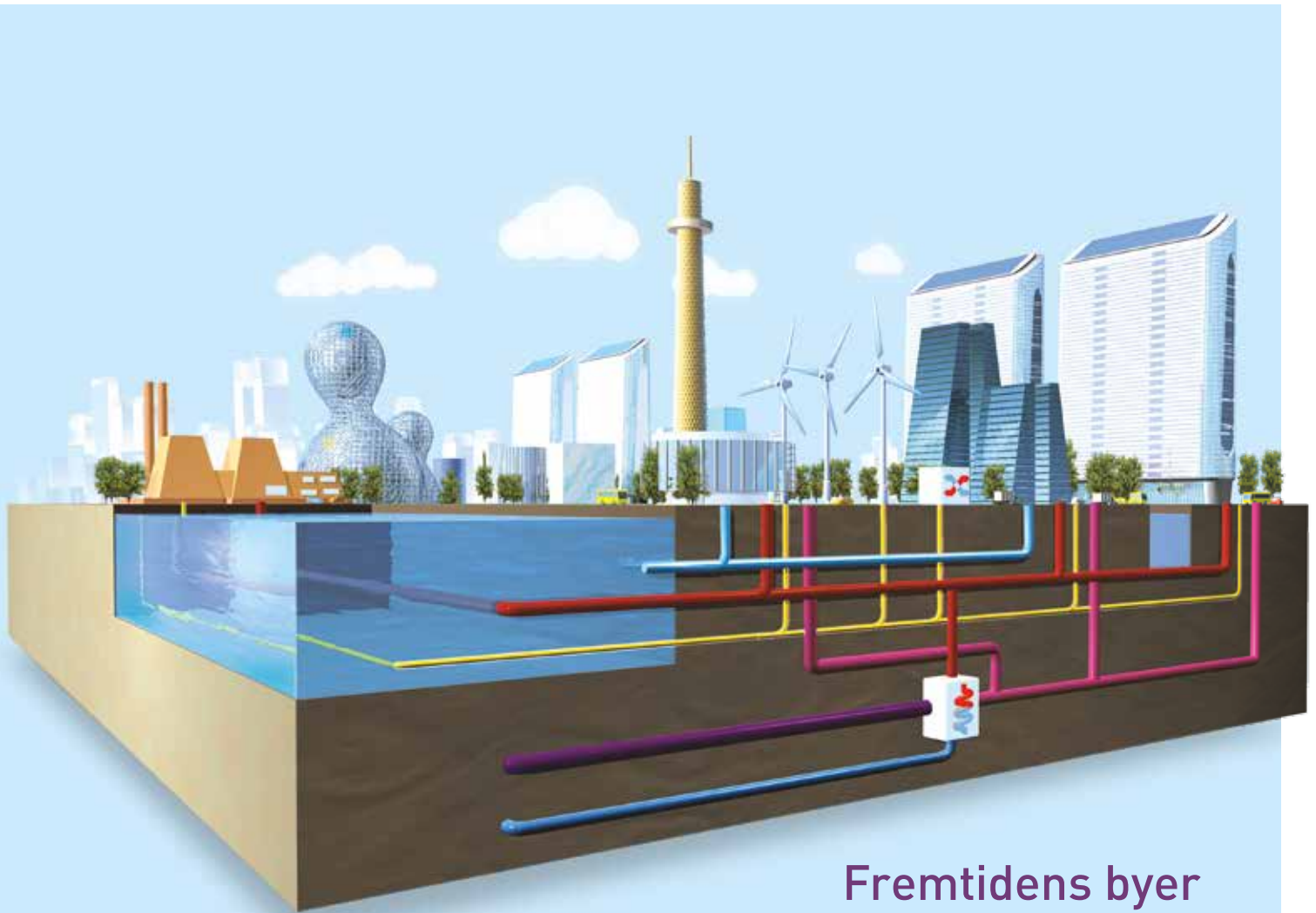




NR. 4  
2015

# #SMART ENERGI



Fremtidens byer  
har smart forsyning

SIDE 08

**03** Smart energi indtager Øresund. Byggeriet i Nordhavn er blevet Danmarks nye energilegeplads.

**10** Royal Seaport: Øst for Stockholm sætter svenskerne nye standarder for moderne forsyning af en hel bydel.

**15** Kan det betale sig at kappe kablet til elnettet? Dansk Energi har analyseret økonomien i husstands batterier.



02. årgang 2015

#Smart Energi  
Energinet.dk og Dansk Energi**Redaktion**Karen Thure  
(ansvarshavende)  
Telefon: 35 300 478  
E-mail: kth@danskenergi.dk**Redaktionens adresse**Vodroffsvej 59  
DK 1900 Frederiksberg C  
Telefon: (+45) 35 300 400  
www.danskenergi.dk**Layout og opsætning**GREGORIUS  
DESIGNTHINKING ApS  
Telefon: 33 32 44 42  
www.gregorius.dk**Tryk: KLS Grafisk Hus A/S,**Trykproduktionen  
er klimaneutral og  
miljøcertificeret efter  
ISO 14001, Svanemærket,  
FSC-mærket og  
Klimaneutralmærket.  
www.kls.dk**Trykoptag:** 4.500 eks.  
ISSN 2246-3674**Udgiver**Energinet.dk og Dansk Energis  
holdninger fremgår af lederen.  
Bladets artikler afspejler ikke  
nødvendigtvis Energinet.dk  
og Dansk Energis holdninger.  
Artikler kan citeres med  
tydelig kildeangivelse.**Forsideillustration:**

Troels Marstrand.

Elektronisk version og  
tidligere udgaver af #Smart  
Energi: www.danskenergi.dk/  
smartenergi

## LEDER

Smarte byer- nemmere,  
billigere og grønnereHanne Storm Edlefsen,  
afdelingsleder i Energianalyser,  
Energinet.dkHelle Juhler-Verdoner,  
branchechef - Intelligent Energy

Vi har en unik chance for at tænke vores energisystemer sammen i vores byer. Her kan bygninger, transport og forsyningen af el, varme, gas, vand og affald spille sammen og muliggøre fleksible løsninger, der både kan skabe komfort, bedre økonomi samt være grønne og energibesparende på én gang.

Uanset om vi kalder det smarte byer, smart energi eller smartgrid, så skal resultatet være, at den smarte by gør livet nemmere, billigere og grønnere for den enkelte borger. Tænk bare på data, der får trafikken til at glide, intelligente skraldespande, der siger, hvornår de skal tømmes, eller gadebelysning, der lyser, når folk kommer gående. Og det er bare en flig af de elementer, som smarte byer kan bidrage med til den store energiomstilling, vi står midt i.

Men vi skal tænke langt videre. Når vi fremover investerer i renovering af bygninger eller nybyggeri, er det energieffektiviseringer og en øget sammentænkning på tværs af energisystemer, der bliver afgørende.

Øget integration og fjernstyring af bygningernes varme, ventilation, køling og belysning bliver afgørende for at sikre optimal udnyttelse af den stigende mængde vedvarende energi i vores systemer. Det er reel grøn omstilling. Det betyder også, at bygningsejeren, hvad end de er offentlige eller private, kan høste fordele i form af lavere elregning ved at mindske deres energiforbrug eller flytte forbruget til tidspunkter, hvor der er billigere, grøn strøm i ledningerne.

Rom blev ikke bygget på en dag, og det gør fremtidens smarte byer heller ikke. Men med en stadig stigende urbanisering og befolkningstilvækst i de store byer, sker der hele tiden udvidelse af byområderne - samtidig med, at de eksisterende bygninger og infrastrukturen fortsat renoveres og udbygges. Derfor er det så afgørende, at vi allerede nu tænker forbrugsfleksibilitet og integration af forsyningssektorerne ind i byudviklingen, for at fremme den grønne omstilling. Her er der noget at hente både i vand-, el- og varmforsyning, hvilket bl.a. projektet EnergyLab i Nordhavnen er vidne om.

