne energimarkeder. Det er et af Energinet.dk's vigtige arbejdsområder at sikre, at elmarkedet fungerer og understøtter forsynings-sikkerheden. Ikke mindst med stigende mængder vedvarende energi i elsystemet er velintegrerede regionale markeder afgørende for forsynings-sikkerheden.

- Energinet.dk leder et nyt, fælles TSO-projekt, som har til formål at udvikle en markedsmodel, der muliggør en markedskobling i det Nordvesteuropæiske område (Norden, Tyskland, Frankrig og Benelux-landene), så elprisen afspejler den regionale efterspørgsel, og der sikres høj regional forsynings-sikkerhed.
- Energinet.dk har i en årrække arbejdet målrettet for at få etableret en markedskobling mellem Danmark og Tyskland. Markedskoblingen blev introduceret i efteråret 2008, men måtte suspenderes igen efter tekniske problemer. Markedskoblingen er genintroduceret 9. november 2009, og det er forventningen, at den vil sikre en effektiv udveksling af elektricitet mellem det nordiske og det tyske elmarked.

Forudsætningen for velfungerende regionale markeder er, at der findes hensigtsmæssige retningslinjer og modeller blandt andet for transitkompensation og flaskehalshåndtering.

- Energinet.dk støtter derfor også EU-Kommissionens seneste forslag til kompromis med Svenska Kraftnät. Svenska Kraftnät har gennem årene overført interne flaskehalse til Øresund, hvilket har betydet højere priser til østdanske el-kunder.
- Energinet.dk har siden 2008 ledet et ETSO-projekt med det formål at få en fælles europæisk aftale om transitkom-

pensering og afleverede i marts 2009 et forslag til EU-Kommissionen. EU-Kommissionens proces er blevet forsinket, og Energinet.dk forventer, at EN-TSO-E bliver nødt til at udarbejde en midlertidig model.

Konkurrencen på detailmarkedet har været begrænset af en række faktorer, og interessen for at skifte elleverandør har hidtil været størst blandt de større time-aflæste elforbrugere.

- Energinet.dk planlægger en større informationskampagne i 2010 for at følge op på den positive udvikling, der er udløst af den relancerede Elpristavle, som har bidraget til, at et historisk højt antal skabelonafregnede kunder har skiftet leverandør.
- Energinet.dk har påbegyndt arbejdet med udvikling af en såkaldt Datahub, der samler alle informationer om borgernes elforbrug et sted. Datahubben muliggør et langt mere smidigt leverandørskifte og bidrager dermed også til øget konkurrence på detailmarkedet.
- Energinet.dk har deltaget i tre arbejdsgrupper, der har undersøgt mulighederne for yderligere at understøtte det intelligente elforbrug ved hjælp af intelligent styrede elmålere. Arbejdsgrupperne har konkluderet, at selv om der ikke i øjeblikket er samfundsøkonomi i en fuld udrulning af intelligent styrede elmålere, så vil det med henblik på at skabe den nødvendige infrastruktur for fremtidens elsystem være hensigtsmæssigt i tide at sikre udrulningen af intelligente målere.

7.1 Engrosmarkedet

Energinet.dk har de senere år arbejdet tæt sammen med de to tyske systemansvarlige virksomheder Transpower og Vattenfall Europe Transmission samt de

to elbørser Nord Pool Spot (NPS) og EEX om at koble det nordiske elmarked sammen med det tyske. Dette er organiseret i et fælles selskab "European Market Coupling Company (EMCC)".

Energinet.dk har i en årrække arbejdet målrettet for at få etableret en markedskobling mellem Danmark og Tyskland. Markedskoblingen blev introduceret i efteråret 2008, men måtte suspenderes igen efter tekniske problemer i prisberegningen. De involverede parter indså i løbet af 2009, at den valgte volumen-kobling var forbundet med store, tekniske udfordringer. Derfor har parterne i 2009 udviklet en tilnærmet priskobling. Markedskoblingen er blevet genintroduceret den 9. november 2009, og det er forventningen, at den vil sikre en effektiv udveksling af elektricitet mellem det nordiske og det tyske elmarked.

På samme tid er der et projekt i gang med at sammenkoble elmarkederne i Frankrig, Benelux-landene og Tyskland (Central Western Europe – CWE). Denne markedskobling forventes igangsat i foråret 2010.

Det tyske markeds involvering i både EMCC og CWE betyder, at EMCC og CWE skal være kompatible, idet man ellers risikerer, at elektriciteten ikke prisfastsættes korrekt, og at udvekslingen på forbindelserne mellem markedsområderne ikke bliver samfundsøkonomisk optimal. TSO'er og elbørser, som er en del af de to markedskoblingsprojekter, har analyseret, hvordan en kompatibel løsning kan se ud. Analysen viser, at den mest optimale markedskoblingsmodel (med den højeste samfundsøkonomiske værdi) vil være en såkaldt priskobling, hvor prisen for hele Norden og CWE er beregnet med en unik beregningsalgoritme, som alle børserne skal benytte.

De TSO'er, som er en del af de to markedskoblingsprojekter (EMCC og CWE), har i efteråret 2009 igangsat et nyt, fælles projekt gennem oprettelse af en regional arbejdsgruppe under ENTSO-E. Arbejdet ledes af Energinet.dk. Projektet har til formål at udvikle og implementere en nordvesteuropæisk markedskoblingsmodel mellem de to områder Norden og CWE (dvs. Norden, Tyskland, Frankrig og Benelux-landene).

7.1.1 Model for transitkompensation

De europæiske TSO'er i det tidligere ETSO indgik i 2002 den første frivillige aftale om kompensation til TSO'erne for at facilitere grænseoverskridende elektricitetsstrømme i deres net – en såkaldt aftale om transitkompensation. Aftalen om transitkompensation var vigtig, fordi den skulle erstatte grænsetarifferne. Senere trådte EU-forordning nr. 1228/2003 i kraft og gjorde en sådan kompensation lovbestemt. Forordningen manglede dog klare retningslinjer, og TSO'erne måtte derfor selv indgå frivillige aftaler om kompensationen. Det er blevet vanskeligere år for år at finde et kompromis blandt TSO'erne, og behovet for fælles retningslinjer har derfor været stigende.

Behovet for klare retningslinjer har ført til, at Energinet.dk siden starten af 2008 har ledet et ETSO-projekt, som har til formål at nå frem til en fælles, europæisk aftale om transitkompensation. I marts 2009 afleverede ETSO et forslag til en komplet model til EU-Kommissionen. Modellen er et input til EU-Kommissionens arbejde med at fastsætte de endelige retningslinjer for transitkompensation.

Ved de europæiske elregulatorers Firenze Forum, der blev holdt i juni 2009, viste EU-Kommissionen en klar præference for ETSO-modellen. EU-Kommissionen fortsætter nu processen med udarbejdelsen af retningslinjer for transitkompensation, som forventes at være baseret på ETSO-modellen. EU-Kommissionen er dog blevet forsinket, og ENT-

SO-E kan derfor blive nødt til at udarbejde en midlertidig løsning, der formentlig vil blive baseret på den foreslåede model. Med modellen ventes Danmark at få et kompensationsbeløb på ca. 50 mio. kr. årligt.

7.1.2 Introduktion af negative spotpriser

Fra den 30. november 2009 indføres negative spotpriser på den nordiske elbørs Nord Pool Spot. Derved kan producenter og forbrugere i det nordiske elmarked opleve at skulle betale for at afsætte strøm og modtage betaling for at afstå strøm.

