

Elnetselskaber sætter strøm på Europas grønne omstilling

Decentralisering side 3-9



Målere og data side 10-16



Kunder side 17-23



Innovation side 24-31



Elnetselskaberne - rygraden i den grønne omstilling

Af Klaus-Dieter Borchardt, direktør, EU-Kommissionens generaldirektorat for energi, afdelingen for det indre energimarked

Da EU-Kommissionen i november 2016 fremlagde den såkaldte Vinterpakke på energiområdet, var der stor opmærksomhed om emner som et velfungerende marked, forbrugerindflydelse og ambitioner for vedvarende energi og energieffektivitet.

Der har været et langt mindre fokus på infrastrukturen, som muliggør den igangværende omstilling af energisystemet, dvs. elnettet.

Elnettet er sjældent i centrum for ophedede offentlige debatter, men det er bredt anerkendt blandt markedsdeltagere og beslutningstagere, at det har en afgørende rolle for omstillingen til vedvarende og mere decentrale energikilder.

Elnetselskaberne (DSO'erne) bliver i fremtiden - endnu mere end i dag - den fleksible rygrad i elsystemet, idet de er bindeleddet mellem mere fluktuerende, decentral produktion og et fleksibelt elforbrug.

Det kræver en regulering, som giver incitament til investeringer i innovation, vedligeholdelse og udbygning af distributionsnet, og det kræver, at DSO'erne bliver hørt klart og tydeligt i både Bruxelles og de europæiske hovedstæder.

EU-Kommissionen har åbnet debatten med forslag om at oprette en europæisk

DSO-enhed, med bestemmelser om et stærkere samarbejde mellem TSO'er og DSO'er, med perspektiver om avanceret netstyring samt en række andre relevante emner.

Vinterpakkens lovgivningsmæssige udmøntning vil være genstand for intense forhandlinger i de kommende 1-2 år.

Inddragelse af konkrete erfaringer fra medlemslandene vil være afgørende for at sikre det bedst mulige resultat. Kun på den måde vil vi kunne sikre, at rygraden af energisystemet er omgivet af de muskler, der er nødvendige for at drive den grønne omstilling fremad.



Elnetselskaber sætter strøm på Europas grønne omstilling

... decentralisering, målere og data, kunder, innovation

Udgives på dansk, tysk og engelsk, marts 2017.

Layout:
Henrik Wedel Sivertsen

Oversættelse:
World Translation

Fotos på forsiden:
Dansk Energi, Thomas Sørensen, EWII

Ansv. redaktør:
Jesper Tornbjerg, Dansk Energi

Tryk:
Lasertryk

Udgiver:
State of Green

Yderligere information:
For bestilling af denne eller andre publikationer kontakt venligst
State of Green på info@stateofgreen.com

Copyright State of Green 2017



Vidste du at...

- det danske distributionsnet er 166.000 km langt (= fire gange rundt om jorden)
- der er 3,25 mio. elmålere og dermed kundeforhold for elnetselskaber i Danmark
- der står 800.000 kabelskabe og over 70.000 transformestationer rundt om i landet
- ca. 14 procent af elregningen for en husstand går til distribution (og 57 procent til staten)
- driftsomkostningerne til pr. km net er faldet med knap 40 procent de seneste ti år

Elsystemet er vendt på hovedet

Fra 100 procent kulfyrede kraftværker:

For 30 år siden blev stort set al elektricitet i Danmark produceret på få, centrale kraftværker. En del af disse kulfyrede værker er lukket, og de fleste af de andre er ombygget til biomasse.

Til 56 procent grøn produktion i 2015:

I løbet af de seneste årtier er der opstillet 5.000 vindmøller, og de dækker nu, hvad der svarer til ca. 40 procent af elforbruget. Læg dertil flere hundrede mindre kraftvarmeværker og knap 100.000 solceller. Samlet dækkes 56 procent af det danske elforbrug i dag af grøn el.

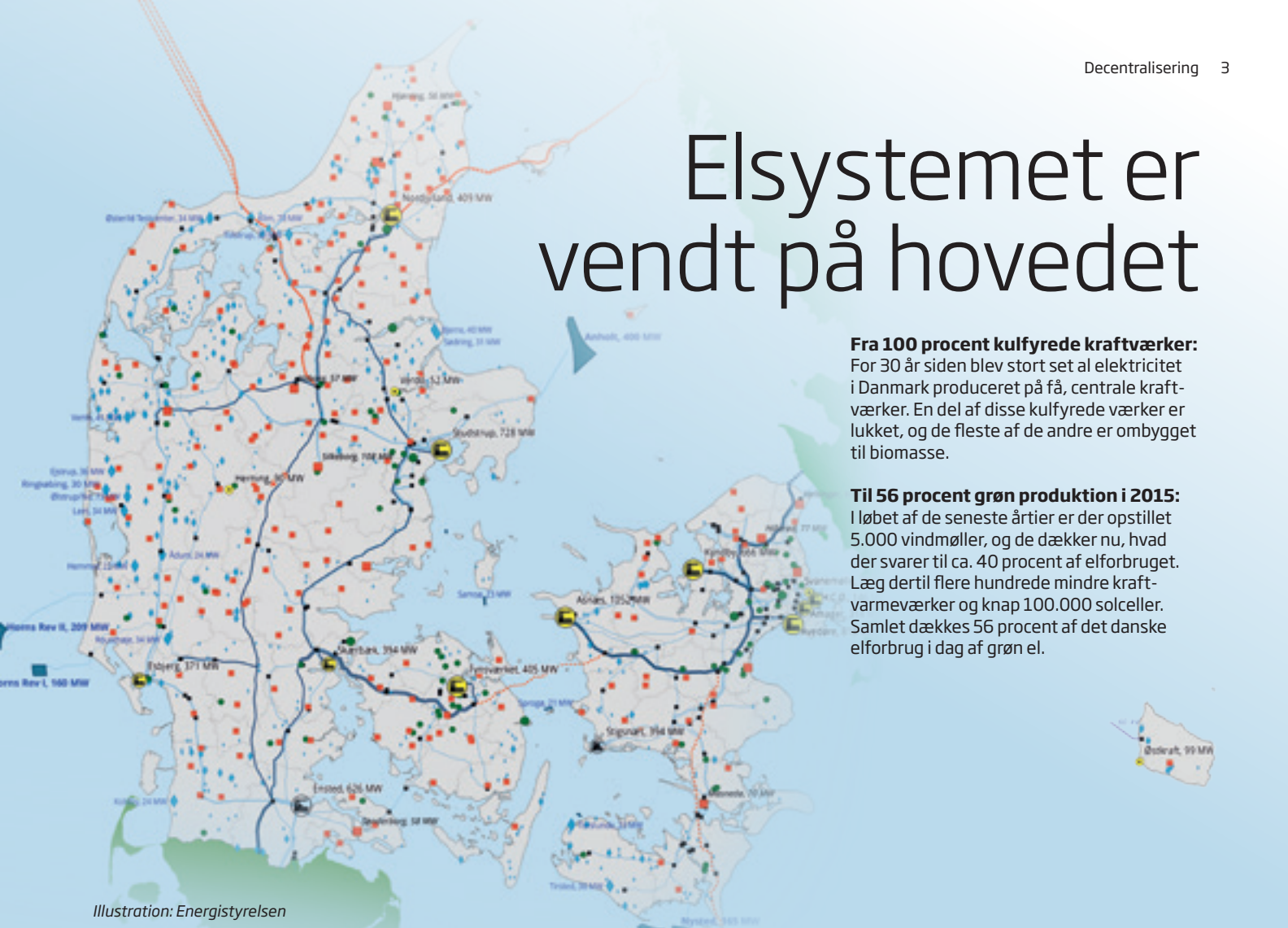


Illustration: Energistyrelsen

Billigt elnet

Transmission og distribution af el koster kun cirka 30 øre/kWh i Danmark, der dermed tilbyder husholdninger og erhvervsliv nogle af de billigste nettariffrer i Europa. Det fremgår af de sammenligninger af tarifniveauet, som Eurostat udgiver hvert år i "Energy Price Statistics". Opgørelserne viser altså, at det danske elnet er veldrevet og effektivt til gavn for familier og konkurrenceevnen hos danske virksomheder. Bag succesen ligger det faktum, at de danske netselskaber årligt investerer over 2,2 mia. kroner i infrastruktur.

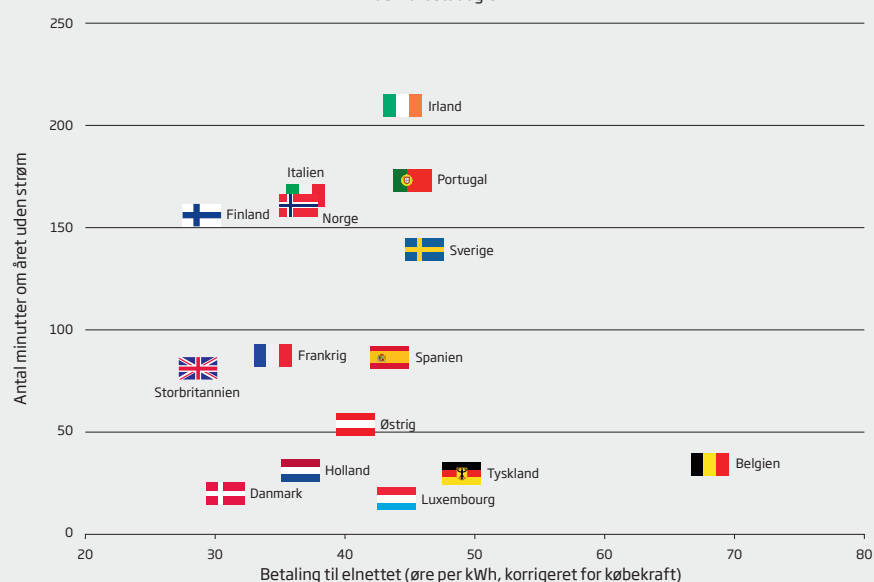
Fremadrettet mener afdelingsleder Filip Sundram fra Dansk Energi, at nytænkning i reguleringen af elnetselskaberne er nødvendig:

- De udfordringer, som netselskaberne står overfor, er ikke uoverkommelige, men løsningerne kræver investeringer og nye, innovative løsninger. Det er derfor vigtigt, at netselskaberne gennem myndighedernes regulering ikke straffes for - men tværtimod opfordres til - at foretage samfundsgavnlig innovation, siger Filip Sundram.

Det danske elnet er ifølge en benchmarkrapport fra The Council of European Energy Regulators (CEER) i topklasse sammen med nettene i Tyskland, Luxembourg, Holland og Schweiz.

Danmarks elnet leverer kvalitet i særklasse - til discountpriser

Kilde: Eurostat og CEER



Europæisk trend: Lokal produktion

Alle EU-lande investerer i vedvarende energi. Tyskland går foran med det gode eksempel og har øget kapaciteten af vedvarende energi fra 11.400 MW

i 2000 til 97.500 MW (48,3 procent) i 2015. Den grønne andel af de producerede kilowatttimer er steget fra 7 til 30 procent på 15 år. Kilde: BDWE.

Regulering skal tilpasse sig:

Vildt meget vindenergi

I Nordvestjylland blæser der ofte en strid vind, og her dækker vindmøller, solceller og lokale kraftvarmeværker, hvad der svarer til flere hundrede procent af elforbruget på årsplan. I kortere perioder kan dækningsgraden runde 1.000 procent.

Jysk Energi, der har ca. 30.000 andelsejere og kunder, driver distributionsselskabet NOE Net og er medejer af 60 kV-selskabet Vestjyske Net. Sammen sender de ca. 430 GWh el ud til deres kunder. Den lokale elproduktion ligger på ca. 935 GWh plus, hvad der fremover kommer fra to nye vindmølleparker; Vemb Nordøst Vindmøllepark på 40 MW og Hoager Vindmøllepark på 41 MW.

- I weekender, hvor det blæser, og industrien ligger stille, sender vi af og til over ti gange flere kilowatttimer ud af området, end vores kunder bruger. Med de to nye vindmølleparker bliver det endnu vildere, siger teknisk chef Per Strøm Kristensen fra NOE Net.

Hos NOE Net dækker vindmøller, kraftvarmeværker og solceller i perioder, hvad der svarer til 1.000-1.200 procent af det lokale elforbrug. Alene vindmøllekapaciteten er tæt på 400 MW, og med 7-8 større vindmølle- og solcelleprojekter - herunder Vesterhav Nord på 200 MW ude i Nordsøen - i 2017 og 2018 vil kapaciteten stige til godt 700 MW.

Dækningen i Nordvestjylland ligger langt over landsgennemsnittet, og det bør smitte af på den fremtidige regulering af elnetselskaberne, mener Jysk Energi.

- Vi støtter den grønne omstilling, men vores forbrugere betaler en overpris for nettab samt drift og vedligeholdelse, og det er ikke rimeligt. Vi sender en meget stor del af produktionen ud af området, og det bør den fremtidige regulering af netselskaberne tage højde for, siger adm. direktør Lars Naur fra Jysk Energi.

Datacentre vælger Danmark

Høj leveringssikkerhed på grøn el til rimelige priser, moderne fibernet, veluddannet arbejdskraft og stabilt erhvervsklima. Sådan lyder nogle af forklaringerne på, at bl.a. Apple og Facebook har valgt at investere betydelige summer i meget store datacentre i Danmark. Mens Apple har valgt Viborg som lokalitet til et datacenter, der formentlig skal bruge 0,7-1 TWh/år, så slår Facebook sig ned i Odense på Fyn.

- Vi er stolte over, at en stor virksomhed som Facebook vælger lige netop Fyn. Det er et kvalitetsstempel til den danske og fynske elforsyning. Vi er glade for, at vi kan støtte op om Facebooks byggeri. Det er et vigtigt tiltag i forhold til den vide-

re udvikling af infrastrukturen på Fyn, siger koncernchef Bent Agerholm, Energi Fyn.

Adm. direktør Lars Aagaard fra Dansk Energi nævner, at Danmarks energisystem af World Energy Council er kåret som verdens bedste på grund af grøn energi, leveringssikkerhed og lave priser.

- Men hvis vi skal holde fast i den grønne førerposition, er næste skridt for politikerne at ændre vores energifgifter, så den stadig grønnere strøm ikke er beskattet hårdere end olie og gas, for det giver ingen mening, siger Lars Aagaard.

308 procent grøn el

Ø-energi: Søkabler til fastlandet er en af forklaringerne på, hvordan det er lykkedes Samsø at indpasse enormt meget vedvarende energi, spare millioner af kroner på køb af fossile brændsler - og blive kendt verden over.

I årtier har Samsø 'importeret' el via søkabler og importeret olie sejlet ind på skibe. Dermed har Samsø 'eksporteret' mange penge bort fra øen - penge et presset lokalsamfund ellers selv kunne have gavn af.

Nu producerer Samsø selv meget mere strøm fra vedvarende kilder, end der bliver brugt på Samsø og nabøen Tunø, så el er blevet en indtjeningskilde. Derudover køber de lokale fjernvarmewærker halm fra Samsø, så alt i alt har den grønne ø reduceret sine omkostninger til fossile brændsler ganske markant.

- Jeg skønner, at det drejer sig om 10-15 millioner kroner om året, siger direktør Søren Hermansen fra Videntretet Samsø Energiakademi.

For en ø-kommune med ca. 3700 indbyggere er det mange penge, men de økonomiske gevinster ved at slå sig op som VE-ø stopper ikke med det.

Fortællingen om, at vindmøller og lidt solceller dækker, hvad der svarer til 308 procent af Samsøs elforbrug kombineret med CO₂-fri fjernvarme er uhyre kraftfuld, så hvert år modtager Samsø flere tusinde energiturister - herunder ministre, ambassadører og tv-stationer. Det giver beskæftigelse på Samsø Energiakademi og på hoteller/restauranter. Alt i alt drejer det sig om 30 nye årsværk.

Derudover formår de aktive folk på øen

løbende at hente støtte til projekter. Senest har Samsø Energiakademi med 'Global Expansion of Sustainable Community Projects' fået støtte fra KR Foundation til at oprette energiakademier to steder i USA - på Hawaii og i Maine - samt i Australien, Japan og EU.

- Jeg ved godt, at i en verden, hvor de fossile brændsler dækker 80 procent af energiforbruget, så batter det måske ikke så meget, men det giver tro og håb om en mere bæredygtig fremtid, siger Søren Hermansen.