I dette nummer af #Smart Energi sætter vi fokus på de smarte byer, der tænker energien fleksibelt på tværs af forsyning, og dermed tager de næste skridt mod en både økonomisk bæredygtig og fuld grøn omstilling. ■

# NORDHAVN: Københavns nye energilegeplads

Af Jeppe Røn Hartmann

I de næste fire år bliver forskning, udvikling og demonstration forenet i et EnergyLab i den københavnske bydel, Nordhavn. Projektet skal sikre økonomisk rentable løsninger, der integrerer de forskellige forsyningsarter som el, vand og varme samt transport med intelligente styresystemer, og giver en fleksibel og effektiv anvendelse af vedvarende energi.

EnergyLab gennemføres i et samarbejde mellem Københavns Kommune, By & Havn, DTU, Balslev, HOFOR, DONG Energy, Danfoss, Clean Charge,

Metro Therm, Glen Dimplex, PowerLabDK og ABB. EnergyLab har tre overordnede formål:

1. At udvikle et sammenhængende fleksibelt energisystem
2. At gentænke energiinfrastrukturens design
3. At udvikle intelligente energiteknologier

Som en af de største teknologileverandører til EnergyLab Nordhavn har ABB et bredt teknologisk engagement i bydelen.

Over de næste 4 år vil virksomheden bidrage med teknologi, der på sigt skal gøre bydelen CO2-neutral.

-Formålet er at udvikle et energisystem, hvor elforbrug og energiproduktion følges ad intelligent og bæredygtigt, og hvor vedvarende energi spiller en hovedrolle. Der er et stort potentiale for i langt højere grad at sammentænke vores vedvarende energisystemer, siger Dorthe B. Schow, der er kommunikations- og Marketingdirektør i ABB A/S.

På sigt skal Nordhavnen udvikle sig til en bydel, der baserer

sit energiforbrug på vedvarende energi, som primært produceres og lagres lokalt i bygningerne selv, i fjernvarmesystemet og i batterier. For at gøre dette økonomisk rentabelt for forbrugerne vil ABB indsamle data fra en række erhverv og boliger i området og opsamle det i deres SCADA-system, der er installeret hos DTU Energy Lab:

- Forbrugeren skal både have den funktionalitet, at de kan programmere deres belysning, ventilation og varme, som de selv ønsker, men de skal også kunne vælge en løsning, hvor de fx giver tilladelse til at ventilationen slukkes momentant, for at dække et strømbehov et andet sted. Her skal vi finde en model, der gør dette attraktivt for forbrugeren, siger Dorthe B. Schow.

ABB's system kan visualisere udbud, efterspørgsel og priser, så forbrugerne kan få den billigste energi, der er til rådighed på det givne tidspunkt. Data fra fjernvarmesystemet inddrages også, da fjernvarme er oplagt til lagring af overskudsstrøm.

Ifølge Dorthe B. Schow følger den verdensomspændende ABB-koncern nøje med i projektets resultater i forventningen om, at erfaringer og viden kan udbredes til andre byer rundt omkring i verden. Netop projektets størrelse, fokus på kosteffektivitet og muligheden for eksport, er sød musik i ørene på Branchechef i Intelligent Energi, Helle Juhler-Verdoner:

- I Danmark er vi langt fremme, når det gælder forsknings- og udviklingsprojekter. Vi har dog haltet noget bagefter, når det gælder storskalaprojekter med kommercialisering for øje. Med EnergyLab får leverandørerne mulighed for at vise, at intelligente løsninger faktisk fungerer, og også er økonomisk rentable. Det intelligente energisystem er helt nødvendigt, hvis vi skal lykkes med at få integreret den vedvarende energi i vores energisystem, siger hun. ■

EnergyLab Nordhavn er støttet af EUDP og kan følges på: [www.energylabnordhavn.dk/](http://www.energylabnordhavn.dk/)



FOTO: BY & HAVN/OLE MALLING

# Elsystemet har brug for datasikkerhed og standarder

## Fakta I:

Standarder er til gavn for varers fri bevægelighed, og interfacestandarder øger iværksætteri og innovation hos både små og store aktører. Desuden øger anvendelse af standarder sikkerheden i it- og informationsudveksling.

## Fakta II:

Al el handles i dag i et antal elmarkeder; de såkaldte day a-head børser i hele Europa. Her købes og sælges el for det næste døgn. Der er også såkaldte regulerkraftmarkeder i de fleste lande. Her kan systemoperatører som Energinet.dk købe mere forbrug eller produktion, hvis elproduktionen fra vindmøllerne ikke blev som forudset på day a-head børserne.

Danmark er langt fremme på smartgridløsninger, blandt andet fordi vi har en stor tradition for at indpasse vindenergi i elsystemet og i elmarkederne. Udbredelsen er dog hæmmet af, at brug af fælles standarder og sikker datakommunikation er en udfordring.

Af Sune Falther

Fremtidens intelligente elsystem, hvor der ikke alene leveres strøm, men også udveksles data og information, rummer en verden af muligheder for at optimere virksomheders og vores eget private energiforbrug. Med smartgrid, som systemet kaldes, får virksomheder mulighed for, at udnytte deres fleksibilitet fra eksempelvis køling, opvarmning og belysning, ligesom opladning af elkøretøjer på produktionsgulvet kan indrettes efter den aktuelle pris på strøm. I hjemmet kan smartgrid eksempelvis

fjernbetjene en vaskemaskine til at vaske, når strømmen er billigst – og man kan bede en fryser om at dykke ekstra dybt i minusgraderne, når der er mest blæs på vindmøllerne. Smartgrid vil med andre ord betyde, at vi kan udnytte ressourcerne bedre.

Rune Schmidt er forskningskoordinator for ForskEL-programmet ved Energinet.dk. Herfra støtter man blandt andet projekter, der undersøger mulighederne for at aktivere fleksibelt elforbrug:

- Vi kan se, at der er mange muligheder for, at slutbrugere kan agere fleksibelt. Det medfører dog samtidigt et større behov for kommunikation og styring mellem forbrugs- og produktionsenheder. De skal tale bedre sammen og ikke mindst skal man undgå, at data falder i de forkerte hænder, siger han.

