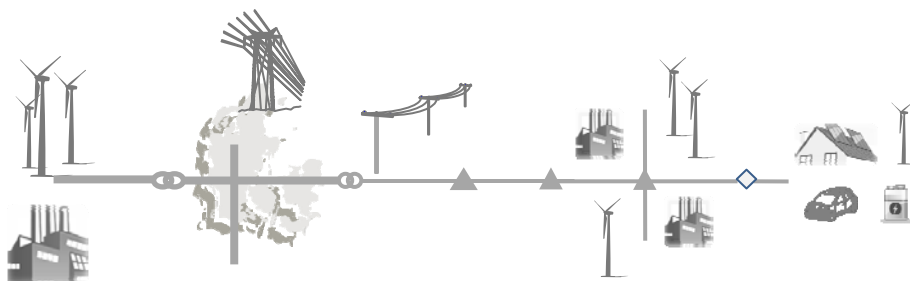


Rapport

Kortlægning af den danske elbranches Smart Grid FUD-indsats



Version 1.0

25. januar 2011

Koordinationsudvalget for Fremtidens Elsystem

ENERGINET/DK



Rapporten er udarbejdet af

Per Lund	Energinet.dk	(formand Koordinationsudvalget)
Carsten Strunge	Energinet.dk	(medlem Koordinationsudvalget)
Allan Norsk Jensen	Dansk Energi	(medlem Koordinationsudvalget)
Niels Christian Nordentoft	Dansk Energi	(sekretær Koordinationsudvalget)
Peder Dybdal Cajar	Dong Energy	(medlem Koordinationsudvalget)
Per Sørensen	Tre-For El-net	(medlem Koordinationsudvalget)
Jacob Andreasen	SydEnergi Net	(medlem Koordinationsudvalget)
Knud Johansen	Energinet.dk	
Niels Graves Christensen	SydEnergi Service	

Indholdsfortegnelse

	Side
1. Indledning.....	7
1.1. Referencer.....	8
1.2. Baggrund	8
2. Formål.....	9
3. Konklusion	10
4. Udfordringer på vej til fremtidens elsystem.....	14
4.1. Net og Styring.....	19
4.1.1. Indledning.....	19
4.1.2. Analyse	19
4.1.3. Sammenfatning.....	30
4.2. Kommunikation.....	32
4.2.1. Indledning.....	32
4.2.2. Analyse	32
4.2.3. Sammenfatning.....	39
4.3. Markeder.....	40
4.3.1. Indledning.....	40
4.3.2. Analyse	40
4.3.3. Sammenfatning.....	47
5. Det videre arbejde.....	48
6. Referencer.....	49
Bilag 1: Koordinationsudvalgets kommissorium	50
Bilag 2: Skabelon for projektbeskrivelser	52
Bilag 3: Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter.....	53
B3.1. Net og Styring.....	53
B3.2. Kommunikation	68
B3.3. Markeder	74

1. Indledning

Fremtidens elsystem vil på mange måder være væsentligt ændret i forhold til det elsystem, vi kender i dag. Ændringerne er nødvendige, da både produktion og forbrug vil have en væsentlig anderledes sammensætning end den nuværende. Den stadigt højere andel af vedvarende energi vil betyde færre centrale kraftværker tilsluttet elsystemet i et stadigt stigende antal driftstimer. Den igangsatte indsats for i stadig stigende grad at integrere transport- og varmesektoren i elsystemet vil betyde, at nye typer forbrug som elbiler og varmepumper vil kræve betydeligt mere elektrisk energi overført til mellem- og lavspændingsnettet. Udviklingen frem mod et fossilfrit samfund skaber derfor mange nye udfordringer for elnettets overordnede funktionalitet og stabilitet, og da distributionsnettet traditionelt er dimensioneret til en given samtidighed af det klassiske forbrug, skabes herved nye udfordringer med håndtering af de resulterende lokale flaskehalse.

Udfordringerne er således forskellige på transmissions- og distributionsniveau, men de beror på de samme årsager.

Ændringerne i elsystemet bliver omfattende. Det traditionelle system med store centrale produktionsenheder tæt på et overvejende forudsigeligt forbrug er ved at blive erstattet af et nyt system, som i højere grad baseres på vedvarende energikilder som vind, sol og biobrændsler. Disse produktionsanlæg kan dog ikke alle placeres tæt ved forbruget men skal anbringes, hvor de vedvarende energikilder giver optimale produktionsvilkår. Den producerede energi skal således transporteres til forbrugerne i en ny netstruktur, der samtidig skal levere en større energimængde ved en anden døgn- og årsvariation end hidtil.

Produktionen af el har traditionelt set foregået med kontrollerbare enheder, hvor den leverede energi kan varieres efter forbruget. Denne produktion flytter nu i stigende grad over på vedvarende energikilder, hvor de primære energikilder såsom vind, sol og vand ikke er kontrollerbare (undtagelsen herfra er anlæg baseret på biobrændsler). Dette giver endnu en stor udfordring, da det eksisterende elsystem er designet efter, at produktionen tilpasses forbruget. Vi står således over for et paradigmeskifte i dansk elforsyning, idet forbruget nu i stigende grad skal tilpasses produktionen for bedst muligt at udnytte den intermitterende elproduktion fra de vedvarende energikilder.

Koordinationsudvalget for Fremtidens Elsystem er nedsat med den primære opgave at kortlægge og koordinere den danske forsknings-, udviklings- og demonstrationsindsats (FUD) i forhold til den fælles vision og udfordringerne frem mod fremtidens intelligente elsystem, der søges realiseret i 2025.

1.1. Referencer

Koordinationsudvalget refererer til Dansk Energis Netteknikudvalg (NTU) og Energinet.dk.

Koordinationsudvalget indstiller til Energinet.dk's beslutningsstruktur og til Dansk Energis beslutningsstruktur via NTU.

Koordinationsudvalgets kommissorium kan ses i Bilag 1:.

1.2. Baggrund

Koordinationsudvalgets opgave med at kortlægge den danske FUD-indsats frem mod elsystemet i 2025 skal ses i forhold til Energinet.dk's "Koncept 2025", Dansk Energis "Power to the People", og det fælles Smart Grid Task Force-arbejde med rapporten "Smart Grids i Danmark".

"Koncept 2025" er Energinet.dk's vision for, hvordan elsystemet skal styres i 2025 for fuldt ud at kunne udnytte de vedvarende energikilder, herunder 50 % af vort energiforbrug produceret på vindkraftanlæg, og med de udfordringer dette indebærer. [Ref. 1]

"Power to the People" er Dansk Energis vision for fremtidens el- og energisystem, hvor Danmarks energiforbrug er CO₂-neutralt i 2050. [Ref. 2]

Rapporten "Smart Grids i Danmark" blev til i foråret 2010 i et fælles Smart Grid Task Force-arbejde mellem Dansk Energi, Energinet.dk og de danske netvirksomheder. Denne rapport beskriver de generelle udfordringer og potentialer for den nødvendige investering i Smart Grids i Danmark med baggrund i bl.a. "Power to the People" og viden fra "Koncept 2025". [Ref. 3]

2. Formål

Med basis i et samlet overblik over gennemførte og igangværende FUD-aktiviteter i Danmark, vil Koordinationsudvalget gennemføre en gab-analyse som skal gøre Koordinationsudvalget i stand til at give anbefalinger og retningslinjer for behovet for at koordinere allerede gennemførte og igangværende projekter, samt for at igangsætte manglende projekter eller indsatsområder, som udfylder "huller" i forhold til de allerede besluttede FUD-aktiviteter.

Koordinationsudvalget skal levere en anbefalet prioritering og koordinering af afgrænsede projekter inden for indsatsområderne til Energinet.dk og NTU under Dansk Energi. Den endelige projektprioritering samt bevilling af ressourcer ligger hos Dansk Energi/NTU, Energinet.dk, hos de enkelte netvirksomheder eller andre offentlige eller private investorer.

I henhold til Koordinationsudvalgets kommissorium er fokus på Smart Grid altså intelligent styring af fremtidens elsystem. Dermed er aktiviteter i forhold til kabellægning af transmissionsnettet samt drift og vedligehold af eksisterende anlæg ikke medtaget. Udvalget er dog opmærksomt på, at Smart Grid-relaterede målesystemer giver mulighed for at optimere den fremtidige drift og vedligehold af elsystemet gennem intelligent Asset Management af elsystemets komponenter.

Det er ikke udvalgets opgave at udføre konkret sagsbehandling af projekter, og udvalget skal heller ikke træffe konkrete beslutninger om prioritering og igangsætning af projekter.

Koordinationsudvalget forholder sig udelukkende til de tekniske udfordringer for elsystemet frem mod 2025. Udvalget tager således ikke stilling til de politiske udfordringer og tiltag, som skal understøtte og skabe rammerne for skabelsen af fremtidens intelligente elsystem.

For hurtigere at kunne nå et resultat og skabe et første overblik har Koordinationsudvalget med nærværende rapport valgt foreløbigt kun at fokusere på Smart Grid-relaterede projekter i Energinet.dk's ForskEL og ForskIN programmer, hos Dansk Energi/NTU og internt hos netvirksomhederne. I en senere version af rapporten vil udvalget også inddrage Smart Grid-relaterede projekter fra danske universiteter og forskningsinstitutioner. Koordinationsudvalget er vidende om, at Klima- og Energiministeren har nedsat et Smart Grid Netværk, hvortil der er et delvist overlappende kommissorium til Netværkets gruppe 3. Der vil naturligt blive koordineret med denne gruppe.

3. Konklusion

Forventningen til strukturen i det fremtidige elsystem medfører en lang række udfordringer for elnettet. En markant større andel af vedvarende energi i elproduktionen vil føre til flere og flere timer med få eller ingen centrale kraftværker i drift. Elbiler og varmepumper i de danske hjem vil føre til en højere belastning af distributionsnettet. Elsystemet, som det er i dag, udfordres således på vejen hen imod fremtidens elsystem. Styring og fleksibilitet i forbruget er et nyt virkemiddel til at få balanceret forbrug og produktion i fremtiden, men der er også store udfordringer ved implementering af intelligente styresystemer, som der fortsat skal findes løsninger på.

I kortlægningen af de udfordringer vi står overfor, har koordinationsudvalget valgt at arbejde indenfor følgende tre faglige hovedkategorier:

- Net & Styring
- Kommunikation
- Markeder

Fælles for disse kategorier er, at de fleste af udfordringerne er initieret af den forventede store omstrukturering af elsystemet. Herudover ses ældning af elnet og produktionsanlæg som en udfordring, der skal håndteres samtidig med den store omstrukturering.

Net & Styring

De væsentligste identificerede udfordringer i fagkategorien "Net & Styring" peger generelt på, at der er behov for en massiv forsknings-, udviklings- og demonstrationsindsats for at finde løsninger til håndtering af følgende:

1. Balancering af forbrug og produktion med en markant andel af fluktuerende elproduktion
2. Uhensigtsmæssig ageren efter markedsregler såsom store forbrugsændringer ved timeskift
3. Sikring af stabil drift af et elsystem med lavere kortslutningseffekt
4. Håndtering af større spændingsvariationer og sikring af tilstrækkelig spændingskvalitet
5. Bedre udnyttelse af den eksisterende elinfrastruktur gennem øget måling og tilstandsestimering
6. Understøttelse af styret og fleksibelt elforbrug, der kan realiseres uden nævneværdigt tab af komfort for Prosumeren.

For nogle af disse udfordringer er der allerede igangsat FUD-projekter, som foreslår eller demonstrerer løsninger. Det gælder bl.a. pkt. 1, 5 og 6, omend der stadig er væsentlige områder indenfor disse, der skal afklares. For pkt. 2, 3 og 4 anbefales det umiddelbart, at FUDindsatsen bør prioriteres højere. En målrettet indsats på disse områder er afgørende for at sikre den overordnede systemstabilitet.

De enkelte fagområder og udfordringer for "Net & Styring" uddybes i afsnit 4.1

Kommunikation

Et fremtidigt intelligent elsystem medfører en række nye udfordringer for fagkategorien "Kommunikation" i elsystemet. Effektiv koordinering af styring og regulering af store mængder distribuerede enheder er et af virkemidlerne til i fremtiden, at øge fleksibiliteten i systemet, til at sikre balanceret forbrug og produktion, til sikring af systembærende egenskaber og til at reducere behovet for netforstærkninger i distributionsnettet. Derfor forudses store udfordringer for den nuværende kommunikationsinfrastruktur, idet der skal udvikles og implementeres nye styringsstrategier og -funktioner.

Der forventes således en gennemgribende omstrukturering af elsystemet med et væsentlig øget behov for kommunikation imellem alle lag i det fremtidige elsystem. Herudover ses det, at der grundlæggende er en udfordring i den nuværende manglende kobling imellem elsystemets manuelt kobbelbare apparater og kommunikationssystemet. Endelig skal det understreges, at en konsekvent anvendelse af standardiserede løsninger er af afgørende betydning for udviklingen af fremtidens intelligente elsystem.

Da ressourcerne til denne påtænkte omlægning og løsning af udfordringerne vil være begrænsede, forudses det nødvendigt at prioritere de identificerede udfordringer. Der anbefales derfor følgende prioritering, fordelt på 6 fagområder indenfor "Kommunikation" til løsning af de identificerede udfordringer:

1. Informationsmodeller
2. Datasikkerhed
3. Protokolstandarder
4. Teleinfrastruktur
5. Systemsikkerhed
6. Systemarkitektur

Udfordringerne kan dog selvfølgelig løses parallelt, hvor det skønnes nødvendigt.

Det har ved gennemgang af Projektkataloget (Ref. 4) vist sig, at der kun er igangsat få dedikerede projekter inden for Kommunikation.. I flere projekter er Kommunikation en sekundær del af projektet, som skal hjælpe til gennemførelse af det primære projektformål. Herved bliver kommunikationsløsningen ofte lokal uden koordineret anvendelse af internationale standarder.

De enkelte fagområder og udfordringer for "Kommunikation" uddybes i afsnit 4.2

Markeder

Som "Markeds"-fundament for integration af fremtidens VE-baserede elproduktion er det en central udfordring, at få de distribuerede ressourcer til at agere mere aktivt i elmarkedet indenfor de teknisk mulige og samfundsøkonomiske rentable rammer. En forudsætning for dette kræver en vedvarende indsats for at sikre udviklingen af velfungerende engros- og slutbrugermarkeder.

En del af systemansvarets aktiviteter håndteres i Energinet.dk's daglige drift og samarbejde på europæisk plan, hvorfor de ikke er opgivet som FUD-projekter og derfor ikke er indeholdt i denne analyse. Dog ses der et behov for at igangsætte FUD-relaterede projekter med henblik på:

- at fjerne barrierer for at mere forbrug og flere forbrugstyper kan komme til at reagere i forhold til elmarkederne
- håndtering af de ramper der opstår, når langt mere elforbrug end hidtil kommer på markedsvilkår

I takt med den forventede reduktion i driftstimer på de centrale kraftværker anbefales:

- en øget indsats for at fremme markedsløsninger der tilvejebringer alternative effekt- og energiresourcer i de timer, hvor de centrale kraftværker ikke forventes at køre
- at der gennemføres tekniske og samfundsøkonomiske analyser, som ser på konkrete forretningsmodeller til betaling af de systembærende egenskaber, der skal være til stede for at sikre en tilstrækkelig stabil elforsyning og høj elkvalitet.

På distributionsniveau er der identificeret et behov for markedsrelaterede FUD-projekter, der søger at finde:

- forretningsmodeller, planlægningsværktøjer og online-systemer til håndtering af begrænset transportkapacitet (flaskehalse) på distributionsniveau
- forretningsmodeller for aktivering af lokal spændings- og var-regulering

For DER og Prosumers er det generelle billede, at en del projekter allerede omhandler:

- Fjernaflæsning af elmålere
- Håndtering af afregningsdata
- Dynamiske tariffer og afgifter
- Integration af flere forbrugstyper i flere markeder, herunder især elspot og regulerkraft

For DER og Prosumers bør det derfor nærmere undersøges, hvilke andre barrierer der eksisterer for at få mere forbrug og flere forbrugstyper til at reagere på markederne.

De enkelte fagområder og udfordringer for "Markeder" uddybes i afsnit 4.3.

Sammenfatning

Med basis i ovenstående delkonklusioner anbefaler Koordinationsudvalget, at der opstilles og igangsættes dedikerede FUD-projekter til løsning af følgende prioriterede udfordringer:

- Opretholdelse af spændingskvalitet under indflydelse af øget andel inverterbaseret produktion og forbrug. Her tænkes specielt på kortslutningseffekt, harmonisk forvrængning og spændingsvariation.
- Forretningsmodeller til optimal udnyttelse af DER og Prosumers på distributionsniveau for at kunne udskyde netinvesteringer.
- Koordineret valg af standardiseret informationsmodel til datakommunikation i elsektoren.
- Aktivering af forbrug i markederne for at kunne balancere og indpasse VE-produktion i langt større grad end i dag.

4. Udfordringer på vej til fremtidens elsystem

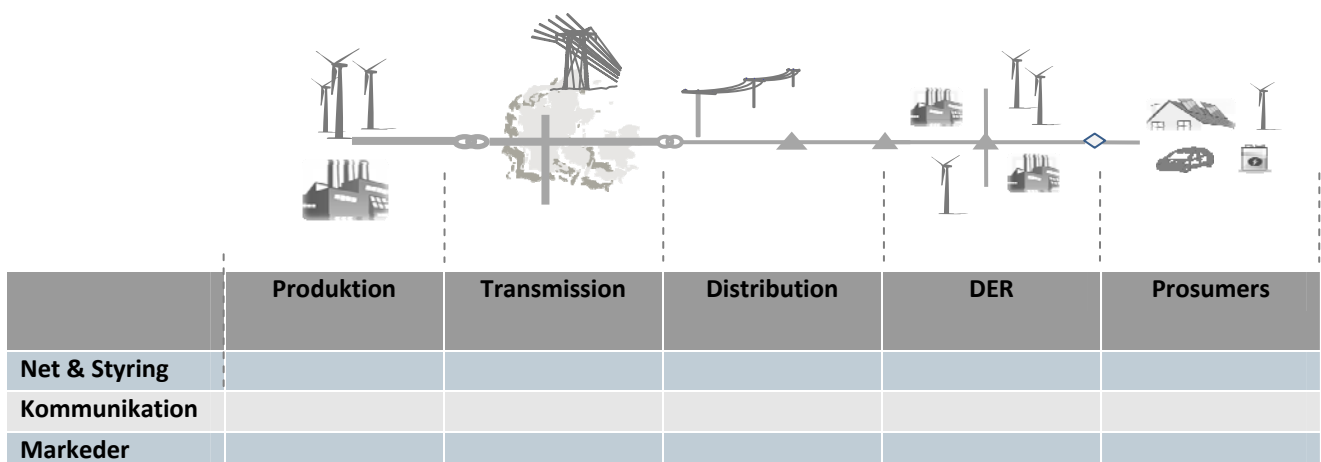
I dette afsnit er det forsøgt at danne et overblik over hvilke ændringer, der er nødvendige, for at fremtidens elsystem kan realiseres - disse kaldes i det følgende udfordringer - samt et overblik over hvilke igangsatte/afsluttede FUD-projekter der bidrager med ny viden til realisering af fremtidens elsystem. Sammenkædningen mellem de identificerede udfordringer og FUD-projekterne søges anskueliggjort i en todimensionel kortlægning. Med dette kort over udfordringer og projekter, samt en vurdering af hvilket år udfordringen bør være løst (aktualitet), vil det efterfølgende være muligt at identificere og prioritere nye projekter, der bør igangsættes for at tilvejebringe den nødvendige viden og erfaring for at realisere fremtidens elsystem.