Nelselskab: Ingen problemer

Når det kan lykkes at blive verdensberømt inden for vedvarende energi, bunder det bl.a. i stærkt lokalt engagement, hvor mange beboere tænker i, 'hvad der er godt for vores fællesskab'. Andre dele af forklaringen ligger i, at Samsø tilbage i 1990'erne blev udnævnt til national VE-ø, hvilket førte støttekroner med sig.

En pointe er også, at Samsø har gode netforbindelser til et langt større elsystem. Samsø har to søkabler til Jylland og dermed en slags ringforbindelse med høj forsyningsikkerhed. Netchef Michael Grønhøj fra NRGi Net i Aarhus oplyser, at den markante andel grøn el på Samsø ikke giver tekniske problemer.

- Vi har et stærkt bagvedliggende net,

og produktionen på Samsø er derfor relativ lille, siger Michael Grønhøj.

For at blive ved med at skabe værdi for øen - og holde sig i det internationale rampelys - bliver Samsø ved med at udvikle sig. Vindmøller på land og ude på havet bliver suppleret med solceller, energirenoveringer, varmepumper, elbiler og andre grønne tiltag. Færgen til Jylland sejler nu på flydende naturgas (LNG) i stedet for diesel, men planen er, at den skal over på lokalt produceret biogas og elektricitet.

- Noget af det næste bliver også, at vi skal analysere mulighederne inden for bioøkonomi og cirkeløkonomi, siger Søren Hermansen og nævner, at det måske giver god mening at spare på halmen på fjernvarmewærkerne ved at installere varmepumper og bruge stråene til produktion af biogas i stedet for.

Som andre områder uden for de store metropoler slås Samsø mod onde spiraler i form af fraflytning og færre stabile skatteydere. Om det skyldes aktiviteter på VE-øen, er svært at sige, men flere flytter til end fra Samsø. Udfordringen er, at der fødes for få børn i forhold til den naturlige afgang.

Historien om en ø med over 100 procent grøn energi og ambitioner om at blive fossilfri i 2030 er så kraftfuld, at Samsø hvert år modtager flere tusinde energiturister - herunder mange tv-stationer. Foto: Jørgen Bundgaard/Samsø Energiakademi



Energipark høster energi fra vind og sol

Vindmølle- og solcellepark øger dækningen med vedvarende energi til 56,2 procent i Ringkøbing-Skjern Kommune. Elnetselskabet RAH har etableret nødvendig infrastruktur – herunder ti kilometer højspændingskabel.

Hvide skyer fejer hen over himlen og kaster skygger ned på 22 Vestas-møller á 3,3 MW og 69.000 solcellepaneler i det, man i Ringkøbing-Skjern Kommune kalder 'Danmarks største energipark'. Græsset er grønt, og trods forstyrrelserne fra oven producerer både vindmøller og solceller masser af elektricitet til elnettet.

Vi befinder os i Nørhede-Hjortmose lidt øst for Ringkøbing i et område, hvor der er højt til loftet, kort til Nordsøen og langt til nærmeste nabo. Her har private investorer opstillet 72 MW vindenergi og 15,2 MW solceller, og de bidrager dermed til kommunens mål om på papiret at være 100 procent selvforsynende med grøn energi i 2020.

Bl.a. takket være el-anlæggene i Nørhede-Hjortmose er Ringkøbing-Skjern Kommunes borgere og virksomheder ifølge de nyeste tal oppe på en estimeret dækning på 56,2 procent.

- Ja, det er en ret spektakulær park. Solcellerne er opført mellem vindmøllerne og generer ikke nogen, siger teknisk chef Per Nielsen fra RAH, der har stået for opsamlingsnet og nettilslutning af – i sidste omgang – solcelleanlægget til 10 kV-nettet.

I kapløb med tiden

Bag Hjortmose Solenergi står ti lokale investorer, der med hjælp af lån fra lokale banker har lagt 125 mio. kr. i projektet. Ideen til de mange solceller opstod i 2012 i forbindelse med rejsningen af vindmølleparken, der oprindeligt ejedes af 22

vestjyder, men først i 2015 kom der fart over feltet i forhold til solcellerne.

For investorerne blev anlægsprojektet et kapløb med tiden, for tilskuddet til solceller ville falde med 14 øre/kWh ved årets udgang 2015. Med en forventet årlig produktion på 16,2 mio. kWh svarer det til 22,6 mio. kr. over de ti år, som støtten på 102 øre/kWh løber. Elnetselskabet hjalp derfor med at speede processen op.

- Vi nåede det takket være et utrolig godt samarbejde mellem alle parter – herunder kommunen. Vi har alle et godt indbyrdes forhold og har opført et besøgscenter i fællesskab mellem anlægsejerne, Vestas og RAH, fortæller Per Nielsen.

De mørkeblå solceller blev sejlet ind med tre containerskibe fra den kinesiske solcellevirksomhed Talesun. En anden nøglekomponent i form af de 750 invertere á 20 kW, der sikrer, at strømmen omdannes fra jævnstrøm til 230 volt vekselstrøm, blev kørt op på lastbiler fra tyske SMA Solar Technology.

Den 1. oktober gik 2015 arbejdet i gang, og alene det lokale elektrikerfirma BroCons folk trak 320 kilometer kabel fra solcellepanelerne til inverterne og 25 kilometer kabel i jorden. Derudover skulle RAH trække 10 kilometer højspændingskabel.

Undervejs blev det regnvejr, og håndværkerne gik i mudder til langt op mod knæene. Deadline blev nået. Den 23. december blev solcellerne koblet til nettet, så ejerne har dermed garanti for de 102 øre/kWh.

For RAH har solcelleparken været speciel takket være målestok og ved, at der er opsat rigtig mange målestationer tæt ved hinanden. Der har været én kunde, men 36 tilslutningspunkter med afregning via Energinet.dk's DataHub. Fremadrettet ejer, driver og vedligeholder RAH Net elnettet frem til målestationerne, ligesom RAH-koncernen er blevet ejer af én af vindmøllerne.

Besøgscenter med udsigt

- Og så nyder vi stor glæde af vores fælles showroom, Nørhede-Hjortmose Besøgscenter, hvor vi, som de el-tekniske nørder, vi er, kan holde møder med udsigt til vind- og solenergi-parken. Bygningen bliver også brugt af kommunen, der netop har haft besøg af et hold japanere og til Vestas-seminarer, siger Per Nielsen.

Forbruget af el i RAH's forsyningsområde ligger på knap 60.000 MWh om året. Den lokale produktion af el fra vindmøller, solceller og kraftvarmeværker har de seneste to år ligget på ca. 90.000 MWh/år, så siden 2014 har RAH-området været 'eksportør' af grøn strøm.

Mere grøn el er på vej, hvilket stiller store krav til RAH om fortsatte investeringer i kabler og komponenter.

FAKTA OM VIND OG SOL

Vindkraft (onshore/offshore) dækker, hvad der svarer til ca. 40 procent af Danmarks elforbrug. Danmark har også knap 100.000 solcelleanlæg med en samlet kapacitet på knap 800 MW. De dækker ca. to procent af forbruget.

Lidt øst for Ringkøbing i det vestlige Danmark har private investorer opstillet 72 MW vindenergi og 15,2 MW solceller. Foto: Dansk Energi.

Lang ø knækker den grønne kode

Vindmøller, kraftvarme og solceller dækker, hvad der svarer til 177 procent af elforbruget på Langeland. Meget få kender imidlertid den positive energihistorie, der omfatter barndomshjemmet for elektromagnetismens far: H.C. Ørsted.

I Danmark leverer vindenergien, hvad der svarer til ca. 40 procent af det årlige elforbrug, men lokalt kan dækningen være meget højere. Langeland er en af de øer, der viser verden, at vedvarende energi er lettere at indpasse i elsystemet end forventet.

- Vindmøllerne på Langeland dækker 164 procent af forbruget, og hvis vi tæller elproduktionen fra kraftvarmeværket i Rudkøbing og solcellerne med, kommer den grønne elproduktion op på, hvad der svarer til 177 procent, fortæller direktør Kim Henning Hansen fra Langelands Elforsyning.

År tilbage var han med i en række arbejdsgrupper i regi af Dansk Energi. Her skulle teknikerne vurdere hvor mange vindmøller, der var plads til i det danske elsystem. I starten skulle alle lige lære den nye teknologi at kende, men...

- Vi var bekymrede på Langeland, men alle vores bekymringer er blevet gjort til skamme, siger direktøren på baggrund af investeringer i kabler og netforstærkninger.

Skal blive bedre til branding

Langeland har ca. 12.500 indbyggere, så der er cirka tre gange så mange langelændere som samsinger. Samsø er kendt verden over for sin ekstremt høje andel vedvarende energi - et kendskab, der bl.a. bunder i, at store dele af lokalsamfundet er engageret, og at Samsø Energiakademi er dygtig til at sælge den gode historie både nationalt og internationalt.

Kim Henning Hansen fastslår, at Langeland fremover skal blive bedre til at brande sig selv:

- Vi bruger slet ikke vores grønne profil nok. Vi har en god fortælling, som vi skal blive bedre til at formidle, siger han.

Gode råd fra fraflyttere

På den lange ø i Det Sydfynske Øhav er der i runde tal 44 MW vindenergi, 8 MW biomasse-kraftvarme og 2 MW solceller. Med dækningen på 177 procent grøn el overgår Langeland de fleste øer, så langelænderne har en stærk teknisk historie at fortælle. Som en ekstra krølle på sagen er elektromagnetismens far, Hans Christian Ørsted (1777-1851), født på øens gamle apotek.

- Ja, Langeland skal ranke ryggen og blive bedre til at sælge øens mange gode sider inden for kunst & kultur, natur og teknologi, siger den fraflyttede, men inkarnerede langelænder, direktør Helle Kastrupsen fra Montagebureauet i København.

En idé kan være, påpeger hun, at øens stærke kræfter - ligesom



Hans Christian Ørsted blev født den 14. august 1777 i Rudkøbing på Langeland. Han var fysiker, kemiker og farmaceut - og en nær ven til forfatteren H.C. Andersen. H.C. Ørsted betegnes ofte som manden bag opdagelsen af elektromagnetismen, hvilket skete i 1820.
Illustration: Langelands Museum

Samsø og Bornholm har gjort det - sætter sig sammen på tværs af interesser og udvikler en fælles historie og en fælles vision.

- Langeland har mange kreative ressourcer og kan bygge videre på, at der hvert år kommer over 25.000 mennesker til musikfestival på øen, siger Helle Kastrupsen.

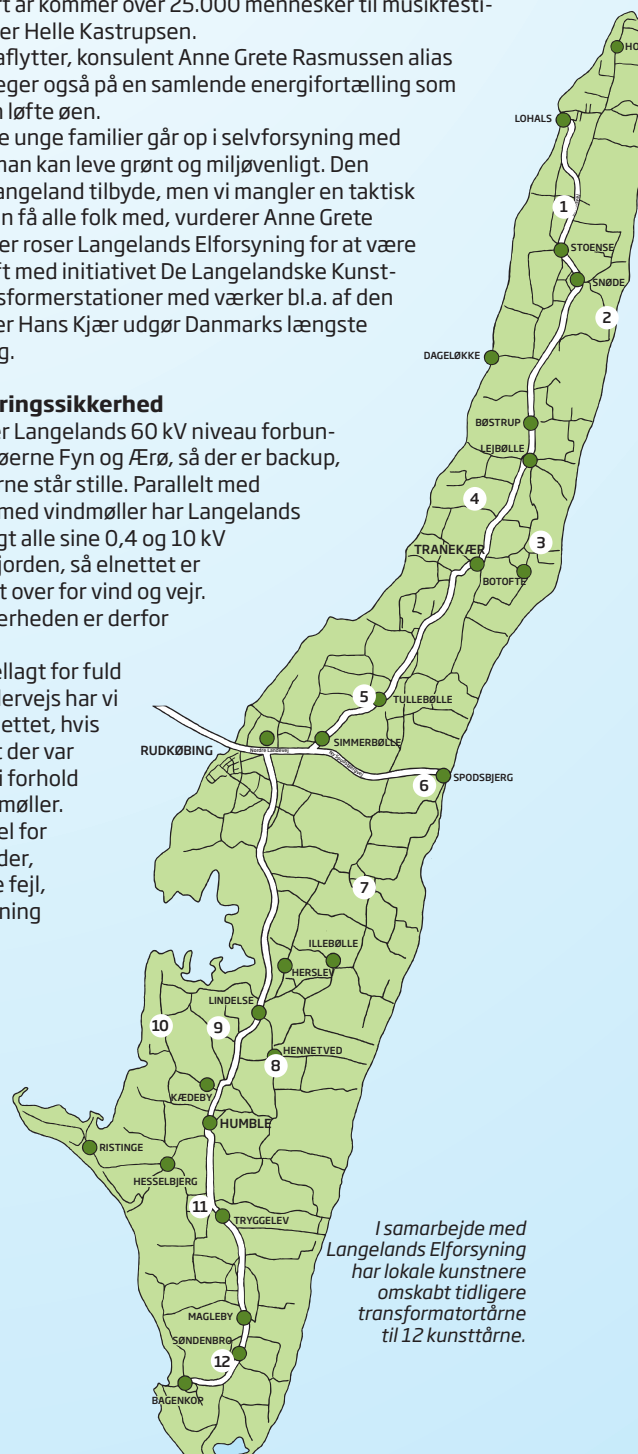
En anden fraflytter, konsulent Anne Grete Rasmussen alias FruGrøn.dk, peger også på en samlende energifortælling som noget, der kan løfte øen.

- Især mange unge familier går op i selvforsyning med energi, og at man kan leve grønt og miljøvenligt. Den historie kan Langeland tilbyde, men vi mangler en taktisk person, der kan få alle folk med, vurderer Anne Grete Rasmussen, der roser Langelands Elforsyning for at være en positiv kraft med initiativet De Langelandske Kunsttårne: 12 transformatorstationer med værker bl.a. af den lokale kunstner Hans Kjær udgør Danmarks længste kunstudstilling.

Tårnhøj leveringssikkerhed

Elmæssigt er Langelands 60 kV niveau forbundet med nabøerne Fyn og Ærø, så der er backup, når vindmøllerne står stille. Parallelt med udbygningen med vindmøller har Langelands Elforsyning lagt alle sine 0,4 og 10 kV forbindelser i jorden, så elnettet er mindre sårbart over for vind og vejr. Leveringssikkerheden er derfor tårnhøj.

- Vi har kabellagt for fuld styrke, og undervejs har vi også styrket nettet, hvis vi kunne se, at der var behov for det i forhold til de nye vindmøller. Det er en fordel for alle vores kunder, at der er færre fejl, siger Kim Henning Hansen.



I samarbejde med Langelands Elforsyning har lokale kunstnere omskabt tidligere transformatorårne til 12 kunsttårne.

Netselskaber leverer infrastruktur til infrastruktur

Elektricitet erstatter diesel på Aarhus Letbane.
Tre elnetselskaber sørger for, at der er strøm til de nye tog.

Jernbaner, letbaner, metro, supersygehuse... verden over investeres der flittigt i spektakulære infrastrukturprojekter, og hver gang er der elnetselskaber involveret med investeringstunge delprojekter.

Mød elinstallatør Søren Damkjær Møller fra elnetselskabet Dinel (tidligere AURA El-net) i udkanten af Aarhus!

Som projektleder skal han sørge for, at der i fremtiden er elektricitet på en del af den 110 kilometer lange Aarhus Letbane.

- Vi er i gang med at etablere seks omformerstationer med to koblinger ind til letbanens system. Letbanen skal have strøm og backup. Togene må ikke stå stille, så forsyningen er dobbelt op, fortæller Søren Møller, mens han viser rundt langs toglinjen fra Viby i udkanten af Aarhus og ned mod Odder.

Letbanen skal på strækningen Aarhus-Odder køre på de spor, hvor der indtil for nylig rullede dieseldrevne tog. I Aarhus bliver der lagt 12 km nye skinner, så universitet, sygehus og bydelen Lisbjerg kan blive betjent af letbanen, der lidt nord for Danmarks næststørste by møder den gamle 'diesel-rute' til Grenaa.

30 omformerstationer

I alt skal de tre involverede elnetselskaber (DSO'er) - Dinel, NRGi Net og EnergiMidt Net - etablere 30 omformerstationer til letbaneprojektets etape 1. I disse stationer skal 10 kV vekselstrøm fra elnettet omdannes til kørestrøm på 750 V jævnstrøm.

Søren Møller låser en af dørene op til den

gråhvide bygning, kaldet Train Power Supply 6 (TPS 6), i Viby:

- Omformerstationerne er helt centrale. Det er i disse forsyningspunkter, elnettet møder letbanen, siger Søren Møller og peger på de klemmer, der markerer grænsen mellem 'dem og os'.