De negative spotpriser forventes i Danmark at ville kunne forekomme i de relativt få timer, hvor elproduktionen overstiger forbruget og kapaciteten på udlandsforbindelserne. I disse timer har elprisen indtil videre været fastsat til nul kr./MWh på Nord Pool Spot, og salgsbud er blevet afkortet. Ubalance er så overført til regulerkraftmarkedet, hvor negative priser har eksisteret i en årrække – om end i et begrænset antal timer.

I et elsystem med en stigende andel af vindenergi vil udfordringen med at skabe balance mellem udbud og efterspørgsel alt andet lige stige. Introduktionen af negative elpriser skal give producenterne et incitament til at tilpasse produktionen til forbruget. Med indførelsen af de negative spotpriser vil det nordiske elmarked til en vis grad blive harmoniseret med det tyske elmarked, hvor negative elpriser blev introduceret i 2008, og hvor negative elpriser er forekommet lejlighedsvis i løbet af 2009.

7.1.3 Flaskehalshåndtering

Svenska Kraftnät har igennem årene overført interne flaskehalse i det svenske transmissionssystem til forbindelserne til Østdanmark. Det betyder, at østdanske forbrugere i perioder betaler overpris. Energinet.dk mener, at det strider mod EU's retningslinjer for håndtering

af begrænsninger i transmissionsnettet og EU's konkurrenceregler. Dansk Energi har klaget til EU-Kommissionen.

Tilbage i 2008 bad Nordisk Ministerråd de nordiske TSO'er om at opdele markedet i bud/prisområder med henblik på at finde en markedsbaseret løsning på de strukturelle, interne flaskehalsproblemer. Den svenske regering har siden besluttet at opdele Sverige i prisområder, hvilket er en beslutning, som Energinet.dk hilser velkommen. Svenska Kraftnät har nu til opgave at analysere, hvor mange prisområder Sverige skal opdeles i, og hvornår det kan implementeres.

Som opfølgning på klagen fra Dansk Energi sendte EU-Kommissionen i april 2009 en åbningsskrivelse til Svenska Kraftnät, hvori EU-Kommissionen udtrykte bekymring om Svenska Kraftnät's håndtering af flaskehalsene, og om hvorvidt den kan være imod EU's konkurrenceregler.

Den 6. oktober 2009 offentliggjorde EU-Kommissionen forslag til kompromis med Svenska Kraftnät. Med forslaget indvilliger Svenska Kraftnät i at indføre minimum to budområder i Sverige senest 1. juli 2011 og at afstå fra at flytte interne flaskehalse til grænsen. En undtagelse er dog flaskehalsen ved det såkaldte Vestkystsnit nord for Göteborg, som fysisk ikke kan løses ved selvstændige budområder.

Her lover Svenska Kraftnät i stedet at udbygge kapaciteten med endnu en 400 kV-forbindelse. Indtil 1. juli 2011 lover Svenska Kraftnät at udvide anvendelsen af modhandel for at reducere situationerne med reduktion af handelskapaciteten på udlandsforbindelserne. Kompromisforslaget er nu til offentlig høring.

Energinet.dk hilser forslaget velkommen, da det vil kunne afslutte en lang diskussion med Svenska Kraftnät omkring funktionen af det nordiske elmarked. Det skal dog understreges, at implementeringen skal ske så hurtigt som muligt og ikke forlænges ud over 1. juli 2011. Et vigtigt

aspekt i kompromiset er den præcedensskabende effekt, som det kan få for øvrige TSO'er, som praktiserer samme metoder.

7.1.4 Åbningsskrivelse fra EU-Kommissionen

Udenrigsministeriet modtog i juni 2009 en åbningsskrivelse fra EU-Kommissionen om manglende dansk implementering af forordning for grænseoverskridende handel med elektricitet nr. 1228/2003 (elforordningen). Kritikken omhandlede lovgivningen for flaskehalsåndring og gennemsigtighed i elmarkedet.

25 ud af de 27 medlemslande i EU modtog en åbningsskrivelse fra EU-Kommissionen. Kun Malta og Cypern, der ikke har forbindelser til andre lande, undgik en skrivelse. Danmark er langt fremme med implementeringen af elforordningen, hvilket betød, at kritikken af Danmark ikke var omfattende i forhold til de andre lande. Hovedpunkterne i kritikken var manglende inddragelse af Polen i den fælles nordiske/tyske markedskobling og manglende indførelse af mekanismer til håndtering af intraday-handel på de danske udlandsforbindelser.

Desuden kritiserede EU-Kommissionen, at der i Danmark ikke bliver offentliggjort tilstrækkelige prognoser for forbrug og produktion, som kunne være relevante for markedets aktører.

Energistyrelsen har sammen med Energinet.dk analyseret klagepunkterne og vurderet, at kritikken ikke er berettiget. Myndighederne har derfor i sit svar til EU-Kommissionen afvist samtlige kritikpunkter. Afvisningen af kritikken bygger blandt andet på, at Polen ikke er inddraget i den fælles nordisk/tyske markedskobling på grund af den manglende likviditet i det polske elmarked. Angående kritikken af manglende gennemsigtighed offentliggør Energinet.dk i dag prognoser, som sikrer en af de højeste grader af transparens i Europa.

Energinet.dk vil fortsat arbejde tæt sammen med Energistyrelsen med henblik

Figur 14: Det nye design for prisportal for el, www.elpristavlen.dk, som blev lanceret i foråret 2009. Pristavlen gør det nemt for forbrugerne at sammenligne elpriser og skifte leverandør.

på at afklare eventuelle fortsatte uklarheder over for EU-Kommissionen. Det er forventningen, at sagen snarest kan lukkes.

7.2 Detailmarkedet

Med åbning af det frie elmarked i 2003 fik alle elforbrugere i Danmark mulighed for at skifte elleverandør. Det skulle medvirke til at forbedre konkurrencen på detailmarkedet. Indtil nu har interessen været størst blandt de større og timemålte elforbrugere. Størsteparten af de private husholdninger modtager fortsat el fra deres forsyningspligtige elleverandør, ligesom de primært skabelonafregnes, da der som hovedregel ikke foretages timemåling af elforbruget her. Det har skærpet behovet for et større fokus på konkurrencen på detailniveau for de mindre elforbrugere.

I foråret blev Elpristavlen¹⁰ relanceret med nyt design, bedre information og større gennemsigtighed. Det har været en medvirkende faktor til, at mere end 164.000 skabelonkunder har skiftet leverandør pr. 3. kvartal 2009. Det samlede antal leverandørskift pr. 3. kvartal 2009 overgår således langt det samlede antal skift i 2008.

¹⁰ Dansk Energi har udviklet Elpristavlen, der henvender sig til private forbrugere og mindre virksomheder. Det er elskaberne selv, som indtaster oplysningerne om deres produkter og priser.

For at følge op på den positive udvikling planlægger Energinet.dk en større informationskampagne i begyndelsen af 2010. Kampagnen skal informere om potentialet ved at skifte elleverandør og samtidig øge det generelle kendskab til Elpristavlen.

7.2.1 Datahub

Klima- og energiministeren besluttede i april 2009, at Energinet.dk skal etablere et centralt register, der kan sikre effektiv udveksling og adgang til informationer og gøre administrationen ved flytninger og leverandørskift lettere. Registeret går under betegnelsen en Datahub. Datahuben etableres med henblik på at fremme konkurrencen på elmarkedet, og systemet vil gøre det muligt at sikre en mere vel-fungerende kommunikation i elmarkedet.