Både de identificerede udfordringer og de identificerede FUD-projekter sorteres i kortlægningen horisontalt efter, hvilken del af elsystemet den konkrete udfordring eller projekt hører til under. Her er værdikæden for det samlede elsystem opdelt i følgende fem dele (se Figur 1):

- Produktion
- Transmission
- Distribution
- DER (Distribuerede Energi Ressourcer)
- Prosumers (forbrugere der også kan levere el til nettet)

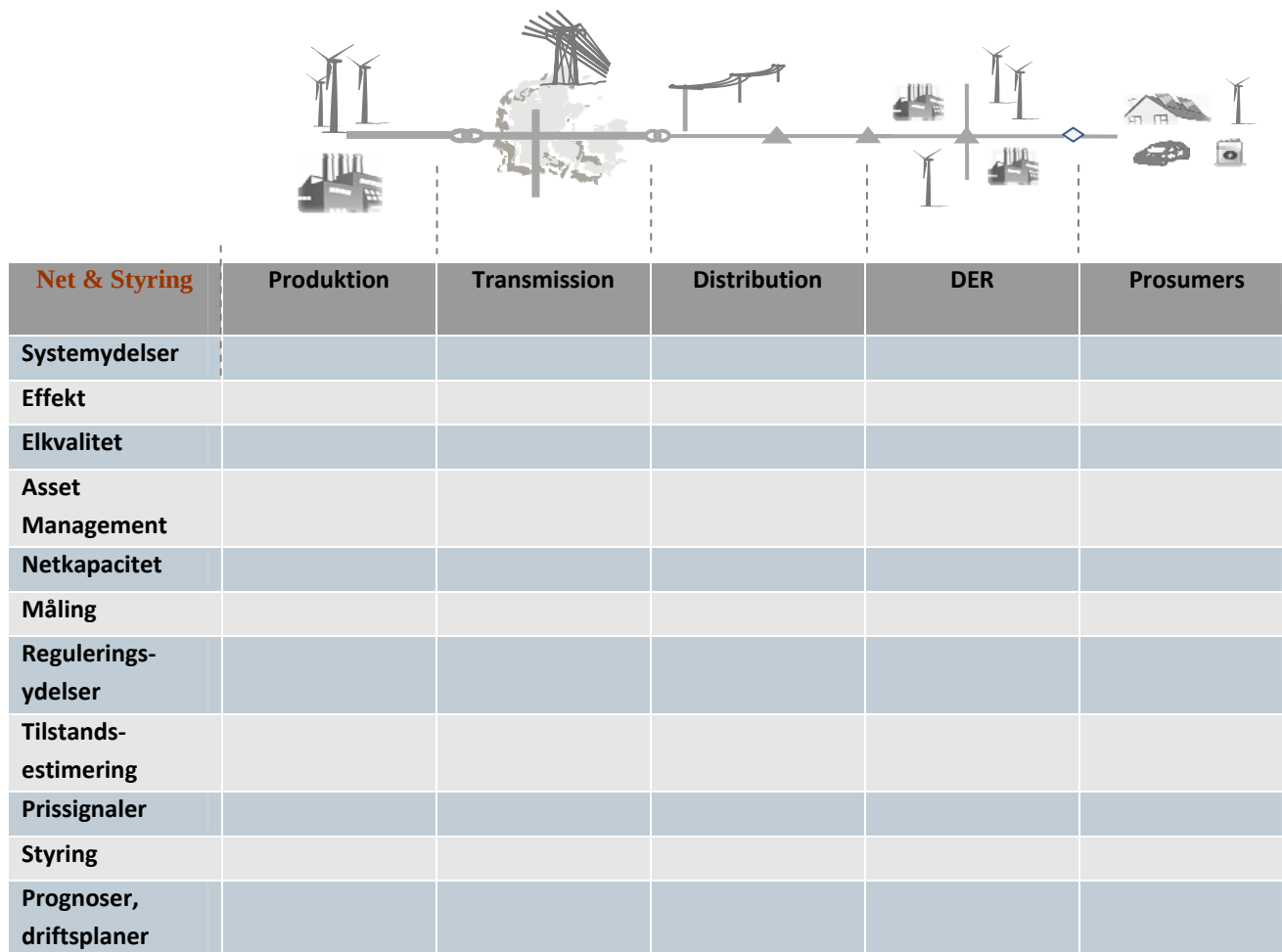
I kortlægningen sorteres der vertikalt efter, om den konkrete udfordring eller projekt er indenfor følgende tre faglige hovedkategorier (se Figur 1):

- Net & Styring
- Kommunikation
- Markeder

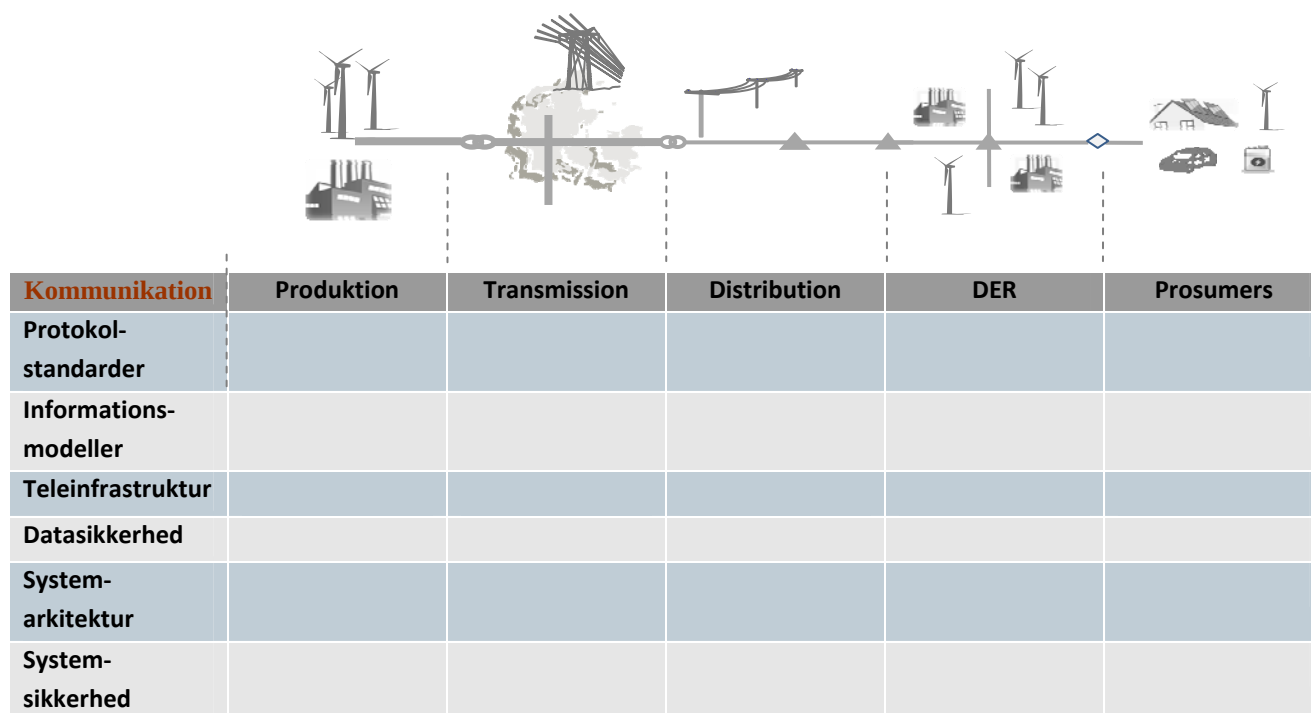


Figur 1. Grundfigur til kortlægning af Smart Grid-udfordringer og danske FUD-projekter

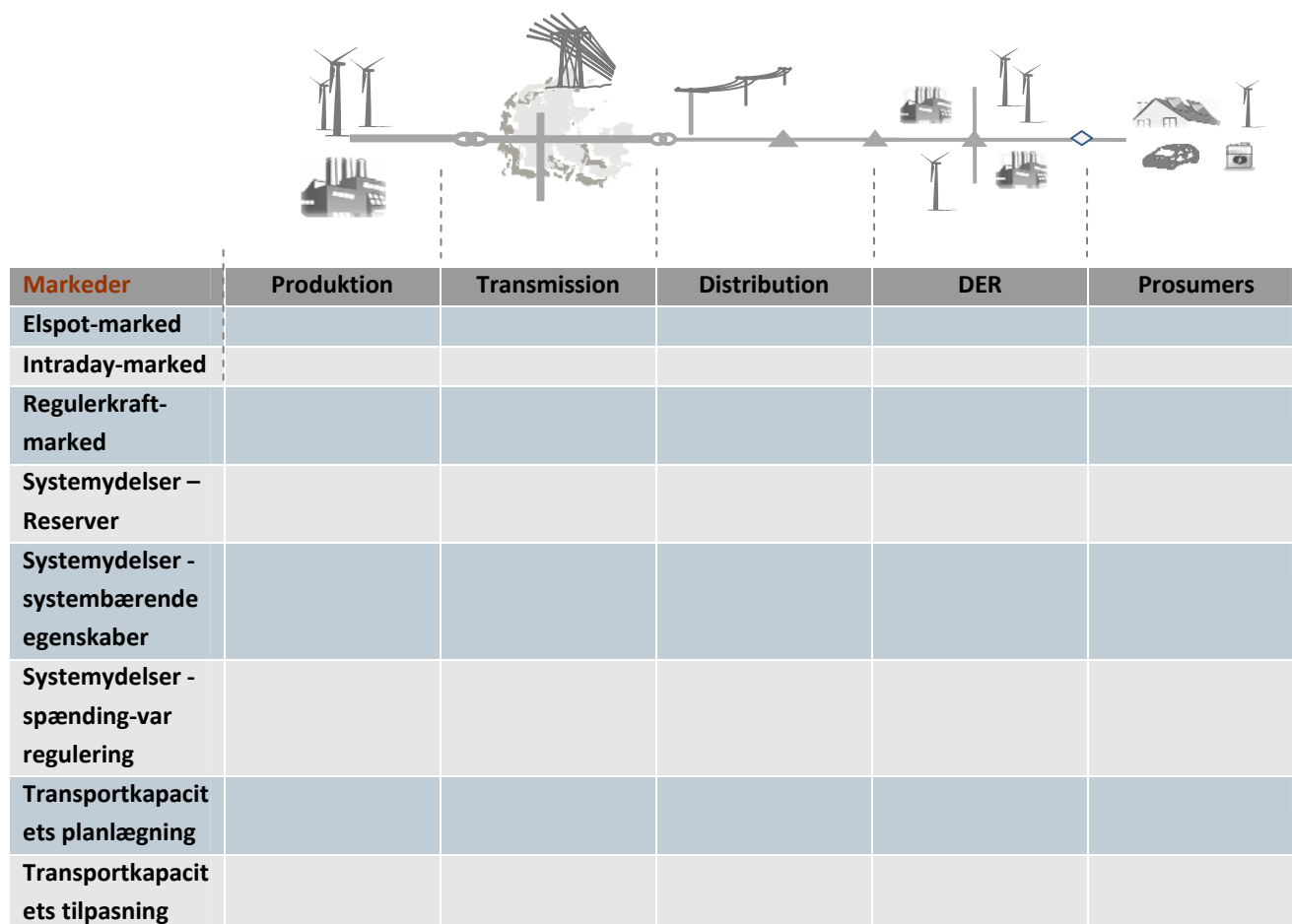
Hver af de tre fagkategorier "Net & Styring", "Kommunikation" og "Markeder" er igen inddelt i fagområder, der er defineret af Koordinationsudvalget, og som er vist i henholdsvis Figur 2, Figur 3 og Figur 4 herunder.



Figur 2. Kortlægning af Net & Styring – Smart Grid-udfordringer og danske FUD-projekter



Figur 3. Kortlægning af Kommunikation – Smart Grid-udfordringer og danske FUD-projekter



Figur 4. Kortlægning af Markeder – Smart Grid-udfordringer og danske FUD-projekter

Identificerede udfordringer

Som det første hovedelement i analysen har Koordinationsudvalget søgt at identificere hvilke udfordringer, der skal løses på vejen frem mod fremtidens elsystem. Udfordringerne er identificeret af udvalgets medlemmer vha. arbejdet beskrevet i Ref. 1, Ref. 2 og Ref. 3, samt via deres daglige arbejde med udviklingsrelaterede opgaver.

De identificerede udfordringer er herefter placeret i figurer svarende til Figur 2, Figur 3 og Figur 4, for hver af de 3 fagkategorier, "Net og Styring", "Kommunikation" og "Markeder" med deres tilhørende fagområder.

Igangsatte projekter

Som det andet hovedelement i analysen har Koordinationsudvalget gennemført en undersøgelse af gennemførte eller igangværende Smart Grid-relaterede FUD-projekter. Undersøgelsen er i denne første runde foretaget ved skriftlig henvendelse til Energinet.dk, de danske netselskaber og Dansk Energi. Information om lignende projekter hos universiteter, forskningsinstitutioner og andre typer virksomheder er således ikke indsamlet og derfor heller ikke inkluderet i kortlægningen i denne version 1 af rapporten.

Undersøgelsen resulterede i 100 forskellige projektbeskrivelser. I Bilag 2: ses den anvendte 1-sides skabelon for projektbeskrivelserne. De indsamlede projektbeskrivelser er samlet i et såkaldt Projektkatalog - Igangværende projekter relateret til overskriften "fremtidens elsystem" [Ref. 4].

De identificerede FUD-projekter er herefter indplaceret i de samme figurer med de tilhørende identificerede udfordringer svarende til Figur 2, Figur 3 og Figur 4, for hver af de 3 fagkategorier, "Net og Styring", "Kommunikation" og "Markeder" med deres tilhørende fagområder. På denne måde kan udfordringerne på vejen til fremtidens elsystem sammenlignes med de igangsatte FUD-projekter.

Aktualitet

Der er foretaget en vurdering af, hvornår løsninger til specifikke udfordringer bør være udviklet, ved gennemførelse af dedikerede projekter, for at sikre en korrekt timing og sammenhæng i den overordnede Smart Grid-udvikling. Det er i første omgang vurderet, om udfordringen bør være løst, dels før 2015 og dels før 2020. Hermed er dog endnu ikke vurderet, hvornår et givet nyt projekt i så fald skal igangsættes.

Kortlægning og Analyse

Der er således skabt den ønskede kortlægning af identificerede udfordringer vs. gennemførte og igangværende FUD-projekter med påført første vurdering af aktualitet. Det er denne detaljerede kortlægning, der danner basis for Koordinationsudvalgets fremtidige arbejde. I praksis er kortlægningen udført i et Excel-ark, hvor Koordinationsudvalget løbende indfører alle identificerede udfordringer og FUD-projekter i ovennævnte kategorisering. Dette regneark danner baggrund for udtræk af alle i det følgende viste figurer.

I de følgende afsnit vil ovenstående metode til kortlægning af den danske FUD-indsats vedrørende fremtidens elsystem blive anvendt til analyse af udfordringerne i hvert fagområde i de tre fagkategorier "Net og Styring", "Kommunikation" og "Markeder", som det eksempelvis er vist i nedenstående figur for første fagområde "Systemydelser" under fagkategorien "Net og Styring":

Net & Styring	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Systemydelser	• Imitering af synkron generator • Reguleringsevne MW/Mvar (2), 1002, 1522	• Kortslutningseffekt • Spændingsregulering (1), 1523 • Øget op-/nedregulering (5), 1509, 2012, 2013, 2014, 2015 • Reserver (3), 1003, 1008, 1023	• Kortslutningsbeskyttelse	• Bidrag til systemydelser fra DER (3), 1004, 1511, 1511	• Reserver (1), 1009

Figur 5. Kortlægning af Systemydelser under Net & Styring

I disse figurer er hver udfordring beskrevet med en kort sætning i bullit-form. De identificerede FUD-projekter, der behandler denne udfordring, er påført ved dels deres antal i parentes og dels deres projektnumre som givet i projektkataloget i Ref. 4. Det ses, at det således kortlægges, hvilke udfordringer der gennemføres udviklingsprojekter på, og hvilke udfordringer der ikke er adresseret endnu.

Hvert delafsnit afsluttes med en anbefaling til, hvor FUD-indsatsen umiddelbart bør fokuseres.

De enkelte udfordringer er uddybet i Bilag 3:. Her findes skematiske beskrivelser af sammenhørende udfordringer og identificerede projekter, der er fremkommet ved udtræk fra Koordinationsudvalgets Excel-ark. Bilag 3 danner baggrund for de følgende analyser og kan med fordel anvendes som opslagsværk, under læsning af de følgende afsnit.

4.1. Net og Styring

4.1.1. Indledning

Analysen af fagkategorien ”Net og Styring” omfatter alle de fysiske og tekniske områder af Smart Grid.

Udfordringerne for Produktion og Transmission er i høj grad initieret af udfasning af centrale kraftværker, på grund af en forventet øget elproduktion fra vindmøller. Derfor er udfordringerne forbundet med inert, reguleringsevne og kortslutningseffekt i elsystemet.

Udfordringerne for Distribution, DER og Prosumers er på samme vis initieret af nye forbrugsapparater som elbiler og varmepumper, samt produktion og leverance af systemydelser fra Prosumers. Udfordringerne i dette område er derfor kendetegnet ved ny begrænset kapacitet, ny samtidighed, forbrugsstyring efter prissignaler og leveringskvalitet.

4.1.2. Analyse

Net & Styring	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Systemydelser	• Imitering af synkron generator • Reguleringsevne MW/Mvar (2), 1002, 1522	• Kortslutnings-effekt • Spændings-regulering (1), 1523 • Øget op-/nedregulering (5), 1509, 2012, 2013, 2014, 2015 • Reserver (3), 1003, 1008, 1023	• Kortslutnings-beskyttelse	• Bidrag til systemydelser fra DER (3), 1004, 1511, 1511	• Reserver (1), 1009

Figur 6. Net & Styring - Systemydelser. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.1

Systemydelser til gavn for stabiliteten i elsystemet vil, i en fremtid med en betydeligt større andel af vindkraft i elproduktionen - og dermed færre centrale kraftværker i drift - i højere grad blive efterspurgt hos andre aktører (DER og Prosumers). For hver af disse aktører er der dog grænser for, hvilke systemydelser de kan levere - og i hvilket omfang MW/MVAr-mæssigt. Visse systemydelser vil derfor fx blive leveret fra centrale produktionsanlæg og ikke fra Prosumers.

I en fremtid med færre centrale termiske kraftværker i drift er der for centrale produktionsanlæg identificeret udfordringen ”Imitering af synkrongenerator”. Denne udfordring repræsenterer det forventede fremtidige behov for levering af egenskaber, som i dag leveres af synkrongeneratorerne på de centrale kraftværker. Med langt mere vindkraftproduktion vil der blive timer, hvor der kun er få eller ingen centrale kraftværker i drift. I disse timer vil de ydelser, der i dag leveres af de centrale kraftværker, skulle leveres af de resterende produktionsanlæg (primært havvindmølleparker). Det

betyder, at der er behov for at udvikle tekniske løsninger til især havvindmølleparker, som medfører, at disse, sammen med andre komponenter i elsystemet, i højere grad kan imitere de centrale kraftværkers systemstabiliserende egenskaber. Det vurderes, at denne udfordring bør være løst inden år 2020. Der er pt. ikke kendskab til FUD-projekter indenfor dette område i den danske elforsyningsbranche. Dog har vi kendskab til, at de store vindmølleproducenter - såsom Vestas og Siemens Wind Power - har fokus på denne udfordring allerede.