Dinel arbejder tæt sammen med de andre DSO'er om at levere infrastruktur til letbanen, så det bliver nemmest muligt for de primært italienske entreprenører at udføre deres arbejde inden deadline. Letbanen skal gå i drift i maj 2017.

Klar til test af tog

TPS 6 er klar, og der er sat master op mellem Viby og Rosenhøj. Endvidere er elforsyningen til TPS 6 opgraderet, så de første forudsætninger for prøvedrift er sat på skinner. Ved siden af TPS 6 har Dinel erstattet et gammelt 10 kV-koblingsskab med et nyt, der kan fjernovervåges og -styres fra et kontrolrum i Odder, eller 'hjemme hos mig, når jeg har vagt uden for de normale åbningstider', som Søren Møller formulerer det.

Længere mod syd på togstationen i Tranbjerg er italienske arbejdere ved at forberede opstilling af de master, der skal levere kørestrøm til togene. Tunge betonfundamenter skal bankes ned i jorden med en maste-rig, inden masterne (3.000 stk. på hele letbanen) sættes på.

Dinel er ikke involveret i den del af projektet, men DSO'en har ryddet et stykke jord og er dermed klar til at opføre omformerstationer

nen TPS 5 og forbinde den med elnettet ved at skyde et 130 meter langt kabel ind under skinnerne.

13 km kabler

For at levere kvalitet har Dinel indkøbt 13 km PEX-kabler til letbanen - heraf er der udrullet 4,7 km alene ved Mårslet i forbindelse med forsyningspunktet TPS 4. På denne og andre strækninger er der samtidig fjernet gamle, let olieholdige papirkabler.

- Netforstærkningen ved Mårslet sker af hensyn til letbanen, men også til glæde for leverings sikkerheden til byen, der er vokset betydeligt de seneste år, fortæller Søren Møller.

Vi nærmer os Odder og kan spredt i landskabet se tegn på letbane-aktivitet. Søren Møller fortæller, at Dinel inden gravemaskinerne har taget fat, og kablerne er blevet rullet ud, har testet forskellige løsninger grundigt af ved hjælp af beregnings- og simuleringsværktøjet Net-Bas. For Dinel er det vigtigt, at letbaneprojektet ikke forringer leverings sikkerheden.

- Vi kommer helt sikkert til at levere den strøm, letbanen har brug for, uden at det går ud over vores andre kunder, fastslår Søren Møller på stationen i Odder, hvor der er gjort klar til at installere omformerstationen Train Power Supply 1.

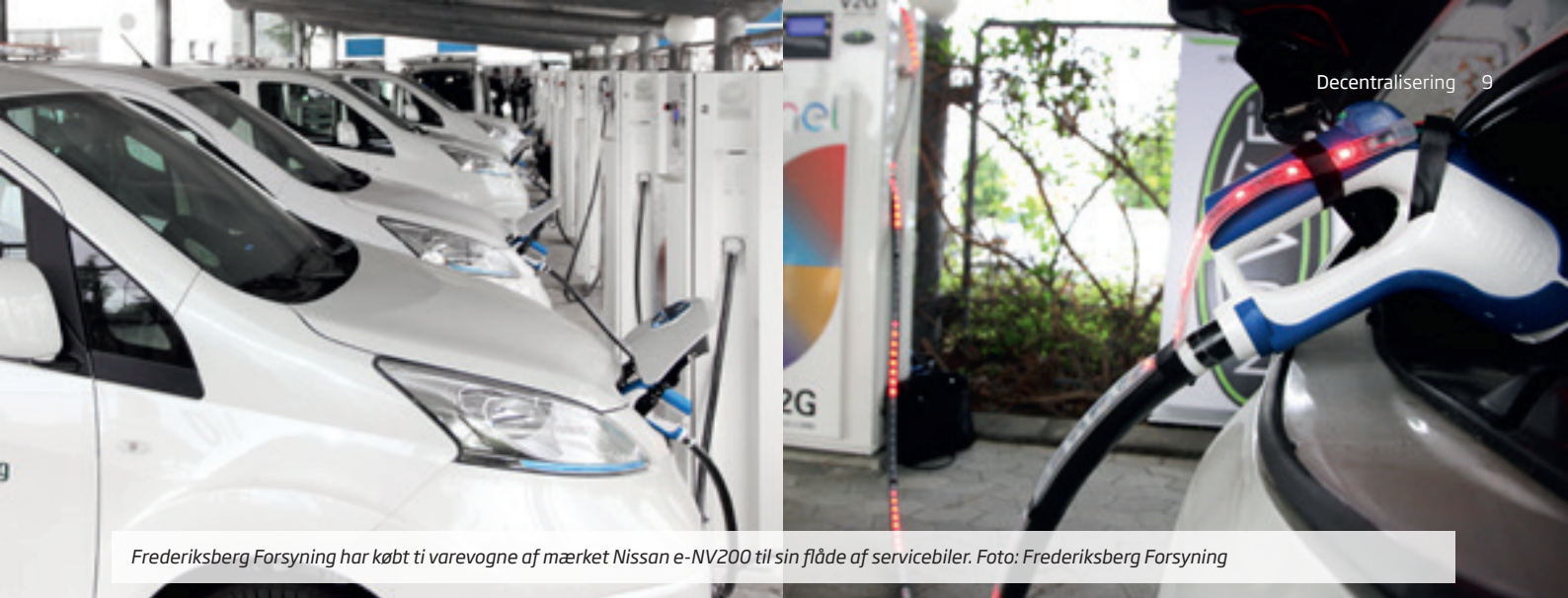
Også Odense er ved at anlægge en letbane, så Søren Møller er i dialog med kolleger hos energiselskabet Energi Fyn Net for at udveksle erfaringer.

Aarhus Letbane, hvis første etape er på 110 kilometer, bliver taget i drift i 2017, hvor Aarhus er europæisk kulturby. Illustration: Aarhus Letbane.

Elinstallatør Søren Møller fra elnetselskabet Dinel låser en af dørene op til den gråhvide Train Power Supply 6 i Viby. Dinel skal etablere seks omformerstationer, der kan omdanne 10 kV vekselstrøm til 750 V jævnstrøm.

Foto: Dansk Energi





Frederiksberg Forsyning har købt ti varevogne af mærket Nissan e-NV200 til sin flåde af servicebiler. Foto: Frederiksberg Forsyning

Elbiler sælger ydelser til elnettet

Elbil-flåde leverer strøm til elnettet: Japanske el-varevogne, italiensk ladeudstyr og amerikansk it gør Vehicle-to-Grid til dansk virkelighed med globale perspektiver. Verdens første kommercielle V2G-pilotprojekt har siden september 2016 leveret frekvensregulering til elnettet.

Tænk på en fremtid med millioner af batterier, der lader op med strøm FRA elnettet - og leverer ydelser TIL elnettet, når elsystemet har behov for det.

Den fremtid rykker nærmere og nærmere bl.a. takket være et projekt i København, hvor selskabet Frederiksberg Forsyning har indgået verdens første kommercielle aftale om Vehicle-To-Grid (V2G).

- Efter nogle børnesygdomme virker teknikken rigtig fint, og vi er nu i fuld gang med at sælge frekvensregulering til elsystemet. Vi har nogle skatte- og afgiftstekniske udfordringer, vi skal have løst sammen med myndighederne. Det her er nyt for alle, siger operations manager Martin Messer Thomsen fra it-virksomheden Nuvve, hvis software optimerer køb og salg af ydelser til elnettet.

Frederiksberg Forsyning leverer gas, vand, fjernkøling og fjernvarme til borgerne i Frederiksberg Kommune, ligesom selskabet bortleder regn- og spildevand fra området. Til at yde service i kommunen har Frederiksberg Forsyning en flåde af køretøjer - herunder ti eldrevne varevogne af mærket Nissan e-NV200.

Disse varevogne tanker el på specialfremstillet ladeudstyr fra det italienske energiselskab Enel. Ladeudstyret er forsynet med en it-plattform fra Nuvve.

Aften, nat og weekend

Når elbilerne holder i garage aften, nat og weekend, kan elsystemet trække på de ti batterier, der har en samlet ydelse på 100 kW. Det foregår ved, at Neas Energy som balanceansvarlig virksomhed byder ind på markedet for frekvensregulering.

- Vi oplever en enorm interesse for ideen og regner med at have i alt 40 elbiler tilsluttet systemet i løbet af første kvartal 2017. Økonomisk er det interessant for flådeejere at se deres køretøjer som aktiver - også når de holder stille, siger Martin Messer Thomsen.

Hvor stor en indtjening salg af frekvensregulering og andre ydelser til nettet kan indbringe, er endnu for tidligt at sige. Forskere på Danmarks Tekniske Universitet har tidligere på baggrund af det EU-støttede Nikola-projekt beregnet, at det kan dreje sig om ca. 10.000 kr. om året pr. bil. Læg dertil værdien af de CO₂-besparelser og den renere luft, en omlægning fra dieselbiler til eldrevne køretøjer medfører.

Har kig på Storbritannien

Samarbejdet mellem Nissan, Enel og Nuvve fortsætter med indtil videre seks biler til Bornholms Regionskommune og syv til udendørsreklamevirksomheden AFA

JCDecaux. Nissan, Enel og Nuvve satser på Holland og Storbritannien som de næste markeder:

- Storbritannien kan blive det store land for V2G. Elnettet er ikke så stærkt som i Danmark og Tyskland, og briterne skal til at integrere meget mere vedvarende energi. Det giver et betydeligt behov for frekvensregulering, så vi oplever stor interesse for vores løsning, siger Morten Messer Thomsen.

Nissan, der med LEAF og e-NV200 har lagt sig i spidsen for den globale omstilling til elbiler, ser opladning/afladning af elbiler som en del af svaret på globale udfordringer som luftforurening og klimaforandringer samt indpasning af fluktuerende strøm fra solceller og vindmøller.

Alle nyere elbiler fra Nissan kan uden tekniske modificeringer og med normal garanti på otte år levere ydelser til elnettet. Betingelsen for at være bidirektional er, at bilerne er forsynet med nye CHAdeMOstik, så nye eldrevne biler fra Mitsubishi og Toyota er også V2G-parate.

Elinstallatører skal registrere batterier

Antallet af batterier koblet på det danske elnet stiger, men ingen har et overblik over, hvor batterierne står, hvor store de er, og hvilken effekt, de repræsenterer. Det går ikke i længden, så i løbet af 2017 får elinstallatører pligt til at registrere nye anlæg, så elnetskaberne kan følge med i udviklingen.

- Der opstilles stadig flere batterier i forbindelse med solcelleanlæg og elbiler. På mange af batterierne vil strømmen kunne løbe begge veje, og det kan få stor betydning for dimensionering og styring af distributionsnettet, påpeger civilingeniør Louise Carina Jensen fra brancheorganisationen Dansk Energi.

“Det er afgørende, at elmålerne forbrugsdata stilles til rådighed for markedsaktørerne på sikre og neutrale vilkår. Det er elnetselskaberne som neutrale markedsfacilitatorer garanter for. Derudover kan de nye fjernaflæste målere levere et hav af forskelligartede tekniske data, der vil være essentielle for den fremtidige drift og udbygning af intelligente elnet. Det er derfor afgørende for netselskabernes lokale optimering af nettet, at de har umiddelbar adgang til at hjemtage præcis de data, de har behov for fra de enkelte målepunkter”

Anders Stouge, vicedirektør, Dansk Energi

Digitale gevinster

Stadig flere energiselskaber i verden 1) måler og indsamler data, 2) visualiserer og analyserer og 3) effektiviserer energisystemet og giver kunderne nye valgmuligheder.

Mængden af elektroniske data vokser eksplosivt i disse år, og denne digitalisering kan ifølge World Economic Forum (WEF) give markante tekniske og økonomiske gevinster for energibranchen og dens kunder.

En analyse udarbejdet af WEF i samarbejde med konsulenthuset Accenture viser, at den digitale udvikling kan udløse gevinster på 3,3 trillioner dollar i OECD-landene fra 2016-2025. Altså et astronomisk beløb over de næste ti år.

Men hvor finder vi gevinsterne? Ifølge World Economic Forum spredte de mulige økonomiske fordele sig ud over hele værdikæden. Værdien for elbranchen er opgjort til 1,3 trillion dollar over produktion-markeder/handel-transmission-distribution-elmålere-kunder.

- De største gevinster ligger i den sidste ende af værdikæden i distributionsnettene og hos kunderne, men de letteste gevinster vil være at finde i produktionen og på transmissionsnettet. De har gode muligheder for at udnytte de digitale teknologier til - uden ny regulering - at effektivisere deres drift, vurderer energiteknologichef Bosco Astarloa fra WEF.

For el-kunder kan det altså være en rigtig god idé at følge med i, hvordan elforbruget udvikler sig. Over halvdelen af alle danske hjem har fjernaflæste elmålere, så disse familier slipper for at aflæse og sende data til deres elseskab. I 2020 vil alle

målere i Danmark være fjernaflæste, og helt automatisk vil der flyde forbrugsdata fra samtlige boliger og virksomheder til landets elnetselskaber og elhandelselskaber.

World Economic Forum peger på digitalisering som en af de tre disruptive trends, der rammer energibranchen i disse år. Decarbonisering og decentralisering er de to andre.

- Digitaliseringen sker hurtigere, end man tror. Vi må hellere være forberedt, påpeger Bosco Astarloa på baggrund af interviews med 35 CEO's fra elsektoren.

Allerede nu er der på globalt plan over 20 mia. apparater koblet på internettet - herunder mange elmålere og sensorer i boliger, erhvervsliv og transformestationer. I 2020 vil der på tværs af værdikæden alene i elbranchen være 7,4 mia. 'devices' på nettet.

World Economic Forum er ikke i tvivl om, at denne tendens mod 'The Internet of Me' vil fortsætte og give energibranchen helt nye muligheder fx for optimeret drift af elnet, intelligent styring af energiforbrug, home automation og dialog med kunder.

De mulige effektiviseringer vil opstå som millioner af vanddråber, der samler sig til en flod. Bosco Asterloa peger på, at digitaliseringen og det nye kundefokus, der følger med den, vil ændre elsektoren fuldstændig.

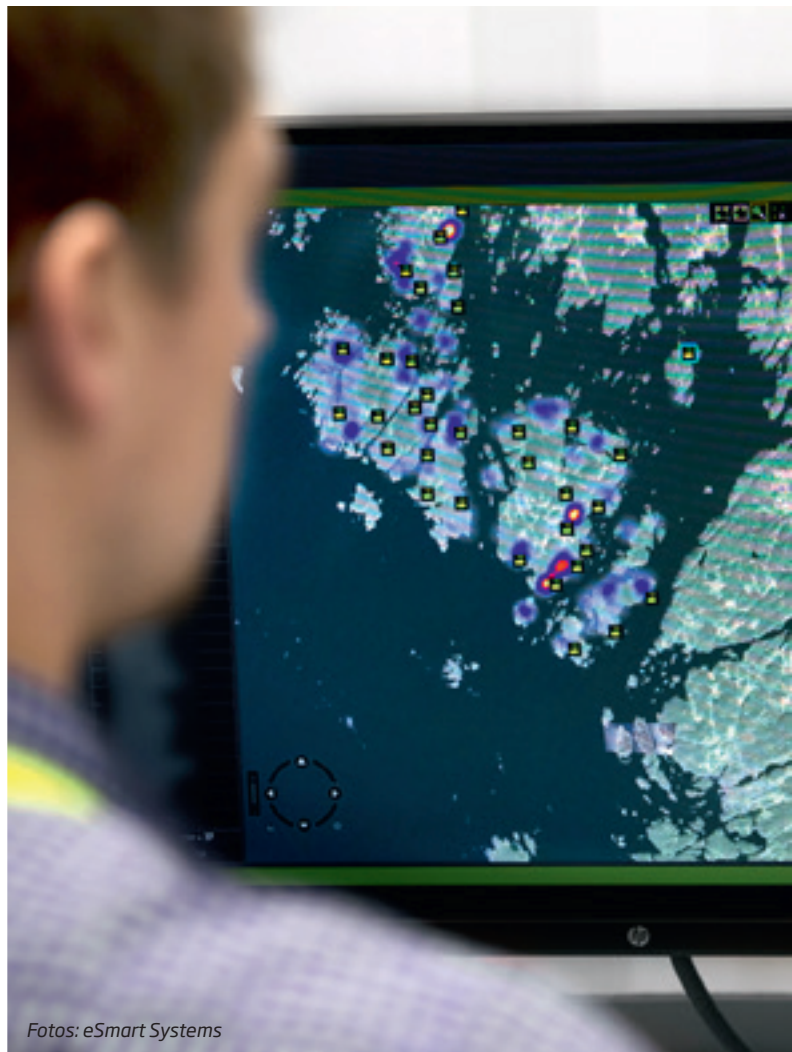
- Vi er vidner til et skifte i værdiskabelsen fra den centrale, konventionelle produktion mod slutningen af værdikæden, konstaterer han, der peger på amerikanske delstater som Californien og New York som frontrunere inden for regulering, der kan understøtte smartgrid-initiativer.