## Standarder giver udbredelse

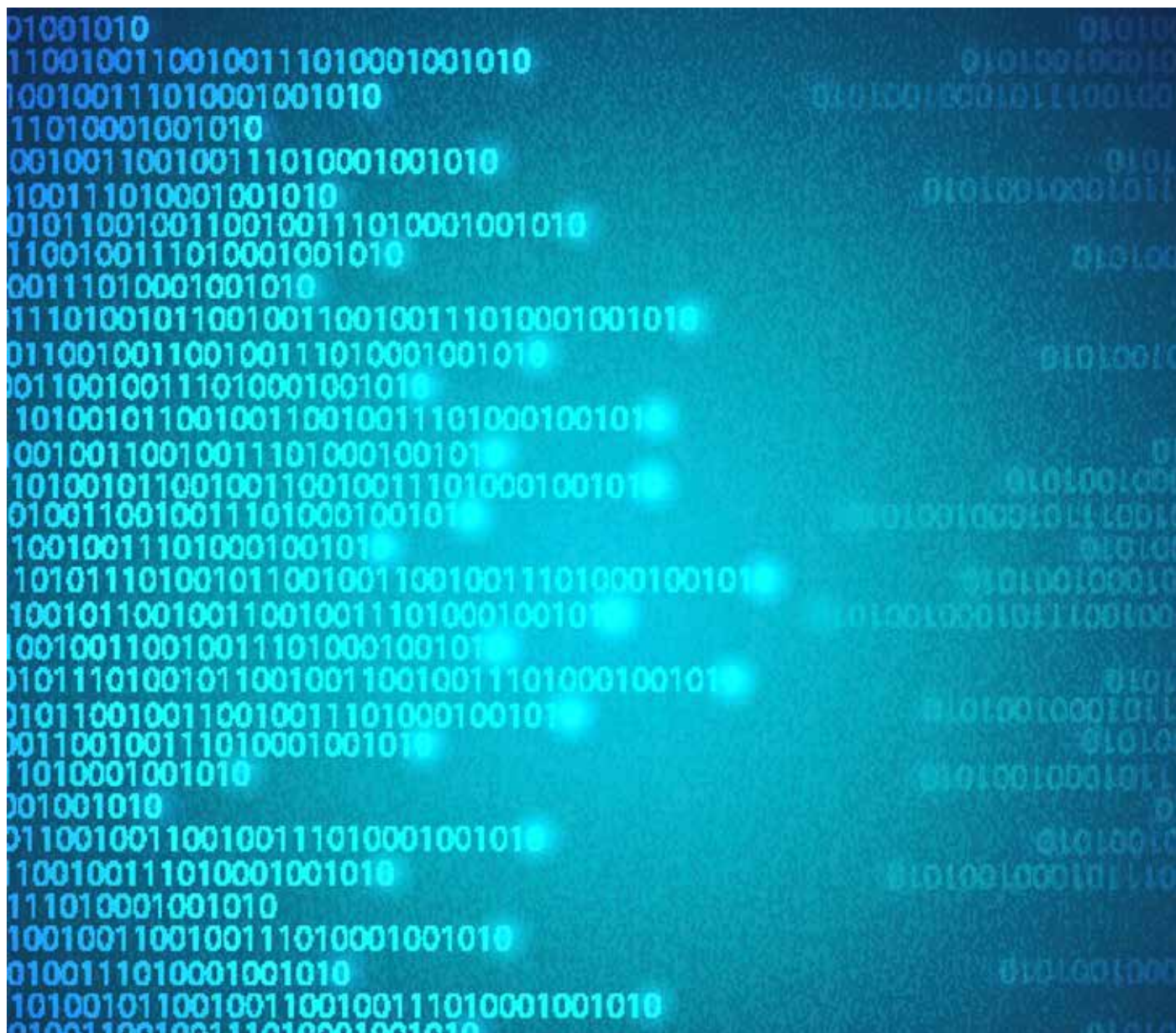
Aktuelt er manglende brug af fælles internationale standarder for datakommunikation og datasikkerhed nemlig to af de store sten i skoen i forhold til at forløse potentialet i det intelligente elsystem. Demonstrationsprojekter har vist, at det er teknisk muligt at fjernaktivere en varmepumpe fra en applikation. Men hvis man vil koble alle decentrale varmepumper på Sjælland til de samme signaler fra elmarkedet, så kræver det, at der er fælles standarder for, hvordan dialogen mellem el-

markedet og enheden skal fungere. De standarder, der er enighed om, findes på internationalt eller EU-niveau. Som leverandør til den enkelte husstand eller virksomhed har producenterne frit slag i valg af kommunikationsform, og det begrænser efterspørgslen:

- Hvis man skal give 15-20.000 kroner for en intelligent vaskemaskine og yderligere måske 3.000 kroner for at kunne omsætte signaler til at kommunikere med et smartgrid, så vil de fleste nok forvente, at den næste vaskemaskine også kan komme på den samme opkobling til smartgrid – uden at man skal af med nye 3.000 kroner for at skifte opkobling. Men det kan man ikke i dag, og det hindrer udviklingen, siger civilingeniør Carsten Strunge, der er specialist i styresystemer ved Energinet.dk.

Samtidig er sikkerheden en udfordring. Umiddelbart skræmmer det måske ikke, hvis nogen skulle hacke sig adgang til data fra dit køleskab eller vaskemaskine. Men hvis en hacker tiltvinger sig adgang til samtlige hårde hvidevarer på Fyn og sætter dem ud af drift, så er der ballade.

- Med internetadgangen følger en risiko for, at nogen bruger den adgang forkert. Man skal betragte adgang til intelligent strøm på samme måde, som man har betragtet adgang til data. Det skal ske sikkert. Vi arbejder blandt andet på at udvikle en slags Nem-ID for maskiner (uden papkort), så maskiner, der skal tale sammen,



kan gøre det sikkert, siger Carsten Strunge.

### Kæmpestor gevinst

Hertil kommer sikkerhedselementet i form af forsyningsikkerhed. Som forbruger vil man gerne være sikker på, at den elhandler, man køber strømmen af, ikke kommer til at slukke fryseren for længe.

Der er med andre ord udfordringer nok. Men til gengæld er gevinsten ved at få integreret vores fryserne, varmepumper, vandvarmere, elbil-ladestationer, vaskemaskiner og meget andet i et smartgrid kæmpestor. Allerede nu har flere større producenter af eksempelvis varmepumper eller vaskemaskiner smartgrid-ready produkter i

sortimentet; altså produkter, der er klar til et intelligent elsystem:

- Potentialet kan sidestilles med det, internettet i sin tid gav os. Det bliver en helt anden verden. Når først udvekslingen af informationer standardiseres, så går det stærkt. Ganske som mekanikeren i dag åbner motorhjelm på din bil for at tilslutte bilens styresystem en

testcomputer for at finde ud af, hvad der er galt - vil der opstå servicecentre, der servicerer dine hårde hvidevarer digitalt. Det bliver sjovt. Og så bliver det hverdag og noget, vi tager for givet. Det var helt vildt smart, dengang man nu også kunne tage billeder med en mobiltelefon. Det imponerer ikke nogen i dag, siger Carsten Strunge. ■

## TENDENSER

### Det smarte kollegie

Fællesskab, konkurrence og intelligent energimåling er kernen i et nyt pilotprojekt, hvor KAB og Schneider Electric skal høste konkrete erfaringer om beboerinvolvering og bæredygtige adfærdssændringer.

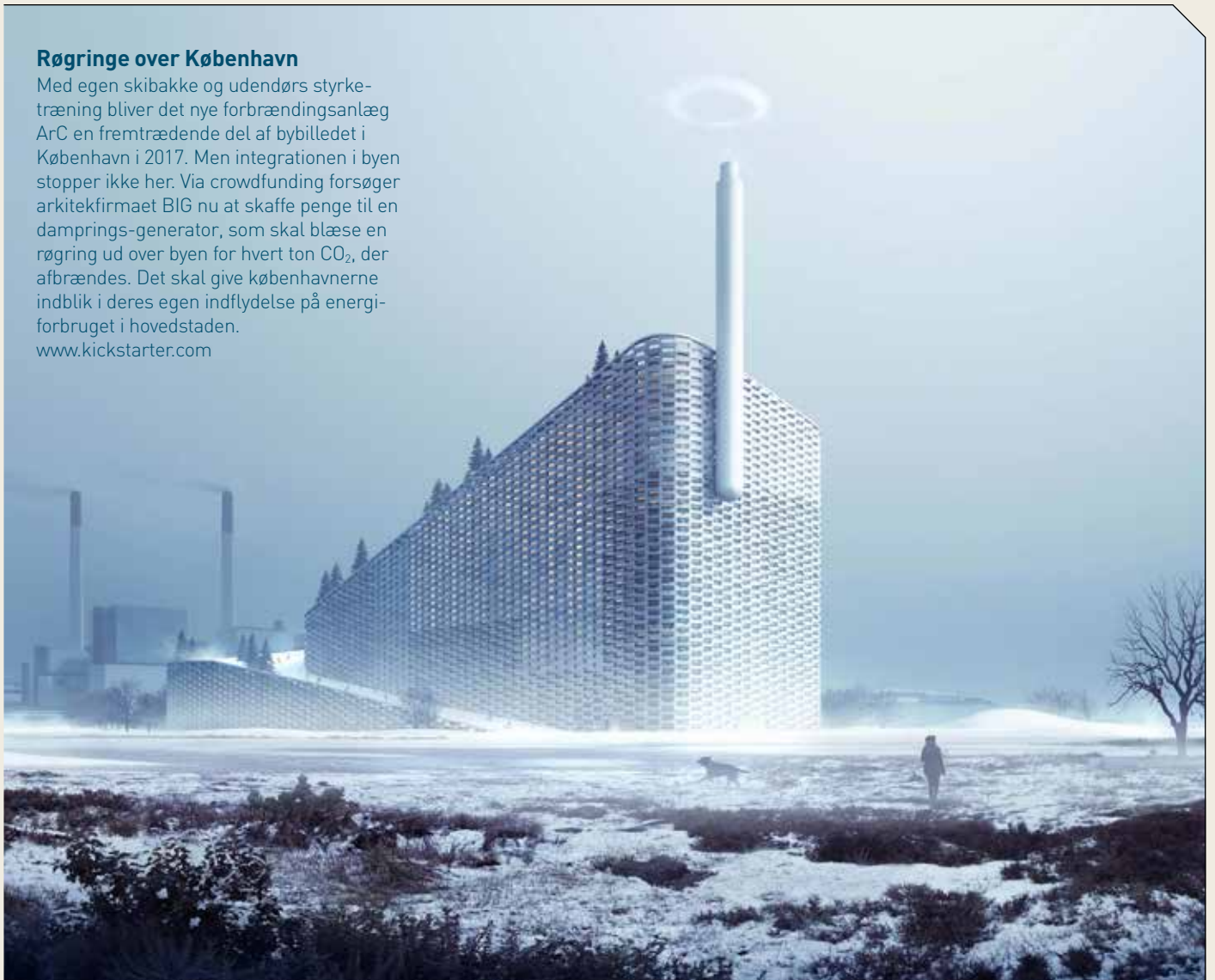
Intelligente termostater og stikkontakter skal gøre det nemt at måle og visualisere energiforbruget i Otto Mønstedts Kollegium i København, så beboerne altid kan følge med og regulere deres adfærd.

### Demand response afprøvet i USA

En særlig varm sommerdag i juli annoncerede ComEd en såkaldt 'Energy Savings Day'. Her blev kunder i demand response – programmet spurgt om frivilligt at reducere forbrug ved at overlade kontrollen af den fjernstyrede termostat til netselskabet, mellem kl. 13 og 16. Forsøget medførte en markant reduktion på 3.2 MW over de tre timer og en samlet reduktion på ca. 9.6 MWh.

### Røgringe over København

Med egen skibakke og udendørs styrketræning bliver det nye forbrændingsanlæg ArC en fremtrædende del af bybilledet i København i 2017. Men integrationen i byen stopper ikke her. Via crowdfunding forsøger arkitektfirmaet BIG nu at skaffe penge til en damprings-generator, som skal blæse en røgring ud over byen for hvert ton CO<sub>2</sub>, der afbrændes. Det skal give københavnere indblik i deres egen indflydelse på energiforbruget i hovedstaden.  
[www.kickstarter.com](http://www.kickstarter.com)





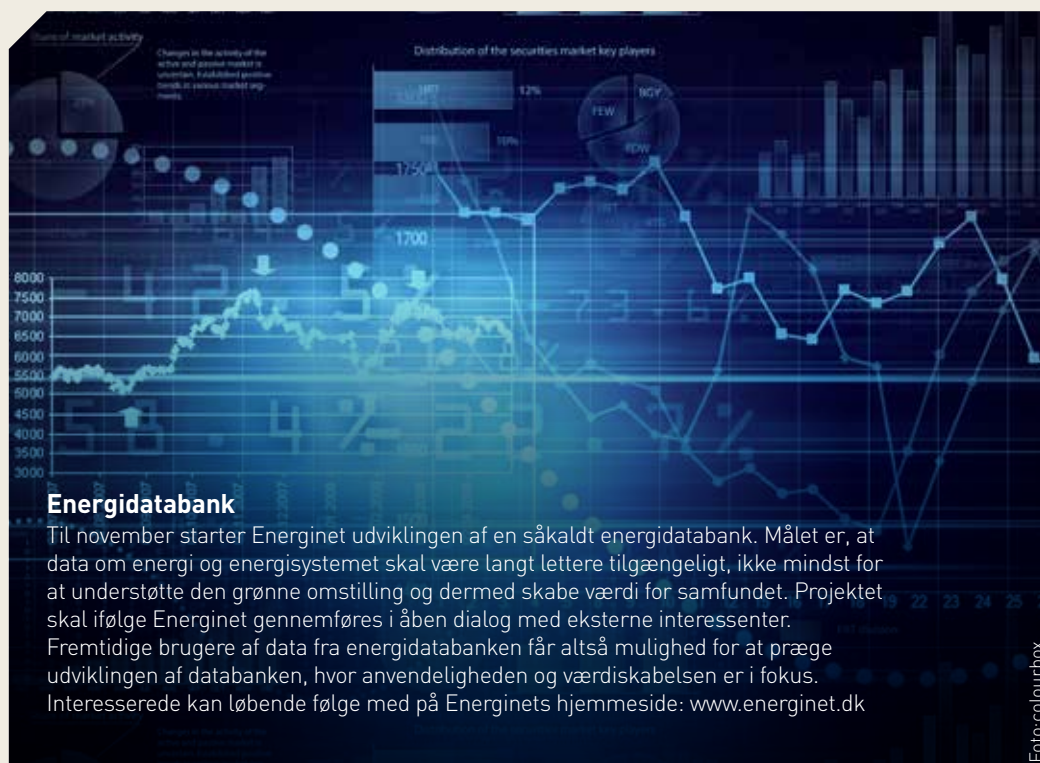
## Bornholm leverer byggesten til fremtidens elmarked

Gennem de sidste 4 år har elforbrugerne på Bornholm været med til at skaffe vigtig viden om, hvordan man kan aktivere fleksibelt elforbrug hos både borgere og virksomheder. I projektet EcoGrid har de vist, at det er muligt at flytte på elforbrug helt frem til få minutter før driftsøjeblikket, på baggrund af prissignaler fra elmarkedet. Selvom det teknisk er muligt at sende prissignaler, der styrer elforbruget, er der stadig behov for udvikling af nye 'plug and play'-løsninger, for at vi har de apparater, og det elsystem, der skal sikre, at vi kan håndtere fremtidens fleksibilitet. Erfaringer og resultater fra EcoGrid-projektet kan ses på: [www.eu-ecogrid.net](http://www.eu-ecogrid.net)

## Årsmøde i Branchefællesskab for Intelligent Energi

Hvordan sammentænker vi fremtidens energiformer, så vi udnytter energien bedst muligt i vores bygninger og forsyningssektorer? Det sætter Branchefællesskabet for Intelligent Energi fokus på, når de holder generalforsamling og årsmøde onsdag den 18. november 2015 i København.

Læs mere om programmet for årsmødet på: [www.ienergi.dk](http://www.ienergi.dk)



# STØRRE, SMARTERE BYER ÆNDRER VORES ENERGI

Vores byer vokser, og det stiller nye krav til forsyning og infrastruktur. Men der er også store synergieffekter at hente, når flere flytter tættere sammen. I fremtiden vil verdens byer konkurrere på, hvem der kan skabe det gode liv for beboerne. Her bliver de smarte energisystemer en central del af løsningen.

Af Magnus Hornø Gottlieb

**P**å varme sommerdage køles en række bygninger og serverrum i København med koldt vand fra havnen, som transporteres i fjernkølerør. Systemet, der er inspireret af det velkendte fjernvarmenet, drives af hovedstadens forsyningsselskab, HOFOR. Det giver en væsentlig besparelse på energiregningen og erstatter miljøskadelige kølemidler. Samtidig kan de gamle køleanlæg på hustage og i kældre sløjfes, og pladsen kan bruges på nye, kreative måder.

Fjernkøling er et eksempel på, hvordan vores bylandskaber ændrer sig. Et andet er elbiler, som bliver mere og mere hyppige i bybilledet. De betyder renere luft og mindre støjende trafik. Men de vil også kunne indgå som aktive elementer i elforsyningen, hvor de kan oplades fleksibelt, når der er rigelig strøm fra vedvarende energikilder.

-Danske byer har nogle af de

mest velfungerende forsynings-systemer i verden, fortæller Jørgen S. Christensen, forsknings- og teknologidirektør i Dansk Energi:

-Vi har altid strøm i vores stikkontakter, vores drikkevand er rent og vores fjernvarmesystem leverer effektivt varme til mere end 1,7 mio. boliger, siger han.

Men energiforsyningen er i en rivende udvikling. Omstilling til vedvarende energi betyder, at vores energiforbrug i fremtiden skal være langt mere fleksibelt. Samtidig er vi blevet forbundne til internettet i næsten alle aspekter af vores liv, og nu er vores apparater begyndt at følge med.

Det ændrer også branchen. Energiselskaberne har historisk været gode til at lægge kabler og levere strøm, og nu indretter de sig til en ny verden. Her vil forbrugere i øget omfang selv producere strøm og tilbyde fleksibel kapacitet, enten ved at

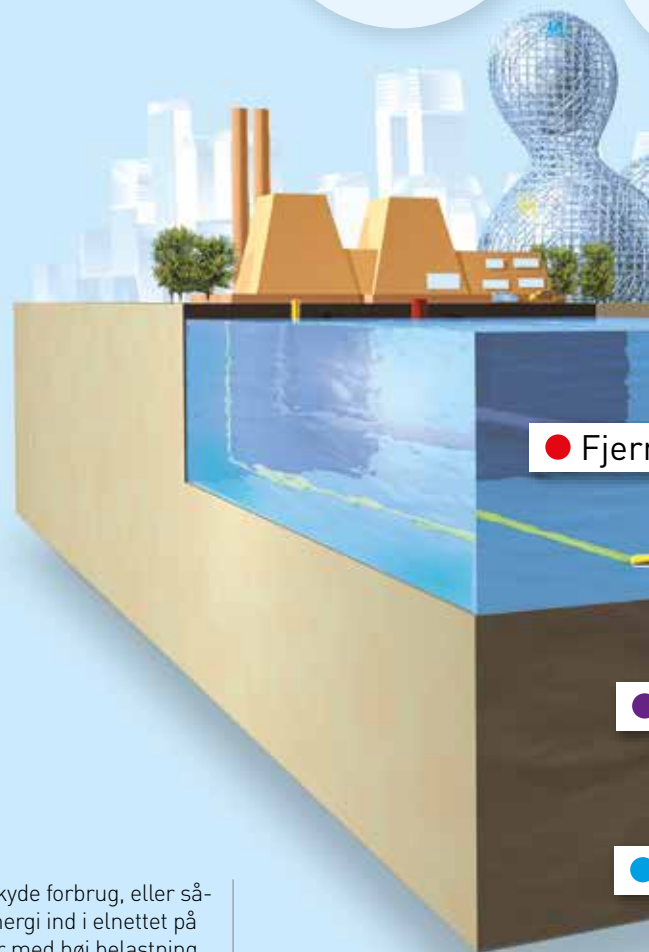
kunne udskyde forbrug, eller sågar føde energi ind i elnettet på tidspunkter med høj belastning.

Nogle elselskaber er begyndt at levere fiber-bredbånd og TV-løsninger. Andre investerer i infrastruktur til elbiler og over en bred linje udforskes der nu i nye teknologier og forretningsområder.

## Større byer driver udviklingen

Verdens byer vokser. I fremtiden vil byerne i endnu højere grad være der, hvor vi bor, arbejder og forbruger energi. Allerede i dag står Europas byer for 80

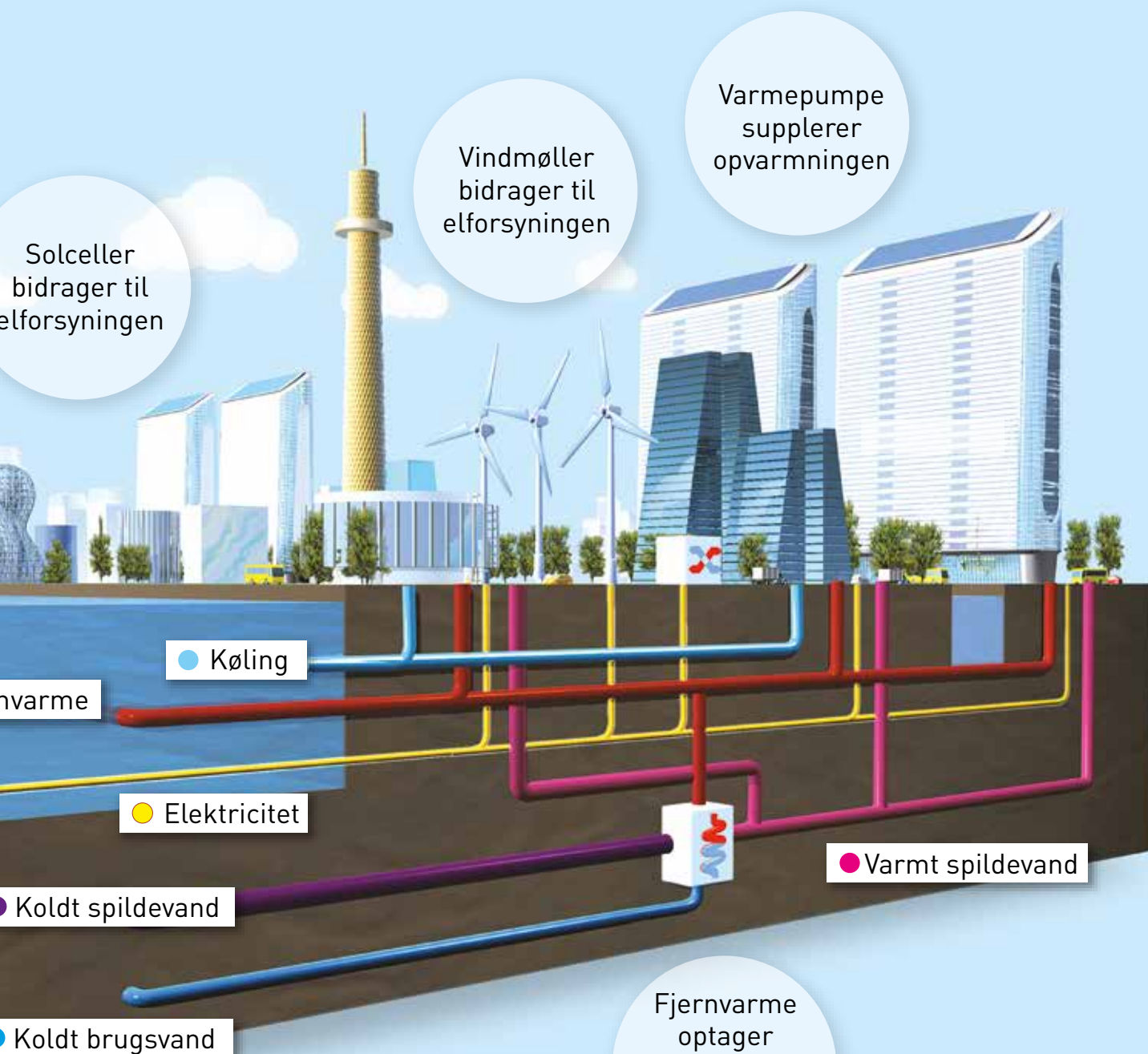
Kraftværk producerer el og fjernvarme



procent af det samlede energiforbrug.

Derfor er det også i byerne, hvor forbrug og infrastruktur er koncentreret, vi vil se udviklingen af fremtidens forsynings-systemer. Men den nye teknologi vil også brede sig ud til landområder, der vil få glæde af de samme fordele. Især af elektricitet, koblet med intelligent styring og automatisk dataudveksling, som forventes





Solceller  
bidrager til  
elforsyningen

Vindmøller  
bidrager til  
elforsyningen

Varmepumpe  
supplerer  
opvarmningen

● Køling

Fjernvarme

● Elektricitet

● Koldt spildevand

● Koldt brugsvand

● Varmt spildevand

Fjernvarme  
optager  
spildevandets  
varme via en  
varmeveksler

at indtage en central rolle.

-Elektricitet er svaret på mange af vores spørgsmål til fremtidens byer: Hvordan kan vi udnytte overskudsvarme til opvarmning? Ved hjælp af elektriske varmepumper. Hvordan kan vi reducere forurening og støj i bymiljøet? Ved at køre på strøm frem for benzin og diesel. Hvordan kan vi effektivt anvende den vedvarende energi og frigøre os fra fossile brændstoffer? Ved

at bruge mere strøm og ved at bruge den fleksibelt, siger Jørgen S. Christensen.

Flere steder i Danmark kan man allerede i dag opleve en snært af fremtidens byrum. Aarhus har åbnet et af landets største Wifi-netværk for besøgende. Det samme har Kalundborg og Brønderslev, hvor internettet bygges ind i energibesparende gadebelysning. I København har Arriva lanceret 400 elektriske bybiler, som kan bookes over mobilen og parkeres overalt efter brug. I Sønderborg har

kommune, borgere og erhvervs- liv sammen reduceret CO<sub>2</sub>-udledningen med 30 procent siden 2007.

-Der er ingen tvivl om, at byernes energi undergår en rivende udvikling. Og mange af de løsninger, vi implementerer

i Danmark i dag har et stort globalt potentiale i morgen. Vi er langt fra de eneste, der har behovet for fleksibelt forbrug og nye ydelser, pointerer Jørgen S. Christensen:

-Hvilke byer, der i fremtiden kan tiltrække kvalificeret arbejdskraft og vækst vil i høj grad afgøres af, hvem der kan bruge de nye teknologiske muligheder til at skabe byer, som er gode at bo i. Her er innovative energiselskaber med smarte, integrerede energiløsninger en vigtig del af løsningen. ■

# KONGENS NYE BYDEL SLUKKER SELV LYSET

Lidt øst for Stockholm, på den modsatte side af Djurgården, hvor Kong Gustav den andens berømte flagskib står udstillet, opbygges en ny, moderne og grøn bydel på kongens gamle jagtmarker. Bydelsprojektet **Royal Seaport Stockholm**, der er et af de største af sin slags i Europa, har sat det ambitiøse mål at være CO<sub>2</sub>-neutralt i 2030. Det forudsætter et holistisk fokus både på teknologi og på brugere.

Af Magnus Hornø Gottlieb

Bydelen skal efter planen rumme omkring 12.000 husestande og 30.000 arbejdspladser imellem gamle pakhuse, gasværk og skov. Samtidig fungerer den som et prøvelaboratorium for nye løsninger, herunder det ekstensive demonstrationsprojekt, Smart Energy City.

Her samarbejder ABB, Electrolux og Ericsson med energiselskabet Fortum og den svenske energimyndighed om at implementere og teste smarte energiløsninger i virkeligheden.

- Vi installerer fjernaflæste elmålere og fjernstyrede apparater i 150 lejligheder fra næste år. Dermed er projektet et af de største af sin slags i Sverige,

fortæller Johan Ander, projektleder hos Fortum.

De deltagende familier i projektet bliver udstyret med en skærm i hjemmet og en app, der løbende informerer om forbrug af varme, vand og el og deres CO<sub>2</sub>-belastning. Samtidig kan lejlighedernes stikkontakter slukke for apparater, når de ikke bruges eller for lyset, hvis det brænder unødigt.

I fremtiden vil Sverige se en øget andel vedvarende energi i elsystemet. Men strøm fra sol og vind kan ikke reguleres på produktionssiden. Derfor er der potentielt energi og penge at spare, hvis forbruget kan gøres mere fleksibelt – og dermed også penge at tjene for de virk-

somheder, der først kan tilbyde de relevante løsninger.

### **Energi skal være spændende**

- Det handler om awareness, fortæller Johan Ander: Vi har allerede komplekse systemer og forbrugsmønstre i vores byer, men for de fleste er energiforbrug kedeligt. Ved at visualisere en husstands energiforbrug og lade dem sammenligne med naboerne, får vi folk til at tænke over deres forbrug, siger han.

En del af forskningsprogrammet er en undersøgelse af, hvordan mennesker kan nudges til hensigtsmæssig adfærd. Nudging er betegnelsen for arbejdet med at påvirke

adfærd, ved at fortælle, hvad der er ønskeligt. Det kan kaldes 'at hjælpe folk med at hjælpe'.

- Vi vil gerne være gode medborgere. Ligesom når vi sorterer affald uden at spørge 'hvad er der i det for mig?'. Ved at gøre energien synlig, ændrer vi også vores forbrugsvaner. Samtidig giver løsningerne mere værdi. Du kan se på telefonen om dine børn er kommet hjem fra skole, og om de har tændt lyset. Eller du kan lade komfuret koge vandet til middagen inden du kommer hjem, siger Johan Ander.

### **Smart strøm giver merværdi**

Projektet er i dag gået ind i

anden fase, hvor erfaringerne fra pilotforsøget med en enkelt familie opskaleres til 150 lejligheder. Fortum og projektets partnere arbejder på at gøre løsningerne til en almindelig del af fremtidens smarte hjem, både i Royal Seaport og resten af Sverige. Selvom løsningerne kræver en up-front investering, så er der ikke tale om mange penge, sammenlignet med prisen på en lejlighed, siger Johan Ander.

I en evaluering af pilotfasen har beboerne givet udtryk for, at mens besparelser på elregningen og CO<sub>2</sub>-udledningen er velkomne, er det en væsentlig gevinst, at de er blevet mere bevidste om deres forbrug.

Kombineret med muligheden for at fjernstyre sit hjem, bliver smarte apparater ikke kun et middel til besparelser, men også til bedre komfort.

-En moderne familie mangler først og fremmest tid. Vi forventer ikke, at mand og kone sammen skal bruge tid på at analysere deres energiforbrug. Men når de får en lettere hverdag, hvor man skal bruge mindre tid på det praktiske, så har man mere tid til at være sammen som familie, fortæller Johan Ander.

Projektet er finansieret af den svenske energimyndighed og fortsætter til 2017. ■



# Fleksibel bygningsdrift på Grundfos Kollegiet i Aarhus

Bygningers og menneskers muligheder for at være fleksible i energiforbruget er et vigtigt element i fremtidens elsystem, som er baseret på fluktuerende energiproduktion fra vedvarende kilder. Denne fleksibilitet kan opnås ved forskellige typer af 'demand responses' med tidshorisonter, der strækker fra millisekunder og op til nogle få dage. Derfor er der behov for at kortlægge de potentialer for fleksibilitet, som kan findes i menneskers aktiviteter og bygningsdrift, samt hvordan potentialerne kan udnyttes.

Af Steffen Petersen, lektor (M.Sc., Ph.d.), Institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus Universitet

Et projekt i Aarhus, som er støttet af ForskEL-programmet, handler netop om at identificere fleksibilitetspotentialer, og det projekt finder sted i Grundfos Kollegiet, som er en lavenergibygning med 159 lejligheder.

Målet med projektet er, at fleksibilitetspotentialerne skal håndteres af bygningens eget Virtual Power Plant, en såkaldt VPP. Denne lokale VPP kan samle og tilbyde bygningens samlede fleksibilitetspotentialer til en mere global VPP. Og herfra kan en aggregator vælge at reagere og indfri potentialer til balancering af elnettet og til at deltage i prisfastsættelsen på elmarkedet.

Grundfos Kollegiet i Aarhus er valgt som projektets case, fordi kollegiet i forvejen er hjemsted for Grundfos Dormatory Lab (GDL), som er betegnelsen for den meget detaljerede dataindsamling, der foregår på kollegiet. Mere end 3.000 sensorer indsamler kontinuerligt højopløseligt data om indeklima, energi- og vandforbrug på lejlighedsniveau. Dertil kommer et MESH-netværk med MEP-kort i elmålerne hvor el-data hjemtages med 1 min. intervaller. Alt det betyder samlet set, at forskere kan få store mængder værdifuldt data om effekten af forskellige forsøg vedrørende energifleksibilitet.

GDL i Grundfos Kollegiet er dermed rammen for flere forskellige fleksibilitetsforsøg. Herunder et forsøg kaldet ShareBuddy, der handler om at motivere beboere, gennem et spil på deres smartphones, til at flytte deres energiforbrug til perioder med høj andel af grøn energi. Spillet går ud på, at beboeren optjener ressourcer til sin virtuelle ven i spillet, ved at spare på eller flytte energiforbruget.

Et andet forsøg, de kalder The Green Lift, handler om at påvirke brugerne via LED-lys til at benytte eller ikke benytte elevatoren ud fra et hensyn til CO<sub>2</sub>-udledning. Når LED-lyset er rødt, er CO<sub>2</sub>-udledning fra elproduktionen 'høj', og tilsvarende er lyset grønt, når CO<sub>2</sub>-udledningen er 'lav'.

Et tredje forsøg, der hedder Clock Cast, handler om at afprøve forskellige tilgange til at kommunikere informationer omkring gode og dårlige tidspunkter at bruge energi på. Hvor meget information har mennesker behov for, hvordan og hvor ofte skal den leveres? Hvordan opfatter og interagerer folk med et fysisk ur, der viser den næste gode time? Eller en webapplikation, der kan vise gode og dårlige tidspunkter for de næste 24 timer?

Derudover er der udført en teoretisk kortlægning for bygningsdriftens

fleksibilitetspotentialer. Bygningers termiske masse kan udgøre tilpas stor lagerkapacitet til varmeenergi, og dermed være med til at levere fleksibelt elforbrug og balancerydelser til elsystemet. Den teoretiske kortlægning viser, at hvis bygningsdriften planlægges ud fra en forudsigtelighed af et fluktuerende energiprissignal, så kan bygningen spare op til 8 % på varmeregningen. Besparelsen opstår ved at opvarme bygningens termiske masse om natten, for at spare energi i morgenspidsen og i løbet af dagtimerne. Hvis det potentiale kan realiseres i forbindelse med feltforsøg, står vi over for et paradigmeskifte i måden, vi tænker energieffektivitet på i forbindelse med bygningsdrift. Traditionel natsænkning af varmesystemer skal afskaffes til fordel for nathævning. Desuden betyder denne form for styring, at bygningen bruger 8 % mere energi. Med andre ord, så skal man bruge mere energi for at spare penge. Også dette er et paradigmeskifte for en byggebranche hvor 1 kWh sparet er 1 kWh tjent. ■

Projektet kan følges på: [www.vpp4sgr.dk](http://www.vpp4sgr.dk)

# Intelligent energi vinder frem i smarte byer

Af Anne Christine Steneman og Jeppe Røn Hartmann

Over halvdelen af landets kommuner arbejder med Smart City-begrebet, og endnu flere arbejder indirekte med forskellige Smart City-tiltag. Det viser en større rundringning, som Dansk Energi står bag, for at afdække hvilke tiltag kommunerne definerer som en del af deres Smart City-arbejde. Undersøgelsen bekræfter, at mange kommuner er godt i gang med initiativer inden for Smart City-området. Det er dog tydeligt, at der endnu er rig mulighed for at tænke intelligent energi ind i Smart City-begrebet.

- Potentialet for at arbejde med intelligent energi som en del af Smart City-arbejdet er stort. De danske kommuner ejer ca. 85 % af de offentlige bygninger og har bl.a. gennem lokalplanlægning og ejerskab indflydelse på forsyningselskabernes prioriteringer. De har derfor stor betydning for, om det vil lykkes at integrere den stigende mængde vedvarende energi gennem et mere fleksibelt energiforbrug, siger branchechef i Intelligent Energi Helle Juhler-Verdoner.

For netop når det gælder energiens rolle i Smart City-arbejdet, er billedet mere broget. Generelt er kommunerne positivt stemte over for at arbejde med energieffektivisering og -optimering i en Smart City-sammenhæng. Mange steder er der dog snarere tale om et overordnet fokus på tiltag, der kan forbedre CO<sub>2</sub>-regnskabet i kommunen, end på intelligent energianvendelse i et fremtidigt energisystem.

De to ting bør i langt højere grad ses i en sammenhæng, mener Helle Juhler-Verdoner:

- Inden længe vil halvdelen af elektriciteten i vores stikkontakter komme fra vindmøller. Det betyder, at vi skal blive bedre til at bruge energien, når der er meget vindstrøm i systemet og mindre, når vinden ikke blæser. Her spiller kommunerne en afgørende rolle, siger hun.

Selvom de fleste kommuner primært fokuserer på emner som mobilitet, borgerinddragelse, apps og andre digitale

løsninger, er der dog også kommuner, der arbejder målrettet med intelligent energi som en del af deres Smart City-strategi.

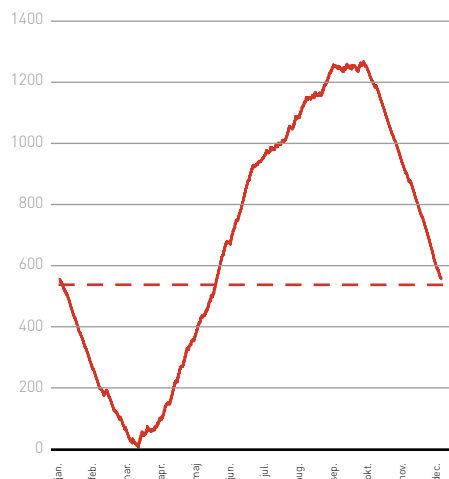
En af dem er Aalborg Kommune, som står over for at skulle renovere 56 skoler, og her spiller energieffektiviseringer og intelligent styring en betydelig rolle. I projektet 'Smarte Skoler' arbejder kommunen på at gøre energiforbruget på byens skoler mere intelligent. Det skal blandt andet ske ved at installere avancerede styresystemer, som f.eks. kan sikre, at der kun varmes op i de klasselokaler, hvor der rent faktisk er undervisning. Samtidig skal eleverne inddrages i energiforbruget, så læringselementet også er med. Projektleder i SMART Aalborg Jan Peter Nielsen forklarer:

- Det er vigtigt for os, at vi fremtids-sikrer den kommunale bygningsmasse, når vi renoverer. Det betyder bl.a., at der skal installeres automatisk bygningsstyring, som kan sikre, at energien anvendes intelligent. Samtidig ser vi gerne, at brugerne bliver inddraget og får mulighed for at følge med i energiforbruget, hvis de ønsker det. Denne balance mellem det teknologiske og det brugerinkluderende er noget af det, vi arbejder med i SMART Aalborg, siger han.

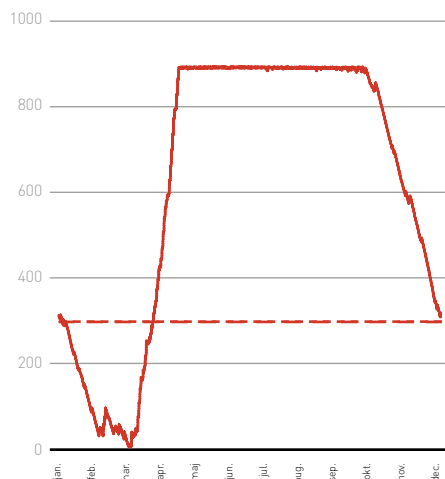
Visionerne i Aalborg vækker glæde i Dansk Energi, som gerne ser, at andre kommuner går samme vej og begynder at tænke mere intelligent energi ind i deres byudvikling:

- I et fremtidigt energisystem med større mængder vedvarende energi er effektiv anvendelse af energi ikke automatisk det samme som at bruge mindre energi. Fokus skal i højere grad være på at bruge energien intelligent og fleksibelt, så forbruget tilpasses mængden af vedvarende energi i systemet. Der er tale om en fundamental ændring af vores måde at tænke energiforbrug på, og her er det vigtigt, at kommunerne er med og tænker det ind i deres smarte byer, siger Stine Leth Rasmussen, afdelingschef i Dansk Energi. ■

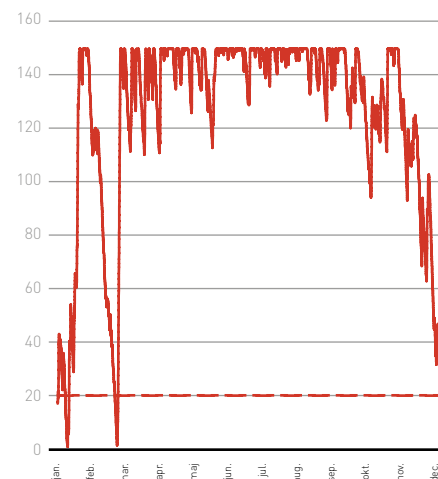
### Case 1: Husstand med solceller til eget forbrug (kWh)



### Case 2: Husstand med solceller til dobbelt forbrug (kWh)



### Case 3: Husstand med vindmølle til dobbelt forbrug (kWh)



## Aktuel opinion Selvforsyning: Hvor store skal batterierne være?

Af Jørgen S. Christensen og Allan Norsk Jensen

Mange danskere er blevet el-producenter med solceller på taget og får dermed den mængde el på årsbasis, de bruger i husstanden. Samtidig har flere aktører lanceret nye såkaldte husstands-batterier, som kan lagre strøm fra egenproduktion til senere forbrug. Dermed melder spørgsmålet sig om, hvorvidt husstande med solceller kan blive uafhængige af tilslutning og nettariffer ved at investere i batterianlæg. Dansk Energis Forskning og Udvikling har regnet på, hvor store batterier en husstand skal have, for at være helt uafhængig af elnettet.

**Case 1:** En husstand med et årligt forbrug på 3.500 kWh vil have behov for batterier med en kapacitet på 1.200-1.300 kWh, hvis husstanden har et solcelleanlæg, der producerer 3.500 kWh/år. Det skyldes ikke overraskende, at energien primært produceres om sommeren, og at forbruget er størst om vinteren.

**Case 2:** For at producere mere om vinteren har vi undersøgt behovet for lagring for en husstand, der sta-

dig bruger 3.500 kWh om året, men hvor solcellerne producerer 7.000 kWh/år. Det reducerer behovet for et batterilager til ca. 900 kWh.

På vores nordlige breddegrader har solceller et begrænset produktionspotentiale i vintermånederne. Vindkraft har en meget bedre sæsonsammenhæng med forbruget end solceller her i Danmark.

Derfor har vi set på en case, hvor en husstand vælger en husstands-mølle med en vis overproduktion:

**Case 3:** En husstand med et årligt forbrug på 3.500 kWh vil have behov for et batterianlæg med en kapacitet på ca. 150 kWh, hvis husstanden har husstandsmøller, der producerer 7.000 kWh/år. Bemærk, at batteriet her er optimeret i forhold til vindforholdene i et enkelt år. Et år med andre vindforhold vil kunne udløse behov for et større eller mindre batteri.

Med de annoncerede priser på eksempelvis Teslas' Powerwall svarer det til en investering på ca. 290.000 kroner. Det vil aldrig kun-

ne dækkes af den besparelse, der er ved at afkoble sig elnettet.

Set i et samfundsøkonomisk perspektiv er det svært at få små husstands-batterianlæg til at give mening. Men privatøkonomisk kan de stadig være attraktive.

Med de nye afregningsordninger for solcellestøm får kunder i 2015 ca. 1 kr. pr. kWh inkl. tilskud. Samtidig skal de give ca. 2,40 kr. pr. kWh for el købt fra nettet inklusiv afgifter. Det giver et privatøkonomisk incitament til at investere i et batteri for at undgå at betale afgifter og samtidig få maksimal nytte af husstandens egenproduktion.

Et sådant batteri vil typisk blive optimeret ud fra et døgnforbrug. Det stemmer godt overens med de batteristørrelser, vi har set annonceret, med en kapacitet på 10 kWh pr. enhed. Så mens tanken om privat energiuafhængighed kan være besnærende, er tilkobling til det fælles elnet endnu langt det billigste alternativ for danske husstande. ■



Jørgen S. Christensen



Allan Norsk Jensen



## KLUMMEN



**Jacob Bundsgaard**

Født 28. februar 1976 i Aarhus.

Cand.scient.pol. fra Aarhus  
Universitet.

Socialdemokratisk borgmester i  
Aarhus siden august 2011.

Formand for KL's Arbejdsmarkeds-  
og erhvervsudvalg.

# Bæredygtige forsyninger er hjørnesten i en grøn fremtid

I september måned kunne jeg byde en række borgmestre og embedsmænd fra Guangdong-provinsen i Kina velkommen i Aarhus for at se bæredygtig udvikling. At Aarhus og hele Danmark er et forbillede, er ikke kommet af sig selv. I Aarhus begyndte vores strategiske arbejde med bæredygtig omstilling i 2007, og vi arbejder målrettet mod en bæredygtig by inden for både vand-, kraftvarme-, transport- og boligområdet.

I Aarhus har vi høje ambitioner på klimaområdet; i 2017 overgår Studstrupværket til at fyre med træpiller, vi opfører et biomassefyret kraftvarmeværk til 1,3 milliarder og vi har Danmarks største elkedel, som leverer fjernvarme ved hjælp af billig strøm, der typisk produceres, når vindmøllerne drejer.

Vi har sammen med Växjö Kommune i Sverige og en lang række danske og svenske partnere fået tilsagn fra EU på et tilskud på 143 millioner til at undersøge, hvordan et fleksibelt varmesystem og energirenovering af eksisterende boliger kan sikre en varmeforsyning med vedvarende energi og lavtemperatur-fjernvarme.

Selvom man allerede i dag har mange smarte og energivenlige løsninger, mangler der viden om, hvordan man eksempelvis kan koble centrale og decentrale energiløsninger sammen, så de giver det bedst mulige tekniske og forretningsmæssige resultater, når man skal indfase vedvarende energikilder

i energisystemerne. Konkret i Aarhus skal der arbejdes med 500 parcelhuse og cirka 400 lejligheder.

Vandforsyningen, Aarhus Vand, arbejder på at udvikle en bæredygtig vandforsyning og spildevandshåndtering. Det kommer til udtryk på det nye "fremtidens vandværk" i Truelsbjerg og på de energiproducerende renseanlæg Marselisborg og Egå. Det er med til at sikre, at Aarhus Vand inden for de næste to-tre år vil være energi-neutral med hensyn til spildevandshåndtering.

Men dermed er alt endnu ikke godt. Vi er nødt til at skabe en bred forståelse på tværs af virksomheder, borgere og politikere for, klimaindsatsen er en fælles opgave. Vi skal undgå, at folks kældre bliver oversvømmet, men vi skal samtidigt blive endnu bedre til at se mulighederne for vækst og arbejdspladser inden for klimaområdet.

Her har de danske kommuner et stort ansvar for at sætte en grøn dagsorden. Ikke bare i Danmark, men også internationalt. Vi skal gå forrest i indsatsen for at involvere byer, borgere og virksomheder. Samtidig skal vi skabe stærke partnerskaber med danske virksomheder, som kan se forretningspotentiale herhjemme, men også i New York og i kinesiske byer, hvor vi som kommune er i færd med at åbne dørene. På den måde kan vi sammen udvikle Danmark bæredygtigt og tilmed skabe fremtidens grønne arbejdspladser. ■



## KALENDER

### OKTOBER

**11. oktober**  
Ecocity World Summit,  
Abu Dhabi

**20. oktober**  
Commercial & Government  
Microgrids Summit, San Diego  
[www.cleantechsandiego.org/](http://www.cleantechsandiego.org/)

**26. oktober**  
Temadag om fleksibelt  
elforbrug, Kolding  
[www.danskenergi.dk](http://www.danskenergi.dk)

### NOVEMBER

**3. november**  
Værdien af Flexibilitet –  
iPower, København  
[www.ipower-net.dk](http://www.ipower-net.dk)

**6. november**  
Horizon 2020 Work  
programme: Info Day Smart  
Cities & Communities,  
Bruxelles

**10. november**  
Connections Europe – IoT:  
Connected Entertainment and  
the Smart Home, Amsterdam  
[www.parksassociates.com](http://www.parksassociates.com)

### 12. november

Smart styring af energifor-  
bruget i private hjem, København  
[www.middelfart.dk/smartenergi](http://www.middelfart.dk/smartenergi)

### 17. november

2015 Smart Cities Expo World  
Congress, Barcelona  
[www.smartcityexpo.com](http://www.smartcityexpo.com)

### 18. november

Årsmøde hos Branchefælles-  
skabet for Intelligent Energi

### DECEMBER

#### 2. december

IoT Tech Expo Europe, London