



ENERGINET



SYSTEMPLAN 2016

EL OG GAS I DANMARK

INDHOLD

Læsevejledning	3
1 Planlægning for el og gas i et helhedsperspektiv	4
1.1 Energinet.dk's formål og den politiske rammesætning	4
1.2 Analyse og planlægning for el og gas	5
1.3 Forskning, udvikling og demonstration	13
1.4 Miljøberetning	14
1.5 Energieffektivisering på EU-plan	15
2. Tema: Drift af et vinddomineret elsystem	16
3. Tema: Gassystemets fremtidige rolle	23
4. Elforsyningssikkerhed og elnetsdrift	28
4.1 Elforsyningssikkerhed	28
4.2 Balance og teknisk kvalitet i driftsdøgnet	31
4.3 Ressourcer til sikring af balance og teknisk kvalitet	31
4.4 Samarbejde med andre lande	33
4.5 Samarbejde med netvirksomhederne	36
5. Elanlæg	40
5.1 Planlægning for om- og udbygning af anlæg	40
5.2 Om- og udbygning samt vedligehold af nettet	44
6. Elmarkeder	48
6.1 Engrosmarkedet	48
6.2 Markedet for systemydelser	52
6.3 Detailmarkedet	55
7. Gasforsyningssikkerhed og gasnetsdrift	59
7.1 Effektiv gastransport	59
7.2 Gasforsyningssikkerhed	62
7.3 Samarbejde med andre netvirksomheder	63
7.4 Opretholdelse af gasbalancen, herunder lagring	64
7.5 Kapacitet til transit	64
8. Gasanlæg	65
8.1 Tilslutning af nye anlæg til transmissionsnettet	65
8.2 Om- og udbygning samt vedligehold af nettet	65
9. Gasmarkeder	68
9.1 Gasbørsen og GTF	68
9.2 Gasdetailmarkedet	68

LÆSEVEJLEDNING

Udvikling af energisystemet med elsystemet som den bærende del er en meget stor og kompleks udfordring. Energinet.dk's transmissionssystemer er centrale i denne proces frem mod uafhængighed af fossile brændsler, og klimaudfordringerne påvirker vores rammevilkår.

I kapitel 1 om planlægning for el og gas i et helhedsperspektiv skitseres de nationale og internationale rammer for Energinet.dk's aktiviteter. Baggrunden for Energinet.dk's helhedsorienterede planlægning gennemgås og eksemplificeres af aktuelle analyser og retningen inden for forskning, udvikling og demonstration.

Årets temaer i kapitel 2 og 3 omhandler på el siden, hvordan et vinddomineret elsystem bliver drevet med baggrund i en kombination af langsigtede, stabile rammer, videreudvikling af markedsmodeller, nye styringskompetencer inden for driften og en meget fleksibel infrastruktur. På gassiden handler det om, hvordan dialog mellem systemansvaret og aktørerne bruges i håndteringen af aktuelle udfordringer samt at realisere de bedste markedsbaserede løsninger.

Elforsyningssikkerheden i Danmark er i internationalt perspektiv på et meget højt niveau. Kapitel 4 om elforsyningssikkerhed og elnetsdrift redegør for de igangværende initiativer for at opretholde det høje niveau og fortæller, hvordan systemdriften tilrettelægges under hensyn til forsyningssikkerheden, ikke mindst i samarbejde med aktører og andre lande.

Kapitel 5 om elanlæg giver en status på den fysiske netplanlægning og aktuelle vedligeholdelses- og udbygningsaktiviteter, herunder tilslutning af nye kunder i transmissionsnettet og nye udlandsforbindelser.

Kapitel 6 om elmarkeder fortæller blandt andet om nye internationale tiltag med afsmitning på engros- og systemydelsesmarkederne. I forhold til detailmarkedet for el fortæller om

implementering af ny DataHub og dennes understøtning af det kundecentrede markedsdesign Engrosmodellen.

Kapitel 7 om gasforsyningssikkerhed og gasnetsdrift gennemgår initiativer til opretholdelse af gasbalancen og nye foranstaltninger til opretholdelse af gasforsyningssikkerheden, også på europæisk plan. Den aktuelle usikkerhed om gasleverancer fra den danske del af Nordsøen gennemgås sammen med alternative forsyningskilder i form af udland, gaslagrene og VE-gasudviklingen.

Kapitel 8 om gasanlæg giver en status på aktuelle vedligeholdelses- og udbygningsaktiviteter, herunder ledningsomlægninger og tilslutning af biogasanlæg i transmissionsnettet.

Kapitel 9 om gasmarkeder giver en status på handel og udvikling omkring gasbørserne på det nordvesteuropæiske engrosmarked. På det danske detailmarked er der stigende aktivitet på leverandør- og forbrugersiden, ligesom på certifikatmarkedet for grøn gas.

Redaktionen er afsluttet i november 2016.

PLANLÆGNING FOR EL OG GAS I ET HELHEDSPERSPEKTIV

1.1 Energinet.dk's formål og den politiske rammesætning

Energinet.dk er en selvstændig offentlig virksomhed, som ejer, driver og udbygger de danske transmissionsnet for el og gas. Energinet.dk's formål er at sikre en effektiv drift og udbygning af transmissionsnettene og at sikre åben og lige adgang for alle brugere af nettene.

Etablering af nye transmissionsnet og væsentlige ændringer i bestående net kan ske, hvis der er et tilstrækkeligt behov for udbygningen – fx af hensyn til forsyningssikkerhed, beredskab, markedskonkurrence eller indpasning af vedvarende energi.

I kapitel 4 til 9 er det redegjort for, hvorledes forsynings-sikkerhed, drift, marked m.v. i sammenhæng indvirker på udbygning og ændring af transmissionsnettene for el og gas. Den langsigtede udbygning af nettene beror imidlertid ikke alene på tekniske og økonomiske hensyn, men skal også ses inden for rammerne af de langsigtede danske og europæiske politiske målsætninger på energi- og klimaområdet.

Overordnede danske rammer

Det langsigtede politiske mål for den danske energiforsyning er uafhængighed af fossile brændsler i 2050. Samtidig er målsætningen, at den danske forsyningssektor udvikles så omkostningseffektivt som muligt af hensyn til forbrugerne og den danske konkurrenceevne.

Disse mål udgør de overordnede danske rammer, når Energinet.dk på kort, mellemlangt og langt sigt udbygger nettene og videreudvikler markedsmodeller, sikkerhedskoncepter og driftsstrategier.

Initiativer til opfyldelse af de danske politiske målsætninger sker gennem energipolitiske forlig, hvoraf det seneste er fra marts 2012. Disse forlig indeholder gerne konkrete projekter i form af fx vindkraftudbygning, kabellægning, solkraftudbygning, effektiviseringer, bedre data-anvendelse, omlægning i produktionsformer og lignende – alt sammen initiativer, der ofte kræver øget anlægsaktivitet hos Energinet.dk og kan påvirke arbejdet med markedsudvikling, forsyningssikkerhed og driftsstrategier.

FIGUR 1: ENERGINET.DK'S OVER-ORDNEDE RAMMER



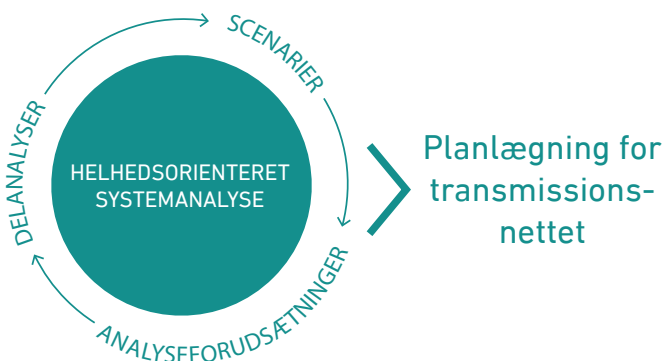
Inden for disse rammer har Energinet.dk yderligere pligt til selv at tage initiativ til at undersøge samfundsmæssige fordele ved udbygning af nettene, herunder udbygning af udvekslingsforbindelser med nabolandene, for langsigtet at sikre integration af vedvarende energi, udvikling af markedskonkurrencen, fastholdelse af forsyningssikkerheden og optimering af driften.

Overordnede EU-rammer

EU har to indsatser på energiområdet med særlig betydning for den langsigtede udvikling.

FIGUR 2: ANALYSEHJUL

Forud for planlægning for transmissionssystemets udvikling ligger en analyseproces, hvor den helhedsorienterede systemanalyse influeres af løbende opdatering af energifremtidsscenarier, den årlige udarbejdelse af analyseforudsætninger og delanalyser på aktuelle delkomponenter i energisystemet.



EU har ambitiøse målsætninger på klimaområdet. I 2050 skal CO₂-udledningerne fra de industrialiserede lande være reduceret med 80-95 procent i forhold til 1990. Frem mod 2030 skal Danmark derfor bidrage til at opfylde det ambitiøse mål med en reduktion af drivhusgasudledningen med mindst 40 procent i forhold til 1990-niveauet.

Dette langsigtede mål har indirekte betydning for Energinet.dk's analysearbejde, planlægning og udviklingsaktivitet, idet omstilling af eksempelvis den danske transportsektor og el- og varmesektor til klimavenlige brændstoffer også har betydning for den samlede videreudvikling af transmissionsnetterne for el og gas.

Den anden markante EU-indsats er realiseringen af Energiunionen. Energiunionens strategi fokuserer på forsynings-sikkerhed, realisering af det indre marked, energieffektivitet, mindsket klimapåvirkning og fremme af forskning og

innovation. Disse indsatser får direkte indvirkning på Energinet.dk's analysearbejde, planlægning og udviklingsaktiviteter, idet fx forsynings-sikkerhed nu også handler om regionalt samarbejde mellem EU-lande og bedre europæiske konkurrenceforhold for at fremme lavere forbrugerpriser.

1.2 Analyse og planlægning for el og gas

Energinet.dk er ansvarlig for transmissionsinfrastruktur for både el og gas. Der stilles krav til en effektiv drift af transmissionsnettet i overensstemmelse med blandt andet samfundsøkonomi og miljøhensyn i Lov om elforsyning og Lov om naturgasforsyning. Energinet.dk er dermed omfattet af retningslinjerne i Finansministeriets Økonomisk Administrative Vejledning og skal udarbejde samfundsøkonomiske vurderinger af alle væsentlige tiltag inden for energiområdet.

Der stilles også krav til Energinet.dk, hvad angår en sammenhængende og helhedsorienteret planlægning, der danner grundlag for en miljøvenlig og energieffektiv transmission af elektricitet. Lovgrundlaget er Systemansvarsbekendtgørelsen for el samt på gasområdet Bekendtgørelse om anvendelse af naturgasnettet og planer for det fremtidige behov for gastransmissionskapacitet, der stiller krav om planlægning som grundlag for vurdering af forsynings-sikkerheden og behov for etablering af nye transmissionsnet og ændring af eksisterende transmissionsnet.

Energistyrelsen udgiver Vejledning i Samfundsøkonomiske analyser på energiområdet som styringsredskab på investeringer i transmissionsnettet. Vejledningen beskriver beregningsmetoden og beregningsforudsætningerne, der anvendes ved samfundsøkonomiske analyser af projekter på energiområdet. Omkostningseffektive investeringer i transmissionsinfrastruktur identificeres gennem samfundsøkonomiske analyser af tiltag, hvilket betyder en generelt længere investeringshorisont, end hvis selskabsøkonomi blev anvendt.

Plan for fremtidige infrastrukturprojekter skal indsendes til energi-, forsynings- og klimaministeren til godkendelse, inden etablering af nye transmissionsnet og væsentlige ændringer i bestående net påbegyndes. Fra foråret 2016 udarbejder Energinet.dk en årlig redegørelse for aktuelle planer om Reinvestering, Udbygning og Sanering (RUS-planen). Hvert andet år udarbejdes tillige en Perspektivplan for anlægsprojekter.

"Energinet.dk gennemfører kontinuert analyser på det samlede danske energisystem på el- og gasområdet, herunder det danske systems sammenkobling med det øvrige Europa, for at være ajour med den seneste udvikling på energiområdet"

Konkrete projekter skal indsendes til energi-, forsynings- og klimaministeren til godkendelse, hvis investeringen overstiger 100 mio. kr., og til Energistyrelsen hvis investeringen er under 100 mio. kr.

Energistyrelsen kan stille krav om, at Energinet.dk's planer skal indeholde eller belyse specifikke emner, hvis dette er nødvendigt af hensyn til varetagelsen af tilsynet med Energinet.dk's virksomhed. I det følgende gennemgås nogle af Energinet.dk's seneste energianalyser og deres relation til den konkrete planlægning på energiområdet.

Systemanalyser

Energinet.dk varetager ud fra sektorlovgivningen og med baggrund i en sammenhængende og helhedsorienteret planlægning, systemansvarlig virksomhed og eltransmissionsvirksomhed, herunder opgaven som uafhængig systemoperatør, og gastransmissionsvirksomhed.

Forudsætningen for at tilvejebringe en sammenhængende og helhedsorienteret planlægning er, at der foreligger et opdateret analysemateriale og analysegrundlag.

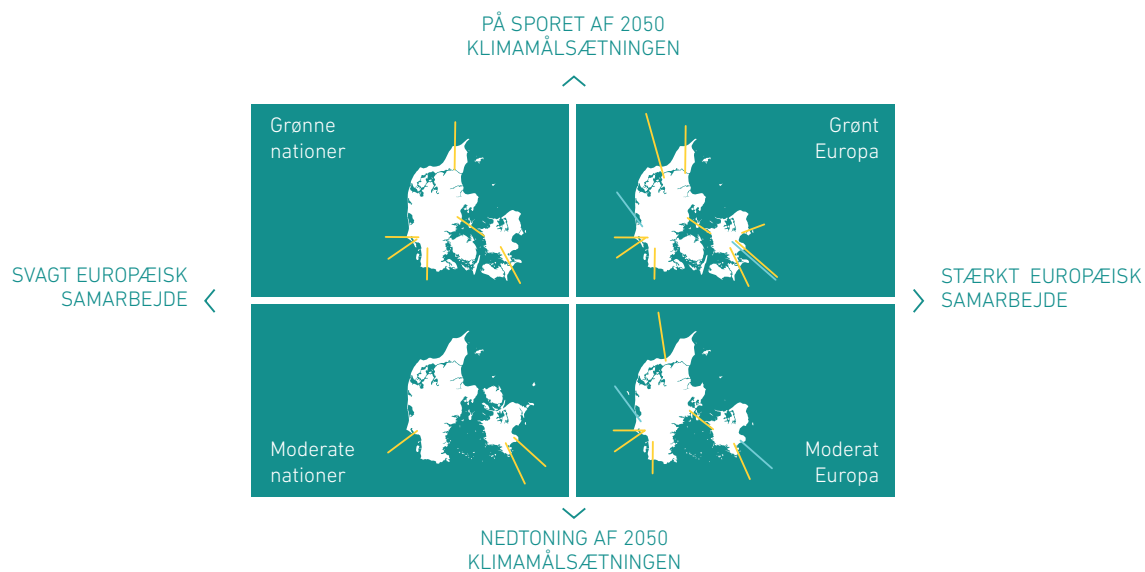
Energinet.dk gennemfører kontinuert analyser på det samlede danske energisystem på el- og gasområdet, herunder det danske systems sammenkobling med det øvrige Europa, for at være ajour med den seneste udvikling på energiområdet. Til det formål har Energinet.dk de seneste år investeret i udvikling af en ny analysemodel – Sifre (Simulation of Flexible and Renewable Energy systems) – der blandt andet kan analysere det samlede danske energisystem under inddragelse af de reelt eksisterende produktionsanlæg (kraftværker, decentrale værker, vindkraft, solceller m.v.) og de reelt eksisterende europæiske markedsmekanismer. Formålet er dels at kunne gennemføre konkrete analyser med henblik på at bidrage til en optimeret udbygning af transmissionsnettene på el og gas, dels at kunne belyse de samfundsøkonomisk mest fordelagtige veje til omstilling af det danske energisystem til vedvarende energi.

Udgangspunktet for analysearbejdet i Sifre er blandt andet opstilling af scenarier for forskellige udviklingsforløb for omstilling af energisystemet. Den endelige sammensætning af teknologier og den samlede samfundsøkonomiske omkostning afhænger i sidste ende af, hvorledes fremtiden kan tænkes at udvikle sig med hensyn til fx ny teknologi, prisdannelse på brændsler, samfundets økonomiske vækst, politiske målsætninger og forbrugernes adfærd.

Energinet.dk's analyseforudsætninger

Til grund for Energinet.dk's analyser på energisystemet ligger analyseforudsætninger, der opdateres mindst hvert år blandt andet for at sikre overensstemmelse med de seneste historiske udviklinger. Ændringer i de forventede fremtidige priser, forbrugsmønstre, teknologiudvikling m.v. har stor betydning for billedet af det fremtidige energisystem, investeringsbehovet og den samlede samfundsøkonomiske omkostning, når der tales om investering i omkostningstunge teknologier med lang levetid.

FIGUR 3: PERSPEKTIVNET



Analyseforudsætningerne indgår i et dynamisk samspil mellem arbejde med mulige fremtidsscenarier for Danmark og Europa og de energianalyser, som Energinet.dk udarbejder (både for det samlede danske energisystem og delanalyser på udvalgte teknologiske områder), jf. figur 2, side 5.

Et konkret eksempel herpå er udviklingen inden for den forventede udvikling for udbygning med solceller. I 2015 forventede Energinet.dk med baggrund i de daværende markedspriser og støtteordninger en forholdsvis moderat udvikling i udbygningen med solceller. Den faktiske udvikling siden 2015 og Energinet.dk's solcelle- og batterianalyse har imidlertid medført, at Energinet.dk ret tidligt i 2016 måtte udarbejde et tillæg til 2015-forudsætningerne, hvor der nu forudsås en kraftigere udbygning.

Nye energiscenarier

Danmark er et ganske lille land, og selvom vi på energiområdet har stærke nationale transmissionssystemer til energi, er vi tæt forbundet til omverdenen. Beslutninger og anbefalinger om udvikling af de danske energisystemer afhænger derfor i høj grad af udviklingen i landene omkring os. Gennem aktiv deltagelse i de europæiske sammenslutninger af transmissionssystemoperatører, ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity)

og ENTSOG (samme for Gas), har vi adgang til sammenhængende og konsistente data og scenarier for Europa. Energinet.dk's scenariearbejde bygger på dette grundlag og skal ses som en uddybning af de europæiske scenarier, der har en begrænset detaljeringsgrad.

ENERGISCENARIER FOR 2030

Udgangspunktet for Energinet.dk's scenarier er ENTSO-E's scenarier. ENTSO-E er den europæiske samarbejdsorganisation for eltransmissionssystem-operatører, og deres scenarier beskriver primært elsektorens mulige udvikling i et europæisk perspektiv. De fire scenarier baserer sig på dimensionerne i ENTSO-E's scenarier, hvor international integration og fokus på miljø udgør de to dimensioner. Netop denne kategorisering er et af Energinet.dk's indspil til ENTSO-E's arbejde og ligger i direkte forlængelse af Energinet.dk's tidligere scenarier.

For at scenarierne kan bruges i analysesammenhæng, har Energinet.dk lagt stor vægt på, at scenarierne er sandsynlige og troværdige, fanger relevante tendenser, og at man kan se en mulig vej mod hvert scenarie. De fire scenarier er kort beskrevet i det følgende.

Scenarie 1: Moderate nationer

Usikkerheden om fremtidige rammevilkår, lave elpriser og lav økonomisk vækst bremser investeringer i alle elproducerende teknologier. Stigende omkostninger til støtte af ny grøn elproduktion kombineret med lave priser på elmarkedet medfører, at udbygningen med grøn elproduktion reduceres til et meget lavt niveau. Dette forstærkes af, at der ikke i EU (eller på verdensplan) opnås enighed om et effektivt CO₂-kvote-handelssystem, og prisen for udledning af CO₂ holder sig på et meget lavt niveau det meste af perioden frem til 2030.

Elektrificering af energitjenester som transport og varme går meget trægt, og på grund af begrænsede energieffektiviseringer stagnerer eller stiger det samlede el- og energiforbrug. For Danmark betyder det en opbremsning i satsningen på lokale VE-ressourcer som vind, sol og VE-gas.

Scenarie 2: Moderat Europa

Den markante grønne omstilling udebliver i perioden frem til 2030. Trods gentagne hensigtserklæringer på internationalt plan og EU-plan får de fleste lande kun gennemført enkelte nye tiltag i retning af VE efter 2020. Investeringer står i dødvande på grund af usikkerhed om fremtidige ændringer i reguleringen.

I stedet arbejdes der på internationalt plan med tiltag, som sikrer en økonomisk effektivisering af driften af energisystemet. Fx aftaler om fælles reserveanlæg og liberalisering af og markedskobling af gasmarkederne. Mod slutningen af perioden bliver det klart, at Europa igen er nødt til at sætte fart i retningen af et energisystem, som ikke udleder CO₂.

Dette medfører en række lokale tiltag, som fremmer central udbygning med de billigste CO₂-neutrale produktionsteknologier; biomasse, solceller og vind.

Scenarie 3: Grønne nationer

EU's ambition om at reducere 80-95 procent af udledningen af drivhusgas frem mod 2050 er fastholdt. Der er derfor meget stor fokus på at balancere vind og sol lokalt, dels med nye fleksible energiforbrug til varme og transport og dels ved at etablere batteriløsninger og andre typer af lokale energi-lagre.

Realisering af klimamålene er relativt dyre på grund af stor modstand mod transmissionsledninger til europæisk integration af energiforsyningen. Der er i de enkelte medlemsstater modstand mod at etablere vindmølleparker, hvor den producerede el eksporteres og derved forsyner andre lande med VE. I Danmark arbejdes der på at nå 100 procent VE, som er baseret på vind, sol og biomasse. El og gas eksporteres i det omfang, der er overskud og afsætningsmulighed for det, men der bygges fx ikke VE i Danmark for at sikre forsyning i andre områder i Europa.

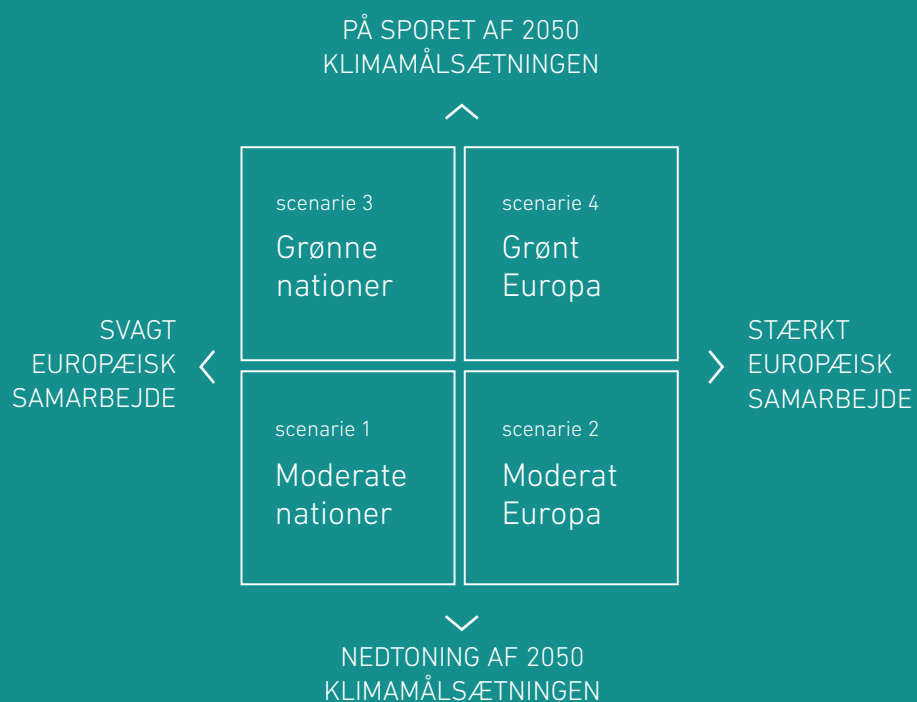
Scenarie 4: Grønt Europa

Et enigt EU sikrer en reduktion af drivhusgas på 80-95 procent frem mod 2050. Det medfører, at VE-ressourcerne i Europa optimeres til en europæisk hensigtsmæssig løsning med en udpræget grad af arbejdsdeling, hvor områder med gode forhold for vedvarende energi kan eksportere VE-energi. Nordeuropa har særdeles gode forhold for vindkraft, både onshore og offshore. Sammen med meget stærke el- og gastransmissionsforbindelser fordeles energien i Europa, og der opnås en energiforsyning med konkurrencedygtig grøn energi. CO₂-fangst (CCS) på biomasse eller til brug for VE-brændstofproduktion er under udvikling.

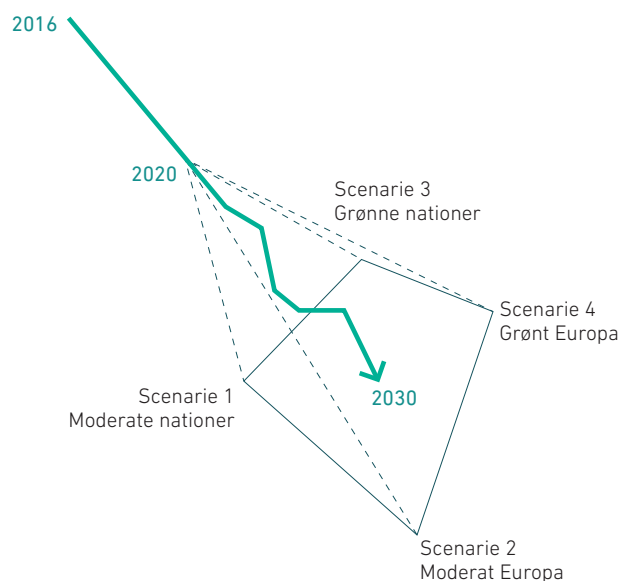
Danmarks målsætning om en produktion af vedvarende energi, som udgør mere end forbruget i energisektoren, bliver herved overgået af EU's vision om omstilling til VE. Danmark bliver centrum i en af Europas mest vindkraftdominerede zoner. Samtidig udgør Norden et centralt energilager med vandkraftanlæg. For at håndtere transport af energi indgår også gassystemet til at transportere kemisk energi fra regionen frem til energilagere og frem til industriregioner i det centrale Europa.

Energinet.dk's scenariearbejde kan følges på www.energinet.dk/energianalyser.

DE FIRE SCENARIER BASERER SIG PÅ DIMENSIONERNE I ENTSO-E'S SCENARIER, HVOR INTERNATIONAL INTEGRATION OG FOKUS PÅ MILJØ UDGØR DE TO DIMENSIONER



FIGUR 4: UDFALDSRUM FOR FREMTIDSSCENARIER 2020-2030



For at kunne anvende scenarierne i dansk sammenhæng er de udvidet med sektorer som gas, fjernvarme, transport og industri. Resultatet er fire beskrivelser af, hvordan det danske energisystem kan se ud i 2030. Scenarierne vil blive anvendt som grundlag for at robusthedstjekke analyser og sætte den fysiske netudviklingsplanlægning i perspektiv.

I forbindelse med Energinet.dk's kommende netudviklingsplan skal scenarierne konkret anvendes til at skabe fire alternative perspektivplaner, der viser andre mulige udviklinger af eltransmissionsnettet. Perspektivplanerne bidrager til at kunne forberede robuste løsninger til en usikker fremtid allerede under projektmodningen og detailplanlægningen.

Scenarierne supplerer analyseforudsætningerne ved at give perspektiver på alternative udviklinger i fremtiden og input til analyser af det fremtidige energisystem. Konkret udspændes et udfaldsrum for udviklingen fra 2020 til 2030, hvor man med rimelig sikkerhed kan forvente, at den faktiske udvikling vil være et nedslagspunkt i dette rum. Tankegangen er illustreret i figur 4, hvor scenarierne "trykprøver" forventningen til udviklingen af det samlede danske energisystem ved at udsætte det for forskellige politiske og europæiske trends. Konklusioner og fremskrivninger på baggrund af forudsætningerne kan dermed robusthedstjekkes. Eksempelvis

hvordan udbredelsen af en ny teknologi på et bestemt område vil spille ind på det samlede energisystem.

Scenarierne er på et mere overordnet niveau end Energinet.dk's analyseforudsætninger og bruges ikke kvantitativt i business cases for investeringer. Scenariernes roller er at indgå som perspektivering af fremtidige business cases.

Energinet.dk er en aktiv deltager i det europæiske TSO-samarbejde i ENTSO-E og ENTSG. Når det vedrører udvikling og planlægning af transmissionssystemet, bidrager Energinet.dk til regionale og paneuropæiske netudviklingsplaner, herunder de europæiske tiårsplaner for netudvikling (TYNDP, Ten Year Network Development Plan), hvor mulige nye udlandsforbindelser landene imellem kortlægges. Med anvendelsen af scenarierne, som er baseret på ENTSO-E's scenarier, sikres der en tættere koordination mellem de nationale og europæiske netudviklingsplaner. Fremadrettet vil de europæiske scenarier under tiårsplanerne blive til i et samarbejde mellem ENTSO-E og ENTSG og derfor omfatte både el- og gassystemerne på europæisk plan.

Hvor analyseforudsætningerne repræsenterer Energinet.dk's bedste bud på fremtiden, repræsenterer fremtidsscenarierne tænkte, men absolut mulige fremtidige udviklingsforløb.