Forudsætning: Målere for el, vand og varme

Elsektoren og andre former for forsyning vil med udrulningen af digitale målere få vanvittigt mange data til rådighed.

De skal udnyttes, fastslår branchefør Helle Juhler-Verdoner fra Branchefællesskab for Intelligent Energi, der er et partnerskab for forsyningselskaber og leverandører:

- Vi er i fuld gang med digitaliseringen af forsyningssektorerne. De fjernaflæselige målere for el, varme og vand er en væsentlig forudsætning for digitaliseringen, der vil skabe mange nye muligheder for at gøre det nemmere, grønnere og billigere at levere produkter til kunderne.



Fotos: eSmart Systems

Visualisering af data skaber overblik

Ved hjælp billeder kan elnetselskaber og andre forsyningsselskaber nyttiggøre de mange data, der følger i kølvandet på fjernaflæste målere.

Klik, klik, klik.

Med nogle få tryk på en mus dukker der et kort op på skærmen i elnetselskabets kontrolrum. Kortet viser, hvor der er forbrug og produktion, hvor der er transformestationer, og hvor der eventuelt er strøm-afbrydelser eller jordfejl.

- Ved hjælp af vores analyseplatform og mange forskellige muligheder for visualiseringer kan elnetselskabet få styr på sine data og styrke sin økonomi, fortæller landechef John Haar, eSmart Systems, Danmark.

eSmart Systems er et af de selskaber, der forsøger at hjælpe elnetselskaber og andre forsyningsselskaber med at skabe værdi ud af de mange data, der opstår i takt

med udrulning af fjernaflæste elmålere hos private kunder, hvad enten det drejer sig om el, vand, varme eller gas - eller på tværs af flere forsyningsarter.

Aktuelle data kan fx kombineres med historiske data og målinger fra andre dele af distributionsnettene - og sågar billeder taget af droner.

- Forsyningsselskaberne kan hurtigt få udbedret skader og vil generelt kunne yde en bedre service overfor kunderne. De kan også få overblik over nettets tilstand og dermed blive bedre til at planlægge investeringer. Hvis de samme fejl er opstået mange gange før evt. de samme steder, kan fejlen forudsiges bl.a. ved hjælp af machine

learning - og så vil det måske vise sig, at det er på tide at investere i et nyt kabel eller en ny transformestation, påpeger John Haar og nævner, at alternativet kan være at tage lokal effekt ud - inden en krise opstår - ved at styre eldrevent gulvvarme, varmtvandsbeholdere eller varmepumper.

Ifølge John Haar kan systemet også styrke spillet mellem elnetselskaber, elhandelsselskaber og slutkunder. Data kan blive samlet på en APP, ligesom det vil blive muligt at indhente nyttig viden på sociale medier som Twitter og Facebook. Bestemte ord (fx: 'Øv, strømmen er gået') kan blive opfanget af et filter, og en alarm bliver sendt til energiselskabet.

Data hver time strømliner elnetselskaber

Med milliarder af data fra fjernaflæste målere hos kunder og måleudstyr på distributionsnettet får DSO'erne nye muligheder for at trimme deres net og gøre det klar til mere vedvarende energi.



Styr på spændingskvalitet

Data fra fjernaflæste målere kan bruges af elnetselskaber til at fokusere på spændingskvalitet i nettet. Selskaberne har pligt til at levere en spænding på 230 Volt plus/minus ti procent, men de har hidtil haft svært ved at vide, om det nu også var tilfældet. Med de mere smarte målere kan DSO'erne få dokumentation for, om spændingen er, som den skal være. Udsving i spænding kan påvirke og ultimativt ødelægge sårbare apparater i hjem og på virksomheder, så der kan være mange penge på spil både for elnetselskab og kunder.

Afsløring af strømtyve

Fjernaflæste elmålere kan afsløre, hvis en kundes forbrug pludselig stiger kraftigt. Der kan være en god forklaring, men der kan også være tale om tyveri. Dansk Energi vurderer, at der hvert år stjæles elektricitet for 50 mio. kr. i Danmark. Nogle af de store strømtyverier foretages af skunklaboratorier, og der er eksempler på, at de bruger strøm for over en kvart million kroner over fire måneder.

Målerdata skal minimere investeringer

Syd Energi Net runder snart 300.000 fjernaflæste målere. Elnetselskabet regner med at optimere investeringer og drift/vedligehold, når bedre udnyttelse af data bliver en fast del af virksomhedens kultur.

De seneste knap ti år har elnetselskabet Syd Energi Net primært brugt data fra sine 275.000 fjernaflæste elmålere til korrekt afregning af elforbrug. Nu er selskabet ved at gøre klar til næste fase: At udnytte målerdata til at målrette investeringer samt til drift og vedligehold.

Daniel Skovsbo Erichsen, der har titel af director asset management & netstrategi i Syd Energi Net, påpeger, at elnetselskaber har pligt til at anvende de penge, der er til rådighed, ansvarligt.

- Vi har stor samfundsmæssig forpligtelse i at anvende vores investeringer på bedst mulig vis. Samtidig skal vi kunne håndtere den grønne omstilling, der virkelig tager fart nu. Der sker mere på distributionsnettet nu end i de foregående 30 år, siger Daniel Skovsbo Erichsen.

Målerdata bruges nu bl.a. til at afsløre strømtyve, men de rigtig store økonomiske gevinster vil opstå, når elnetselskabet eksempelvis kan udskyde investeringer i nye kabler, reducere spidser i

forbruget eller udbygge nettet på en hensigtsmæssig måde.

- Vi optimerer løbende og forventer at komme til at spare investeringer bl.a. ved hjælp af bedre udnyttelse af de kæmpe mængder målerdata, vi har opsamlet over de seneste ti år, siger Daniel Skovsbo Erichsen.

Syd Energi Net var en af de første danske DSO'er til at installere fjernaflæste målere. Endnu har udviklingen af målerne ikke gjort det påtrængende at skifte den første generation ud, men der skal i de næste år installeres 45.000 målere hos kunderne i et selskab, Nordjysk Elnet, der er blevet fusioneret ind i SE-koncernen. Derudover har Syd Energi Net ligesom andre DSO'er travlt med at gøre den nye markedsmodel, Engrosmodellen, mere operativ.

- Vi skal tænke os godt om, når vi investerer i de næste år. Vi har allerede vindmøller, solceller, elbiler og varmepumper til parcelhuse i vores system, men den teknologiske udvikling og prisen på disse teknologier betyder, at der kan komme til at ske rigtig meget i de kommen-

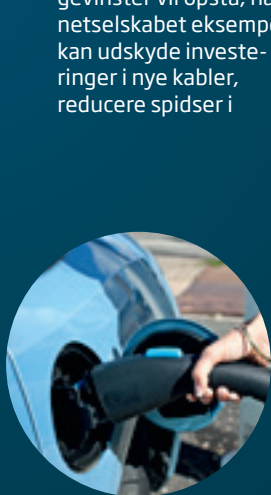
de år, siger Daniel Skovsbo Erichsen.

Han nævner kombinationen af solceller og batterier, enkeltstående batterier, store varmepumper på fjernvarmeværker samt eldrevne transportmidler som nogle af de teknologier, der kan slå igennem med stærkere kraft og øge behovet for investeringer i nettet.

- I gamle dage for ikke ret længe siden fik vi alt strømmen fra nogle få centrale kraftværker. Nu drypper strømmen ind og ud alle steder, så det er en rigtig spændende verden at kigge frem mod, siger han.

Syd Energi Net har allerede samlet pænt mange data, og det handler nu bl.a. om at få øje på mønstre - og at få kulturen i virksomheden med, så medarbejdere står sammen om at tænke på en ny måde.

- Vores mål er at udbygge kapaciteten i takt med behovet og sikre stabilitet i nettet til en rimelig betaling for vores andelshavere. Vi skal ikke opbygge et stort system, men holde det rimeligt simpelt og så bygge på hen ad vejen, efterhånden som vi bliver klogere, siger Daniel Skovsbo Erichsen.



”Medlemsstaterne sikrer gennemførelse af intelligente målersystemer, som skal bidrage til forbrugernes aktive deltagelse i markedet for elektricitetsforsyning (...) Hvis indførelsen af intelligente målere vurderes at være positiv, skal mindst 80 % af forbrugerne udstyres med intelligente målersystemer senest i 2020”

Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2009/72/EF af 13. juli 2009

Flere fejl på gamle kabler

Når kabler har ligget 30-35 år nede i jorden, begynder antallet af fejl at stige, viser rapporten 'Fejlfrekvensen for 10-20 kV kabler' fra Dansk Energi.

- Fra 1965 til sidst i 1970'erne lagde elnetselskaberne 10-12.000 kilometer papir/olie-kabler ned især i de større byer. Generelt er kablerne i en god stand, men der sker flere fejl med alderen. Fejlfrekvensen stiger signifikant efter en driftstid på over 30 år, konstaterer civilingeniør Jens Zoëga Hansen fra Dansk Energi.

De fleste elnetselskaber reparerer de gamle såkaldte APB-kabler, når de går i stykker. Alternativet er at skifte dem til de mere moderne plastkabler (PEX). Dem findes der over 40.000 kilometer af.

- Valget står mellem vedligeholdelse og investere i nye kabler - altså ren Asset Management, siger Jens Zoëga Hansen.

Dansk Energi oplever stigende interesse for Asset Management blandt elnetselskaberne - her forventes de fjernaflæste målere at blive et værdifuldt redskab. Dansk Energi afvikler jævnligt kurser om det mulige udbytte af Asset Management som ledelsesværktøj, ligesom deltagerne får tips til, hvordan de kan komme i gang.

Sådan udskifter man en million elmålere

Radius investerer omkring to mia. kr. i fjernaflæste elmålere. De skal gøre det lettere at være elkunde og skærpe konkurrencen mellem elhandlerne.

En million husstande er ved at få skiftet elmåler i den største operation af den slags i Danmark nogensinde. Bag projektet står elnetselskabet Radius.

- Vi skal ud til rigtig mange mennesker. Cirka to tredjedel af målerne sidder indenfor i folks hjem i kældre, bryggerser eller skabe i lejligheder. En tredjedel af målerne sidder udenfor, men vi skal stadig have accept fra kunden til at betræde grunden og skifte måleren, siger teknisk direktør Anders Vikkelsø, Radius.

Folketinget har vedtaget, at alle elkunder i Danmark skal have fjernaflæste elmålere i 2020. På landsplan har over halvdelen allerede digitale, fjernaflæste målere, og hos Radius drejer det sig om 30.000 kunder, der udgøres af storkunder med et forbrug på over 100.000 kWh om året, og husejere med solceller på deres tag.

Nu skal resten af Radius' ca. 970.000 kunder også have en ny elmåler. Samtlige én million målere bliver skiftet.

”Målerne har mange funktioner, og vi glæder os til at udforske mulighederne i de kommende år.”

Anders Vikkelsø, teknisk direktør, Radius.

To centrale udbud

At besøge så mange adresser kræver grundige forberedelser og masser af kommunikation. Radius startede de indledende analyser i 2012 og fik herefter nedsat de projektgrupper, der skulle forberede de pænt store EU-udbud, der skal til for at gennemføre projektet, der har et budget på omkring to mia. kr.

Måler- og IT-virksomheden Kamstrup kunne i foråret 2015 glæde sig over at have vundet ordren på den ene million målere og opgaven med at opsætte de mange målere ude i hjemmene. Det bagvedliggende IT-system, et såkaldt Meter Data Management System, der skal håndtere 24 mio. måledata/døgn fra de timeafregnede målere, leveres af Landis+Gyr.

I maj 2015 kunne Radius og leverandørerne starte det egentlige projektarbejde, og i december 2016 blev den første nye måler – som et led i et pilotprojekt over tre måneder med 16.000 husstande – sat op hos en kunde i Albertslund i udkanten af København.

- Den dag, kunden får en ny måler, er den fjernaflæst, men vi starter lidt blødt for at fange de fejl, der måtte være. IT-systemet skal virke, så nøgleordet i starten af projektet er test, test, test, siger Anders Vikkelsø.

Korrekte data for kundernes elforbrug er afgørende for, at elhandlerne kan udskrive korrekte fakturaer til deres kunder. Som markedsneutralt netselskab tager Radius derfor opgaven meget alvorligt, fastslår Anders Vikkelsø. Målerne skal registrere forbrug (og eventuel produktion), og målerne skal sende data til validering og efterfølgende brug af elhandelselskaber via en central DataHub hos Energinet.dk.

- Målerne kommunikerer med radiosignaler, så vi benytter ikke internettet, siger Anders Vikkelsø og fastslår, at it-sikkerhed er et højt prioriteret emne.

Mange særtilfælde

Første bølge af målere er tilrettelagt, så Radius og Kamstrup får erfaringer med at servicere mange forskellige typer kunder... altså en skøn fordeling mellem parcelhuse og lejligheder og mellem spredt og tæt bebyggelse.

Alle kunder modtager først et brev fra Radius, der forklarer, hvad der skal ske – dernæst et brev fra Kamstrup om, hvornår skiftet gennemføres. Kunderne kan ændre tidspunkt ved at henvende sig til Kamstrup, der forventer, at udskiftningen tager en halv time og normalt ikke kræver strømafbrydelse.

Breven er skrevet på dansk, men ikke alle breve når frem, ikke alle kunder læser deres post, og ikke alle elforbrugere i den multikulturelle storby forstår dansk. Derfor er det spændende for Radius og Kamstrup, hvor mange åbne døre, de møder.

- Vi kommer til at opleve mange særtilfælde, så det er godt, at vi nu får øvet os. Sammen med Kamstrup har vi selvfølgelig en plan for, hvordan vi får besøgt alle kunder. Den egentlige udrulning foregår fra 1. maj 2017 til slutningen af 2019. I den periode skal ca. 120 montører skifte 1500 målere i døgnet seks dage om ugen, fortæller Anders Vikkelsø fra Radius, der er en del af DONG Energy-koncernen.

Målere med mange funktioner

De fjernaflæste elmålere er et led i den grønne omstilling. Danmarks mål er at være uafhængig af fossile brændsler i 2050, og det kræver bl.a., at der bliver produceret mere el fra vindmøller og andre bæredygtige



kilde. Allerede nu leverer vindmøllerne, hvad der svarer til ca. 40 procent af elforbruget, men når dækningen når op på 60-70 procent, kan der blive behov for fleksibelt elforbrug til at balancere produktionen.

De nye målere gør det muligt at afregne el på kvartersbasis, ligesom elhandlerne kan bruge de mange data til at visualisere kundernes forbrug.

- Med de nye målere bliver det lettere at være elkunde. De får nem adgang til aktuelle aflæsninger og forbrugsopgørelser via sin elhandler eller på hjemmesiden eloverblik.dk. Det bliver altså nemmere at følge og styre sit forbrug – og dermed spare penge ved at bruge mindre el eller flytte dele af sit elforbrug til tidspunkter, hvor elektriciteten er billig, siger Anders Vikkelsø.

Konkret skal kunderne ikke længere aflæse elmåleren en gang om året – eller i forbindelse med flytning eller skift af elleverandør. Når fjernaflæsningen er aktiveret, foregår det meste automatisk. Hvis en elhandler beder om at få afbrudt en kunde, kan det også ske pr. fjerndistance.

- Målerne har mange funktioner, og vi glæder os til at udforske mulighederne i de kommende år. Mit håb er, at vi i løbet af 2017 kan tilbyde timeafregning med differentierede tariffer også til kunder med et lille forbrug, siger Anders Vikkelsø og påpeger, at planerne her afhænger af, om branchen og myndighederne får det nødvendige regelsæt på plads.

"Vores hidtil største opgave"

Kamstrup skal producere en million elmålere, koordinere logistik for Danmarks største udrulning, sørge for samspil med Radius' IT-system og varetage drift til 2034.

Bank-bank-bank!

Inden for en aftalt tidsramme på fire timer banker to måleteknikere fra Radius/Kamstrup på døren til lejligheden i det indre København. De skal udskifte elmåleren og bliver vist ind i det snævre kosteskab, hvor husstandens tælleapparat sidder.

