



ENERGINET

NY VIDEN TIL SIKKER FORSYNING

F&I – ÅRSRAPPORT 2018

INDHOLDSFORTEGNELSE

LEDELSESBERETNING

Forord6

Mål, resultater og forventninger8

FOKUSOMRÅDER

I kælderen sprinter en lille gruppe for at løse store udfordringer. 20

Fire målsætninger for fremtidens energisystem udforskes i bredt, internationalt samarbejde 21

Behov for lokal balancering af elnettet imødekommes med geografiske regulerkraftbud 22

Stort analysearbejde om energisystemet peger langt ind i den grønne omstilling 23

Træbeskæring planlægges bedre med LiDAR-data 24

Power-to-Gas kan give elsystemet fleksibilitet og indgår i projektet North Sea Wind Power Hub..... 25

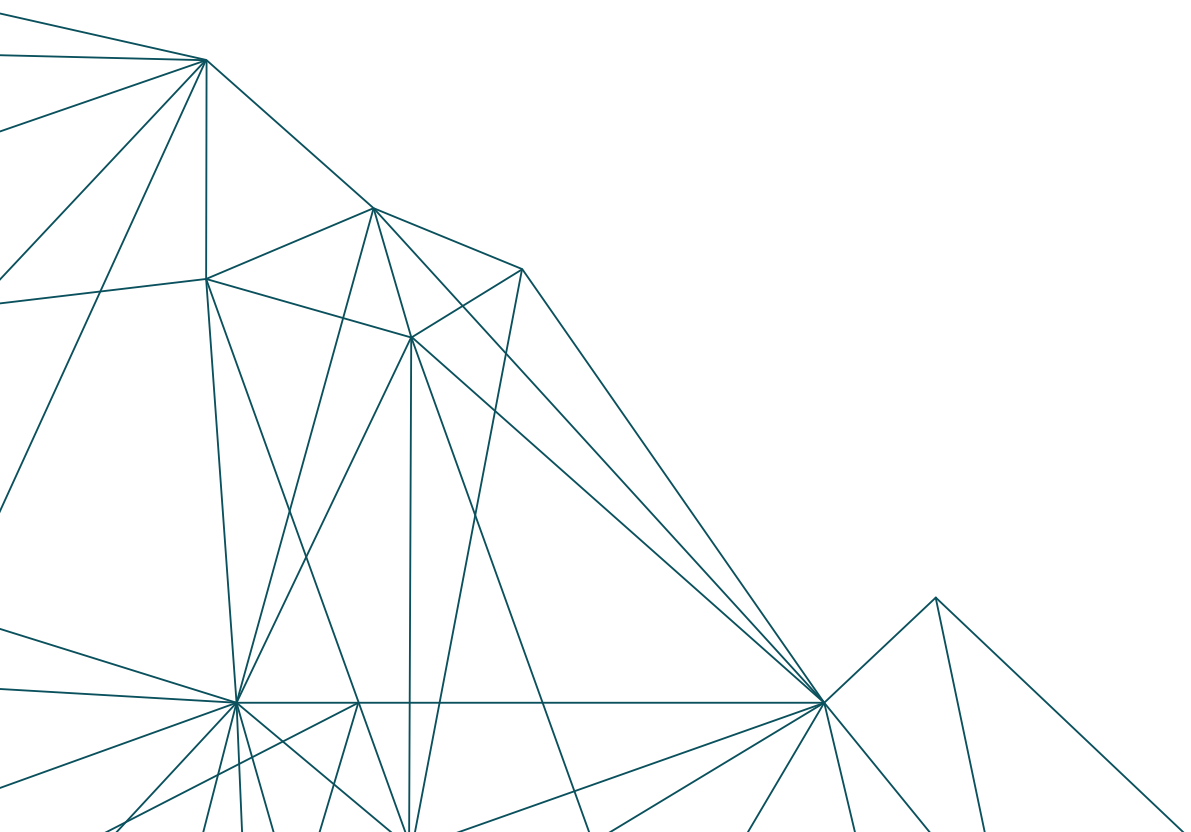
PROJEKTOVERBLIK

Udvalgte projekter – 2018 28

Udvalgte projekter – 2019 29

OPGØRELSE

Opgørelse af omkostninger 32





LEDELSES- BERETNING

FORORD

Energiforsyning er blevet et centralt punkt på en klimadagsorden, der i stigende grad optager politikere og befolkninger verden over.

I Danmark er vi flere gange i de senere år blevet udnævnt til at være verdens bedste til at få forsyningssikkerhed, økonomi og miljøhensyn til at gå op i en højere enhed i vores energisystem. I Energinet har vi en ambition om at blive ved med at være blandt de bedste til at håndtere netop dét trilemma. Vi skal bane vejen for den grønne omstilling samtidig med, at vi opretholder høj forsyningssikkerhed og økonomisk bæredygtighed.

Det stiller krav til vores arbejde med forskning, udvikling, innovation og demonstration (F&I). For de politiske ambitioner er ikke til at tage fejl af: I 2030 skal elforsyningen være baseret på vedvarende energi, og i 2050 gælder det for hele energiforsyningen.

Hvis der ikke implementeres nye løsninger i energisystemet, er der en risiko for at balancen mellem forsyningssikkerhed, økonomi og miljø blive udfordret. Den teknologiske udvikling har gjort vedvarende energi konkurrencedygtigt, og markedsdrevet udbygning ventes at bidrage markant til den grønne omstilling. Den udvikling skal resten af elsystemet være i stand til at håndtere. For os i Energinet betyder det, at vi i 2018 har arbejdet intenst med at finde løsninger, der kan bidrage til at holde balance og at indsatsen ikke bliver mindre intensiv i årene frem.

Den opgave vi står med er ambitiøs, men langt fra umulig. Samfundet i dag er kendetegnet ved hurtig udvikling og eksponentialitet i mange teknologier. Samtidig er viden blevet langt lettere tilgængelig. Det giver konstant både os og andre en række nye muligheder, og vi har i 2018 været optaget af at blive endnu bedre til at udnytte dem.

Samtidig er det imidlertid blevet sværere at forudsige udviklingen.

At holde sig orienteret er blevet en bedrift i sig selv. Det gælder ikke bare, når det kommer til at af- og undersøge teknologiske muligheder, men også når det gælder at orientere sig om andres ambitioner og visioner. Det betyder, at vi ikke kan begrænse vores F&I-aktiviteter til at handle om teknologi. De løsninger, vi skal finde, kræver et samspil mellem: Økonomi, politik og teknik.

Den hastige udvikling betyder desuden, at vi har brug for at arbejde med F&I-projekter med kortere tidshorisonter side om side med projekter, der peger længere ud i fremtiden, så de to tilgange kan befrugte hinanden. Det stiller krav til, at vi udvikler vores måde at arbejde med projekter på. Det har vi gjort i 2018, og vi fortsætter i 2019.

En vellykket F&I-indsats i Energinet og en sikker forsyning kræver således ikke bare, at hver enkelt af os, der arbejder med at udvikle energisystemet, er en faglig skarp ekspert, som kender hvert vores hjørne af et system. Det kræver, at vi også taler sammen på kryds og på tværs, og tager vores samarbejdsaktiviteter særdeles seriøst for at få flere perspektiver til at spille sammen.

Det fokus, vi har haft på netop "videndeling" i 2018, har gjort, at vores F&I-aktivitetsportefølje er blevet mere tydelig og sammenhængende for flere. Vi har gennem dialog opdaget nye vinkler og anvendelsesmuligheder ved igangværende projekter, og vi har opdaget behov for at sætte nyt i gang. Vi har derfor stor tiltro til, at den videndeling, vi er godt i gang med, vil bringe energisystemet langt i forhold til at nå 2030-målet.

Sammen skaber vi ny viden til sikker forsyning.



I 2030 skal vi nå et fælles mål om et 100 pct. VE baseret elsystem. Derfor er samarbejde afgørende for en vellykket F&I-indsats. Samarbejde om både teknologiske muligheder, nye forretningsmodeller og innovative processer

Hanne Storm Edlefsen
Områdeleder i Strategisk Planlægning



MÅL, RESULTATER OG FORVENTNINGER

Hastig europæisk omstilling gør dansk omstilling sværere. Energinets F&I-indsats i 2018 har været fuldt centreret om at bidrage til at håndtere omstillingen af energisystemet til at være baseret på 100 pct. vedvarende energi inden 2050.

Gennem de sidste mange år har vi i Energinet løbende arbejdet på at gøre el- og gassystemet klar til at inkludere og håndtere vedvarende energi. Vi har med udviklingen af el- og gasnettet spillet en central rolle i, at en tredjedel af det danske energiforbrug allerede i dag dækkes med vedvarende energi, mens hele to tredjedele af den danske elforsyning dækkes af vedvarende elproduktion.

Vi er imidlertid bevidste om, at Danmark har en stor opgave foran sig i forhold til at nå 2050-målet. For med til det aktuelle statusbillede hører, at de VE-resultater, der er opnået frem til i dag, udgør langt den nemmeste del af den samlede omstillingsopgave frem mod 2050. Danmark råder fortsat over traditionelle kraftværker og har herudover en stor udvekslingskapacitet på el og naturgas med nabolandene. På elområdet har det givet mulighed for også at udnytte nabolandenes kraftværker, når vinden ikke blæser over danske landsdele og farvande. Under den hidtidige omstillingsproces har Danmark således blandt andet kunnet nyde fordel af nabolandenes langsomme omstillingsprocesser.

Vi ser nu en omstillingsproces, der også sker med høj hastighed i landene omkring os. Såvel den danske som den udenlandske traditionelle kraftværkskapacitet kan fra nu af forventes reduceret til et forholdsvist lavt niveau. Det betyder, at et system baseret på vedvarende energi fra nu af så at sige skal til at lære at stå på egne ben og være 100 pct. indrettet efter vedvarende energikilder. Dette har ikke bare betydning for nettets tekniske konstruktion, men også for fx rammer og regulering på tværs af landegrænser, der skal udvikles til at kunne rumme alle vedvarende energikilder og sikre

den optimale udnyttelse. Den udvikling stiller store krav til Energinets F&I-indsats.