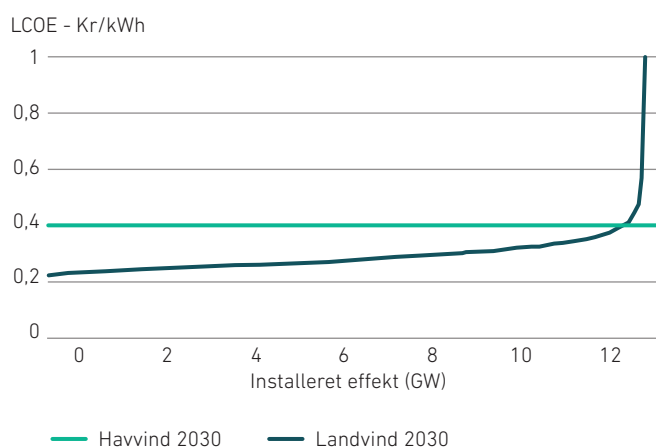
Samlet set er der – jf. figur 2, side 5 – tale om et dynamisk samspil mellem fremtidsscenarier, modelberegninger, analyseforudsætninger og nye analyseresultater fra detailanalyser.

Delanalyse: Landvind

En af de aktuelt mest betydende enkeltfaktorer for planlægning af eltransmissionsnettet er udbygningsraten og lokaliseringen af vindmøller og vindmølleparker. Akkumulering af enkeltstående vindmøller i et givent område vil på et tidspunkt kræve stillingtagen til udbygning af nettet. Etablering af større vindkraftværker i form af mølleparker – hvad enten det

FIGUR 5: LANDVIND VERSUS HAVVIND

Analysen på Levelized Cost of Electricity (LCOE) viser at den samfundsøkonomiske restrummelighed for yderligere opstilling af vindmøller på land er på op til 12 GW, inden omkostningen pr. produceret kWh på landvindmøller overstiger omkostningen pr. produceret kWh på havvindmøller. LCOE angiver prisen for at producere en megawatt-time elektricitet ved at se på investerings- og udviklingsudgifter, udgifter til egenkapital og lånefinansiering, samt drifts- og vedligeholdelsesomkostninger.



er på land eller på havet – kan ligeledes resultere i krav om forstærkning eller udbygning af nettet.

Det er af afgørende betydning for planlægningen af eltransmissionsnettet også at have overblik over det langsigtede samfundsøkonomiske potentiale for udbygning med vind på land i sammenligning med en tilsvarende udbygning på havet. Energinet.dk har derfor siden 2015 analyseret på, hvad det samfundsøkonomiske potentiale for opstilling af mere vindkraft i de enkelte danske regioner er. Analyserne konkluderer, at potentialet for vindkraft på land er stort, når det sammenlignes med den samfundsøkonomiske omkostning ved opstilling af tilsvarende mængder vindkraft på havet, som det er illustreret i figur 5.

Delanalyse: Vindmøllers levetid

Restlevetiden for den gamle landmøllekapacitet har ligeledes stor betydning for Energinet.dk, da gamle landvindmøller stiller specielle eltekniske krav, som der skal tages højde for i den fremadrettede planlægning af eltransmissionsnettet og fremskaffelse af systembærende egenskaber til elnettet. Tidligere har man typisk sat levetiden for landmøller til 20 år, men den historiske udvikling peger på, at den gennemsnitlige levetid er væsentlig højere.

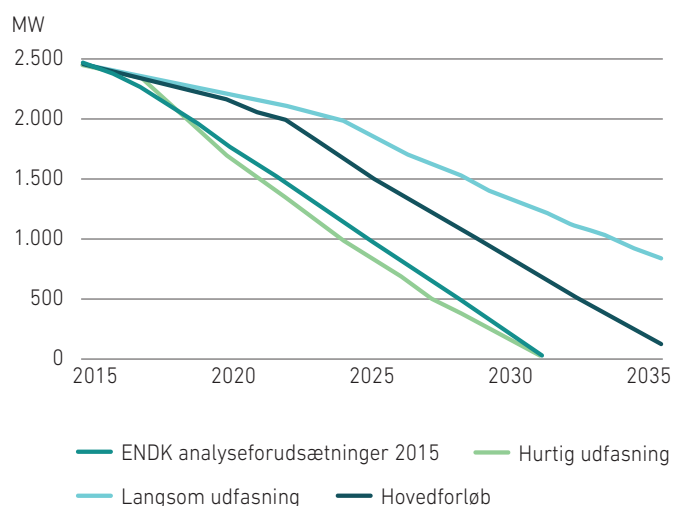
Derfor er der i analysen udarbejdet tre nedtagningsforløb for de gamle landmøller:

- Et hovedforløb, som afspejler en elprisudvikling som forventet i Energinet.dk's analyseforudsætninger for 2016, kaldet AF2016.
- En langsom udfasning, der afspejler lidt højere priser end i AF2016.
- En hurtig udfasning, hvor de lave elpriser fra 2015 i Danmark fortsætter på samme eller endda lidt lavere niveau de næste mange år.

Som det fremgår af figur 6, kan det forventes, at levetiden for ældre

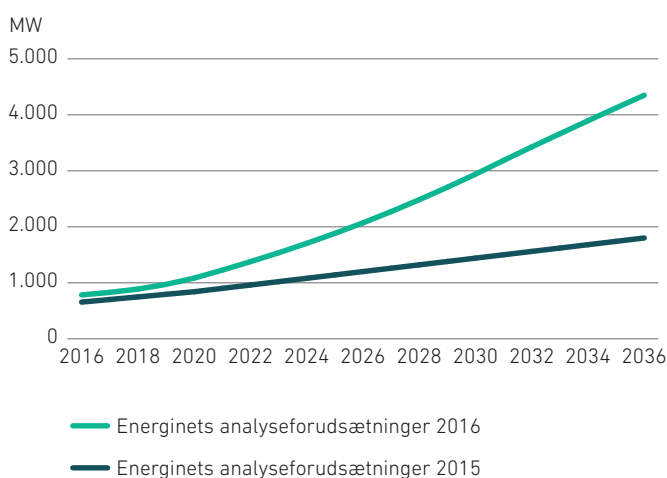
FIGUR 6: EKSISTERENDE LANDMØLLERS RESTLEVETID

Eksisterende gamle danske vindmøller kan forventes at få en længere levetid end oprindeligt antaget. Idet ældre vindmøller stiller større krav til elnettets systembærende egenskaber, har dette betydning for den langsigtede planlægning for elnettet.



FIGUR 7: FORVENTNING TIL UDBYGNING MED SOLCELLER

I Energinet.dk's analyseforudsætninger fra 2015 var forventningen til den fremtidige udbygning med solceller behersket. En ny analyse på solceller gav allerede i foråret 2016 anledning til en markant justering af forventningerne for udbygningen med solceller frem til 2036



vindmøller kan blive væsentlig længere end oprindeligt antaget. Idet ældre vindmøller med ældre teknologi kræver flere afhjælpende foranstaltninger for at holde elnettet i balance, har denne analyse betydning for, hvorledes der skal planlægges for nettet, således at der ikke investeres unødige store ressourcer af hensyn til gammel vindmølleteknologi, der før eller siden skal udfases.

Delanalyse: Solceller og batterier

Et andet område, som i disse år er under hurtig fremvækst, er udbygning med husstands-solcelleanlæg. Husstands-solcelleanlæg vil normalt medføre, at den enkelte husejer i sommerhalvåret kan have en høj selvforsyning med el og kun i mindre grad benytte det offentlige, kollektive elforsyningsnet. Uafhængigheden kan yderligere forstærkes, hvis husejeren samtidig investerer i et husstands-batteri, der kan øge udnyttelsen af solcellernes produktion.

Udviklingen i udbygning med solceller på parcelhuse og andre bygninger rundt i landet vil ikke have nogen større betydning for elnettet, hvis det sker i et begrænset omfang. Energinet.dk's analyser viser imidlertid, at med den hurtige prisudvikling på solceller og batterier (forbrugerpriser) kan det ikke udelukkes, at det kan blive et udbredt fænomen – også i Danmark, hvor solindfaldet ikke er optimalt sammenlignet med Sydeuropa.

En markant udbygning af solcelle- og batterikapaciteten kan få væsentlig betydning for driften og udbygningen af det

danske elsystem. Det er baggrunden for, at Energinet.dk udarbejder analyser af denne karakter. Muligheden for at danske husejere og forbrugere inden for en halv snes år kan begynde at investere i egne produktions- og lagringsanlæg indgår således også i Energinet.dk's langsigtede planlægning for transmissionsnettet.

Delanalyse: Gassystemets fremtidige rolle

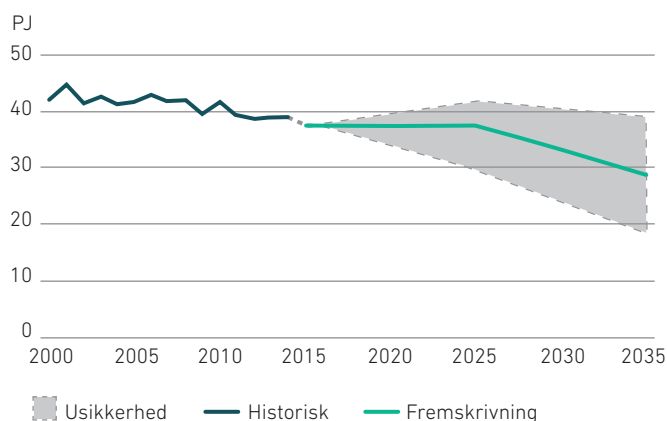
Tilsvarende til planlægningen for elnettet gennemfører Energinet.dk analyser med henblik på et overblik over den forventede langsigtede udvikling for naturgasnettet. Energinet.dk's analyse viser, at det fremtidige naturgasforbrug vil blive væsentligt reduceret hos de decentrale kraftvarmeværker, hvoraf en meget stor andel er gasdrevet, og reduceret hos virksomheder og de individuelt opvarmede husstande, der er tilsluttet naturgasnettet. Sidstnævnte kan på sigt forventes at ville skifte til fjernvarme, træpillefyr eller varmepumpe.

"Det samfundsøkonomisk billigste alternativ til det eksisterende naturgassystem og dets lagringsmuligheder i 2035 vil indebære en årlig meromkostning på 2-3 mia. kr. for det danske samfund"

Erhvervslivets forbrug af gas har i de seneste år været svagt faldende. Bag faldet gemmer sig både et skift i anvendelse af brændsler, energi-effektivisering samt lukning eller udflytning af virksomheder. En analyse af erhvervslivets gasforbrug viser, at det meste af potentialet for konvertering til gas er udnyttet, men der kan forventes et yderligere gasforbrug på 7 PJ, hvis der investeres i udbygning af distributionsnettet.

FIGUR 8: FALDENDE NATURGASFORBRUG

Energinet.dk's analyse af gassystemets fremtidige rolle viser, at gasforbruget på blandt andet naturgas til el- og fjernvarmeproduktion vil falde fremadrettet. Set ud fra et samlet, sammenhængende dansk energisystem vil det danske naturgasnet dog stadig være en god forretning set i sammenhæng med den fremtidige fortsatte udbygning med vindkraft i Danmark og det danske nærområde. Gassystemets mulighed for at lagre gas i store mængder til brug for elproduktion i vindfattede perioder kan med de nuværende teknologiske muligheder blive 2-3 mia. kr. billigere om året end det bedste alternativ.



Det generelt faldende gasforbrug skal dog holdes op mod en anden analyse fra Energinet.dk, der viser, at det eksisterende naturgasnet også i fremtiden har stor værdi for Danmark. Naturgasnettet giver i kraft af de meget betydelige lagringsmuligheder i gaslagrene i Stenlille og Lille Torup mulighed for integration af en stor mængde vindkraft i Danmark til en lavere omkostning. Med en i fremtiden stor mængde vindkraft vil der være behov for fx gasturbiner og gaslagre, der kan sikre elproduktion i langvarige vindfattede perioder.

Energinet.dk's analyse viser, at det samfundsøkonomisk billigste alternativ til det eksisterende naturgassystem og dets lagringsmuligheder i 2035 vil indebære en årlig meromkostning på 2-3 mia. kr. for det danske samfund.

Energidatabanken

Gennem DataHub og markedsdata tilvejebringer Energinet.dk en stor mængde data og viden, der kan stilles til rådighed for andre brugere. Data skal bringes i anvendelse, understøtte innovation, vækst og produktudvikling. Derfor arbejder Energinet.dk i disse år med udvikling af den såkaldte Energidatabank, der har til formål at gøre data let tilgængeligt for de interesserede brugere.

I første omgang vil alle fra efteråret 2017 kunne tilgå en funktionsdygtig og let anvendelig Energidatabank. Indholdet i den første version vil som minimum være forskellige

markedsdata, CO₂-signaler og forbrugs- og produktionsdata aggregeret på kommuneniveau. Energinet.dk ønsker at sikre, at Energidatabanken bygges med de funktioner og datasæt, der bedst understøtter innovation og vækst.

1.3 Forskning, udvikling og demonstration

Energinet.dk skal sikre, at der udføres sådanne forsknings- og udviklingsaktiviteter, som er nødvendige for en fremtidig miljøvenlig og energieffektiv transmission og distribution af elektricitet samt en effektiv energianvendelse, miljøforbedringer og sikkerhed ved naturgasanvendelse. Derigennem bidrager bredt i energisystemet i forbindelse med den igangværende grønne omstilling.

Grøn omstilling af energisystemet med elsystemet som den bærende del er en meget stor og kompleks udfordring. Energinet.dk er central i denne proces frem mod uafhængighed af fossile brændsler.

En række af de teknologier, løsninger og koncepter, der er udset til at være bærende i den grønne omstilling, er allerede kendte. Men en del spørgsmål og udfordringer kræves stadig at blive adresseret. Forsknings-, Udviklings-, Demonstrations- og Innovationsaktiviteter (FUDI) er derfor helt essentielle brikker i omstillingen til et bæredygtigt grønt energisystem i balance. Det kræver nye teknologier, nye måder at drive systemerne på, sammentænkning af energisystemer og ikke mindst nye markeds- og forretningsmodeller, der fordrer en større grad af fleksibilitet og involvering. Alt sammen under hensyntagen til at forsyningssikkerheden, som vi kender den i dag, ikke kompromitteres.

De løsninger, der skabes, skal være økonomisk effektive og betalbare for samfundet. Den teknologiske risiko skal minimeres mest muligt og dermed animere private investorer til at identificere forretningsmodeller, der kan bære finansieringen af den grønne omstilling.

Energinet.dk har allerede rettet sigtet ind mod den grønne omstilling og de nødvendige interne FUD-aktiviteter. Gennem FUD-strategien tilbage fra 2015 er organiseringen nu tilrettelagt på en måde, der tilgodeser behovet for tværfaglighed, således at projekterne kan prioriteres bedst muligt under den bredeste mulige forankring. Sigtet for disse aktiviteter under ForskIN strækker sig 5-10 år ud i fremtiden. Der er defineret følgende fire hovedindsatsområder i ForskIN:

- Elkvalitet og infrastruktur
- Fleksibilitet og lagring.
- VE-gasser og infrastruktur.
- Datasikkerhed.

Energinet.dk administrerer tillige det PSO-finansierede ForskEL-program. Et program der kan søges af eksterne, og som har til formål at støtte FUD-aktiviteter, der muliggør bedre indpasning af VE-baserede teknologier i elsystemet. Der er defineret følgende tre hovedindsatsområder i ForskEL:

- Integration af VE-produktionsteknologier.
- Energilagring og sammentænkning.
- Marked og samfund.

ForskEL-programmet har et lidt længere sigte end ForskIN, og resultaterne herfra er for nogens vedkommende først realiserbare omkring 2030.

Som led i regeringens planer om udflytning af statslige arbejdspladser fra hovedstaden flyttes ForskEL-administra-

tionen fra Erritsø til Esbjerg den 1. januar 2017, hvor det bliver en del af en ny energiklynge.

1.4 Miljøberetning

Energinet.dk offentliggør hvert år den 1. maj en miljørapport, der redegør for udviklingen i den danske el- og kraftvarmeproduktion og de væsentligste miljøpåvirkninger herved i form af brændselsforbrug, produktion af restprodukter og emissioner til luften. Miljørapporten består dels af en statusopgørelse for det foregående år, dels af en prognose for de efterfølgende 10 år. Følgende emissioner til luften indgår i Energinet.dk's miljørapportering:

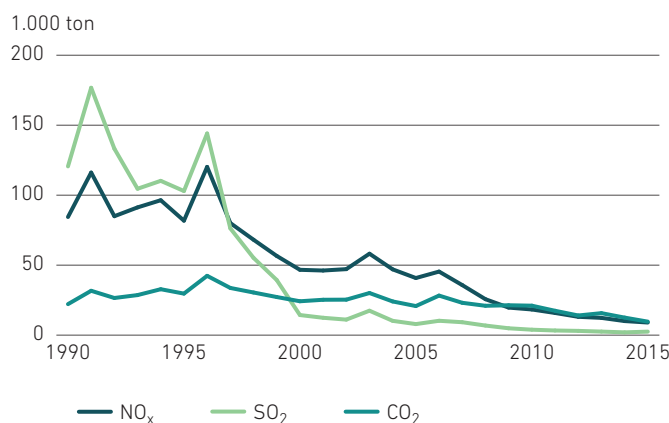
- Drivhusgasser: kuldioxid, metan og lattergas.
- Forsurende gasser: svovldioxid og nitrogenoxider.
- Øvrige emissioner: partikler, ikke-forbrændte kulbrinter ud over metan og kulilte.

Til brug for miljørapporten indsamler Energinet.dk hvert år miljødata fra de største danske elproducenter. Energinet.dk modtager på denne baggrund miljødata for anlæg, som tilsammen står for ca. 91 procent af den samlede termiske elproduktion i Danmark. For de resterende værker foretager Energinet.dk en estimering af data baseret på produktionsforhold fra foregående år.

Energinet.dk's miljørapport har været med til at dokumentere udbygningen med vedvarende energi i elsektoren samt ikke mindst elsektorens reduktion af forsurende gasser. De senere års udvikling har også vist en faldende tendens i den termiske elproduktion baseret på fossile brændsler i Danmark og dermed også CO₂-udledningen fra elsektoren. En tendens som forventes at fortsætte i miljørapportens prognoseperiode.

Energinet.dk benytter ligeledes datagrundlaget bag miljørapporten til at beregne den årlige miljødeklaration

FIGUR 9: UDVIKLINGEN I ELSEKTORENS EMISSIONER AF KULDIOXID, SVOVLIOXID OG KVÆLSTOFFORBINDELSER 1990-2015



for el og de årlige eldeklARATIONER. Miljødeklarationen opgør den gennemsnitlige miljøpåvirkning ved forbrug af én kWh el og benyttes i vidt omfang af virksomheder i deres miljøregnskaber. EldeklARATIONER udarbejdes med udgangspunkt i elmærkningsbekendtgørelsen, der forpligter elhandlere til at oplyse om miljøfordelene ved den el, de sælger til deres kunder.

1.5 Energieffektivisering på EU-plan

Europa-Parlamentets plan for 20 procent reduktion i Unionens energiforbrug inden 2020 blev i 2015 udmøntet i EU's energieffektiviseringsdirektiv, der forpligter medlemslandene på at potentialevaluere og fremme energieffektivitet i deres el- og gasinfrastruktur. Energistyrelsen foretog på denne baggrund, og i samarbejde med brancheorganisationer og Energinet.dk, en potentialevurdering for energieffektivitet i el- og gasinfrastrukturen i Danmark.

"På transmissionssiden bidrager Energinet.dk blandt andet ved at anvende en metode, der omfatter tabsoptimering som en faktor i den økonomiske vurdering af et projekt, når investeringer foretages i nye og eksisterende anlæg i nettene. Metoden identificerer de rentable investeringer i energieffektivitet i transmissionsnettene og sikrer, at økonomien i nye tiltag løbende evalueres"

Distributionsnettene reguleres gennem indtægtsrammer, der tilskynder til at implementere omkostningseffektive forbedringer af energieffektiviteten i nettene. Endvidere har eldistributionsselskaberne mulighed for at gennemføre energibesparelser i nettet i forbindelse med deres aktiviteter i forhold til energibesparelser.

TEMA: DRIFT AF ET VIND- DOMINERET ELSYSTEM

Onsdag den 2. september 2015 var en mærkedag for Danmark, for den dag kom hele den danske elforsyning for første gang praktisk taget udelukkende fra vindmøller.

Den dag blev det danske elsystem forsynet med energi fra vindkraft med kun et ubetydeligt bidrag fra decentrale kraftvarmeværker og solceller, mens de store kraftværker i Jylland stod helt stille og på Sjælland så godt som stille med kun 15 MW aktiveret.

Dagen markerer, at Danmark allerede er kommet meget langt med omstillingen til vedvarende energi, uden at Danmark dog på nogen måde er blevet uafhængig af de gamle elproduktionsformer.

Der er stadig brug for kraftværker og andre fleksible teknologier

Den forholdsvis nye vindteknologi kan imidlertid ikke gøre det alene. Der er stadig behov for fleksible decentrale og centrale termiske værker, gode udvekslingsforbindelser til udlandet, så også udenlandske kraftværker og vandkraft kan udnyttes og overskydende dansk vindkraftproduktion eksporteres. Hertil kommer behov for indenlandsk fleksibilitet hos elforbrugerne, herunder varmesektorens mulighed for fleksibel brug af el til varmeproduktion og varmelagring.

Energinet.dk's analyser viser, at elsystemet generelt er robust nok til at kunne køre uden kraftværker i situationer med fordelagtige vindforhold. Udfordringerne opstår på dage med for meget eller ingen vind. På disse dage er elsystemet afhængig af fleksibiliteten ved termisk elproduktion fra centrale og decentrale værker og at gøre brug af kabelforbindelserne til Danmarks nabolande.

På blæsende dage står mange kraftværker stille (da stort udbud af el fra vindmøller medfører lave elpriser), og elsystemet mangler dermed

kraftværkernes egenskaber til at stabilisere nettet, noget som vindmøller i dag kun kan i et begrænset omfang. I disse situationer betales særskilt til kraftværker for at være i drift.

På vindstille dage er problemstillingen derimod, at strømmen skal findes et andet sted for at dække elforbruget. De alternativer, som markedet kan tilbyde, er brug af de danske termiske kraftværker eller import af el fra vores nabolande.

Et andet område, hvor der også fortsat er brug for termiske værker, er ved tilvejebringelse af de såkaldte systembærende egenskaber. Disse omfatter en række egenskaber, som skal være til stede i elsystemet, for at kortslutninger og andre fejl i transmissionsnettet ikke fører til nedbrud og frakobling af forbrugere. Disse egenskaber leveres også primært af termiske kraftværker.

Et tredje område, hvor der er brug for termiske kraftværker, er i situationer, hvor elnettet skal startes op fra såkaldt "dødt net" (spændingsløst net). En sådan situation kan ikke klares med vindmøller, idet der er brug for et fungerende net at koble sig ind på. Derfor er der også fortsat brug for nødstarts-aftaler med termiske kraftværker og nabolande, som sikrer, at nettet kan startes op igen i tilfælde af fejl.

Hvordan er det lykkedes at få så meget vindkraft i energisystemet?

Hvad er det, som gennem de sidste godt tredive år har muliggjort, at Danmark nu er på vej til at have et elsystem, der i perioder kan drives (stort set) på vindkraft?

For det første har det været en vigtig forudsætning for størrelsen og



Vindmøller udgør i dag mange steder et markant indslag i det danske landskabsbillede.

kvaliteten af den nuværende danske kapacitet på vindkraftproduktion, at der historisk set har været politisk opbakning og deraf afledte forudsigelige økonomiske rammevilkår. Denne stabilitet har reduceret de risici, der er forbundet med investeringer under omstilling af et energisystem og tilskyndet til udvikling af nye markedsmodeller, tekniske forskrifter og driftsstrategier.

For det andet har det været en nødvendig betingelse, at der langsigtet er blevet arbejdet på – i samarbejde med de øvrige aktører på elområdet – udvikling af nye markedsmodeller og nye tekniske og markeds-mæssige forskrifter.

For det tredje har det været en nødvendig betingelse for den rent praktiske integration af den varierende elproduktion fra vindmøller i et traditionelt energisystem, at der er blevet udviklet nye procedurer, værktøjer og kompetencer til håndtering af selve driftssituationen.

For det fjerde har Danmark opbygget en meget fleksibel energiinfrastruktur, hvor både fleksible kraftværker, tilstødende energisystemer og stærke eltransmissionsforbindelser med nabolande bidrager til indpasning af den fluktuerende vindproduktion. Ikke mindst ligger Danmark placeret mellem den norske vandkraft og den centraleuropæiske termiske kraft, hvilket giver et stort spillerum for udveksling af el over landegrænser.

Som det fremgår af det følgende, bygges vindkraftudbygningen i Danmark således på en kombination af langsigtede, stabile rammer, videreudvikling af markedsmodeller, nye styringskompetencer inden for driften og en meget fleksibel infrastruktur.

Stabile rammebetingelser

Det danske elproduktionssystem har siden 1980'erne ændret sig fra at være et system bygget op omkring nogle få centrale termiske kraftværker til at være baseret på centrale kraftværker og flere hundrede decentrale

kraftvarmeværker samt tusindvis af sol- og vindkraftanlæg.

I samme periode er der gennemført en liberalisering af elmarkedet, som har medført, at elproducenterne og elforbrugerne igennem de balanceansvarlige nu sikrer, at det er de til enhver tid mest effektive elproducenter, der får lov at levere til forbrugerne.

De stabile rammebetingelser i Danmark har – ud over selve udbygningen med vindmøller – muliggjort og nødvendiggjort en modsvarende investering i udvikling af nye markeds- og driftsstrategier for elsystemet som helhed.

Markedet

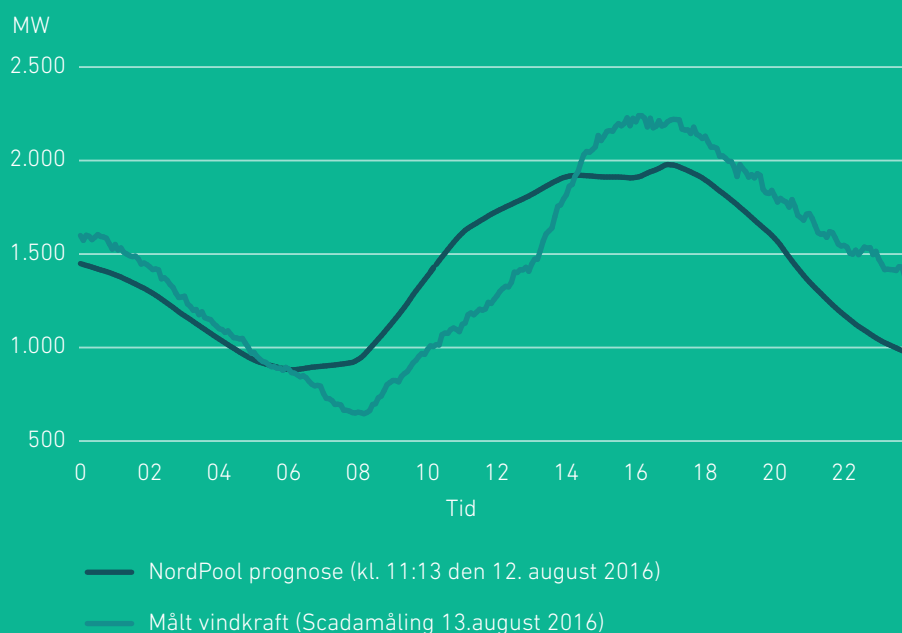
I den gamle verden – før vindmøllerne holdt deres indtog i det danske landskab – var driften af elsystemet noget mere simpel, idet elproduktionen på de dengang enerådende termiske kraftværker var fuldt ud regulerbar og efterspørgslen hos forbrugerne nogenlunde forudsigelig.

VINDPROGNOSER

Vinden kan ændre sig, og det kan være svært at forudsige, hvor meget det vil blæse. Derfor er det vigtigt løbende at følge vindprognoserne og opdatere beregningerne, så kontrolcentret kan tage højde for ændringer i vindkraft-prognoserne og dermed sikre balancen i elsystemet.

Hvis vindens hastighed ændrer sig blot 1 sekundmeter i forhold til den prognosticerede vindhastighed – fx fra 7-8 m/s – kan det alene for de nuværende havmøller langs Vestkysten betyde en forskel i elproduktionen på ca. 500 MW. Det svarer til to større kraftværks-blokke. Hvis afvigelsen kan forudses med et kvarters varsel eller derover, kan ændringen klares med regulerkraft. Hvis varslet er på under 15 minutter, bliver ubalancen normalt imødegået af den automatiske reserve.

VINDPROGNOSE OG MÅLT VINDKRAFT



I dag er udfordringen for driften dobbeltsidig; vi har stadig en vis uforudsigelighed på efterspørgselssiden, men nu også en høj grad af ikke-regulerbar vindkraftproduktion på udbudssiden.

Det har imidlertid vist sig, at det mest omkostningseffektive værktøj til at finde den bedst mulige balance mellem varierende efterspørgsel og en betydende ikke-regulerbar elproduktion frem mod driftstimen fortsat er markedsmekanismen.

Det er på elbørserne, at elpriserne bliver fastlagt time for time som et resultat af en udregning, der tager afsæt i udbud og efterspørgsel. I takt med at der indpasses mere vedvarende energi i vores elforsyning, både i Danmark og også i resten af Europa, ændrer vi de forudsætninger, som elmarkedet oprindeligt blev skabt på. Tidligere var elproduktionen overvejende baseret på store termiske kraftværker døgnet rundt, men fremover vil energien i stigende grad komme fra fluktuerende energikilder som vind og sol eller via udlandsforbindelser.