I løbet af de næste 20 minutter tager de billeder af den gamle måler med en mobiltelefon, aflæser forbruget, afmonterer måleren - og sætter en ny op, som også bliver fotograferet. Inden de siger pænt farvel, tjekker de om den nye måler virker og udleverer en lille pamflet med information.

Frem til udgangen af 2019 skal ca. 120 måleteknikere udskifte en million elmålere i København og omegn. Udskiftningen gennemføres af måler- og it-virksomheden Kamstrup på vegne af elnetselskabet Radius, der har outsourcet en meget stor del af projektet.

- Det er vores hidtil største opgave og en af de største udrulninger i Norden. At producere en million målere er i sig selv stort, men det her handler også om logistik, interaktion med hele IT-siden og drift frem til 2034. Vi tager et stort ansvar for, at løsningen også dur på den lange bane, siger senior vice president Henrik Mørck Mogensen fra Kamstrup.

Målerne bliver produceret på Kamstrups fabrik i Stilling knap 300 km fra den danske hovedstad. Fabrikken er automatiseret i et omfang, der gør, at selv om der er tale om elektronik, så kan det bedre betale sig at producere det i Danmark end i Kina.

Frisk fra morgenstunden

De fikse og færdige målere bliver hentet af virksomheden Solar, der via et mellemdepot i Vejen kører dem til hovedstadsområdet. I nattens mulm og mørke bliver målerne læsset på de servicevogne, der fra morgenstunden skal turnere rundt til kunderne. På de hvide vogne står der Radius og Kamstrup, men måleteknikerne kommer fra underleverandørerne Eltel Networks og Nordic Meter Replacement.

Går Kamstrup til opgaven med angst og bæven, eller har I ro i maven?

- Vi har over ti års erfaringer med udrulning og digitalisering inden for el, vand og varme, men vi går til opgaven med respekt for omfanget. Vi har forberedt os godt over

1½ år og har en god dialog med Radius og vores partnere, siger Henrik Mørck Mogensen.

En pilotfase med 16.000 husstande skal give de første erfaringer, inden udrulningen for alvor tager fart.

- Vi oplever, at kunderne tager pænt imod os, men de er ikke altid hjemme som aftalt. København er en storby, og det giver også nogle særlige udfordringer. For eksempel kan det være svært for vores folk at finde P-pladser i nærheden af de ejendomme, de skal besøge, fortæller Henrik Mørck Mogensen.

Software kan opdateres

I det øjeblik, målerne er installeret, kan fjernaflysningen begynde. Helt centralt er, at data kan bruges til afregning af elforbrug.

Målereteknologien udvikler sig hele tiden. Vil det være de samme type målere, der sættes op i starten af udrulningen som i slutningen?

- Vi investerer rigtig meget i forskning og udvikling, men den grundlæggende platform vil være den samme gennem hele projektet. Der sker løbende forbedringer af vores software med nye ydelser og øget sikkerhed, men her til en start har vi fokus på udrulning og afregning. Fremadrettet skal vi naturligvis være klar til at håndtere differentieret tarifiering og kortere afregningsfrekvenser, hvis man bliver enige om at indføre det, siger Henrik Mørck Mogensen.

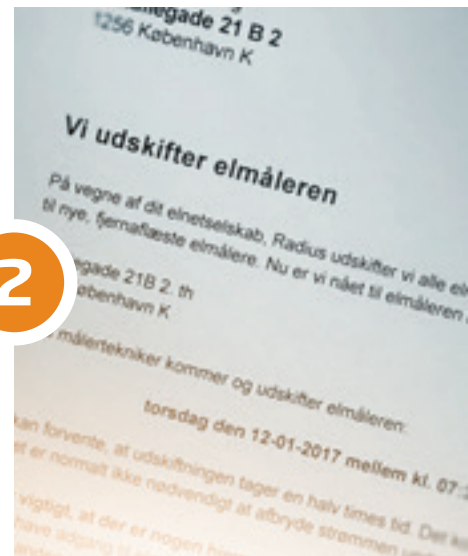
Kamstrup oplever betydelig international interesse for projektet. Alle elkunder i EU skal - i det omfang det giver samfundsøkonomisk mening - have installeret fjernaf-læselige elmålere. I Sverige er det allerede tilfældet, men mange af de svenske målere er teknologisk forældede, så her overvejer elnetselskaberne at investere i en ny generation målere. Henrik Mørck Mogensen melder også om betydelig nysgerrighed for Radius-projektet bl.a. fra Østrig og Belgien.

Og den udtjente måler fra København? Måske får den et ophold på et 'måler-hotel'. Radius forventer at gemme ti procent af målerne på et lager i Ballerup. Her er der gjort plads til op mod 100.000 målere. Udvalgte målere bliver gemt i tre år bl.a. for det tilfælde, at der skulle opstå tvivl om den korrekte måleraflysning.

1



2



3



4



Netselskaber i fælles kamp for optimering



Vestdanske distributionsselskaber med 1,25 mio. slutkunder samarbejder i regi af Net-Sam SCADA om optimal drift og planlægning, så produktionen af vindmøllestrøm kan flyde de mest hensigtsmæssige veje.

Energi svarende til ca. syv procent af den strøm, der produceres i Danmark, går tabt under transport gennem ledninger, kabler og transformestationer frem til kunderne. En række vestdanske elnetselskaber forsøger via det fælles driftsselskab Net-Sam SCADA at reducere spildet og - via samarbejde om drift og planlægning - at optimere deres samlede distributionssystem.

- I Jylland står de fleste vindmøller i vest, mens det meste af forbruget ligger i øst. Det gælder altså om at finde de optimale veje gennem elnettet og frem til kunderne. Samlet håber vi på bedre drift og højere opetid, siger direktør Claus Lund fra Net-Sam SCADA.

Fuldt oppe at køre vil Net-Sam SCADA omfatte netområder med i alt 1,25 mio. elkunder koblet på distributionsnet til og med 60 kV niveau. Systemet er modulært opbygget, så der er plads til flere netselskaber og andre forsyningsarter som varme, gas og vand.

It-sikkerhed i top

Stadig mere kommunikation også i energibranchen foregår over internettet, men selskaberne bag Net-Sam SCADA lægger

uhyre stor vægt på, at it-sikkerheden er i orden. Net-Sam SCADA betjener sig af flere ens datacentre, så 'vi kan tåle et nedbrud ét sted og alligevel køre', som Claus Lund formulerer det.

- Og nej... vores data ligger ikke i en sky og sendes ikke via internettet, fastslår Claus Lund med fasthed i stemmen.

Net-Sam SCADA har selv to ansatte, og selskabet bor til leje hos energiselskabet NRGi. Det har bl.a. den fordel, at de kan teste løsninger og prompte få ris/ros fra medarbejderne i det lokale kontrolrum. It-plattformen, der kan styre og overvåge alt fra transformestationer, kabler, luftledninger til decentral elproduktion, er efter et udbud leveret af det tyske selskab PSI.

- Vi har også lejet folk med specialistviden ind fra PSI til at stå til rådighed for driften 24/7. Vi har altså dedikeret personer til at sørge bl.a. for, at it-sikkerheden er i top, siger Claus Lund.

Styrings- og overvågningssystemet er med til at bane vej for et mere intelligent energisystem (smartgrid). De fleste af kunderne i de elnetselskaber, der står bag Net-Sam SCADA, har fjernaflæste elmålere. Stadig flere målere vil i de næste år kunne

reagere på prissignaler på elmarkedet - ganske som store dele af erhvervslivet har mulighed for at gøre det i dag.

- Vi tror på, at vi er ved at skabe et system, der er mere tidssvarende og fremtids-sikret. Allerede nu kan vi via forecasts og simuleringer lave mere optimale omlægninger i nettet. Den slags bliver stadig mere nødvendigt efterhånden som vi får flere vindmøller og solceller på nettet, siger Claus Lund, der vurderer, at investeringen i det nye, fælles system er langt billigere, end hvis de enkelte selskaber havde lagt penge til deres egne løsninger.

I det østlige Danmark har SEAS-NVE i 8-10 år benyttet en ældre version af it-plattformen fra PSI til at styre og overvåge sit vidt forgrenede forsyningsnet til og med i alt 112 stk. 50/10 kV-hovedstationer.

- Vi har været rigtig tilfredse med systemet og arbejder nu på en opgradering, siger netdirektør Henrik Wej Petersen fra SEAS-NVE.

Også hos SEAS-NVE er der øget fokus på sikkerhed, og Henrik Wej Petersen forventer, at de skærpede krav om sikre data bliver reflekteret i den nye udgave.

Fælles database over fejl

Danske familier og virksomheder har elektricitet i stikkontakterne 99,99 procent af tiden - men der sker fejl. Net-Sam SCADA, SEAS-NVE og andre elnetselskaber indberetter fejl og afbrud i elnettet til en fælles database, ELFAS, og disse statistiske data anvender Dansk Energi til analyser af, hvilke komponenter der fejler, og hvad årsagen er.

- Denne viden kan hjælpe os med at undersøge, hvordan man forebygger fejl, og hvornår en komponenttype skal serviceres eller skiftes. Det nye Net-Sam SCADA forenkler indberetningsprocessen til ELFAS væsentligt, og jeg regner med, at det vil medføre en endnu bedre datakvalitet, siger civilingeniør Louise Carina Jensen fra Dansk Energi.

Engrosmodellen - én regning pr. kunde

Teknikken bag elmarkedet fungerer

I det store hele fungerer Engrosmodellen, der blev indført i Danmark pr. 1. april 2016 efter en vedtagelse i Folketinget, teknisk set som den skal.

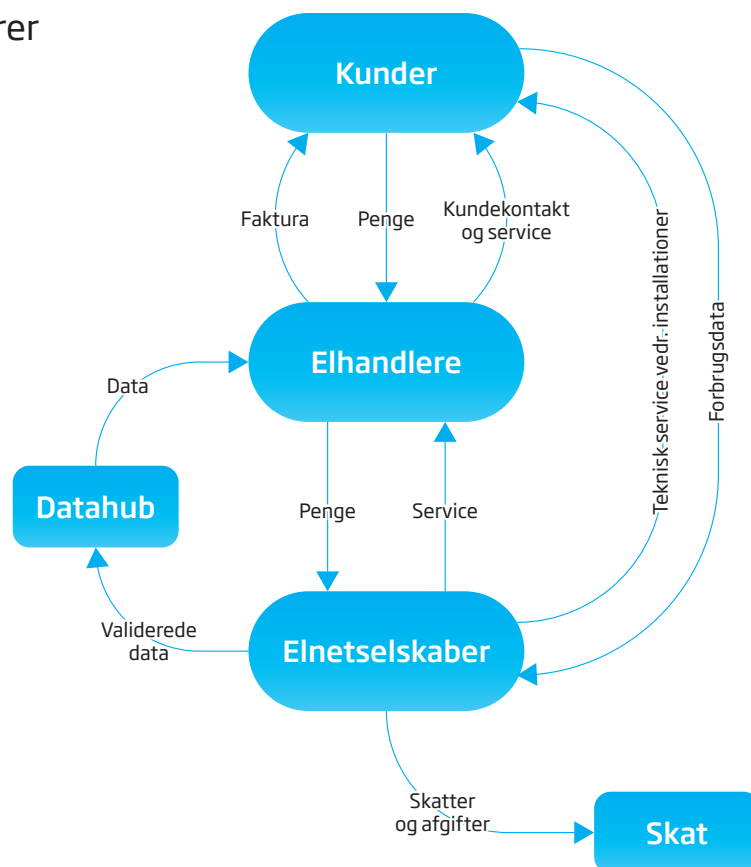
Måledata for forbrug bliver indsamlet fra kunderne, valideret af elnetselskaberne (DSO'erne) og sendt videre til en central DataHub. Elhandlernes, der har kontakten til kunderne, henter data i DataHub'en og udsteder regninger til deres kunder.

De involverede parter bag Engrosmodellen arbejder videre med en række forbedringer. Fx er der ønsker om at få flere kunder til at tilbyde fleksibelt elforbrug og give markedets aktører bedre mulighed for at udnytte de data, der genereres.

Omkring halvdelen af det danske elforbrug bliver timeafregnet, hvilket er forudsætningen for at få mere fleksibilitet ind i elsystemet. På vej er derfor også en timeafregningsmodel for små kunder.

I løbet af de næste år vil mængden af data vokse kraftigt, efterhånden som antallet af kunder med digitale målere stiger. Udrulning af flere smarte målere vil få antallet af måleraflysninger til at stige fra 16 til 42 mia. om året.

Forbrugere kan hente egne data på hjemmesiden Eloverblik.dk eller via deres elhandlere. Kunderne kan også med en digital signatur, NemID, give energirådgivere og mæglere adgang til data - og dermed få analyseret muligheder for at få nedbragt elregningen.



Skift elhandler på et minut!

Det danske elmarked skal gøre det let for kunder at skifte elseskab - og det er let, fastslår adm. direktør Morten Nissen Nielsen fra elhandelsselskabet Vindstød.dk.

- Det tager kun et minut, siger han.

Forudsætningen er, at kunden har fundet det selskab og det produkt, han eller hun gerne vil skifte til. Herefter er det blot et par klik med en mus på computeren - og så er man for eksempel ny kunde hos Vindstød.dk eller et andet selskab.

- Indførelsen af Engrosmodellen har helt klart været positiv for slutkunderne og styrket konkurrencen på markedet. Vores strategi er at være et fuldt digitaliseret energiselskab, og vi har investeret rigtig meget i IT. Vores udvikling er beviset på, at markedets infrastruktur virker, siger Morten Nissen Nielsen og nævner, at også andre af de øvrige cirka 60 handelsselskaber på det danske marked benytter Vindstød.dk's it-plattform.

- Vi har lavet et lille fællesskab, hvor vi sammen udvikler og finansierer IT-udvikling, selvom vi har hvert vores energiselskab. Det er et udtryk for samarbejde i et konkurrencepræget marked, fortæller direktøren.

Data fra alle landets elmålere løber fra elnetselskaberne via en central DataHub og ud til elhandelsselskaberne, der har kundekontakten og fakturerer for forbrug. Derudover arbejder elnetselskaberne med at gøre livet let for elhandelsselskaberne bl.a. ved fælles standarder, en it-plattform for afbrud og klar adskillelse mellem net og handel i de etablerede koncerner.

- Den tekniske dialog mellem elnetselskaber, elhandelsselskaber og Energinet.dk fungerer rigtig godt, og i dagligdagen er det sjældent, at vi oplever driftsfejl i kommunikationen via DataHub'en. Alt i alt er vi i gang med en rigtig god proces, siger Morten Nissen Nielsen fra iværksættervirksom-

heden Vindstød.dk, der har vokset sig så interessant, at den svenske energikoncern Vattenfall har købt 70 procent af ejerskabet.

Vindstød.dk sælger udelukkende strøm fra danske vindmøller til sine kunder.

Morten Nissen Nielsen, Vindstød.dk: Indførelsen af Engrosmodellen har helt klart været positiv for slutkunderne og styrket konkurrencen på markedet.



BLACKOUT?



Ikke her! Danske kunder har elektricitet i stikkontakterne **99,99%** af tiden

Gør det let for elhandlerne!

Alle danske elkunder kan frit vælge mellem produkter fra ca. 60 elhandlere, og det er elhandlerne, der varetager stort set hele kundekontakten og udsteder én samlet regning til hr. og fru Jensen.

Elnetselskaberne (DSO'erne) står bl.a. for den tekniske drift, og efter indførelse af Engrosmodellen i 2016 sørger de for, at elhandlerne kan konkurrere om kunder på neutral vis.

En række landsdækkende aftaler understøtter DSO'ernes rolle som neutrale markedsfacilitatorer.

Specielle kunder

Elkunder har i over 100 år trukket strøm FRA elnettet, men med stadig flere solceller på hustage leverer stadig flere kunder også strøm TIL elnettet. Solcellerne kan kombineres med batterier, ligesom fremtidens elbiler også i perioder vil levere strøm til elnettet - altså det vil føre til komplikationer for DSO'erne. Derfor fører Dansk Energi på vegne af DSO'erne samtaler med TSO'en Energinet.dk om, hvordan der kan ske en harmonisering af den måde, hvorpå disse smarte elkunder kan blive koblet på nettet.

Tarifmodellen

De danske elnetselskaber har forskellige tariffer (øre/kWh), men den metode, tarifferne bliver beregnet på, har elnetselskaberne harmoniseret med 'Tarifmodellen'. Dermed er det blevet nemmere for elhandlere at forstå tariffernes sammensætning og dermed servicere kunder. Tarifmodellen giver mulighed for, at DSO'erne kan tilbyde tariffer, der varierer over døgnet. DSO'erne er også i gang med at harmonisere de sproglige betegnelser for de ydelser, der ligger bag de forskellige tariffer, ligesom de har harmoniseret betegnelserne af de gebyrer, der kan opkræves.