Energinets F&I-håndtering gearet til at imødegå kompleks udfordring

Som beskrevet ovenfor er omstillingen til vedvarende energi en kompleks udfordring, der kræver en kompleks F&I-indsats: Der skal findes løsninger på nu og her-problematikker såvel som på spørgsmålene om, hvordan vi fortsat har en sikker forsyning i 2050. Der skal findes løsninger, som bidrager til, at vi både lykkes i Danmark og i Europa. Og der skal findes løsninger på problematikker et specifikt sted i transmissionssystemet og på store, samfundsmæssige problematikker.

I 2018 har vi været optaget af at geare organisationens F&I-indsats til at favne denne kompleksitet. Vi har derfor lagt mange kræfter i samarbejde og videndeling i F&I-indsatsen, ligesom vi har justeret vores måde at arbejde med F&I-indsatsen på. Dette uddybes i afsnittene nedenfor.

F&I styrket gennem udvidet koordinering

Den store omstillingsopgave, vi står over for, havde i 2018 indflydelse på den måde, Energinet valgte at organisere sin F&I-indsats. Allerede i 2017, da Energinet blev en koncern, valgte man en organisering af F&I-opgaven, hvor F&I-aktiviteter foregik dels i de enkelte datterselskaber for at være tæt på konkrete problemstillinger, dels blev koordineret centralt for selskaberne Eltransmission, Elsystemansvar og Gas TSO, så aktiviteterne understøttede hinanden og indgik i et større perspektiv.

For bedre at kunne håndtere kompleksiteten i opgaven valgte Energinet

i 2018 imidlertid at udvide sin koordinering til at omfatte alle selskaber i Energinet. I kraft af den udvidede koordinering blev det muligt at trække på mere viden i organisationen og tilgå problemstillingerne med en udvidet forståelse, der kan føre til nye løsninger, der supplerer hinanden.

Øget fokus på tværgående, langsigtede F&I-projekter

I 2017 valgte vi i Energinet, at F&I-aktiviteter skulle finansieres decentralt i de enkelte Energinet-selskaber. Dette gjorde sig fortsat gældende i 2018. I 2019 valgte vi samtidig at etablere en ny intern pulje på 7 mio. kr. årligt øremærket til tværgående Energinet F&I-projekter.

Dette blev gjort for at styrke, at der udvikles løsninger, som ser på Energinet-problemstillinger med flere perspektiver og med længere tidshorison end de F&I-projekter, som de enkelte Energinet-selskaber forventes at søsætte. På den måde ønsker vi at fremme en bedre balance mellem de mere kortsigtede udviklingsindsatser, der kommer til udtryk i Energinets årlige arbejdsplaner, og den mere langsigtede udviklingsindsats i tværgående F&I-projekter.

Puljen skal dermed være med til at opfylde det behov, Energinet har for at arbejde med målrettede indsatser, der dækker vores indadrettede behov for F&I.

Ny arbejds- og beslutningsmodel for F&I-indsatsen

I 2018 har vi opbygget en ny arbejds- og beslutningsmodel for håndteringen af den koordinerede F&I-indsats i Energinet. Modellen understøtter, at viden deles og anvendes til at forme relevante projekter og løsninger, hvor

flere perspektiver er nødvendige. Arbejdsmodellen har blandt andet affødt etableringen af en tværgående F&I-gruppe med repræsentanter fra alle Energinet-selskaber. Foreløbig indikerer erfaringerne fra 2018, at modellen har bidraget til, at der tænkes i bredere løsninger, og at disse har bedre opbakning og forankring end tidligere. Samtidig er der indikation på, at modellen bidrager til at undgå, at overlappende projekter søsættes. Når erfaringerne er høstet med denne arbejdsmodel, vil vi i 2019 se nærmere på, hvordan erfaringerne herfra kan inspirere til et styrket samarbejde med eksterne interessenter om udformningen af fælles løsninger.

Energinets F&I-samarbejder sigter mod helhedsorienterede løsninger

I Energinet har vi et stort ansvar for at bidrage til en vellykket omlægning af det danske energisystem. I den sammenhæng spiller F&I-indsatsen en central rolle for Energinets fremadrettede udviklingsaktiviteter. Det er dog langt fra en opgave, Energinet er alene om at løse. Vi har derfor i 2018 ikke bare haft fokus på vores interne videndeling og håndtering af F&I-indsatsen, men også på at indsatsen gennemføres i samarbejde med både danske og europæiske energiaktører, så vi sammen skaber robuste løsninger i et helhedsorienteret perspektiv.

Samarbejde kan i disse år ikke overvurderes. Energisektoren er under stor forandring, og der er behov for at få idéer og forslag på bordet, som prøver grænser af og udfordrer det bestående. Det gør vi bedst i mødet med andre, og vi ønsker derfor at styrke og udvide vores samarbejder i 2019 for fortsat at kunne finde robuste løsninger, der giver sikker forsyning.

Samarbejder med eksterne om fremtidens energisystem

Energinet har indgået i en lang række af både danske og europæiske samarbejder, blandt andet om udarbejdelse af scenarier for Europa i ENTSO-E og om TSO-DSO-samarbejde. Dette er blandt andet sket med indspil fra analysen Systemperspektiv 2035, der har bidraget til at sætte sektorkobling på dagsordenen i forskellige fora. Denne dagsorden er, som det uddybes senere, vigtig for at nå i mål med omstillingen til vedvarende energi i 2035.

I 2018 har vi derfor haft fokus på at dele viden med universiteter samt andre forskningsinstitutioner og aktører. Her har vi blandt andet indgået i dialog og fælles arbejde om udfordringer, problemstillinger og nye behov i forhold til fremtidens energisystem. Vi har på den baggrund drøftet initiativer og konceptuelle opstillinger, der fx danner udgangspunkt for forskningsprojekter.

Deltagelse i eksterne projekter med støtte

Energinet har gennem de senere år deltaget i en række danske og internationale projekter i samarbejde med andre TSO'er, uddannelses- og forskningsinstitutioner, offentlige myndigheder og andre energiaktører, således også i 2018. Projekterne fordeler sig i hovedtræk på temaer som anvendelsesorienteret forskning, infrastruktur, gas, smart net, lagring og energisystemet som helhed (idet dog flere af projekterne kan beskæftige sig med mere end ét tema). Opgørelse over deltagelse i internationale projekter med støtte fremgår nedenfor af afsnittet om opgørelse af omkostninger.

Energinet har gennem årene haft et betydeligt udbytte af at deltage i projekter sammen med andre danske

og europæiske energiaktører. Eksempelvis har 12 af de seneste projekter med Energinets deltagelse en anskaffelsessum på cirka 1,3 mia. kr. (inklusive støtte fra danske og europæiske fonde), hvoraf Energinet over de seneste fem år har bidraget med i alt ca. 50 mio. kr. i medfinansiering (inkl. interne timer). Eksemplet viser, at Energinet på baggrund af forholdsvis beskedne medfinansieringsbidrag til projekterne kan få adgang til en viden, der repræsenterer en meget stor værdi samlet set. Denne gearing af Energinets F&I-midler skal også udnyttes i fremtiden. Det er Energinets hensigt målrettet at gå efter projekter, hvor der i samarbejde med danske og udenlandske aktører kan gennemføres en fælles projektindsats, der fører frem til en viden, der kan deles af alle projektdeltagere.

F&I-arbejdet centreret om centrale VE-udfordringer i samfund, energisystem og transmissionssystem

Når vi i Energinet tilrettelægger vores F&I-indsats, gør vi det ud fra de udfordringer, omstillingen til vedvarende energi giver for samfundet, for det samlede energisystem og for transmissionssystemerne for el og gas. Målsætningerne for samfundet, som blandt andet udtrykkes i Energi-forliget 2018, sætter rammerne for de udfordringer, der skal løses på systemniveau, der igen sætter rammerne for de udfordringer, der skal løses på

transmissionssystemniveau. Dette har været afgørende for centreringen i vores F&I-indsats i 2018.

Samfunds niveau:

Helhedsorienterede energiløsninger
Set fra Energinets perspektiv er udfordringen på samfunds niveau først og fremmest, at der udvikles et energisystem, der imødekommer forbrugernes behov for energi på et bæredygtigt grundlag. Der skal tages hensyn til både samfundets og den enkeltes omkostninger, således at Danmark fortsat kan gøre sig gældende som en konkurrencedygtig nation i en åben, global økonomi. Omkostningerne til grøn energi må ikke blive en hæmsko for den fortsatte udvikling af dansk velfærd og dansk konkurrenceevne. Fremtidens energiløsninger skal derfor vælges ud fra helhedsorienterede, samfundsøkonomiske og systemeffektive præmisser, hvis Danmark fortsat skal nyde godt af en prisbillig og effektiv energiforsyning. I vores F&I-indsats i 2018 har vi arbejdet med denne udfordring i såvel vores analysearbejde som i konkrete F&I-projekter.

I 2018 udarbejdede vi således analysen Systemperspektiv 2035, der kom hele vejen rundt om det danske energisystem og så på udfordringer og muligheder i Danmarks fortsatte rejse mod et grønt energisystem.

Analysen kom med scenarier og udfaldsrum, der viste, hvordan energisystemet kan udvikle sig, så Danmark kan lave en effektiv dimensionering af transmissionsnettene for el og gas samt øge el- og gassystemernes samspil med andre energisektorer. Den helhedsorienterede analyse bidrog dermed med indsigter, som gør det muligt for Energinet og øvrige aktører at forholde sig til, hvilke tiltag der skal til for at udvikle energisystemet.

Analysearbejdet har i 2018 således dannet grobund for en lang række dialoger med blandt andet Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet, Energistyrelsen, Grøn Energi, Dansk Energi og DSO'er.