En milepæl i den sammenhæng er Markedsmodel 2.0-projektet, hvor Energinet.dk i et tæt samarbejde med energibranchens aktører har fremlagt en række initiativer til sikring af fremtidens elmarked, blandt andet i forhold til den fleksibilitet, der skal give et adækvat modsvare til fremtidens fluktuerende elproduktion og sikre fortsat balance mellem forbrug og produktion. Processen omkring anbefalinger til en ny markedsmodel blev afsluttet i 2015 med en række konkrete anbefalinger, blandt andet gående ud på at fastlægge rammer og nye regler, der på længere sigt kan gøre elmarkedet mere tilgængeligt for fleksibelt forbrug og -produktion. På kortere sigt vil Energinet.dk analysere og afdække, hvilke systemkritiske egenskaber der bliver behov for i det fremtidige elsystem. På baggrund af behovenes omfang arbejdes der videre med, hvordan de hensigtsmæssigt dækkes, og hvorvidt en løsning er i overensstemmelse med de fælles europæiske netregler (network codes).

Tekniske og markeds-mæssige forskrifter

I Danmark er det Energinet.dk, der i samarbejde med netselskaber og aktører på markedet opstiller de tekniske krav til anlægsegenskaber og driftsparametre, så der på markeds-mæssige vilkår kan sikres en pålidelig drift af et elsystem med den mængde af vindkraft, som de politisk fastsatte mål specificerer. De tekniske krav bliver beskrevet i tekniske forskrifter, som konkret beskriver de tekniske krav til funktioner og egenskaber, som vindmøller skal opfylde for at blive tilsluttet elsystemet. De beskriver også, hvordan vindmøllen skal agere for at bidrage til en stabil og pålidelig drift af systemet.

Markedsforskrifterne beskriver de krav, som er nødvendige for, at vi kan få elmarkedet til at fungere, og at afregningen af elproduktionen kan gennemføres på korrekt vis.

"Tidligere var elproduktionen overvejende baseret på store termiske kraftværker døgnet rundt, men fremover vil energien i stigende grad komme fra fluktuerende energikilder som vind og sol eller via udlandsforbindelser"

Særligt de tekniske forskrifter afløses i vidt omfang af fælleseuropæiske netregler over de kommende år.

Nye driftskompetencer

I den sidste time før driftstimen overtager Energinet.dk's kontrolcenter ansvaret for balanceringen. Kontrolcentret skal her vurdere ubalancen mellem forbrug og produktion for den kommende time, og til det formål benyttes en række driftsplaner og prognoser. Driftsplanerne modtager kontrolcentret fra de produktionsbalanceansvarlige. De er forpligtet til løbende at indsende produktionsplaner fra deres anlæg, så kontrolcentret altid kan arbejde videre med de nyeste informationer.

For 10 år siden anvendtes næsten udelukkende informationer fra de centrale termiske kraftværkers driftsplaner. Dette blev holdt op imod et estimeret elforbrug, hvor man sammenlignede, hvordan forbruget var i Danmark i den foregående uge, eller helt op til en måned før, på det samme tidspunkt. Afhængigt af om driftsplanerne viste, at der blev produceret for meget eller for lidt el i forhold til forbrugsestimatet, blev kraftværkernes elproduktion reguleret for at opretholde balancen.

Med den mængde fluktuerende vind- og solenergi vi har i systemet i dag, er driften af nettet blevet mere afhængig af prognoser. I dag er det nødvendigt, at der altid ligger en opdateret forudsigtelse både for vind/sol-produktion og for elforbrug. Til det formål udarbejder

TABEL 1: OVERFØRINGSKAPACITETER FOR EL (MW)

EKSISTERENDE	EKSPORT	IMPORT
Østdanmark-Sverige	1.700	1.300
Østdanmark-Tyskland (Kontek)	585	600
Vestdanmark-Norge (Skagerrak)	1.632	1.632
Vestdanmark-Sverige (Konti-Skan)	740	680
Vestdanmark-Tyskland (øst) I	1.640	1.500
Storebælt	590	600
Bornholm-Sverige	60	60
UNDER UDFØRELSE	EKSPORT	IMPORT
Vestdanmark-Holland (COBRA)	700	700
Østdanmark-Tyskland (Kriegers Flak)	400	400
UNDERSØGES	EKSPORT	IMPORT
Vestdanmark-England (Viking)	1.400	1.400
Vestdanmark-Tyskland (øst) II	860	1.000
Vestdanmark-Tyskland (vest)	1.000	1.000

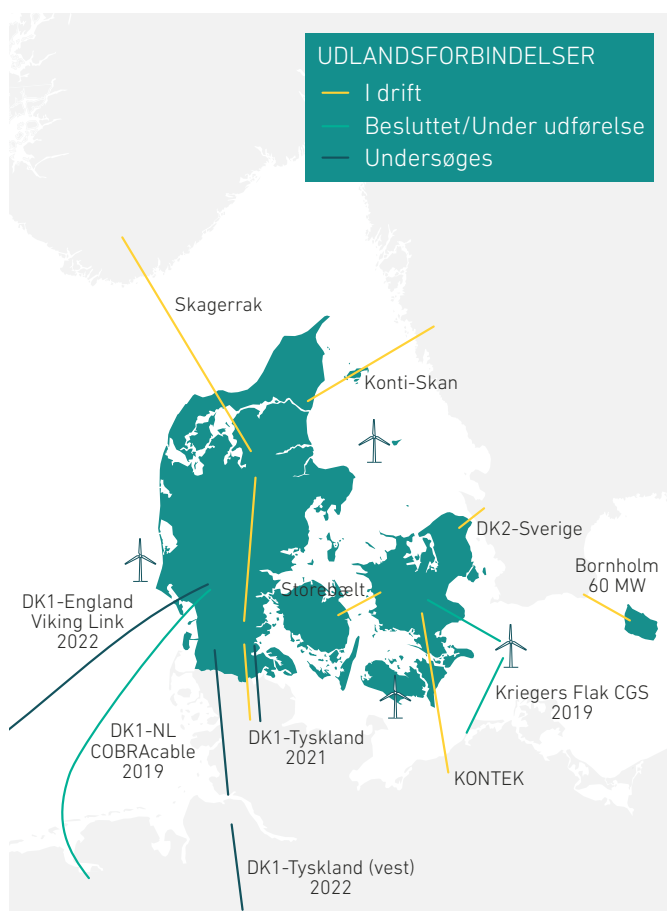
Energinet.dk prognoser for elforbruget. Her betragtes det historiske forbrug for hver time i Danmark, der dækker de sidste 10 år. Hvis det fx drejer sig om en forbrugsprognose for næste dag, som kan være en onsdag, betragtes elforbruget for de seneste onsdage og måske også for seneste tirsdage eller torsdage, eftersom de dage også kan have et lignende forbrugsmønster. Men der kan også være behov for at gå endnu længere tilbage i tiden, måske helt op til et år, for at kunne se et fast mønster for elforbruget på onsdage. Til forskel fra for 10 år siden korrigeres nu også for temperaturforskelle i det danske vejr, eftersom elforbruget er afhængigt af, hvor varmt eller koldt det er udenfor. Resultatet – en elforbrugsprognose – repræsenterer et sandsynligt forbrug for den næste dag, time for time.

Prognoserne for den kommende vindproduktion baseres på to kategorier af information: dels på input fra en modelberegning (Numerical Weather Prediction – NWP), dels på onlinemåling af vinden, når driftstimen nærmer sig. Med hensyn til modelberegningen er Danmark inddelt i 25 områder, hvor NWP på baggrund af inputparametre som fx vindhastigheder, vindmøllers produktionsdata, installeret kapacitet og forventede elpriser beregner en prognose for vindkraftproduktionen i området. Prognosen kalibreres ved brug af historiske vinddata, ligesom der tages højde for, at eventuelle lave elpriser vil reducere den udbudte vindkraftproduktion.

Når driftstimen begynder at nærme sig, kan prognosen forbedres væsentligt ved brug af onlinemåling af vindhastigheden på de vindmålere, der er installeret på op imod en tredjedel af de danske vindmøller. Ved brug af onlinemålinger af vindhastigheden kan prognosen opdateres med 5 minutters mellemrum i hvert af de 25 områder. Idéen med onlinemålinger er at lave et estimat på "den fremtidige fejl" på modelberegningen for derigennem at beregne en mere korrekt prognose – den såkaldte onlineprognose. (Energinet.dk udarbejder svarende hertil en solkraftprognose for at danne et samlet billede af de kommende timers fluktuerende elproduktion).

For at sikre at der er balance i elsystemet, opsummerer Energinet.dk's kontrolcenter elproduktionen fra driftsplanerne med prognoserne for vind- og solproduktion og holder dem op imod prognosen for det estimerede elforbrug og udvekslingen med nabolandene. Driftsplanerne og prognoserne opdateres løbende frem mod den enkelte driftstime for at minimere ubalancer, før de opstår i selve driftsøjeblikket. På den måde reduceres den usikkerhed, der er forbundet med et uforudsigeligt vejr, og den vind- og solkraft, der vil være til rådighed.

FIGUR 10: UDLANDSFORBINDELSER I ELSYSTEMET



Hvis der i driftstimen fortsat er en betydelig forskel mellem produktion og forbrug, kan denne fjernes ved hjælp af manuel og relativt billig, men langsommere reagerende regulerkraft, som er en op- eller nedjustering af elproduktionen med kort varsel. Dette foregår ved en fælles nordisk regulerkraftliste. Her kan alle nordiske balanceansvarlige indmelde, hvor meget de kan øge eller reducere deres elproduktion eller deres elforbrug og prisen for dette. Dette gælder også for vindmøller, hvor ejeren kan anmodes/pålægges at standse produktionen, hvis der er for meget strøm til rådighed og under forudsætning af, at der er indsendt bud til regulerkraftlisten.

Hvis der i driftstimen herefter stadigvæk er en resterende ubalance, håndteres dette i driftsøjeblikket gennem brug af såkaldte automatiske reserver, der er hurtigt reagerende, men også dyrere. Automatiske reserver baseres på

fastlagte aftaler om at reservere energi til denne slags situationer.

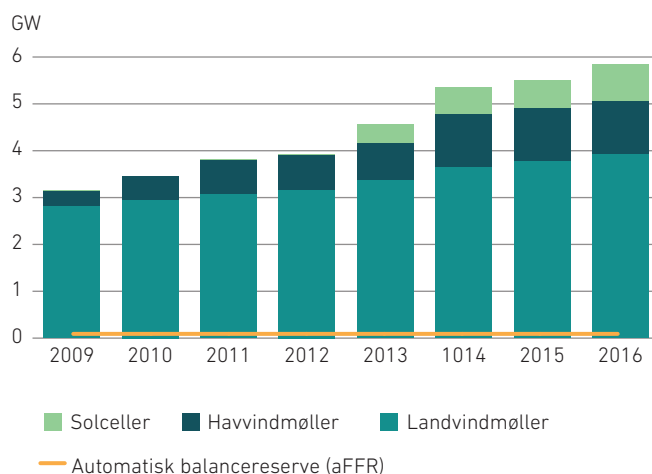
Fleksibel infrastruktur

I takt med at der er blevet opstillet flere og flere vindmøller i Danmark, er behovet for fleksibilitet i elsystemet blevet forøget, idet de store udsving i elproduktionen fra vindmøller forudsætter tilsvarende muligheder for hurtig tilpasning af elforbruget og anden elproduktion. Denne tendens gør sig allerede gældende i dag og vil blive forstærket i årene fremover som følge af den fortsatte udbygning med vindmøller og solceller.

Allerede i dag har det danske elsystem en høj grad af indbygget fleksibilitet, idet markedsmekanismerne medvirker til at tilpasse efterspørgsel og produktion af el. Samtidig har varmesektoren og de store kraftværker øget de teknologiske muligheder for at agere i samspil med et elsystem, der domineres mere og mere af vindmøller. Danske kraftvarmeværker kan i kraft af stor kapacitet på varmeakkumuleringsstanke tilpasse den kombinerede varme- og elproduktion på gasmotorer og gasturbiner til tidspunkter, hvor elproduktionen fra vindmøller er lav og i stedet dække varmebehovet i disse perioder ved at trække på varmeakkumuleringsstankene. Ligeledes har de store kraftværker forbedret teknologien og kan nu op- og nedregulere elproduktionen med en for store værker betydelig hurtighed og i perioder med stor vindkraftproduktion nedregulere til et lavt produktionsniveau, hvorfra der hurtigt kan startes op igen.

Også de danske varmeværker har et betydeligt potentiale for i fremtiden yderligere at øge fleksibiliteten i det danske elsystem, idet varmeværkerne rent teknisk vil kunne dække en betragtelig del af varmeproduktionen ved brug af el til drift af store varmepumper. Herved kan den danske varmesektor give et ekstra bidrag til hurtig og fleksibel indpasning af vindmøller. Fleksibilitet, befordret af velfungerende markedsmekanismer og forbedring af de termiske værkers

FIGUR 11: UDBYGNING AF VEDVARENDE ENERGI OG AUTOMATISKE BALANCERESERVER



tekniske muligheder, er en væsentlig del af forklaringen på en frem til i dag vellykket integration af de danske vindmøller i energisystemet.

En anden del af elinfrastrukturen, der også spiller en meget betydende rolle for integration af vindmøller i det danske system, er udlandsforbindelserne. Kabler til Norge, Sverige, Tyskland, snart Holland og måske også England muliggør ved hjælp af en fortsat internationalisering af markedsfunktionerne en udjævning af overskud og underskud på elproduktion mellem landene. Danmark har i kraft af udlandskablerne mulighed for at eksportere el i vindrige situationer og importere fra udlandet i vindfattede situationer. Gode muligheder for udveksling af el med nabolande sikrer større afsætningsmarkeder til gavn for elproducenterne og større indkøbsmarkeder til gavn for forbrugerne.

Idet udbygningen med vindmøller og i fremtiden også solceller må forventes at vokse markant i fremtiden, vil der blive behov for yderligere fleksibilitet. Dette kan indebære, at de indtil videre stort set uudnyttede potentialer for fleksibilitet,

der findes hos elforbrugerne (både husstande og erhvervsvirksomheder) samt i transportsektoren, på sigt skal nyttiggøres til fordel for yderligere fleksibilitet og samspil på tværs af energisystemerne. Også dette vil kræve en fortsat udvikling af infrastruktur og markedsmekanismerne.

Hvad har vindkraften betydet for driften af det danske elsystem?

Gennem de sidste godt 20 år er det i Danmark gennem udvikling af markedsmekanismer, driftsmetoder og udbygning af infrastrukturen lykkedes at integrere vindkraftproduktion fra et stort antal vindmøller effektivt.

Dette må både tilskrives den fortsatte udvikling af velfungerende markedsmekanismer og nye driftsprocedurer og værktøjer.

Det betyder ikke, at den fortsatte integration af vindkraft i Danmark og i Danmarks nabolande fremover kan gøres på samme måde og kun med samme midler. Med de forventninger der er til den langsigtede udbygning med vindkraft i Danmark og det nordeuropæiske område, skal der i de kommende år fortsat investeres tid og ressourcer i en videreudvikling af markedet, driftsstrategierne, infrastrukturen og det regionale samarbejde.

TEMA: GASSYSTEMETS FREMTIDIGE ROLLE

Gassystemets fremtidige rolle findes gennem dialog

Gassystemet er i lighed med elsystemet en enorm energimuskel. Målt i energi kan gassystemets to lagre således lagre energi svarende til ca. en tredjedel af Danmarks årlige gasforbrug, og målt på transportkapacitet kan det fra fx Nordsøen transportere energimængder svarende til Danmarks samlede el-, gas- og olieforbrug.

Så da den danske Nordsøproduktion omkring 2005 toppede med en mere end dobbelt så høj produktion som i dag, var det ikke det danske system, men derimod det tyske som havde udfordringer med at absorbere de store mængder.

De to underjordiske lagre ligger hertil strategisk fint placeret i henholdsvis Nordjylland og på Sjælland. Mod Nordjylland er der således kun én forsyningsstreng, der forsyner alle distributionsnettene nord for Egtved. Lageret i Nordjylland er et såkaldt kavernelager med syv kaverner i en salthorst dybt i undergrunden. Fordelen ved saltkavernerne er, at gassen kan trækkes hurtigt ud og ind, og at man i en fremtid med mere integration af biogas og brint i naturgassystemet potentielt kan vælge at have forskellige kaverner med forskellige gasser. Lageret i Stenlille på Midsjælland ligger i en klassisk akvifer og er dermed ét stort lager. Ligesom Nordjylland har Sjælland også kun én forsyningsstreng, og lageret i Stenlille er derfor kritisk ikke bare for den almindelige forsyning, men også for kapacitetsmæssigt at kunne møde forbruget i Danmark og Sverige på en kold vinterdag.

Hvor elnettet skal balancere hver halvtredsindstyvende del af et sekund, skal gassystemet i princippet bare balancere på døgnet. Baggrunden er, at gas flyttes og komprimeres via tryk, og det afgørende for gassystemet og gaslagrene er blot, at der er tilstrækkeligt med gas at flytte derhen, hvor den skal bruges. I forhold til produktions-, forbrugs- og energiudvekslingsmæssigt mere fluktuerende fremtid er gassystemet således en stabiliserende faktor.

Med faldende forbrug på land og ditto faldende produktion til vands udnyttes transportkapaciteten imidlertid ikke fuldt ud i dag, og trenden er lige nu faldende. Men selv ved et yderligere reduceret brug af gassystemet i 2035, kan det til den tid stadig spare samfundet for 2-3 mia. kr. årligt i forhold til en situation, hvor man har valgt ikke at bibeholde naturgasnettet.

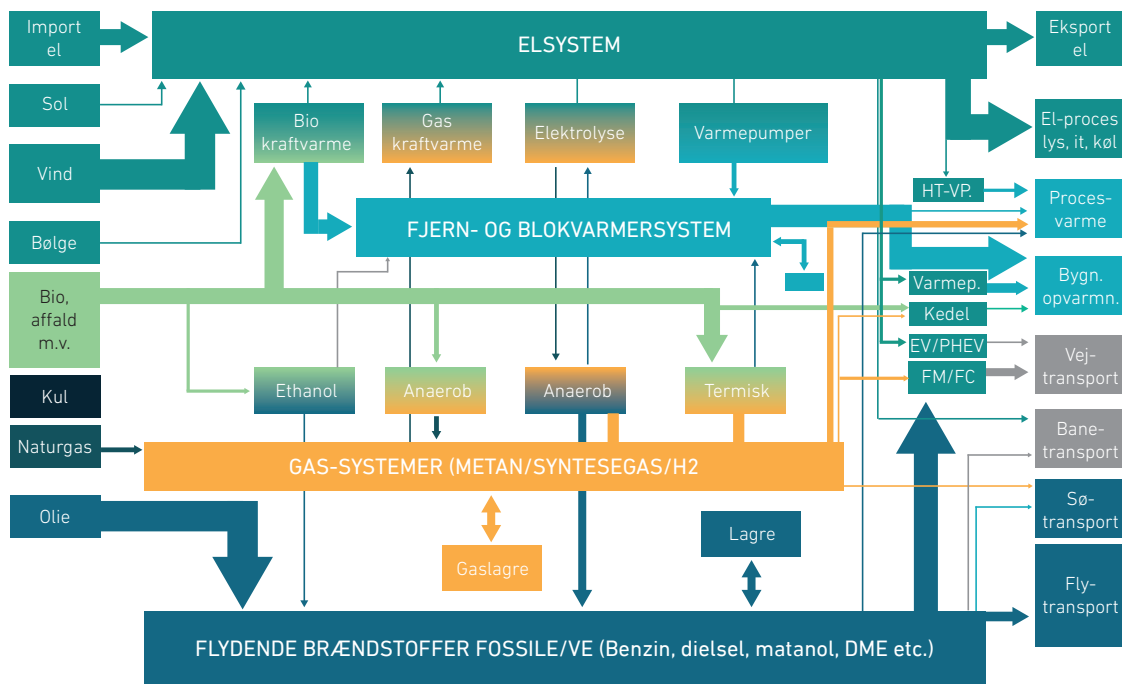
Gassystemet er således en energimuskel, der er værd at fastholde og søge at maksimere udnyttelsen af i en fremtid med meget fluktuerende elproduktion. Opgaven for gassystemet i de kommende år bliver derfor at omstille det til en ny anvendelse og sikre, at systemet hænger sammen teknisk og økonomisk, så det kan bidrage til den grønne omstilling. Værdien af gassystemet som integrator af vind og sol samt forsyning af brændsel til erhverv og transport er meget høj. På kortere sigt har gassystemet mulighed for at reducere CO₂- og NO_x-emissioner fra transportsektoren, specielt inden for tung transport og skibstrafik.

Gassystemet har udfordringer

Selvom politiske energiaftaler har medført, at en betydelig mængde biogas de senere år er blevet opgraderet og kommet i gassystemet, er det meste gas i systemet stadig fossil naturgas. Biogas dækker ca. 2,5 procent af forbruget i dag. Og selvom der stadig er et væsentligt uudnyttet potentiale for biogas i Danmark, er biogaspotentialet stadig for lille til at kunne mætte hele gasforbruget nu og i 2035. Gassen har således en omstillingsudfordring nu og i fremtiden, hvor også andre vedvarende gasser baseret på forgasning og elektrolyse eller importeret VE-gas skal bringes i spil for at matche forbruget.

FIGUR 12: SANKEY-DIAGRAM 2035 FOR GASSENS MULIGHEDER

Pilenes bredde angiver relativ størrelse



Ud over faldende forbrug og dermed vigende udnyttelse har gassystemet også andre udfordringer. Måske allerede i 2018 kan DUC's store Mærsk Oil-opererede produktions- og infrastrukturhub – Tyra – i Nordsøen lukke. Tyra og de hertil tilsluttede felter i Nordsøen har hidtil forsynet Danmark og Sverige med over 90 procent af naturgasforbruget. Tyra og fremtiden for den danske Nordsøproduktion er således noget, der påvirker gassystemet betydeligt. Det var da således også udsigterne for Nordsøproduktionen, der i 2009 fik Energinet.dk til at iværksætte en såkaldt 'open season' med involvering af markedsaktørerne og EU til finansiering af en alternativ udbygning mod Tyskland, så forsyningen fortsat er sikret, også uden Nordsøgas. Systemet er nu udvidet i Danmark i 2013 og i Tyskland i 2015, så Danmark og det af dansk forsyning næsten 100 procent afhængige Sverige med optimal lagerudnyttelse kan forsynes fra Tyskland. Da EU i forsyningssikkerhedsforordningen imidlertid stiller krav om to forsyningskilder, er der fortsat udfordringer, der skal håndteres.

Også i forhold til økonomien i systemet er det en udfordring, at Nordsøeksporten til Tyskland ophører. Gassen har siden 2009 kostet stort set det samme i Danmark som på de øvrige markeder i Nordvesteuropa. Men opstår der flaskehalse, kan de dansk-svenske markedspriser let blive både højere og mere fluktuerende. Alt afhængigt af om Tyra genopbygges og kommer op på fuld produktion igen, har gassen således også en udfordring i forhold til

EU-forsyningssikkerhedskravene, økonomien og gaspriserne.

Udfordringerne for gassen er ikke blot danske, men europæiske. Eksempelvis Norge oplever vigende forbrug på de stadig mere velforbundne og forsyningsdiversificerede vesteuropæiske markeder, hvortil Norge er forbundet med Storbritannien, Frankrig, Belgien og Tyskland. Nordmændene er således udfordret på efterspørgslen, og eksempelvis Statoil har derfor valgt at udfase olieindekskontrakterne og acceptere den til enhver tid gældende børspris på gas i Nordvesteuropa. Omvendt forholder det sig i lande som Polen, Letland og Finland, hvor forsyningen i stort omfang hænger på store lange olieindekserede aftaler med Rusland. Prioritering af kul over gas i fx det polske energimix er således fortsat oplagt, så længe man ikke har en reel diversitet i gasforsyningen. Litauen og Polen har derfor etableret LNG (Liquified Natural Gas) importfaciliteter til minus 162 grader flydende gas, hvilket imidlertid er bekosteligt



i forhold til rørført naturgas. Trods omkostningsniveauet har LNG'en i Litauen medført gasprisbesparelser på 30 procent fra den ene dag til den anden, og litauerne kan hertil håbe på yderligere besparelser i de kommende år, hvor det globale LNG-marked potentielt kan oversvømmes med billig LNG fra Australien, Afrika og USA. Set i forhold til det nuværende alternativ er LNG attraktivt, men set i et større perspektiv forekommer det dog mindre bæredygtigt, henset til at landene ligger på en potentiel forsyningsvej mellem Europas to største leverandører af rørført naturgas – og på sigt måske vedvarende gasser baseret på de enorme vind- og naturressourcer i regionen.

Henholdsvis efterspørgsel, forsyningsdiversitet og konvertering fra fossil til VE er således også europæiske udfordringer.

Udfordringerne håndteres gennem dialog

Vindkraft og elektrificering er en energiform og et system, som Danmark baserer sin energifremtid på. Gassystemet er omvendt kun lige påbegyndt omstillingen, og denne omstilling er

endnu usikker. Naturgassen har kun lidt over 400.000 forbrugskunder i Danmark. Og selvom en del af disse forbrugssteder forsyner flere bagvedliggende fjernvarmekunder, har gassen ikke lige så mange forbrugere som elforsyningen. Samtidig er omstillingen fra fossil gas til vedvarende gas og i det hele taget gassystemets anvendelse i fremtiden også mere usikker.

Som systemoperatør for gas er Energinet.dk derfor nødt til at have dialog med – og efterspørgsel fra – både nuværende og potentielle brugere for at kunne kortlægge behovene og udvikle det danske gassystem optimalt.

Shippers' Forum

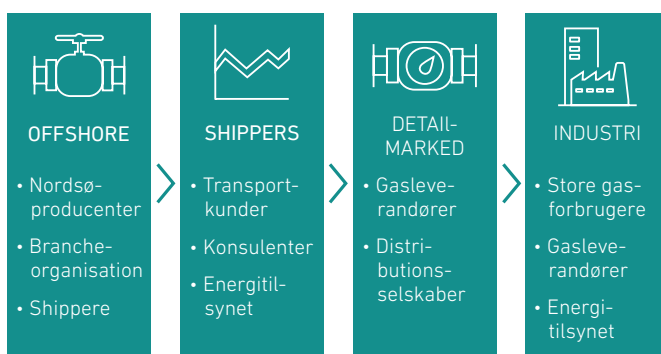
Brugen af forhandlingssprog fortæller en del om udviklingen på gasområdet. Shippers' Forum opstod i 2002, da det danske gasmarked skulle liberaliseres. I starten kunne dialogen klares på dansk, idet de primære problemstillinger rettede sig mod danske forbrugeres måldata, distribution og gasleverandører. De praktiske løsninger med måling, saldoafregning, allokering, forbrugerskifte m.v. fandt hurtigt løsninger med distributionselskaberne, gasleverandørerne og

øvrige aktører. Hovedudfordringen blev herefter at sikre konkurrence og forsyning udefra og dermed en uafhængig nordvesteuropæisk gaspris og gasforsyning. Dette krævede et skift til engelsk som forhandlingssprog, så der kunne bygges bro mellem aktørerne i Danmark, Sverige, Tyskland og resten af Nordvesteuropa.

Shippers' Forum er efterhånden ved at have løst de største udfordringer med gashandel, og dagsprisen på gas i Danmark korrelerer som nævnt med priserne i de øvrige nordvesteuropæiske gasmarkeder. Men med udfordringerne omkring Tyras mulige lukning i 2018 får Shippers' Forum og Energinet.dk imidlertid igen en ny stor udfordring med at sikre både forsyning og fortsat korrelerede markedspriser. Dialogen om Tyra-håndteringen begyndte før sommeren 2016. Og løsninger? – de findes nu i dialog.

Et af de helt store emner i den fortsatte dialog bliver, hvordan det sikres, at markedet og Energinet.dk får fyldt lagrene tilstrækkeligt til, at en dansk-tysk flaskehals ikke medfører unødvendigt høje dansk-svenske gaspriser eller forsyningskriser. Dialogen handler

FIGUR 13: ET FORUM FOR HVERT LED I FORSYNINGSKÆDEN



således i høj grad om, hvordan markedsbehovene forenes, og markedet tilgodeser behovene. Tages dialogen ikke, er der risiko for, at realiseringen af de bedste markedsbaserede løsninger bliver forspildt.

Bilaterale fora

Ud over Shippers' Forum er dialogen med nabosystemoperatørerne i Sverige og Tyskland også vigtig. Det gælder både udbygning, forsyningssikkerhedsplaner og den daglige allokering af gas til aktørerne, hvor det er vigtigt, at planerne koordineres, så fx Sveriges behov for gas i en nødsituation også tilgodeses og den danske udbygning i Danmark mod Ellund også matches på tysk side. Bilateral dialog flere gange årligt er således vigtig også i forhold til naboerne. Fx forventer den svenske transmissionssystemoperatør Swedegas et svagt stigende svensk forbrug og mere svensk VE-gas, hvilket måske kan betyde mindre behov for dansk naturgas, men et større behov for at udnytte de danske gaslagre.

ENTSOG, GIE og EU

Som en lille åben økonomi – også på gasområdet – er Danmark stærkt afhængig af gasudveksling med andre lande og skabelse af velfungerende markeder og systemer for gas. Energinet.dk har derfor investeret betydeligt i samarbejdet i ENTSOG og GIE (Gas Infrastructure Europe). GIE faciliterer samarbejde og fællesskab mellem alle Europas gastransmissions-, gaslager- og LNG-infrastrukturoperatører.

Som ét af EU's mindste transmissionsselskaber kan Energinet.dk ikke bestemme det hele, men via en aktiv indsats i udvalgte arbejdsgrupper og bestyrelser samt udlån af medarbejdere til både EU, IT-afdelinger og direktionsposter, er det med små midler alligevel lykkedes Energinet.dk at komme

langt i forhold til sine, Danmarks og Europas forenede mærkesager på gas. Måske bedste eksempel er vedvarende gasser, hvor en konservativ gasindustri og mange aktører med fx kulinteresser ikke har været befordrende. Her er det alligevel lykkedes Energinet.dk at få samarbejder om fx fremme af grøn gas, udveksling af erfaringer og grønne gascertifikater op at stå. Noget af det har i første omgang været umuligt i de store organisationer, men via mindre tiltag med ligesindede og vedholdenhed er dette nu også ved at lykkes. Og som en lille aktør i en stor industri gør det unægtelig en større forskel, når der løftes i flok, og man kan lære af de andre.