Der forventes ligeledes at blive behov for en forøgelse af den samlede MW- og MVAR-reguleringsevne på de centrale kraftværker i fremtiden. Det vurderes, at der er behov for at frembringe løsninger på denne udfordring inden år 2015, da en øget mængde prisfleksibelt elforbrug sætter reguleringsevnen på kraftværkerne under pres. Der er igangsat to projekter inden for dette område. Det ene er et internt projekt i Energinet.dk, hvor de tekniske forskrifter for produktionsanlæg søges tilpasset det forventede fremtidige elsystem. Det andet undersøger konkret muligheden for at øge reguleringsevnen vha. bedre muligheder for turbine-bypass på kraftværker. Det vurderes, at der, ud over at benytte sig af turbine-bypass, vil være en række andre løsninger, der bør kunne sættes i spil.

Det anbefales, at der i samarbejde med ejerne af de centrale kraftværker, udarbejdes en oversigt over muligheder for at øge den samlede MW- og MVAR-reguleringsevne, og at der efterfølgende udpeges projekter, der bør igangsættes.

Den systemansvarlige virksomhed (Energinet.dk) vil også blive udfordret af udviklingen for de centrale kraftværker. Færre centrale kraftværker samtidig med flere decentrale produktionsanlæg, hvoraf nogle er fluktuerende (vindmøller), fører til reduceret kortslutningseffekt og et øget behov for effekt-reserver og reguleringsydelser såsom spændingsregulering i transmissionsnettet.

Der er igangsat tre projekter vedrørende effekt-reserver, der vurderer, om ellagring er en mulig teknisk løsning på denne udfordring. Hvorvidt ellagring kan klare sig i et kommercielt el-marked vil være afgørende for, om det vil blive taget i anvendelse. Udover de igangsatte projekter vedr. ellagring, er der også igangsat projekter med fleksibelt forbrug i storskala fra decentrale anlæg, hvorfra der leveres effektreserver ved at regulere effektforbrug op og ned på elpatroner tilknyttet fjernvarmeforsyningen. Det vurderes umiddelbart, at dette område i fornuftig grad er ved at blive afdækket.

Aktivering af spændingsregulering fra decentrale ressourcer adresseres af Celleprojektet, EcoGrid og TWENTIES. Problemstillingen er dog kun delvist løst. Det anbefales derfor at afklare, hvor der er behov for en yderligere FUD-indsats vedrørende spændingsregulering.

For udfordringen med reduceret kortslutningseffekt er der indtil nu kun kendskab til interne driftsaktiviteter hos Energinet.dk, der forsøger at finde en løsning på kort sigt. Problemstillingen er dog også på lang sigt uhyre vigtig. Dels for at få afklaret konsekvenserne, dels for at finde løsninger, da kortslutningseffekten på transmissionsniveau forventes reduceret, hvilket kan medføre funktionsfejl af HVDC-forbindelserne til vores nabolande. På distributionsniveau kan det føre til funktionsfejl af de nuværende kortslutningsbeskyttelses anlæg. Decentrale produktionsanlæg og Prosumers kan i nogen grad levere kortslutningseffekt og spændingsregulering. I hvilken grad er ikke afklaret, men undersøges pt. i projekterne 1004, 1511 og 1009.

Det anbefales, at der snarest igangsættes FUD-projekter på dette område, da den øgede vindkraft i elsystemet inden for få år vil øge antallet af timer med få eller ingen centrale kraftværker i drift; værker som pt. leverer det meste af den nødvendige kortslutningseffekt. Som alternativ bør det undersøges, om der kan leveres tilstrækkelig kortslutningseffekt og spændingsregulering fra kombinationen af vindkraftanlæg, øvrige decentrale værker, Prosumers og andre systemkomponenter på transmissionsniveau og distributionsniveau.

Net & Styring	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Effekt	• Reguleringsevne MW/Mvar (1), 1513 • Reserver	• Samtidighed i forbrug • Øget op-/nedregulering (9), 1003, 1008, 1023, 1505, 1506, 1516, 1517, 1518, 2029		• Reguleringsevne MW/Mvar • Reserver • VPP funktionalitet (5), 1027, 1511, 1513, 1523, 2005	• Aktivisering af forbrugsled, (18), 1005, 1011, 1013, 1015, 1016, 1017, 1018, 1022, 1503, 1513, 2003, 2007, 2022, 2027, 2032, 2034, 2042, 3002

Figur 7. Net & Styring - Effekt. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.1

Mht. fagområdet "Effekt" må det forventes, at de styrbare værker (i dag primært de termiske) i fremtiden vil skulle regulere deres produktion hurtigere og over et større effektområde, end det er tilfældet i dag. De store termiske værker er primært optimeret således, at de udnytter så stor en andel af brændsværdien som muligt. I fremtiden kan evnen til at regulere effekten være af mindst lige så stor betydning. Der er ikke identificeret projekter, der adresserer denne problemstilling. EcoGrid-projektet søger at finde den nødvendige reguleringsevne i mindre produktionsenheder og forbrug tilsluttet i distributionsnettets lavspændingsdel.

I fremtiden vil det være nødvendigt, at også de decentrale producenter bidrager til opretholdelse af systemets balance. Der ligger stadig et stort potentiale i decentrale kraftvarmeværker med gasfyrede drivmaskiner, idet de i modsætning til store centrale værker kan regulere deres produktion meget hurtigt. Deres størrelse og bindinger til varmeproduktion og varmelager gør det dog nødvendigt at pulje mange enheder, hvis de effektivt skal kunne agere i elmarkederne. To demonstrationsprojekter afprøver VPP-funktionalitet på hhv. decentrale værker og mikrokraftvarmeværker. Energinet.dks Celleprojekt har netop fokus på at aggregere og styre decentrale energiresourcer via en celleregulator for et givet netområde.

Det anbefales, at der i samarbejde med både store og små producenter igangsættes et arbejde, der dels identificerer de fremtidige tekniske krav til værkerne, dels kortlægger hvilke muligheder der er for at overholde kravene med eksisterende værker og konsekvenserne for virkningsgraden.

For systemansvaret vil udfordringen være at balancere forbrug og produktion i driftsøjeblikket med en stor andel af el produceret på fluktuerende energikilder (primært vindkraft). Projekt 1505 har til mål at kortlægge, hvor de nødvendige effektreserver skal komme fra. Fleksibelt elforbrug vil kunne bidrage til at skabe balancen, idet elforbruget sandsynligvis vil kunne flyttes nogle timer. Det er dog endnu uklart, i hvilket omfang forbrugerne vil deltage. Kommer der et stort fleksibelt forbrug, kan lastspring i forbindelse med prisskift udgøre et balanceproblem, idet de store termiske værker ikke vil kunne regulere hurtigt nok. Denne udfordring omtales som rampeproblemet og behandles nærmere i afsnit 4.3 Marked.

Reguleringsevnen kan også øges ved at øge kapaciteten på udlandsforbindelser eller ved at bygge storskala ellagring i transmissionsnettet. Vedrørende ellagringsteknologi er der identificeret 4 projekter, der arbejder med ellagring, herunder demonstration, småskala, kategorisering og business case for CAES teknologi. Det anbefales, at resultaterne af disse projekter sammenholdes for at opstille en plan for fremtidig indsats på dette område.

En forudsætning for at der kan skabes balance i et fremtidigt elsystem med megen fluktuerende elproduktion er, at forbrugerne i nogen grad indretter deres forbrug efter den aktuelle produktion. Dette kan bl.a. realiseres ved, at kunderne agerer selvstændigt på prissignaler, ved at balanceansvarlige regulerer forbrugsapparater, eller ved direkte styring af forbrugsapparater. Der er identificeret ikke mindre end 18 projekter, der adresserer denne problemstilling, så den primære opgave er at uddrage erfaringerne og konklusionerne i disse projekter. Der kan efterfølgende opstilles et forslag til, hvilke typer projekter der skal igangsættes for at komme i mål. Denne udfordring behandles yderligere i afsnit 4.3 Marked.

Net & Styring	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Elkvalitet		• Forringet spændingskvalitet • Forringet spændingsstabilitet	• Forringet spændingskvalitet (1), 1511 • Leveringskvalitet (10), 1511, 2002, 2006, 2017, 2019, 2033, 2037, 2039, 2044, 3001	• Konverterbaserede generatorer på DER	• Konverterbaserede apparater

Figur 8. Net & Styring - Elkvalitet. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.1

Elkvaliteten forringes, hvis produktionsandelen fra de centrale værker bliver reduceret, som det forventes. Udfordringen med forringet elkvalitet hænger tæt sammen med udfordringen med reduceret kortslutningseffekt, som blev beskrevet under fagområdet Systemydelser. Lavere kortslutningseffekt medfører generelt lavere spændingskvalitet og forringet spændingsstabilitet i transmissionsnettet. Pt. er der ikke nogen deciderede FUD-projekter, der adresserer disse udfordringer. Da udfordringerne kan få omfattende konsekvenser, hvis de ikke håndteres, har Energinet.dk da også i de seneste år arbejdet internt med omfattende systemanalyser for at finde løsninger på disse udfordringer mod de systembærende egenskaber. I foråret 2011 vil Energinet.dk udmønte de opnåede analyseresultater i konkrete løsningstiltag.

For distributionsnettet medfører en reduceret kortslutningseffekt - i forhold til fagområdet Elkvalitet - større spændingsvariationer og dårligere dæmpning af harmonisk forvrængning og transienter. Spændingsvariationer kan være til gene for forbrugeren, der risikerer at opleve en uheldig varierende funktion af deres apparater.

Distributionsselskaberne er forpligtet til at holde spændingsvariationerne indenfor et acceptabelt niveau. Celleprojektet (1511) har ved fuldskala forsøg vist, hvordan det vha. intelligent teknik er muligt på mellemspændingsniveau (60 - 10 kV) at holde spændingsvariationer på et acceptabelt niveau. Det anbefales, at se nærmere på løsningsforslagene fra dette projekt og heraf vurdere, hvad der skal til for at effektivere løsningerne, hvor det bliver nødvendigt i distributionsnettet.

En anden udfordring for distributionsnettet er reduceret leveringskvalitet som følge af en forøget genetableringstid efter fejl, når elsystemet baseres på en større og større andel af decentral produktion. Denne udfordring søges løst vha. 10 projekter, med varierende tilgang til problemstillingen. Det anbefales, at se nærmere på erfaringerne fra disse projekter og heraf vurdere, om de foreslåede løsninger er tilstrækkelige til at sikre en acceptabel leveringskvalitet.

Elkvaliteten vil, udover en reduktion i central produktionskapacitet, blive udfordret af den øgede anvendelse af inverterbaserede forbrugsapparater, såvel som inverterbaserede generatorer på decentrale produktionsanlæg. Denne udfordring adresseres pt. ikke af nogen projekter, hvilket sandsynligvis skyldes, at der allerede i dag findes en række kendte løsninger. Det er således ikke kun teknisk udvikling, der er behov for på dette område, men også lovgivning om, i hvor høj grad disse apparater og produktionsanlæg må påvirke elkvaliteten. Det anbefales at undersøge, hvor omfattende konsekvenserne af udfordringen kan blive og herpå afklare, hvilket behov der er for at stille krav til, hvilken påvirkning disse anlæg og apparater må have på elkvaliteten.

Net & Styring	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Asset Management			• Aldrende net • Tilstands estimering		

Figur 9. Net & Styring - Asset Management. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.1

For at gøre det muligt at foretage en vurdering af, om belastningsgraden af en specifik komponent i elnettet skal reduceres vha. traditionel udbygning - altså udskiftning af den gamle komponent med en ny, eller vha. intelligent styring af forbruget som komponenten forsyner - vil det være en betydelig fordel, hvis tilstanden af komponenten kendes. Er der eksempelvis estimeret 20 års restlevetid for komponenten, vil en udskiftning pga. uforudset mér-belastning fra elbiler og varmepumper være en dyr løsning. I det tilfælde vil det sandsynligvis være interessant at overveje at løse problemet vha. intelligent styring af forbruget.

Asset Management vil hjælpe distributionsselskabet, der ejer komponenten vha. af den medfølgende viden om komponentens tilstand, til at vurdere, hvilken løsning der er teknisk-økonomisk optimal. De to udfordringer i tabellen ovenfor peger netop på, at det i fremtiden vil være relevant at have løst denne udfordring. Samtidig vurderes det at være relevant at have løsninger klar for de to udfordringer inden år 2015 således, at når antallet af elbiler og varmepumper virkelig begynder at vokse, og hermed også forbruget, så ligger de nødvendige analyseværktøjer klar til anvendelse. Hermed sikres det, at det er muligt for distributionsselskabet at foretage det teknisk-økonomisk optimale valg mellem traditionel forstærkning og intelligent styring af forbruget.

Af figuren ovenfor fremgår det ligeledes, at der ikke er identificeret noget umiddelbart match mellem de igangsatte projekter jf. projektkataloget og de to udfordringer. Det fremgår således, at der kun er ca. 4 år til at udvikle de nødvendige analyse-værktøjer, så de er klar til anvendelse, når behovet forventes at være opstået. Det anbefales derfor, at der i løbet af 1-2 år igangsættes udviklingsprojekter på området således, at de nødvendige analyse-værktøjer kan nå at være klar og ikke mindst være blevet værktøjer, der er i daglig anvendelse i distributionsselskaberne.

Net & Styring	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Netkapacitet			• Belastningsstigning (1), 2004 • Samtidighed i forbrug (6), 1510, 1514, 2017, 2022, 2030, 3002 • Online nettarif, og kommunikation heraf (2), 1022, 1504		• Samtidighed i forbrug (3), 1513, 2010, 2020

Figur 10. Net & Styring - Netkapacitet. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.1

Fagområdet ”Netkapacitet” omfatter to store udfordringer for distributionsnettet. Den første udfordring er den forventede kraftige stigning i elforbruget fra elbiler og varmepumper. Den anden udfordring er - med den forventede fremtidige intelligente styring af disse enheder ud fra priser, klimaparametre eller andet – at det fremtidige forbrug vil have en helt ny samtidighed og flukturering, end indeholdt i de forudsætninger som netdimensioneringen er blevet baseret på gennem de sidste 30 år. Udfordringerne er altså at kunne forudse de nye belastningsstigninger og forbrugsmønstre, og samtidig starte op på udviklingen af metoder til at kontrollere og prognosticere disse i en mere operativ tidshorisont. Nogle af disse midler er netop kommunikation og tarifiering til el- og netkunder. Disse udfordringer behandles yderligere under afsnit 4.2 Kommunikation og afsnit 4.3 Marked.

Projekterne vedrørende netkapacitet er kendetegnede ved, at der enten er tale om meget tidlige scenarier, som over tid skal udbygges og underbygges, eller at projekterne er mere isolerede demonstrationer og teoretiske analyser af enkeltstående forbrug eller priselasticiteter. Undtagelsen er her EDISON-projektet, som måske vil kunne give en helhedsanalyse af problemstillingen. EDISON er dog begrænset til elbiler som forbrugsenhed.

Der vil derfor stadig være brug for, at der arbejdes mere med fremtidsscenarier, prognosemodeller, og i det hele taget systemløsninger på området. Dette arbejde, set som et ønske om mere holistiske løsninger, kan med fordel sammenkobles med reguleringsydelse m.m. Her tænkes også på løsninger i markedsområdet, som analyseres senere i denne rapport.

Net & Styring	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Måling			- Fjernaflæste målere (9), 2011, 2018, 2021, 2023, 2035, 2036, 2040, 2041, 3001, - Øget målebehov, (1), 2006	Øget målebehov	

Figur 11. Net & Styring - Måling. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.1

Decentrale kraftvarmeværker vil i fremtiden have en væsentlig rolle i balanceringen af produktion og forbrug. For de produktions- og forbrugsbalanceansvarlige er det nødvendigt at have information om, hvilken effekt der leveres, hvor meget den kan reguleres, og hvor længe effekten kan leveres af hensyn til varmeafgang og lagerkapacitet. Denne information er givetvis allerede tilgængelig for de fleste balanceansvarlige operatører i dag, men der kan være behov for, at også systemansvaret får dele af denne information på aggregeret niveau. I dag er det kun Celleprojektet, der behandler denne udfordring. Det vurderes dog at være en udfordring at sikre ensartet datakommunikationskvalitet i hele systemet.

Afregning af slutforbruget på nuværende timebasis, og i fremtiden på forventeligt mindre tidsinterval, er en forudsætning for at elforbruget kan gøres fleksibelt og dermed nødvendigt for at realisere Smart Grid-konceptet. En del netvirksomheder er allerede i gang med at udskifte målerpopulationen til elektroniske fjernaflæste elmålere. De elektroniske elmålere forventes at have en levetid på 15 år, hvilket er kortere end de elektromekaniske, som de har erstattet. De enkelte fabrikater har forskellig funktionalitet, dog er der formuleret anbefalinger til det minimum af funktionaliteter, som elmålerne skal have.

En stadig større del af energidistributionen vil foregå via elektricitet i fremtiden, og en del af det nye forbrug vil være fleksibelt og reagere i takt på samme prissignaler i markedet. Dette vil tilsammen øge spidsbelastningen i nettet og dermed nettets belastningsgrad. Behovet for netforstærkninger kan minimeres ved at udnytte en større andel af nettets overføringskapacitet, det vil sige drive nettet tættere på dets kapacitetsgrænse. Dette kan kun lade sig gøre, hvis netvirksomhederne får en mere detaljeret viden om de aktuelle belastnings- og spændingsforhold i nettene, end de har i dag. Der bør igangsættes pilot- og udviklingsprojekter med det formål at kortlægge fremtidens behov for yderligere målinger, afprøvning af kommunikationsteknologi og implementering i netovervågningssystemer.

Net & Styring	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Regulerings-ydelser				• Aggregering af anlæg (3), 1511, 1513, 1523	• Aggregering af anlæg (4), 1014, 1025, 1027, 3002 • Plug & Play - løsninger

Figur 12. Net & Styring - Reguleringsydelser. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.1

I fremtidens elsystem vil der, som tidligere beskrevet, være behov for at mindre producenter og forbrugere deltager aktivt i at skabe balance mellem forbrug og produktion i systemet. Størrelsen af anlæggene og produktionsanlæggenes bindinger til eksempelvis varmeaftag og lagerkapacitet gør, at det er nødvendigt at aggregere anlæggene, når disse skal indmeldes på elmarkederne. Aggregeringen sker allerede i dag for decentrale kraftvarmeværker, der via balanceansvarlige aktører leverer effektregulering på fx regulerkraftmarkedet. Der bør arbejdes for, at grænsen sænkes for, hvor stor en produktions- eller forbrugsenhed skal være, før det er økonomisk rentabelt at inkludere den i en pulje, der leverer regulerkraft. Dette kan ske ved produktmodning og demonstrationsprojekter som de tre under DER.

En forudsætning for at mindre slutkunder (Prosumers) vil bidrage med reguleringsydelser vil være, at dette kan ske på en måde, hvor slutkunden har en økonomisk fordel, samtidig med at styringen foretages af 3. part eller per automatik, samt at komforten ikke reduceres væsentligt. Der er identificeret 4 projekter, som har til formål at etablere en VPP på basis af en række individuelle varmepumper og mikrokraftvarme i enfamilieboliger. Projekterne er endnu ikke afsluttet. Det vurderes, at der er behov for yderligere udvikling af produkter og kommunikationsprotokoller, der gør det muligt for en kunde at tilmelde nye apparater til bl.a. regulerkraftmarkedet (gennem en balanceansvarlig) via en art plug & play løsning.