Flere af Energinets F&I-projekter i 2018 har desuden været fokuserede på at udvikle løsninger, som understøtter, at fremtidens energiløsninger er helhedsorienterede, samfundsøkonomiske og systemeffektive. Ét af projekterne er en konceptudvikling for markedsføring af nettilstrækkelighed med geografiske regulerkraftbud, som der kan læses mere om senere i denne rapport. Dette er et værktøj til at håndtere fysiske begrænsninger i nettet uden at forstærke det, samtidig med at forsyningssikkerheden holdes intakt.

I 2019 arbejdede vi videre med denne udfordring i forskellige projekter,



Figur 1 Samfundets forandringsmål for energiomstillingen skal være nået i 2050. Forudsætningen for at nå dette mål er dog, at blandt andre Energinet opfylder flere forberedelsesmål successivt frem mod 2030 og 2040, således at energirådetets aktører og forbrugerne kan investere i ny teknologi i tillid til VE-energisystemets sammenhængskraft.

hvor blandt andet fremtidssikring af tariffen er i fokus. For at integrere nye teknologier og sikre optimal udnyttelse af den eksisterende infrastruktur ses der også på muligheden for at tilbyde forskellige netprodukter til at imødekomme virksomheders forskellige behov for nettilstrækkelighed.

I tillæg til at sikre, at de udviklede løsninger er helhedsorienteret på samfunds niveau, løfter Energinet også en central opgave i at håndtere store mængder data om det danske energisystem. Der arbejdes aktivt med at sikre, at data er tilgængeligt for branchens aktører. Det skaber værdi for samfundet, at data kan anvendes til at lave nye forretningsmodeller og optimere eksisterende metoder, hvor det kan gøres uden at gå på kompromis med datasikkerhed og anonymitet. Energinet udforsker aktivt muligheder for at anvende data på nye måder i projektet Open Door Lab, som er præsenteret senere i rapporten.

Energisystemniveau: Kobling mellem sektorer

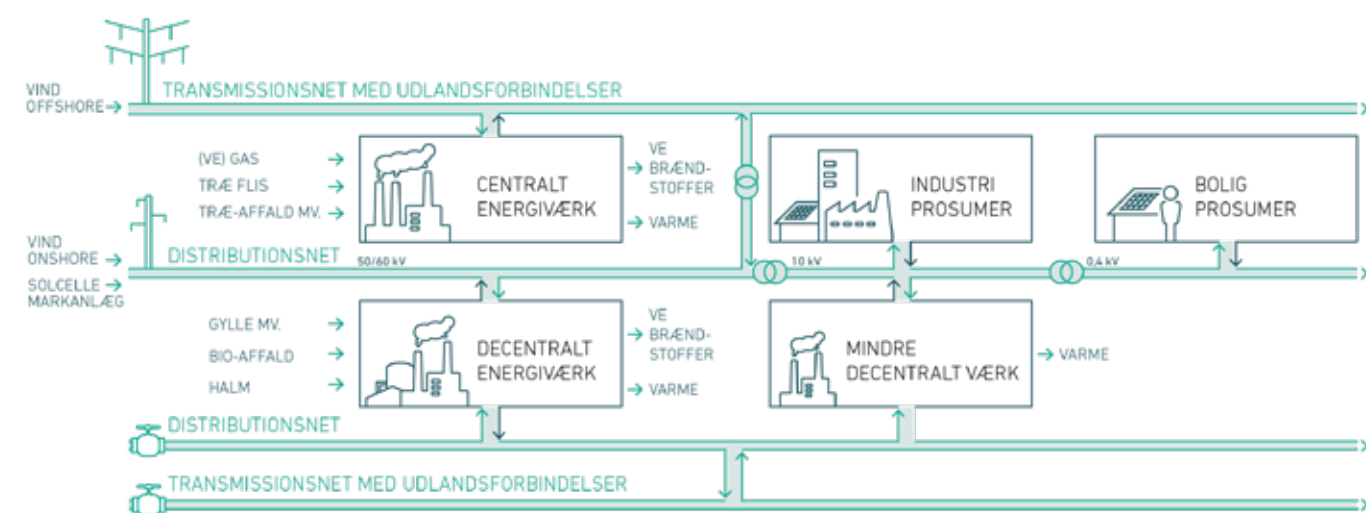
Vigtige udfordringer på energisystemniveau er at sikre en høj grad af forsyningssikkerhed for en i fremtiden vind- og soldomineret energiproduktion og at udvikle et åbent energisystem med mulighed for en endnu tættere kobling af flere sektorer.

En forudsætning for at kunne udvikle et højeffektivt energisystem baseret på vedvarende energi er, at systemets aktører kan interagere fleksibelt med hinanden, og at aktørerne i fremtiden får flere roller, fx som både energiproducent og energiforbruger.

Denne udfordring kræver, at rammerne for at deltage i energimarkederne er så åbne, at alle kan være med. Det bliver der gjort en stor indsats for at sikre både i europæiske samarbejder og på nationalt niveau. Flere af Energinets F&I-projekter i 2018 arbejder med denne udfordring, som tapper ind i alt fra specifikationer af systemydelser og markedets tidsopløsning til tarifproduktet. Læs eksempelvis mere om projekterne Systemperspektiv 2035 og North Sea Wind Power Hub senere i rapporten.

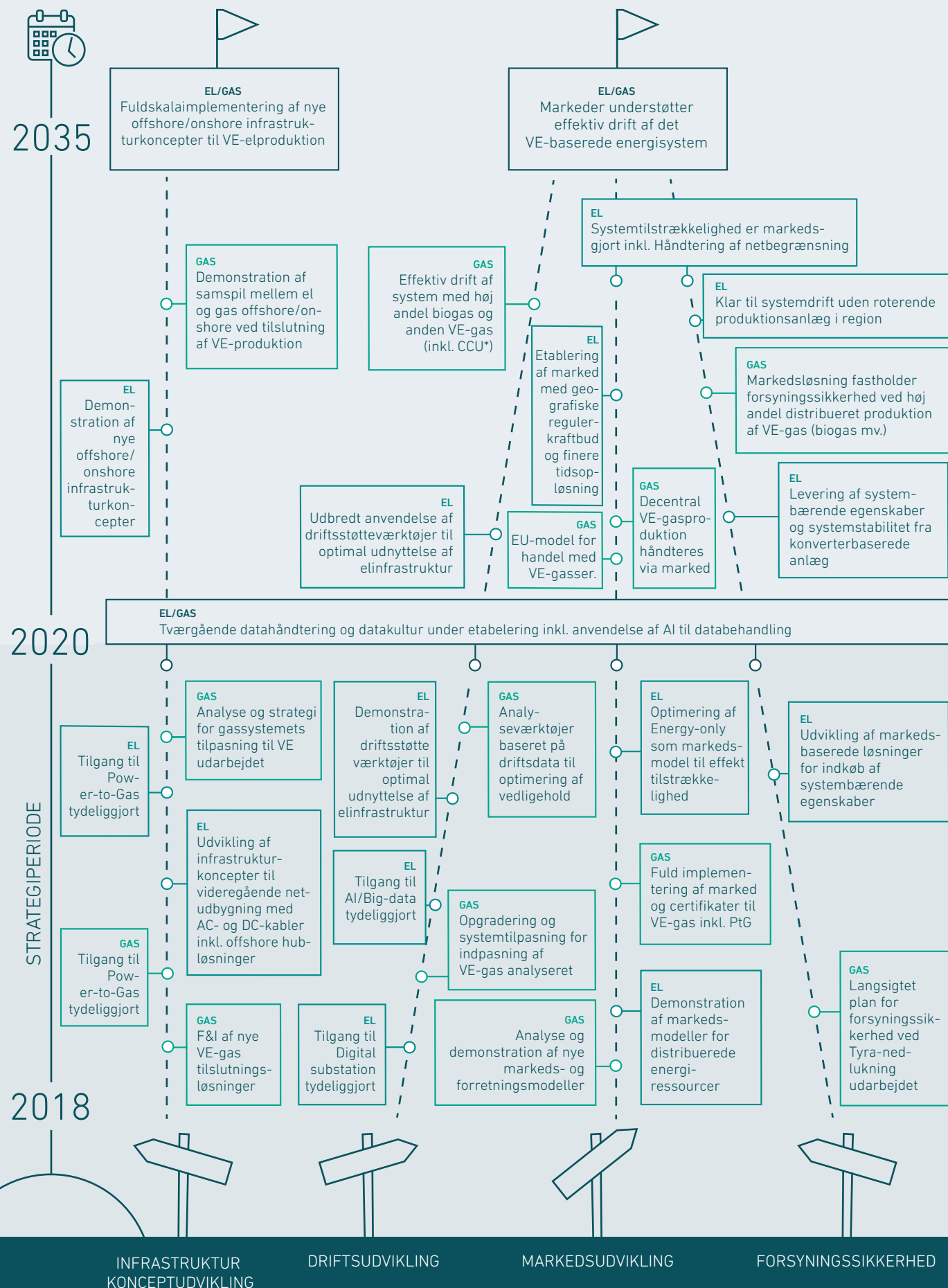
Transmissionssystemniveau: Nye løsninger til et VE-baseret transmissionssystem

For Energinet som ansvarlig for transmissionssystemerne for el og gas fremkommer der en række konkrete udfordringer set i lyset af de samfundsmæssige udfordringer og forventningerne til et markant ændret energisystem. I en verden, hvor den teknologiske udvikling er hastig og uforudsigelig, er minutøs planlægning af et nyt energisystem ikke vejen frem.



Figur 2 Fremtidens design af energisystemet? Figuren illustrerer, at både centrale og decentrale aktører skiftevis kan være producenter og forbrugere. Energiværker omsætter restprodukter fra land- og skovbrug og overskydende elproduktion til VE-gas, der kan videreforarbejdes til flydende brændstoffer. I vind- og solfattige perioder kan energiværkerne vende produktionen og anvende oplagret VE-gas og flydende VE-brændstof til elproduktion, der leveres til nettet [Systemperspektiv 2035, Energinet 2018].