"Som en lille åben økonomi – også på gasområdet – er Danmark stærkt afhængig af gasudveksling med andre lande og skabelse af velfungerende markeder og systemer for gas"

Ud over konvertering fra fossil til grøn gas er EU's største udfordring forsyningssikkerhed i Central- og Østeuropa. Her samarbejder polske Gaz System og Energinet.dk med støtte fra EU lige nu på at realisere en mulig forbindelse fra Norge til Polen via Danmark. Skal det lykkes at skabe en sund business case for udbygningen, kræver det meget samarbejde med utallige stakeholders i Norge, Danmark, Polen, Østeuropa og EU. Så også her gør Energinet.dk lige nu en fokuseret indsats.

Grønt gasforum

På Grøn Gas Forum mødes interessenter i den grønne omstilling og har dialog om at fremme produktion og udbredelse af grøn gas. Lige nu er biogasdeklarationer et vigtigt emne til at øge værdien af biogas for producenterne. Markedsføring af biogas og øget



Gasfyldestation i Skive. Foto: HMN Naturgas

anvendelse i lokal transport ventes at give grobund for både øget produktion og forbrug.

Offshore-forum fokuserer på Nordsøoptimering

På Offshore-forum har producenterne i Nordsøen og Energinet.dk sammen med andre interessenter drøftet optimering af værdikæden for gas og olie fra "vand til land" i både 2014 og 2015. Spørgsmål, der behandles her, er, om det fx er muligt at spare på behandlingen af gas, om tryk- og energiforbrug kan sænkes, eller om det kan betale sig at føre elledninger til havs til producenterne, som det sker i Norge og Mellemøsten.

Udfordringerne er mange, og nogle af udviklingsmulighederne kan blive taget med som anbefalinger i den ny Nordsøstrategi fra branchen og Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet i 2016. Aktørerne og interessenterne får mulighed for at drøfte, hvorledes realiseringen af anbefalingerne kan understøttes. Dette vil finde sted på et Offshore-forum, der er berammet til 2017.

ELFORSYNINGSSIKKERHED OG ELNETSDRIFT

Energinet.dk er ansvarlig for forsyningssikkerheden på el, og at der er tilstrækkelig produktionskapacitet, teknisk kvalitet og balance i det sammenhængende elforsyningssystem. Det gælder i dag, 'her og nu' og til enhver tid fremover.

4.1 Elforsyningssikkerhed

Energinet.dk udarbejder årligt en redegørelse for elforsyningssikkerhed til vurdering af udviklingen i niveau af sikkerhed. Konklusionen fra redegørelsen i 2016 er, at niveauet i dag er højt, og det også fremover er muligt at fastholde et højt niveau.

Fremadrettet planlægning

Prognoserne i Energinet.dk's redegørelse for elforsyningssikkerhed 2016 viser imidlertid også, at der fortsat skal igangsættes initiativer, for at Energinet.dk kan opretholde forsyningssikkerheden i Danmark på samme høje niveau¹. Målsætningen er, at forbrugere i gennemsnit over en årrække ikke må opleve at blive afbrudt i mere end 50 vægtede minutter pr. år. Heraf udgør 30 vægtede afbrudsminutter målsætningen for distributionsnettene, mens 20 vægtede afbrudsminutter er målsætningen for transmissionssystemet, som omfatter risikoen for manglende effekttilstrækkelighed og systemsikkerhed.

Risikovurderinger for elsystemet opdeles i to kategorier; systemtilstrækkelighed og systemsikkerhed. Vurdering af systemtilstrækkelighed er at vurdere, om:

- Der er tilstrækkelig energi til at dække forbruget (effekttilstrækkelighed).
- Der er tilstrækkelig infrastruktur til at få transporteret strømmen fra produktionsenhed til forbruger (infrastrukturtilstrækkelighed).

Vurdering af systemsikkerhed er at vurdere, om det er muligt at:

- Opretholde en konstant balance mellem produktion og forbrug, så

den tekniske kvalitet sikres, og at systemkollaps undgås (stabilitet).

- Elsystemets evne til at håndtere pludselige driftsforstyrrelser forårsaget af fx elektriske kortslutninger, et pludseligt udfald af et kraftværk eller en transmissionsforbindelse, uden at det påvirker elforsyningen eller medfører strømafbud (pludselige hændelser).

Fremadrettet planlægning – effekttilstrækkelighed

Prognoserne i Energinet.dk's redegørelse for elforsyningssikkerhed 2016 viser imidlertid også, at der fortsat skal igangsættes initiativer. Energinet.dk arbejder målrettet med at etablere initiativer som kan sikre, at forsyningssikkerheden i Danmark opretholdes på samme høje niveau.

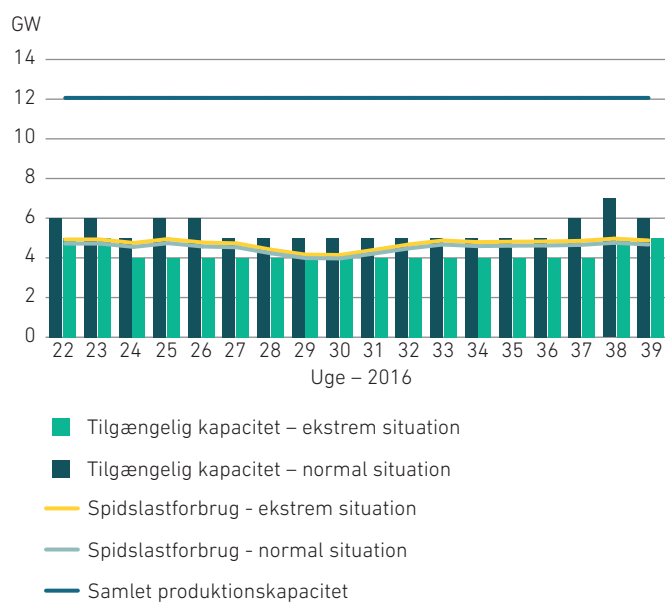
De fremadrettede risikovurderinger for effekttilstrækkelighed viser, at risikoen for afbrud af forbrugere er forskellig for de to landsdele. For Vestdanmark er risikoen for at mangle effekt meget lav for perioden 2017-2025. Risikoen for at mangle effekt i Østdanmark vil i de kommende år overstige Energinet.dk's målsætning for effekttilstrækkelighed, som er højst fem vægtede afbrudsminutter pr. forbruger i gennemsnit pr. år. Energinet.dk forventer, at målsætningen kan opfyldes, når Kriegers Flak-forbindelsen efter planen er sat i drift i 2019. I 2025 forventes målsætningen for effekttilstrækkelighed igen at blive udfordret.

Elproduktionskapacitet på kort sigt

Produktionskapacitet bidrager sammen med udlandsforbindelser til at dække elforbruget. Tilstrækkelig og fleksibel produktionskapacitet er tæt koblet til elmarkedet, som primært

¹ Se mere om konklusionerne i Redegørelse for elforsyningssikkerhed 2016 på energinet.dk/DA/El/Nyheder/Sider/Forsyningssikkerhed-for-el-i-Danmark-er-fortsat-meget-hoej-.aspx

FIGUR 14: ENTSO-E'S PROGNOSE FOR ELFORBRUG OG TILGÆNGELIG ELPRODUKTIONSKAPACITET I DANMARK ONSDAGE I UGERNE 23 TIL 40



skal sikre leverancer til forbrugeren. Der kan dog opstå mangel på effekt i tilfælde, hvor markedet ikke er i stand til at sikre leverancerne grundet fejl på anlæg og dermed ikke kan dække det ønskede forbrug på ethvert tidspunkt.

I løbet af de sidste par år har udviklingstendensen været, at den termiske kapacitet reduceres, mens vind-, sol- og udlandskapaciteterne øges².

Integration af store mængder vedvarende energi anses ofte som en stor udfordring for elforsynings sikkerheden med pludselige ændringer i produktion. Afbrudsstatistikken viser dog ingen tegn på dette, idet 2015 endnu en gang resulterede i et lavt antal afbrudsminutter for den gennemsnitlige forbruger. Og der har fortsat ikke været tilfælde, hvor der

har været afbrud af forbrugere grundet utilstrækkelig produktionskapacitet.

Ændringer giver flere revisioner

Mange net- og transmissionsanlæg står over for udskiftning eller vedligehold de kommende år. Det betyder flere revisioner end tidligere, hvilket igen øger risikoen for afbrud af forbrugere grundet reduceret effektilstrækkelighed.

Det øger vigtigheden af revisionsplanlægningen, som skal sikre, at revisioner placeres på en sådan måde, at driften kan opretholdes med tilstrækkelig sikkerhed.

Revisionsplanlægning bliver udført for:

- 2-6-års plan: Langtidsrevisionsplanlægning.
- 1-års plan: Årsplan og planer tættere på driftsdøgnet.

Planerne skal sikre, at der ikke tages flere net- og produktionsanlæg ud for eftersyn og ombygning, end forsynings sikkerheden stadig kan opretholdes. Det er den systemansvarlige virksomhed, som har ansvar for at udføre revisionsplanlægningen, som også koordineres med udenlandske samarbejdspartnere.

På grundlag af den historiske viden om vedligeholdelsesarbejder er risikovurderingen for Sjælland syv vægtede afbrudsminutter i 2018. Men da omfanget af vedligeholdelse, som nævnt, vil stige markant de kommende år, er disse vurderinger ikke fuldt dækkende.

Et mere repræsentativt billede af behovet for vedligeholdelse fås først,

² Se yderligere beskrivelse af forventningen til den fremadrettede udvikling i produktionskapaciteten i Energinet.dk's Analyseforudsætninger for 2016. <http://www.energinet.dk/DA/El/Udvikling-af-elsystemet/Analyseforudsætninger/Sider/default.aspx>

når 1-års revisionsplanen er udarbejdet. Der er dog allerede igangsat undersøgelser af, hvilke initiativer der reducerer risikoen i de pressede perioder, så de rette værktøjer kommer på plads.

”For at informationssikkerheden også fremadrettet understøtter et højt niveau af elforsyningssikkerhed, arbejder Energinet.dk med informationssikkerhed på alle niveauer og på at skabe overblik over de trusler, der kan påvirke driften af systemet”

Forventningen til 2016

Hvert halve år offentliggør ENTSO-E en rapport, som beskriver de europæiske TSO'ers forventninger til effekttilstrækkeligheden i det kommende halve år. Rapporten laves på basis af indmeldinger om tilgængelig kapacitet på produktions- og transmissionsanlæg på ugebasis.

Rapporten sætter tal på de enkelte landes elbalancer for udvalgte tidspunkter og viser, om de 34 lande i ENTSO-E kan klare sig ved egne ressourcer, ved hjælp af deres forbindelser til nabolandene, eller om der kan opstå situationer, hvor effekttilstrækkeligheden er presset.

Rapporten fra maj 2016 viser, at Danmark i ugerne 22-39 under normale forhold har tilstrækkelig dansk elproduktionskapacitet fra kraftværker, decentrale kraftvarmeværker, vindmøller m.v. til at dække de danske elforbrugeres behov.

Og da det danske elsystem er stærkt forbundet med nabolandene, er det endvidere muligt at importere og eksportere store mængder strøm fra Norge, Sverige og Tyskland.

Tallene viser dog også, at det er vigtigt at være særlig opmærksom på udviklingen i sommerperioder, hvor kraftvarmeværker har få varmebindinger, og ombygninger er lettere. Eksempelvis er den tilgængelige produktionskapacitet i august relativt lav.

Bidrag fra nye transmissionsforbindelser

Nye transmissionsforbindelser kan være en mulig bidragsyder til at løse udfordringerne med effekttilstrækkelighed i Østdanmark. Derfor er Energinet.dk i gang med at vurdere fordele og omkostninger ved endnu en elektrisk forbindelse mellem Øst- og Vestdanmark, ligesom der er indgået et samarbejde med den polske TSO om at undersøge mulig-

heder for en elektrisk forbindelse mellem Sjælland og Polen.

Internationalt samarbejde

Danmark er ikke alene om udfordringerne med at sikre forsyningssikkerheden, i takt med at energisystemet ændres. Derfor er det positivt, at det fælles europæiske arbejde med at udforme fælles regler for markederne og driften af energisystemerne nu tager form. For forsyningssikkerhed er det især det internationale samarbejde om netreglen for driftssamarbejdet "Guide-line System Operation", som får betydning. Netreglen medfører, at Energinet.dk fremadrettet skal varetage forsyningssikkerheden ved hjælp af værktøjer, som i højere grad er funderet i den europæiske regulering. Det sikrer mere ensartede værktøjer for de europæiske TSO'er.

Informationssikkerhed

Høj elforsyningssikkerhed kræver høj IT- og informationssikkerhed. På den ene side kan moderne informations-teknologi ikke undværes i den daglige drift af el- og gassystemerne. På den anden side øger anvendelsen af IT også elsystemets sårbarhed.

For at informationssikkerheden også fremadrettet understøtter et højt niveau af elforsyningssikkerhed, arbejder Energinet.dk med informationssikkerhed på alle niveauer og på at skabe overblik over de trusler, der kan påvirke driften af systemet. Herudover er der fokus på at sikre, at de moderne informationsteknologier bliver anvendt og indregnet som en integreret del af el- og gas-systemets design. Det betyder, at robusthed og sikkerhed tænkes ind i såvel dataudveksling, datalagring og databehandling som i processer, systemer og komponenter.

Fremadrettet planlægning – systemsikkerhed

For systemsikkerhed medfører ændringerne i elsystemet et øget behov for at undersøge en langsigtet løsning til at sikre tilstedeværelsen af systembærende egenskaber.

TABEL 2: NOMINELLE KAPACITETER I DANMARK I 2016
PÅ VÆRKER MED REGULERBAR KRAFTPRODUKTION

ØSTDANMARK	NOMINEL MW EL	BEMÆRKNING
Amagerværket	320	Træpiller/kul/olie
Asnæsværket	140	Kul/olie
Avedøreværket	800	Gas/olie/kul/ træpiller
H.C. Ørstedsværket	100	Naturgas
Østkraft (Bornholm)	90	Olie/kul
Kyndbyværket og Masnedøværket	480	Reserveanlæg
Decentrale, erhvervs- og lokale værker	670	Primært naturgas
Østdanmark i alt	2.600	
VESTDANMARK	NOMINEL MW EL	BEMÆRKNING
Fynsværket	415	Kul/olie/halm
Nordjyllandsværket	380	Kul/olie
Skærbækværket	390	Naturgas
Studstrupværket	375	Kul/olie
Esbjergværket	370	Kul/olie
Herningværket	90	Biomasse/naturgas
Decentrale, erhvervs- og lokale værker	1.825	Primært naturgas
Vestdanmark i alt	3.845	

Indkøb af reserver og systembærende egenskaber giver handlemuligheder for Energinet.dk's kontrolrum i forhold til at håndtere fejl.

I 2015 er behovet for systembærende egenskaber analyseret for Vestdanmark. Analyserne viser, at der frem til og med 2018 er behov for én driftsklar enhed i sommerperioden i normalsituationer, hvis øvrige netkomponenter er i drift. Efter idriftsættelse af COBRA-forbindelsen forventes der ikke at blive behov for driftsklare enheder i normalsituationer, hvis øvrige netkomponenter er i drift.

I 2016 igangsættes en ny behovsanalyse for systembærende egenskaber i Østdanmark.

4.2 Balance og teknisk kvalitet i driftsdøgnet

Balanceringen af elsystemet fungerer ved, at markedet handler sig i forventet balance frem mod driftstimen. Dette sker på den nordiske elbørs (Nord Pool) på henholdsvis elspotmarkedet (day-ahead-markedet) og elbasmarkedet (intraday-markedet).

I den sidste time før den aktuelle driftstime og i selve driftstimen er det Energinet.dk, der overtager ansvaret for balanceringen. Når Energinet.dk skal vurdere ubalancen mellem forbrug og produktion i den kommende og indværende time, benyttes en række planer og prognoser. Udarbejdelsen og anvendelsen af planer og prognoser er beskrevet nærmere i foranstående afsnit om 'Drift af et vinddomineret elsystem'.

4.3 Ressourcer til sikring af balance og teknisk kvalitet

Energinet.dk indkøber løbende en række forskellige ydelser fra især el-producenter, men også elforbrugerne. Ydelserne anvendes i den daglige drift til at balancere elsystemet. Ydelserne kan opdeles i to kategorier:

- Systembærende egenskaber.
- Energiydelser.

Systembærende egenskaber er en række egenskaber, som skal være til stede i elsystemet, for at kortslutninger og andre fejl i transmissionsnettet ikke fører til afbrydelse af forbrugere. Disse egenskaber kan leveres af kraftværker og synkronkompensatorer, som er tilsluttet direkte i transmissionsnettet og har en vis størrelse. Anlæggene indkøbes kun i de perioder, hvor der ikke er nok anlæg, som er aktive i spotmarkedet, det er p.t. typisk i sommerhalvåret.

Energiydelser kan overordnet deles op i to typer:

- Frekvensreserver (FCR = Frequency Containment Reserves) og
- Balanceringsreserver, der enten kan være automatiske (aFRR = Automatic Frequency Restoration Reserves) eller manuelle (mFRR = Manual Frequency Restoration Reserves).

Frekvensreserver er automatiske reserver, som kontinuerligt reagerer på frekvensudsving og aktiverer reguleringer for at stoppe frekvensudsvingene. Energinet.dk indkøber dagligt frekvensreserver i Østdanmark på fælles auktioner med Svenska Kraftnät. I Vestdanmark er der indgået en femårig aftale med Statnett om levering af frekvensreserver fra Norge.

Balanceringsreserver anvendes til at sikre balancen i elsystemet, enten via automatiske eller manuelle aktiveringer fra Energinet.dks kontrolcenter.

Statnett leverer automatiske balanceringsreserver fra Norge til Vestdanmark som følge af en aftale, der blev indgået i forbindelse med etableringen af Skagerrak 4-forbindelsen. Ydelsen aktiveres automatisk fra Energinet.dk's kontrolcenter og bortregulerer ubalancer. Herudover bliver der i Vestdanmark dagligt indkøbt manuelle balancereserver på en formiddagsauktion.

I Østdanmark har Energinet.dk efter et udbud indgået femårige kontrakter med fem leverandører om levering af manuelle balancereserver i perioden 2016-2020. I øjeblikket er der kun begrænsede mængder af manuelle balancereserver til rådighed i Østdanmark, hvilket begrundes, at der i øjeblikket indgås femårige kontrakter. Forventningen er, at der i fremtiden vil være flere anlæg, der udbyder balanceringsydelser, så der kan udbydes manuelle balancereserver på daglige auktioner, ligesom det i øjeblikket sker i Vestdanmark.

Energinet.dk har det overordnede ansvar for at opretholde forsyningssikkerheden, det gælder også på de mere afsidesliggende øer Læsø, Anholt og Bornholm. Disse øer er forsynet med et søkabel fra fastlandet. For at øerne ikke skal opleve en ringere forsyningssikkerhed end fastlandet, har Energinet.dk indgået aftaler om reserveforsyning på disse

øer. For Læsø og Anholt er aftalerne af 10 års varighed, mens Bornholm har en femårig aftale om reserveforsyning.

I tilfælde af blackout skal Energinet.dk kunne retablere forsyningen hurtigst muligt. For at sikre muligheden for det har Energinet.dk afholdt udbud og indgået aftaler om opstart fra dødt net med danske kraftværker.

Økonomien bag ydelserne

Den grundlæggende udfordring med tilvejebringelse af ydelserne

SYSTEMBÆRENDE EGENSKABER

Ved systembærende egenskaber forstås de ydelser, der er nødvendige for at opretholde en sikker og stabil drift af elsystemet, og som ikke tilvejebringes i reservemarkerne for elektrisk energi.



Frekvensstabilitet: Opretholdelse af stabil frekvens ud over hvad balanceringen i de aktive effektmarkeder formår. Til frekvensstabilitet knytter sig inert, frekvensreserver og mere dynamiske reserver.



Spændingsstabilitet: Opretholdelse af stabil spænding med mindst mulig transport af reaktiv effekt og maksimering af den aktive effekttransport. Til spændingsstabilitet knytter sig MVar-reserver og spændingskvalitet.



Kortslutningseffekt: Opretholdelse af et passende kortslutningseffektniveau som muliggør drift af elsystemet, så både de klassiske jævnstrømsforbindelser (HVDC) og anvendte relæbeskyttelser kan fungere korrekt.



Fra tidligere anlægsprojekt – her ilandføring af søkabel til Skagerrak 4-forbindelsen til Norge.

er at fremskaffe disse til den lavest mulige omkostning. Dette er nærmere beskrevet i afsnit 6.3 om markedet for systemydelser.

4.4 Samarbejde med andre lande

Det sammenhængende europæiske eltransmissionsnet kobler de europæiske lande sammen, og via et stadigt tættere markedsmæssigt, planlægningsmæssigt og operationelt samarbejde er Energinet.dk sammen med de øvrige TSO'er godt på vej til at levere det egentlige indre marked for elektricitet.

I henhold til Eforsyningslovens § 28, stk. 2, nr. 3, skal Energinet.dk "samarbejde med systemansvarlige virksomheder i andre lande om etablering af gensidige, ligeværdige principper for elforsyning samt om nettariffer, netadgang og transit, markedsspørgsmål m.v., samkøring af transmissionsforbindelser, herunder håndtering af balance- og kapacitetsproblemer samt indgå nødvendige fælles systemdriftsaftaler, som sikrer udnyttelsen af de fordele, som sammenkoblede systemer giver."

I forlængelse af denne bestemmelse fastslår Elforsyningslovens § 28c, at "Energinet.dk eller denne virksomheds helejede datterselskaber som led i samarbejdet med andre landes systemansvarlige virksomheder efter energi-, forsynings- og klimaministerens godkendelse kan indtræde som medejer af selskaber med begrænset ansvar, der udfører grænseoverskridende systemansvarssopgaver som nævnt i § 28, stk. 2, nr. 3, og opgaver vedrørende sammenkobling af elmarkeder."

Det er med hjemmel i disse bestemmelser, at Energinet.dk har etableret og deltager i flere forskellige samarbejdsfora – både i Norden og i Europa.

For en lille TSO som Energinet.dk og med et system, der er stadigt tættere forbundet med vores nabolande, er det helt afgørende, at samarbejdet med andre lande er velfungerende, og Energinet.dk investerer betydelige ressourcer heri.

ENTSO-E

ENTSO-E etableredes i 2009 med hjemmel i den tredje liberaliserings-

pakke, der havde som en væsentlig målsætning at fremme den grænseoverskridende eltransmission for ultimativt at skabe et egentligt indre marked for energi (el og gas).

Med etableringen af ENTSO-E har de europæiske TSO'er både fået tillagt betydelige opgaver samt har fået betydelig indflydelse på udviklingen af det europæiske elmarked og eltransmissionsystem. Dette ansvar forpligter, og Energinet.dk deltager aktivt på alle væsentlige områder: marked, systemdrift, planlægning samt forskning og udvikling. Engagementet ses tydeligt afspejlet i det faktum, at Energinet.dk til stadighed har haft væsentlige tillidsposter i ENTSO-E kulminerende med, at Energinet.dk's administrerende direktør med virkning fra den 1. juli 2015 blev valgt som præsident for ENTSO-E for en toårig periode.

Det nordiske samarbejde

Siden 2009, hvor ENTSO-E blev etableret og den tredje liberaliseringspakke trådte i kraft, har såvel Energinet.dk som de øvrige nordiske TSO'er haft fokus på samarbejdet i ENTSO-E, og der har været brugt betydelige

TABEL 3: OVERSIGT OVER STATUS PÅ NETWORK CODES FOR ELOMRÅDET

ELSYSTEMET	KATEGORI	IKRAFTTRÆDEN (F=forventet)	IMPLEMENTERING
Capacity Allocation and Congestion and Management – GL CACM Regler for kapacitetsberegning, day-ahead- og intraday-markederne	Marked	14. aug. 2015	Etapevis: 2015-2020
Forward Capacity Allocation – GL FCA Regler for køb af transmissionsrettigheder via eksplicit auktion	Marked	17. okt. 2016	Etapevis: 2016-2018
Electricity Balancing – GL EB Regler for etablering af et fælleseuropæisk balancemarked	Marked	2017 (F)	Etapevis: 2017-2023
Requirements for Generators – NC RfG Netregel med fastsættelse af krav til nettilslutning for produktionsanlæg	Tilslutning	16. maj 2016	Senest 16. maj 2019
Demand Connection – NC DCC Netregel med fastsættelse af krav for nettilslutning af forbrug på transmissionsnettet, fleksibelt forbrug, distributionsnet, samt lukkede distributionsnet	Tilslutning	7. sep. 2016	Senest 7. sep. 2019
HVDC Connections and DC Connected Power Park Modules – NC HVDC Netregel med fastsættelse af krav for nettilslutning af transmissionssystemer baseret på højspændingsjævnstrøm samt jævnstrømsbaserede produktionsanlæg	Tilslutning	28. sep. 2016	Senest 28. sep. 2019
Transmission System Operation – SO GL Guideline med fastlæggelse af krav til systemsikkerhedsmæssige forhold, udetidsplanlægning, effektbalancering samt reservering og udveksling af reserver under normal og skærpet drift	Drift	December 2016 (F)	Etapevis: 2016-2018
Emergency and Restoration – NC ER Netregel med fastlæggelse af krav for væsentlige driftsforhold under nød-drift, i forbindelse med blackout, samt under systemgenopretning efter et blackout	Drift	Januar 2017 (F)	Etapevis: 2017-2026

ressourcer på at positionere de nordiske TSO'er i udviklingen af dette paneuropæiske samarbejde.

Der er fortsat behov for et tæt og direkte nordisk samarbejde, og de fire nordiske TSO'er har i løbet af 2015-2016 intensiveret samarbejdet. Med kvartalsvise møder på CEO-niveau er der sket en revitalisering af det nordiske samarbejde, og der er øget fokus på at styrke det nordiske samarbejde omkring marked, drift og planlægning.

Regional Security Coordinator – RSC

Begrebet "Regional Security Coordinator" (RSC) er en ny driftsmæssig enhed, der – som navnet antyder – har til formål at sikre en stærk og tæt regional koordinering, når det kommer til driften af transmissionssystemet.

Inden udgangen af 2016 skal alle europæiske TSO'er deltage i en RSC, og RSC'erne skal inden udgangen af 2017 levere mindst de følgende fem services:

- Kapacitetsberegninger.
- Revisionsplanlægning.
- Systemsikkerhedsanalyser.
- Effekttilstrækkelighedsanalyser.
- Netmodelberegninger.

Energinet.dk er – på grund af vores særlige situation med drift af to synkronområder – med i to RSC'er. Den ene er etableret under navnet TSO Security Cooperation (TSC) og i dette driftsmæssige samarbejde deltager 13 kontinental-europæiske TSO'er. Dette samarbejde er veletableret, og Energinet.dk har siden 2013 deltaget i samarbejdet og har siden ultimo 2014 været medejer af det driftsselskab, som de deltagende TSO'er har etableret.

En nordisk RSC er under etablering i København. I første omgang etableres samarbejdet uden, at der stiftes et egentligt driftsselskab, hvilket er i overensstemmelse med den sædvanlige nordiske samarbejdsform. Der er forventning om, at kontoret i København – i første omgang – vil blive bemandet med ca. otte personer fra de fire nordiske TSO'er. De nordiske TSO'er har muligheden for på sigt at aftale at placere yderligere driftsopgaver hos den nordiske RSC.

Joint Allocation Office – JAO

Energinet.dk er sammen med 19 andre TSO'er medejer af Joint Allocation Office, der fungerer som serviceselskab for de deltagende TSO'er og leverer auktionsydelser knyttet til kapaciteten på i alt 27 grænser. Det er tanken, at JAO på sigt skal kunne fungere som en "single European platform" for kapacitetsallokering dækkende hele Europa.

Konkret står JAO for auktionen af den del af kapaciteten på Storebæltsforbindelsen og de dansk-tyske forbindelser, der sælges på lange kontrakter.

Network codes/guidelines (netregler)

I august 2015 trådte den første af de europæiske netregler i kraft. Den indeholder både tekniske regler og regler om styring og aktørernes roller i day-ahead- og intraday-markederne. Denne netregel vil i løbet af de næste par år blive fulgt af et antal yderligere netregler på markedsområdet, nettilslutning og drift. Karakteristisk for alle disse netregler er, at de – nationalt, regionalt og på europæisk plan – skal implementeres i et samarbejde mellem både TSO'er og de respektive nationale energitilsyn. Der ligger en betydelig arbejdsopgave i denne implementering, og på sigt vil der skulle lægges ressourcer i løbende opdateringer og ændringer af disse netregler.