Alle informationer om borgernes elforbrug vil blive samlet ét sted. I dag er informationerne samlet 86 forskellige steder og har hidtil tilhørt energiselskaberne. I fremtiden skal der kun være ét register, og informationerne tilhører elforbrugerne, som derfor får lettere adgang til egne informationer.

Energinet.dk er på baggrund af beslutningen påbegyndt etableringen af datahubben. Projektet vil strække sig over de kommende år og vil ske i et tæt samarbejde med branchens parter.

7.2.2 Prisfleksibelt elforbrug og intelligente elmålere

Med en stigende andel af vedvarende energi – især vindkraft – er der opstået et øget behov for et endnu mere effektivt og fleksibelt elsystem, der er i stand til at integrere den fluktuerende produktion.

Et middel er at skabe en øget prisfleksibilitet i elforbruget. I dag er kun forbrugere med et årligt forbrug på mere end 100.000 kWh pålagt timeafregning, som åbner mulighed for realisering af et prisfleksibelt elforbrug.

I den forbindelse har Energinet.dk i 2009 deltaget i tre parallelle arbejdsgrupper, der er nedsat af Energistyrelsen og som

har redegjort for de udfordringer, der i øjeblikket knytter sig til realisering af det intelligent styrede elforbrug.

De tre arbejdsgrupper har undersøgt følgende emner:

- Undersøgelse om sænkning af grænsen for, hvem der skal timemåles
- Barrierer for salgskontrakter, der understøtter det fleksible elforbrug
- Standarder for elmålere, der understøtter det fleksible elforbrug

Det intelligent styrede elforbrug vil i et elsystem, som er præget af store mængder fluktuerende vedvarende energi være et vigtigt virkemiddel til at sikre optimal drift af systemet. Hvis det intelligente elforbrug skal fremmes i Dan-

mark, skal alle forbrugere på sigt have mulighed for at opnå en økonomisk gevinst ved at udnytte prisudsving i elmarkedet.

Ovenstående undersøgelser har konkluderet, at der for øjeblikket ikke er umiddelbart samfundsøkonomisk grundlag for en fuld udrulning af intelligente målere, der kan skabe grundlaget for det intelligente elforbrug. Men et fremtidigt fleksibelt intelligent elforbrug til fx elbiler og individuelle varmepumper vil formodentlig få tilstrækkeligt volumen og dermed tilstrækkelig samfundsøkonomisk værdi. Det vil derfor være hensigtsmæssigt i tide at sikre, at forudsætningerne for udrulning af intelligente målere er til stede.



8. Koblingen mellem el- og naturgassystemerne

Med udgangspunkt i den eksisterende el- og gasinfrastruktur er der en række samfundsøkonomiske fordele ved at tænke el- og naturgassystemerne tættere sammen. Ud over samfundsøkonomi vil der også kunne opnås reduktion af CO₂-udslippet og reduceret afhængighed af fossile brændsler ved en sådan sammentænkning.

I de følgende afsnit introduceres muligheder for sammentænkning af elsystemet og naturgassystemet. Samlet set er det ikke muligt på nuværende tidspunkt at konkludere, hvilken indflydelse nedenstående muligheder vil have på kapacitetsbehovet i naturgassystemet. Nogle muligheder peger på et mindre kapacitetsbehov, mens andet kan kræve et højere kapacitetsbehov. Energinet.dk vil fremadrettet analysere denne problemstilling og har sammentænkningen af systemerne med i overvejelserne ved aktuelle investeringsprojekter.

8.1 El kan erstatte naturgas i fjernvarmesystemer

En effektiv udnyttelse af de store mængder vedvarende energi, der forventes implementeret i elsystemet, kan opnås ved etablering af varmepumper med tilhørende varmeakkumulator i fjernvarmeområder, hvoraf mange i dag har kraftvarmeproduktion. Varmepumper anvender el og udnytter omgivelservarme, hvorved der opnås en meget høj effektivitet. For hver brugt kWh_{el} fås typisk 3 kWh_{varme} eller mere. Et effektivt samspil opnås specielt, hvis varmen kan produceres og oplagres, når meget vindkraft i elsystemet giver lave elpriser.

Vindkraft vil derfor sammen med varmepumper kunne erstatte eller sup-

plere blandt andet naturgasfyrede kraftvarmeanlæg. Energinet.dk har beregnet, at en betydelig udbygning med varmepumper er en samfundsøkonomisk god investering i en fremtid med stigende priser på fossile brændsler og en øget andel vindkraft i det danske elsystem. Derfor forventes en udvikling, hvor det samlede naturgasforbrug til kraftvarme aftager.

8.2 Naturgas som regulerkraft

I takt med øget udbygning med vindkraft har elsystemet behov for mere regulerkraft. Denne kan tilvejebringes blandt andet af natur- eller biogasfyrede kraftvarmeanlæg, der eksempelvis opereres i et integreret system bestående af kraftvarmeanlæg, varmepumpe og varmeakkumulator. Kraftvarmeanlægget anvendes, når elprisen er høj eller til salg af regulerkraft, mens varmepumpen anvendes ved lave priser, eller når nedregulering kræver stop af kraftvarmeanlægget. Optimal drift af det samlede system muliggøres med varmeakkumuleringstanke.

Eventuel udbygning med nye naturgasfyrede elproduktionsanlæg eller konvertering af anlæg fra kul til naturgas kan med fordel ske i nærheden af naturgassystemets entrypunkter, herunder naturgaslagrene, hvilket vil give den største kapacitet for den mindste pris.

8.3 Individuelle naturgasfyr

Individuelle naturgasfyr kan lige som de decentrale kraftvarmeanlæg erstattes af individuelle varmepumper eller kan i områder tæt på eksisterende fjernvarmeforsyning tilsluttes denne.

For husholdningerne er der i øjeblikket ikke god økonomi i konvertering fra individuelt naturgasfyr til varmepumpe blandt andet på grund af aktuelt forholdsvis lave naturgaspriser og det relative forhold mellem beskatning af el og naturgas. Dette vil naturligvis kunne ændre sig i fremtiden og vil kunne medføre et – om end relativt beskedent – fald i efterspørgslen efter naturgas. Da husholdningerne ved konverteringen til en elbaseret løsning bliver omfattet af EU's CO₂-kvotesystemet, sikres begrænsningen af CO₂-udledningen gennem dette.

Ved konvertering fra et individuelt naturgasområde til et nærliggende fjernvarmeområde åbnes mulighed for, at et eksisterende, individuelt naturgasforbrug, erstattes af et kollektiv varmekonsum, der er baseret på flere typer brændsler som spildvarme, affald, biomasse, naturgas eller vindkraft. En konvertering til fjernvarme, der udelukkende er baseret på naturgas, vil resultere i et samlet set øget naturgasforbrug på grund af varmetab fra fjernvarmenettet og er derfor ikke samfundsøkonomisk fordelagtigt.

8.4 Transport

Transportsektoren får i de kommende år betydelige udfordringer i forhold til at øge anvendelsen af vedvarende energi og reducere sit CO₂-udslip. Flydende biobrændstoffer vil spille en væsentlig rolle, men på sigt forventes også elbiler introduceret i Danmark i betydeligt omfang. Hermed bliver denne del af transportsektoren omfattet af CO₂-kvotesystemet.