F&I SIGTELINJER



OPDATEREDE F&I-SIGTELINJER 2035 FOR EL OG GAS

Formålet med sigtelinjerne er at danne basis for udpegning og prioritering af F&I-indsatser ud fra en helhedstænkning om infrastrukturudbygning, markedsudvikling, nye driftsstrategier og en fortsat høj forsyningssikkerhed.

Sigtelinjerne forudsiger ikke den eksakte udvikling 15 år frem, men er eksempler på agile pejlemærker, der undergår en løbende udvikling, i takt med at der kommer ny viden, ny teknologi, og der sker ændringer i omverdenen. Sigtelinjerne har en stærk afhængighed til den øvrige udvikling i energisektoren, fordi de skal sikre, at Energinet effektivt kan rumme og understøtte den udvikling.

Infrastruktur og konceptudvikling

På infrastrukturområdet er nogle af de betydeligste udfordringer frem mod 2035:

- At der skal investeres meget store beløb i både nye storskala-produktions- og storskala-transmissionsanlæg for at kunne leve op til målsætningen om et energisystem, der er uafhængig af fossile brændsler, samtidig med at de nye tekniske løsninger skal være omkostningseffektive.
- At produktionsanlæggene (offshorevindmølleparker og centrale energiværker) ofte kan komme til at ligge langt fra de store forbrugscentre (byområderne), hvilket dels giver nogle tekniske problemer med at overføre den producerede energi over store afstande, dels skaber behov for nye eller forstærkede transmissionsforbindelser, der kan indbære landskabelige gener for borgerne.
- At infrastrukturen skal kunne håndtere en stærkt fluktuerende elproduktion baseret på vedvarende energi.
- At der aktuelt ikke findes vekslestrømsteknologier, hvor der er

erfaringer med kabellægning af 400 kV-vekselstrøm på længere strækninger uden risiko for svingninger og resonans.

- At vores viden om andre måder at integrere elområdet og gasområdet med henblik på at opnå større synergi mellem elproduktion fra vind og sol, lagring af energi, distribueret VE-gasproduktion og samspillet med andre sektorer (fx transport og industri) er forholdsvis begrænset

For elinfrastrukturen har F&I en vigtig rolle med hensyn til at skabe ny frugtbar viden om, hvorledes nye udfordringer omkring omkostningsudviklingen, de geografiske afstande mellem produktions- og forbrugssteder og en naturskabt kraftig elproduktionsfluktuation kan sammentænkes med de muligheder, der ligger i udviklingen af nye koncepter for storskala offshorevindmølleanlæg, nyt samspil mellem el og gas (og andre sektorer) og nye AC-/DC-principper for VE-nettilslutning. For gasinfrastrukturen har F&I (ud over ny offshorekonceptudvikling) en vigtig rolle med hensyn til at skabe ny viden om, hvorledes udfordringer omkring ophør af naturgasproduktion og stigende enhedsomkostninger for gasinfrastrukturen som følge af faldende gasefterspørgsel kan sammentænkes med de muligheder, der ligger i en fortsat udnyttelse af det eksisterende gasnet til håndtering af VE-gasser fra central offshoreelektrolyse og distribuerede onshore VE-gasproduktioner.

Driftsudvikling

På driftsområdet er nogle af de betydeligste udfordringer frem mod 2035:

- At der er et øget krav til at udnytte den eksisterende infrastruktur

optimalt (det gælder både den løbende driftsstyring af nettet og udnyttelse, drift og vedligehold af assets).

- At vores viden om, hvorledes distribuerede teknologier (især solceller og batterier) på den ene side kan udfordre driften, og på den anden side kan åbne mulighed for udvikling af nye driftsstrategier, er forholdsvis uopdyrket.
- At vores erfaringer og brugbare viden om, hvorledes nye teknologier til håndtering af et i fremtiden meget stort antal data fra både nettet og markederne, er forholdsvis begrænset.
- At de nye IT-teknologier, der kan medvirke til at optimere driften af transmissionssystemet, også indebærer øget risiko for kriminel infiltration af systemet, og dermed en risiko for forsyningssikkerheden og sikkerheden omkring beskyttede data.

På eldriftsområdet har F&I en vigtig rolle med hensyn til at skabe ny frugtbar viden om, hvorledes nye udfordringer om integration af nye VE-teknologier og driftsomkostningsudviklingen kan sammentænkes med de muligheder, der ligger i udnyttelse af ny data- og IT-teknologi (ledelsesstøtteværktøj) og udvikling af nye koncepter for samspil mellem el og gas (og andre sektorer). På gasområdet har F&I også en vigtig rolle med hensyn til at generere ny viden og erfaring med en omkostningseffektiv drift af det eksisterende gasnet med forskellige typer af VE-gas til brug for nye kundesegmenter.

Markedsudvikling

På markedsområdet er nogle af de betydeligste udfordringer frem mod 2035:

- At teknologiudviklingen på elområdet peger stærkt imod markant udbygning med distribuerede ressourcer som solceller, batterier, elbiler og individuelle varmepumper, uden at nettene, markedsløsningerne,

data- og kommunikationsmulighederne, realtids-teknologien og TSO-DSO-samarbejdet er fuldt ud forberedt hertil.

- At sikre at markedsprincippet om "Energy-only" også tilvejebringer langsigtede investeringer i alle typer af anlæg, der er nødvendige i fremtidens VE-energisystem.
- At udviklingen på gasområdet peger frem mod en tid med forskelligartede VE-gasser, der skal håndteres stort set inden for rammerne af den eksisterende gasinfrastruktur.
- At udviklingen af gasområdet på sigt skal kunne fungere inden for rammerne af en europæisk model for handel med biogas og andre VE-gasser.

På elmarkedsområdet har F&I en vigtig rolle i udviklingen af ny viden og erfaring med, hvorledes nye udfordringer omkring en markant vækst i antallet af distribuerede småskala-teknologier (solceller, batterier, eldrevne personbiler mv.) kan sammentænkes med de muligheder, der ligger i udnyttelse af ny data- og IT-teknologi (realtids-data og data med stor geografisk opløsning). På gasområdet har F&I en vigtig rolle med hensyn til at udvikle ny viden og erfaring med en omkostningseffektiv drift af det eksisterende gasnet med forskellige typer af VE-gas i den eksisterende gasinfrastruktur, herunder håndtering i forhold til energiværker, lagringsstrategier og langsigtet forsyningssikkerhed på gas.

Forsyningssikkerhed

I takt med at forsyningssikkerheden for både produktionskapacitet og netkapacitet kan håndteres med markedsløsninger, antages systemtilstrækkeligheden på langt sigt i stigende omfang markedsgjort. Herved konvergerer driftsudvikling, markedsudvikling og forsyningssikkerhed på længere sigt. For elsystemet er det en særlig problemstilling, at der forventes gradvist flere konverterbaserede anlæg i både produktion og forbrug. Systemdrift uden termiske værker er i dag muligt i Danmark, blandt andet fordi der er

etableret synkronkompensatorer, og fordi stærke AC-forbindelser til Tyskland og Sverige fortsat giver adgang til kortslutningseffekt, inert, antipendling mv. I takt med at hele Nordsøregionen har behov for at kunne nedregulere termiske kraftværker, når der er rigelige mængder af vind- og solkraft i hele regionen, kan der være behov for at analysere og eventuelt fastlægge tiltag, som sikrer stabil systemdrift i timer, hvor hele regionen er i drift med meget begrænset kraftværkskapacitet.

For gassystemet er håndtering af nye typer af VE-gasser, herunder i særdeleshed håndtering af brint, et vigtigt tema for F&I-indsatsen.



FORSKNING

ANVENDT FORSKNING er eksperimenterende eller teoretisk arbejde, som er målrettet bestemte anvendelsesområder.

Grundforskning er eksperimenterende eller teoretisk arbejde, hvor formålet er at opnå ny viden og forståelse uden nogen bestemt anvendelse i sigte. Energinet beskæftiger sig meget lidt med grundforskning. Vi samarbejder i stedet med universiteter og forskningsinstitutioner om anvendt forskning for at udvikle forretningen på en effektiv og samfundsansvarlig måde.



EKSEMPEL

FREMTIDENS GASSEKTOR UNDERSØGES I FUTURE GAS

Future Gas-projektet undersøger, hvor og hvordan man mest optimalt kan producere grøn gas, og i hvilke sektorer gassektoren spiller bedst sammen med frem mod et fossilfrit energisystem i 2050. Projektet er ledet af DTU og støttet af Innovationsfonden, og Energinet er én blandt mange partnere. Forskningen sker gennem undersøgelser af økonomiske samt klima- og miljømæssige forhold. Undersøgelserne spænder fra udvikling af teknologi til opgradering af biogas, fremtidens gasanvendelse samt mulighed for brug af grøn gas i ét samlet energisystem.



UDVIKLING

UDVIKLING er systematisk arbejde baseret på viden, som opnås gennem forskning og praktisk erfaring.