"Markedsforskrifterne beskriver de krav, som er nødvendige for, at vi kan få elmarkedet til at fungere, og at afregningen af elproduktionen kan gennemføres på korrekt vis"

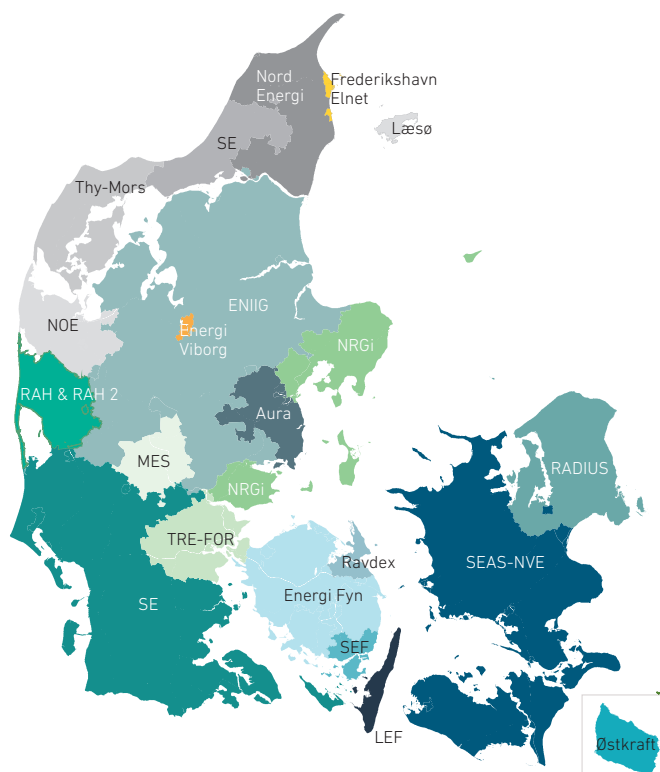
Ten Year Network Development Plan (TYNDP)

ENTSO-E skal hver andet år udarbejde en sammenhængende plan for udbygningen af det europæiske eltransmissionssystem – den såkaldte TYNDP.

Energinet.dk har også med 2016-udgaven været meget aktiv i arbejdet. Både i arbejdet i ENTSO-E og i de to i Danmark relevante regioner, Nordsøen og Østersøen. I TYNDP'en analyseres udbygningsbehovet for hele det europæiske elnet frem til 2030 for fire forskellige fremtidsscenerier. TYNDP'en beskriver 170 transmissionsprojekter og 25 lagerprojekter, heriblandt findes der 11 danske projekter, hvoraf fem fik tildelt status som Projects of Common Interest (PCI), hvilket betyder, at projekterne er af betydning for hele det europæiske elsystem. Det er de to udbygningsprojekter på den dansk-tyske

FIGUR 15: NETSELSKABER

I Danmark er der aktuelt 21 netselskaber, som har net, der er forbundet til transmissionsnettet.



grænse, henholdsvis øst- og vestkystforbindelserne, COBRA-kablet til Holland, Viking Link-kablet til England og Kriegers Flak til Tyskland.

TYNDP'en, og det europæiske og regionale overblik den skaber, er både på nationalt og regionalt plan et betydningsfyldt arbejdsredskab, idet der gennem denne kortlægning af potentielle og aktuelle europæiske eltransmissionsprojekter skabes et fælles og konsistent overblik, der gør det muligt at træffe regionalt optimerede investeringsbeslutninger.

Perspektivering

Energinet.dk har længe haft et stort fokus på regionalt og europæisk samarbejde, hvilket afspejles både i den konkrete opgaveløsning og i de strategiske overvejelser.

Behovet for et velfungerende internationalt samarbejde er stort – og behovet bliver kun større, i takt med at transmissionssystemerne knyttes stadigt tættere sammen. Behovet for

transmissionskapacitet og for fleksibilitet fra både central og decentral elproduktion øges i takt med, at stadig større andele af VE skal indpasses og håndteres i transmissionsnettet.

4.5 Samarbejde med netvirksomhederne

Forskellige udvalg, grupper og fora er etableret sammen med netvirksomheder og interesseorganisationen Dansk Energi for at sikre koordinering og samarbejde i den daglige drift og i planlægningen af elnettet.

Samarbejdet foregår på flere niveauer og således både strategisk og operationelt. Det er vigtigt for Energinet.dk kontinuerligt at bidrage til et godt samarbejde både via de formelle aftaler, men også uformelt for at sikre den bedste drift og planlægning af det samlede elsystem.

Netsamarbejdsudvalget

Dansk Energi, netselskaberne og Energinet.dk har etableret Netsamarbejdsudvalget med det formål at koordinere og prioritere aktiviteter, der har betydning for udvikling, planlægning og drift af det samlede elsystem på transmissions- og distributionsniveau.

Udvalgets mål er:

- Understøttelse af den langsigtede udvikling af energisystemet med særlig fokus på behandling af principielle retningslinjer vedrørende tekniske forhold af relevans for det samlede elsystem.
- Sikring af gensidig informationsudveksling mellem netselskaber, Energinet.dk og Dansk Energi.
- Igangsætning af tekniske udviklingsopgaver og under-udvalg.

Netsamarbejdsudvalget har det forgangne år arbejdet med at kortlægge de mere strategiske emner for behandling i udvalget, herunder samarbejdet omkring IT-sikkerhed og beredskab, implementering af de europæiske network codes og analyseforudsætninger samt behovet for fælles analyser.

Regional koordinering og planlægning

I Danmark er der 21 netselskaber, som har net, der er forbundet til transmissionsnettet via transformerstationer. For hvert af disse netselskaber er der etableret en samarbejdsgruppe for Regional Koordinering, hvori der sikres en koordineret planlægning og netudvikling af transmissions- og distributionsnet.

Samarbejdsgruppernes hovedansvar er at vedligeholde en projektportefølje bestående af projekter i transmissions- og distributionsnettet, som kan have indflydelse på hinanden, og som derfor har behov for en planlægningsmæssig koordinering.

Projekterne i porteføljen initieres hos enten netselskabet eller Energinet.dk og omfatter:

- Tilslutning af elproducerende anlæg og større el-forbrugere, hvor der er tvivl, om tilslutningspunktet er optimalt i distributions- eller transmissionsnettet.
- Netudbygninger på ét spændingsniveau, som kan påvirke et andet.
- Stationsanlæg, som forbinder transmissions- og distributionssystemet.

I gruppen sikres igangsætning af de nødvendige analyser, der kan fastlægge, om konkrete behov bedst løses ved udbygning i transmissions- eller distributionsnet, og som kan kortlægge de samlede netmæssige konsekvenser ved udbygning på et spændingsniveau. Fastlægges der via de regionale koordineringsgrupper et behov for en ændring i transmissionsnettet, igangsætter Energinet.dk et modningsprojekt, hvor den teknisk-økonomiske optimale løsning fastlægges og omvendt, hvis der identificeres et behov i distributionsnettet, overgår projektet til modning i netselskabet.

Den regionale koordinering er et løbende og formelt organiseret samarbejde, hvor den aktuelle indsats helt afhænger af det aktuelle omfang af kommende projekter. I øjeblikket er der fx et fokuseret samarbejde kørende mellem Radius

(Netvirksomheden i København, tidligere DONG Energy Eldistribution) og Energinet.dk i forbindelse med et reinvesteringsprojekt i 132 kV-kabelnettet i København. Samarbejdet vedrører muligheden for at koordinere løsninger for 132 kV- og 30 kV-nettet samlet set. Se yderligere afsnit 5.2 (afsnit om igangværende modningsprojekter).

Vedligeholdelsesforum for elanlæg

I 2012 købte Energinet.dk 132 kV- og 150 kV-anlæg fra de regionale netselskaber. I den forbindelse blev der lavet overdragelsesaftaler og afholdt løbende overdragelsesmøder med de enkelte netselskaber.

Vedligeholdelsesforum er efterfølgende blevet etableret som et forum for drøftelse af vedligeholdsrelaterede problemstillinger mellem Energinet.dk og netvirksomhederne. Det er blandt andet:

- Koordinering af vedligeholdelsesopgaver.
- Diskussion af tekniske vedligeholdelsesløsninger i grænsefladen mellem transmission og distribution og udarbejdelse af fælles teknisk dokumentation.
- Øvrige emner relateret til vedligeholdelse.

Ud over de faste møder i Vedligeholdelsesforum er der efter behov dialog med netselskabernes vedligeholdelsesmedarbejdere og driftsledere.

Økonomi- og aftaleforum for elanlæg

På samme vis, som Vedligeholdelsesforum varetager drøftelse af vedligeholdelsesrelaterede problemstillinger mellem Energinet.dk og netselskaberne, varetager Økonomi- og aftaleforum drøftelser, som relaterer sig til økonomiske og juridiske forhold parterne imellem. Det er blandt andet:

- Ændringer eller udtrædelse af stationsaftaler.
- Fordeling af udgifter ved renoveringer, ændringer m.m. af fælles lokaler og bygninger.
- Øvrige økonomiske og juridiske forhold vedrørende stationsbygninger og anlæg med fælles interesse.

Ud over faste møder i Økonomi- og aftaleforum er der efter behov dialog med netvirksomhederne.

Udvikling af tekniske forskrifter

Energinet.dk samarbejder i henhold til Lov om Energinet.dk med netvirksomhederne og aktører på elmarkedet om at udarbejde tekniske forskrifter. Aktørerne på el-markedet omfatter blandt andet DONG Energy, Vestas, Siemens og Vattenfall.

Disse forskrifter specificerer en række kriterier, deriblandt krav til systemforhold, systemdrift samt nettilslutning af elproducerende- og elforbrugende anlæg. Kravene er med til at understøtte og muliggøre en stabil og sikker drift af transmissions- og distributionsnettet i samarbejde med netvirksomhederne.

Når en teknisk forskrift skal revideres eller udarbejdes, etableres en arbejdsgruppe med deltagere fra netvirksomhederne og øvrige relevante aktører samt Energinet.dk. Arbejdsgruppemøderne bliver typisk afholdt en gang hver anden måned i perioden, hvor en forskrift revideres eller udarbejdes.

På arbejdsgruppemøderne fokuseres på, inden for de stabilitetsmæssige rammer for elsystemet, at varetage aktørenes behov og interesser. Identificeres nye behov eller unødvendige krav, igangsættes nødvendigt analysearbejde for at klarlægge, om krav skal tilføjes, fjernes eller præciseres i den tekniske forskrift.

Udmøntning af tekniske forskrifter

Der er mange samarbejdsflader mellem netvirksomhederne og Energinet.dk i forbindelse med udmøntning af de tekniske forskrifter. En af disse er i forbindelse med nettilslutning af nye elproducerende anlæg.

Både netvirksomhederne og Energinet.dk skal sikre, at nye anlæg overholder gældende tekniske forskrifter, inden de tilsluttes. Alle nye anlæg større end 1,5 MW skal endeligt godkendes af Energinet.dk, som er den systemansvarlige virksomhed.

I forbindelse med konkrete projekter sparrer netvirksomhederne og Energinet.dk omkring komplekse tekniske emner, eksempelvis:

- Verificering af et anlægs robusthed over for spændingsdyk i det kollektive elforsyningsnet.
- Evaluering af spændingskvalitet i anlæggets tilslutningspunkt.
- Signalomfang og signaludveksling.
- Omfang og indhold af idriftsættelsestest.

Mødebehovet er meget forskelligt fra sag til sag, hvorfor møder afholdes ad hoc, hvor der identificeres et behov.

"1 august 2015 trådte den første af de europæiske netregler i kraft. Den indeholder både tekniske regler og regler om styring og aktørernes roller i day-ahead- og intraday-markederne"

Drift af det kollektive elforsyningsnet

En af forudsætningerne for en stabil drift af det kollektive elforsyningsnet er koordinering og samarbejde på tværs af netvirksomhedernes kontrolcentre og Energinet.dk's kontrolcenter.

Samarbejdet er essentielt, da mange systemdriftsmæssige forhold har indflydelse på tværs af netområderne i det kollektive elforsyningsnet. Derudover er samarbejdet uundværligt, hvis der opstår større driftsforstyrrelser.

Samarbejdet kan inddeles i to hovedpunkter; daglig drift og øvelser/uddannelse.



I den daglige drift koordinerer og udfører kontrolcentrene på tværs opgaver som:

- Planlægning og eksekvering af omkoblinger, som har indflydelse på modpartens net.
- Sikrer, at udveksling af reaktiv effekt mellem transmissions- og distributionsnettene er i overensstemmelse med Dansk Mvar-ordning (TF 2.1.3).
- Håndterer driftsforstyrrelser i beredskabssituationer ved at informere om fejl og beredskabsniveau, samt udstedelse og eksekvering af relevante driftsordrer via Nettelegra-fen (TF 5.3.4.1).
- Tester kommunikationsveje mellem kontrolcentre.

forbedringspunkter. Løbende afholdes ad hoc-møder, hvor modpartens daglige opgaver og eventuelle udfordringer drøftes. Dette styrker samarbejdet og giver en generel konsensus for modpartens opgaver og udfordringer.

På opfordring af enten netvirksomhederne eller Energi-net.dk planlægges og udføres øvelser af fx beredskabssituationer. Dette styrker fagligheden, da der opnås erfaring med de forskellige driftsscenarioer, samtidig med at der identificeres eventuelle

ELANLÆG

Energinet.dk skal efter loven udarbejde en plan for det fremtidige behov for transmissionskapacitet i det sammenhængende elforsyningssystem og transmissionsforbindelser til andre net. Formålet hermed er at skabe plangrundlaget for gennemførelse af de nødvendige om- og nybygninger af transmissionsnettet.

Herudover skal Energinet.dk sikre en tilstrækkelig og effektiv transport af elektricitet med tilhørende ydelser, herunder vedligeholdelse af forsyningsnettet, tilslutning af leverandører og købere af elektricitet til det kollektive elforsyningsnet, rådighedsstilling af fornøden transportkapacitet og måling af levering og aftag af elektricitet i nettet.

5.1 Planlægning for om- og udbygning af anlæg

Energinet.dk har ansvaret for planlægning af eltransmissionsnettets udvikling, herunder udbygninger, saneringer og reinvesteringer.

Energinet.dk udarbejder nationale netudviklingsplaner, der fastlægger det sammenhængende behov for transmissionsnet på den korte og mellemlange bane (0-10 år) og giver bud på mulige udviklinger på langt sigt, rækkende 20 år frem i tiden. Den langsigtede plan, Perspektivplanen, er reference, når Energinet.dk i detailplanlægningen skal finde løsninger til at dække konkrete behov for ændringer i transmissionsnettet. Perspektivplanen bidrager til, at der, når behovet opstår, kan vælges de optimale løsninger, som indgår i en sammenhængende langsigtet netstruktur.

Arbejdet med og resultaterne i Energinet.dk's netudviklingsplaner koordineres med den europæiske tiårsplan, der offentliggøres hvert andet år. Den seneste plan er fra 2016.

Planerne og konkrete løsninger til udviklingen af transmissionsnettet er baseret på Energinet.dk's analyseforudsætninger og netdimensioneringskriterier, der sammen med politiske målsætninger og aftaler

samt lovgivning sætter de rammer og krav, som transmissionsnettet skal understøtte. Energinet.dk har tradition for dialog med Energistyrelsen og Energitilsynet under udarbejdelse af netudviklingsplanerne, som ligeledes får planerne i høring inden offentliggørelse.

Nationale netudviklingsplaner

Energinet.dk har i foråret 2016 ændret sit koncept for planer og rapporter. Energinet.dk har siden 2008 årligt udgivet en anlægsrapport som et webbaseret opslagsværk over alle afsluttede, igangværende, planlagte og mulige projekter samt hvert andet år udgivet en netudviklingsplan, der rækker 20 år frem i tiden.

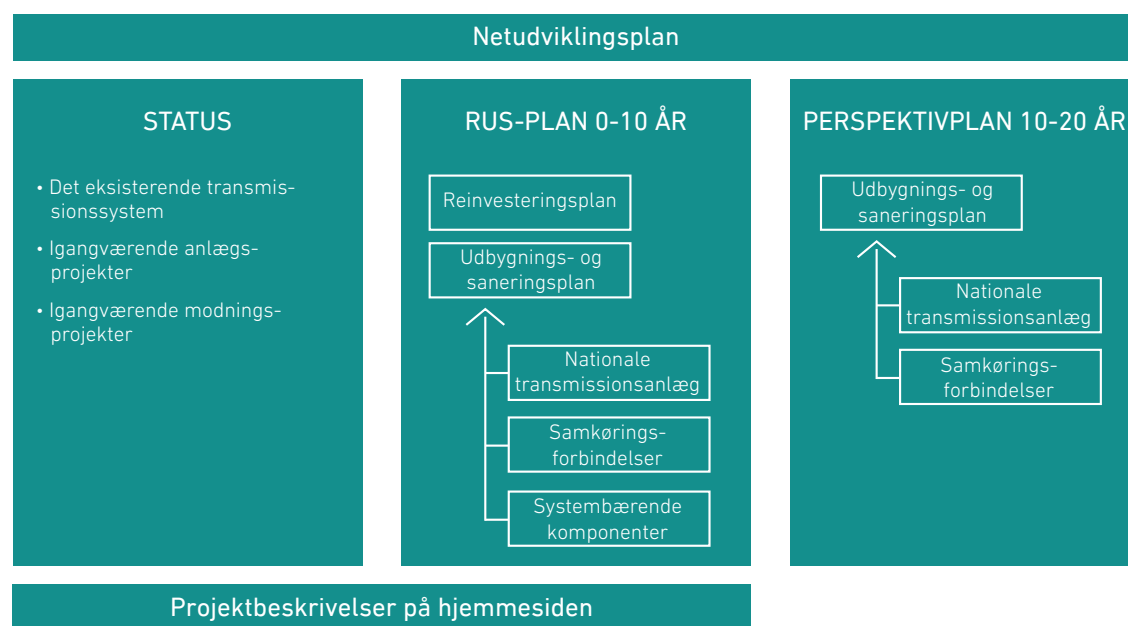
Fremadrettet vil Energinet.dk årligt udgive en tiårsplan, den såkaldte RUS-plan (Reinvestering, Udbygning og Sanering) og en Perspektivplan hvert andet år, der dækker 20-års sigtet. RUS-planen og Perspektivplanen vil tilsammen udgøre Energinet.dk's langsigtede Netudviklingsplan. Der vil løbende blive gjort status over, hvilke dele af planerne der igangsættes og afsluttes.

Energinet.dk arbejder hen mod, at alle projekterne for de kommende 10 år er beskrevet på Energinet.dk's hjemmeside og løbende opdateres med aktuel information. Dette forventes implementeret ultimo 2016 og vil erstatte den oprindelige anlægsrapport.

Planernes formål

Den nationale tiårsplan, RUS-planen, viser behovet for transmissionskapacitet og reinvesteringer de kommende 10 år. RUS-planen er baseret på den udvikling, der er givet i Energinet.dk's analyseforudsætninger,

FIGUR 16: ENERGINET.DK'S PLANKONCEPT FOR ELTRANSMISSIONSNETTET



reinvesteringsanalyser på det eksisterende transmissionsnet samt øvrige forhold som fx tilslutning af konkrete VE-anlæg og forbrugere og nye pålæg fra myndighederne.

RUS-planen giver således input til Energinet.dk's investeringsplan, bidrager til Energinet.dk's porteføljeoverblik samt til rettidig igangsætning af modningsdelen for kommende anlægs- og reinvesteringsprojekter. RUS-planen leverer også mulige løsninger i henhold til en langsigtet referenceplan, som er udgangspunkt i modningens detailanalyser. Den nationale tiårsplan er også grundlaget for den projektfremgang, der kommer til at fremgå af Energinet.dk's hjemmeside. Den første RUS-plan offentliggøres ultimo 2016.

Perspektivplanen viser mulige udviklinger af eltransmissionsnettet under forskellige forudsætninger. Der gives bud på det langsigtede transmissionsbehov i basisforløbet fra

Energinet.dk's analyseforudsætninger samt i op til fire alternative scenarier. Perspektivnettene bidrager til at kunne forberede robuste løsninger til en vanskelig forudsigelig fremtid, allerede under projektmødningen og detailplanlægningen. Den første Perspektivplan offentliggøres medio 2017.

Energinet.dk offentliggør og vedligeholder information om projekterne på Energinet.dk's hjemmeside med det formål, at borgere, myndigheder, netselskaber og andre interesserede kan holde sig orienterede om planerne og deres fremdrift.

FIGUR 17: DEN LANGSIGTET NETSTRUKTUR, HVOR KABELLÆGNING AF EKSISTERENDE LUFTLEDNINGER ER FOKUSERET



Grundlaget for netplanlægning

Udarbejdelsen af netudviklingsplanerne sker på baggrund af fastlagte og offentliggjorte dimensioneringskriterier, som er gældende for det danske transmissionsnet over 100 kV og er vejledende for 50 kV- og 60 kV-niveau.

Netdimensioneringskriterierne opdateres ved behov og er senest opdateret i 2013, efter Energinet.dk overtog ejerskabet af de daværende regionale transmissionsselskaber. Netdimensioneringskriterierne sætter rammerne for fastlæggelse af behov for udbygning i transmissionsnettet med henblik på:

- Sikringen af forsyningen af forbrugere.
- Udnyttelsen af elproduktionen fra VE-anlæg.
- Funktionaliteten af markedet i henhold til internationale retningslinjer og forpligtigelser.

Derudover tages der miljøhensyn, blandt andet ved minimering af landskabspåvirkning, og beredskabshensyn i forbindelse med detailplanlægningen af konkrete projekter.

Netdimensioneringskriterierne beskriver almindelige fejl og mangler i transmissionsnettet og de tilladelige konsekvenser for forsyning, udnyttelse af produktionsanlæg samt markedsfunktionen. Disse kriterier for udfald af transmissionsanlæg og konsekvenser, der anvendes til netplanlægning (net, transformere, produktionsanlæg), svarer til de udfald, den daglige drift af transmissionssystemet planlægges efter og er baseret på internationale regler.

Anvendelse af netdimensioneringskriterierne identificerer behov for ændringer i transmissionsnettet og underbygger, at en valgt løsning kan opfylde de tekniske krav. Energinet.dk udbygger udlandsforbindelser i forhold til samfundsøkonomiske kriterier og reinvesterer, udbygger og sanerer det nationale net i forhold til cost-effectiveness-princippet, det vil sige, at det er den samfundsøkonomisk billigste løsning, som samtidig opfylder de tekniske krav, der etableres.

Analyseforudsætninger og scenarier

Netdimensioneringskriterierne afprøves på dimensionerede situationer, der er opbygget med udgangspunkt i Energinet.dk's analyseforudsætninger og scenarier. De dimensionerede situationer er bygget op, så de repræsenterer forsyningssituationer, VE-situationer og markedssituationer.

Til RUS-planen og til detailanalyser for modningsprojekter anvendes alene basisforløbet i Energinet.dk's analyseforudsætninger. For i planlægningen bedst muligt at forstå konsekvenserne for og forberede aktuelle løsninger i transmissionsnettet på en usikker fremtid, arbejder Energinet.dk fremadrettet med scenarier i Perspektivplanen. Behovet for transmissionsnet kortlægges her i de forskellige udviklinger

af produktionsanlæg, forbrug og udlandsforbindelser, der understøtter scenarierne.

Udgangspunktet for Energinet.dk's scenarier er ENTSO-E's scenarier. Der arbejdes med fire forskellige scenarier, der beskriver alternative udviklinger af blandt andet vindkraft, solkraft og udlandsforbindelser. Set i relation til basisforløbet beskriver scenarierne udviklinger, der både reducerer og øger disse parametre.

Status på kabellægning

Netudviklingen i Danmark følger i øjeblikket Energistyrelsens retningslinjer for kabellægning og udbygning af transmissionsnettet fra oktober 2008. Heri fremgår blandt andet, at både nye og eksisterende 132/150 kV-forbindelser skal kabellægges, samt at der skal forskønnes på eksisterende 400 kV-strækninger, og at nye forbindelser skal anlægges i jorden, i takt med at udviklingen i forsyningssikkerhed, teknologi og samfundsøkonomi tilsiger det.

Energinet.dk har planlagt transmissionsnettet efter disse principper siden 2009, hvilket er beskrevet i Kabelhandlingsplan 2009, som siden er opdateret i Netudviklingsplan 2013. I dag er ca. 25 procent af det samlede 132/150 kV-luftledningsnet demonteret og erstattet med kabler i jorden eller er i gang med at blive kabellagt.

I 2015 blev arbejdet med at kabellægge eksisterende luftledninger sat i bero. Årsagen var, at regeringen igangsatte en undersøgelse af konsekvenserne ved at tilpasse kabelhandlingsplanen med det mål at reducere investeringsomfanget i transmissionsnettet. Undersøgelsen er afsluttet og afventer politisk beslutning. Derfor arbejder Energinet.dk i øjeblikket efter en langsigtet netstruktur, hvor kabellæggerne af eksisterende luftledninger er fokuseret. Det vil sige, at kabellægningen af eksisterende luftledninger p.t. er standset.



Det internationale perspektiv

På det fælleseuropæiske plan er det ENTSO-E, der har ansvaret for netplanlægningen, mens ACER (Agency for the Cooperation of Energy Regulators) har ansvaret for tilsynet hermed. Energinet.dk har som TSO ansvaret for den nationale netplanlægning på transmissionsniveau. Energistyrelsen fører tilsyn med den nationale netplanlægning, mens Energitilsynet påser den nationale netplanlægnings forenelighed med de europæiske netudviklingsplaner.

ENTSO-E udgiver hvert andet år en tiårsnetudviklingsplan. Den europæiske tiårsplan er udarbejdet på baggrund af investeringsplaner for seks europæiske regioner, og den sammenstiller de vigtigste elinfrastrukturprojekter med paneuropæisk betydning. Projekterne er typisk udvekslingsforbindelser mellem landene eller mellem forskellige prisområder samt nationale forbindelser med fællesregional eller fælleseuropæisk betydning. Danmark bidrager til regionale investeringsplaner i Nordsø- og Østersøregionen og således også til den fælleseuropæiske tiårsplan. Energinet.dk arbejder på en

tættere koordinering mellem den nationale og europæiske netudviklingsplan.

I tiårsplanen er alle europæiske projekter blevet analyseret ved en fælles metodik, hvor harmoniserede indikatorer indgår i en cost-benefit-analyse. Der er i tiårsplanen fra 2016 identificeret et investeringspotentiale på over 1.100 mia. kr. til opgradering og udbygning af ca. 39.000 km højspændingsledninger og kabler fordelt på mere end 250 transmissionsprojekter. Tiårsplanen anvendes som referenceplan og er ikke bindende for projekternes gennemførelse. De nationale TSO'er og regulatorer kan have andre hensyn i beslutningsfasen omkring de enkelte projekter.

Projekterne, som er blevet analyseret i tiårsplanen, kan søge status som PCI (Projects of Common Interest) hos Europa-Kommissionen. Projekter med PCI-status kan have fordele, eksempelvis i forhold til hurtigere godkendelsesprocedurer, myndighedsbehandlinger og adgang til finansiel støtte.

Danmarks projekter med PCI-status er COBRA-forbindelsen mellem Jylland

og Holland, udbygning af Jylland-Tyskland-forbindelserne og Kriegers Flak-projektet. Ligeledes opnåede Viking Link PCI-status i slutningen af 2015.

5.2 Om- og udbygning samt vedligehold af nettet

Det nuværende transmissionsnet, som hovedsageligt er bygget i 1960'erne og 1970'erne, står over for store reinvesteringer, samtidig med at der skal gennemføres en udbygning som følge af omstillingen til vedvarende energi.

Energinet.dk's målsætning om at reducere enhedsomkostningerne på investeringerne med 15 procent skal sikre, at Energinet.dk i 2020 ligger blandt de tre bedste europæiske lande i benchmark af europæiske transmissionsselskaber.

Hvor transmissionsnettet for en generation siden havde til formål at fordele elproduktionen fra store centrale kraftværker til forbrugerne, skal transmissionsnettets struktur tilpasses, så der i fremtiden kan opsamles energi fra VE-anlæg, samtidig med at forsyningssikkerheden fastholdes. Dette medfører en opgaveportefølje, der

afspejler såvel hensynet til forsyningssikkerhed, omstilling til VE og vedligeholdelse:

- Tilslutning af havmøller til elnettet.
- Løbende reinvesteringer i transmissionsnettet i stationer samt i luftlednings- og kabelanlæg.
- Nye udlandsforbindelser.
- Forstærkninger af det indenlandske el-transmissionsnet.
- Kabellægninger i eksisterende elnet.

Når det gælder forsyningssikkerhed i det fremtidige el-system, er projekterne i kategorierne 1-4 afgørende. Det er ikke nødvendigvis projektets størrelse, som indikerer betydningen for forsyningssikkerheden; det er projektpor- teføljens sammensætning og prioritering. Eksempelvis kan en misligholdt stationskomponent i Københavnsområdet få stor betydning for elforsyningssikkerheden for mange mennesker.

Vedligeholdelse og investering

Energinet.dk opnåede PAS55-certificering i 2014 og ISO 55000-certificering i 2015, der begge foreskriver implementeringen af Asset Management-aktiviteter samt systematik i forbindelse med gennemførelse af aktiviteter, dokumentation og processer. Som en del af implementeringen af Asset Management arbejder Energinet.dk for en risiko- og tilstandsbaseret tilgang til vedligehold og investeringer ved at vurdere alle aktiver ud fra tilstand, kritikalitet og funktionalitet i det samlede net.

Målet med en risiko- og tilstandsbaseret tilgang til håndtering af aktiver er at sikre fortsat høj forsyningssikkerhed på en omkostningseffektiv måde. Metoden udmønter sig helt konkret i, at vedligeholdelse og investering af aktiver i højere grad kan differentieres og prioriteres ud fra behov (tilstand) og risiko-omfang (kritikalitet). Det betyder, at komponenter ikke nødvendigvis vedligeholdes eller udskiftes ud fra fastlagte intervaller, men ud fra den konkrete tilstands- og kritikalitetsvurdering af det fysiske aktiv. Den tilstandsbaserede tilgang medfører betydeligt reducerede udgifter sammenlignet med den tidsbaserede tilgang. Forudsætningen for at implementere en tilstands- og risikobaseret tilgang til vedligeholdelse og investering er, at en stor mængde data og information om transmissionsnettet løbende opdateres, systematiseres og vurderes i informationssystemer, der kan deles mellem de forskellige aktører, som er involverede i arbejdet.

Siden Systemplan 2015 har Energinet.dk igangsat et omfattende arbejde med at strukturere investeringer for det eksisterende transmissionsnet. For at kunne håndtere et markant omfang af investeringer har Energinet.dk:

- Udarbejdet en investeringsstrategi med tilhørende strategiske tiltag for at bidrage til løfterne om høj forsyningssikkerhed og en effektiv omstilling.