Standardaftaler

Elhandlerne har kontakten med kunderne, men hvad skal de gøre, hvis der sker afbrud, eller hvis en kunde skal afbrydes på grund af restancer? Mange penge er på spil mellem de forskellige aktører, men hvordan skal kronerne flyde mellem DSO'er og elhandelselskaberne? Svarene på disse og mange flere spørgsmål er beskrevet i en national standardaftale mellem DSO'erne og elhandlerne.

Via hjemmesiden www.elpris.dk kan elkunder hurtigt og gratis skifte elhandler. Kunden indtaster postnummer og forbrugsstørrelse - og ved et tryk på 'Find priser' popper, der en række tilbud op. Kunden vælger sit nye produkt (læs det med småt!), bekræfter og indtaster oplysninger om sig selv. Tryk 'Tilmeld'... og elhandleren sørger for resten.

Foto: Thomas Steen Sørensen

Digitale målere til alle

Langt over halvdelen af alle danske elkunder har digitale målere, og som følge af et EU-direktiv har Folketinget vedtaget, at alle skal have smarte målere i 2020. Målerne kan aflæses hver time og gør det muligt for elhandlere at udvikle produkter, der fremmer fleksibelt elforbrug hos mindre elkunder.

Platform for afbrud

Blackout! Hver dag har sine små (og i sjældnere tilfælde større) strømafbrydelser. For at gøre det let for alle aktive elhandelsselskaber at svare på opkald fra kunder, har Dansk Energi oprettet en national it-informationsplatform for strømafbrydelser.

Netselskaber har pligt til at melde alle uvarslede højspændingshændelser ind til platformen. Her kan de også give et bud på, hvornår strømmen er tilbage. Frivilligt er det, om netselskaberne også vil offentliggøre planlagte afbrud og lavspændingshændelser.

Elhandelsselskabet OK, der har kunder over hele landet, har lagt det nationale driftskort på sin hjemmeside. Netselskaberne NOE Net og Dinel er eksempler på DSO'er, der viser status for afbrud i lokalområdet.

- Elhandelsselskaberne kan give deres kunder ret præcise informationer, så det jeg hører fra elnetselskaberne er, at de får færre og færre opringninger, siger chefkonsulent Peter Kjær Hansen fra Dansk Energi.

Ens fakturering

En elhandler kan have kunder fordelt på op til 60 netselskaber, der traditionelt har faktureret på hver sin måde. Ens fakturering er nu på vej for at gøre det lettere for elhandelsselskaberne at forstå og håndtere de regninger, de modtager fra netselskaberne.

Nye navne til koncernforbundne selskaber

Nogle af elhandelsselskaberne på det danske elmarked har rod i de energikoncerner, der har opbygget elnettet over de seneste godt 100 år. Disse koncernforbundne selskaber bliver drevet med vandtætte skotter og er funktionelt adskilt. Derudover er der en hastig udvikling hen mod, at de navnemæssigt bliver skilt. Danmarks største energiselskab, DONG Energy, driver nu et elnetselskab, der er omdøbt til Radius, og AURA Energi kalder sin DSO for Dinel. I andre tilfælde er det selve koncernen, der har skiftet navn. For eksempel ejes TREFOR EI-net nu af EWII.



Elnet udsat for tekniske test og terror

Energiselskaber afprøver teknologi og procedurer i fælles beredskabsøvelser. Hos elnetselskabet Eniig sker det med glødende engagement og friske bemærkninger.

En ulykke kommer sjældent alene. En kølig dag i november blev en række danske elnetselskaber både påvirket af strømsvigt i Tyskland og en mulig terrorhændelse. Ca. 30 procent af alle kunder i det vestlige Danmark blev ramt af blackout.

Ramt og ramt... heldigvis var der tale om en øvelse arrangeret af transmissions- og systemoperatøren (TSO'en) Energinet.dk og Jysk Netforum, der tæller alle jysk-fynske elnetselskaber med 60 kV-anlæg. Eniig er en af disse DSO'er:

- Vi er noget udfordret, for vi står midt i en fusion mellem to netselskaber. Vi har besluttet at gennemføre én fælles øvelse, selv om vores it-systemer endnu ikke er kørt sammen, fortæller beredskabskoordinator Morten Eriksen fra Eniig kl. 8 lige før øvelsen starter.

Morten Eriksen har samlet sine kolleger fra de to 'gamle' selskaber, EnergiMidt Net og HEF Net, sammen til en briefing lige uden for Eniigs kontrolrum i Aalborg. Selve kontrolrummet på den anden side af en lukket glasdør er bemanded og bliver ikke berørt.

Claus Holmgaard er dagens driftsvagt under øvelsen, og ved hans side sidder køblingsleder Michael Meldgaard. Deres opgave er at sørge for, at kommunikationen med Energinet.dk fungerer efter de retningslinjer, der gælder for krisesituationer - og at Eniig gør det, selskabet bliver bedt om at gøre... for eksempel at udkoble kunder, hvis det er nødvendigt.

Mænd af den rette støbning

Rundt om Holmgaard og Meldgaard summer et dusin mænd i deres bedste alder for at iagttage, kommentere og lære af dagens forløb.

- Vi kommer til at se en masse, der virker, og vi kommer til at se en masse udfordringer, siger Jesper Bak-Jensen, der er chef for Eniigs netafdeling, kort før den første meddelelse fra Energinet.dk tikker ind på en sikret linje: Nettelegrafen, der kræver korte, præcise beskeder.

Energinet.dk oplyser kl. 8.30, at vejret er skyet og næsten uden vind. Øvelsen er i gang. Transmissionsnettet virker, som det skal... og så ikke alligevel.

Pludselig meldes der om skærpet drift, og stemningen bliver elektrisk. Selv om der er tale om 'leg', tager flokken udfordringerne dybt alvorligt. Holmgaard og Meldgaard fordyber sig i deres computere og kommunikerer ud i verden - og de andre diskuterer på livet løs.

Eniig skal reagere i overensstemmelse med de tekniske forskrifter, der er udstedt af Energinet.dk baseret på EU-regulering. Den ene forskrift handler om udkobling af kunder for at forebygge større blackouts og den anden om Nettelegrafen - altså om kommunikationen mellem Energinet.dk og DSO'erne.

Spændingen falder

Frekvensen på det jysk-fynske net falder til 48,7 Hertz... ikke så godt! Frekvensen skal være på 50 Hertz, så en masse kunder bliver afbrudt.

- Situationen ser kritisk ud. Vi skal overveje at hæve beredskabet, lyder det ud i rummet hos Eniig.

Der ryger nu beskeder ud til interne og eksterne partnere - eksempelvis pressen og små elnetselskaber i Eniig's område. Alle kunder er delt op i ti grupper (Trin 1 til 10) på kryds og tværs af tre hovedområder (Nord, Øst, Vest). Ca. 35.000 kunder på Trin

1 og 2 er uden el. Hvis hændelsen foregik i virkeligheden, ville kunderne nu kime energiselskabet ned.

- Måske skal vi begynde at tænke forud... det her kan blive værre, foreslår én.

Energinet.dk oplyser, at en 400 kV-linje i Nordtyskland er ude af drift. En kran er væltet ned i højspændingsmasterne ved Audorf nord for Hamborg, og det vestdanske elnet hænger ikke længere sammen med Kontinental-Europa. Den elektriske motorvej er lukket, og 'landevejene' er overbelastede.

- Hvorfor kan vi ikke se frekvensen på Nettelegrafen? spørger en.

Morten Eriksen og øvelsens to observatører noterer flittigt... stort såvel som småt. Efter endt øvelse skal læring og løse ender diskuteres med de øvrige elnetselskaber og Energinet.dk, så procedurerne kan blive optimeret.

75.000 kunder uden el

I en krisesituation er det let at koble mange kunder af i større byer, mens det er sværere at få volumen ude på landet. Kraftvarmeværker og vindmølleparker skal forblive på nettet for at bidrage til stabiliteten. Sygehuse og politistationer klarer typisk sig selv - de har nødstrømsanlæg.

Mange overvejelser er gjort på forhånd - nu er de hyperaktuelle. Energinet.dk beder om manuel udkobling af en ekstra kunde-gruppe, og Michael Meldgaard går i gang med at afbryde Trin 5. Ca. 75.000 kunder (30 procent) er uden el, men nettet er stabiliseret på 50 Hertz.

Energinet.dk oplyser, at der kan være effektmangel i 12 timer. Kunderne må om muligt ikke være uden elektricitet i mere end to timer, så Eniig går i gang med at forberede en rullende brownout, hvor nye

“Danskerne har el i stikkontakterne 99,99 procent af tiden, så vores system virker. Ikke desto mindre er det vigtigt, at vi hele tiden holder os skarpe i dagligdagen og fremadrettet. Vi skal vedligeholde, investere i nyt - og øve os i nye rutiner og forholde os til uventede begivenheder”

Jørgen S. Christensen, forsknings- og teknologidirektør, Dansk Energi

kunder kobles fra og andre kommer på nettet igen.

- De 30 procent skal holdes, så vi kobler Trin 3 ud og Trin 1 ind. Derefter Trin 4 ud og Trin 2 ind, lyder konklusionen af en længere debat.

Trussel udløser ny øvelse

Klokken er godt halv elleve, og Energinet.dk sender besked om, at der er en terrortrussel mod Danmark. En terrortrussel skal udløse en anden type reaktion fra DSO'erne, så der foregår nu en øvelse i øvelsen. Elsektorens beredskabsplan og Eniig's egne planer bliver bladret flittigt igennem.

Energinet.dk beder Eniig og de øvrige elnetselskaber om at gennemføre en række foranstaltninger. Alle medarbejdere skal nu nu bære synlig identifikation, og ingen gæster må gå alene rundt i huset. Porten til området bliver lukket.

Pause! Hos Energinet.dk sveder de åbenbart. TSO'ens kontrol beder alle om at 'fryse' deres aktiviteter, mens de ansvarlige lægger en plan. Hos Eniig bliver pausen brugt til diskussioner:

- Vi skal have mere ens kommandoveje, foreslår en.

- Måske skal vi af hensyn til overblikket, hvis vi skal lave rullende brownouts,

fastholde vores opdeling i Nord, Vest og Øst, foreslår en anden.

Normalisering

Lidt over middag bliver kunderne på Trin 3 koblet ind, og 'kun' 20 procent er uden strøm. Ved 13-tiden har Energinet.dk fået styr på situationen takket være kapacitet fra Østdanmark og vigtige udlandsforbindelser. Klokken to er situationen normal, og terrortruslen forduftet.

Energinet.dk kvitterer for godt samarbejde over Nettelegrafen: Systemet virker. Indgrebene forhindrede et større nedbrud.



Claus Holmgaard er driftsvagt under øvelsen, og ved hans side sidder koblingsleder Michael Meldgaard. Rundt om Holmgaard og Meldgaard summer mænd i deres bedste alder for at iagttage, kommentere og lære af dagens forløb. Foto: Lars Horn

Hyret som



“Vind og vejr kan give udfordringer for elnettet, men med digitaliseringen har vi skærpet vores fokus på it-sikkerhed. Skræks scenariet er, hvis mange kunder mister strømmen over længere tid. Det skete for det ukrainske energiselskab Prykarpattiaoblenergo den 23. december 2015, efter at særdeles kapable hackere havde angrebet systemet. I op til seks timer var 230.000 vestukrainere uden el”

Peter Kjær Hansen, chefkonsulent, Dansk Energi

hackerer

Et masterprojekt har ført ingeniør Emil Gurevitch ud i verden. Han er nu på vej til Silicon Valley efter at have forbedret it-sikkerheden hos SEAS-NVE og mange andre elnetselskaber (DSO'er).

Da Emil Gurevitch som en del af sit masterprojekt på Danmarks Tekniske Universitet (DTU) sagde 'ja' til at forsøge at bryde ind i elnetselskabet SEAS-NVE's it-system, havde han ikke regnet med, at han ville komme så langt ind i systemet... og så langt ud i verden.

- Den rapport, jeg fik lavet, er stadig fortrolig, fortæller information security ingeniør Emil Gurevitch, 29 år, over en telefon fra Gdansk i Polen, hvor det amerikanske selskab Networked Energy Services, NES, har europæisk hovedkontor, og hvorfra han venter på at få visum til USA, så han kan komme - tilbage - til Silicon Valley.

Mystificeret? Vi må hellere starte et andet sted - nemlig hos afdelingschef for målere og installationer hos SEAS-NVE, Bo Danielsen. It-sikkerhed på fjernaflæste målersystemer ligger SEAS-NVE meget på sinde, men er der huller, som hackere kan trænge igennem? Bo Danielsen mener, at det er klogt i ny og næ at udfordre sig selv og sine systemer.

- Vi er blandt de elnetselskaber, der har været først ude med fjernaflæste målere, og vi har nu et aktivt netværk med knap 400.000 angrebepunkter, fortæller han.

Kommunikation over elnettet

SEAS-NVE købte år tilbage de mange målere fra Echelon, der siden er blevet til førortaltale NES. De digitale målere kommunikerer med SEAS-NVE's it-system over elnettet, og det burde være en sikker måde at indhente data på til korrekt afregning af forbrug ude hos kunderne. Andre energiselskaber har oplevet angreb fra hackere, så SEAS-NVE henvendte sig til DTU Compute for at blive klogere.

Dialogen viste, at der faktisk ikke er ret mange forskere i verden, der både ved noget om it-sikkerhed og fjernaflæste målersystemer i elnetselskaber. Løsningen blev at bede en af de informationsteknologistuderende, nemlig Emil Gurevitch, om at teste SEAS-NVE's system. Dengang i foråret 2014 boede han i en lille lejlighed i København og havde hørt lidt, men ikke meget, om SEAS-NVE.

- Vi fik nogle gode samtaler om set-uppet og etableret nogle spilleregler. Det skulle være så realistisk som muligt, husker Emil Gurevitch.

Måleren blev splittet ad

SEAS-NVE forsynede ham med en måler og en opkobling, så han som en helt normal kunde hjemme fra sin stue kunne forsøge at hacke sig ind i ro og mag. Tidshorizonten for hele projektet var fastsat til fire måneder, og aftalen var, at han naturligvis ikke måtte misbruge de data, han eventuelt ville få adgang til.

- Det første jeg gjorde var at prøve at forstå systemet bedre end dem, der havde lavet det. Målerne kommunikerer over elnettet, og teknologien er meget anderledes end over internettet. Opgaven fangede mig med det samme. Jeg var i gang med noget, jeg ikke kunne lære på universitetet, fortæller Emil Gurevitch.

Han skilte måleren ad og undersøgte netværket... og trængte længere ind, end i hvert fald Bo Danielsen havde forestillet sig muligt.

- Der er forskellige sikkerhedsniveauer. Kan man hacke én måler? Kan man nå en anden måler i samme subnet? Og kan man nå andre målere i andre subnet? Vi var altså ude i et klassisk hacker-scenarie, siger Bo Danielsen og konstaterer, at Emil Gurevitch fik 12 for sit masterprojekt og dermed blev ingeniør i informationsteknologi med specialisering i sikkerhed.

Ansæt i Californien

Emil Gurevitch havde altså påvist, at det var muligt at tilgå måleren, så SEAS-NVE indledte en række samtaler med leverandøren i USA. Topfolkene hos NES var uhyre lydhøre, og dialogen blev afløst af et formaliseret samarbejde mellem NES, DTU Compute og SEAS-NVE.

- Tilliden til målerne, kommunikationsnetværket og it-systemet er helt afgørende for SEAS-NVE, og det samme gælder naturligvis for vores leverandører, fastslår Bo Danielsen.

Emil Gurevitch, der indtil da havde levet af uddannelsesstøtte fra staten, blev ansat af SEAS-NVE og udstationeret hos NES i Californien. Resultatet blev forbedrede algoritmer og software- og netværksopdateringer, der nu er implementeret i målerne og netværket som helhed hos SEAS-NVE og andre elnetselskaber rundt om i verden med samme teknologi.

- De har fået sikkerhedsforbedringer, de ikke var klar over, at de havde behov for, konstaterer Bo Danielsen og understreger, at adgangen via målerne til elnettet nok kunne have forvoldt skader, men at ondsindede hackere ikke ad den vej kunne nå frem eksempelvis til kraftværker. Målerne leverer 'kun' pakker af informationer (timeværdier en gang i døgnet) til Danmarks centrale DataHub, der drives af transmissions- og systemoperatøren Energinet.dk.