Net & Styring	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Tilstands-estimering		• Online stateestimer for net og produktion (2), 1512, 1521	• Måling og online beregning (5), 1513, 1523, 2001, 2038, 2039 • Netværn (3), 1001, 1022, 1511 • Online stateestimer for net og produktion (1), 1511		

Figur 13. Net & Styring - Tilstandsestimering. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.1

Tilstandsestimering af transmissions- og distributionsnet vil gøre det muligt at reducere antallet af fejl, som ellers ville være opstået, fordi der kan tages aktion på begyndende fejl. Tilstandsestimering giver øget viden om nettenes tilstand. Det medfører en mulighed for at drive elnettet tættere til grænsen, da operatørerne vha. online tilstandsestimering får information om, hvor tæt de er på eksempelvis elnettets belastningsgrænse. Dermed behøver operatørerne ikke at anvende så stor en sikkerhedsmargin i den daglige drift, som de gør i dag.

Tilstandsestimering vil føre til en forbedring af netdriften, som igen medfører bedre udnyttelse af det eksisterende elnet. Alle udfordringerne med at sikre en øget tilstandsestimering af elnettet (transmission som distribution) søges pt. løst via en række projekter. Det anbefales at uddrage konklusionerne af de igangsatte projekter og efterfølgende vurdere, om der stadig er udfordringer, der skal løses, for at komme helt i mål.

Net & Styring	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Styring		• Systemværn (1), 1523	• Netværn (2), 1513, 3001	• Automatisering (1), 1511	• Automatisering (3), 1014, 1513, 2003 • Komfort (1), 2028 • Tilgængelighed af online energipris og nettarif (3), 1513, 2003, 2042

Figur 14. Net & Styring - Styring. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.1

I situationer hvor der er fare for systemnedbrud eller overbelastning og dermed udkobling af netkomponenter, er det nødvendigt, at netoperatøren har mulighed for at regulere forbrug og/eller produktion, så elsystemet bringes i sikker tilstand igen. Markedsmekanismer kan anvendes til at sikre, at situationerne optræder sjældent, men de vil ikke være tilstrækkeligt hurtige eller pålidelige til at sikre systemet, når en kritisk situation er til stede. Projekterne 1523, 1513 og 3001 søger at finde metoder til at undgå skadelige påvirkninger af hhv. transmissionsnettet og distributionsnettet ved direkte styring af forbrug/produktion og omlægninger i nettet. Alle projekterne er udviklingsprojekter, og de bør følges op af demonstrations-/pilotprojekter, hvis resultaterne er positive.

Styring af mange små enheder kræver, at dette sker automatisk. I Celleprojektet (1511) opbygges og afprøves en celleregulator, der - ud fra givne parametre og styringsmodes - regulerer viklingskoblere på transformere, andre systemkomponenter, produktionen på en række kraftvarmeværker og vindmøller tilsluttet distributionsnettet. På samme måde vil det i fremtiden være nødvendigt direkte at styre enheder tilsluttet i de enkelte installationer hos Prosumerne. Bibeholdelse af komforten er her en betingelse. Tre projekter omhandler automatiseret styring af små apparater hos slutkunder. Som beskrevet for fagområdet "Reguleringsydelser" ses der et behov for udvikling af produkter og kommunikationsprotokoller, der gør det muligt, at nye apparater tilmeldes en VPP via en art plug & play løsning. Denne VPP betragtes, i modsætning til en markeds-VPP, som en teknisk-VPP som skal kunne styres af den lokale netoperatør.

For de forbrugsapparater der udelukkende styres af en lokal styreenhed på husstands niveau er det nødvendigt, at denne har adgang til et prissignal fra markedet, hvis forbrugsenheden skal agere prisfleksibelt til fordel for elsystemet. Projekt 2003 demonstrerer hvorledes et prissignal kan præsenteres for kunden og undersøger, hvad der skal til, for at kunden reagerer på dette. Projekt 2042 præsenterer forbrugsdata for kunden og forsøger derigennem at gøre kunden mere bevidst om sit energiforbrug. Der bør sammen med indsamling af resultater fra de mange projekter vedr. aktivering af forbrugsleddet udvikles et koncept for, hvorledes forbrugerne aktiveres.

Net & Styring	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Prognoser og Driftplaner	• Forberedelse til lastspring/-regulering, (1), 1523	• Planlægningsgrundlag (2), 1507, 1508 • Prognoser/erfaringer	• Planlægningsgrundlag • Korttidsprognoser for netbelastning (2), 1511, 3001	• Forberedelse til lastspring/-regulering, (1), 1511	

Figur 15. Net & Styring - Prognoser og Driftplaner. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.1

Udfordringerne under dette fagområde skal i høj grad løses af mere detaljerede prognoser, der i området fra distribution mod Prosumers skal udvikles til at være geografisk opdelt og dermed meget mere komplekse og mindre statistisk sikre. For Produktion og Transmission skal der især lægges vægt på prognoser for vindfronter og styrede lastspring fra fleksibelt forbrug, der reagerer kraftigt og momentant som følge af store porteføljeoperatørers markedsstyring.

Som det også er tilfældet under andre af fagområderne under "Net og Styring", så er projekterne enten meget overordnede mht. fremtid og scenarier, eller meget detaljerede og kun fokuserende på enkeltelementer af problemstillingen.

Der skal altså arbejdes med de mere konkrete prognosemodeller for de fremtidige produktionsfluktuationer (fx vindfronter – som i TWENTIES-projektet) og forbrugsvariationer som følge af fleksibelt forbrug.

4.1.3. Sammenfatning

Forventningen til strukturen i det fremtidige elsystem medfører en lang række udfordringer for elnettet. En markant større andel af vindkraft i elproduktionen vil føre til flere og flere timer med få eller ingen centrale kraftværker i drift. Elbiler og varmepumper i de danske hjem vil føre til en højere belastning af distributionsnettet. Elsystemet, som det er i dag, udfordres på vejen mod fremtidens elsystem. Styring eller fleksibilitet i forbruget er et virkemiddel til at få balanceret forbrug og produktion i fremtiden, men der er også udfordringer ved implementering af styre-udstyr, som der fortsat skal findes løsninger på.

Fagkategorien "Net & Styring" er inddelt i 11 fagområder:

- Systemydelser
- Effekt
- Elkvalitet
- Asset Management
- Netkapacitet
- Måling
- Reguleringsydelser
- Tilstandsestimering
- Prissignaler
- Styring
- Prognoser, driftplaner

Fælles for disse fagområder er, at de fleste af udfordringerne er initieret af den forventede store omstrukturering af elsystemet. Herudover ses ældning af elnet og produktionsanlæg som en udfordring, der skal håndteres samtidig med den store omstrukturering.

De identificerede udfordringer i fagkategorien "Net & Styring" peger generelt på, at der er behov for en massiv FUD-indsats for at finde på løsninger til håndtering af flere og flere timer uden centrale kraftværker i drift. Udfordringerne består i hovedtræk af:

1. Balancering af forbrug og produktion med en markant andel af fluktuerende elproduktion
2. U hensigtsmæssig ageren efter markedsregler såsom store forbrugsændringer ved timeskift
3. Sikring af stabil drift af et elsystem med lavere kortslutningseffekt
4. Håndtering af større spændingsvariationer og sikring af tilstrækkelig spændingskvalitet
5. Bedre udnyttelse af den eksisterende elinfrastruktur gennem øget måling og tilstandsestimering
6. Understøttelse af styret og fleksibelt elforbrug, der kan realiseres uden nævneværdigt tab af komfort for Prosumeren.

For nogle af disse udfordringer er der allerede igangsat FUD-projekter, som foreslår eller demonstrerer løsninger. Det gælder bl.a. pkt. 1, 5 og 6, omend der stadig er områder indenfor disse, som skal afklares. Konkrete anbefalinger på disse udfordringer kan ses i de tilhørende afsnit for hvert fagområde. For pkt. 2 til 4 ser det umiddelbart ud til, at FUD-indsatsen bør prioriteres højere. FUD-indsatsen på disse fagområder er afgørende for at sikre den overordnede systemstabilitet. Derfor er der også konkrete anbefalinger til tiltag i hvert fagområde-afsnit, som beskæftiger sig med disse problemstillinger.

4.2. Kommunikation

På kommunikationsområdet er identificeret i alt seks fagområder, der alle bør have høj prioritet i en implementering af Smart Grid i Danmark. De enkelte fagområder vil desuden blive indbyrdes prioriteret, hvilket dog ikke udelukker, at opgaverne med stor fordel kan løses parallelt.

4.2.1. Indledning

De identificerede udfordringer for hvert fagområde under "Kommunikation" er beskrevet i de følgende delafsnit. Da vigtigheden af udvikling af standardiserede løsninger er af afgørende betydning for fremtidens intelligente elsystem, er det samtidigt valgt at angive, hvilke internationale datakommunikationsstandards, det anbefales at anvende ved løsning af hver udfordring.

4.2.2. Analyse

Kommunikation	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Protokol-standards	• Valg , test og udvikling af protokol til andre aktører	• Valg , test og udvikling af protokol til prod., DSO, DER, markedsakt,	• Valg , test og udvikling af protokol til DER, elmålere, Distributions-Automation (1), 2031	• Valg , test og udvikling af protokol til andre aktører (1), 1020	• Valg , test og udvikling af protokol til andre aktører

Figur 16. Kommunikation - Protokolstandards. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.2

Der skal foretages et valg, test og eventuel udvikling af datakommunikationsprotokoller til alle aktører og applikationer på alle netværksniveauer og for alle domæner i fremtidens elsystem.

Følgende standarder/normer anbefales fulgt på dette område:

- IEC 61850-8-1 (MMS (ISO/IEC 9506-2)) der specificerer krav til protokolstak til kommunikation i stationsautomation samt til/fra DER-enheder
- IEC 61400-25-4 standard der specificerer mulige protokolstakke til kommunikation med vindkraftanlæg (Web Services, OPC/XML, MMS, DNP3, IEC 60870-5-101/104)
- IEC 61850-80-1 der specificerer MMS-mapping af IEC60870-5-104 protokollen, der primært benyttes i Danmark i dag
- CENELEC EN 62056 (COSEM) standard-serien der specificerer protokoller for information fra elmålere

I elsystemet anvendes i dag en bred vifte af forskellige protokolstakke til kommunikation imellem typisk to eller få parter. Er der behov for kommunikation imellem flere parter, er kommunikationen ofte sekventiel eller etableret via separate kommunikationskanaler eller kommunikationsmedier. Det nuværende valg af protokolstakke skønnes at være foretaget på et historisk grundlag eller et meget begrænset kendskab til kommunikation. I fremtiden forudses det typiske behov at være, at flere parter har behov for koordinering af aktiviteterne, hvilket forudses at ske ved hjælp af samtidig kommunikation med flere parter, forskellige enheder eller applikationer. Denne nye udfordring kræver et nøjere studie af eksisterende protokolstakke, som er velegnet til at dække dette ændrede kommunikationsbehov. Det skønnes ikke nødvendigt at udvikle nye protokolstakke, da udvalget af løsninger anses for værende langt større, end opgaven kræver. Det skønnes mere at være et spørgsmål om et valg imellem de eksisterende muligheder baseret på objektive kriterier.

De igangværende projekter anført i ovennævnte figur skønnes ikke at afdække udfordringen, hverken i indhold eller for hele elsystemet. Projekterne er mere fokuserede på informationsindhold og omfang end på afklaring af forholdene omkring valg af protokolstakke. Et umiddelbart skøn er, at mappingen imellem projekterne og udfordringen er yderst mangelfuld for alle aktørerne i et fremtidigt elsystem.

Det anbefales, at der inden for en 2-3 årig periode gennemføres et eller flere projekter med det formål at få afdækket de konkrete behov, udvælgelse af protokolstakke samt angive fordele og ulemper ved implementering af de forskellige protokolstakke således, at et endeligt valg af protokolstakke imellem de involverede parter kan fastlægges på et sagligt og faktuel grundlag.

Kommunikation	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Informationsmodeller	• Fælles informationsmodel for alle	• Fælles informationsmodel for alle	• Fælles informationsmodel for alle, (1), 1515	• Fælles informationsmodel for alle, (3), 1020, 1012, 1513	• Fælles informationsmodel for alle, (2), 1024, 1513

Figur 17. Kommunikation - Informationsmodeller. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.2

For at kunne styre, regulere, kontrollere og aggregere samt udveksle information imellem aktører og applikationer i fremtidens elsystem er det påkrævet at etablere en ensartet informationsmodellering for alle aktører og applikationer med ensartede regler for datanavne, objekter, algoritmer og aggregeringsalgoritmer etc. Et sådant tiltag vil mindske barrieren for nye aktører i markedet, samt muliggøre en højere grad af automation i elsystemet på en effektiv måde.

Følgende standarder anbefales til beskrivelse af dataobjekter og information:

- IEC 61850 standard-serien, herunder specifikt IEC61850-7-x serien til beskrivelse af data for stationsautomation samt distribuerede ressourcer (DER (IEC 61850-7-420))

- IEC 61400-25 standard-serien til beskrivelse af dataobjekter og information fra vindkraftanlæg
- IEC 61970 CIM for Energy Management Systems(EMS) - inden for en periode på 5 - 7 år
- IEC 61968 CIM for Distributed Management Systems (DMS) - inden for en periode på 7 - 10 år

For alle dele af det eksisterende elsystem er det ofte en stor og kostbar integrationsopgave at udskifte eller adoptere nye enheder, da sammenhængen imellem navne og enheder på dataobjekter ofte ikke er til stede. Enhver part har sin private navngivning af dataobjekter, og meget ofte er der store forskelle i indholdet af objekter, som har samme navn. Hvis der ikke foretages en harmonisering og ensretning, skønnes det, at dette problem kan blive en uoverskuelig forhindring for gennemførelse af en modernisering af elsystemet.

De igangværende projekter anført i ovennævnte tabel skønnes ikke at afdække udfordringen for hele elsystemet. Projekterne er mere fokuserede på de områder, hvor der er mange enheder, som skal kommunikere sammen. Et umiddelbart skøn er, at koordineringen imellem projekterne er svag. Dækningen af projekterne anses for kritisk, da hverken produktionsenheder eller transmissionsniveau i et fremtidigt elsystem er omfattet.

Det anbefales, at der inden for en 2-årig periode gennemføres et eller flere projekter med det formål at få specificeret kravene til navngivning af dataobjekter på alle niveauer i et fremtidigt elsystem.

Kommunikation	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Teleinfrastruktur		• Valg , test, udvikling ifht. data- og system-sikkerhed og arkitektur • Valg , test, udvikling ifht. data- og system-sikkerhed og arkitektur	• Valg , test, udvikling ifht. data- og system-sikkerhed og arkitektur		

Figur 18. Kommunikation - Teleinfrastruktur. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.2

For fagområdet Teleinfrastruktur skal der beskrives valg af netværksløsning på alle datakommunikationsniveauer i hele systemet. Fx hvilke netværkstopologi skal (kan) benyttes hvor, hvilke kommunikationsmedier skal (kan) anvendes hvor i systemet, fx optiske fibre, mikrobølgelinks, offentlige bredbånd (Internet), trafikknudepunkter, trådløse netværk, mobildatanet (GSM, GRPS) etc.

Følgende standarder /normer anbefales fulgt på dette område:

- ISO/IEC 7498-1 - OSI standard (syv-lags-model) for specifikation af niveauerne i en teleinfrastruktur
- CENELEC EN62056 standard serien der specificerer overførsel af data/information fra elmålere

Kommunikationsinfrastrukturen samt transmissions- og distributionssystemet er i det nuværende elsystem meget fragmenteret og præget af ad-hoc løsninger uden de store forsøg på at etablere et integreret el- og kommunikationssystem.

På dette fagområde er der ikke igangsat konkrete projekter, og området er præget af manglende fokus på, at mangelfulde løsninger eller sidste øjeblikks løsninger kan blive en show-stopper eller øge omkostningerne dramatisk for udrulningen af fremtidens elsystem.

Det anbefales, at der inden for en 3-årig periode gennemføres et eller flere projekter med det formål at få specificeret kravene samt løsninger på alle niveauer i et fremtidigt elsystem.

Kommunikation	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Datasikkerhed	• Datasikkerhedsbarrierer • Dataintegritet • Data-/rolleadgang	• Datasikkerhedsbarrierer (1), 1515 • Dataautensitet (1), 1515	• Datasikkerhedsbarrierer • Dataautensitet	• Data-/rolleadgang (2), 1021, 1513 • Datasikkerhedsbarrierer • Dataintegritet	• Datasikkerhedsbarrierer • Dataintegritet (2), 1024, 1515 • Data-/rolleadgang (1), 1513

Figur 19. Kommunikation - Datasikkerhed. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.2

Driftsprocedurer, tekniske løsninger, procedurer samt standarder for fagområdet Datasikkerhed skal nærmere specificeres/vurderes for de forskellige lag i det samlede datakommunikationsnetværk. Specielt skal forholdene analyseres for alle aktører på alle kommunikationsniveauer for indbrud og dataforvanskning samt hacking indefra såvel som udefra.

Følgende standarder / normer anbefales fulgt på dette område:

- IEC 62351 standard-serien, herunder IEC62351-8 der specificerer en rolle-baseret løsning for adgangskontrol
- Det anbefales, at vurdere i hvor stor udstrækning fx NERC CIP-procedurer og -normer kan bruges i Danmark og evt. introduceres i Europa via ENTSO-E eller CENELEC samarbejdet
- DEFU rapport TR535 Datakvalitet og - sikkerhed ved fjernaflæsning af elmålere, 2. udgave

Datasikkerhed i det nuværende elsystem er typisk baseret på frygten for indbrud udefra, med stor variation i de etablerede sikkerhedsbarrierer, uden en større sammentænkning af de anvendte beskyttelsesmekanismer. Da meget få aktører er online forbundet, er risikoen overskuelig. I et fremtidigt elsystem, med en mangfoldighed af aktører og forbindelser via offentlige datanet på flere niveauer, vil risikoen blive uoverskuelig.

På dette fagområde er der igangsat enkelte konkrete projekter, og fagområdet skønnes kun dækket i ringe grad for transmission og distribution. Problemstillingen med indbrud indefra samt forvanskning af data i processen, skønnes at have et meget svagt fokus, eller er slet ikke berørt i de igangværende projekter. De igangværende projekter giver delkomponenter til en fremtidig løsning, men det holistiske billede er ikke på nogen måde berørt, hvilket kan udvikle sig til et svagt punkt i sikkerhedskæden.

Løsningen af denne udfordring bør omfatte et tæt samarbejde med It- og Telestyrelsen, herunder deres nye gruppe benævnt "govCERT", hvor man specielt observerer og koordinerer indsatsen i Danmark omkring trusler af enhver art på it- og telekommunikations-området.

Det anbefales, at der inden for en 2-årig periode gennemføres et eller flere projekter med det formål, at få specificeret konceptet for datasikkerhed med udgangspunkt i allerede eksisterende løsninger inden for beslægtede sektorer såsom betalingssystemer, online banksystemer samt udenlandske erfaringer inden for dette område. I konceptet skal alle procedurer og forretningsgange på alle niveauer i et fremtidigt elsystem være omfattet, fx af et gennemgående projekt for at få maksimalt fokus på at helheden i en fremtidig løsning er afgørende for at kunne tilbyde en effektiv datasikkerhed.

Kommunikation	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
System-arkitektur		• Tidssynkronisering i hele systemet • Hardware arkitektur • Styre/kontrol arkitektur	• Hardware arkitektur (1), 2031 • Styre/kontrol arkitektur (5), 1012, 1520, 2031, 1513, 1511		

Figur 20. Kommunikation - Systemarkitektur. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.2

Baseret på flerårige erfaringer fra Celleprojektet (1511) skal der udvælges et begrænset antal system- og kontrolstrukturer, som opfylder behovene for det fremtidige elsystem. Det forudses, at det fremtidige elsystem bliver relativt komplekst, hvorfor der kan være behov for en begrænset kollektion af løsninger, da specielle behov kan have flere løsninger med forskellige grader af systemsikkerhed og kostpris.