- Defineret en række investeringsprincipper for at definere fælles rammer og beslutningsgrundlag for håndtering og indstilling af investeringsprojekter.
- Introduceret 'investeringsanalyser', der afdækker investeringsbehovet på en hel station eller en hel strækning.
- Udarbejdet en investeringsrapport inklusive en geninvesteringsplan.

Tilslutning af producenter og forbrugere

Energinet.dk skal i forbindelse med udbygning og drift af transmissionsnettet sikre, at producenter og forbrugere kan tilsluttes nettet på lige vilkår og ud fra fastlagte betingelser.

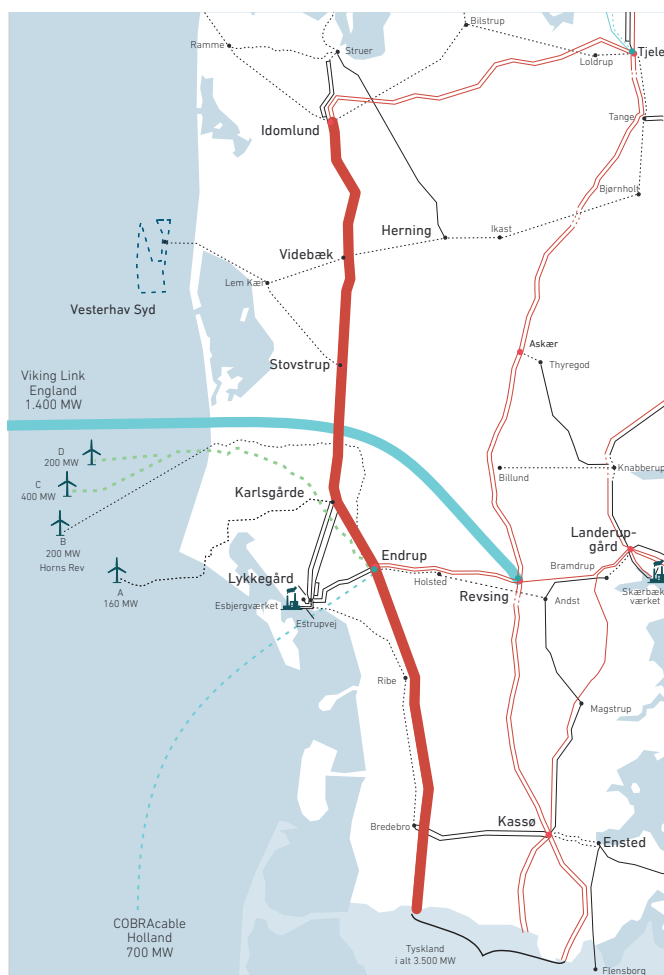
Inden etablering af nye transmissionsnet og væsentlige ændringer i bestående net kan påbegyndes, skal disse, jf. Lov om Energinet.dk, være belyst i en plan, som skitserer det fremtidige behov for transmissionskapacitet (se afsnit 5.1). Med baggrund i denne plan initieres modning af projekterne, hvor det afklares, om de økonomiske og tekniske forudsætninger for gennemførelse er til stede, og om eventuelle involverede aktører kan indgå bindende aftaler. Energistyrelsen vurderer, hvorvidt investeringen skal godkendes af energi-, forsynings- og klimaministeren.

Opgradering af Østkystforbindelserne til Tyskland

I januar 2015 godkendte Energinet.dk's bestyrelse en opgradering af de eksisterende 220 kV-forbindelser på den jyske østkyst til en ny 400 kV-forbindelse mellem Kassø og den dansk-tyske grænse. Forbindelsen skal etableres som en tosystemsluftledning og udgøre den danske del af forstærkningen mellem Kassø og Dollern syd for Elben i Tyskland. Den nye 400 kV-forbindelse vil efter planen stå færdig i 2020 og øge kapaciteten mellem Vestdanmark og Tyskland fra 1.500/1.640 MW til 2.500 MW i begge retninger.

FIGUR 18: VIKING LINK I DANMARK

Linjeføringer for Viking Link til England og intern forstærkning af 400 kV-nettet syd for Idomlund.



Forbindelsen til England etableres i samarbejde med National Grid Interconnector Holdings Ltd. og vil have en kapacitet på 1.400 MW. Kapaciteten mod Tyskland øges ved etablering af den danske del af en ny 400 kV-forbindelse langs den jyske vestkyst mellem Endrup ved Esbjerg til Niebüll. Den samlede kapacitet til Tyskland øges herved til 3.500 MW i begge retninger. Begge forbindelser vil være klar til idriftsættelse ultimo 2022.

Viking Link er aktuelt forelagt energi-, forsynings- og klimaministeren til § 4-godkendelse.

Fremtidig forsyning af København
København forsynes i dag primært af to 400 kV-forbindelser fra transformestationerne Ishøj og Hovegård vest for København samt fra Amagerværket.

På grund af markedssituationen forventes kraftværkskapaciteten i hovedstaden at blive reduceret de kommende år, hvilket indebærer, at der skal etableres alternative forsyninger til København. Samtidig viser belastningsprognoser frem til 2035, at der vil være behov for at øge den samlede overføringsevne af kabelforbindelserne ind til København for at kunne forsyne det stigende forbrug, som er afledt af befolkningstilvæksten.

En stor del af 132 kV-kabelnettet i København, hvoraf de ældste kabler er 60 år gamle, er ved at være udskiftningsmodent. Flere af kablerne har gennem de seneste fem år været ramt af fejl, som har resulteret i længere udetid.

Østkystforbindelsen er forelagt energi-, forsynings- og klimaministeren til § 4-godkendelse.

Viking Link, Vestkystforbindelsen og 400 kV-forbindelsen mellem Endrup og Idomlund

I november 2015 godkendte Energinet.dk's bestyrelse en samlet investering i en elektrisk forbindelse mellem Danmark og England (Viking Link), etablering af en yderligere forbindelse mellem Vestdanmark og Tyskland (Vestkystforbindelsen) samt en intern forstærkning af 400 kV-nettet mellem Endrup ved Esbjerg og Idomlund ved Holstebro. De tre forbindelser er indbyrdes afhængige og skal samlet bidrage til en øget markedsintegration og indpasning af den VE-baserede elproduktion i Europa. Både Viking Link og Vestkystforbindelsen er optaget på PCI-listen, da analyser viser, at forbindelserne har en positiv samfundsnytte.

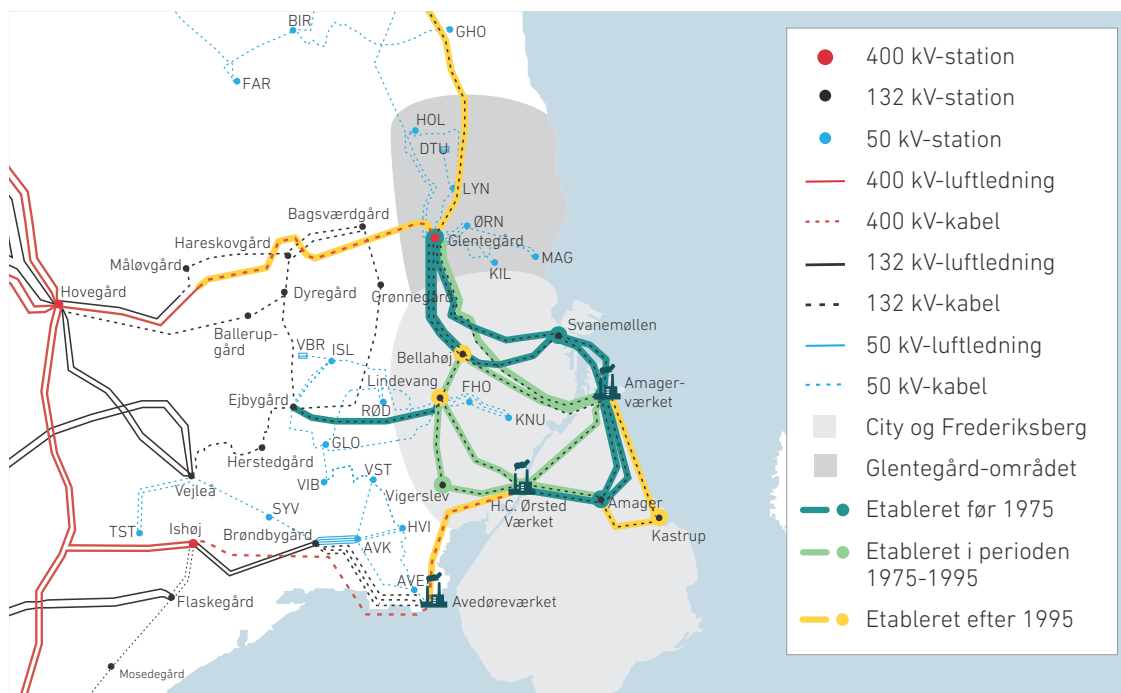
Energinet.dk indledte i 2015 en analyse af fremtidens forsyning af København, og hvordan den fremtidige forsyning skal koordineres med reinvestering af 132 kV-kabelnettet. Undersøgelsen afsluttes medio 2017, så de første etableringsarbejder kan påbegyndes i 2018-2019. Målet er gennem udskiftning af forældede kabler at give København et robust og fremtidssikret højspændingsnet, som sikrer elforsyningen i hovedstaden.

Datacenter – Apple

Efter offentliggørelsen af Apple's store datacenter i Danmark den 23. februar 2015 har Energinet.dk modtaget en

FIGUR 19: FORSYNING AF KØBENHAVN

Eksisterende net ultimo 2017



række yderligere henvendelser fra andre datacentre, der ønsker at undersøge mulighederne for at etablere sig i Danmark. Kontakten til datacentrene initieres via Invest in Denmark, som på statens vegne arbejder for at tiltrække investorer til Danmark, heriblandt datacentre.

Energinet.dk indgår et samarbejde med datacentrene, hvor forskellige tilslutningsforhold og tekniske løsninger m.v. undersøges med det sigte at finde en optimal løsning for tilslutning af datacentret til højspændingsnettet. Såfremt projekterne realiseres, skal investorerne afholde Energinet.dk's samlede udgifter forbundet med at modne og etablere det nye højspændingsanlæg. Den model sikrer, at de øvrige elforbrugere friholdes for omkostninger forbundet med tilslutning af datacentrene.

Datacentre som Apple's er store elforbrugere, der kræver en høj forsyningssikkerhed. Energinet.dk's vurderinger viser, at det øgede forbrug, som de potentielle nye datacentre vil medføre, ikke vil udfordre forsyningssikkerheden med de eksisterende planer for udbygning af nettet. Der er flere gode placeringsmuligheder i Danmark, og der vil fortsat være en høj forsyningssikkerhed.

Tilslutning af producenter og forbrugere sker på grundlag af tekniske forskrifter, der skal sikre, at tilslutningskravene fastlægges på et ensartet, åbent og ikke-diskriminerende grundlag. Forskrifterne udgør det regelsæt, som aktørerne skal opfylde for at være tilsluttet det kollektive elnet,

ligesom de tilsiger, hvilke påvirkninger fra elnettet et anlæg skal kunne modstå for fortsat at kunne levere en stabil drift.

Måling af levering og aftag af el

Energinet.dk har ansvaret for at måle levering og aftag af elektricitet i eltransmissionsnettet, det vil sige ansvaret for at verificere og vedligeholde afregningsmålere tilknyttet produktionsanlæg, som er tilsluttet transmissionsnettet over 100 kV og elkablerne til udlandet.

En nødvendig forudsætning for vel-fungerende elmarkeder er tillid fra markedsaktørernes side til nøjagtig måling af levering og aftag af el. Det skal have et højt kvalitetsniveau, og kravet til nøjagtigheden skal være inden for fastlagte rammer. For til stadighed at kunne overholde disse krav er der fastlagte rammer og terminer for ajourføring og verificering af udstyret. Energinet.dk har igangsat et arbejde, hvor en stor andel af målerne på udlandsforbindelserne og målerne på de regionale transmissionsnet, som Energinet.dk overtog i 2012, skal verificeres eller udskiftes.

ELMARKEDER

Energinet.dk sikrer, at landets elforsyning tilrettelægges og gennemføres i overensstemmelse med hensynet til forsyningssikkerhed, samfundsøkonomi, miljø og forbrugerbeskyttelse. Energinet.dk skal ved udførelsen af sine opgaver i henhold til loven bidrage til at skabe de bedst mulige betingelser for konkurrence på markeder for produktion og handel med elektricitet, og at alle brugere af nettet sikres åben og lige adgang.

6.1 Engrosmarkedet

Energinet.dk er en aktiv medspiller i udviklingen af både day-ahead- og intraday-markeder på såvel nationalt, regionalt som europæisk niveau. Begge markeder har de seneste år udviklet sig fra regionale (primært nordiske) til mere og mere fælleseuropæiske markeder. Danmark har fra starten af februar 2014 været med i det multiregionale priskoblingsprojekt for day-ahead-markedet (MRC).

På intraday-markedsområdet deltager Energinet.dk i et fælles europæisk markedskoblingsprojekt, XBID (Cross-Border IntraDay), som forventes at blive implementeret i anden halvdel af 2017. I projektet udvikles en IT-platform, som muliggør en løbende implicit allokering af kapaciteterne på udlandsforbindelserne sammen med en anonym matching af bud fra elbørser i hele Europa.

Projektet har passeret de første milepæle med succes og bevæger sig nu ind i en mere omfattende testperiode med planlagt go-live i slutningen af tredje kvartal 2017. Energinet.dk's interne IT-systemer og processer er tilpasset efter planen og er klar til at deltage i de nødvendige testforløb i løbet af de kommende måneder.

Regulering af flere børser i samme marked

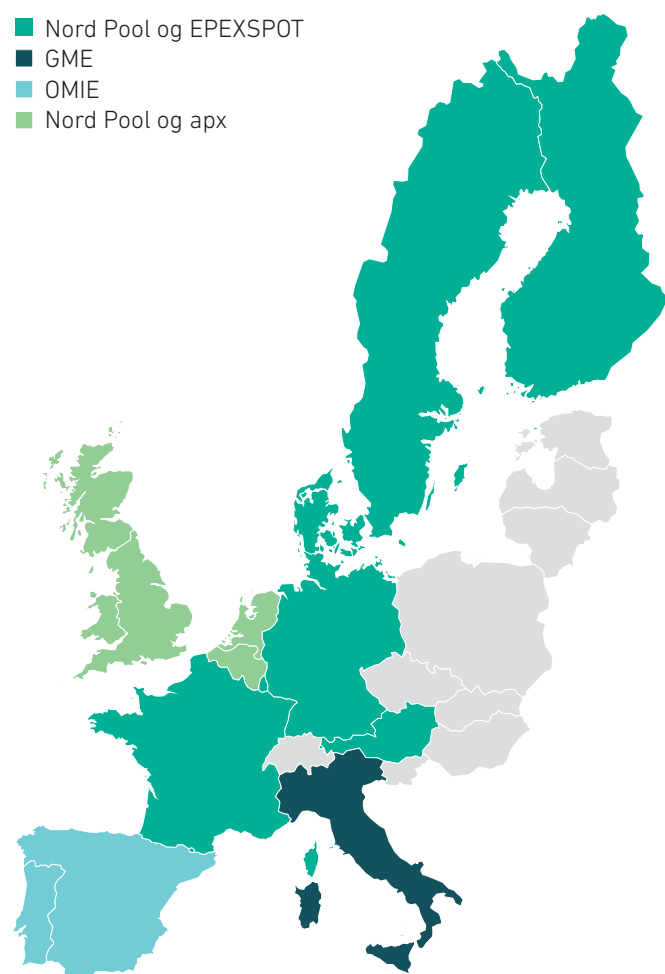
Efter ikrafttrædelsen af den første europæiske netregel om blandt andet aktørernes roller i day-ahead- og intraday-markederne (Capacity Allocation and Congestion Management guideline (CACM)) i august 2015, har Nord Pool ansøgt om og opnået status som markedsoperatør (Nominated Electricity Market Operator (NEMO)) i Danmark. Derudover har EPEX Spot,

som er udpeget markedsoperatør i blandt andet Tyskland og Frankrig, fået tilladelse til at udbyde day-ahead- og intraday-handelsydelser i Danmark. Det betyder, at der fremover vil være to aktive elbørser i Danmark, ligesom i størstedelen af Nordvesteuropa. Figur 20 viser de markedsoperatører, som tilbyder day-ahead- og intraday-ydelser i de europæiske markedsområder.

Håndtering af prisområder med flere markedsoperatører er mere kompliceret end den tidligere situation, hvor der var én børs i hvert prisområde. Det er transmissionssystemoperatørens (TSO) ansvar at sikre, at nødvendige ordninger udarbejdes og implementeres, og derfor har Energinet.dk, sammen med de andre nordiske TSO'er: Fingrid, Svenska Kraftnät og Statnett, valgt at udarbejde et fælles nordisk forslag til håndtering af flere børser i samme elmarked (More-NEMO Arrangement (MNA)). Forslaget er sendt til godkendelse hos de respektive nordiske Energitilsyn i juni måned i år, og de har nu seks måneder til godkendelse. Forslaget er efterfølgende sendt i offentlig høring af NordREG, de nordiske regulatorers fællesorganisation.

Markedsoperatørerne er også forpligtet til at lave en fælles plan for deres bidrag til gennemførelsen af den europæiske markedskobling på day-ahead- og intraday-markeder. Denne Market Coupling Operator (MCO) plan blev præsenteret for regulatorerne den 14. april 2016 og bygger overvejende på eksisterende markedskoblingsinitiativer inden for day-ahead samt planlagte processer og IT-systemer i forbindelse med intraday-markeds-koblingen. I denne sammenhæng er markedsoperatørernes deling af omkostningerne ved markedskoblingen stadig et

FIGUR 20: AKTIVE MARKEDSOPERATØRER I DE VESTEUREOPÆISKE PRISOMRÅDER



uafklaret spørgsmål. Her ligger der en stor opgave hos de europæiske regulatorer om at opnå enighed.

Endelig stiller netreglen om aktørernes roller i markederne krav til TSO'ernes samarbejde, blandt andet om etablering af Capacity Calculation Regions (CCR). En CCR er et område, hvor der foretages én fælles beregning af handelskapaciteter på tværs af grænserne. Formålet er at harmonisere beregningsmetoder m.v. for at øge transparensen i elmarkedet, herunder potentielt at øge den til rådighedværende kapacitet.

I dag frigives kapaciteterne baseret på bilaterale aftaler og individuelle TSO-beregninger. Introduktionen af regionale beregninger af handelskapaciteter er første skridt mod én fælles beregning for hele Europa, og de forventes at være det naturlige omdrejningspunkt for udvikling af regionale elmarkeder.

Energinet.dk deltager i to regioner, CCR Nordic som dækker det sædvanlige samarbejde med de nordiske TSO'er og CCR Hansa, som i dansk henseende omfatter vores udlandsforbindelser til Tyskland og er en midlertidig regional konstruktion. I CCR Hansa deltager også Norge, Sverige, Tyskland, Holland og Polen med deres respektive grænser mod Norden. Det forventes, at ACER godkender TSO'ernes opdeling af Europa i regioner i november 2016.

Ny metode til beregning af kapacitet i elsystemet

I overensstemmelse med netreglen om aktørernes roller i markederne skal TSO'erne i de enkelte regioner som udgangspunkt indføre en ny kapacitetsberegningsmetode, der mere eksplicit bygger på de fysiske energistrømme, når ligevægtsmængder og -priser beregnes i intraday- og day-ahead-markederne (Flow based market coupling). Hvis det imidlertid kan påvises, at den nye metode ikke kan forventes at medføre en bedre udnyttelse af elsystemet, kan TSO'er vælge en løsning, der i grove træk minder om den nuværende beregningsmetode. TSO'erne i Norden er derfor i gang med at vurdere, hvilken metode man skal benytte fremadrettet.

Forslaget til ny kapacitetsberegningsmetode skal ligge klar til regulatorgodkendelse i september

"Alle aktører på elmarkedet er finansielt ansvarlige for at være i balance, således at forbrug og produktion hele tiden matcher"

2017. Det er endnu ikke besluttet, hvornår en ny metode kan implementeres.

Finere tidsopløsning i Norden

Som en del af arbejdet med at harmonisere markederne på tværs af Europa, beskæftiger Guideline for electricity balancing (GL EB) sig med ubalanceafregningen, herunder ubalanceafregningsperioden. For nuværende er der tre forskellige afregningsperioder i Europa: 60, 30 og 15 minutter. Norden tilhører de lande, der har en ubalanceafregningsperiode på 60 minutter. Den generelle tendens i Europa går i retning af en harmonisering til 15 minutter. De nordiske TSO'er har derfor igangsat et projekt, som skal analysere implementeringen af 15 minutter ubalanceafregningsperiode i et nordisk perspektiv. En implementering af 15 minutter ubalanceafregningsperiode vil naturligt medføre, at markedsaktørerne skal have en handelsmulighed, hvor der er 15 minutters produkter til rådighed. Dette forventes at kunne indføres på intraday-markedet.

Energinet.dk forventer, at en harmonisering af ubalanceperioden til 15 minutter kan medføre øget fleksibilitet for nye teknologier (forbrug og batterier), skabe mulighed for øget grænseoverskridende handel (fx 15 minutter intraday-handel med Tyskland), mulighed for bedre udnyttelse af kapaciteten på udlandsforbindelser (øget kapacitet i forhold til de nuværende ramperestriktioner) og systemdriftsfordele i forhold til planlagte ubalancer inden for timen.

Full Cost Balancing

Er et fælles nordisk projekt, der i løbet af det næste års tid skal give den nuværende ubalanceafregning et serviceeftersyn. Alle aktører på elmarkedet er finansielt ansvarlige for at være i balance, således at forbrug og produktion hele tiden matcher. Ubalancer opgøres i MWh over ubalanceperioden og afregnes mellem aktør og TSO. Ubalanceperioden er i dag i Norden 60 minutter, men det forventes, at den fremadrettet vil være på 15 minutter, jf. den kommende netregel for balancering. Ubalanceprisen skal afspejle alle TSO'ens omkostninger til at bringe systemet tilbage i balance, og dermed give aktørerne det rigtige samfundsøkonomiske incitament til selv at være i balance over den gældende

ubalanceperiode. Projektet vil komme med anbefalinger til, hvordan ubalanceprisen fremadrettet skal indrettes, når der samtidig tages højde for, at aktører kun skal betale for sin egen forurening. Ubalanceprisen kan fremadrettet komme til at indeholde flere elementer end i dag, hvor den udelukkende består af prisen for manuel regulerkraft (mFRR). Enkelte nordiske områder oplever allerede i dag mangel på regulerkraft/fleksibilitet, og projektet vil også undersøge, hvordan ubalanceprisen kan medvirke til at sende de rigtige prissignaler til aktørerne i tidspunkter med kapacitetsmangel.

Projektet har stor bevågenhed, da ubalanceprisen er afgørende for aktørernes opførsel på markedet, og har direkte afsmittende effekt på prisdannelsen i intraday-markedet og dermed også indirekte påvirker day-ahead-markedet.

Vedvarende energi og Markedsmodel 2.0

Den stigende andel af vedvarende energi udgør en udfordring af det nuværende elmarkedsdesign, eftersom elpriserne måske ikke kan give de nødvendige investeringssignaler. Et dansk Markedsmodel 2.0-projekt havde derfor til formål at anbefale markedsløsninger for Energinet.dk til en samfundsøkonomisk omkostningseffektiv indpasning af øgede mængder elektricitet fra vedvarende energi og opretholdelse af en høj forsyningssikkerhed frem mod 2030. Projektet, der

blev gennemført i tæt samarbejde med interessenterne, blev afsluttet i september 2015.

På baggrund af udfordringerne formulerede Energinet.dk i slutrapporten for Markedsmodel 2.0 tre hovedproblemstillinger til sikring af behov for 1) kapacitet, 2) fleksibilitet og 3) kritiske egenskaber i elsystemet. De resulterende anbefalinger og initiativer er en blanding af konkrete implementeringsforslag, analyser og processer under hensyntagen til behov for politisk stillingtagen, fælles EU-regler, ny lovgivning og aftaler med andre TSO'er.

Målsætningen med initiativerne er en tilpasning af nuværende elmarkeder ved at reducere krav til markedsaktører fastsat i Energinet.dk's forskrifter og implementere mere effektive markedsmekanismer. Konkrete eksempler for engrosmarkedet omfatter en trinvis hævelse af prisloftet, udvikling af markedsmodeller for at inddrage tredjepartsgregatorer til sikring af fleksibilitet og implementering af en strategisk reserve for Østdanmark.

Arbejdet med initiativerne følger planen og er forankret bredt i Energinet.dk, samtidig med at det sker i tæt samarbejde med branchen og myndighederne i workshops og eksisterende samarbejdsfora. Arbejdet med udmøntning af initiativerne har allerede affødt konkrete ændringer. De øvrige initiativer med en længere implementeringsfase, og som kræver europæisk samarbejde, følger tidsplanen, som er opstillet i slutrapporten for Markedsmodel 2.0-projektet.

Eksport fra Danmark til Tyskland

Eksportkapaciteten på den dansk-tyske grænse mellem Vestdanmark og TenneT Tysklands område har været meget lav de senere år. I første halvår af 2016 var der således kun 11 procent af den fulde kapacitet til rådighed for eksport af strøm til Tyskland. Årsagen til kapacitetsbegrænsningen ser ud til at være en kombination af meget høj produktion fra VE-kilder i Nordtyskland, kombineret med en manglende netudbygning mellem det nordlige og sydlige Tyskland. De interne tyske flaskehalse bliver derudover forstærket af en midlertidig reduktion af netkapaciteten på grund af den igangværende netudbygning, som finder sted i Nordtyskland.

Energinet.dk og TenneT Tyskland har været i tæt dialog gennem de seneste år, og de har sammen med markedsaktørerne og regulatorerne på begge side af grænsen forsøgt at finde løsninger. Disse initiativer har dog kun stillet en meget begrænset ekstra kapacitet i udsigt. Nordenergi, den fælles nordiske sammenslutning af el-producenter, har derfor i februar i år sendt et fælles brev til Europa-Kommissionens Generaldirektorat for Energi og bedt om deres hjælp. Ifølge Nordenergi udgør den nuværende vedvarende begrænsning af eksportkapaciteten en diskrimination mellem tyske og

nordiske producenter. Sideløbende arbejdes der på både politiske og regulatoriske løsninger mellem Tyskland og de nordiske lande. Der forventes en afklaring heraf i 2. halvår af 2016.

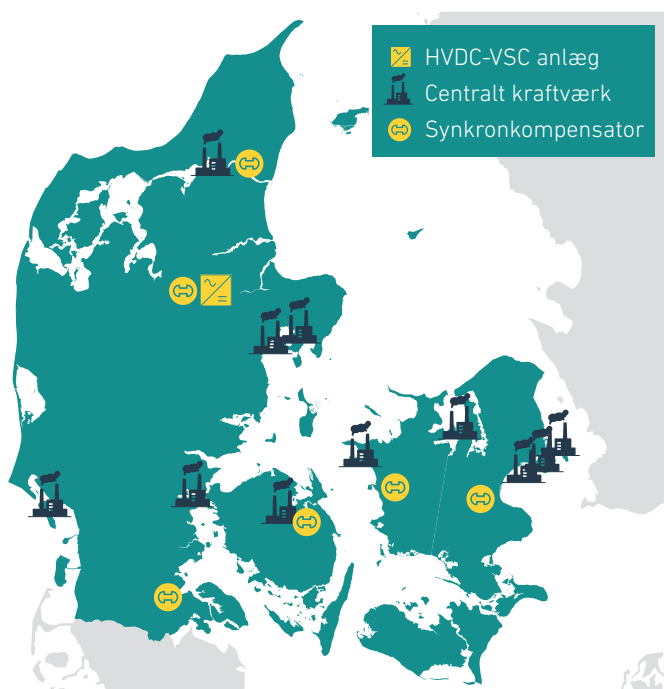
Transmissionsrettigheder

Energinet.dk udbyder i dag fysiske transmissionsrettigheder (Physical Transmission Rights, PTR) i form af års- og månedskontrakter på forbindelserne imellem Vestdanmark-Tyskland og Østdanmark-Tyskland samt månedskontrakter på forbindelsen imellem Øst- og Vestdanmark. Kontrakterne bortauktioneres via auktionshuset, JAO. Formålet er at give markedet mulighed for at sikre sig mod prisforskelle mellem to områder. De nuværende kontrakter giver mulighed for at foretage en fysisk levering af el imellem to prisområder, hvilket i praksis ikke benyttes. I stedet gives rettigheden tilbage til TSO'erne til anvendelse i det daglige spotmarked, og som betaling modtages prisforskellen imellem de to prisområder, som er lig med flaskehalsindtægten på forbindelsen.

Energinet.dk samt de to tyske TSO'er, TenneT og 50Hertz har undersøgt muligheden for at overgå fra fysiske til finansielle transmissionsrettigheder (FTR-optioner), da man med finansielle optioner fjerner muligheden for fysisk levering og hermed kan undgå, at unødige processer vedligeholdes hos TSO'erne. En sådan overgang til FTR-optioner blev første gang undersøgt i 2015, hvor der opstod usikkerheder om dels definitionen af FTR-optioner i forhold til den finansielle regulering, og dels til hvilke konsekvenser det vil have, hvis TSO'erne og markedsaktørerne skulle rapportere under den finansielle regulering.

På grund af disse usikkerheder udskød TenneT, 50Hertz og Energinet.dk i november 2015 implementeringen af finansielle optioner med den antagelse, at man fra 2017 ville få et nyt direktiv

FIGUR 21: PLACERING AF NUVÆRENDE SYSTEMBÆRENDE ENHEDER FOR DK1 OG DK2



for markedet for finansielle instrumenter (MiFID II), hvor usikkerhederne ville blive afklaret. I foråret blev det dog offentliggjort af Europa-Kommissionen, at implementeringen af MiFID II-direktivet, og dermed også den ventede afklaring af usikkerhederne, udskydes til 2018.