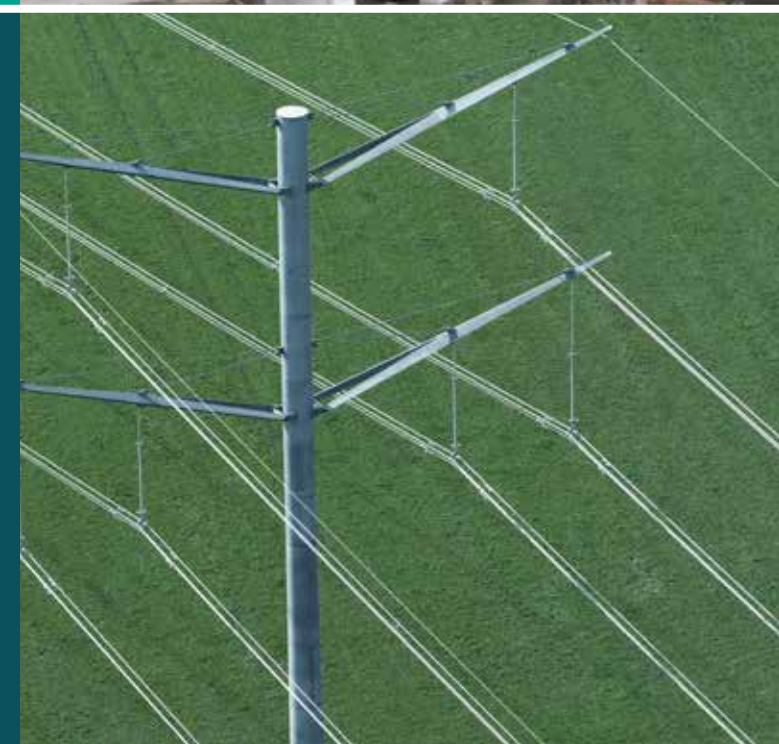
Formålet er at skabe nye eller væsentligt forbedrede materialer, produkter, processer, systemer eller ydelser. I Energinet arbejder vi med udvikling på tværs af brancher og markeder for at undersøge, hvordan samfundet kan drage nytte af de udviklingsaktiviteter, vi deltager i.



EKSEMPEL

DIGITAL ALGORITME GENKENDER RUST PÅ HØJSPÆNDINGSMASTER

Ved hjælp af machine learning og mønstergenkendelsessoftware har Energinet Eltransmission sammen med E-Smart og Microsoft udviklet en algoritme, der kan "se", hvornår elnettets master og isolatorer rustner. Det giver mulighed for at udføre vedligehold i tide på en langt smartere måde end tidligere. Droner og helikoptere med kameraer udfører allerede inspektionerne, men de mange billeder er indtil nu blevet gennemset manuelt. Udviklingsprojektet arbejder med at automatisere processen, fordi algoritmen kan genkende potentielle fejl eller tegn på rust ud fra den store mængde af billeddata – og det viser gode resultater med stor værdi for Energinet på længere sigt.



INNOVATION

DEMONSTRATION OG INNOVATION er resultater af bevidste aktiviteter, der er rettet mod forbedring af produkter, processer eller organisering.

Innovationer kan tage udgangspunkt i ny viden og teknologi, men det kan også være kombinationer af eller nye anvendelsesmuligheder for eksisterende viden eller teknologi. Energinet arbejder med innovation og demonstration gennem forsøg med eksisterende og nye teknologier, som er tættere på praksis end udviklingsprojekterne, og som løbende gør vores virksomhed mere effektiv.



EKSEMPEL

MACHINE LEARNING FORUDSIGER GASSENS VANDRING UNDER JORDEN

Halvanden kilometer under jordoverfladen nær Stenlille på Sjælland lagres naturgas i et lag af sandsten. Gassens vandring i undergrunden er ikke nem at forudsige, da de geologiske forhold, gassen lagres under, i høj grad er ukendte. Derfor undersøger Gas Storage Denmark muligheden for at opbygge en digital algoritme, som kan anvende de mange historiske data for injektion og udtræk af gassen til at uddrage ny viden om gassens vandring. Det er vurderingen, at man med machine learning kan optimere driften af gaslageret og hermed også Gas Storage Denmarks forretning.





FOKUS- OMRÅDER

FOKUSERET SAMARBEJDE

I KÆLDEREN SPRINTER EN LILLE GRUPPE FOR AT LØSE STORE UDFORDRINGER

Korte og intensive sprintforløb med fokus på innovation og demonstration er metoden, når Energinet inviterer til Open Door Lab for at blive klogere på nye digitale løsninger på udfordringerne på vejen mod et grønt energisystem. I Open Door Lab arbejder man med at accelerere idéer og innovation, der kan hjælpe nye datadrevne markedsinitiativer på vej.

"Vi har et kæmpestort dataapparat i Energinet, og der er mange problemstillinger, som kan løses ved brug af de åbent tilgængelige datasæt fra Energi Data Service," fortæller seniorøkonom hos Energinet Elsystemansvar Majbritt Astrup.

Hun og en lille flok kolleger samles fire gange årligt sammen med eksterne samarbejdspartnere for at løse konkrete problemstillinger i et koncept, de kalder Open Door Lab. Hvert forløb, som typisk gennemføres som et "sprint", varer en uge, og der arbejdes

med at afprøve og demonstrere muligheder for at anvende energidata på nye måder i udvikling og drift af elsystemet.

Behov for samarbejde i mindre fora

Behovet for en samarbejdsplatform som Open Door Lab opstod, fordi fremtidens energisystem skal være 100 pct. baseret på markedsgjort vedvarende energi. Det kræver nye markedsløsninger og nye forretningsmodeller i elmarkedet, som skal inddrage ny teknologi og data på nye måder. Vi så et behov for at understøtte udviklingen og anvendelsen af data ved at teste og udvikle sammen med andre aktører.

"Det bringer Energinet højere op på innovationsstigen, idet vi med Open Door Lab hurtigt genererer ny viden til udvikling i elmarkedet gennem afprøvning af nye metoder og værktøjer, men også fordi vi inddrager eksterne parter direkte i samarbejdet og accepterer, at mange forsøg vil fejle. Da den enkelte indsats er forholdsvis lille, og omkostningerne er lave, er risikoen lille, men vores læring kan skabe stor værdi både for Energinet og de aktører, der deltager. Vi lærer noget om de barrierer, der er for anvendelsen af data, og samtidig får aktørerne viden om elmarkedet. Målet er også at inspirere til øget anvendelse af data og at stimulere innovationskraften.

Succes med sprintforløb

December måneds Open Door Lab – sprint fokuserede på at anvende forbrugsdata til at udvikle differentierede fremskrivninger af belastningen på stationer. Når Energinet skal planlægge elnettet, ser man i dag på forbrug og produktion i hele landet på én gang. Det kan skabe lokale udfordringer, hvis fx et område udvikler sig anderledes end forventet. Ønsket fra netplanlæggerne var derfor at kunne bruge mere detaljerede data, så de fremadrettet kan planlægge ud fra historiske forbrugs- og produktionsdata.

I Open Door Lab-sprintet så man derfor på, hvordan forbrugsdata kunne anonymiseres, og hvordan data kunne blive stillet offentligt til rådighed. Metoden, som Open Door Lab udarbejdede, gjorde det muligt at vise forbrugsadfærd lokalt i elnettet uden at gå på kompromis med beskyttelsen af forbrugernes data. "Det betyder, at vi med udgangspunkt i både aktuelle og historiske data nu kan vise de nye typer forbrug på en smartere måde. I 2019 har vi blandt andet planlagt et sprint, hvor vi via machine learning forsøger at måle den eksisterende fleksibilitet i elsystemet," slutter konsulent Gitte Schøtt-Kristensen, Energinet Elsystemansvar.

OPEN DOOR LAB

Open Door Lab gennemfører fire sprintforløb om året.

Energinet bidrager med viden om elmarkedet, facilitering og dataadgang, som i co-creation og med gode idéer fra eksterne aktører går op i en højere enhed.

Et typisk sprintforløb varer en uge, hvor idéer afprøves og udvikles hurtigt for at opnå viden på en agil måde.

Succeskriteriet er ikke færdige løsninger, men tests af hvornår der er potentiale til at gå videre med en idé.

BREDT SAMARBEJDE

FIRE MÅLSÆTNINGER FOR FREMTIDENS ENERGISYSTEM UDFORSKES I BREDT, INTERNATIONALT SAMARBEJDE

Med baggrund i de politiske mål om, at det danske energisystem skal være fossilfrit i 2050, forsker en lang række danske og internationale partnere i intelligente løsninger på tværs af energisektorer, sammenkobling af systemer og integration af vedvarende energi. Alle arbejder mod de samme fire fastlagte mål ved at udforske metoder og teknik, som kan høste de fordele, der er ved at gå ud fra det samlede billede i fremtidens energisystem.

Projektet Centre for IT-Intelligent Energy Systems in cities, der for nemheds skyld forkortes CITIES, tager udgangspunkt i, hvordan en fossilfri by i 2050 ser ud.

"I projektet accepterer vi, at der er mange ting, vi skal forholde os til i en fossilfri fremtid. Vi ser på hele pakken,"

siger Hanne Binder, der er en af Energinet Elsystemansvar deltager i CITIES.

Projektets fire målsætninger dækker bredt. Man har et socialt mål, som handler om at gøre energisystemet helt uafhængigt af fossile brændsler; et videnskabeligt mål, der drejer sig om udvikling af nye metoder til analyser samt af researchtilgange på alle niveauer; et uddannelsesmål, der i høj grad handler om at skabe en generation af ingeniører, akademikere og entreprenører, som alle ser energisystemet som integreret; og endelig et kommercielt mål, der skal understøtte udviklingen af løsninger til de smarte byer.

Mange partnere giver mange fordele

I projektet er partnerne, ud over Energinet Elsystemansvar, universiteter, forskere, kommercielle virksomheder, distributionsselskaber og mange flere.

"Det er både helt tunge forskerprofiler og folk, der opfinder spændende, ny teknologi," siger Hanne Binder.

Det er netop en af projektets helt store fordele, fordi de mange forskellige fagligheder og baggrunde er med til at skabe ny respekt for hinanden på tværs, fortæller hun:

"Parterne møder hinanden på et andet niveau end normalt, og det har skabt gode muligheder for at få udviklet løsninger, som ikke er klar til implementering endnu, men som bliver det i fremtiden. De kommercielle partnere, som bygger løsningerne, har fået nogle penge at "lege med". Det betyder, at de godt tør kaste sig ud i produkter, der ikke er salgbare her og nu."