Følgende standarder / normer anbefales fulgt på dette område:

- CENELEC TS 50549 teknisk specifikation for generatoranlæg tilsluttet på mellemspændingsniveau i distributionsnettet
- CENELEC EN 60438 europæisk norm for tilslutning af mikro-generatoranlæg på lavspændingsniveau i distributionsnettet
- CENELEC EN 50160 europæisk norm for spændingskarakteristikker for elektricitet i det kollektive elsystem
- CENELEC EN62056 standard serien der specificerer overførsel af data/information fra elmålere.
- ENTSO-E pilot / grid code
- Protokoller til tidssynkronisering af systemer over pakkekoblede datanet:
 - Network Time Protocol (NTP) med en præcision imellem 1 msek til 50 msek;
 - Small Network Time Protocol (SNTP) med en præcision imellem 10 msek - 200 msek.

Systemarkitekturen i transmissions- og distributionssystemet er i det nuværende elsystem designet ud fra meget konservative kriterier og præget af stor soliditet med en ret begrænset fleksibilitet. Arkitekturen i fremtidens elsystem forudses at blive designet til at blive drevet tættere på kapacitetsgrænsen, hvorfor en større fleksibilitet er påkrævet.

På dette fagområde er udelukkende igangsat konkrete projekter på distributionsområdet. Der mangler således mulige løsninger på alle niveauer i det fremtidige elsystem. Disse skal være beskrevet og til rådighed for udrulning af fremtidens elsystem.

Det anbefales, at der inden for en 3-årig periode gennemføres et eller flere projekter med det formål, at få specificeret et løsningskatalog eller lignende for alle niveauer i et fremtidigt elsystem.

Kommunikation	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Systemsikkerhed		• Fall-back strategier/retningslinjer o.f. virus, hack, HW-fejl, SW-fejl, manglende kompatibilitet	• Fall-back strategier/retningslinjer o.f. virus, hack, HW-fejl, SW-fejl, manglende kompatibilitet		

Figur 21. Kommunikation - Systemsikkerhed. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.2

For fagområdet Systemsikkerhed skal der beskrives strategier og procedurer i tilfælde af hardware- eller softwarefejl samt angreb af hackere eller infektion med virus for de involverede aktører og applikationer på tværs af alle domæner. Desuden omfatter dette område ligeledes tilslutningsbetingelser og kvalitetsspecifikationer i tilslutningspunktet.

Følgende standarder/normer anbefales fulgt på dette område:

- IEC 61400-1 standard-serien til beskrivelse af krav til vindkraftanlæg vedr. typecertificering og godkendelse af vindmøller og vindmølle anlæg
- IEC 61400-2 standard-serien til beskrivelse af krav til vindkraftanlæg vedr. typecertificering og godkendelse af små vindmøller
- IEC 61400-21 standard-serien til beskrivelse af krav og data fra vindkraftanlæg vedr. el-kvalitet
- IEC 61400-22 standard-serien til beskrivelse af krav til projektkodkendelse af vindkraftanlæg
- IEC TS 61400-26 standard-serien til beskrivelse af data fra vindkraftanlæg vedr. rådighed og pålidelighed (part 1 forventes 2011, part 2 forventes 2012)
- IEC 61400-27 standard-serien der specificerer elektriske simuleringsmodeller for vindkraftanlæg (part 1 forventes 2012)
- ENTSO-E pilot / grid code
- CENELEC EN50470 standard-serien der specificerer krav til elmålere

Det anbefales at vurdere, i hvor stor udstrækning fx NERC CIP procedurer og normer kan bruges i Danmark og evt. introduceres i Europa via ENTSO-E eller CENELEC samarbejdet

Systemsikkerheden er altafgørende for at sikre balance imellem forbrug og produktion, samt sikre klare retningslinjer for, hvornår der ikke er balance imellem forbrug og produktion.

Strategier til forhindring af systemfejl og nedbrud skal etableres og self-healing mekanismer skal indarbejdes i applikationer og systemkomponenter, hvor det er teknisk muligt.

På dette fagområde er der ikke igangsat konkrete projekter, og området er præget af manglende fokus på, at mangelfulde løsninger eller sidste øjeblik-løsninger kan øge omkostningerne dramatisk for udrulningen af fremtidens elsystem.

Det anbefales, at der inden for en 3-5-årig periode gennemføres et eller flere projekter med det formål at få specificeret kravene samt løsninger til brug i et fremtidigt elsystem. Det foreslås specifikt at gennemføre projekter med fokus på en effektiv udnyttelse af distribuerede ressourcer med en meget høj grad af systemsikkerhed.

4.2.3. Sammenfatning

Som beskrevet ovenfor vil et fremtidigt intelligent elsystem medføre en række udfordringer for kommunikationen i elsystemet. Den nuværende adskillelse imellem elsystem-infrastrukturen og kommunikations-infrastrukturen vil blive udfordret på vejen mod fremtidens elsystem. Effektiv koordinering af styring og regulering af distribuerede enheder for at øge fleksibiliteten i systemet er et af virkemidlerne til at få balanceret forbrug og produktion i fremtiden. Derudover forudses store udfordringer for kommunikationen, idet der skal udvikles og implementeres nye styringsstrategier og -funktioner.

I fagkategorien "Kommunikation" er identificeret følgende fagområder:

- Protokolstandarder
- Informationsmodeller
- Teleinfrastruktur
- Datasikkerhed
- Systemarkitektur
- Systemsikkerhed

Fælles for dem alle gælder, at de er initieret af den forventede gennemgribende omstrukturering af elsystemet med et væsentlig øget behov for kommunikation imellem alle lag i det fremtidige elsystem. Herudover ses det, at der grundlæggende er en udfordring i den nuværende manglende kobling imellem elsystemets manuelt kobbelbare apparater og kommunikationssystemet.

Da ressourcerne til denne påtænkte omlægning og løsning af udfordringerne vil være begrænsede, forudses det nødvendigt at prioritere de identificerede udfordringer. Prioriteringen mellem løsningerne af de identificerede udfordringer anbefales at være følgende:

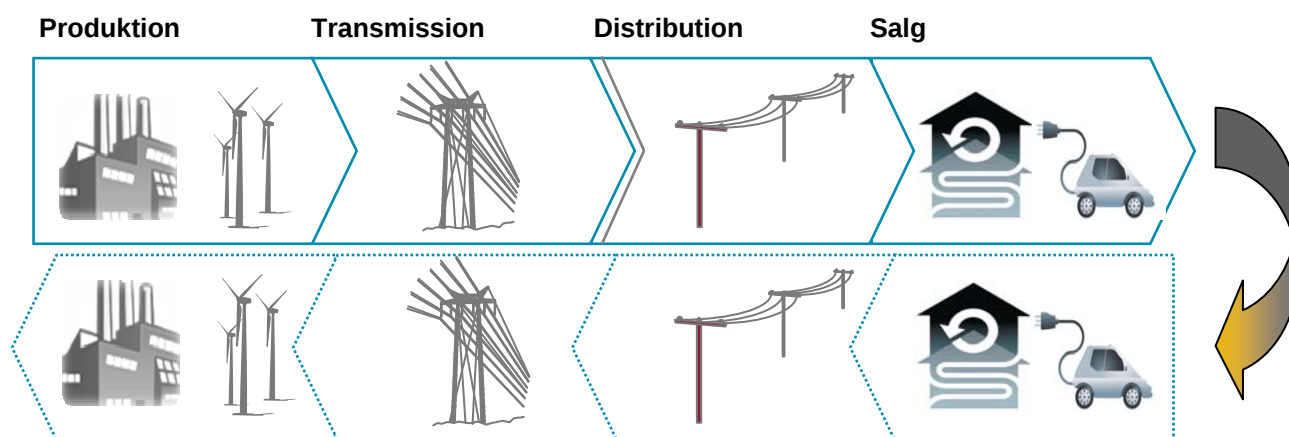
1. Informationsmodeller
2. Datasikkerhed
3. Protokolstandarder
4. Teleinfrastruktur
5. Systemsikkerhed
6. Systemarkitektur

Udfordringerne kan dog selvfølgelig løses parallelt, hvor det skønnes nødvendigt.

4.3. Markeder

4.3.1. Indledning

Udfordringen med at sikre indpasning af 50 % VE i elsystemet vil kræve en tæt kobling mellem engros- og detailmarkedet. Den traditionelle værdikæde fra produktion til forbrug er under forandring, og fremtidens elsystem vil være kendetegnet ved, at der opstår behov for yderligere fleksibilitet og dynamik i elsystemet. Det fordrer dels udvikling af måleudstyr, elektronik og automatik hos forbrugerne og i elsystemet, dels innovative elhandlere og aktive forbrugere, der driver en tilføjelse til værdikæden i form af fleksibilitet fra Prosumers til systemet.



Figur 22. Forandring i den traditionelle værdikæde

På samme tid bliver rammerne for elmarkedet udfordret i bestræbelserne på at skabe et Smart Grid. Såvel transmissions- og distributionsselskaber skal arbejde for at reducere markedsbarrierer og skabe velfungerende markeder med klare og veldefinerede produkter og systemydelser.

4.3.2. Analyse

De identificerede udfordringer i fagkategorien "Markeder" opdeler sig i to hovedgrupper. Først de politisk afledte udfordringer, som følger af mere VE-baseret elproduktion og overgang til mere el i transport- og varmesektorerne. Og dernæst de deraf afledte tekniske udfordringer, som skal løses i et udvidet markedsdesign i forhold til markedet i dag.

Udfordringer afledt af de politiske beslutninger om integration af store mængder VE i elsystemet er:

- En gradvis udvikling af spot og intra-day markederne for at opnå bedst mulig kobling til fluktuationerne i den VE-baserede elproduktion og de nye behov i elforbruget, dvs. en kombination af bedre vindprognoser, ændret gate closure, ændret tidsopløsning i elmarkederne og flere reguleringsmuligheder fra både elproduktion og elforbrug.

- Fjerne barrierer for at mere forbrug og flere forbrugstyper kan komme til at reagere i forhold til elmarkederne. Såvel elspot, intra-day, som regulerkraft og reserver (fx frekvensregulering), dvs. give alle forbrugere mulighed for og incitament til at deltage i elmarkederne.

Heraf følger en række afledte udfordringer:

- Eventuel ændring af gate closure og tidsopløsning i elmarkederne
- Håndtering af ramper med langt større elforbrug på markedsvilkår
- Harmonisering af elmarkederne på europæisk plan
- Håndtering af øget effekttransport, herunder spidslast flaskehalse i elnettet
- Håndtering af information fra og styring af mange små enheder
- Afregning af små enheder i forhold til regulerkraft eller frekvensstøtte.
- Afklaring af distributionsselskabets behov og rolle i et mere intelligent system med stort omfang af Prosumers

Selvom nedenstående plotkort illustrerer, at hovedfokus er hos slutbrugeren (Prosumer), vurderes det, at dette er et udtryk for, at aktiviteterne her mere betragtes som FUD-aktiviteter. Aktiviteter som håndteres i fx Energinet.dk's daglige drift af elmarkederne eller i europæiske samarbejdsorganer er ikke medtaget i den indsamlede liste over FUD-aktiviteter til udvikling af fremtidens elsystem.

De nye aktiviteter skal sammentænkes og indgå som en udvikling af det allerede eksisterende markedsdesign, vi har i dag.

De identificerede udfordringer under fagkategorien "Markeder" er beskrevet i det følgende.

Markeder	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Elspot-marked	• Gate closure i 24 timers marked balancerer markedet op til 36 timer før sidste driftstime	• Ramping • Kobling og harmonisering af europæiske elmarkeder • Aggregerede planer fra Prosumers og VPP	• Transport-kapacitet	• Gate closure i 24 timers marked balancerer markedet op til 36 timer før sidste driftstime	• Gate closure i 24 timers marked balancerer markedet op til 36 timer før sidste driftstime • Øge prisfleksibilitet (8), 1503, 1504, 1513, 2028, 2034, 1015, 1010, 2009 • Aggregering af planer • Afregning (1), 1502

Figur 23. Markeder - Elspot-marked. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.3

Markeder	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Intraday-marked		• Forholdet mellem elspot/intra-day og regulerkraft • Transportkapacitet • Ramping	• Transportkapacitet	• Forholdet mellem elspot/intra-day og regulerkraft	• Forholdet mellem elspot/intraday og regulerkraft (3), 1027, 2028, 2034 • Information - Kommunikation (2), 1011, 1025

Figur 24. Markeder - Intraday-marked. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.3

Kendetegnene for Elspot- og Intradaymarkederne er, at det er de kommercielle markedsaktører, der gennem elmarkedet sikrer energibalancen mellem elproduktionen og forbruget for hvert tidsinterval, markedet er opløst i.

I takt med at mængden af VE-baseret fluktuerende elproduktion stiger, bliver usikkerheden på elproduktionen i elmarkedets sidste timer (op til 36 timer efter gate closure) større og større. Nærværende analyse viser, at der ikke er FUD-projekter i dansk elforsyning til afklaring af denne udfordring. Til gengæld er der kendskab til driftsaktiviteter hos Energinet.dk og på europæisk plan.

Tilsvarende gør sig gældende for transportkapacitet på international plan.

Den største repræsentation af projekter inden for elspot/intraday-udfordringerne ligger i at øge prisfleksibiliteten i flere forbrugs- og elproduktionssegmenter (Prosumerne). Dernæst at sænke barriererne for afregning.

Den største mangel på projekter ser ud til at være undersøgelser af tekniske og samfundsøkonomiske konsekvenser af en ændret tidsopløsning i elspot/intraday, og dermed et ændret forhold mellem elmarkederne og deres mulighed for at medvirke til at balancere elsystemet. Dernæst mangler tekniske analyser i forhold til rampeproblemer og frekvensstabilitet, idet en langt større andel af forbruget bliver prisfleksibelt og dermed potentielt kan aktiveres samtidigt.

Der er risiko for, at ramping mellem periode/timeskift vil blive øget i fremtiden, hvis det lykkes at få Prosumers til at være langt mere prisfleksible i fremtiden – det kan medføre større udfordringer med at balancere omkring timeskift samtidig med, at leveringskvaliteten bliver ringere.

Transportkapaciteten er i dag normalt ikke en begrænsning i distributionsnettet. Typisk er distributionsnettet dimensioneret til at klare en vis statistisk samtidighed af forbruget samt en vis reserve. Men i takt med at forbruget og produktionen øges i distributionsleddet kan der opstå behov for udvidelse af transportkapaciteten i distributionsnettet. I stedet for at udvide transportkapaciteten kan der som alternativ arbejdes mere målrettet mod realisering af fleksibelt forbrug (fx prisfølsomt) hos Prosumerne. Det vil i så fald påvirke markedsdesignet og markedsaktørers brug af ressourcer i markedet, og det vil medføre nye roller til netselskaberne. Analysen har her vist, at der ikke er FUD-projekter i dansk elforsyning til afklaring af disse udfordringer.

Der mangler således analyser til at afklare netselskabernes rolle og hvordan de i tilfælde af begrænsninger i transportkapaciteten skal agere i forhold til elmarkederne og markedsaktørerne.

Markeder	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Regulerkraft-marked	• Sikre tilstrækkelige bud/volumen til regulerkraft	• Sikre tilstrækkelige bud/volumen til regulerkraft • Forholdet mellem elspot/intraday og regulerkraft • Kobling og harmonisering af europæiske elmarkeder	• Special-regulering, Afbrydelighed, tilkobling (Netydelse)	• Sikre tilstrækkelige bud/volumen til regulerkraft (9), 1013, 2012, 2013, 2014, 2015, 1503, 1504, 1019, 1026 • Information - Kommunikation (2), 1013, 1520 • Forholdet mellem elspot/intraday og regulerkraft	• Sikre tilstrækkelige bud/volumen til regulerkraft (10), 1027, 1503, 1504, 1506, 2003, 2028, 1016, 1017, 1018, 1026 • Information - Kommunikation (4), 1011, 1025, 1502, 2003 • Forholdet mellem elspot/intraday og regulerkraft

Figur 25. Markeder - Regulerkraft-marked. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.3

Regulerkraftmarkedet kendetegner sig ved, at det er den systemansvarlige virksomhed, der beder om at få aktiveret forbrug eller elproduktion til op- eller nedregulering i forhold til kendskab til de samlede forbrugs- og produktionsplaner og prognoser for den systemansvarlige virksomheds kontrolområde.

Afledt af den store udfordring for elspot og intraday, skal det i regulerkraftmarkedet sikres, at der minut for minut er tilstrækkelige ressourcer til at kunne efterbalancere den effekt elspot og intraday ikke balancerer.

Analysen her har vist, at der ikke er FUD-projekter i dansk elforsyning til afklaring af denne udfordring. Til gengæld er der kendskab til driftsaktiviteter hos Energinet.dk og på europæisk plan.

Den største repræsentation af projekter inden for regulerkraftområdets udfordringer ligger i at øge mængden af reserver i elsystemet til regulerkraftformål. Mange af disse projekter har et overlap til øget prisfleksibilitet i elspot og intraday markederne.

Den største mangel på projekter ses, som for elspot/intraday, at være undersøgelser af tekniske og samfundsøkonomiske konsekvenser af en ændret tidsopløsning i elspot/intraday, og dermed et ændret forhold mellem elmarkedernes selvbalancering (hvor elmarkedets parter selv balancerer forbrug og produktion) og balancering i regulerkraftmarkedet. Dernæst mangler også bedre metoder til afregning af små enkeltstående eller aggregerede ressourcer i regulerkraftmarkedet.

I takt med at produktion og forbrug øges i distributionsleddet, vil der tilsvarende blive efterspurgt reguleringsydelser fra dette område. Der er ikke gennemført analyser af, hvad det vil indebære af konsekvens og rolle for distributionsområdet.

Markeder	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Systemydelser - reserver	• Dynamisk tilpasning af reservemængder	• Dynamisk tilpasning af reservemængder (1), 1509 • Sikre tilstrækkelige reservemængder (1), 2045	• Transportkapacitet • Information - Kommunikation	• Sikre tilstrækkelige reservemængder (1), 1013 • Information - Kommunikation (1), 1013 • Afregning	• Sikre tilstrækkelige reservemængder (4), 2005, 1009, 1016, 1017 • Information - Kommunikation (1), 1009 • Afregning

Figur 26. Markeder - Systemydelser-reserver. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.3

Reserver af forskellige slags, fx transiente/momentane reserver, automatiske reserver, frekvensreserver og reserver til opstart fra dødt net, kendetegnes ved, at de står til rådighed i tilfælde af en uforudset hændelse i elsystemet. Det betyder, at der ikke er behov for dem, hvis elsystemet kunne drives uden netfejl eller balanceringsfejl i elmarkederne.

Afledt af usikkerhederne i elmarkederne kan reservemængden derfor også variere i forhold til den aktuelle driftssituation (vind, anlægs vedligeholdelsestilstand, øjeblikkelige transportkapacitet, mv.). Hidtil har et minimumsniveau for reservemængderne været aftalt i europæisk kontekst med begrænset hensyn til den fremtidige forventede dynamik i elsystemet.

Analysen her har vist, at der kun er igangsat ganske få FUD-projekter i dansk elforsyning til afklaring af denne udfordring. Energinet.dk har indtil videre kun foretaget analyser for en kortere tidshorisont, mens der på europæisk plan mangler tekniske analyser af konsekvenserne af en mere dynamisk tilpasning af de forskellige reserver.