Energinet.dk, TenneT og 50Hertz gik derfor i gang med at undersøge konsekvenserne af finansiell rapportering ved en overgang til FTR-optioner inden ikrafttrædelsen af MiFID II. Analysen konkluderede, at en indførelse af FTR-optioner under nuværende finansielle regulering ville få store konsekvenser for aktørerne og potentielt resultere i illikvide auktioner. Det blev derfor besluttet, at de to tyske TSO'er og Energinet.dk forsætter med at udbyde fysiske transmissionsrettigheder på Storebæltsforbindelsen, forbindelsen mellem Vestdanmark-Tyskland samt på forbindelsen mellem Østdanmark-Tyskland.

6.2 Markedet for systemydelser

Energinet.dk arbejder løbende på at udvikle markederne for systemydelser for at sikre en velfungerende konkurrence og en samfundsøkonomisk hensigtsmæssig

fremskaffelse af de nødvendige systemydelser og balanceringsressourcer til transmissionsnettet.

Denne udvikling sker både i samspil med de nationale danske aktører i markederne og de danske myndigheder, men også i samarbejde med de systemansvarlige virksomheder i nabolandene. Dialogen omkring udviklingen af markederne med de danske aktører sker blandt andet i en aktørarbejdsgruppe, som holder regelmæssige møder. Derudover afholder Energinet.dk også en række workshops og dialogmøder om specifikke spørgsmål for markederne for systemydelser, hvor relevante aktører og myndigheder deltager.

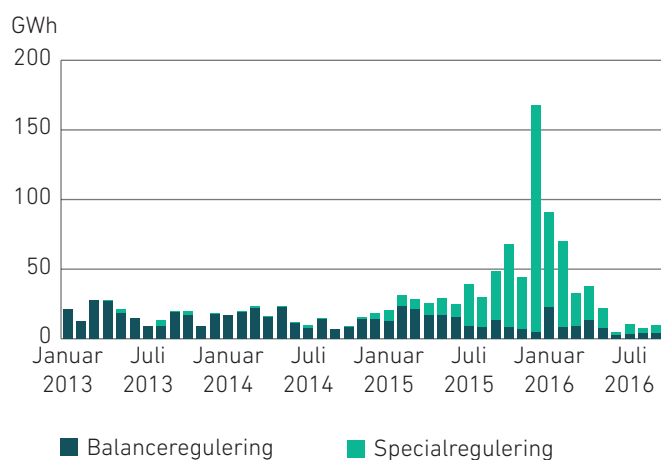
I de kommende år vil en række europæiske lovgivningsinitiativer blive implementeret som netregler, der vil sætte rammen for udviklingen af markederne for systemydelser i de kommende år, herunder specielt integrationen på tværs af landegrænserne i Europa. Energinet.dk deltager aktivt i europæiske samarbejdsfora, hvor rammerne for implementeringen af den europæiske lovgivning udarbejdes.

Udvikling af markederne for systemydelser i 2016

Energinet.dk har i 2016 gennemført en række initiativer i forhold til markederne for systemydelser, herunder specielt:

- Evaluering af det første års drift af Skagerrak 4-forbindelsen og levering af systemydelser fra Norge. Fra 2015 har Skagerrak-forbindelsen leveret både automatiske balancereserver (aFRR) og frekvensreserver (FCR) til Vestdanmark. Evalueringen skal indgå i Energitilsynets afgørelse omkring reservation af kapacitet til levering af systemydelser på Skagerrak-forbindelsen, som forventes i løbet af efteråret 2016.
- Sommerudbud af systembærende egenskaber. Indkøbet af systembærende egenskaber er beskrevet nedenfor.

FIGUR 22: OVERSICHT OVER AKTIVEREDE MÆNGDER SPECIALREGULERING I VESTDANMARK



- Fortsat samarbejde med tyske TSO'er og myndigheder omkring integration af markedet for FCR i Vestdanmark med det fælles tyske/hollandske/belgiske/schweiziske/østrigske marked.
- I 2015 introducerede Energinet.dk et marked for leverings- evne-kontrakter for aFRR i både Vest- og Østdanmark, som sikrer, at de danske producenter opretholder evnen til at levere aFRR. Markedet er efterfølgende stoppet i Østdanmark.

Derudover arbejder Energinet.dk med implementering af et marked for aFRR-reserver i det nordiske synkronområde, hvor den forventede opstart er i slutningen af 2017. Markedet vil blive designet med fælles markedsregler for alle aktører i det nordiske marked og dermed understøtte velfungerende konkurrence mellem de mulige leverandører. Introduktionen af aFRR i det nordiske marked vil være med til at sikre en bedre frekvenskvalitet og dermed en højere forsyningssikkerhed for elforbrugerne i hele Norden. Udbudsbetingelserne for indkøbet af aFRR-reserver i Østdanmark, som er en del af det nordiske synkronområde, vil skulle godkendes af Energitilsynet inden opstart af indkøbet.

I løbet af 2016 har Energinet.dk i samarbejde med den tyske TSO TenneT aktiveret en betydelig øget mængde specialregulering hos leverandører i Vestdanmark, som afhjælper netproblemer i det nordtyske transmissionsnet. Netproblemerne opstår typisk i forbindelse med håndteringen af høj vindproduktion i Nordtyskland. Aktiveringen og anvendelsen

af specialregulering sikrer, at de danske leverandører af fleksibilitet kan opnå en afsætningsmulighed ved at hjælpe den tyske TSO med at løse netproblemer i Tyskland.

Energinet.dk har i samarbejde med de nordiske og tyske TSO'er igangsat forberedelserne af et pilotprojekt, som skal belyse mulighederne for at koble det nordiske marked og det tyske marked for regulerkraft, og herunder også specialregulering, tættere sammen. En tættere kobling af de to markeder skal medvirke til at øge samhandlen med ydelser over grænserne til gavn for konkurrencen i markedet og dermed også for elforbrugerne.

Energinet.dk deltager i udviklingen af de europæiske rammer for markederne for systemydelser, og dette arbejde foregår primært i samarbejdsorganisationen for TSO'er i Europa ENTSO-E.

I de næste år forventes det, at den kommende netregel (eller network code) for balancering skal endeligt vedtages og implementeres. Netreglen giver grundlaget for en øget markedsintegration mellem de europæiske lande for balancering. Energinet.dk deltager i dette arbejde og arbejder for at sikre lige vilkår for deltagelse i markederne for alle leverandører.

I de kommende år vil der blive etableret en række nye udlandsforbindelser til de to danske prisområder, og Energinet.dk samarbejder med de udenlandske samarbejdspartner i projekterne for at sikre mulighederne for udveksling af systemydelser på forbindelserne. De nye forbindelser er blandt andet COBRA-forbindelsen til Holland, Kriegers Flak-forbindelsen til Tyskland og længere ude i fremtiden Viking Link-forbindelsen til England. Udvekslingen af systemydelser på disse nye forbindelser vil ske inden for de europæiske rammer for markederne for balancering, som det er beskrevet ovenfor.

TABEL 4: SYSTEMBÆRENDE YDELSER OG AKTUEL MARKEDSFØRM

YDELSE	MARKEDSFØRM VESTDANMARK	MARKEDSFØRM ØSTDANMARK	LEVERET MÆNGDE
Frekvensreserver (FCR).	Daglige auktioner med marginalprisafregning.	I Østdanmark leveres de fra manuelle reserver, frekvensstyrede normaldriftsreserver (FCR-N) og frekvensstyrerede driftsforstyrrelsesreserver (FCR-D).	Vest-DK: 23 MW. Øst-DK: FCR-N 23 MW og FCR-D 27 MW.
Automatiske balancereserver (aFFR).	Indkøbes i Norge via Skagerrak-forbindelsen.	Er under udvikling og forventes introduceret tidligst ultimo 2017.	Vest-DK: 90 MW.
Manuelle balancereserver (mFFR).	Daglige auktioner med marginalprisafregning.	Indkøbt via udbud på 5-årige kontrakter.	Vest-DK: 200-300 MW. Øst-DK: 638 MW.
Systembærende egenskaber (sommerudbud).	Udbud med "Pay-as-bid"-afregning, typisk på månedsbasis.	Som i Vestdanmark	Vest-DK: 1 driftsklart anlæg. Øst-DK: 1 driftsklart anlæg, 1 værk i drift.
Specialregulering.	Aktiveres af Energinet.dk efter behov. "Pay-as-bid"-afregning.	Som i Vestdanmark	Efter behov
Regulerkraft.	Aktiveres via fælles budliste fra leverandører i hele Norden og afregnes til marginalpris.	Som i Vestdanmark	Efter behov

Systembærende egenskaber

Systemydelser er den brede betegnelse for ydelser, som sikrer elnettets funktionalitet og balancering. Dette afsnit beskriver Energinet.dk's arbejde med markedsudvikling af et centralt område inden for systemydelserne, nemlig de såkaldte systembærende egenskaber.

Når det handler om at skaffe el forstået som 'energi' til balancering, er den geografiske nærhed mellem producent og forbruger ikke af afgørende betydning. Helt så simpelt er det ikke med hensyn til de systembærende egenskaber.

For at kunne drive det eksisterende transmissionsnet sikkert og stabilt er det nødvendigt at have adgang til en række systembærende egenskaber (se faktaboks). Systembærende egenskaber leveres af anlæg i drift, men kan ikke transporteres langt.

Behovet for indkøbet af anlæg, der kan levere systembærende egenskaber, bliver fastsat ud fra forskellige parametre. Elsystemet skal kunne håndtere enhver driftsforstyrrelse og inden for 15 minutter være klar til at håndtere enhver ny driftsforstyrrelse, uden at nogen af fejlene medfører ukontrollable udkoblinger i nettet, som risikerer at påvirke nabo-områderne negativt.

Behovet for systembærende egenskaber kan dækkes af enheder, der er tilsluttet på transmissionsniveau, og udgøres af kraftværker, synkronkompensatorer og effektelektroniske

netkomponenter. Energinet.dk køber til tider ydelser fra kraftværker, der er i drift eller er driftsklare, for at sikre, at tilstrækkelige systembærende egenskaber er til rådighed i nettet.

Energinet.dk kan vælge at udbyde rådighed over centrale kraftværksenheder, der kan levere systembærende egenskaber i perioder, hvor det vurderes, at der ikke er tilstrækkelige aktive anlæg til sikring af de nødvendige egenskaber i det overordnede net.

Som et nyt initiativ gennemførte Energinet.dk for første gang i 2015 et samlet sommerudbud af systembærende egenskaber. Det er blevet tydeligt i elsystemet igennem de senere år, at antallet af centrale kraftværksblokke, som er kommercielt aktive i elmarkedet, i sommermånederne falder til et niveau, hvor der er for få spændingsregulerende anlæg i drift til at sikre forsyningssikkerheden i elsystemet.

Dette har ført til, at Energinet.dk har indført et udbud målrettet mod at sikre anlæg, der kan levere de nødvendige systembærende egenskaber i elsystemet i sommerperioden. Udbuddet håndterer udfordringen med tilstedeværelsen af de nødvendige systembærende egenskaber uden for varmesæsonen, hvor de varmebundne kraftvarmeværker normalt ikke er aktive i elmarkedet. Udbuddet sikrede transparens i Energinet.dk's behov og sikrede en hensigtsmæssig drift af elsystemet i sommerperioden. Efter et vellykket udbud i 2015 gennemførte Energinet.dk et samlet udbud af anlæg, der kan levere systembærende egenskaber for sommerperioden 2016, det vil sige maj til og med august.

Energinet.dk evaluerer løbende de gennemførte udbud sammen med markedets aktører og vil vurdere, om det er nødvendigt at tilpasse rammerne for de forskellige udbud for at sikre en effektiv konkurrence i udbuddet.

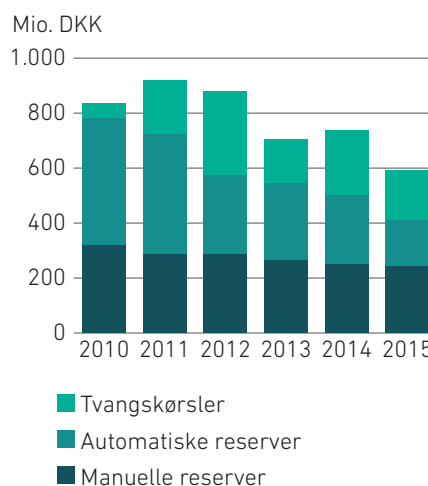
I gennem 2016 har Energinet.dk været i dialog med markedets aktører omkring den markedsdækkende håndtering af Energinet.dk's enheder, som leverer systembærende egenskaber. Energinet.dk forventer, at der i løbet af 2017 vil kunne implementeres en løsning, som skaber øget transparens i indkøbet af systembærende egenskaber.

Fald i omkostninger til systemydelser

Der er i 2015 samlet købt systemydelser for 592 mio. kr. mod 735 mio. kr. i 2014. Faldet skyldes primært, at omkostningerne til automatiske reserver er faldet i Østdanmark som følge af fælles indkøb med Sverige og indkøb af automatiske reserver fra Norge til Vestdanmark.

I forhold til 2012 er omkostningerne til systemydelser i 2015 faldet med 33 procent. Dette skyldes især besparelser som følge af en styrkelse af det regionale samarbejde om deling af reserver og færre tvangskørsler på kraftværker.

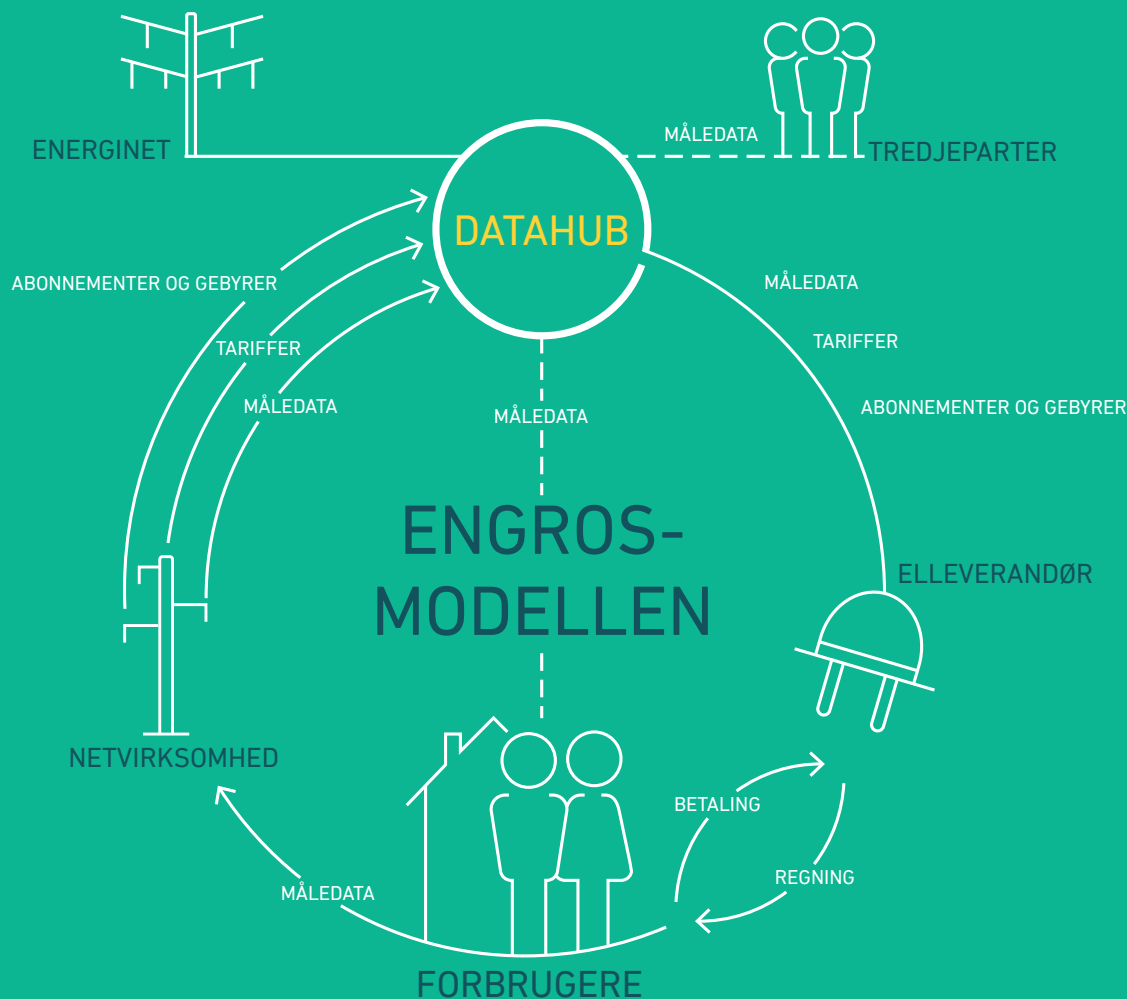
FIGUR 23: OMKOSTNINGER TIL SYSTEMYDELSER FOR EL



6.3 Detailmarkedet

Det danske detailmarked for el gennemgår i disse år en række større ændringer, som har til formål at skabe de bedst mulige betingelser for en velfungerende konkurrence på elmarkedet og understøtte en høj forsyningssikkerhed i Danmark.

Vigtige elementer til dette er på detailmarkedssiden blandt andet sikring af effektive markedsrammer for markedsaktørerne og bedre adgang til forbrugsdata for både kendte aktører, nye tredjeparter og elforbrugere. Ændringerne på detailmarkedet de seneste år omfatter blandt andet implementering af DataHub og Engrosmodel, introduktion af ny leveringspligt, udrulning af smarte målere, direkte adgang for elforbrugere til egne forbrugsdata og en ny prissammenligningsportal på Energitilsynets Elpris.dk. Dertil kommer introduktion af obligatorisk timeafregning af små elforbrugere, som forventes indført i løbet af 2017.



Der er samlet set 3,3 mio. danske elforbrugere registreret i DataHub, og i 2015 var antallet af leverandørskift i det danske elmarked 7,2 %. Det er det højeste målte i det danske elmarked nogensinde. Efter implementeringen af Engrosmodellen er antallet af leverandørskift stadig stigende med 2,7 % i første halvår 2016. Markedskoncentrationsindekset i de forskellige danske netområder er svagt faldende, og antallet af aktive elleverandører i de største områder er stigende. Disse indikatorer peger i retning af en stigende konkurrence i det danske detailmarked for el. Andre nøgletal for det danske detailmarked kan findes i Energinet.dk's DataHub markedsrapport på [Energinet.dk's hjemmeside](http://Energinet.dk).

Energinet.dk's opgaver i detailmarkedet for el

Energinet.dk skal ifølge Elforsyningsloven understøtte velfungerende markeder og udarbejde forskrifter, som er nødvendige for elmarkedets funktion. Derudover skal Energinet.dk etablere og varetage driften af en DataHub til håndtering af stam- og måledata til elleverandørernes fakturering samt til orkestrering af forretningsprocesser og kommunikation mellem elmarkedets aktører. Jf. lovændring L577 til Elforsyningsloven skulle Energinet.dk endvidere pr. 1. april 2016 implementere Engrosmodellen i det danske detailmarked i samarbejde med markedets aktører.

Engrosmodellen – et kundecentreret markedsdesign

Energinet.dk's opgaver ved implementering af Engrosmodellen:

- Opgradere DataHub til at håndtere nye krav og rollefordeling samt øgede datamængder i elmarkedet.
- Revidere markeds- og måleforskrifter i overensstemmelse med nyt lovgrundlag – i samarbejde med markedsaktørerne. Herunder også uddannelse af markedsaktørerne i de nye markedsregler i samarbejde med Dansk Energi.
- Koordinere implementering af ny DataHub og kobling af ca. 100 eksterne IT-systemer hos de danske markedsaktører.

Den 1. april 2016 gik Engrosmodellen i luften, og dermed tog Danmark som det første land i Europa det fulde skridt ved implementeringen af et kundecentreret markedsdesign, hvor elleverandøren er kundens eneste indgang til elmarkedet. Elleverandøren er ansvarlig for at sende én samlet regning til kunden for både distribution og køb af el, mens tariffer og afgifter håndteres som engrosydelser og betales til henholdsvis netvirksomheden og Energinet.dk.

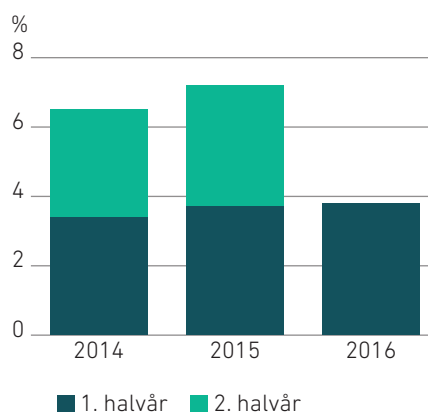
Med Engrosmodellen bliver forsyningspligten gradvist erstattet af leveringspligten. Det betyder, at alle elleverandører på det danske elmarked får pligt til mod betaling at levere elektricitet til forbrugere, der selv anmoder om det. Hvis forbrugeren aldrig selv har skiftet produkt eller elleverandør, modtager han/hun ikke længere et reguleret forsyningspligtprodukt.

Øget adgang til data

Et vigtigt element for Energinet.dk i at sikre de bedst mulige betingelser for konkurrencen på elmarkedet er at gøre data

FIGUR 24: LEVERANDØRSKIFT I PROCENT AF DET SAMLEDE ANTAL REGISTREREDE MÅLEPUNKTER – 2014-2016

I første halvår af 2016 har 3,8 procent af de danske elkunder skiftet elleverandør. Det er 2,7 procent flere end første halvår 2015



tilgængelige for elforbrugerne samt for nye og eksisterende aktører på markedet, således at forretningspotentialet, der måtte være, udnyttes. Her har Energinet.dk igangsat en række tiltag.

I regi af Engrosmodelprojektet etablerede Energinet.dk den 1. april 2016 en tredjepartsadgang, hvor mæglere og energirådgivere via en fuldmagt kan få adgang til en elforbrugers data og tilbyde tjenester eller services af denne vej. Elforbrugeren kan ligeledes selv via Eloverblik.dk eller deres elleverandørs hjemmeside se egne forbrugsdata. Derudover samarbejder Energinet.dk med Danmarks Statistik,



der årligt til forskerformål udgiver et udtræk af data fra DataHub. Endelig offentliggør Energinet.dk generelle markedsdata fra DataHub to gange årligt på Energinet.dk's hjemmeside og i en DataHub markedsrapport.

Nordisk samarbejde om datahubs

Opgaven med central og neutral datafacilitet via datahubs er ved at blive en ny TSO-kerneopgave i Norden. Ligesom i Danmark er der i de øvrige nordiske lande truffet beslutning om at etablere datahubs, drevet af TSO'en. Dertil kommer, at TSO-drevne datahubs drøftes i både Tyskland, Schweiz og Spanien.

I lyset af den nordiske udvikling og til understøttelse af visionen i Nordisk Ministerråd om et fælles nordisk detailmarked har Energinet.dk sammen med de øvrige nordiske TSO'er intensiveret samarbejdet om koordinering af udviklingen af de nordiske hubs. Målet med det nordiske datahub-samarbejde er at sikre størst mulig kompatibilitet mellem de nordiske hubs og dermed et potentiale for, at systemerne på sigt kan enten kobles eller erstattes af et fælles system.

Gevinster – nu og i fremtiden

Den samfundsmæssige fortjeneste af DataHub og Engrosmodellen er umiddelbart ikke mulig at estimere kvantitativt, blandt andet fordi gevinsterne vil komme dels fra et mere konkurrenceudsat marked og dels fra et marked, hvor der skabes et helt nyt grundlag for innovation fra kendte og nye aktører i elmarkedet med nye produkter og services til elforbrugerne.

Gevinsterne ved DataHub, Engrosmodellen, lettere adgang til data m.v. vil dermed være både på forbrugersiden, hos elleverandører og hos nye tredjepartsaktører, der kan bruge de nye markedsændringer og data om elforbruget til at udvikle helt nye forretningsmodeller. Fortjenesten for elforbrugerne vil stige i takt med den øgede automatisering i husholdninger og industri, udbredelsen af lagringsteknologier, elbiler m.v. Værdiskabelsen skal således også ses i sammenhæng med udrulningen af fjernaflæste målere, indførelsen af timeafregning for små elforbrugere og ophævelsen af forsyningspligten m.v.

Alle er det initiativer, der fra politisk side er indført eller indføres i

elmarkedet i disse år for at understøtte øget konkurrence og for at sammenkoble elmarkedet og skabe øget fleksibilitet på forbrugersiden af elmarkedet til understøttelse af integrationen af vedvarende energi.

GASFORSYNINGSSIKKERHED OG GASNETSDRIFT

Energinet.dk har til opgave at varetage forsyningssikkerheden for gas i Danmark.

Ligeledes har Energinet.dk til opgave at sikre en tilstrækkelig kapacitet og effektiv transport af naturgas med tilhørende ydelser i egne net, herunder opretholde den fysiske balance i nettet og stille fornøden transportkapacitet til rådighed. Det skal sikres, at der er tilstrækkelige mængder naturgas i det samlede system, således at den fysiske balance i nettet kan opretholdes.

Som et led i udførelsen af disse opgaver skal Energinet.dk samarbejde med transmissionsselskaber i andre lande med henblik på en effektiv udveksling af naturgas.

7.1 Effektiv gastransport

I oktober 2014 indførte Energinet.dk en ny balancemodel, hvor transportkunderne spiller en aktiv rolle i at balancere gassystemet. Formålet med modellen er at give transportkunderne incitament til at reagere i gasdøgnet, så det samlede system er i kommerciel balance ved slutningen af gasdøgnet. Kan transportkunderne ikke holde det samlede system i balance, vil Energinet.dk handle gas på Gaspoint Nordic. En af hensigterne med ændringen i modellen var at fremme likviditeten i markedet.

Via en grøn/gul zonemodel, hvor det samlede systems kommercielle balance kan være i enten grøn zone – det vil sige kommerciel balance – eller i gul zone – det vil sige kommerciel ubalance – bliver transportkunderne informeret om systemets status. Ifølge modellen er transportkunderne fuldt informeret, når Energinet.dk har behov for at interagere med markedet.

Fra oktober 2016 bliver balancemodellen justeret, således at Energinet.dk kan tiltræde markedet hver time i normal

kontortid, og at markedsdeltagerne ikke ved, om Energinet.dk handler, men kun at der er en sandsynlighed for, at Energinet.dk handler. Desuden kommer der ændringer til betaling for at være i ubalance i slutningen af gasdøgnet.

Én balancezone for Danmark og Sverige

Energinet.dk er i samarbejde med den svenske TSO Swe-degas i gang med at undersøge muligheden for, at der etableres én fælles balancezone for det danske og svenske gasmarked. Resultatet fra analysen skal besvare, hvorvidt det vil være positivt eller negativt for markederne at etablere én fælles balancezone. Analysen skal således danne basis for vurdering, om der efterfølgende skal indledes et projekt om implementering af en fælles balancezone.

Baltic Pipe

Baltic Pipe er betegnelsen for en mulig ny offshore gastransmissionsledning fra Sjælland gennem Østersøen til Polen. Ledningen kan erstatte Polens og nabolandes hidtidige afhængighed af russisk naturgas med gas produceret i Norge. For at muliggøre transit fra Norge via Danmark til Polen er der ud over Baltic Pipe behov for en tie-in-forbindelse mellem de norske og danske opstrøms-systemer samt udbygninger af transmissionssystemerne i Danmark og Polen.

Baltic Pipe-projektet har opnået såkaldt PCI-status (Project of Common Interest). PCI-gasprojekter er typisk grænseoverskridende projekter af særlig europæisk vigtighed for markedsintegration, forsyningssikkerhed og/eller bæredygtighed.

FIGUR 25: DEN DANSKE GASINFRASTRUKTUR

Eksisterende transmissionsnet for gas og mulige fremtidige rørforbindelser





Primo 2016 har Energinet.dk og den polske TSO GAZ-SYSTEM med delfinansiering fra EU iværksat et fælles feasibility-studie, der skal vise de økonomiske og tekniske muligheder for at gennemføre et Baltic Pipe-projekt, således at anlæggene er i drift senest fra 2022. Studierne, der afsluttes i løbet af 2016, har fællesbetegnelsen Baltic Pipe og omfatter også bidrag fra den norske opstrøms systemoperatør Gassco.

For Danmark kan der være samfundsøkonomiske gevinster ved at etablere Baltic Pipe. Et væsentligt element i dette samfundsøkonomiske potentiale er en øget transit via en norsk forbindelse, idet Baltic Pipe kan medføre reducerede transportomkostninger både for de danske gasforbrugere og producenterne i Nordsøen. Dertil kommer, at den

norske forbindelse vil bidrage til en øget markedsfunktionalitet og medvirke til at opretholde gasforsynings sikkerheden i Danmark, i takt med at den danske gasproduktion i Nordsøen aftager.

Hovedinteressenten bag Baltic Pipe er den polske regering, der ønsker at diversificere det eksisterende forsyningsbillede. Norsk gas ses i Polen som et økonomisk og ikke mindst politisk attraktivt alternativ til import af russisk gas bundet til lange forsyningsaftaler til en pris, som ofte er højere end for russisk gas solgt på gasmarkederne i Vesteuropa.

Når der foretages betydelige investeringer i ny infrastruktur primært af hensyn til aktører i nabomarkeder, kan der være en risiko for, at omkostningerne pålægges danske forbrugere.

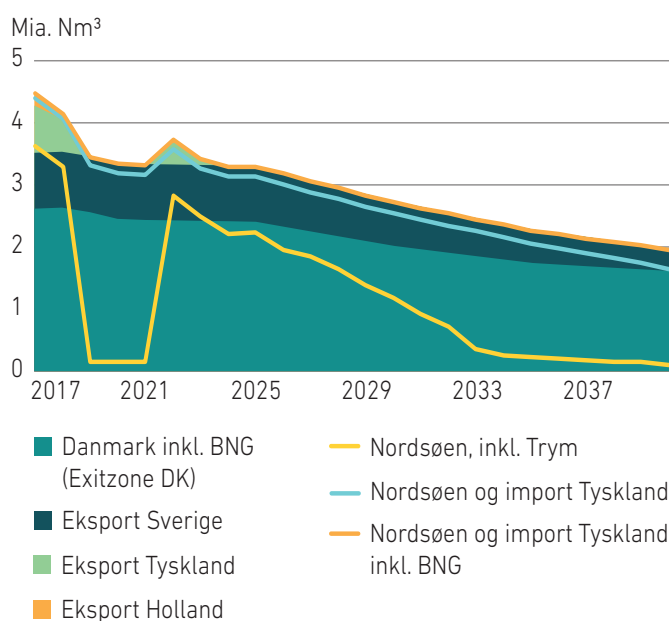
Det er en risiko, som Energinet.dk så vidt muligt ønsker at reducere, og en eventuel investeringsbeslutning er derfor betinget af indgåelsen af lange transportaftaler med kommercielle aktører.

Under forudsætning af et positivt resultat af feasibility-studiet ventes det, at en endelig investeringsbeslutning kan tages i 2018 og forventet idriftsættelse i 2022.

Fremtiden for grøn gas

I 2018 forventes biogassen med de igangværende investeringer i produktionsanlæg at udgøre godt 5 procent af forbruget.

FIGUR 26. FORSYNINGSBILLEDE 2017-2040, MEN MED TYRA UDE AF DRIFT 2018-2021.



Energinet.dk arbejder på at eliminere nogle af de barrierer, som fortsat findes i vores gasmarkedsmodel for den videre udvikling af et grønt gasmarked. Først og fremmest udvikling af et certifikatmarked for biogas og klarere tilslutningsbetingelser til gasnettet for biogasproducenter.

Certifikathandlerne er nu i stigende grad ved at undersøge mulighederne for at afsætte de danske certifikater i andre EU-lande. Det øger behovet for, at Energinet.dk sammen med de øvrige certifikatregistre i Europa får etableret fælles kriterier for de certifikater, der skal overføres mellem to landes registre.

I september 2016 afholdtes stiftende generalforsamling i et system til europæisk handel med bionaturgascertifikater – European Renewable Gas Registry (ERGAr). Formålet er at etablere et dokumentationssystem, der tillader handel med biometan med certifikater over landegrænser i EU via det europæiske naturgassystem og forhindre dobbeltsalg og dobbelttælling.

7.2 Gasforsyningssikkerhed

Energinet.dk skal varetage forsyningssikkerheden i det danske gastransmissionssystem. Hertil foretager Energinet.dk løbende vurderinger af forsyningssikkerheden i Danmark

med henblik på at iværksætte de fornødne tiltag for at opretholde forsyningssikkerhedsniveauet på gas.

Disse vurderinger af forsyningssikkerheden bliver publiceret dels periodisk i "Redegørelse for gasforsyningssikkerhed", dels igennem ad hoc-information i forbindelse med væsentlige hændelser. Den periodiske udgivelse er et nyt initiativ, som udkom første gang i 2015. Siden udgivelsen i 2015 er der særligt to forhold, som har betydning for gasforsyningssikkerheden:

- Forslag til revision af EU-forordning om gasforsyningssikkerhed.
- Mulig udvikling omkring Tyraplattformen.

Revision af EU-forordning om gasforsyningssikkerhed

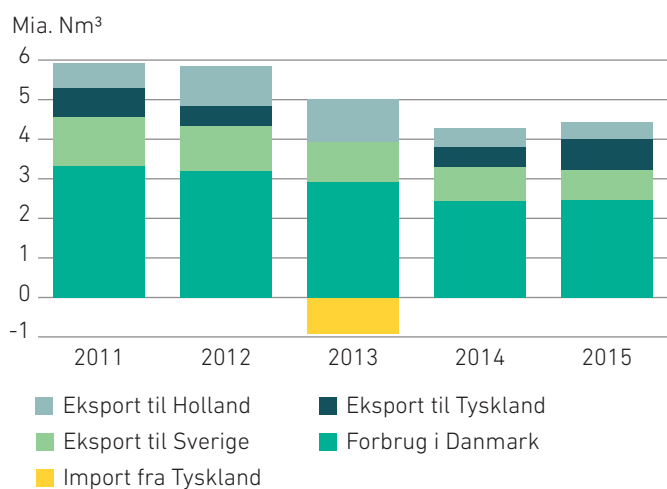
Europa-Kommissionen har den 16. februar 2016 fremsat forslag til revision af forordning om foranstaltninger til opretholdelse af naturgasforsyningssikkerhed.

Forordningen har til formål at sikre, at alle medlemslande tager de nødvendige foranstaltninger for at sikre, at naturgasforsyningen kan opretholdes til sårbare kunder (husholdninger, væsentlige sociale tjenester m.fl.) i tilfælde af en alvorlig afbrydelse af gasforsyningen eller i situationer med ekstraordinær høj gasefterspørgsel. Europa-Kommissionen vurderer ikke, at den gældende forordning sikrer tilstrækkelig modstandskraft over for en potentiel gasforsyningskrise.

De væsentligste ændringer i forslaget til en revideret forordning består i et styrket regionalt samarbejde, introduktion af en solidaritetsforpligtelse over for nabolande og krav til større gennemsigtighed i kommercielle gaskontrakter.

Europa-Kommissionen lægger i sit forslag op til, at definitionen af beskyttede gaskunder samt standarder for forsyning og infrastrukturstandarden forbliver uændret, men at tilsynet med

FIGUR 27: NATURGASFORBRUG OG EKSPORT/IMPORT 2011-2015



medlemsstaternes overholdelse af forsyningsforpligtelserne skal styrkes blandt andet med henblik på at undgå under- eller overbeskyttelse af kundesegmenter.

Fra dansk side støttes, at man bibeholder den nuværende definition af beskyttede gaskunder og i den forbindelse bibeholder de muligheder, der er for udvidelse af beskyttelsen af gaskunder.

Europa-Kommissionens forslag er under forhandling, og der forventes først en endelig vedtagelse af en ny forordning i 2017.

Udvikling omkring Tyraplattformen

Mærsk Oil udmeldte den 4. april 2016 på vegne af DUC, at de overvejer at lukke Tyraplattformen i Nordsøen og dermed standse produktionen af langt hovedparten af den gas, der i dag bliver hentet op af den danske del af Nordsøen.

Vurderingen fra Energinet.dk's side er, at forsyningen vil kunne opretholdes også efter 2018, hvis Tyraplattformen lukkes. Et væsentligt element til at sikre forsyningen er forbindelsen til Tyskland samt de danske gaslagre. Der kan potentielt blive nødvendigt med mindre investeringer.

I tilfælde af en kold og langvarig vinter kan der opstå situationer, hvor forsyningssikkerheden vil være anstrengt. Dette gælder især situationer, hvor der opstår større fejl i forsyningen fra Tyskland eller gaslagrene. Skærpet planlægning og

drift vil dog muliggøre, at forsyningen kan opretholdes. Energinet.dk's vurdering af situationen er, at hovedkonklusionen ikke er ændret. Det danske gassystem bliver mere sårbart, hvis DUC vælger at lukke Tyraplattformen og dermed over 90 procent af den danske produktion i Nordsøen. Men det danske gassystem er veludbygget, og via gode forbindelser til Tyskland og gaslagrene kan de danske og svenske kunder forsynes som hidtil. Kun hvis der indtræffer en ekstrem hård og længerevarende vinter, som endnu ikke er oplevet i naturgassystemets levetid, kan der opstå forsyningsproblemer.

Selvom gasforsyningen kan opretholdes, og forbrugerne også kan få gas efter 2018, undersøger Energinet.dk behovet for alternativer. Uden leverancer fra Nordsøen er forsyningen blevet mere sårbar.

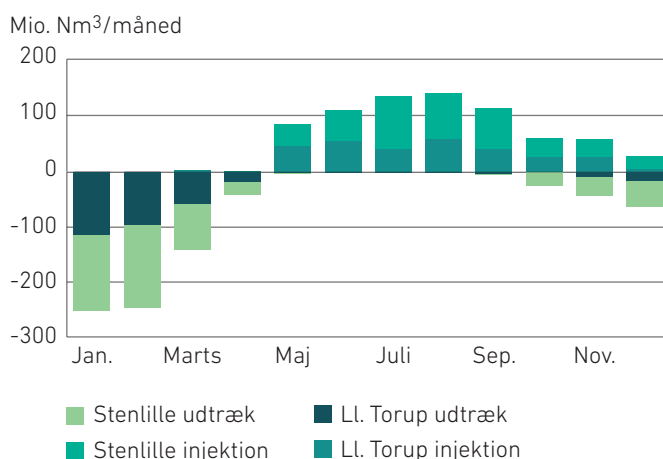
"Energinet.dk foretager løbende vurderinger af forsyningssikkerheden i Danmark med henblik på at iværksætte de fornødne tiltag for at opretholde forsyningssikkerhedsniveauet på gas"

7.3 Samarbejde med andre netvirksomheder

Energinet.dk har driftssamarbejde med alle tilstødende systemer, det vil sige lagre, den tyske TSO, den svenske TSO, opstrømssør, distributionsselskaberne og biogasproducenterne. Der foreligger driftssamarbejdsaftaler med alle tilstødende systemer, som beskriver rammerne for det operationelle driftssamarbejde.

Koordinering af vedligeholdelsesarbejder med den svenske og tyske TSO sker på driftsmøderne. Disse publiceres ikke på Energinet.dk's hjemmeside,

FIGUR 28: LAGERBEVÆGELSER 2015



men på de respektive TSO'ers egen hjemmeside. Derudover er der løbende kontakt mellem driftskoordineringsenhederne hos de respektive selskaber samt kontrolcentrene imellem for at sikre optimalt operationelt samarbejde på tværs af systemerne.

Udarbejdelsen af Risikovurdering, Forebyggende handlingsplan og Nødplan, jf. EU-Forordning nr. 994/2010 koordineres med den tyske og svenske TSO, ligesom der i tilfælde af krisesituationer er en tæt dialog mellem alle parter for at sikre gasforsyningen på tværs af grænserne.

7.4 Opretholdelse af gasbalancen, herunder lagring

Energinet.dk har ansvaret for den fysiske balance i gasstransmissionssystemet i Danmark. Det sikres primært via balanceregler, der giver markedsaktørerne incitament til at balancere egne gasporteføljer. Størstedelen af den naturgas, der transporteres gennem Energinet.dk's transmissionsnet, kommer fysisk fra felterne i Nordsøen. Størstedelen af gassen fra Nordsøen sendes i land via Tyra- og Syd

Arne-ledningerne, hvor den afsættes i den danske exitzone eller eksporteres til Sverige og ind imellem Tyskland. Der eksporteres desuden gas til Holland via Nogat-ledningen udenom Energinet.dk's net.

Gasforbruget varierer hen over året, og markedsaktørerne benytter, ud over leverancer fra Nordsøen og Tyskland, også de danske gaslagre til udjævning af behov. Gas injiceres hovedsageligt i lageret i sommerhalvåret, mens der trækkes gas ud i vinterhalvåret. I det omfang, der er brug for yderligere balancering, benytter Energinet.dk sig af tilgængelig linepack, lager og køb/salg af gas (Linepack er det "lager", som findes i gasnettet, og som muliggør en vis tidsmæssig forskydning mellem tilførsel og aftag i gasnettet).

7.5 Kapacitet til transit

I henhold til Lov om naturgas kan Energinet.dk indgå aftaler om kapacitet, som forbeholdes forsyningssikkerhed for transit. Af hensyn til Sverige er det sikret, at der i Dragør er givet ikke-afbrydelig kapacitet til rådighed i normalsituationer. Energinet.dk har endvidere sikret, at der er kapacitet i Dragør til forsyning af det svenske beskyttede marked i 'Emergency' (nødsituation). Kapaciteten sikres ved at forudsætte flow svarende til det beskyttede svenske forbrug i Energinet.dk's beregning af kapacitetsbehovet i det danske transmissionssystem.

GASANLÆG

Energinet.dk skal som transmissionsselskab udarbejde planer for det fremtidige behov for transmissionskapacitet, blandt andet planer for tilkobling/afvikling af distributionssystemer og M/R-stationer, tilslutning af anlæg for opgraderet biogas til transmissionssystemet, udbygning for transit samt sikring af forsyningssikkerheden og konkurrencen på det danske gasmarked.

Hertil har Energinet.dk som opgave at vurdere udviklingen på gasområdet med henblik på at lave en helhedsorienteret planlægning. Formålet med vurderingerne er blandt andet at sikre, at en eventuel ændring af gastransmissionssystemet er tilstrækkelig belyst i forhold til eventuelle alternativer.

8.1 Tilslutning af nye anlæg til transmissionsnettet

På baggrund af helhedsorienteret planlægning udarbejdes der planer for ændringer i gastransmissionssystemet. Dette arbejde offentliggøres dels igennem den internationale netudviklingsplan (TYNDP) samt underliggende regionale planer og dels igennem publikationen "Forsyningssikkerhedsredegørelse for gas", som har erstattet "Gas i Danmark" på området. Endelig bliver mindre forstærkning, fx som følge af nye biogasanlæg, offentliggjort i Anlægsrapporten. Denne løsning er valgt, da antallet af ændringer i gastransmissionssystemet er og har været relativt begrænset.

Redegørelsen for gasforsynings-sikkerhed vurderer naturgasforsyningssikkerhed det forgangne år, den kommende vinter og de kommende 10 år. Derudover adresserer rapporten de værktøjer, som Energinet.dk anvender for at sikre forsyningssikkerheden.

Anlægsrapporten giver en teknisk og økonomisk oversigt over afsluttede, igangværende, besluttede og planlagte gasprojekter i Danmark. Anlægsrapporten omfatter alle Energinet.dk's gasanlæg inklusive gaslagrene, rækker 5-10 år frem og dokumenterer den kortsigtede og mellemlange del af planlægningsarbejdet. Ud over ledningsomlægninger og vedligeholdelse indeholder Anlægsrapporten planer for tilslutning

af biogasanlæg med opgraderet biogas til transmissionssystemet.

Forstudierne og feasibility-studierne for norsk forbindelse og forbindelse mellem Danmark og Polen (Baltic Pipe) indgår ligeledes i Anlægsrapporten. Såfremt studierne viser positive resultater, ventes det omfattende modningsprojekt at fortsætte i 2017.

8.2 Om- og udbygning samt vedligehold af nettet

De seneste udvidelser af transmissionsnettet har omfattet en ny rørledning til Tyskland og etablering af kompressorstationen i Egtved. Der vil fortsat være behov for en del fornyelse og modernisering af nettets tekniske komponenter for at kunne opretholde forsyningssikkerheden på samme høje niveau.

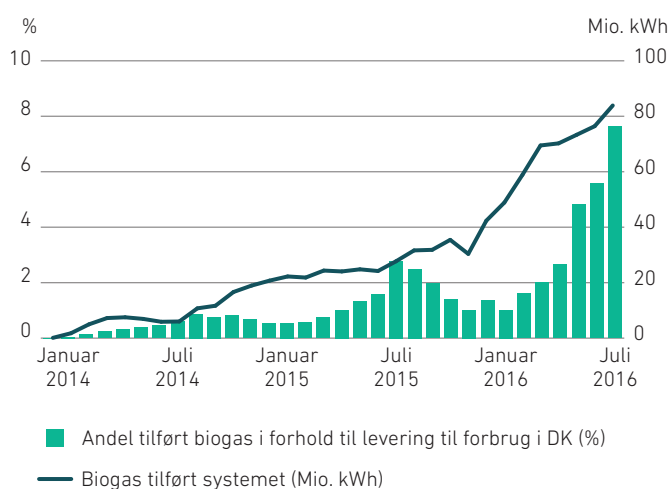
Vedligeholdelsesaktiviteter

Gennem planlagte inspektioner af hele transmissionssystemet sikres et højt, men også nødvendigt, sikkerhedsniveau, ligesom et detaljeret vedligeholdelsesprogram understøtter en sund tilstand af systemet. De gennemførte vedligeholdelsesprogrammer har igennem alle årene sikret en sikker gasforsyning uden afbrydelse og uden ulykker. Hvert år udføres fx rørinspektioner for at undersøge rørenes tilstand. I 2017 skal der udføres indvendige intelligente rørinspektioner (pigging) på tre udvalgte rørstrækninger.

Rørstrækninger, som skal pigges i 2017, er:

- Lille Torup-Ålborg, ca. 60 km.
- Taulov-Skærbækværket, ca. 4 km.
- Torslunde-Lynge, ca. 25 km.

FIGUR 29: TILFØRT OPGRADERET BIOGAS TIL NATURGAS-NETTET



Ledningsomlægninger

Enghave Brygge er et byudviklingsområde i Sydhavnen, København, hvor det er nødvendigt at omlægge gasledningen til H.C. Ørstedsværket for at give plads til den skitserede opførelse af boliger. Den nye ledning og en ny måler- og regulatorstation forventes idriftsat i efteråret 2017.

Vejdirektoratet etablerer nye til-/afkørselsramper på motorvejen ved Bjæverskov på Sjælland, og for at undgå ledningsomlægninger sikrer Energinet.dk den eksisterende rørledning med betonkonstruktioner i løbet af foråret 2017.

Folketinget har besluttet at gennemføre en ny togplan, som skal muliggøre at rejse fra København til Odense på en time og fra Odense mod Aarhus og Esbjerg på en time. Det betyder, at der skal anlægges en ny jernbane mellem Odense og Middelfart i en transportkorridor, som ligger 75 m nord og syd for motorvejen mellem Odense og Middelfart. Alt afhængigt af den nærmere lokalisering kan togplanen afstedkomme et behov for flytning af gastransmissionsledningen på strækningen.

Tilslutning af biogasanlæg

Nye anlæg, som tilsluttes transmissionsnettet, kan være fx biogasopgraderingsanlæg, produktionsanlæg til LNG eller andre store forbrugere eller producenter, men da alle nye anlæg, som tilsluttes transmissionsnettet i disse år, er biogasanlæg, er der i det følgende fokuseret særligt på disse.

For at bringe biogas fra producenten til forbrugeren, kræves tilslutning til gasnettet. I de fleste tilfælde sker denne tilslutning til et distributionsnet, men i enkelte tilfælde finder tilslutning direkte til transmissionsnettet sted. I forbindelse med valg af tilslutningsnet (distribution eller transmission) for biogasproducenter, er det Energinet.dk's opgave – oftest i samarbejde med det relevante distributionsselskab – at vurdere, hvilken tilslutning der er den mest hensigtsmæssige (økonomisk og teknisk), samt hvornår løsningen skal være implementeret. Her indgår hensyn til kapacitet i nettet, både for at sikre forbrugernes forsyningssikkerhed, men også for at sikre, at nettet kan aftage al den producerede bionaturgas, samt at nettene efterfølgende kan drives på en måde, som maksimerer den samfundsøkonomiske værdi af såvel bionaturgassen som gasnettene.

I dag er 15 opgraderingsanlæg tilsluttet distributionsnettet, og 1 er direkte tilsluttet transmissionsnettet. I en række tilfælde overstiger produktionen af biogas det lokale forbrug, og der er derfor et behov for at sikre, at denne biogas kan anvendes i et større område. Som en konsekvens heraf er der behov for en række mindre forstærkninger af gastransmissions-systemet for at kunne håndtere denne grønne biogas og sikre, at den kan anvendes bredt. Konkret forventes det, at der er behov for tilbageførsel ved tre M/R-stationer:

- Aalborg M/R (realiseres 2017).
- Fyn (realiseres 2018).
- St Andst (realiseres 2018).

De samlede omkostninger forventes at blive ca. 90-100 mio. kr. I hvert projekt gennemføres løsninger med laveste omkostninger i tæt samarbejde med distributionsselskaberne. Ud over de tre projekter forventer distributionsselskaberne ingen eller få tilbageførselsprojekter de nærmeste år, men dette afhænger blandt andet af udviklingen af gasforbrug i underliggende net. Dertil

kommer et anlæg ved Bevtofte, som er direkte tilsluttet transmissionssystemet.

I takt med at flere bionaturgasanlæg tilsluttes et givent distributionsnet, vil der opstå perioder – typisk om sommeren, hvor forbruget er lavt – hvor bionaturgasproduktionen er større end aftaget fra nettet. I disse situationer er det Energinet.dk's opgave at sikre, at den gas, som der ikke er plads til i det lokale distributionsnet, bliver gjort tilgængelig for andre distributionsnet via transmissionsnettet. Dette foregår typisk ved, at Energinet.dk bygger og driver en kompressorstation. Denne løsning model forventes implementeret på Fyn og i Sønderjylland inden for få år.

En kompressorstation er dog ikke altid den mest omkostningseffektive løsning, så hvor det er muligt, vælges andre løsninger. Energinet.dk arbejder fx på en auktionsmodel, som skal hjælpe med at balancere produktion og forbrug i det lokale net, således at kompression til transmissionsnettet helt overflødiggøres, og i Nordjylland er der valgt en løsning, som gør det muligt for gassen at komme ind i transmissionsnettet, uden kompression. I det konkrete tilfælde gøres dette ved at sænke trykket i en begrænset del af transmissionsledningen, således at gassen "af egen kraft" kan løbe fra distribution til transmission. Derved spares 20-30 mio. kr. i forhold til en kompressorstation, og denne løsning forventes implementeret i 2017.

"Der er samfundsmæssig fokus på at få bionaturgas på naturgasnettet, hvor den kan udnyttes bredere end som hidtil ved tilslutning direkte mod et forbrugssted"

Mængden af gas, der skal tilbageføres fra distributions- til transmissionsnettet, skal måles, og gaskvaliteten skal bestemmes af hensyn til korrekt afregning og parternes systembalancer. Gas i transmissionsnettet indeholder ikke odorant (det karakteristiske lugtstof som sikrer identifikation af lækager), hvorfor det skal fjernes fra gassen ved tilbageførsel til transmissionsnettet.

Med hensyn til gaskvaliteten har der i Sønderjylland i en periode været konstateret forhøjet iltindhold i naturgassen som følge af injektion af opgraderet biogas. For højt iltindhold i naturgassen kan overstige de tyske kvalitetskrav og dermed reducere muligheden for eksport af naturgas til Tyskland. Aktuelt er problemet løst gennem ændret driftsstrategi for rørene, og det undersøges for tiden sammen med de tyske samarbejdspartnere, hvor stor betydning iltindholdet i realiteten har for naturgaskvaliteten, og om der er behov for andre løsningstiltag.

Der er samfundsmæssig fokus på at få bionaturgas på naturgasnettet, hvor den kan udnyttes bredere end som hidtil ved tilslutning direkte mod et forbrugssted. Det er Energinet.dk's ansvar og opgave sammen med andre aktører at fremme biogastilførsel til gasnettet. Dette omfatter, ud over den fysiske etablering af tilslutningsanlæg, også den markeds-mæssige understøttelse, hvor udvikling af regler for transport med biogas og certifikathåndtering er aktuelle redskaber til opgaveløsningen.

Den første biogas kom på nettet i 2011. I dag udgør biogas 2,5 procent af den transporterede gasmængde.

GASMARKEDER

Energinet.dk skal ved udførelsen af sine opgaver bidrage til at sikre, at der skabes de bedst mulige betingelser for konkurrence på markeder for handel med naturgas.

9.1 Gasbørsen og GTF

Det nordvesteuropæiske engrosmarked for gas er velfungerende med relativt sammenfaldende priser på de forskellige hubs, hvor stadig større gasmængder handles til markedsbestemt og transparente priser. Handlen med gas på børsen i Danmark har været stigende, og i dag handles ca. 65 procent af det danske gasforbrug på Gaspoint Nordic. Omvendt er andelen af bilaterale handler for nedadgående.

Det betyder, at likviditeten er stigende på Gaspoint Nordic, og i løbet af de sidste par kvartaler er der blevet sat rekorder for handelsvolumen. Ligeså er antallet af gange en mængde gas handles stigende (churn faktor). På nogle dage nærmer den sig tre.

Gaspoint Nordic har i første halvdel af 2016 indført to forskellige marked maker's på deres within-day-produkt. Dette har været med til at styrke handlen med dette produkt, da markedsdeltagerne nu får en indikation på, hvad markedsprisen er på pågældende produkt.

I juli valgte Energinet.dk at sælge sin andel af aktier i Gaspoint Nordic, og dermed er Gaspoint Nordic nu ejet 100 procent af EEX (European Energy Exchange). Det betyder blandt andet, at Gaspoint Nordic vil blive synlig på flere handelsskærme rundt om hos europæiske gashandlere. Dette kan igen betyde mere handel på Gaspoint Nordic, da der vil være aktører, der finder det attraktivt at handle på det danske marked, og som nu relativt nemmere får adgang til markedet.

9.2 Gasdetailmarkedet

Energinet.dk underskrev den 10. maj 2016 en købsaftale med DONG Energy

om overtagelse af DONG Gasdistribution og dermed gasdistributionsaktiver og aktiviteter i Sydjylland og på Sjælland.

Overtagelsen sker på baggrund af en aftale blandt et bredt flertal af Folketingets partier om DONG Energy's børsnotering og afhændelse af infrastruktur til Energinet.dk, herunder gasdistribution, gassørør og olierør.

Handlen følges op af politiske vurderinger om en større konsolidering af gasdistributionen i Danmark, som er et af forslagene i den tværministerielle analyserapport "En effektiv gassektor" fra februar 2016. Også i regeringens forsyningsstrategi "Forsyning for fremtiden" fra september 2016, anbefales det, at der skal arbejdes hen imod en yderligere konsolidering af gassektoren for at imødegå en række aktuelle udfordringer.

Danske forbrugere er blevet bedre til at skifte gasleverandør.

Leverandørskiftestatistikken for 2015 viser, at villakunderne i stigende grad vælger at skifte gasleverandør.

Stigning i det totale antal af leverandørskift – med og uden flytninger:

- Stigning i antallet af leverandørskifte for mindre forbrugere (0-5.000 m3).
- Derimod fald i antallet af leverandørskifte for "storforbruger" (over 5.000 m3).

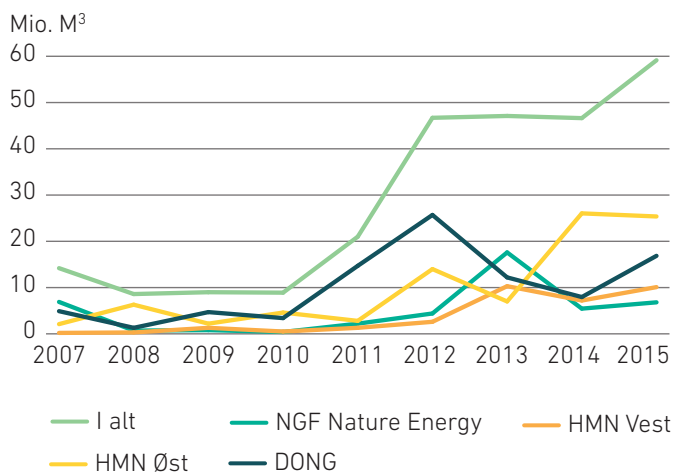
Der kommer stadig nye aktive gasleverandører til på markedet. Dette giver forbrugerne flere muligheder at vælge imellem. I starten af 2017 forventes 22 aktive gasleverandører, når den



Biogasproduktionen i Danmark indgår i tæt samspil med landbruget, hvor udnyttelse af blandt andet svinegylle til biogas er med til at reducere mængden af drivhusgasser fra landbruget.

FIGUR 30: FIGUREN VISER UDVIKLINGEN FOR LEVERANDØRSKIFT I VOLUMEN (MIO. M³) FOR PRIVATE FORBRUGERE I PERIODEN 2007-2015

Udviklingen medtager også fra- og tilflytninger, da man ved flytning skal træffe et aktivt valg af gasleverandør. I 2014 var flytninger ikke inkluderet i DONGs distributionsområde. Procentsatserne angiver udviklingen fra 2014-2015 for hvert distributionsområde.



senest registrerede gasleverandør begynder sin leverance til danske kunder.

Energinet.dk undersøger i samarbejde med distributionsselskaberne mulighederne for at finde en brancheløsning, der kan gøre, at forbrugerne i løbet af 2017 kan modtage kun én regning, hvis de ønsker det. Det bliver ikke en en-grosmodel som på elmarkedet, men en samfaktureringsløsning med mulighed for, at de forbrugere, der har valgt en gasleverandør uden koncerntilknytning med et distributionselskab, kan få tilbudt at modtage én regning fra deres gasleverandør, som også dækker distributionsopkrævningen.

På grossistmarkedet tæller antallet af aktive transportkunder i alt ca. 20.

Grøn gas udvikling

Udviklingen af biogastilførsel til gasmarkedet i Danmark har for alvor taget fart. I 2016 når vi op på en biogastilførsel svarende til 2,5 procent af det samlede gasforbrug i Danmark.

Aktiviteten på certifikatmarkedet er øget, i takt med at der kommer flere og flere gascertifikater på markedet. I årets første seks måneder er der i Energinet.dk's certifikatregister blevet annulleret over 200.000 certifikater.

Det betyder med andre ord, at over 200.000 MWh bionaturgas er solgt i Danmark i løbet af de første seks måneder i år. Der er et par gasleverandører, der udbyder standardprodukter med tilkøb af certifikater.

ENERGINET

Tonne Kjærvej 65
7000 Fredericia
Tlf. 70 10 22 44

info@energinet.dk
www.energinet.dk