Skubber til grænserne

Konkret er arbejdet organiseret i en række arbejds pakker med en lang række underprojekter fordelt på forskellige niveauer, hvor Energinet Elsystemansvars arbejde primært er fokuseret i de arbejds pakker, der beskæftiger sig med udvikling og integration på transmissionsniveau samt fremtidsperspektiver.

"Det her er den komplette løsning. Vi samlede over 60 mennesker i Danmark til vores årskonference i år, og de kom fra både Australien og USA. Alle partnere lytter til hinanden og mødes på et højt detaljeniveau. Arbejdet er langt fra normen, og vi skubber til grænserne," siger Hanne Binder.

Projektet skal bringe ny viden, så man i tide bliver klar til fremtiden, der nærmer sig med hastige skridt.



LIGE NU OG HER

BEHOV FOR LOKAL BALANCERING AF ELNETTET IMØDEKOMMES MED GEOGRAFISKE REGULERKRAFTBUD

I dag er der ikke en markedsløsning, der fuldt ud kan håndtere lokal balancering inden for et af de to danske prisområder. I den nærmeste fremtid demonstreres et nyt virkemiddel i form af lokale bud på regulering af overbelastninger, der kan gøre det muligt at aktivere regulerkraftbud med henblik på at løse lokale overbelastninger. Løsningen udvikles som et pilotprojekt i et tæt DSO-TSO-samarbejde.

En transformerstation på det vestlige Lolland har været tæt på at komme på overarbejde. I blæsende timer havde stationen nemlig ikke kapacitet til at håndtere de vindmøller, der for nyligt var blevet opført på den lollandske jord. På grund af den flaskehals i elsystemet var Energinet Elsystemansvar nødt til at kontakte de lokale netselskaber for at opnå nedregulering af vindmølle- og solcelleproduktionen i en periode.

"Der vil komme flere af den slags udfordringer i fremtiden, når der udbygges vedvarende energi decentralt, og forbruget i stigende grad elektrificeres. Der opstår nye behov, når elnettet skal balanceres," forklarer Thomas Dalgas Rasmussen, der er projektleder på et demonstrationsprojekt, som netop skal kigge på den udfordring.

Lokal aktivering af bud

Projektets løsning er implementering af regulerkraftbud med geografisk mærke. Et regulerkraftbud er bud på at levere udligning af forskelle mellem virkeligheden i elnettet og de prognoser, der bliver udarbejdet. I dag er buddene kun fordelt på elnettets prisområder – Jylland og Fyn, DK1, og Sjælland, DK2. Man kan altså ikke se den præcise geografiske placering, hvor en aktør byder ind med kapacitet til at balancere elsystemet.

"Ønsket er, at vi i stedet kan aktivere buddene helt lokalt – dér hvor problemet opstår. Det er et virkemiddel, som kan gøre det muligt at undgå at bede specifikke elproducenter om at skruer op eller ned for produktionen og i stedet udnytte både forbrugs- og produktionsfleksibilitet på et frivilligt marked," fortæller Thomas Dalgas Rasmussen.

Helt konkret handler det ifølge ham i første omgang om at tilføje "en ekstra kolonne i excel-arket" i aktørenes budsystem, så buddets geografiske placering bliver kendt.

Stram deadline

Projektet gik for alvor i gang i november i samarbejde med netselskaber, producenter og balanceansvarlige aktører. I dag findes problemet primært på transmissionsniveau, men Thomas Dalgas Rasmussen peger på, at selvom det lige nu kun er et TSO-problem, så vil lignende udfordringer om nogle år også ramme distributionsselskaberne. Projektet er derfor et tæt TSO-DSO-samarbejde, og på sigt skal de udviklede løsninger også give DSO'erne mulighed for at anvende de lokale bud til at opnå lokal balance.

Derfor har projektet også en stram deadline. Allerede i midten af 2019 skal gruppen fremlægge deres helt konkrete forslag til, hvordan brugen af de geografiske regulerkraftbud skal implementeres. Herefter realiseres demonstrationen i et pilotprojekt.



Det helt store mål her i første omgang er at skabe et bedre overblik for Energinets KontrolCenter El over de lokale regulerkraftbud

Thomas Dalgas Rasmussen
Ingeniør i Fleksibilitet
og Systemydelser



UDE I FREMTIDEN

STORT ANALYSEARBEJDE OM ENERGISYSTEMET PEGER LANGT IND I DEN GRØNNE OMSTILLING

Hvordan kommer vi i mål med den grønne omstilling, når vi i 2050 skal have et 100 pct. vedvarende energisystem? I 2018 udkom Energinet Elsystemansvars analyse "Systemperspektiv 2035" med scenarier for fremtiden og bud på omkostningseffektive indsatsområder for at komme til de 100 pct. vedvarende energi.

Når den grønne omstilling skal være økonomisk effektiv og imødegå de udfordringer, der er ved at omstille til 100 pct. vedvarende energi, skal der både tages små museskridt og kæmpestore strategiske elefantskridt. Der er ikke et entydigt, præcist svar på, hvilke indsatser der skal til, men i "Systemperspektiv 2035" har Energinet Elsystemansvar analyseret en række scenarier for at komme lidt tættere på de udfordringer og muligheder, som den grønne omstilling bringer med sig.

Analysen udkom i marts 2018, og den peger ind i den grønne fremtid.

"Vi præsenterer både den internationale udvikling, og hvilken betydning det har for udviklingen af det danske energisystem. Danmark er en energihub med kraftige udlandsforbindelser, og nu skal vi endnu videre," siger Anders Bavnghøj Hansen, cheffingeniør i Energinet Elsystemansvar.

Integration af flere sektorer

Analysen tager udgangspunkt i europæiske energiscenarier, da energiforsyningen i Danmark på grund af udlandsforbindelserne i høj grad er international. Systemperspektiv 2035 viser, at der både skal forskes, udvikles og innoveres i både el- og gassystemerne – og i deres samspil. Noget af det, som analysen præsenterer, og som folkene bag arbejder videre med i de kommende år, er, hvordan de forskellige sektorer kan spille sammen og integreres – sektorkobling.

"Der er begyndt at opstå stor interesse for sektorkobling, også ude i Europa. Nu skal vi sørge for at fokusere på, hvordan vi bliver ved med at være dygtige til sektorkobling," fortæller Anders Bavnghøj Hansen.

Vindenergi kan omdannes til gas

Analysen viser samtidig, at det kommende arbejde – ud over mere forskning i sektorkobling – byder på undersøgelser af såkaldte energi-cluster-områder: Områder, der er særligt velegnede til at samle energisystemerne. Det kunne fx være i nærheden af Nordsøen, hvor der er meget store vindressourcer.

"Det kan være en del af løsningen, at noget af den grønne nordsøenergi forædles til grøn gas, brændstoffer eller ammoniak i perioder med meget vind. Det kan fx være fleksible energikonverteringsanlæg placeret i regionale energi-clusters, hvor der er god adgang til både el- og gasnettet, og hvor varmen kan udnyttes til fjernvarme," siger Anders Bavnghøj Hansen og fortsætter:

"Vi skal arbejde i retning af, at fysikken og markedet skal spille tættere sammen. I Energinet skal vi være gode til at udvikle markedsprodukter, så alle ressourcerne i el- og gassystemet udnyttes bedst muligt."

Endelig peger analysen på, at digitalisering er helt central, fordi adgang til informationer og data er afgørende for, at energien kan flyde på en smart måde mellem de enkelte sektorer.



LOKALT

TRÆBESKÆRING PLANLÆGGES BEDRE MED LIDAR-DATA

Beskæring af træer, der ikke må vokse ind i højspændingsledninger, er et manuelt og dyrt arbejde. For nylig har Energinet Elsystemansvar derfor gentænkt processen, for hvis man digitaliserer tilsynet, kan man skabe sig et langt mere præcist overblik over behov for beskæring – og det sparer samfundet penge.

De danske højspændingsledninger hænger mange steder side om side med træer, der gror for tæt på ledningerne og derfor skal beskæres. I dag foregår inspektionen manuelt: Energinet Elsystemansvars entreprenør kører langs de 3.000 tracé-km elnet for at se, hvor der er behov for beskæring. Hvis man digitaliserer processen, så kan inspektionen foregå med en LiDAR-scanner monteret på en helikopter. I 2018 kørte Energinet Elsystemansvar et pilotprojekt, hvor en LiDAR-scanner indhentede data fra 250 km højspændingsledninger – med gode resultater, fortæller vedligeholdelseskoordinator, Steffen Rosborg Jensen:

"Vi finder ting, som entreprenørerne ikke finder, og opmålingerne bliver

meget mere nøjagtige. Når vi samler alt det, som scanneren finder, er der lige pludselig et stort og præcist datasæt, som giver overblik over bevoksningen omkring vores elnet."

Styr på træernes vækst og højde

Scanneren kan opfange mindre objekter under trækronerne, og data behandles til 3D-modeller af træerne og ledningerne for at måle afstanden mellem dem. Ved at bearbejde LiDAR-dataene med avancerede algoritmer kan man få en forudsigelse af, hvordan træerne vokser. Det giver mulighed for at udskyde vedligehold, til det er nødvendigt, fordi der er styr på træernes højde.

"Ved at gøre processen databaseret får vi det store overblik, som sætter os i stand til bedre at kunne planlægge aktiviteter. Det sparer fx mandetimer, når vi digitaliserer i stedet for at lade Poul, Per og Søren måle op," siger Steffen Rosborg Jensen og peger på, at scanningen samtidig giver mere præcise målinger end den subjektive vurdering fra medarbejderne på jorden. Han supplerer:

"Besparelsen kommer fra de vækstrater, scannerens data kan give, hvor vi kan holde øje med, om træernes vækst er aftagende, og som derved fjerner behovet for beskæring."

Implementering af digitaliseret tilsyn i 2019

Opgaven med at kigge på at udarbejde en business case på fuld implementering af teknologien er Alexander Riishede Jensbys:

"Vi ser et kæmpe potentiale, også fordi det ikke kun er i forbindelse med træbeskæring, at teknologien vil give værdi," siger han og peger på, at den indsamlede data også kan behandles til brug ved opførelse af nye højspændingsledninger, ligesom vedligehold af eksisterende ledninger og en række andre opgaver vil blive nemmere. Steffen Rosborg Jensen supplerer:

"Vi bruger de nuværende driftsmidler til at konvertere vores manuelle tilsyn til et digitaliseret tilsyn. Vores proces med lodsejerne bliver bedre, fordi vi kan vise dem det præcise overblik, vores tilsyn gøres billigere, og vi kan beskære på det rette tidspunkt. Og så er der samtidig afledte effekter, som kommer hele Energinet til gode."

INTERNATIONALT

POWER-TO-GAS KAN GIVE ELSYSTEMET FLEKSIBILITET OG INDGÅR I PROJEKTET NORTH SEA WIND POWER HUB

Det internationale forskningsprojekt North Sea Wind Power Hub søger at afdække potentialet for at høste vindressourcer i Nordsøen og integrere det effektivt i et fremtidigt elsystem ved at etablere hubs i Nordsøen, hvorfra el fordeles ud til de forskellige landes elforbrug. I perioder med lavt elforbrug kan der være potentiale for at føre noget af energien over i andre sektorer ved brug af elektrolyseanlæg (Power-to-Gas).

North Sea Wind Power Hub – NSWPH – startede for alvor op i 2017, da konsortiet bestående af Energinet, Gasunie, tyske TenneT, hollandske TenneT samt Port of Rotterdam skrev under på en samarbejdsaftale om at undersøge, hvordan man kan udnytte Nordsøens store potentiale for vindenergi. I 2018 har der været stort fokus på de fleksibilitetsudfordringer, der kan være med stor produktion af vindmøllestrøm.

Derfor har Energinet sammen med Gasunie undersøgt Power-to-Gas-teknologien, hvor man med elektricitet kan spalte vand for at lave brint og ilt i en proces, der hedder elektrolyse. Brinten kan man bruge til brændstoffer, som råstof, eller den kan lagres.

To systemer kan spille smart sammen

Der findes to typer elektrolysesystemer, som er interessante i NSWPH-regi, fortæller Tine Lindgren, der er chefingeniør hos Energinet Gas TSO:

"Det, vi kigger på, er, om man kunne få dem til at spille sammen og udnytte hinandens styrker og forskellige egenskaber. Vi er stadig på et tidligt stadie, men vi kigger på, om man kan kombinere dem," siger hun.

Det ene elektrolysesystem kaldes alkalisk elektrolyse og er allerede kendt og bygges i stor skala, blandt andet i ammoniakindustrien og på raffinaderier. Det er stabilt i drift, men det reagerer ikke så hurtigt, at det kan bruges til at stabilisere elsystemet. Mere fleksibelt er til gengæld PEM-elektrolysesystemet ("polymer-elektrolyt-membran"), som har højere effektivitet end alkalisk elektrolyse, men som til gengæld er markant dyrere.

"Rent teknisk har begge systemer nogle fordele og ulemper. Vi undersøger, om det kunne give mening at lave et hybrid-elektrolysesystem med fx 20 pct. PEM-system og 80 pct. alkalisk," forklarer Tine Lindgren.

Flere udfordringer skal undersøges

Der dukker flere udfordringer op, når man dykker ned i undersøgelserne af, hvordan de store vindressourcer skal udnyttes optimalt. Brinten skal fx transporteres i land fra Nordsøen.

"PEM-elektrolyse kan levere brinten ved højt tryk, mens alkalisk elektrolyse leverer brinten ved atmosfæretryk, og vi skal bruge en kompressor for at få brinten ind til kysten. Samtidig skal det vand, der skal spaltes til brint og ilt i elektrolysen, være rent og uden salt – så skal vi også have et kæmpe afsaltningsanlæg på den kunstige ø? Der er rigtig mange aspekter, som vi undersøger løsninger på," fortæller Tine Lindgren.

Energinets projektleder på NSWPH-visionen Peter Godt-Larsen siger: "NSWPH er et udviklingsprojekt, som vi lærer meget af i vores forberedelser til håndtering og optimering af energisystemet i en ikke fjern fremtid, hvor ikke bare Danmark, men hele Europa vil bevæge sig mod 100 pct. vedvarende energi"

PROMOTioN

Energinet og 10 andre lande arbejder også med infrastruktur i projektet PROMOTioN. Partnerne arbejder med både udviklings- og demonstrationsaktiviteter inden for både tekniske, markedsmæssige og regulatoriske rammer. Energinet har stort fokus på at udnytte synergierne mellem NSWPH- og PROMOTioN-projekterne.



Med LiDAR-teknologi vil vi bedre kunne planlægge beskæringer, fordi vi får et øget kendskab til træernes aktuelle højde og vækstrater

Alexander Riishede Jensby fra
Asset Vedligehold





PROJEKT- OVERBLIK

I 2018 dækkede Energinets F&I-aktiviteter hele udviklingsspektret fra forskning til udvikling, demonstration og innovation. 2019 byder på en lang række nye projekter og emner, som skal undersøges med henblik på at starte projekter op. Her er et udvalg af de projekter, som har fyldt og kommer til at fylde meget i Energinets F&I-indsats fremover.

UDVALGTE PROJEKTER – 2018

SMARTNET

Tekniske og markedsmæssige muligheder for forbrugsfleksibilitet er omdrejningspunktet i projektet SmartNet. Mere end 20 forskellige partnere fra hele Europa deltager, og nye markedsmodeller for fleksibilitet demonstreres. Det ene pilotprojekt involverer styring af opvarmningen af danske sommerhuses pools.

HACKATHON V. DTU

DTU-studerende arbejder til "Hackathon" i sprints med digitale løsninger på fremtidens udfordringer, hvor Energinet Elsystemansvar blandt andet byder ind med problemstillinger i fremtidens energisystem. Senest blev der både arbejdet på løsninger til forbrugerfleksibilitet i elsystemet samt energiforbrug og indeklima på skoler.

MACHINE LEARNING TIL FEJLFINDING I OLIEISOLEREDE ELKABLER

En digital algoritme gør det mere effektivt for Energinet Elsystemansvar, hvis der går hul på et af de ældre olieisolerede elkabler under København, fordi den giver langt hurtigere indikation af fejl. På den måde minimeres forurening, og reparation kan ske på få uger i stedet for måneder. Herudover pumpes sporstof ind i oleiekablerne, så man kan finde fejl uden at grave. Det er godt for miljøet, pengepungen og generer lokalsamfundet mindst muligt.

AI PÅ LÆRKEVEJ

Som en del af et ph.d.-projekt på DTU blev der i samarbejde med Energinet Elsystemansvar udviklet en algoritme baseret på kunstig intelligens til at forudsige tilgængeligheden af fremtidens forbrugsfleksibilitet fra varmepumper og elbiler. Udgangspunktet var Energinets casestudie "Lærkevej", der repræsenterer en villavej i 2030.

GREEN GAS INITIATIVE

Green Gas Initiative er et samarbejde mellem syv europæiske gas-TSO'er, der arbejder for grøn omstilling af gassystemet. Partnerne har underskrevet en erklæring om at arbejde for CO₂-neutrale gassystemer i 2050. Der er arbejdsgrupper inden for bionaturgas, gas til transport, brint og reduktion af emissioner fra gasnettet.

FÆLLES DSO-TSO-TARIFSAMARBEJDE

Energinet Elsystemansvar og Dansk Energi gennemfører frem mod 2020 et fælles projekt for at fastlægge fremtidens tarifdesign for elnettet. Baggrunden for projektet er et energilandskab i forandring, som udfordrer den klassiske tarifiering på både distributions- og transmissionsniveau. Målet er en model, der understøtter den grønne omstilling og sætter markedsaktørernes og netbrugernes behov i centrum.

ALGORITME TIL ANALYSE OG OPTIMERING AF N-1 BEREKNINGER

Sammen med IBM og AppOrchid har Energinet Elsystemansvar foretaget en komplet N-1 beregning for et helt år baseret på historiske data om teoretiske udfaldsscenarioer for elnettet. Partnerne brugte machine learning og avancerede algoritmer til at analysere de store datamængder, og beregningen giver mulighed for at se endnu længere ind i teoretiske udfaldsscenarioer end i dag.

UDVALGTE PROJEKTER – 2019

GREEN HYDROGEN HUB

Green Hydrogen Hub udgøres af et konsortium mellem Gas Storage Denmark, Nouryon, Siemens, Hydrogen Valley, Corre Energy og EuroWind Energy. Målet er at konvertere og lagre billig vindmøllestrøm til grøn brint via elektrolyse. Brinten kan benyttes i gassektoren, i transportsektoren eller i den kemiske industri, og overskudsvarme kan afsættes til fjernvarmenettet.

SMART GRID MED IOT

Samarbejdsforummet Open Door Lab gennemfører i 2019 flere forløb med fokus på de områder, hvor der er et særligt behov for at øge viden og forståelse. Årets indsatsområder er (1) udnyttelse af distribuerede energiresourcer, (2) nye løsninger, der aktiverer fleksibilitet og (3) sektorkobling.

BIOCAT ROSLEV

Projektet "Biocat Roslev" arbejder med at udvikle et kommercielt biogas-metaniseringsanlæg med en elektrolyseenhed og en biometaniseringsreaktor. I den kommende fase af projektet er Energinet Gas TSO med til at udvikle en markedsmodel omkring certifikatmodellen for tilførsel og handel med biometaniseret gas. Projektet er støttet af det Energiteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP).

SALTKRAFT

Elektricitet høstes fra saltvand ved at have vand med lavere koncentration bag en membran. Over membranen skabes et osmotisk tryk, der tvinger ferskvandskilden ind i saltvandet. Det øgede vandtryk kan så bruges til at lave strøm i en vandturbine. Sådanne enheder tillader elproduktion sammen med varmeproduktion i geotermi. Gas Storage Denmark samarbejder med danske SaltPower om projektet.

SYNTETISK INERTI

I fremtiden skal solcelleanlæg og vindanlæg – "power park moduler" – være med til at levere systemets behov for inertitet gennem syntetisk inertitet. Inerti er vigtigt for frekvensstabiliteten og har afgørende betydning i forhold til frekvensændringer. Energinet Elsystemansvar inviterer i 2019 og 2020 aktører til workshops og analyser for at afklare den syntetiske inertis karakteristika.

TENDENSER OG FREMTIDSPERSPEKTIVER FOR ELSEKTOREN

Det danske energilandskab er under forandring, og udviklingen har stor betydning for den fremtidige anvendelse af det danske distributions- og transmissionsnet. Dansk Energi og Energinet Elsystemansvar stiller sammen skarpt på tidens trends og skaber et fælles billede af den fremtid, der tegner sig i horisonten.

POWER OSCILLATION DAMPING CONTROL, POD

Nyere elproducerende anlæg har egenskaben "power oscillation damping control" – POD – egenskaber til at dæmpe lavfrekvente effektsvingninger imellem produktionsanlæg. Egenskaben findes på de nyeste HVDC-udlandsforbindelser, men funktionen er ikke aktiveret i drift på Energinet Elsystemansvars anlæg endnu. Energinet Elsystemansvar inviterer derfor aktører til workshops i 2019-2020, som skal klarlægge, behovet og virkningen af POD-funktionaliteten.



OPGØRELSE

OPGØRELSE AF OMKOSTNINGER

Opgørelsen omfatter koordinerede F&I-aktiviteter for datterselskaberne Eltransmission, Elsystemansvar og Gas TSO. Den er opdelt i en række hovedaktiviteter, der hver består af en række specifikke aktiviteter. Selskaberne DGD, DataHub og GSD er ikke omfattet af opgørelsen, men det forventes, at disse selskaber også indgår i den samlede opgørelse fra og med 2019.

Der er i 2018 indført nyt økonomi-styringssystem i Energinet, der øger muligheden for at opgøre omkostninger på en emnebaseret måde, der vil præcisere F&I-aktiviteterne. For 2019 og de efterfølgende år kan der derfor forventes ændringer til opgørelsen af omkostningerne til F&I.

F&I-portefølje og -omkostninger i perioden 2016 til 2018

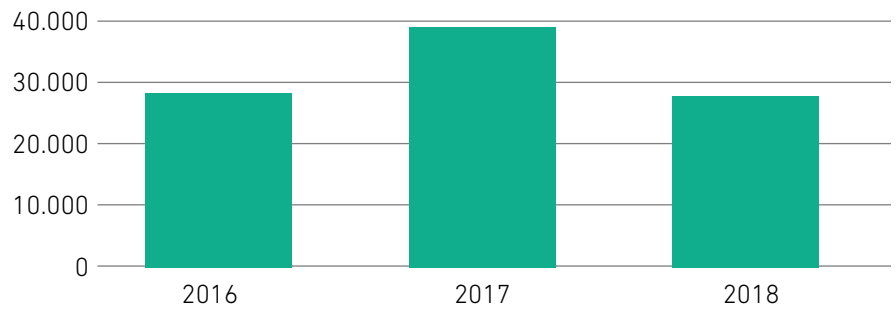
Der er i alt 15 hovedaktiviteter, der hver er opdelt i specifikke aktiviteter. Der er overvejende tale om større projekter og indsatsområder med hvert sit særskilte omkostningssted. Der er således en lang række F&I-aktiviteter i Energinet, som ikke er omfattet af opgørelsen. Mindre løbende forbedringsaktiviteter, fx mindre innovationsprojekter og almindelig udvikling, er ikke inkluderet, da disse typisk ikke er registreret på eget særskilt omkostningssted.

Det vil som en del af den fremadrettede kortlægningsproces blive vurderet, hvilke aktiviteter det er formålstjenligt at tage med i koordineringen, og dermed i opgørelsen fremover, i forhold til at skabe et passende overblik, sikre videndeling og høste synergi på tværs. Efter indførelse af nyt økonomisystem

i 2018 arbejdes der nu på at udarbejde en regnskabsmodel for F&I for de kommende år, som gør det muligt at opgøre aktiviteterne i øget grad på fx fokusområder og emner.

F&I-omkostningerne er ligesom tidligere år beregnet inklusive interne timer til en standardsats på 800 kr. pr. time plus eksterne omkostninger.

De samlede F&I-omkostninger i 2018 er opgjort til t. kr. 27.853.



Tabel 1 Bevægelsen i de samlede F&I-omkostninger i perioden 2016 til 2018 (t. kr.).

F&I-portefølje	2016	2017	2018
DTU Forskning	1.750	1.750	1.570
Ph.d. forløb	1.461	4.768	1.533
ForskEL og ERA-NET administration	5.861	1.582	-
Projekter med EU-støtte	1.867	721	379
Projekter med EUDP- og IF-støtte	486	741	448
Markedsmodel 2.0	188	137	-
Energilagring	1.847	503	267
Modeludvikling	3.906	3.872	2.771
AVC-projektet	1	13	12
Automation by Artificial Intelligence	1.930	87	76
Energi Data Service	4.698	7.140	3.804
Fremtidens Energisystem	1.104	8.504	8.727
North Sea Wind Power Hub	-	3.627	5.739
Øvrige F&I – aktiviteter	3.753	7.119	4.061
I alt	28.339	39.032	27.853

Tabel 2 Afholdte omkostninger 2016-2018 til den samlede F&I-portefølje (t. kr.).

KOMMENTARER TIL ENKELTPOSTER

DTU-forskning

Energinet giver støtte til DTU til anvendt forskning i, hvorledes transmissionssystemerne kan udvikles. Det er et krav, at forskningen er anvendelsesorienteret og udføres efter aftale med Energinet. Energinet har en interesse i at fremme forskning, udvikling og uddannelse inden for elsystemer, samt en vision om at tiltrække studerende

og uddanne et øget antal kvalificerede ingeniører på højest teknisk-videnskabelige niveau. Centralt for samarbejdet og Energinets økonomiske støtte er, at der hvert år udføres forskningsaktiviteter inden for Energinets interessefelt. Den aktuelle støtte ligger på 1,5 mio. kr. om året, og herudover er der i 2018 udført yderligere bestillingsarbejde for 70.000 kr. Støtten er betinget af, at DTU leverer tilsvarende.

Ph.d.-forløb

Energinet har i 2018 ikke afholdt udgifter til støtte af ph.d.-forløb.

ForskEL og ERA-NET administration

Energinets bidrag til administration af projekter igangsat inden for ForskEL programmet og ERA-NET sluttede i 2018. Energinets sidste udbud af ForskEL var i 2015 (2016-puljen).

Projekter med EU-støtte

Aktivitetsniveauet på projekter med EU-støtte har i 2018 ligget på et lavere

niveau end foregående år. Antallet af projekter er aktuelt for nedadgående. Ud over de allerede afsluttede EcoGrid,

E-Highway og Grid+ blev herudover evolvDSO, Best Paths og GARPUR afsluttet i 2018.

Projekter med EU-funding	2016	2017	2018
EcoGrid EU	50	-	-
evolvDSO	212	59	115
GARPUR	512	235	66
Best Paths	271	111	3
PROMOTioN	462	207	150
SmartNet	361	108	44
I alt	1.867	721	379

Tabel 3 Afholdte omkostninger 2016-2018 til projekter medfinansieret af EU (t. kr.).

Projekter med EUDP- og IF-støtte

Projekter med IF- og EUDP-funding	2016	2017	2018
BioChain	40	-	2
Cities	101	139	79
SYMBIO	15	9	-
Synfuel	21	16	-24
Future Gas	287	507	316
User Tec	21	7	-
HT-TES	-	63	33
Re-Invest	-	-	42
I alt	486	741	448

Tabel 4 Afholdte omkostninger 2016-2018 til projekter medfinansieret af EUDP og Innovationsfonden (t. kr.).

Energilagring

Energilagring omhandler test af gasarten brint i station M/R-Helle.

Modeludvikling

Aktivitetsniveauet på videreudvikling af Energinets modeller (fx til energisystemanalyse) har i 2018 ligget en kende lavere end i de forudgående år.

AVC-projektet

AVC-projektet, der omhandler design og kravspecifikation til automatisk spændingsregulering i elnettet, er afsluttet i 2018.

Energi Data Service

Aktivitetsniveauet på udvikling af Energidatabanken lå i 2017 på et ekstraordinært højt niveau grundet projektafslutning på den første fase, og det er i 2018 vendt tilbage til omtrent niveauet for de forudgående år.

Fremtidens Energisystem

Fremtidens Energisystem dækker over et bredt og sammenhængende analysearbejde til beskrivelse af fremtidige udfordringer og muligheder i omstillingen af det danske energisystem til uafhængighed af fossile brændsler. Analysearbejdets hovedrapport "Systemperspektiv 2035" blev offentliggjort i marts 2018. Herefter har indsatsen ligget på supplerende analyser og kommunikation af resultater. Det samlede aktivitetsniveau i 2018 lå under niveauet i 2017, hvor hovedandelen af arbejdet med analysen blev gennemført.

North Sea Wind Power Hub

North Sea Wind Power Hub-projektet har i 2018 ligget på et højt aktivitetsniveau. Det forventes, at aktivitetsniveauet fortsættes ind i 2019.

Øvrige F&I-aktiviteter

Øvrige F&I-aktiviteter dækker over generel udviklingsassistance, F&I-sekretariatets indsats, deltagelse i nationale og internationale F&I-fora samt koordinering og formidling.



ENERGINET

Tonne Kjærvej 65
7000 Fredericia
Tlf. 70 10 22 44

info@energinet.dk
www.energinet.dk