Den største repræsentation af projekter inden for reserveområdets udfordringer ligger i at øge mængden af frekvensstyrede reserver i elsystemet.

Der er ikke kendskab til danske FUD-projekter, som ser på konkrete forretningsmodeller for betaling af egenskaber for at sikre tilstrækkelige mængder af de forskellige reserver.

I takt med at forbrugs- og produktionsreserver øges i distributionsleddet, vil der tilsvarende blive efterspurgt reserver fra dette område både til det sammenhængende marked, men givetvis også lokale ”markeder”. Der er ikke gennemført analyser af, hvad det vil indebære af konsekvens og rolle for distributionsområdet.

Markeder	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Systemydelser - systembærende egenskaber	• Levering	• Omfang, Ejerskab • Ødrift		• Levering	

Figur 27. Markeder - Systemydelser-systembærende egenskaber. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.3

Markeder	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Systemydelser - spænding-var regulering		• Omfang, Ejerskab	• Omfang, Ejerskab	• Tilslutningsbestemmelser / Marked	• Tilslutningsbestemmelser / Marked

Figur 28. Markeder - Systemydelser- og spænding-var regulering. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.3

Systembærende egenskaber (inerti, kortslutningseffekt og spændingsregulering, herunder antipendling) er kendetegnet ved, at de skal være til stede, for at elsystemet kan fungere (beskyttes, holdes stabilt og med ensartet spændingskvalitet). Disse egenskaber er derfor nødvendige for såvel elnettet, elproduktionen og for forbruget. Indtil nu er det største bidrag til de systembærende egenskaber kommet fra de centrale kraftværker. Dette er naturligvis historisk betinget.

En af de største udfordringer på vejen mod fremtidens elsystem er først og fremmest, hvor de systembærende egenskaber skal komme fra, hvis eller når de centrale kraftværker ikke er til stede i samme omfang som tidligere. I denne sammenhæng skal der foretages såvel tekniske som samfundsøkonomiske analyser, som ser på konkrete forretningsmodeller for betaling af de egenskaber, der skal være til stede for at sikre en tilstrækkelig stabil elforsyning og høj elkvalitet.

Der er udover de løbende driftsanalyser hos Energinet.dk ikke kendskab til danske FUD-projekter i denne sammenhæng.

Markeder	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Transportkapacitets planlægning		• Større fluktuationer i produktion og forbrug	• Information - Kommunikation • Større fluktuationer i produktion og forbrug	• Information - Kommunikation	• Information - Kommunikation

Figur 29. Markeder - Transportkapacitets planlægning. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.3

Markeder	Produktion	Transmission	Distribution	DER	Prosumers
Transportkapacitets tilpasning		• Special-regulering, Afbrydelighed, tilkobling (Netydelse)	• Transportkapacitet • Information - Kommunikation • Special-regulering, Afbrydelighed, tilkobling (Netydelse)	• Special-regulering, Afbrydelighed, tilkobling (Netydelse) • Information - Kommunikation	• Special-regulering, Afbrydelighed, tilkobling (Netydelse) • Information - Kommunikation

Figur 30. Markeder - Transportkapacitets tilpasning. Udfordringer og projekter. Se bilag B3.3

Håndtering af transportkapaciteten kendetegnes ved, at der kræves planlægning på såvel kort og lang sigt, og at det kræver mulighed for regulering af forbruget. Dette sidste gælder især, hvor problemer med transportkapaciteten ikke kan langtidsplanlægges. Hvor langtidsudviklingen i transportkapaciteten kan håndteres med netforstærkninger eller omlægninger i elnettet, er der sjældent god samfundsøkonomi i at netforstærke for korttidsbegrænsninger i elnettet. Udfordringen er derfor, hvordan korttidsbegrænsninger håndteres på en mere intelligent måde i fremtidens elsystem med mere fluktuerende elproduktion og mere prisfleksibelt elforbrug.

Mens der er stort kendskab til og erfaring med håndtering af flaskehalse mellem prisområder i elspot, er der ingen danske erfaringer med håndtering af lokale og lejlighedsvis flaskehalse i forhold til elmarkedet. I dag håndteres lokale og lejlighedsvis flaskehalse kun teknisk ved at beskytte og udkoble elnettets komponenter i tilfælde af overbelastning, eller hvor det er muligt, planlagt, at tilpasse produktion og forbrug i nødvendigt omfang.

Der er ikke kendskab til danske FUD-projekter, som ser på konkrete forretningsmodeller for håndtering af lokale og lejlighedsvis flaskehalse i elnettet. Der er dog kendskab til netvirksomheders brug af bilaterale aftaler om afbrydelse af store forbrugsenheder (elpatroner på decentrale kraftvarmeværker) i tilfælde af pludseligt opståede flaskehalse i elnettet.

4.3.3. Sammenfatning

Som fundament for integration af fremtidens VE-baserede elproduktion, er det en central udfordring at få decentrale distribuerede ressourcer til at agere mere aktivt i elmarkedet inden for teknisk mulige og samfundsøkonomisk rentable rammer. En forudsætning for dette kræver en vedvarende indsats for at sikre udviklingen af velfungerende engros- og slutbrugermarkeder.

En del af aktiviteterne for systemansvaret håndteres i Energinet.dk's daglige drift og samarbejde på europæisk plan, hvorfor de ikke er opgivet som FUD-projekter i Projektkataloget (Ref. 4) og derfor ikke er indeholdt i denne analyse. Dog ses der et behov for at igangsætte FUD-relaterede projekter med henblik på:

- At fjerne barrierer for at mere forbrug og flere forbrugstyper kan komme til at reagere i forhold til elmarkederne
- Håndtering af de ramper der opstår, når langt mere elforbrug end hidtil kommer på markedsvilkår

I takt med den forventede reduktion i driftstimer på de centrale kraftværker anbefales:

- En øget indsats for at fremme markedsløsninger der tilvejebringer alternative effekt- og energiressourcer i de timer, hvor de centrale kraftværker ikke forventes at køre
- Der gennemføres tekniske og samfundsøkonomiske analyser, som ser på konkrete forretningsmodeller for betaling af de systembærende egenskaber, der skal være til stede for at sikre en tilstrækkelig stabil elforsyning og høj elkvalitet.

På distributionsniveau er der identificeret et behov for markedsrelaterede FUD-projekter, der søger at finde:

- Forretningsmodeller, planlægningsværktøjer og online systemer til håndtering af begrænset transportkapacitet (flaskehalse) på distributionsniveau
- Forretningsmodeller for aktivering af lokal spændings- og var-regulering

For DER og Prosumers er det generelle billede, at en del projekter allerede omhandler:

- Fjernaflæsning af elmålere
- Håndtering af afregningsdata
- Dynamiske tariffer og afgifter
- Integration af flere forbrugstyper i flere markeder, herunder især elspot og regulerkraft

For DER og Prosumers bør det derfor nærmere undersøges, hvilke andre barrierer der eksisterer for at få mere forbrug og flere forbrugstyper til at reagere på markederne.

5. Det videre arbejde

Nærværende rapport over kortlægning af nødvendige indsatsområder for at nå målene for fremtidens elsystem er første bidrag til en samlet dansk koordinering af den fremadrettede indsats. For hurtigere at kunne nå et resultat og skabe et første overblik har Koordinationsudvalget valgt – foreløbigt - kun at fokusere på Smart Grid-relaterede projekter i Energinet.dk's ForskEL og ForskIN programmer, hos Dansk Energi/NTU og internt hos netvirksomhederne. Koordinationsudvalget vil i 2011 arbejde for at inddrage viden om Smart Grid-relaterede projekter fra danske universiteter, forskningsinstitutioner og relevante dele af den danske industri. Koordinationsudvalget er vidende om, at Klima- og Energiministeren har nedsat et Smart Grid Netværk, hvortil der er et delvist overlappende kommissorium til Netværkets gruppe 3. Der vil naturligt blive koordineret med denne gruppe.

På baggrund af den således mere omfattende kortlægning af aktiviteter og gab-analyse for at identificere manglende aktiviteter i forhold til de nødvendige indsatsområder, vil Koordinationsudvalget fortsat anbefale nye opgaver og aktiviteter, som bør igangsættes og løses inden 2025. Endvidere vil Projektkataloget [Ref. 4] blive opdateret med de nye projekter. Koordinationsudvalgets arbejde kan således ses som en kontinuert proces.

Det er endvidere intentionen at undersøge og kvantificere projekternes "Løsningsgrad", altså i hvilken grad de faktisk dækker udfordringen, og i tilstrækkelig grad de formår at opstille brugbare løsninger. Der kan være udfordringer, hvor der er behov for supplerende projekter inden for samme fokusområde, eller der kan være igangværende projekter, der bør ændre fokus. Dette gælder fx, hvor der er mange projekter inden for et specifikt område.

Det er herudover planlagt at se nærmere på, om videndeling i branchen fungerer i tilstrækkelig grad, således at unødvendigt dobbeltarbejde undgås.

6. Referencer

- Ref. 1 Koncept for styring af elsystemet - frem mod Elsystem 2025, Version nr. 9, Rev. nr. 2, November 2010, Energinet.dk, Dok. 82249/09, Sag 09/53.
- Ref. 2 Power to the People - Danmarks energiforbrug CO₂-neutralt i 2050, Dansk Energi, Juni 2009.
http://www.danskeenergi.dk/Aktuelt/Indblik/Power_to_the_people.aspx
- Ref. 3 Smart Grid i Danmark, Dansk Energi, energiselskaber og Energinet.dk, September 2010.
http://www.danskeenergi.dk/Aktuelt/Indblik/Smart_Grid.aspx
<http://energinet.dk/DA/El/Nyheder/Sider/Det-intelligente-elsystem-er-vejen-frem.aspx>
- Ref. 4 Projektkatalog - Igangværende projekter relateret til overskriften ”fremtidens elsystem”, Koordinationsudvalget for Fremtidens Elsystem (Energinet.dk, Dansk Energi, Dong Energy Distribution, TreFor og SydEnergi), 17. August 2010.
http://www.danskeenergi.dk/AndreSider/NetTeknik/Smart_Grid.aspx

Bilag 1: Koordinationsudvalgets kommissorium

Til	Netudvalget Netteknikudvalget Dansk Energi
Fra	NU-formand, Dorthe Vinther NTU formandskab, Bent Poulsen og Anders Vikkelsø Dansk Energi's ledelse, Jørgen Christensen

Kommissorium for "Koordinationsudvalg for fremtidens elsystem"

Formål

Koordinationsudvalget skal sikre fremdrift i udviklingsprojekter frem mod fremtidens elsystem med stor andel af vindkraft, intelligent styring, regulering og overvågning på et tilstrækkeligt og nødvendigt niveau, øget kabellægning, nye produktionstyper og nye forbrugstyper.

Koordinationsudvalgets ansvarsområde er relateret til de tekniske udviklingsprojekter, som berører distributionsniveauet i forbindelse med udvikling af fremtidens elsystem. Mere overordnede problemstillinger for det samlede elsystem inddrages også i det omfang, som det er relevant for de tekniske udviklingsprojekter. Udvalgets koordineringsopgaver omfatter ikke politiske og selskabsøkonomiske forhold.

Koordinationsudvalget skal sikre effektiv koordination og sammenhæng mellem relevante projekter hos Energinet.dk, Dansk Energi og netselskaberne, så ressourceforbruget optimeres totalt set og dobbeltarbejde undgås.

Opgaver

Koordinationsudvalget skal:

- Holde sig velorienteret om relevante udviklingsprojekter hos Energinet.dk, Dansk Energi, netselskaber samt læreanstalter og forskningsinstitutioner.
- Foretage tidsmæssig og indholdsmæssig prioritering mellem relevante fælles projekter.
- Foreslå nye projekter, som udfylder "huller" i forhold til det allerede besluttede.
- Efter behov komme med forslag til justering af projektbeskrivelser for at bidrage til en optimal koordinering.
- Fungere som ambassadører, der fremmer det fælles mål.
- I indstillinger om oprettelse af nye projekter beskrive såvel formål, ressourcer, udgifter og forventede fordele kvantificeret så godt som muligt.

Reference

Koordinationsudvalget refererer til Dansk Energis Netteknikudvalg og Energinet.dk. Energinet.dk har ansvar for tæt koordinering med Energinet.dk's Netudvalg.

Koordinationsudvalget indstiller til Energinet.dk's beslutningsstruktur og til Dansk Energis beslutningsstruktur via Netteknikudvalget.

Koordinationsudvalget må ikke skabe uklarhed om beslutningskompetance hos de bevilligende organer.

Bemanning

Dansk Energis Netteknikudvalg udpeger to medlemmer fra Netselskaberne.

Netudvalget udpeger et medlem fra Netselskaberne.

Energinet.dk udpeger to medlemmer, herunder formand.

Dansk Energi udpeger to medlemmer, herunder sekretær.

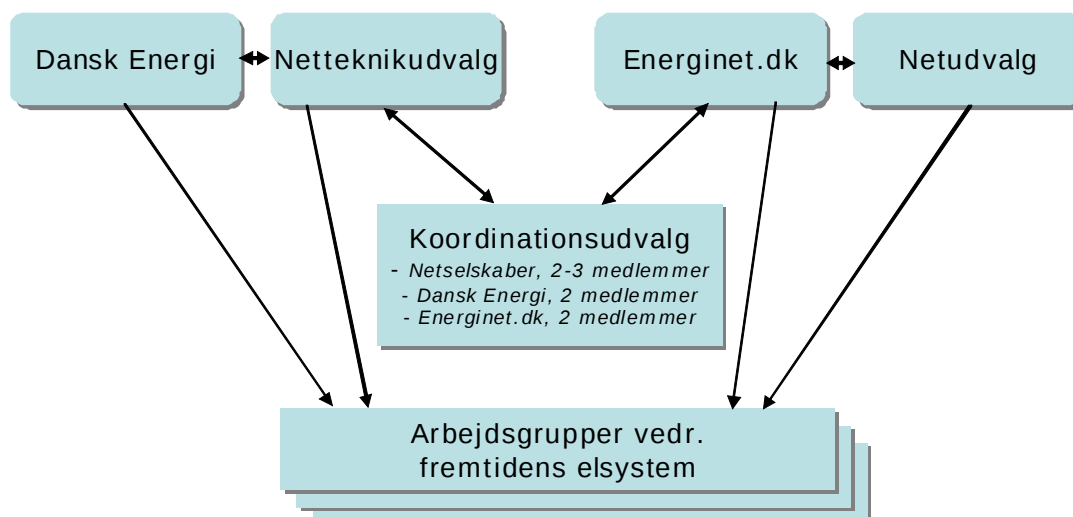
Deltagelse i koordinationsudvalget forventes at andrage ½ mandmåneds indsats pr. år for ordinære medlemmer. Formand og sekretær forventes en indsats på omkring 1 mandmåneds indsats pr. år.

Forretningsorden

Koordineringsudvalget holder møder efter behov, dog mindst fire årlige møder med dato valgt, så der kan afrapporteres/indstilles skriftligt til Dansk Energis Netteknikudvalg og Energinet.dk (som koordinerer med Netudvalget) med udsendelse via sekretariatene senest en uge før møderne i disse fora.

Koordinationsudvalgets medlemmer afholder egne udgifter i forbindelse med udvalgsarbejdet.

Koordinationsudvalget kan nedlægges ved beslutning i Dansk Energis Netteknikudvalg og Energinet.dk, som konsulterer Energinet.dk's Netudvalg.



Bilag 3: Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter

B3.1. Net og Styring

<u>Asset Management</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Distribution	Aldrende net	En stor del af distributionsnettet vil nå sin forventede levealder. Der bliver behov for en øget og mere målrettet vedligeholdelsesindsats og/eller netautomatisering, når leveringskvaliteten skal opretholdes.		2015
Distribution	Tilstands estimering	Der vil være et øget behov for at estimere resterende levetid på komponenter. Hvad betyder en overbelastning for restlevetiden f.eks.		2015

Tabel 1

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Net og Styring

Effekt			Igangsat FUD-projekt	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Produktion	Reguleringsevne MW/Mvar	Produktionsenhedernes (termiske og andre) reguleringsevne skal forøges hvis markederne omdannes til kvarters- eller minut markeder.	1513 EcoGrid - øge distributionssystemets reguleringsmuligheder.	2015
	Reserver	Producenter skal i stigenden grad være i stand til at levere frekvensstøtte.		2015
Transmission	Samtidighed i forbrug	Lastspring som følge af prisskift kan udfordre effektbalancen i systemet.		2020
	Øget op-/nedregulering	Behovet for op- og nedregulering vil stige. Ellagring kan være en del af løsningen.	1003 Er CAES et økonomisk og energimæssig godt alternativ til andre typer af ellagring.? Projektet er afsluttet.	2020
			1008 Korttids energilagre.	
			1023 Demonstrationsprojekt med med Vanadium flow batterier.	
			1505 Projektet skal kortlægge hvor de nødvendige effektreserver skal komme fra i et system med 50 % vedvarende energi.	
			1506 Hvordan skal regulerkraftmarkedet konstrueres så forbrug og mindre enheder kan deltage?	
			1516 Forøgelse af kapacitet på udlandsforbindelser.	
			1517 Forøgelse af kapacitet på udlandsforbindelser.	
			1518 Forøgelse af kapacitet på udlandsforbindelser.	
			2029 Undersøgelse og katalogisering af ellagringsteknologier.	
DER	Reguleringsevne MW/Mvar	Der vil være et øget behov for hurtig effektregulering (ramper) og regulering over et større område (min/max).		2015
	Reserver	Producenter skal i stigenden grad være i stand til at levere momentan frekvensstøtte		2015
	VPP funktionalitet	Decentrale producenter og fleksibelt forbrug, skal bidrage til balancen i systemet ved aggregering.	1027 Konzeptudvikling for VPP og afprøvning.	2015
			1511 Celleprojekt - teknisk agregering af DER og netkomponenter.	
			1513 EcoGrid - teknisk agregering af DER.	

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Net og Styring

<u>Effekt</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
			1523 TWENTIES - teknisk agregering af DER 2005 Demonstration af 15 MW VPP baseret på DER.	
Prosumers	Aktivering af forbrugsled	Der skal etableres mekanismer/tariffer der sikre at det er økonomisk attraktivt at indrette sit elforbrug efter udbud/efterspørgsel af elproduktion i markedet/systemet	1005 Middel store industrier som prisfleksibelt elforbrug.	2015
			1011 Energiudsigt der skal være med til at aktivere boligkunderne.	
			1013 Indirekte styring af fleksible apparater ved udsending af realtids prissignaler.	
			1015 Demonstrationsprojekt med interaktive målere til etablering af priselastisk elforbrug.	
			1016 Projektet skal demonstrere hvorledes gartnerier kan deltage på regulerkraftmarkedet og levere reserver.	
			1017 Udvikling og afprøvning af koncept for vurdering industriens muligheder for at aggere priselastisk og eventuelt levere reguleringsydelser.	
			1018 Kortlægning af mulighederne for prisleastisk elforbrug hos små el-forbrugere.	
			1022 Styring og drift af et distributionsnet med prisfleksibelt elforbrug.	
			1503 Dynamiske afgifter.	
			1513 EcoGrid - intelligent aktivering af forbrug til at opnå effektbalance.	
			2003 Hvordan gøres forbruget fleksibelt hos slutkunderne.	
			2007 LED belysning i gartnerier.	
			2022 Pilotprojekt med udlån af 13 elbiler til kunder.	
			2027 FlexPower – Perspektiver ved dynamiske elpriser.	
			2032 Undersøgelse af konsekvenser ved at oplade elbiler efter spotpriser kontra produktionsmix.	
			2034 Demonstrationsprojekt hvor varmepumper på Als agerer på spotmarkedet.	
			2042 Kommunikation af forbrugsdata til forbrugere så de kan optimere og reducere deres eget forbrug.	