Et drømmejob

Hackere finder hele tiden nye huller, så SEAS-NVE fortsætter nu med at arbejde tæt sammen med NES og andre leverandører. Bo Danielsen uddeler gerne ros til amerikanerne for at være åbne overfor 'en fremmed fyr', og han glæder sig over, at Emil Gurevitch har fået job hos NES.

- Vi har nu fået en tæt og direkte relation til en meget vigtig leverandør. Emils kompetencer bringes bedst i spil ved at være helt forrest i udviklingen af ny software. På denne måde har vi skabt en win-win situation, fastslår Bo Danielsen.



SEAS-NVE har sendt Emil Gurevitch på aftalt indbrudsmission for at forbedre it-sikkerheden. Nu er han på vej til Silicon Valley i USA. Foto: Privatfoto.

Emil Gurevitch fortæller, at han allerede før projektet havde software og netværks-sikkerhed som hobby. Han havde gerne udført testen hos SEAS-NVE i sin fritid, så udviklingen har været lidt af en drøm for ham.

- Det har været og er enormt motiverende at lukke huller i energibranchen, der er en central sektor, vi alle er afhængige af, siger Emil Gurevitch, der nu samarbejder med energiselskaber over store dele af Europa.

Hans plan er at flytte til San Jose midt i Silicon Valley:

- Det er et interessant sted at bo for it-nørder som mig. Der er en helt speciel dynamik. Jeg kniber af og til mig selv i armen. Rapporten til SEAS-NVE har åbnet dørene til energibranchen og givet mig et drømmejob. Min historie viser, at det er enormt værdifuldt at trække studerende ud af deres osteklokke på universiteterne, siger Emil Gurevitch.

Regulering skal belønne - ikke straffe - innovation

Stadig mere strøm bliver produceret lokalt, og det giver Europas elnetselskaber en stadig større rolle i udviklingen af et intelligent og effektivt energisystem. Reguleringen af DSO'erne skal derfor animere til forskning, udvikling og demonstration, mener brancheorganisationen Eurelectric.

Over halvdelen af den danske elproduktion bliver nu født ind på distributionsnetterne, og andelen stiger år for år.

Elnettet i Danmark - og mange andre steder i Europa - er ved at blive vendt på hovedet takket være denne decentralisering med elproduktion fra vindmøller og solceller. Samtidig kommer der stadig flere elbiler og varmepumper på nettet, hvilket giver helt nye belastningsprofiler på de lokale net.

Storbritannien, Finland og Norge har i flere år givet deres elnetselskaber (DSO'er) incitament til innovation for at sikre gode og effektive elnet. Frankrig, Italien og flere andre lande er ved at følge efter, og det er positivt og nødvendigt, mener Eurelectric, der er brancheorganisation for over 3.500 energiselskaber i Europa.

'DSO'er spiller en nøglerolle, når der skal indføres nye innovative ideer, der kan forbedre elnettet og udvikle et smart energisystem til gavn for kunderne. Da DSO'erne er naturlige og regulerede monopoler, udvikler de innovative koncepter under regulatoriske rammer', skriver Eurelectric i rapporten 'Innovation incentives for DSOs - a must in the new energy market development'.

Elnet som prøvekaniner

Vicedirektør Anders Stouge fra Dansk Energi er enig i, at der er behov for innovation.

- Reguleringen i Danmark tilskynder til, at

elnetselskaberne sænker omkostningerne. Det er helt i orden, for naturlige monopoler skal selvfølgelig drives effektivt, men der skal også være økonomisk råderum for udvikling.

- Hvis DSO'erne kun tilskyndes til kortsigtede omkostningsreduktioner, forstener de, og samfundet sender en stor regning videre til den næste generation. Kortsigtede effektivitet nu skal ikke ske på bekostning af optimale løsninger for kunderne i 2025 eller 2030, siger Anders Stouge.

Europas energisystem står midt i en voldsom omvæltning, og for at matche den udvikling er det nødvendigt, at elnetselskaberne deltager i innovationsprojekter med deres kompetencer inden for netdrift og med tekniske anlæg som 'prøvekaniner'.

- Netselskaberne er de eneste, der er i stand til at teste nye ideer - bl.a. om fleksibelt elforbrug - tæt på kunderne, hvilket er afgørende for at bringe forskningsresultater ud af laboratoriet og i anvendelse, påpeger Anders Stouge.

Behov for at tænke langsigtet

EU's stats- og regeringschefer har vedtaget en række energi- og klimamål for 2030, og med dem vil decentraliseringen af energisystemet fortsætte. Derfor bør regeringer og energitilsyn lade sig inspirere af Eurelectric-rapporten:

- Vi har behov for at tænke langsigtet. Den danske regulering får langt fra en prangende placering i rapporten, så der er rum for

forbedring. Med elnettet har vi at gøre med en investeringstung infrastruktur, der bare skal være i orden, siger Anders Stouge.

Intelligente løsninger handler ikke alene om at styre elforbruget bedre ude hos kunderne og om at optimere netdriften. Phillip Sundram påpeger, at der kan være betydelige gevinster at hente ved at tænke på tværs af forsyningsarter - altså at sikre et samspil fx mellem el, fjernvarme, gas, vand/spildevand, affald og transport i 'smart cities'.

Den danske regering har i 2016 lanceret en forsyningsstrategi og har dermed også fået øje på potentialet ved at tænke på tværs.

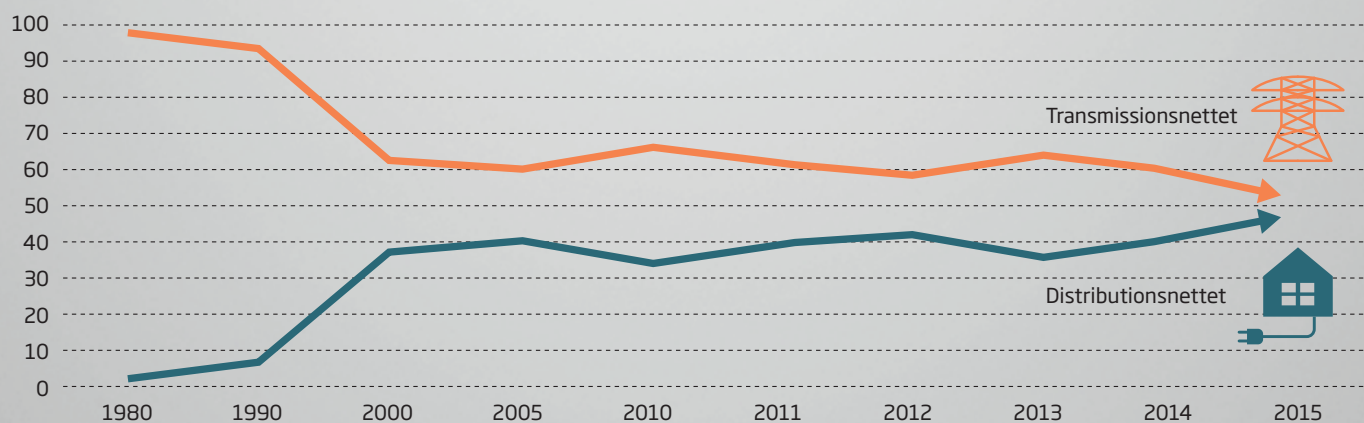
- Forhåbentlig kommer det til at afspejle sig i reguleringen af alle de involverede sektorer, så vi kan udvikle nye tekniske løsninger og forretningsmodeller, siger Anders Stouge og citerer Eurelectrics rapport: Hvis vi ikke gør noget og bare behandler innovation som alle andre omkostninger, er reguleringen ikke neutral, men faktisk lig med mindre innovation.

Via innovation kan de europæiske energiselskaber, påpeger Anders Stouge, i samarbejde med forskere og det øvrige erhvervsliv udvikle smarte løsninger og skabe jobs og eksport. FN's klimaaftale fra COP21 i Paris i 2015 er ratificeret, og stort set alle verdens lande har lovet at stille efter færrest mulige CO₂-udledninger.

Læs rapporten på www.eurelectric.org

Elproduktionen er i stigende grad koblet direkte på distributionsnettet

Andel af elproduktion der er koblet direkte på distributionsnettet (Kilde: Energistyrelsen, Energinet.dk)



Over halvdelen af den danske elproduktion bliver nu leveret ind på distributionsnettet fra vindmøller, kraftvarmeverker og solceller. Andelen stiger år for år.

Tænk på tværs og opfind nyt!



Samfundet kan hente mange positive gevinster, hvis forsyningsselskaberne tænker på tværs af el, transport, varme/køling, vand, spildevand, affald og gas. Reguleringen af sektorerne bør belønne og ikke hæmme innovation, mener energiselskabet EWII.

Host-host! En lille mobil kaffebar drøner gennem Københavns gader og udspyr beskidt røg, men sådan behøver det ikke, at være.

Energiselskabet EWII har udviklet et ældre køretøj, TRIPL, og det har Peter Larsen Kaffe taget til sig og serverer nu støj- og røgfri kaffe i den danske hovedstad.

TRIPL-køretøjet kan også bruges til udbringning af pakker og pizzaer – og er et mønstereksempel på innovation på tværs af sektorer.

- Vi kan skabe SÅ mange positive gevinster for samfundet, hvis vi tænker på tværs af energi og transport – og på tværs af el, varme/køling, vand, spildevand, affald og gas, siger Charles Nielsen, der er direktør for infrastruktur i multienergiselskabet EWII – herunder TREFOR EI-net.

Som den danske regulering af forsyningsselskaber er nu, bliver der imidlertid spændt ben for mange gode initiativer. Derfor efterlyser Charles Nielsen 1) mere ens spilleregler på tværs af forsyningsarter, 2) en reform af energiskatter og -afgifter samt 3) langsigtede rammer bl.a. for elnetselskaber, hvor innovation belønnes.

Kina og Indien rykker

- Kina og Indien rykker helt vildt på teknologiudvikling bl.a. inden for vindenergi, solceller og batterier. Hvis vi i Europa vil bevare og udvikle vores industri, skal vi gøre noget andet og tænke på tværs af sektorerne, siger Charles Nielsen.

Han påpeger, at energisektoren står over

for en omvæltning, hvis mager ikke er set før. Fremover bliver energi i stadig mindre grad noget, vi graver op fra undergrunden – energi er noget, vi høster fra vinden og solen.

Som en konsekvens af den omstilling vil priserne på elektricitet være bestemt af de marginale og små produktionsomkostninger. Vindmøller og solceller har ingen udgifter til brændsler og vil derfor i det store hele producere el, når naturen tillader det.

- Vores lovgivning og tænkning er fortsat meget silo-agtig og baseret på fossile ressourcer. Det skal vi have gjort op med. Hvis det lykkes for os at se på tværs af sektorer og at optimere vores samlede energi- og forsyningssystem, står vi med nogle gode kort på hånden, vurderer Charles Nielsen.

Renser rent regnvand

EWII har et 150 år gammelt udspring omkring byerne Middelfart, Kolding, Fredericia og Vejle. I dette vækstområde er der stort potentiale for at udnytte spildvarme og øvrig energi fra renseanlæg og industrier. Også inden for drikkevand/spildevand kan samfundet gøre det meget bedre:

- Det er stærkt uhensigtsmæssigt, at renseanlæggene modtager betydelige mængder – næsten rent – regnvand, som skal renses, og at vi bruger rent drikkevand til en masse formål, hvor vi kunne anvende sekundavand, siger Charles Nielsen.

Han understreger, at EWII-koncernen gerne vil innovation, og at selskabets forskellige grene løbende deltager i en række

udviklingsprojekter. Meget initiativ pibler op fra neden, men hvis Danmark – og andre europæiske lande – for alvor skal rykke, skal der også presses på fra oven fra regeringer og EU.



Charles Nielsen, direktør for infrastruktur i multienergiselskabet EWII – herunder TREFOR EI-net.

TREFOR EI-net leverer effektiv drift og tilbyder kunderne lave nettariffer. Sådan lyder også den langsigtede ambition, men...

- Hvis vi skal langtidssikre os, skal der være mere plads til innovation. Alene det forhold, at den politiske retorik alene har fokus på at 'skære til og gøre billigere', hæmmer udviklingen af nye løsninger, produkter og services, siger Charles Nielsen.

Bornholm kombinerer biomasse, vind og sol

Ø-energi: Bornholm vil være CO₂-neutral i 2025 – uden flere vindmøller på land. Bornholms Energi & Forsyning analyserer alternativer på sit eget simuleringsværktøj, og de første beregninger viser, at der plads til flere solceller på elnettet end forventet.

- Vi skal have mere læring og viden ind i systemet. Det er afgørende vigtigt, og heldigvis er vi godt i gang.

Adm. direktør Rasmus Sielemann Christensen fra Bornholms Energi & Forsyning er insisterende, og man fornemmer, at han har lyst til at mejse budskabet ind i granit: At det er afgørende vigtigt at få øget vidensniveauet ikke alene i virksomheden, men også i energisystemet og på Bornholm i det hele taget.

Bornholm ligger i Østersøen et godt stykke væk fra resten af Danmark, og elmæssigt hænger øen sammen med Sverige. Det sker i ny og næ, at søkablet svigter, og så er de ca. 40.000 bornholmere alene. Helt alene.

- Det gør os sårbare, og vores elnet skal fungere. Vi er ved at analysere, hvordan vi kan få oppe tiden op bl.a. via service/vedligehold og nye anlæg, siger Rasmus S. Christensen.

CO₂-neutral uden flere vindmøller

Bornholms Regionskommune, der ejer forsyningsselskabet, har erklæret øen for 'Bright Green Island' for at tiltrække nye beboere og turister – altså at skabe vækst og arbejdspladser for at undgå, at øen kommer ind i en negativ spiral.

De lokale politikere har sat et mål om, at øen skal være CO₂-neutral i 2025. Opgaven er blevet ekstra svær efter en beslutning om, at der ikke må rejses flere vindmøller på land for at beskytte den unikke natur. Dermed fjernede et flertal i kommunalbestyrelsen et af de billigste virkemidler – og kastede Bornholms Energi & Forsyning ud i ukendt terræn.

- Vi tager gerne et ansvar for, at der bliver etableret nogle bæredygtige løsninger. Vi har et simuleringsværktøj med data både for energiforbrug og -produktion. Det bruger vi nu bl.a. til at se på, hvor langt vi kan komme uden mere vindkraft, og vi har allerede lært væsentlige ting. For eksempel har det vist

sig, at der er plads til langt mere solenergi, end vi troede, og at solkraftværker passer bedre ind i energisystemet end forventet, siger Rasmus S. Christensen.

Simuleringsværktøjet bruges også til netplanlægning af koncernens elnetoperatør, Bornholms El-Net, samt til forskning og udvikling bl.a. sammen med PowerLab på DTU og i EcoGrid 2.0.

Flexibelt elforbrug

Den langsigtede leveringssikkerhed på Bornholm og andre områder med høj andel af vedvarende energi afhænger bl.a. af, om det kan komme mere fleksibilitet ind på forbrugssiden. Derfor er der spændte forventninger til EcoGrid 2.0, hvor 1.000 bornholmske familier stiller varmepumper og el-radiatorer til rådighed for forsøg med intelligent styring af det fremtidige system, hvor mikset bliver biomassekraftvarme som grundlast for varierende produktion fra vind og sol.

Om Bornholm når klimamålet i 2025, er uklart, men øens egen el- og fjernvarmeforsyning er i mål. Vindmøller dækker op mod 90 GWh om året, og solceller bidrager indtil videre med knap 10 GWh. Det vigtige kraftvarmeværk i Rønne er netop blevet omstillet fra kul til bæredygtig biomasse, og dermed vil det meste af elforbruget på ca. 230 GWh blive dækket med grøn el. Øens fjernvarme bliver produceret på basis af typisk lokalt flis og halm, så også den er klimamæssigt ok.

Rundt om i hjemmene er der imidlertid fortsat flere tusinde oliefyr, ligesom transportsektoren i det store hele kører på benzin og diesel, selv om elbiler ellers passer fint med mange bornholmeres kørselsmønstre. Hvis CO₂-regnskabet skal gå i neutral i 2025, skal elsektoren kompensere med ekstra meget CO₂-fri produktion... og det kan blive med solkraftparker.

- Bornholm er Danmarks solskins-ø. Vi har flere solskinstimer end resten af landet,

men om vi skal satse på solkraftparker er i den sidste ende op til politikerne. Teknisk passer det godt ind i vores forsyningssystem, fastslår Rasmus S. Christensen, der økonomisk kan få god hjælp af prisudviklingen på solceller: Det seneste udbud i Danmark blev vundet af solceller, der skal levere el til markedsprisen plus blot 12,3 øre/kWh.