Et andet alternativ er at udnytte biogas til transport. Biogas er et CO₂-neutralt og fossilfrit supplement til flydende biobrændstoffer og elbiler. Der er

imidlertid behov for opgradering af biogassen for at gøre den egnet til dette formål. Den nødvendige teknologi for udrulning af biogasdrevne biler eksisterer allerede.

Introduktion af biogas til transport vil betyde, at der også kommer naturgas i transportsektoren. Naturgassen vil her kunne bane vejen for biogassen, som det er sket i Sverige, hvor der i trans-

portsektoren i dag bruges mere biogas end naturgas.



Gassystemet

Et velfungerende dansk naturgassystem har i mange år bidraget til en væsentlig del af landets energiforsyning. Også i dag og i mange år fremover er naturgassystemet afgørende for kraftvarmeværker, industrien og som varmegrundlag for et stort antal husholdninger i Danmark.

Naturgassystemet er i sin tid etableret med henblik på udnyttelse af de danske naturgasressourcer i Nordsøen og un-

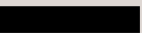
der hensyntagen til nødvendig høj forsyningssikkerhed. Systemet er derfor designet til, at naturgassen modtages fra felterne og føres i land ved den jyske vestkyst. Det forventes, at naturgasressourcerne i den danske del af Nordsøen vil slippe op inden for en overskuelig fremtid. Det er derfor nødvendigt, at der arbejdes mod etableringen af nye forsyningskilder til det danske naturgassystem.

I de følgende kapitler beskrives, hvordan Energinet.dk arbejder mod at sikre fortsat adgang til naturgas i en fremtid, hvor Danmark ikke længere er selvforsynende.

Energinet.dk's bidrag til at sikre et velfungerende og fleksibelt gasmarked samt udviklingen af en markedsmodel for handel med biogas og forberedelse af naturgasnettet til at kunne transportere biogas beskrives ligeledes.

Figur 15: Den overordnede, danske gasinfrastruktur.





9. Gasforsyningssikkerhed

Forsyningssikkerhed handler både om sikring af forsyningen på kort sigt i den eller de kommende vintre og om sikring af de danske forbrugeres forsyning, når Danmark ikke længere er selvforsynende med naturgas. Det er relevant at se sidstnævnte forsyningssikkerhedsaspekt i en større, geopolitisk sammenhæng, idet manglen på selvforsyning på længere sigt kan medføre en uønsket afhængighed af andre lande.

9.1 Naturgasforsyningssikkerhed på kort sigt

Energinet.dk sikrer tilgængeligheden af gasforsyninger i nødsituationer, og at der i normalsituationer er tilstrækkelig transportkapacitet i transmissionssystemet, herunder transportkapacitet til og fra lagrene og til distributionssystemerne. Energinet.dk sikrer desuden systemintegriteten af det danske transmissionssystem, det vil sige samspillet mellem det danske transmissionssystem og de tilstødende systemer.

Energinet.dk's varetægelse af forsyningssikkerheden er detaljeret beskrevet i "Gas i Danmark – forsyningssikkerhedsplan 2009", som offentliggøres samtidigt med Systemplan 2009. "Systemplan 2009" beskriver derfor kun de væsentligste forhold vedrørende naturgasforsyningssikkerheden, mens der henvises til "Gas i Danmark – forsyningssikkerhedsplan 2009" for en mere grundig behandling af emnet.

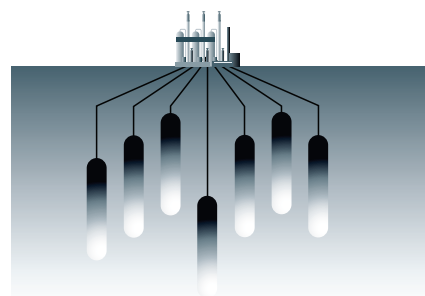
Forsyningssikkerheden er fastlagt ved en målsætning om, at ved hel eller delvis afbrydelse af den primære forsyning til det danske marked skal forsyningen til alle kunder, der ikke har indgået aftale om afbrydelighed, som minimum kunne opretholdes:

- i 3 døgn i særligt kolde perioder, der i gennemsnit forekommer hvert 20. år
- i 60 døgn ved en temperaturmæssig normal vinter.

Opfyldelsen af disse mål sikres ved Energinet.dk's nødforsyningskoncept, der omfatter indgåelse af kontrakter med afbrydelige forbrugere samt sikring af tilstrækkelige naturgasmængder i lagrene. Forsyningssikkerheden opretholdes desuden med muligheden for at omdirigere gassen mellem de to offshore rørledninger.

9.2 Produktions- og forbrugsprognoser for gas

Energinet.dk sørger for, at gastransmissionssystemet står til rådighed og har en kapacitet, så de kommercielle aktører har mulighed for at forsyne de danske gasforbrugere. Derudover stiller Energinet.dk

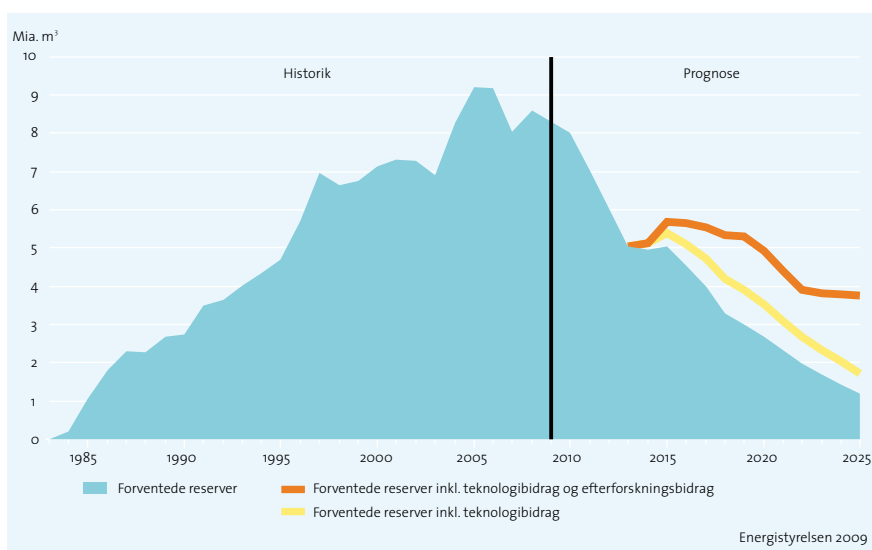


den nødvendige kapacitet til rådighed for transit på ikke-diskriminerende vilkår.

Danmark har siden 1984 grundet den store produktion i Nordsøen været selvforsynende med gas, og transmissionssystemet har været udbygget med udgangspunkt i forsyning alene fra Nordsøen. Nordsøproduktionen nåede sit maksimum i 2006 og er begyndt at falde.

Energistyrelsen vurderer, at produktionen i de kommende år vil falde stærkt og mu-

Figur 16: Produktionsprognoser, Energistyrelsen 2009.



ligvis stort set være udfaset i 2030. Der er dog betydelig usikkerhed omkring prognoserne. I værste fald vurderes produktionen allerede i 2030 at være udfaset, men i bedste fald at udgøre i størrelsesordenen 4 mia. m³/år i 2025, jf. Figur 16.

Da Nordsøen i dag udgør den eneste fysiske mulighed for at føre gas ind i Danmark og Sverige, er det nødvendigt at gennemføre investeringer i ny infrastruktur, der muliggør forsyning til Danmark fra andre kilder end den danske del af Nordsøen.

Energistyrelsen har i 2008 udarbejdet en fremskrivning af naturgasforbruget i Danmark under forskellige forudsætninger om blandt andet olieprisen. Basisfremskrivningen er revideret i 2009. Ifølge 2009 basisfremskrivningen og de forventede naturgasreserver vil Danmark teoretisk være selvforsynende med gas indtil 2020. Usikkerheden på dette skøn er mindst +/- 5 år, idet der er stor usikkerhed på både forbrug og produktion.

Med Energistylsens forbrugsfremskrivning og produktionsprognose for Danmark samt Energinet.dk's vurdering

af det svenske forbrug ser forsynings-situationen ud som i Figur 17. Det er en forsynings-situation, der forudsætter leverancer af gas fra nye kilder.

Hvis alene de kendte, tilgængelige reserver medregnes, vil der være tilstrækkelig gas til forsyning af Danmark og Sverige indtil 2017, som vist i Figur 17. Hvis teknologibidrag og efterforskningsbidrag til produktionsprognoserne medregnes, vil behovet for nye kilder først være til stede efter 2025.

Eftersom Danmark også eksporterer naturgas til både Tyskland og Holland i dag, er der imidlertid en risiko for, at det danske marked vil mangle naturgas en del tidligere end i 2017, hvis gassen sælges på det tyske og hollandske markeder i stedet for på det danske.

Aktørerne på naturgasmarkedet har i 2008 givet udtryk for ønsket om en øget kapacitet med mulighed for at importere gas fra vores nabosystemer. Energinet.dk har derfor gennemført en såkaldt Open Season-proces i 2009 for at afklare den egentlige efterspørgsel. Denne proces beskrives nærmere i kapitel 10.

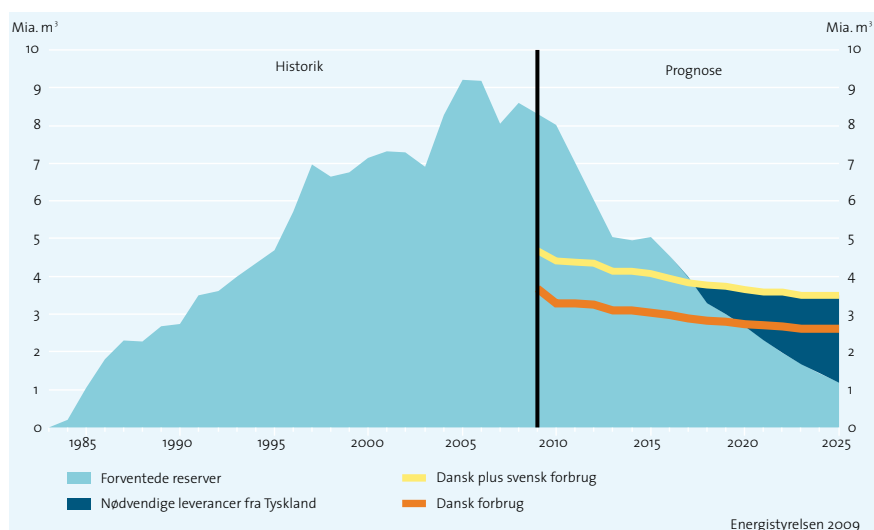
9.3 Energibesparelser i gastransmissionsnettet

Ved transmission af gas opstår der energitab i flere forbindelser. Der opstår direkte udledning af gas i forbindelse med reparationer af rør, og der forbruges gas til opvarmning af naturgassen i forbindelse med trykændringer. Der blev i 2008 tabt 24.204 Nm³ naturgas (svarende til 294 MWh) i forbindelse med transmission af naturgas. Ved opvarmning af naturgassen i M/R-stationer blev der brugt 37.286 MWh.

Naturgaslageret i Lille Torup ejes og drives af Energinet.dk Gaslager A/S, som er et selvstændigt datterselskab af Energinet.dk. Lageret brugte i 2008 10.834 MWh i forbindelse med nedpumpning af naturgas i lageret, og 835.112 Nm³ naturgas (svarende til 10.130 MWh) til opvarmning af gassen, inden den sendes ud i transmissionsnettet.

Efter et gennemført energieftersyn i forsommeren 2009 med hjælp fra en ekstern konsulent, vil Energinet.dk nærmere undersøge mulighederne for udskiftning af kedler og for varmegenvinding fra luftkompressorerne ved Lille Torup for på den måde at mindske forbruget af gas.

Figur 17: Gasforbruget i Danmark og Sverige sammenholdt med leverancer.



10. Open Season 2009

Open Season er hurtigt blevet et centralt redskab i en koordineret udvikling af det stadigt mere integrerede europæiske gas-transmissionsnet og i forbindelse med Energinet.dk's udbygning af det danske transmissionssystem mod grænsepunkter til tilstødende systemer.

Open Season er en tofaset udbudsmodel, som giver markedsaktørerne mulighed for at byde ind på lange transportkontrakter på nyetableret transmissionskapacitet. Energinet.dk forpligter sig til at etablere kapaciteten, hvis efterspørgslen er tilstrækkelig stor, og hvis der kan opnås de nødvendige myndighedsgodkendelser. Markedsaktørerne har de bedste forudsætninger for at vurdere deres fremtidige transportbehov og har sam-

tidig klare interesser i, hvilke nye transportveje der åbnes. Dialogen med markedsaktørerne er formaliseret i et udbud af ny kapacitet på langtrækkende transportkontrakter (10-15 års varighed på lange og 1-9 års varighed på de korte kontrakter) og giver derfor sikre investeringssignaler omkring fremtidig systemudnyttelse.

Open Season i det danske system er koordineret med tilsvarende processer blandt operatører i tilstødende systemer, især Gasunie Deutschland syd for grænsen.

Open Season identificerede i udgangspunktet fire potentielle grænsepunkter til det danske transmissionssystem som



forbindelsesled til tilstødende systemer, hvorfra gas kunne importeres eller sendes i transit gennem systemet.

Figur 18: Punkter udbudt i Open Season 2009 med tilknyttet infrastruktur.



Relevante entry/exit-punkter

- A: Sæby til/fra Skanled
- B: Avedøre til/fra Baltic Pipe
- C: Dragør til/fra Sverige
- D: Ellund til/fra Tyskland

Rørledninger

- a: Sæby-Lille Torup
- b: Lille Torup-Egtved
- h: Ellund-Egtved

Kompressorer

- c: Egtved-til Danmark Øst, Sverige, Polen
- d: Langeskov-Sverige, Polen
- e: Avedøre-Polen
- f: Dragør-Sverige
- g: Ellund-Danmark

Energinet.dk kan som overordnet system-ansvarlig ikke basere udbygningen alene på aktørernes kapacitetsbestillinger, men må supplere markedssignaler med samfundsøkonomiske analyser og analyser af den samlede, fremtidige efterspørgsel – også under nøddrift.

Følgende kriterier blev fastsat for kvalificeringen af et af de ovenstående grænsepunkter:

Bud på minimum 70 procent af den lavest mulige tekniske kapacitet i det relevante grænsepunkt, eller konstaterede betydelige samfundsøkonomiske gevinster ved investeringen, herunder en betragtning omkring nødvendig kapacitetsudvidelse i forhold til produktionsprognoser for Nordsøen.

10.1 Resultater af Open Season

Skanled-projektet blev suspenderet umiddelbart inden første budrunde, hvorfor punktet i Sæby ikke længere var relevant. Det samme var gældende for Avedøre-punktet mod Baltic Pipe, som i første omgang var baseret på etableringen af Skanled.

Mulige infrastrukturudbygninger for punktet Ellund entry omfatter to trin, hvor trin 1 er en kompressor, og trin 2 er kompressoren og en dublering af den nuværende ledning fra Ellund til Egtved.

I fase 1 bød syv aktører ind, og der blev budt i alt 5.580.000 kWh/h på lange og korte kontrakter i Ellund entry, hvoraf de lange kontrakter udgjorde mere end 100 procent af den lavest mulige tekniske kapacitet (trin 1). Derfor kvalificerede Ellund sig automatisk til fase 2. Der blev ikke budt på lange kontrakter på Dragør og kun lidt på korte kontrakter. Efterspørgslen på ny kapacitet til Sverige blev på dette grundlag vurderet for lav til at lade Dragør gå videre til fase 2.

I fase 2 markerede de fire deltagende aktører ønsket om at starte kontrak-



Baltic Pipe

Energinet.dk og det polske olie- og naturgasselskab PGNiG indgik i 2007 en aftale om at undersøge mulighederne for at etablere en gasledning kaldet Baltic Pipe mellem Polen og Danmark. Baltic Pipe-projektet var knyttet sammen med Skanled-projektet og skulle gøre det muligt at få norsk naturgas til Polen via Danmark. Med Baltic Pipe ville det desuden blive muligt at handle gas fra Polen i Danmark. Projektet omfattede en gasledning mellem Danmark og Polen, en kompressorstation i Danmark og en modtagerterminal ved ilandføringen i Polen. Efter Skanled-projektet faldt, var forudsætningerne for Baltic Pipe væsentligt ændrede, og dermed også tidsplanen. Den polske gas TSO, Gaz System, arbejder videre med projektet.

Skanled

Skanled var et nordisk offshoreprojekt, der skulle føre norsk naturgas til Danmark, Sverige og Sydnorge. Projektet havde sit udspring i et konsortium af en række ejerselskaber og interessenter. Skanled omfattede etableringen af en 850 km offshoregasledning fra Norges vestkyst til Grenland på Norges østkyst videre mod Sverige og Danmark. I Danmark var gasledningen planlagt ført i land i Nordøstjylland, syd for Frederikshavn. Projektet medførte behov for en gasledning fra ilandføringen i Nordøstjylland til Lille Torup samt forstærkninger af transmissionsnettet mellem Lille Torup og Egtved. Der er tre hovedårsager til, at Skanled blev suspenderet: Den samlede transportomkostning for at sende gas fra Norge til Kontinentet via Skanled var høj, nogle centrale aktører havde problemer med at indgå gaskøbskontrakter på Kårstø og endelig påvirkede finanskrisen selskabernes mulighed for at investere negativt.

Uanset inddragelsen af de korte bud er den tekniske kapacitet for trin 1 på El-lund entry kvalificeret af Open Season 2009-efterspørgslen allerede fra 2013. Hvad angår trin 2, opnås et bud på i alt 64 procent af den tekniske kapacitetsgrænse af trin 2, hvor kriteriet for kvalificering alene baseret på Open Season-bud ligger på 70 procent.

Konkurrencemyndighederne har hertil udtrykt ønske om, at op til 30 procent af kapaciteten skal holdes fri til korte kontrakter, hermed menes kontrakter af en 1-3 års længde. Hvis Energinet.dk ønsker at indgå alle kontrakter fra Open Season, vil der således være indgået lange kontrakter, der ligger for tæt på det maksimalt ønskværdige for trin 2.

Energinet.dk har på basis af Open Season og egen planlægning fremsendt ansøgning til klima- og energiministeren om tilladelse til etablering af et forstærket gassystem mellem Danmark og Tyskland. Ansøgningen indeholder en kompressorstation på strækningen Ellund-Egtved og dublering af rørledningen Ellund-Egtved.

Open Season 2009 udløste ikke investeringer med henblik på at øge kapacite-

A map of Europe and surrounding regions (Russia, Turkey, Georgia) illustrating major gas pipelines. The Nord Stream pipeline is shown as a yellow line arching from Russia to Germany. The Nord pipeline is a dark green line from Russia to the North Sea. The South Stream pipeline is a dark green line from Russia to Italy. The Nabucco pipeline is a red line from Turkey to Central Europe. The Tyrkiet pipeline is a red line from Turkey to the Middle East. Labels for the pipelines and their origins/destinations are placed along the routes.

Med bortfaldet af en alternativ Skanled-forsyning rejser det spørgsmål om, hvorvidt den eksisterende, tekniske kapacitet i Dragør er tilstrækkelig. En forøgelse af kapaciteten i Dragør forudsæt-

En Open Season 2010, der er dedikeret til udvidelse af kapaciteten i Dragør, kan blive resultatet af dialogen med det svenske marked. Alternative kilder til forsyning af Danmark vil også kunne komme på tale i en Open Season 2010.

10.3 Diversificering af forsyningsveje – til Danmark og Europa

Energinet.dk undersøger fortsat mulighederne for etablering af en forbindelse, der kan sikre adgang til de norske naturgasressourcer, på trods af Skanled-projektets stop. En sådan forbindelse vil i markant grad kunne understøtte

de politiske ønsker om en øget diversificering af forsyningsruterne for naturgas til Europa.

I øjeblikket planlægges en række større infrastrukturprojekter, der dels skal bringe mere gas til Europa og desuden medvirke til en større diversificering af gasleverancerne til EU, jf. figur 19. Nye rørforbindelser mellem blandt andet

Nordeuropa og Rusland (Nord Stream), samt mellem Sydeuropa og henholdsvis Rusland/Kaukasus (South Stream), Mellemøsten (Nabucco) og Nordafrika er under planlægning. Ligeledes planlægges og projekteres en del havneanlæg til LNG¹¹ i både Syd- og Nordeuropa.

¹¹ Liquefied Natural Gas, naturgas nedkølet til ca. -163°C, hvor det er flydende.



11. Naturgasmarkedet i Europa og i Danmark

Energinet.dk arbejder for at sikre et velfungerende og fleksibelt gasmarked med mange aktører, da et velfungerende marked i Danmark (og andre lande) er et vigtigt element for etableringen af et sammenhængende spotmarked for naturgas i Europa.

Samtidig efterspørger en række aktører i den danske biogassektor i dag mulighed for at handle biogas over gasnettet. Energinet.dk har derfor udarbejdet en strategi, der udmøntes i, at handelssystemet for naturgas tilpasses, så det kan facilitere handel med biogas.

11.1 Europa

Markedssituationen i Europa er stadig hovedsagelig præget af nationale markeder med national spothandel, dog med en betydelig grænseoverskridende handel. Der er ikke et egentligt sammenhængende spotmarked for naturgas i Europa. En del af årsagen til den manglende, grænseoverskridende spothandel skal findes i en generel kapacitetsknaphed særligt i grænsepunkter, manglende "interoperabilitet" mellem de forskellige nationale systemer og en endnu stærkt begrænset spothandel i flere lande, herunder Danmark.

Størstedelen af de europæiske lande er netto-importører af gas. Importen stammer primært fra Rusland, Norge, Algeriet og Marokko. En stigende del af importen er LNG-baseret, men størstedelen af gasen bliver bragt til de europæiske markeder via rørledninger. Den indenlandske produktion er faldende i hele Europa, mens forbruget og dermed importandelen er stigende og forventes at fortsætte med at stige i de kommende år. EU-Kommissionen skønner, at 80 procent af EU's gasforbrug i 2030 vil blive dækket med import. I dag er det ca. 50 procent, som

importeres, heraf 25 procent fra Rusland, og med Norge som den næststørste leverandør af naturgas.

Afhængigheden af store leverancer fra Rusland giver anledning til en stigende bekymring for, at manglende stabilitet i disse leverancer blandt andet grundet rørledningernes transit gennem en række lande fører til situationer med mangel på gas i Europa og dermed reduceret forsyningssikkerhed. For øjeblikket planlægges som tidligere nævnt en række, større infrastrukturprojekter, der skal bringe mere gas til Europa og bidrage til mere diversificerede forsyningsveje.

Gaskrisen i 2008 mellem Ukraine og Rusland satte yderligere fokus på risikoen for afhængigheden af russisk gas. Det betød blandt andet, at EU-Kommissionen fremskyndede udarbejdelsen af et udkast til nødforsyningsforordning. Det forventes, at forordningen bliver godkendt i 2010. Hvis der bliver tale om en forordning og ikke et direktiv, er det ved vedtagelsen direkte implementeret i de enkelte landes lovgivning.

På europæisk plan arbejdes der for at styrke kompatibiliteten mellem de enkelte landes systemer. Der arbejdes hen imod at fremme mulighederne for udveksling af gas mellem regionale handelspladser og at løse problemerne med interoperabilitet over grænser. Dette arbejde understøtter Energinet.dk både gennem Gas Infrastructure Europe (GIE) og gennem bilaterale samarbejder med nabo-TSO'er.

11.2 Danmark

Ved etableringen af den danske gasbørs (Nord Pool Gas) i 2008 blev vejen banet for øget konkurrence på engrosmarkedet. Etableringen var en naturlig følge af



liberaliseringen af det danske gasmarked i 2004, hvor alle forbrugere fik mulighed for frit at vælge naturgasleverandør.

Energinet.dk's rolle er at sikre et velfungerende og fleksibelt gasmarked. Det betyder blandt andet, at Energinet.dk udvikler produkter og faciliteter, som kommercielle aktører kan anvende til gashandel. Ud over at handle på gasbørsen kan grossisterne på gasmarkedet handle gas, kapacitet og balanceservice bilateralt via Energinet.dk's elektroniske opslagstavle samt bestille og indgå kontrakter på kapacitet og balanceservice.

I 2009 har Energinet.dk øget gennemsigtigheden over for sine kunder igennem en række opdateringer af Energinet.dk's selvbetjeningsportal. Transportkunderne kan nu hver dag hente en lang række data, såsom fysiske og kommercielle flowdata, den specifikke kundes egen balanceposition for de mest aktuelle gasdøgn samt den enkelte kundes fakturaer og dokumenter.

11.3 Status på handel med biogas

En række aktører i den danske biogassektor efterspørger i dag mulighed for at kunne handle biogas over gasnettet. Energinet.dk har udarbejdet en strategi, der udmøntes i, at handelssystemet for naturgas tilpasses, så det kan facilitere handel med biogas.

De primære udfordringer ved at koble biogas på nettet er:

- Markedsmodellen for gassektoren skal tilpasses, så den understøtter injektion og kommerciel handel med biogas.
- En række tekniske forhold skal ændres, så gassen kan transporteres, måles, afregnes og forbruges i gasdistributionsnetterne.
- Ansvar for opgradering af biogas skal afklares (oprensning, CO₂-reduktion og evt. brændværdijustering).
- Subsidier og afgiftsstruktur er (historisk) alene målrettet biogasanvendelse direkte til kraftvarmeproduktion.
- Etablering af en track and trace-funktionalitet, der kan følge biogassens kommercielle vej på naturgasnettet. Alternativt vil et certifikatsystem kunne tilgodese dette behov.

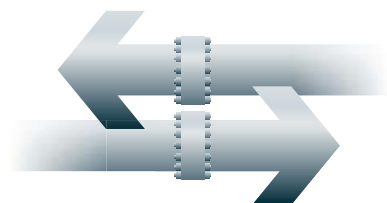
Energinet.dk's arbejde har indtil videre resulteret i, at der i samarbejde med gasdistributionsselskaberne er udviklet en markedsmodel for biogas, der vil gøre det muligt for et biogasanlæg at sælge opgraderet biogas på gasmarkedet. Markedsmodellen er færdigudviklet og vil kunne implementeres med et varsel på tre måneder fra aktørerne.

Succesfuld realisering af aktørernes ønske om at kunne handle biogas via naturgasnettet forudsætter, at alle interessenter i biogassektoren involveres. Energinet.dk lægger derfor stor vægt på samarbejde med alle interessenter. Energinet.dk har, afhængig af emne og sammenhæng, deltaget i en række arbejdsgrupper og fora, primært med gasdistributionselskaber, biogasbranchen, Energistyrelsen og Dansk Gasteknisk Center (DGC) samt forestået konferencer og møder, hvor udfordringer og de mulige løsninger er blevet belyst.

Potentialer og udfordringer med integration af biogas i naturgassystemet beskrives nærmere i kapitel 12.



12. Transport og afsætning af biogas i naturgasnettet



I Danmark forventes biogasproduktionen ifølge Energistyrelsens beregninger de kommende år at stige fra det nuværende niveau på lige under 4 PJ til omkring 19 PJ i 2020. 19 PJ svarer til ca. 15 procent af det forventede naturgasforbrug i 2020. På længere sigt ligger det fulde biogaspotentiale over 40 PJ.

Hidtil har det danske fokus ligget på anvendelse af biogassen i kraftvarmeproduktionen, hvor støtten har ligget i en afgiftsfritagelse på biogasproduceret varme og en fast afregningspris på 74,5 øre pr. kWh produceret el. Med den nye aftale, Grøn Vækst, der er indgået mellem regeringen og Dansk Folkeparti i 2009, arbejdes der imidlertid på, at biogassen også skal kunne sælges via naturgassystemet. Dette skal sikres ved en tilskudsmæssig ligestilling af biogassen, uanset om denne anvendes direkte på kraftvarmeværkerne eller købes fra naturgasnettet.

Grøn Vækst:

Aftalen mellem regeringen og Dansk Folkeparti om Grøn Vækst har fokus på to områder. En miljø- og naturplan for Danmark samt et grønt landbrugs- og fødevarerhverv i vækst. Især i forbindelse med sidstnævnte spiller biogassen en betydelig rolle, eftersom biogassen både giver landbruget en mulighed for at reducere de miljømæssige påvirkninger fra gyllen og samtidig giver adgang til et CO₂-neutralt brændsel.

Aftalen inkluderer både igangsætnings- og anlægstilskudspuljer samt adskillige tiltag, som skal lette processen i forbindelse med anlæggelsen af nye biogasanlæg. Derudover blev der aftalt, at der skal gennemføres en tilskudsmæssig ligestilling af afsætning af biogas til henholdsvis kraftvarmeværker og naturgasnettet.

12.1 Biogas i naturgasnettet

I Danmark produceres biogas hovedsageligt på baggrund af gylle, og produktionen af biogas har derfor hovedvægten, hvor husdyrtætheden er størst, det vil sige i den vestlige del af landet. Energiforbruget er imidlertid koncentreret sammen med befolkningscentre i den østlige del, hvilket betyder, at der er behov for at få flyttet energien østpå. I dag sker dette udelukkende ved anvendelse af biogassen til lokal elproduktion og benyttelse af elinfrastrukturen. Fremadrettet kan der imidlertid vise sig et øget behov for opgradering og transport gennem naturgasnettet i takt med en stigende biogasproduktion.

Den lokale elproduktion, som biogassen forbruges til i dag, sker fortrinsvist i decentrale kraftvarmeværker. Større danske biogasanlæg afsætter typisk biogassen gennem lokale biogasrør til et nærliggende, decentralt kraftvarmeværk, som producerer el og fjernvarme i den udstrækning, der findes et lokalt fjernvarmegrundlag. Mindre biogasanlæg har typisk en motor tilknyttet, som producerer el uden udnyttelse af spildvarmen.

Fordelen ved at bruge biogassen direkte i decentrale kraftvarmeværker er, at det ikke er nødvendigt at rense biogassen for CO₂, hvilket vil være nødvendigt at gøre via et opgraderingsanlæg, hvis biogassen skulle sendes ud i naturgasnettet. Til gengæld afskærer denne løsning biogasanlæg, som alene forsyner et lokalt kraftvarmeværk gennem separate rørforbindelser, fra muligheden for at udnytte naturgassystemets lagerfleksibilitet og handelsmuligheder.

Det kraftige fokus på vedvarende energi, CO₂-kvoter og miljø gør biogassen til en god handelsvare ikke kun i Danmark, men i hele verden, hvor virksomheder ønsker at markedsføre sig på miljøvenlig drift og energiforbrug.

Biogasanlæg har oftest en meget konstant produktion af biogas – såvel som vinter. Der er mulighed for at sæsonregulere produktionen delvist gennem opmagasinering af lagerfast materiale, men biogasanlæggene vil forsat skulle have en betydelig produktion om sommeren af hensyn til driftsøkonomien.

Energiforbruget på de decentrale kraftvarmeværker – og dermed den lokale efterspørgsel efter biogas – er størst om vinteren, hvor der er stort behov for fjernvarme. Biogasanlæggene skal imidlertid kunne afsætte gassen året rundt. Da det decentrale kraftvarmeværk er den eneste kunde, biogasanlægget er forbundet til, bliver det decentrale kraftvarmeværk tvunget til at producere el som ufleksibel grundlast hele året, og derfor passer denne driftsform dårligt til et elsystem med en markant øget andel vindkraft, hvor det er væsentligt, at øvrig produktion og forbrug har en betydelig fleksibilitet for at opnå en effektiv indpasning af vindkraften.

I det nuværende system modtager kraftvarmeværkerne en fast afregningspris på 74,5 øre pr. kWh_{el}, der er produceret ved brug af biogas. De decentrale kraftvarmeværker har derfor et godt økonomisk incitament til at producere en fast mængde el året rundt, selv om de ofte ikke kan afsætte fjernvarmeproduktionen om sommeren. Det betyder, at virkningsgraden af biogassen nedsættes. Der er altså et overskud af biogas, som ikke udnyttes optimalt. Det gør biogassen mindre værd for det decentrale kraftvarmeværk.

Ændres der ikke på de grundlæggende rammevilkår, kan problemstillingen med, at biogassen bruges til ufleksibel produktion af el, forøges i takt med en stigende biogasproduktion. Dette harmonerer som nævnt dårligt med den samtidige udbygning med vindkraft, der stiller store krav til elsystemets fleksibilitet.

Opgradering og injektion af biogassen i naturgasnettet kan således være en god måde at skabe fleksibilitet mellem produktion og forbrug af biogas. Det skyldes, at naturgassystemet har adgang til sæsonudjævning via de to danske naturgaslagre. Fysisk kan biogas således fungere som grundlast i det lokale naturgasnet, mens naturgassen oplagres eller sælges til andre segmenter. Kommercielt kan det med en såkaldt track and trace-ordning eller et certifikatmarked håndteres, så biogassen via gasbørsen eller bilaterale aftaler kan lagres og handles selvstændigt.

Lagring af biogas i naturgaslagrene betyder derfor ikke nødvendigvis, at biogassen fysisk vil nå naturgaslagrene eller transmissionsnettet. Biogassen vil typisk fysisk befinde sig i distributionsnettet på eller nedenstrøms det trykniveau, hvor biogassen injiceres. Via lokal fortrængning af en tilsvarende naturgasmængde – biogassen erstatter naturgas – vil biogassen kunne sælges på gasbørser eller direkte til enhver gasforbruger, der er tilkoblet det europæiske gassystem.



Et alternativ til opgradering af biogassen er nedgradering af naturgasnettet. Det kan ske ved at justere gaskvaliteten i de lavere trykniveauer af naturgasnettet, for eksempel ved tilsætning af luft, så gaskvaliteten her kommer til at stemme overens med biogas. Denne mulighed kan tænkes anvendt i udvalgte dele af distributionsnetterne, hvor biogasproduktionen er så høj, at der stort set kun skal tilføjes nedgraderet naturgas til sæsonregulering og nødforsyning.

Fysisk transport på tværs af landet kan blive nødvendigt, hvis biogasproduktionen nærmer sig det minimale naturgasforbrug (forbruget en varm sommerdag) i de lokale distributionsnet. Dette kan medføre behov for at injicere overskydende biogas i transmissionsnettet, hvilket vil medføre en meromkostning til kompression, men samtidig også en fordel som følge af den effektive opblanding med naturgas. Injektion i stålør, som transmissionsnettet er lavet af, vil dog fortsat kræve opgradering af biogassen.

12.1.1 Udfordringer ved introduktion af biogassen i gasnettet

Efter opgradering, det vil sige efter fjernelse af CO₂, består biogassen af ren bio-

metan. Det giver lidt andre egenskaber end dansk naturgas, som ud over metan indeholder flere, tungere kulbrinter. Det kan give tekniske udfordringer for myndigheder og gasinfrastrukturselskaber, som gennem en lang årrække har været forvænt med en stabil, dansk gaskvalitet og dermed har haft unikt gode betingelser for at optimere regler, gasforbruget og udstyr og målesystemer.

I takt med, at naturgasproduktionen fra den danske del af Nordsøen vil falde i de kommende år, vil gassen tilflyde det danske system fra andre forsyningskilder. Det betyder, at naturgassystemet i Danmark i alle tilfælde skal indstilles på, at der kommer gas med andre og mere svingende brændværdier. Det forventes derfor, at regelsæt, målesystemer og afregningsprocedurer under alle omstændigheder skal justeres inden for de kommende år. Der er en god mulighed for, at den tilpasningsproces bliver så omfattende, at behovet for at justere brændværdien af opgraderet biogas ved tilsætning af propan reduceres eller helt bortfalder.



Tonne Kjærvej 65
7000 Fredericia
Tlf. 70 10 22 44
Fax 76 24 51 80
info@energinet.dk
www.energinet.dk

Foto:
Palle Peter Skov
Ole Christiansen
Mikkel Østergaard
Lars Holm
Sara Galbiati
Niels Christensen
Jorgen Schytte
Tao Lytzen

Layout og opsætning:
Energinet.dk's kommunikationsafdeling

Repro og tryk:
Clausen Offset ApS



Oplag 1.500 eks.
Trykt-udgave 1901-8142
Online-udgave 1901-8150

Systemplan 2009 kan også downloades på:
www.energinet.dk

December 2009



Tonne Kjærsvvej 65
7000 Fredericia
Tlf. 70 10 22 44
Fax 76 24 51 80

info@energinet.dk
www.energinet.dk