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Net og Styring

<u>Effekt</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
			3002 EDISON: Ladeinfrastruktur til elbiler (identisk med 1007 og 2047)	

Tabel 2

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Net og Styring

<u>Elkvalitet</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Transmission	Forringet spændingskvalitet	Spændingskvaliteten bliver udfordret af faldende kortlutningseffekt og et større harmonisk indhold.		2015
	Forringet spændingsstabilitet	Spændingsstabiliteten udfordres af et færre antal centrale synkrongeneratorer.		2015
Distribution	Forringet spændingskvalitet	Spændingskvaliteten bliver udfordret af faldende kortlutningseffekt og et større harmonisk indhold. Øget decentral produktion vil betyde større spændingsvariation i distributionsnettet.	1511 Celleprojekt - optimal spænding/var-styring i distributionsnettet.	2015
	Leveringskvalitet	Leveringskvaliteten kan blive presset af at materialerelaterede fejl (aldersrelateret) og forøget genetableringstid som følge af decentral produktion.	1511 Celleprojekt - forsyningssikkerhed ved område-ø-drift.	2020
			2002 Forbedring af leveringskvaliteten ved automatiseret restaurering af forsyning ved fejl.	
			2006 Etablering af fjernstyring og overvågning.	
			2017 Hjemtagning af målinger/KI og etablering af fjernstyret kobling/automatation.	
			2019 Hjemtagning af målinger/KI og etablering af fjernstyret kobling/automatation.	
			2033 Registrering af udetid ved anvendelse af Fjernaflæste målere.	
			2037 DSO-pilotprojekt – automatisk hjemtagning af kortslutningsindikatorer.	
			2039 Fjernkontrol og fjernmåling af 10/0,4 kV stationer.	
			2044 Indsamling af meldinger fra kortslutningsindikatorer.	
			3001 Driftoptimeringsprojekt - automatisering af distributionsnettet for at opretholde leveringskvaliteten (identisk med 2024)	

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Net og Styring

<u>Elkvalitet</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
DER	Konverterbaserede generatorer på DER	Konverterbaserede generatorer vil kun i begrænset omfang bidrage til kortslutningseffekten og have (uden ekstra krav) negativ indflydelse på det harmoniske indhold.		2015
Prosumers	Konverterbaserede apparater	Konverterbaserede apparater vil have negativ indflydelse på det harmoniske indhold, samtidig med at korslutningsniveauet falder.		2015

Tabel 3

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Net og Styring

Måling			Igangsæt FUD-projekt	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Distribution	Fjernaflæste målere	Forbrugsledet skal afregnes på basis af time eller kvartersmålinger hvis det skal være prisfleksibelt	2011 Etablering af fjernaflæste time-målere.	2015
			2018 Etablering af fjernaflæste time-målere.	
			2021 Etablering af fjernaflæste time-målere.	
			2023 Etablering af fjernaflæste time-målere.	
			2035 Etablering af fjernaflæste time-målere.	
			2036 Etablering af fjernaflæste time-målere.	
			2040 Etablering af fjernaflæste time-målere.	
			2041 Etablering af fjernaflæste time-målere.	
	Øget målebehov	Der er behov for viden om aktuel produktion, forbrug og belastning af net, og reguleringsevne (effekt og tid).	3001 Anvendelse af timeværdier som grundlag for tabsoptimering, dimensionering og leveringssikkerhed (identisk med 2024)	
	Øget målebehov	Der er behov for viden om aktuel produktion, forbrug og belastning af net, og reguleringsevne (effekt og tid).	2006 Etablering af fjernaflæste time-målere.	2015
DER	Øget målebehov	Der er behov for viden om aktuel produktion, og reguleringsevne (effekt og tid)		2015

Tabel 4

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Net og Styring

Netkapacitet			Igangsat FUD-projekt	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Distribution	Belastningsstigning	Lokalt vil der ske en stor belastningsstigning ved introduktion af varmepumper og elbiler.	2004 Analyse af belastningsudvikling og konsekvenser for distributionsnettet ved elbiler og varmepumper.	2015
	Online nettarif, og kommunikation heraf	Netvirksomhederne skal beregne og udsende information om aktuel og kommende nettarif, således forbruget placeres uden om spidslasten i nettet.	1022 Styring og drift af et distributionsnet med prisfleksibelt elforbrug.	2020
			1504 Dynamiske nettariffer.	
	Samtidig i forbrug	Samtidigheden af forbruget vil stige i takt med introduktion af varmepumper og at en del af elforbruget bliver prisfleksibelt. Porteføljeoperatører vil bidrage til samtidigheden.	1510 Flaskehalse som følge af øget og samtidigt forbrug til elbiler og varmepumper.	2020
			1514 Demonstration af elbilers indpasning i distributionsnettet.	
			2017 Hjemtagning af strøm og spændingsmålinger.	
			2022 Pilotprojekt med udlån af 13 elbiler til kunder.	
			2030 Anvendelse af timeværdier som grundlag for tabsoptimering, dimensionering og leveringssikkerhed.	
			3002 EDISON: Ladeinfrastruktur til elbiler (identisk med 1007 og 2047)	
Prosumers	Samtidig i forbrug	Samtidigheden af forbruget vil stige i takt med introduktion af varmepumper og at en del af elforbruget bliver prisfleksibelt. Porteføljeoperatører vil bidrage til samtidigheden.	1513 EcoGrid - intelligent aktivering af forbrug for at undgå flaskehalse.	2015
			2010 Kørselsmønstre, kørselsbehov og indpasning i elsystemet afprøves, for at vise hvorledes elbiler kan indfases i energisystemet	
			2020 Opsætning af ladestandere med mulighed for blokering ved overbelastning i nettet.	

Tabel 5

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Net og Styring

<u>Prognoser, driftplaner</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Produktion	Forberedelse til lastspring/-regulering	Det øgede behov for reguleringer/lastspringsevne vil kræve at der sendes signaler til producenterne om forberedelse til regulering på basis af vindprognoser.	1523 TWENTIES - stormfront	2015
Transmission	Planlægnings grundlag	Der hersker stor usikkerhed om hvorledes produktionsapparatet og elforbruget vil se ud i fremtiden. Der skal udvikles nye metoder til planlægning og udbygning af elnettet.	1507 Hvordan ser verden ud i 2030? 1508 Hvordan ser verden ud i 2050?	2015
	Prognoser/erfaringer	Prognoser skal forbedres, specielt fleksibelt elforbrug og vindproduktion.		2015
Distribution Distribution	Korttids-prognoser for netbelastning	Der er behov for viden om forbrug (historisk) for at kunne opstille prognoser for hvorledes nettet vil blive belastet i de kommende drifttimer. Online målinger skal kombineres med korttidsprognoser for at give overblik over aktuel tilstand og tilstand i de kommende timer.	1511 Celleprojekt - beregning af driftplaner til aktivering af foruddefinerede tekniske funktioner. 3001 Anvendelse af tidsserier fra timemålere til opstilling af driftsplaner for netbelastning (identisk med 2024)	2015
	Planlægnings grundlag	Der hersker stor usikkerhed om hvorledes produktionsapparatet og elforbruget vil se ud i fremtiden. Der skal udvikles nye metoder til planlægning og udbygning af elnettet.		2015
DER	Forberedelse til lastspring/-regulering	Det øgede behov for reguleringer/lastspringsevne vil kræve at der sendes signaler til producenterne om forberedelse til regulering på basis af vindprognoser.	1511 Celleprojekt - forberedelse til kritisk drifttilstand. Ultimativt overgang til område-ø-drift.	2020

Tabel 6

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Net og Styring

<u>Reguleringsydelser</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
DER	Aggregering af anlæg	Anlæg skal aggregeres i VPP.	1511 Celleprojekt - Teknisk VPP.	2015
			1513 EcoGrid - Teknisk VPP.	
			1523 TWENTIES - VPP (power hub)	
Prosumers	Aggregering af anlæg	Apparater skal aggregeres i VPP.	1014 Udviklings- og demonstrationsprojekt med styring af varmepumper i 10 husstande.	2015
			1025 Styring af elforbruget i varmepumper efter lokale netforhold og systemets balance.	
			1027 Konzeptudvikling for VPP og afprøvning.	
			3002 EDISON: Ladeinfrastruktur til elbiler (identisk med 1007 og 2047)	
	Plug & Play - løsninger	Apparater skal have plug&play funktionalitet op mod balanceansvarlige.		2020

Tabel 7

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Net og Styring

<u>Styring</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Transmission	Systemværn	Under nøddriftssituationer skal systemansvaret have mulighed for at aktivere regulering af produktions/forbrugs-enheder gennem en aggregator.	1523 TWENTIES	2020
Distribution	Netværn	Netværn skal sikre at netvirksomheden kan koble med forbrug/produktion hvis der er fare for overbelastning af nettet.	1513 EcoGrid - prissignal til håndtering af flaskehalse. 3001 Driftoptimeringsprojekt - Automatiserede omlægninger af hensyn til belastning (identisk med 2024)	2015
DER	Automatisering	Styring af DER enheder skal gøre deres tekniske egenskaber tilgængelige og til gavn for systemet.	1511 Celleprojekt - aktivering af foruddefinerede tekniske funktioner	2015
Prosumers	Automatisering	Forbrugerne skal ikke manuelt foretages sig noget, alt skal være automatisk styret af en house controller eller en balanceansvarlig.	1014 Udviklings- og demonstrationsprojekt med styring af varmepumper i 10 husstande.	2015
			1513 EcoGrid - Automatisering og direkte styring.	
			2003 Hvordan gøres forbruget fleksibelt hos slutkunderne.	
	Komfort	Fleksibilitet i elforbruget må ikke have væsentlige negative konsekvenser for komforten. Hvordan sikres dette og med hvilke apparater?	2028 Intelligent fjernstyring af individuelle varmepumper der samtidigt sikrer systemydelse og komfort.	2015
	Tilgængelighed af online energipris og nettarif	Forbrugerne og deres apparater (eller balanceansvarlig) skal have information om aktuel og kommende nettarif, således forbruget placeres uden om spidslasten i nettet.	1513 EcoGrid - Generering og distribution af sammensat prissignal til prosumer.	2015
			2003 Hvordan gøres forbruget fleksibelt hos slutkunderne.	
			2042 Kommunikation af forbrugsdata til forbrugere så de kan optimere og reducere deres eget forbrug.	

Tabel 8

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Net og Styring

Systemydelser			Igangsæt FUD-projekt	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Produktion	Imitering af synkron generator	Udfasningen af store synkrogeneratorer kan betyde at det bliver nødvendigt at også inverterbaserede produktionsanlæg leverer ydelser som som synkron generatorer, herunder også levering af inert.		2020
	Reguleringsevne MW/Mvar	Der vil være et øget behov for hurtig effektregulering (ramper) og regulering over et større område (max/min).	1002 Etablering af turbine-bypass på Thisted og Sønderborg kraftvarmeværk. 1522 Tekniske forskrifter skal tilpasses den nye virkelighed	2015
Transmission	Kortslutningseffekt	En eventuelt reduceret kortslutningseffekt udfordrer spændingskvaliteten og HVDC forbindelsernes filtre og drift.		
	Reserver	Behovet for reserver og reguleringsydelser vil stige når produktionen i stigende grad baseres på vedvarende energi.	1003 Er CAES et økonomisk og energimæssig godt alternativ til andre typer af ellagring? Projektet er afsluttet. 1008 Korttids energilagre. 1023 Demonstrationsprojekt med med Vanadium flow batterier.	2020
	Spændingsregulering	Øget effekttransport i transmissionsnettet og decentral produktion kan udfordre spændingsreguleringen.	1523 TWENTIES - VAR injektion på transmissionsniveau	
	Øget op-/nedregulering	Der vil være et generelt større behov for reguleringsydelser	1509 Etablering af grundlag for et bredt udbud af reguleringsydelser i elsystemet. 2012 Etablering og drift af 16 MW op- og nedreguleringsanlæg i Assens. 2013 Etablering og drift af 20 MW opreguleringsanlæg i Fragude. 2014 Etablering og drift af 16 MW op- og nedreguleringsanlæg i Kratholm. 2015 Etablering og drift af 16+10 MW opreguleringsanlæg i OUH.	2015
Distribution	Kortslutningsbeskyttelse	Kortslutningsbeskyttelsen skal redesignes hvis kortslutningseffekten falder væsentligt og der kommer meget decentral produktion.		2020

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Net og Styring

<u>Systemydelser</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
DER	Bidrag til systemydelser fra DER	De decentrale produktionsenheder skal i stigende omfang bidrage til opretholdelse af stabilitet og balance i elsystemet.	1004 Kan varmepumper i kraftvarmeværker bidrage til fleksibiliteten og effektiviteten i energisystemet? Demonstrationsprojekt med 2 fuldskala varmepumper i eksisterende kraftvarmeværker.	2020
			1511 Celleprojekt -intelligent mobilisering af DER.	
			1511 Celleprojekt -intelligent mobilisering af DER.	
Prosumers	Reserver	Forbrugsledet kan deltage i levering af systemydelser som frekvensstøtte mm.	1009 Elforbrug som frekvensstyret reserve (identisk med 2045).	2020

Tabel 9

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Net og Styring

<u>Tilstandsestimering</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Transmission	Online stateestimator for net og produktion	Systemansvaret skal have online information om nettets tilstand, aktuel produktion/forbrug og aktuel reguleringsevne hos forbrugere/producenter.	1512 Early warning system.	2015
			1521 Demonstration og udvikling af PMU/WAMS til driftsstøtte formål.	
Distribution	Måling og online beregning	Hvis nettet skal drives tættere på dimensioneringsgrænserne, kræves online målinger og beregning af værdier for manglende målepunkter	1513 EcoGrid - monitoring af flaskehalse.	2015
			1523 TWENTIES	
			2001 Power Pit: Målinger og beregninger til estimering af tilstanden i 10 kV net.	
			2038 Etablering af fjernkontrol i 0,4 kV nettet.	
			2039 Fjernkontrol og fjernmåling af 10/0,4 kV stationer med langsigtet mål at se på automatisering	
	Netværn	Der skal opbygges ekspertsystemer der automatisk ud fra målinger og online beregninger kan generere alarmer, styre apparater og foretage preventive udkoblinger i tilfælde af overbelastninger af nettet.	1001 Anvendelse af agentteknologi til implementering af fleksible styringsstrategier (omkoblinger) for distributionsnettet.	2015
			1022 Styring og drift af et distributionsnet med prisfleksibelt elforbrug.	
			1511 Celleprojekt - optimering af netkapacitet (flaskehalse, spændingsgrænser).	
	Online stateestimator for net og produktion	Hvis nettet skal drives tættere på dimensioneringsgrænserne, kræves online målinger og beregning af værdier for net og produktion	1511 Celleprojekt - optimering af netdrift.	2015
	Måling og online beregning	Hvis nettet skal drives tættere på dimensioneringsgrænserne, kræves online målinger og beregning af værdier for manglende målepunkter	1513 EcoGrid - monitoring af flaskehalse.	2015
			1523 TWENTIES	
			2001 Power Pit: Målinger og beregninger til estimering af tilstanden i 10 kV net.	
			2038 Etablering af fjernkontrol i 0,4 kV nettet.	
	Netværn	Der skal opbygges ekspertsystemer der automatisk ud fra målinger og online beregninger kan generere alarmer, styre apparater og foretage preventive	2039 Fjernkontrol og fjernmåling af 10/0,4 kV stationer med langsigtet mål at se på automatisering	2015
			1001 Anvendelse af agentteknologi til implementering af fleksible styringsstrategier (omkoblinger) for distributionsnettet.	

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Net og Styring

<u>Tilstandsestimering</u>			<u>Igangsæt FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
		udkoblinger i tilfælde af overbelastninger af nettet.	1022 Styring og drift af et distributionsnet med prisfleksibelt elforbrug.	
			1511 Celleprojekt - optimering af netkapacitet (flaskehalse, spændingsgrænser).	
	Online stateestimator for net og produktion	Hvis nettet skal drives tættere på dimensioneringsgrænserne, kræves online målinger og beregning af værdier for net og produktion	1511 Celleprojekt - optimering af netdrift.	2015

Tabel 10

B3.2. Kommunikation

<u>Datasikkerhed</u>			<u>Igangsæt FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Produktion	Datasikkerhed sbarrierer	Sikring af adgang til systemer - herunder håndtering af firewalls. (Datasikkerhed: Hvem har adgang til hvad og sikkerhed for at data ikke ændres undervejs.)		2015
	Dataintegritet	Sikring af at oprindelig information er intakt		2015
	Data-/rolleadgang			2015
Transmission	Datasikkerhed sbarrierer		1515 Konceptudvikling, udvikling sker i Datahub-projekt	2015
	Dataautensitet	Sikring at modtager/afsender er korrekt identificeret - håndteres bl.a. vha. certifikater, public-private keys, etc.	1515 Konceptudvikling, udvikling sker i Datahub-projekt	2015
Distribution	Datasikkerhed sbarrierer			2015
	Dataautensitet			2015
DER	Data-/rolleadgang	Styring og prioritering af rettigheder til adgang til information - tildeling af roller/profiler (skrive/læst/redigere/mv.) - Roll Based Access Control	1021 Input til standardisering 1513 EcoGrid - rollebaseret adgang til de enkelte enheder	2015
	Datasikkerhed sbarrierer			2015
	Dataintegritet			2015
Prosumers	Datasikkerhed sbarrierer			2015
	Dataintegritet		1024 Test af VPN- og server-adgangs-løsninger 1515 Konceptudvikling	2015
	Data-/rolleadgang		1513 EcoGrid - rollebaseret adgang til de enkelte enheder	2015

Tabel 11

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Kommunikation

<u>Informationsmodeller</u>			<u>Igangsæt FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Produktion	Fælles informationsmodel for alle			2015
Transmission	Fælles informationsmodel for alle			2015
Distribution	Fælles informationsmodel for alle		1515 Konceptudvikling	2015
DER	Fælles informationsmodel for alle		1020 Udvikling , modellering og test af drifts-, service og vedligeholdsfunktioner på CHP iht. 61850-7 og input til standardisering	2015
			1012 fælles informationsmodeller, aggregering af information, 61850 og CIM	
			1513 EcoGrid - IEC 61850-7-X søges anvendt overalt	
Prosumers	Fælles informationsmodel for alle	Sprog og syntax, hvordan objekter/information er opbygget. (Informationsmodeller: Hvilke informationer udveksles og hvordan de tolkes.)	1024 Modellering af VP iht. 61850-7	2015
			1513 EcoGrid - IEC 61850-7-X søges anvendt overalt	

Tabel 12

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Kommunikation

<u>Protokolstandarder</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Produktion	Valg , test og udvikling af protokol til andre aktører	Transportmidlet til at flytte/sendte informationen. (Protokolstandarder: Hvordan information udveksles.)		2015
Transmission	Valg , test og udvikling af protokol til prod., DSO, DER, markedsakt			2015
Distribution	Valg , test og udvikling af protokol til DER, elmålere, Distributions-Automation		2031 Test af protokol til styring og overvågning i distribution	2015
DER	Valg , test og udvikling af protokol til andre aktører	Andre: f.eks. fælles operatørselskab, vedligeholdelsesselskab, maredsaktører, mv.	1020 analyse and develop a concept for remote supervision of Combined Heat and Power plants.	2015
Prosumers	Valg , test og udvikling af protokol til andre aktører			2020

Tabel 13

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Kommunikation

<u>Systemarkitektur</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Transmission	Tidssynkronisering i hele systemet	Sikre af alle altid bruger samme tid. (Systemarkitektur: Hvilke enheder udfører hvilke funktioner og hvor.)		2015
	Hardware arkitektur	Sikring af opetider på IT-systemer. Arkitektur ift. single-point of failure, redundanse, datasikkerhed, fleksibilitet ifht. aktører, fall-back		2020
	Styre/kontrol arkitektur	F.eks. hierarkisk agent-strukturer med aggregering af mange enheder ift. net- eller markedsstrukturer		2020
Distribution	Hardware arkitektur		2031 Valg og test af hardware	2020
	Styre/kontrol arkitektur		1012 TekniskVPP	2020
			1520 Test af VAr-styring med CHP i distributionsnet (EnergiMidt)	
			2031 Valg og test af arkitektur	
			1513 EcoGrid - teknisk VPP og kommerciel VPP - begge med agentteknologi	
			1511 Celleprojekt - Udviklet teknisk Vpp med agentteknologi	

Tabel 14

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Kommunikation

<u>Systemssikkerhed</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Transmission	Fall-back strategier/retningslinjer o.f. virus, hack, HW-fejl, SW-fejl, manglende kompatibilitet	Sikre overlevelse i tilfælde af uønskede/unormale hændelser (Systemssikkerhed: Hvordan håndteres unormale situationer (fejl, hack, virus, mv.).)		2015
		Datasikkerhedsstrategi - National strategi		2015
Distribution	Fall-back strategier/retningslinjer o.f. virus, hack, HW-fejl, SW-fejl, manglende kompatibilitet			2015
		Datasikkerhedsstrategi - National strategi		2015

Tabel 15

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Kommunikation

<u>Teleinfrastruktur</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Transmission	Valg , test, udvikling ifht. data- og system-sikkerhed og arkitektur	Kommunikation fra elsystem til Produktion/DER/Prosumer. Netværkslag: Fiber, PLC, WiFi, WiMAX, GPRS, ADSL, Internet, MPLS, osv. (Teleinfrastruktur: Valg af bæreinfrastuktur og hvordan denne konfigureres.)		2015
		Det er vigtigt, at Transmission og Distribution koordinerer denne emne med markedsaktører		2015
Distribution	Valg , test, udvikling ifht. data- og system-sikkerhed og arkitektur			2015

Tabel 16

B3.3. Markeder

<u>Elspot-marked</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Produktion	Gate closure i 24 timers marked balancerer markedet op til 36 timer før sidste driftstime	Gateclosure i et 24 timers day-ahead marked vil give større ubalancer med størr andel fluktuerende elproduktion (især vindkraft). For produktionen er udfordringen ved ændret gateclosure, hvor tæt på driftsøjeblikket central produktion kan opstartes		2015
Transmission	Ramping	For store ændringer i markedet (især ændringer i forbrug) kan medføre frekvensproblemer og ubalancer fordi den klassiske produktion ikke kan følge med. Størrelsen på ændringen i spotmarked fra periode til periode (tidsopløsning)		2015
	Kobling og harmonisering af europæiske elmarkeder	Det er nødvendigt, at have gode koblinger mellem markederne i Europa for at optimere udnyttelsen af VE-produktion på tværs i af grænser.		2015
	Aggregerede planer fra Prosumers og VPP	Der er behov for, at ave tilstrækkelig viden om både produktion og især det fleksible forbrug til at kunne forudse den endelige balance og behovet for reserver. Det er dog ikke hensigtsmæssigt, at modtage planer fra samtlige ressourcer. Krav til balanceansvarlige om at aggregere planer fra mange aktører??		2015

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Markeder

<u>Elspot-marked</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Distribution	Transportkapacitet	Distributionsselskab kan få behov for at tildele/begrænse transportkapacitet i distributionsnettet. Udfordringen er, at dette begrænser maredsaktørernes brug af ressourcerne i elspot.		2020
DER	Gate closure i 24 timers marked balancerer markedet op til 36 timer før sidste driftstime	Gateclosure i et 24 timers day-ahead marked vil give større ubalancer med størr andel fluktuerende elproduktion (især vindkraft). For DER er udfordringen at de ikke har etableret beredskab til at følge markedet flere gange dagligt.		2015
Prosumers	Aggregering af planer	Krav til balanceansvarlige om at aggregere planer fra mange aktører. Slutbrugeren forventes at overdrage styring af fleksibelt forbrug til markedsaktører.		2015
	Afregning	Slutbrugeren skal kunne afregnes efter samme tidsopløsning, som i elspot, så de frit kan vælge markeds produkt. Gælder både aflæsning og videresendelse af aflæste energimålinger til markedsaktør (ikke bundet af skabelon).	1502 Datahub. Er med til at understøtte et nødvendigt informationsbehov men ikke hele behovet	2015
	Gate closure i 24 timers marked balancerer markedet op til 36 timer før sidste driftstime	Gateclosure i et 24 timers day-ahead marked vil give større ubalancer med størr andel fluktuerende elproduktion (især vindkraft). For Prosumer er udfordringen at de ikke forventes at følge markedet løbende.		2015
	Øge prisfleksibilitet	Skabe incitament til af aggere prisfleksibelt (bruge strøm når det er billigt - og slukke, når den er dyr.)	1503 Dynamiske afgifter. Er en del af den nødvendige fleksibilitet der er nødvendigt	2020

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Markeder

<u>Elspot-marked</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
			1504 Dynamiske tariffer. Er en del af den nødvendige fleksibilitet der er nødvendigt	
			1513 (EcoGridEU) Projektet skal grandskes nærmere for at få afdækket hvilke markedsmaessige udfordringer denne dækker over	
			2028 Integrering af varmepumper - Kan være med til at understøtte markeder med kortere tidsperiode og gate closure	
			2034 Integrering af varmepumper - Kan være med til at understøtte markeder med kortere tidsperiode og gate closure	
			1015 Interaktive målere til aktivering af elforbrug - Bidrag til at Løse udfordring.	
			1010 Afprøve integreret energisystem 100% VE-forsyning uden ubalancer - Skabes flere udfordringer med denne???	
			2009 Integration af solcelle produktion i markedssystemer?	

Tabel 17

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Markeder

<u>Intraday-marked</u>			<u>Igangsæt FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Transmission	Forholdet mellem elspot/intraday og regulerkraft	Hvor meget skal selvbalanceres i elspot/intraday i forhold til hvor meget der verlades til regulerkraft. I dag handles kun ganske lidt i intraday, samtidigt er der en grænse for hvor meget der kan ændres i regulerkraft i fremtiden. Enten er der ikke reserver nok eller også kan man ikke regulere hurtigt nok.		2015
	Transportkapacitet	Principper for håndtering af transportkapacitet med den ændrede produktionssammensætning (og placering) og den øgede markeds kobling på tværs i Europa - specielt transportkapacitet til intra-day handel.		2015
	Ramping	For store ændringer i markedet (især ændringer i forbrug) kan medføre frekvensproblemer og ubalancer fordi den klassiske produktion ikke kan følge med. Størrelsen på ændringen i intra-day fra periode til periode (tidsopløsning).		2015
Distribution	Transportkapacitet	Transportkapacitet i mindre geografiske områder - i princippet helt ned på radialniveau. Distributionsselskab kan få behov for at tildele/begrænse transportkapacitet i distributionsnettet. Udfordringen er, at dette begrænser maredsaktørernes brug af ressourcerne i intra-day.		2020
DER	Forholdet mellem elspot/intraday og regulerkraft	Hvor meget skal selvbalanceres i elspot/intraday i forhold til hvor meget der verlades til regulerkraft. Evt. større krav til selvbalancering kræver den balanceansvarlige kan kommuniker med alle sine DER.		2020
Prosumers	Forholdet mellem elspot/intraday	Hvor meget skal selvbalanceres i elspot/intraday i forhold til hvor meget der verlades til regulerkraft. Evt. større krav til selvbalancering kræver	1027 Virtuel kraftværk (VPP - mange små) Kan være med til at understøtte markeder med kortere tidsperiode og gate closure	2020

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Markeder

<u>Intraday-marked</u>			<u>Igangsæt FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
	y og regulerkraft	kommunikation og mere viden til den balanceansvarlige	2028 Integrering af varmepumper - Kan være med til at understøtte markeder med kortere tidsperiode og gate closure	
			2034 Integrering af varmepumper - Kan være med til at understøtte markeder med kortere tidsperiode og gate closure	
	Information - Kommunikation	De balanceansvarlige vil i langt højere grad få behov for, at tilvejebringe nødvendigt og aktuel information om kunden.	1011 Energy forecast	2015
			1025 Integrering af varmepumper - Kan være med til at understøtte markeder med kortere tidsperiode og gate closure	

Tabel 18

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Markeder

<u>Regulerkraft-marked</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Produktion	Sikre tilstrækkelige bud/volumen til regulerkraft	Det er en udfordring for de Centrale CHP, hvis aktiveringstiderne eller perioderne er for korte.		2015
Transmission	Sikre tilstrækkelige bud/volumen til regulerkraft	Aktivering af mange aktører (bud). Omfanget af regulerkraftbehovet øges i takt med dne øgede mængde fluktuerende produktion		2015
	Forholdet mellem elspot/intraday og regulerkraft	Evt. ændret gate closure for intraday giver ændret tid til håndtering af regulerkraft. Kan nødvendiggøre fuld automaticering og sammensmeltning af manuel regulerkraft og LFC ("Load Frequency Control" - automatisk regulering).		2015
	Kobling og harmonisering af europæiske elmarkeder	Behov for at udnyttes ressourcer på tværs af grænser, inkl. udjævning af ubalancer mellem områder (modsatrettede ubalancer).		2020
Distribution	Specialregulering, Afbrydelighed, tilkobling (Netydelse)	Behov for at afklare marked/forretningsmodeller for hvordan produktion og forbrug evt. skal justeres i mindre geografiske områder - princippet helt ned på radialniveau (flaskehalse).		2020
DER	Sikre tilstrækkelige bud/volumen til regulerkraft	Flere DER skal byde ind på regulerkraft.	1013 Dynamisk tilpasning af produktion fra mange mindre produktionsanlæg	2015
			2012 Regulerkraftanlæg - levere regulerkraft og systemydelser?	
			2013 Regulerkraftanlæg - levere regulerkraft og systemydelser?	
			2014 Regulerkraftanlæg - levere regulerkraft og systemydelser?	
			2015 Regulerkraftanlæg - levere regulerkraft og systemydelser?	

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Markeder

<u>Regulerkraft-marked</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
			1503 Dynamiske afgifter. Er en del af den nødvendige fleksibilitet der er nødvendigt	
			1504 Dynamiske tariffer. Er en del af den nødvendige fleksibilitet der er nødvendigt	
			1019 Indpasse vindkraft i elmarkedet - Bidrag eller løser dette reelt ikke en udfordring men mere af det samme!	
			1026 Kombination af vindkraft og varmepumper. Løser reelt ikke en udfordring men mere af det samme!	
	Information - Kommunikation	De balanceansvarlige vil i langt højere grad få behov for, at tilvejebringe nødvendigt og aktuel information om kunden.	1013 Dynamisk tilpasning af produktion fra mange mindre produktionsanlæg	2015
			1520 Kommunikationssystem til integration af mere decentral produktion	
	Forholdet mellem elspot/intraday og regulerkraft	Flere skal kunne aktivere deres reserver automatisk og de skal kunne køre varierende delast (efter setpunkt)		2020
Prosumers	Sikre tilstrækkelige bud/volumen til regulerkraft	Flere Prosumers skal aktiveres i forhold til regulerkraft.	1027 Virtuel kraftværk (VPP - mange små) Kan være med til at understøtte markeder med kortere tidsperiode og gate closure	2020
			1503 Dynamiske afgifter. Er en del af den nødvendige fleksibilitet der er nødvendigt	
			1504 Dynamiske tariffer. Er en del af den nødvendige fleksibilitet der er nødvendigt	
			1506 Rammer for regulerkraftmarked for tilgang af forbrug. Er en del af den nødvendige fleksibilitet der er nødvendigt	
			2003 Fleksibel elforbrug indpasning	
			2028 Integrering af varmepumper - Kan være med til at understøtte markeder med kortere tidsperiode og gate closure	
			1016 Elforbrug som reserver. Bidrag til at løse udfordring!	

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Markeder

<u>Regulerkraft-marked</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
			1017 Elforbrug fra industri som reserver. Bidrag til at løse udfordring!	
			1018 Elforbrug som reserver. Bidrag til at løse udfordring!	
			1026 Kombination af vindkraft og varmepumper. Løser reelt ikke en udfordring men mere af det samme!	
	Information - Kommunikation	De balanceansvarlige vil i langt højere grad få behov for, at tilvejebringe nødvendigt og aktuel information om kunden.	1011 Energy forecast	2015
			1025 Integrering af varmepumper - Kan være med til at understøtte markeder med kortere tidsperiode og gate closure	
			1502 Datahub. Er med til at understøtte et nødvendigt informationsbehov men ikke hele behovet	
			2003 Fleksibel elforbrug indpasning	
	Forholdet mellem elspot/intraday og regulerkraft	Flere skal kunne aktivere deres reserver automatisk og evt. kunne levere varierende forbrug/produktion (efter set-punkt)		2020

Tabel 19

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Markeder

<u>Systemydelse - Reserver</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Produktion	Dynamisk tilpasning af reservemængder	Det kan være en udfordring for de centrale k/v hvis planlægningshorisonten reduceres.		2015
Transmission	Dynamisk tilpasning af reservemængder	Varierende sammensætning af produktion og øget markedskobling i Europa kan øge behovet for løbende tilpasning af effekt-reservemængder. Dette handler også om tilpasning af mængden til det reelle behov.	1509 Systemydelsesprojekt. Tilstrækkeligt?	2015
	Sikre tilstrækkelige reservemængder	Sikre tilstrækkelige reservemængder.	2045 Indpasse forbrug til at levere reserver	2015
Distribution	Transportkapacitet	Hvis reserver skal være tilgængelig via distributionsnettet skal der være systemer der sikrer transportmulighed. reserver i distributionsnet kan ikke aktiveres uden hensyn til netkapacitet.		2015
	Information - Kommunikation	Distribution har behov for information om udbud af reserver fra aktørerne		2015
DER	Sikre tilstrækkelige reservemængder	Der skal skabes incitament gennem krav og nye forretningsmodeller/markeder	1013 Dynamisk tilpasning af produktion fra mange mindre produktionsanlæg	2015
	Information - Kommunikation	Tilvejebringe nødvendigt og aktuel information til aktøren	1013 Dynamisk tilpasning af produktion fra mange mindre produktionsanlæg	2015
	Afregning	Behov for forretningsmodel for afregning af ydelsen i forhold til aktøren.		2015
Prosumers	Sikre tilstrækkelige reservemængder	Der skal skabes incitament gennem krav og nye forretningsmodeller/markeder. Skal automatiseres for at aktøren kan finde dette	2005 Integration af vindkraft - En del af "Twenties"-projekt	2020
			1009 Elforbrug som frekvensstyret reserve	

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Markeder

<u>Systemydelser - Reserver</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
	der	interessant.	1016 Elforbrug som reserver. Bidrag til at løse udfordring!	
			1017 Elforbrug fra industri som reserver. Bidrag til at løse udfordring!	
	Information - Kommunikation	Tilvejebringe nødvendigt og aktuel information til aktøren	1009 Elforbrug som frekvensstyret reserve	2015
	Afregning	Behov for forretningsmodel for afregning af ydelsen i forhold til aktøren.		2015

Tabel 20

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Markeder

<u>Systemydelser - Spænding- var regulering</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Transmission	Omfang, Ejerskab	Koncept skal videreudvikles og behov afdækkes? Behovet ændres pga. færre centrale k/v og øget behov for spændings/var optimering (mindre tab og øget transportkapacitet).		2015
Distribution	Omfang, Ejerskab	Koncept skal videreudvikles og behov afdækkes? Behovet ændres pga. øget produktion og mere forbrug og øget behov for spændings/var optimering (mindre tab og øget transportkapacitet).		2015
DER	Tilslutningsbe- stemmelser / Marked	Behov for at udvikle produkter/systembærende egenskaber som efterspørges.		2015
Prosumers	Tilslutningsbe- stemmelser / Marked	Behov for at udvikle produkter/systembærende egenskaber som efterspørges.		2020

Tabel 21

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Markeder

<u>Systemydelser - systembærende egenskaber</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Produktion	Levering	Behov for at udvikle produkter/systembærende egenskaber som efterspørges.		2015
Transmission	Omfang, Ejerskab	Behov for afklaring om forretningsmodeller for fremskaffelse af tilstrækkelige systembærende egenskaber (f.eks. inert, kortslutningseffekt, nødstart)		2015
	Ødrift	Behov for nærmere undersøgelse af potentialet i overgang til ødrift og brug af decentrale ressourcer (i celler) til start fra dødt net.		2015
DER	Levering	Behov for at udvikle produkter/systembærende egenskaber som efterspørges.		2015

Tabel 22

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Markeder

<u>Transportkapacitets planlægning</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Transmission	Større fluktuationer i produktion og forbrug	Stor tilgang af nyt fluktuerende elproduktion og styrbart forbrug kræver en model til at forudsige behov (bedre prognoser).		2015
Distribution	Information - Kommunikation	Systemer til at informere aktører om flaskehalse i distributionsnettet som berører den enkelte aktør!		2015
	Større fluktuationer i produktion og forbrug	Koncept til at planlægge mulig transportkapacitet og forudsige flaskehalse i distributionsnettet i forhold til de almindelige markedsbehov. Forudsige om der er plads til den kommende efterspørgsel af forbrug eller produktion.		2020
DER	Information - Kommunikation	At informere aktører om flaskehalse i distributionsnettet som berører den enkelte aktør!		2020
Prosumers	Information - Kommunikation	At informere aktører om flaskehalse i distributionsnettet som berører den enkelte aktør!		2020

Tabel 23

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Markeder

<u>Transportkapacitets tilpasning</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
Transmission	Special-regulering, Afbrydelighed, tilkobling (Netydelse)	Videredvikling i forhold til de decentrale og distribuerede ressourcer skal afklares.		2015
Distribution	Transportkapacitet	Koncept udvikles for håndtering af flaskehals, når aktører går fra passiv til aktiv og omfanget af aktører øges kraftigt.		2020
	Information - Kommunikation	Systemer til at informere aktører om flaskehalse i distributionsnettet som berører den enkelte aktør!		2015
	Special-regulering, Afbrydelighed, tilkobling (Netydelse)	Forretningsmodel skal udvikles for håndtering af flaskehals, når aktører går fra passiv til aktiv og omfanget af aktører øges kraftigt.		2015
DER	Special-regulering, Afbrydelighed, tilkobling (Netydelse)	Udfordring af håndtere ændringer i forhold til evt. varmebinding eller beredskab på værket.		2015
	Information - Kommunikation	Systemer til at informere aktører om flaskehalse i distributionsnettet som berører den enkelte aktør!		2015
Prosumers	Special-regulering, Afbrydelighed, tilkobling (Netydelse)	Udfordring af håndtere ændringer i forhold til evt. varmebinding eller andet komfortbehov.		2020

Sammenstilling af identificerede udfordringer og projekter - Markeder

<u>Transportkapacitets tilpasning</u>			<u>Igangsat FUD-projekt</u>	
Aktør	Udfordring	Beskrivelse	Projektnummer og tekst	Aktualitet
	Information - Kommunikatio n	Systemer til at informere aktører om flaskehalse i distributionsnettet som berører den enkelte aktør!		2020

Tabel 24