Traditionelt har de bornholmske energiselskaber selv ejet øens produktionsanlæg, men Rasmus S. Christensen åbner for mere samarbejde med eksterne projektudviklere.

- For os er det vigtigere at sikre et godt samspil mellem anlæggene og en høj forsyningssikkerhed end at eje, siger han.

Smarte elbiler

Multiforsyningsselskabet Bornholms Energi & Forsyning er resultatet af en nylig fusion mellem elselskabet Østkraft og fjernvarmeselskabet Bornholms Forsyning. Nyt selskab – ny strategi:

- Vi har lagt forsknings- og udviklingsaktiviteterne i én afdeling, og meningen er, at den dels skal tænke på tværs af de traditionelle forsyningsarter og dels give en positiv afsmitning på vores drift... men ikke nødvendigvis på den korte bane, siger Rasmus S. Christensen og nævner, at selskabet netop er kommet med i et internationalt projekt om smart styring af elbiler: Vehicle-to-Grid (V2G).

Sammen med en international partner er Bornholms Energi & Forsyning også langt med simuleringer af batteriteknologiske muligheder i forhold til elnettet, og forsøg med kombinerede solcelle- og batterianlæg kan blive noget af det næste. Ifølge direktøren vil deltagelse også i den slags forskning, udvikling og demonstration trække videnarbejdspladser og energi- og klimaturister til øen.

- Som sagt: Vi er i fuld gang med at få mere viden ind i systemet, fastslår Rasmus S. Christensen.

EcoGrid 2.0 giver viden til Bornholm

Knap 1.000 bornholmske familier stiller varmepumper og el-radiatorer til rådighed for F&U-projektet EcoGrid 2.0. En af opgaverne er at udvikle et marked for de fleksibilitetsydelse, elnettet kommer til at betjene sig af i fremtiden for at få elproduktion og forbrug til at matche hinanden fra sekund til sekund.

At styre én varmepumpe eller én el-radiator giver ikke mening for elsystemet, så ideen er at 'pulje' kunder ved hjælp af aggregatører, der styrer el-apparaterne på vegne af familierne inden for de komfortgrænser, de fastsætter.

Bornholms Energi & Forsyning lægger elnet til og bidrager med kontakt til kunder. Med i projektet er også IBM, Inero Software, Uptime-IT, DTU Elektro, CBS, KRUKOW, 2+1 og projektlederen Dansk Energi, der skal sikre, at resultaterne bliver brugt af elnetvirksomheder, elhandlere og som balance- og systemydelse.

Bornholms Energi & Forsyning deltager i en række projekter, der kan være med til at bane vej for fremtidens elnet med mere vedvarende energi - og mere effektelektronik ude hos kunderne.
Foto: Anders Beier, EcoGrid 2.0



Test, test



Fotos: Torben Nielsen

Dansk-kinesisk samarbejde om innovation

Danmarks Tekniske Universitet har indledt et samarbejde med forskere og energiselskaber i Kina om at øge andelen af vindenergi i elnettet og udnytte el til opvarmning mm. Over tre år skal projektet EPIMES gøre det muligt at indpasse mere vindenergi i det danske og det kinesiske elnet.

Henrik Bindner, der er forsker på DTU Elektro og dansk projektleder, ser store perspektiver i samarbejdet:

- Hvis det lykkes at omlægge 30 procent af Kinas energiproduktion til vindenergi i 2030, vil det spare kloden for 1,1 gigatons CO₂ om året. Det svarer til tre procent af ver-

dens samlede CO₂-udledning i 2014, siger han og påpeger, at samarbejdet giver DTU en unik mulighed for at afprøve energimodeller i meget stor skala.

Forsknings- og teknologidirektør Jørgen S. Christensen fra Dansk Energi kalder aftalen for 'en fjer i hatten' for DTU.

- Kina er en motor for energiteknologisk udvikling, så det er positivt, at DTU nu har indledt et tættere samarbejde med kinesiske forskere og praktikere, siger han.

Alene i 2015 blev der i Kina opstillet over 30.000 MW ny vindmøllekapacitet. Bl.a. på grund af for få højspændingsledninger og markedsregler, der begunstiger kulfyrede

kraftværker på bekostning af CO₂-fri el fra vindmøller, står mange af møllerne stille, selv når det blæser. Spildet er enormt: Op mod 35 TWh/år.

Gennem flere år har Danmark og Kina i regi af VE-centret CNREC i Beijing udviklet nye løsninger, og med EPIMES lægges der nye lag til samarbejdet, der bl.a. også omfatter eliteuniversitetet Tsinghua og flere kinesiske elselskaber. Kineserne skal bl.a. undersøge og demonstrere, hvordan varmepumper og brændselsceller kan styres, så der kan ske en effektiv omformning af el til gas og varme.

og test!

På PowerLabDK samarbejder 100 forskere med studerende, el-kunder, DSO'er og virksomheder om at udvikle energiteknologier i laboratorier og virkelighedens verden.

Test af transformerstationer og la-deinfrastruktur til elbiler. Afprøvning af styringskabler til undervandsrobotter og nye ledematerialer til drift af eldrevne tog. Udvikling af komponenter til vindmøller. Analyser af, hvad batterier kan bruges til på elnettet.

Som et af verdens førende energilaboratorier bidrager PowerLabDK til udviklingen af mange af de dele, der skal få fremtidens elnet til at fungere. Med stadig flere vindmøller, solceller, elbiler, batterier, varmepumper og andre former for elektronik på distributionsnettene øges kompleksiteten - og behovet for gennemtænkte løsninger.

- Vi bidrager til at udvikle nye teknologier og løsninger, og det gør vi i et miljø, hvor vi bringer forskellige aktører sammen, fortæller professor Jacob Østergaard fra PowerLabDK, der har til huse på en række adresser

under Center for Electric Power and Energy (CEE) på Danmarks Tekniske Universitet.

Ca. 100 forskere bruger PowerLabDK, der også har udviklet sig til et vigtigt miljø for uddannelse af den næste generation ingeniører. I laboratorierne og ude i virkeligheden på demonstrationsprojekter som Ecogrid 2.0, EnergyLab Nordhavn og et Vehicle-to-Grid (V2G) projekt på Frederiksberg møder forskere og studerende både virksomheder og almindelige familier.

- Vi har fantastiske muligheder for at prøve fremtidens energiteknologiske løsninger af, både hvad angår enkeltkomponenter og som systemløsninger med storskalaforsøg på Bornholm, siger Jacob Østergaard.

Han påpeger, at andre laboratorier i verden (bl.a. NREL i Boulder, USA) kan noget af det samme som PowerLabDK, dog uden på samme måde at spænde bredt med

verdensklassefaciliteter fra fundamentale laboratorier til fuldskala afprøvning

- Bornholm som levende laboratorium i kombination med de øvrige faciliteter gør PowerLabDK unikt, tilføjer professoren.

Aktuelt er PowerLabDK er ved at indkøre et nyt datacenter, der øger muligheden for at håndtere de enorme mængder data, der bliver en vigtig del af fremtidens energisystem.

PowerLabDK er også forsynet med verdens største forstærker af sin slags til performancetest af elektriske komponenter som ladestandere til elbiler, og med Europas kraftigste digitale realtidssimulator til udvikling og test. Den kan bruges til undersøgelser af samspillet for eksempel mellem strøm produceret af vindmøller og det samlede energisystem.

PowerLabDK er bl.a. støttet af den statslige støttepulje EUDP.

Fakta om PowerLabDK

Partnerne bag PowerLabDK er DTU og Bornholms Energi & Forsyning, Dansk Energi samt virksomhederne ABB, Balslev, DONG Energy, Energinet.dk, Hofor, IBM, NKT Cables, Siemens, Vattenfall og Vestas Wind Systems.

PowerLabDK består af laboratoriefaciliteter på DTU i Lyngby, Ballerup og Risø samt på Bornholm. De omfatter bl.a.:

- Elbiler med fokus på systemintegration
- Test og udvikling af roterende maskiner og drives
- Udvikling og test af fremtidens konvertere til energieffektive forbrugsenheder og VE-løsninger

- Verdens største forstærker af sin slags, der kan anvendes til performancetest af elektriske komponenter
- Europas kraftigste digitale realtidssimulator til undersøgelse af det komplekse samspil mellem enkeltkomponenter og det samlede energisystem
- Storskala testfacilitet på Risø ved Roskilde til afprøvning af databaserede styringer med flere huse, vindmøller, solceller, batterier, elbiler og varmepumper
- Visualisering og styring af det bornholmske energisystem



Urbanisering kræver toptunet infrastruktur

“EnergyLab Nordhavn - nye energiinfrastrukturer i byer” tester batterier, varmepumper, elbiler og andre løsninger, mens et nyt byområde skyder op.

Som mange andre storbyer i verden vokser København hastigt i disse år, hvilket medfører en række overvejelser for de elnetselskaber, der skal levere - fremtids-sikret - infrastruktur til de nye byområder.

Et af de steder i København, hvor cementblanderne har travlt, og hvor kranerne knejser, er i Nordhavn. Med udsigt til bølger og skibe på Øresund er der her under ledelse af byudviklingsselskabet By & Havn ved at blive opført 40.000 boliger og gjort klar 40.000 arbejdspladser. Ambitionen er at skabe en bæredygtig bydel.

- Nordhavn bliver et sted, hvor folk bor tæt, og hvor det er nødvendigt at optimere infrastrukturen, siger Christoffer Greisen, der er projektleder for et af Danmarks største F&U-projekter inden for smartgrid: EnergyLab Nordhavn.

Med EnergyLab Nordhavn har energiselskaber, udstyrsproducenter og forskere over fire år muligheden for - med støtte fra den statslige EUDP-pulje - at teste nye løsninger i tæt dialog med beboere og virksomheder. Det handler om at installere

hardware bl.a. i form af varmepumper og batterier, men det handler også om at tænke i koncepter og markeder.

Batteri udligner spidser

Vigtige nøgleord er for EnergyLab Nordhavn er 'systemintegration' på tværs af el, varme og transport samt 'fleksibelt forbrug'. I Danmark leverer vindenergien om få år over 50 procent af elforbruget, så det bliver stadig vigtigere med lagring og aktive kunder.

Et af elementerne på elnettet i Nordhavn er et større batteri (630 kW/460 kWh), der ejes og drives af elnetselskabet Radius. Batteriet er tilsluttet lavspændingssiden på en 10/0,4 kV transformerstation i et P-hus.

Projektleder Poul Brath fra Radius forklarer, at energien fra batteriet anvendes, når der er behov for at mindske belastningen af elnettet, som dermed kan drives mere omkostningseffektivt. Ideen med indkøbet er at lære noget om design, indkøb, installation og drift. Især to anvendelser testes:

- For det første skal batteriet - få timer

om dagen - udligne peaks fra hurtiglade-stationer til elbiler og andre større enheder. Resten af batterikapaciteten anvender vi til at støtte det overordnede net som primære reserver. Batteriet bidrager altså med at eliminere fluktuationer i nettet. Vi regner med, at det behov vil blive større i takt med, at stadig mere vedvarende energi gør det vanskeligere at balancere produktion med forbrug, siger Poul Brath, der understreger, at Radius, der driver et naturligt monopol, ikke har ambitioner om at købe flere batterier for at agere på kommercielle markeder.

Dog er det vigtigt at bidrage med viden og komponenter i perioden, hvor teknologien bliver modnet til markedet.

Batteriet er leveret af ABB, der ser nettilsluttede batterier som et nyt, strategisk forretningsområde.

- Batterisystemet leveres som standardvare, men kontrolsystemet er ny udvikling for os, siger salgsschef Jonas Kehr fra ABB og peger på styring af batterier som det helt centrale i projektet.

Batterisystemets controller er baseret

Med udsigt til bølger og skibe på Øresund er der i Nordhavn ved at blive opført 40.000 boliger og gjort klar 40.000 arbejdspladser. Foto: By & Havn / Ole Malling





Frihavnstårnet er ombygget fra kornsilo til boliger. Indtil videre har 13 lejligheder fået intelligent styring af lys, el, varme og sensorer, der måler CO₂-niveau og temperatur. Foto: ABB

på ABB's RTU 560 serie og skal sørge for, at anlægget styres optimalt i samspil med elnet, forbrugere og projektkrav.

- Styringen udvikles, så batteriet kan levere både peakshaving og frekvensregulering samtidig med, at det hurtigt oplader en elbil, siger Jonas Kehr, der glæder sig til de næste to års drift, som vil give ABB, Radius og DTU en masse viden i forhold til at udvikle teknologien.

Udover batteriet i parkeringskælderen vil firmaet CleanCharge sørge for, at der bliver opstillet ladeinfrastruktur til elbiler i Nordhavn. Dermed bliver der bygget bro mellem el- og transportsektoren.

På tværs af el og varme

Også el og varme bliver knyttet sammen. Bygningerne får lavtemperaturfjernvarme, og selskabet bag infrastrukturen, HOFOR, er i gang med at teste afbrydelighed af fjernvarme på ca. 15 bygninger i og omkring Nordhavn, oplyser afdelingschef Charlotte Søndergren fra HOFOR.

- Formålet er at undersøge, om smart styring kan reducere behovet for olie- og naturgasfyret spidslast, siger hun og påpeger, at der i Göteborg er gode erfaringer med at reducere fjernvarmeforsyningen i op til ni timer.

Betydningen for temperaturen i bygning-

erne er beskeden, men for at være på den sikre side er der opsat målere.

- Efter varmesæsonen 2017-18 forventer vi at have lært så meget, at vi kan afgøre hvilke typer af bygninger, der vil kunne indgå i en større udrulning af konceptet, siger Charlotte Søndergren.

Nordhavn er vært for mange krydstogtskibe. Terminalerne opvarmes typisk med oliekedler, men her går HOFOR efter et ældre alternativ. Planen er at etablere en varmepumpe i kombination med en elpatron.

- Varmepumpen skal anvendes til test af, hvordan el og fjernvarme kan spille sammen for at styrke systemets samlede fleksibilitet, fortæller Charlotte Søndergren.

Fra passive til aktive forbrugere

En vigtig pointe for alle deltagerne i EnergyLab Nordhavn er, at ingen skal lide afsavn. Tværtimod skal deltagerne helst opleve automatiseret styring af indeklima og optimeret energiforbrug som plusser i det daglige liv. Indtil videre har 13 lejligheder i Frihavnstårnet, som bygherren, Boll+, har forvandlet fra kornsilo til boliger, fået intelligent styring af lys, el, varme og sensorer, der måler CO₂-niveau og temperatur.

Beboerne bidrager med data om deres energiforbrug, så både deres eget, byg-

ningens og områdets energisystem bliver styret intelligent.

- Det er et spændende projekt, der giver min organisation ny viden om muligheder inden for smart styring af boliger, og samtidig får en række beboere moderne teknologi i deres nye bolig, siger adm. direktør Morten Boll fra Boll+.

Demonstration skal vise, hvordan lejlighederne og beboerne kan tilpasse deres energiforbrug til skiftende energiproduktion samtidig med, at komforten øges. Deltagerne skifter dermed status fra passive forbrugere til aktive bidragydere til energisystemet.

EnergyLab Nordhavn-projektet slutter i 2019, men udbygningen af Nordhavn fortsætter de næste årtier - givetvis med en bedre energiinfrastruktur end ellers.

- De løsninger vi demonstrerer i Nordhavn, forventer vi kommer til at tegne fremtidens energisystem. Vi har i forvejen en meget velfungerende energiinfrastruktur i Danmark, men ved at integrere de forskellige energiformer øges fleksibiliteten i energisystemet, og det bliver dermed i endnu højere grad i stand til at håndtere fremtidens grønne energiproduktion, siger Christoffer Greisen.

Om EnergyLab Nordhavn

'EnergyLab Nordhavn - nye energiinfrastrukturer i byer' er et fireårigt projekt, der bruger Nordhavn som et levende storbylaboratorium og demonstrerer, hvordan man kan sammentænke el, varme, energieffektive løsninger og elektrisk transport i et intelligent, fleksibelt og optimeret energisystem. Projektet ledes af Center for El og Energi på DTU. De øvrige partnere er Københavns Kommune, By & Havn, HOFOR, Radius, ABB, Balslev, Danfoss, CleanCharge, Metrotherm, Glen Dimplex og DTU's PowerLabDK-faciliteter.

Lær mere om danske løsninger inden for intelligent energi
og kontakt eksperter med dansk ekspertise på:

www.stateofgreen.com

www.danskeenergi.dk



State of Green er et non-profit, offentligt-privat partnerskab finansieret af:

