



2023 | ENERGINET

ÅRSMAGASIN

SIDE 04

ENERGIKRISE I EUROPA

Er den slut? Og hvad sker der, hvis der opstår mangel på el eller gas?

SIDE 12

EL OG BRINT BLIVER BEDSTE VENNER

Hvorfor er det vigtigt for grøn eksport?

SIDE 18

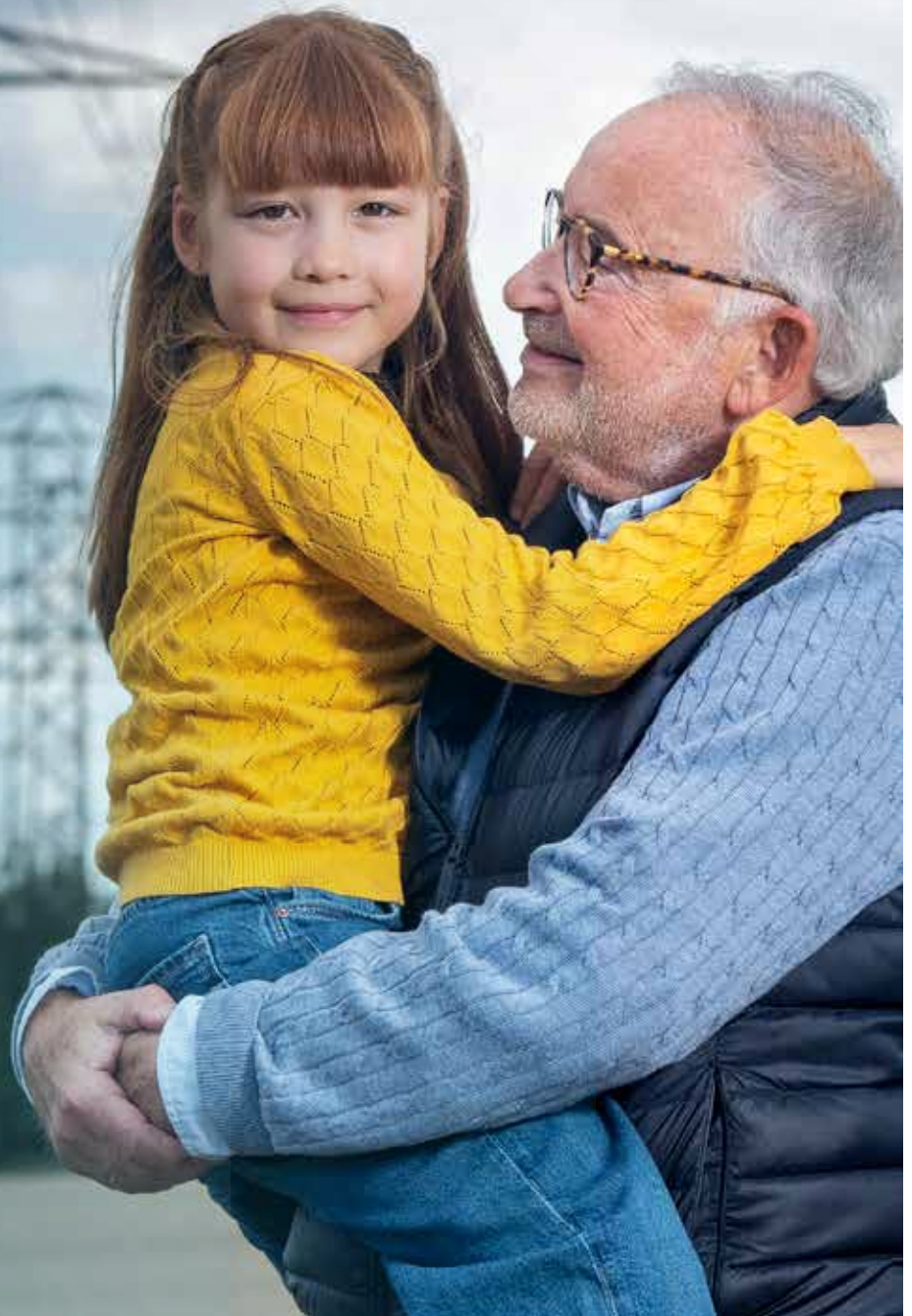
ET TEKNOLOGISK TIGERSPRING

Energier kræver komplekst
elnet på havet

SIDE 34

GIGANTISK GRØN UDFORDRING

Hvordan holder vi balancen?



ÅRSMAGASIN

Energinets årsmagasin 2023 giver et letlæseligt og aktuelt billede af Energinets aktiviteter samt de muligheder og udfordringer, virksomheden står overfor.

UDGIVER
Energinet

ANSVARSHAVENDE
REDAKTØR
Helle Larsen Andersen
hla@energinet.dk

REDAKTØR
Marianne Astrup Dybdahl
mdy@energinet.dk

GRAFISK DESIGN
Rita Højgaard
rhd@energinet.dk

TEKST
Hanne Kopp Albertsen
Henriette Fast Viese
Jesper Nørskov Rasmussen
Marianne Astrup Dybdahl
Mette Juul Carlsen
Per Falborg
Pernille Foverskov Stanbury
Thomas Laursen

FOTO
Maria Tuxen Hedegaard
Ricky Jhon Molloy
Liselotte Sabroe/Scanpix

TRYK
Energinet
OBA-frit



KONTAKT
Marianne Astrup Dybdahl
mdy@energinet.dk
+45 25 18 82 33

IND- HOLD

04 ENERGIKRISEN:
DET ER IKKE
SLUT ENDNU

06 HVAD NU HVIS?
4 FASER MOD EN
FORSYNINGSKRISE

10 BALTIC PIPE
– FRA START
TIL SLUT

12 EKSPORT AF BRINT
KAN UNDERSTØTTE
GRØN OMSTILLING

18 ENERGIØER – ET
HØJSPÆNDT TEKNOLOGISK
TIGERSPRING

24 ENERGINET
HAR VOKSEVÆRK

28 EN KÆMPE
OPGAVE AT SIKRE
ENERGI TIL TIDEN

30 NYE ANLÆG
BOOSTER
DANSK BIOGAS

34 HVORDAN HOLDER VI
BALANCEN I ET
GRØNT ELSYSTEM?

40 FREMTIDENS
ENERGISYSTEM KRÆVER
NY BETALINGSMODEL

42 IMAGINE...
EN NY DIGITAL
PLATFORM

44 INNOVATIVE
HACKATONS MED
TYSKE KOLLEGER

46 BÆREDYGTIGHED
STARTER INDEFRA



Dan Jørgensen, klima-, energi- og forsyningsminister orienterer 8. september 2022 om forsyningsituationen sammen med erhvervsminister Simon Kollerup, skatteminister Jeppe Bruus, og direktør i Energistyrelsen Kristoffer Böttzauw.
Foto Liselotte Sabroe / Ritzau Scanpix

ENERGIKRISEN

DET ER IKKE SLUT ENDNU

Energikrisen havde allerede sit tag i Europa, inden Rusland i februar 2022 invaderede Ukraine og fjede usikkerhed og frygt for forsyning til de i forvejen høje energipriser.

Den perfekte storm blev situationen kaldt: Lave beholdninger i gaslagre efterfulgt af krig og væsentlig reduceret import af russisk gas. Læg dertil lavvande i de nordiske vandmagasiner, franske atomkraftværker på stribe ude til reparation, varm sommer i Europa og dermed stort energiforbrug til køling, tørke og lavvande i floder og manglende kølevand til kraftværker og besværlig transport af brændsler.

Med indgangen til efterårs- og vintersæsonen 2022-2023 var der en reel risiko for, at Danmark kunne komme til at mangle gas eller elforsyning i kortere, kritiske perioder. Myndigheder og Energinet kunne for første gang nogensinde blive nødt til at rationere gasforbrug eller elforsyning – enten fordi der ville opstå kritiske situationer herhjemme, eller fordi nabolande ville blive ramt og dermed påvirke Danmark. Flere nabolande meldte fx ud, at der var konkret frygt for strømafbrydelser hen over vinteren.

Men hverken i Danmark eller rundt om os blev det nødvendigt at begrænse forsyningen på den hårde måde. Det skyldes både en generel varm vinter, masser af blæst og regn, store energibesparelser og en omfattende indsats for at sikre alternativ forsyning til den mistede russiske gas, fx gennem flydende gas, LNG, sejlet til Europa og øget produktion af biogas, som vi fx har set i Danmark.

Men selv om der mange steder er blevet åndet lettet op, skal vi forberede os på, at det kan blive nødvendigt at tage endnu en dyb indånding inden næste vinter. Og livremmen skal fortsat være spændt ind. Det forklarer Martin Hansen, vicedirektør i Energistyrelsen.

”Vi skal fortsætte med at spare på energien, så vi kan gå ind i næste vinter med masser af gas i lagrene. Vi glæder os over, at vi er kommet ud af vinteren med mere gas i både de danske og europæiske gaslagre end normalt blandt andet på baggrund af Energinets gode arbejde. Nu følger en sommerperiode, hvor vi gerne skal have fyldt på lagrene. Importen af russisk gas til Europa er væsentlig reduceret, så der er en risiko for, at vi ikke kan få de europæiske gaslagre fyldt tilstrækkeligt op hen over sommeren og efteråret – særligt hvis vi ikke fastholder de gode sparevaner”, siger han.

FIRE TING

SIKREDE FORSYNINGEN



VI HANDLEDE OVERALT

Politikere og myndigheder herhjemme og i EU har på en lang række områder sikret forsyningen, bl.a. via fyldningskrav til gaslagre, og ved at rørført russisk gas rundt om i Europa er blevet erstattet af flydende gas, LNG, sejlet til fra bl.a. USA og Mellemosten. Herhjemme er bl.a. temperaturer sænket i offentlige bygninger for at spare energi, og lukningen af tre kraftværker er udskudt.



VI SPAREDE ENERGI

Det danske gasforbrug faldt markant i 2022, i alt 23 procent. Det skyldes ikke bare varmere vejr, men også mindre forbrug: Varmeforsyningen (-24 %), erhverv og industri (-19 %), husholdninger og mindre erhvervsvirksomheder (-15 %). Også elforbruget, som ellers stod til at stige, faldt, især hos husholdninger (-9%). Også i lande mere afhængige af gas lykkedes det at spare og sikre alternativ forsyning.



VI FLYTTEDE FORBRUG

Flere store gasforbrugende virksomheder valgte af frygt for forsyningssvigt og høje energipriser at skifte fra gas til andre brændsler. Danske elforbrugere begyndte også i stor stil at tjekke elpriser og flytte forbrug til de billigere timer og dermed ofte timer med stor produktion fra vind og sol. Dermed mindre behov for strøm lavet af kul og naturgas.



... OG VI VAR HELDIGE

Vinteren 2022-2023 blev mere våd end kold. Vi brugte mindre energi til varme, og de europæiske vandmagasiner – hvor vandstandene var meget lave – blev fyldt op. Herhjemme kom vinteren også med meget blæst og grøn elproduktion. Idriftsættelse af Baltic Pipe-gasledningen med indgangen til vinteren 2022-2023 skabte bedre forsyning i Polen og Østeuropa, og også herhjemme.

Martin Hansen peger desuden på, at den kommende vinter kan vise sig at blive mere kold og vindstille, hvilket også kan sætte elforsyningen under pres.

Klaus Winther, vicedirektør i Energinet med ansvaret for kontrolcentrene for el og gas, er enig. Han peger på, at vi på nogle områder står bedre rustet: Godt fyldte gaslagre, lukning af tre kraftværker udskudt mm.

”Vi står et mere robust sted, men der er fortsat usikkerhed, fx hvor meget vand vil der være i de nordiske vandkraftværker, hvor meget vil det blæse, og hvor kold og lang bliver vinteren? Vi kører i Europa tættere på grænsen i energisystemerne. Derfor har vi fortsat fuld opmærksomhed på el- og gasforsyningen,” siger han.



ENERGI-APPS ÆNDRER VORES ADFÆRD

Digitale apps om energipriser er blevet noget, vi tjekker lige så ofte som vejrudsigten. ”Min Strøm” er et godt eksempel. De startede som et fritidsprojekt i marts 2022. På knap et år har de 800.000 brugere og effekten af deres app kan aflæses i det overordnede elforbrug. Alle data hentes hos Energinet, hvor data leveret på denne måde (via de såkaldte API'er) steg med 600% i 2022.

HVAD NU HVIS?

Det er med god grund, at vi i mange år har taget strøm i stikkontakterne og gas i hannerne for givet. Danmark har i årtier haft tårnhøj forsyningsikkerhed, og Energinet har aldrig skullet gøre brug af kontrollerede nedlukninger af forbruget. Men efter Ruslands krig mod Ukraine og væsentligt reduceret import af russisk gas til EU er ord som "brown out" og "ikke-beskyttede kunder" blevet en del af danskernes bevidsthed.

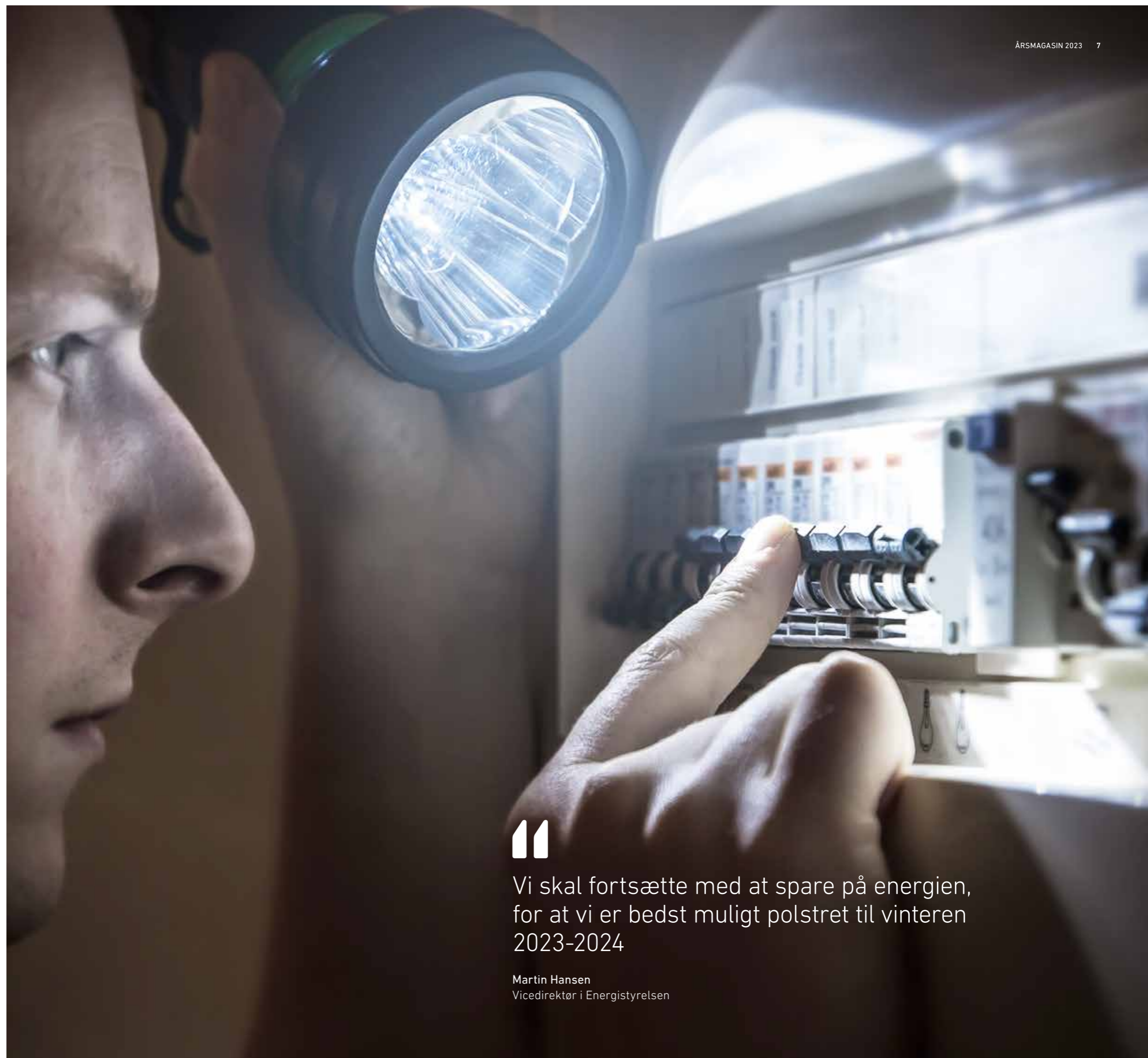
Energinet har altid haft mulighed for at beordre nedlukninger af dele af forbruget, hvis der er opstået alvorlige fejl i el- eller gastransmissionssystemerne. Fx hvis et stort gasrør graves over, eller en orkan vælter højspændingsmaster. Det har dog aldrig tidligere været nødvendigt at gøre brug af.

Energikrisen i Europa betyder, at risikoen for at der også kan opstå forsyningskrise efter "ikke-pludselige" situationer er vokset. Hvor det ikke er en gravemaskine eller et uvejr, men en forsyningskrise vi kan se komme nærmere og nærmere. Situationer, hvor myndighederne til sidst bliver nødt til at handle og afbryde dele af forsyningen.

Sandsynligheden er lille, men konsekvenserne kan blive store.

Og hvad nu hvis?

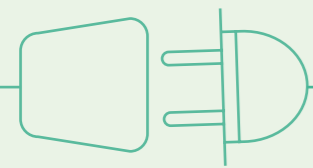
Det kan du læse mere om på næste side.






Vi skal fortsætte med at spare på energien, for at vi er bedst muligt polstret til vinteren 2023-2024

Martin Hansen
Vicedirektør i Energistyrelsen

Hvad kan udløse en forsyningskrise på kort og på langt sigt – og hvad gør Energistyrelsen og Energinet, hvis krisen opstår?







EL	SITUATIONEN	DET GØR VI
	Generel energikrise med høje priser og opmærksomhed på mulige forsyningsproblemer.	Energistyrelsen informerer løbende om den aktuelle forsyningsituation og opfordrer generelt danskerne til at spare på energien.
	Hvis de kommende dage byder på meget koldt og vindstille vejr, og der er risiko for manglende elproduktion.	Energistyrelsen og Energinet vil informere danskerne om øget risiko for kontrollerede strømafbud. Danskerne opfordres til at spare på energien.
	Hvis elproducenternes daglige indmeldinger til elbørserne viser, at der i nogle af timerne det efterfølgende døgn ikke er strøm nok til at dække det forventede forbrug.	Energinet og Energistyrelsen vil et døgn i forvejen informere offentligheden om konkret risiko for kontrollerede strømafbud og opfordre alle til at spare i de kritiske timer for at afbud kan undgås.
	Hvis det ikke lykkes aktører i elmarkedet at skaffe mere produktion eller nedbringe elforbruget, overtager Energinet til slut ansvaret for at skaffe balance mellem produktion og forbrug.	Energinet vil bruge alle tilgængelige reserver for at sikre forsyningen. Er det ikke nok, beordres elnetselskaber til at afkoble dele af forsyningen til fx 10 eller 20 procent af forbrugerne.

SÅDAN FOREGÅR EN KONTROLLERET STRØMAFBRYDELSE

1. Energinet kontakter de lokale elnetselskaber med besked om, hvor mange procent elforbruget skal begrænses med for at undgå ubalance mellem elproduktion og elforbrug.
2. Netselskaberne beslutter hvilke elforbrugere, der skal kobles af elnettet i deres område. Alle netselskaber har planer for dette liggende klar. Det er alene netselskaberne der afgør, hvilke områder der mister forsyningen.
3. Forbrugerne vil stå uden strøm i maksimalt to timer. Varer strømafbrydelsen længere, bliver de koblet på nettet igen, mens det lokale netselskab afbryder andre forbrugere, således at ingen mister strømmen mere end to timer ad gangen. Dette princip kaldes rullende brown-out.
4. Det rullende brown-out vil køre, indtil elproduktionen igen kan dække elforbruget.

FASER MOD EN FORSYNINGSKRISE



GAS	SITUATIONEN	DET GØR VI
	Europa har mistet en stor del af sin hidtidige gasforsyning, efter import af russisk gas er stoppet. Fokus på fyldning af gaslagre, energibesparelser og omlæg af forbrug fra gas til andre energiformer.	Energistyrelsen informerer løbende om forsyningsituation og opfordrer til at spare på gassen, fx sikre lavere temperaturer i offentlige bygninger.
	Hvis gasforsyningen ser ud til at blive kritisk i Danmark eller nabolande. Fx ved lav fyldning i gaslagre, eller en periode med kulde, hvor gasforbruget er større end produktion, import og træk fra gaslagre til sammen.	Energistyrelsen vil informere danskerne om presset gasforsyning og eventuel gå fra "Normal" til "Early Warning", "Alert" eller "Emergency" i på firetrinskalaen i det fælleseuropæiske krisesystem.
	Krisen indtræder. Der erklæres "Emergency", enten af Energistyrelsen pga. utilstrækkelig forsyning til danske forbrugere, eller af Europa-Kommissionen pga. en regional krise, der dækker flere lande.	Energistyrelsen og Energinet informerer bredt. Emergency betyder ikke automatisk stop for gas til "ikke-beskyttede forbrugere". Aktiveres hele eller dele af listen, får berørte virksomheder direkte besked.
	Tidligst 72 timer efter, at der er erklæret "Emergency" og truffet beslutning om nedlukning af dele af gasforbruget, kan ikke-beskyttede forbrugere miste forsyningen.	Energinet beder gasdistributionselskabet Evida informere de berørte virksomheder og lukke for gassen for på den måde at sikre gas til opvarmning i private huse og mindre forbrugere, fjernvarme, sygehuse mm.

SÅDAN FOREGÅR EN KONTROLLERET AFBRYDELSE AF GASFORBRUGERE

1. Hvis Energistyrelsen eller Europa-Kommissionen erklærer "Emergency" i gassystemet kan det være nødvendigt at få bragt forbruget ned. Energinet udarbejder årligt en liste over "ikke-beskyttede gasforbrugere", typisk de største gasforbrugende virksomheder, som kan blive afbrudt i tilfælde af krise. Myndighederne kan bede om, at alle på listen eller dele af listen afskæres forsyningen, bl.a. skelnes mellem samfundskritisk gasforbrug.
2. Energinet beder gasdistributionselskabet Evida (og bygasselskaber) om at kontakte berørte virksomheder.
3. 72 timer efter at der er erklæret "emergency" skal berørte virksomheder standse deres gasforbrug.
4. En ikke-beskyttet gaskunde kan blive afbrudt helt eller delvist indtil, forsyningsituationen er forbedret.

BALTIC PIPE

– FRA START TIL SLUT

DEN DANSKE DEL AF PROJEKTET

210 kilometer gasrørledning er lagt i jorden hen over Danmark.

105 kilometer gasrørledning i Nordsøen – sat sammen af 8.000 sammensvejsede rørstykker.

550 lodsejere (ca.) i 13 kommuner har Energinet samarbejdet med.

100 centimeter er den maksimale diameter på gasrøret.

5,8 kilometer rør kan verdens største installationskib, Pioneering Spirit, lægge på havbunden om dagen. Skibet er 450 meter langt og 130 meter bredt.

110 bar hæver den ny kompressorstation på Sydøstsjælland gastrykket til, for at gassen kan sendes til Polen.

GASRØRLEDNINGEN BALTIC PIPE

- Bruges primært til at sende norsk gas til Danmark og primært Polen
- Kan transportere op til 10 mia. kubikmeter gas om året
- Er en økonomisk gevinst for Danmark og styrker forsynings-sikkerheden i Danmark, Polen og flere østeuropæiske lande
- Indfrier Polens ønske om at slippe sin afhængighed af russisk gas
- Giver Polen mulighed for at omstille sit energisystem hurtigere væk fra kul – til gas og grøn energi
- GAZ-SYSTEM, den polske system-operatør, har anlagt Baltic Pipe i Østersøen og i Polen

Lige efter murens fald opstår ideen om en norsk-dansk-polsk forbindelse. Siden er flere forsøg på at lave gasledningen opgivet.

1990

Energinet og GAZ-SYSTEM træffer endelige investerings-beslutninger.

2018

Baltic Pipe mister sin miljøtilladelse, og dele af anlægsarbejdet bliver sat i stå til 1. marts 2022.

2021

30. november går Baltic Pipe i drift med fuld kapacitet.

2022

2015

Energinet og polske GAZ-SYSTEM får EU-midler til forundersøgelser.

2019

Gravemaskinerne går i jorden i Danmark.

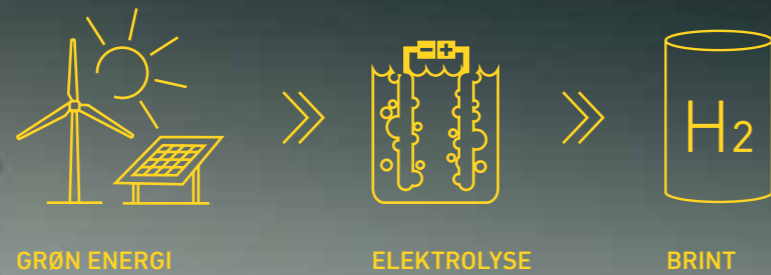
2022

27. september indvies Baltic Pipe under stor bevågenhed. Ud over at statsministre m.fl. fra begge lande er til stede, sker det dagen efter sabotage mod russiske North Stream-gasledninger i Østersøen.

2023

Projektet afsluttes.





« Power-to-X omdanner vedvarende energi til brint og andre klimarigtige brændstoffer. Det sker ved hjælp af elektrolyse – en teknologi, hvor vand spaltes til brint og ilt ved hjælp af grøn strøm.

EKSPORT AF BRINT KAN STØTTE GRØN OMSTILLING

Vi skal have rigtig mange solceller og vindmøller, hvis vi skal dække Danmarks totale elforbrug med grøn strøm. Med tiden vil det betyde, at vi i perioder får mere vedvarende energi, end vi umiddelbart kan bruge. El og brint bliver derfor hinandens bedste venner, for den grønne strøm kan omdannes til brint, som kan eksporteres.

Danmark er godt i gang med den grønne omstilling. Målet er en fremtid med 100 procent grøn energi i stikkontakterne, og hvis Danmark udnytter sine store potentialer inden for vedvarende energi for at nå målet, får vi rigtig mange vindmøller og solceller.

”Der vil være store dele af året, hvor der vil være meget mere grøn energi, end vi kan bruge i elsystemet. Det er dyrt, hvis vi skal udbygge elnettet til spidsproduktionen, og det er kun rentabelt at udbygge produktionen af grøn energi så langt ud over vores klassiske behov, hvis vi har et fleksibelt forbrug til at opsluge det,” siger Martin Hartvig, senioringeniør og brintekspert i Energinet.

Strøm + vand = brint

Brintproduktion er én af måderne at anvende den ekstra strøm. Ved hjælp af elektrolyse kan vand splittes og blive til brint og andre materialer. Metoden kaldes Power-to-X.

Brint kan for eksempel anvendes direkte som brændstof til transport eller til at fremstille eksempelvis grøn kunstgødning eller metanol. Som Martin Hartvig udtrykker det, er det ”den sexede del af Power-to-X”.

”I et klimaperspektiv er det dog vigtigere, at det er vores mulighed for at få vind og sol i stikkontakterne en stor del af tiden – også når det kun blæser en smule, eller når solen kun skinner lidt,” siger Martin Hartvig og tilføjer:

”Danmark har næsten intet direkte brintbehov i dag. Så der skal et nyt Power-to-X-forbrug til, der omdanner brint til for eksempel ammoniak eller metanol. Vi har mange flere strømressourcer, end vi selv har behov for, så eksport af brint og Power-to-X-produkter giver mening. Også i et klimaperspektiv. Vi vil kunne erstatte forbrug i Europa, der i dag dækkes af fossile energikilder.”

Hinandens bedste venner

El og brint kan altså blive hinandens bedste venner. Én af aftagerne af grøn strøm er Copenhagen Infrastructure Partners (CIP), som investerer i energiinfrastruktur med særligt fokus på grøn energi. I begyndelsen af 2023 indgik Energinet nettilslutningsaftale med bl.a. CIP, som tilslutter et Power-to-X-anlæg til Energinets transformerstation i Endrup ved Esbjerg.

David Dupont-Mouritzen
Projektdirektør i HØST PtX Esbjerg
Foto Copenhagen Infrastructure Partners (CIP)



Baseret på adgang til strøm fra Endrup vil CIP på sit anlæg HØST PtX Esbjerg producere grøn ammoniak af brint. For at kunne omdanne strøm, der er tilgængelig, som vinden blæser, og solen skinner, designes fabrikken med et brintlager og ammoniaktanke. På den måde kan man sige, at et Power-to-X-anlæg faktisk er et stort molekylebatteri til lagring af grøn strøm.

Projektdirektør i HØST PtX Esbjerg, David Dupont-Mouritzen, kan sagtens genkende forudsigelsen om, at el og brint kan blive hinandens bedste venner.

”Det er vi meget bevidste om. Det er derfor, vi vælger Esbjerg til vores anlæg. Der er adgang til en stærk elinfrastruktur, og der er nærhed til Nordsøen, hvor vi ser fremtidens store udbygning af havvind. El og brint går hånd i hånd. Uden en fleksibel storforbruger af strømmen fra havvind får Danmark ikke indfriet energipotentialt i Nordsøen. Det er især elektrolysen, der er den store strømforbruger, men samtidig også den del af et Power-to-X-anlæg, der bedst kan skrues op og ned for – afhængigt af hvor meget strøm, der er tilgængeligt,” siger David Dupont-Mouritzen.

I samfundets interesse

For CIP har det også været vigtigt at bygge noget, der er i samfundets interesse. Det er en del af investeringsfirmaets principper for investering. Og brintanlæggene er nødvendige, hvis Danmark skal udbygge havvind i stor skala.

”Hvis man tror på, at klimaudfordringerne løses bedst i et samspil mellem det private og det offentlige, så har vi det rigtige set-up her. Alternativet er, at staten selv skal bygge Power-to-X-anlæg svarende til 4-6 GW som udmeldt i regeringens Power-to-X-strategi,” siger David Dupont-Mouritzen.

Han siger, at CIP også med stor interesse følger udviklingen i brintinfrastrukturen.

”Det er supervigtigt, at vi får en brintinfrastruktur, der forbinder Danmark med Europa. Der vil være behov for et marked til at absorbere brinten, som Nordsøens vind kan producere. Hvis vi har rammevilkårene for at bygge Power-to-X-anlæggene og en infrastruktur til at flytte brinten, kan vi ikke bygge for mange vindmølleparker eller opføre dem for hurtigt.”

CIP vurderer eksportmulighederne til at være store. Da Danmarks toppe omkring årtusindeskiftet, var produktionen af naturgas cirka otte-ti mia. kubikmeter gas om året. Hvis potentialt for havvind i Nordsøen bliver udnyttet til de beregnede 35GW havvind, vil det svare til mindst halvanden gang naturgas-produktionen, da den var på sit højeste.

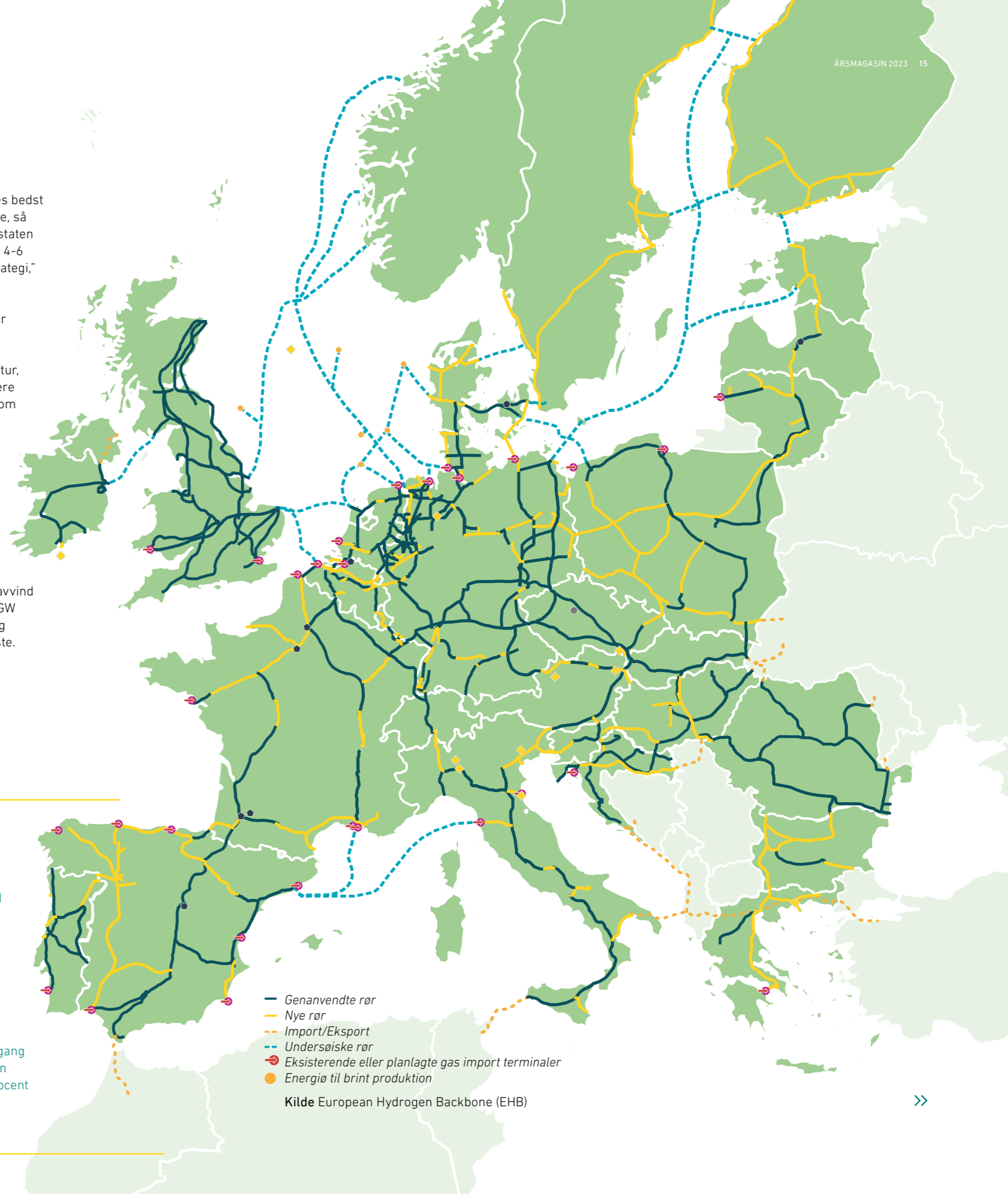
Og det er vel at mærke fra en kilde – vind – der ikke tørrer ud.

BRINTENS MOTORVEJE PÅ VEJ

Energinet er i gang med at undersøge grundlaget for at etablere dansk brintinfrastruktur, der fra Jylland kobles til det fremtidige tyske brintnet. De foreløbige analyser viser, at der er rigtig god samfundsøkonomi i brintnettet. Undersøgelserne omfatter også et brintlager i Jylland.

Energinet har allerede etableret et samarbejde med Gasunie Deutschland om mulighederne for at etablere infrastruktur til brint hen over grænsen. De to operatører har underskrevet en aftale på vegne af den eller de kommende danske og tyske brintnetoperatører, da det endnu er uafklaret, hvem der bliver brintnetoperatører.

På europæisk plan er Energinet sammen med 30 andre operatører af energiinfrastruktur fra 28 lande i gang med at undersøge muligheden for en europæisk ryggrad af brintinfrastruktur – kaldet European Hydrogen Backbone. I 2040 kan initiativet komme til at omfatte 53.000 kilometer brintrør i Europa. Mere end 60 procent er baseret på, at eksisterende gasrørledninger bliver konverteret til brint.

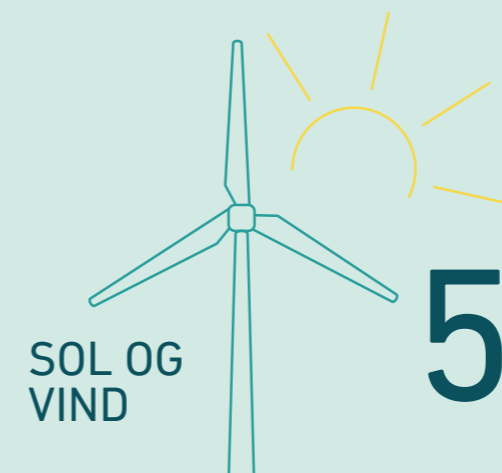


- Genanvendte rør
- Nye rør
- - - Import/Eksport
- - - Undersøiske rør
- ➔ Eksisterende eller planlagte gas import terminaler
- Energi til brint produktion

Kilde European Hydrogen Backbone (EHB)



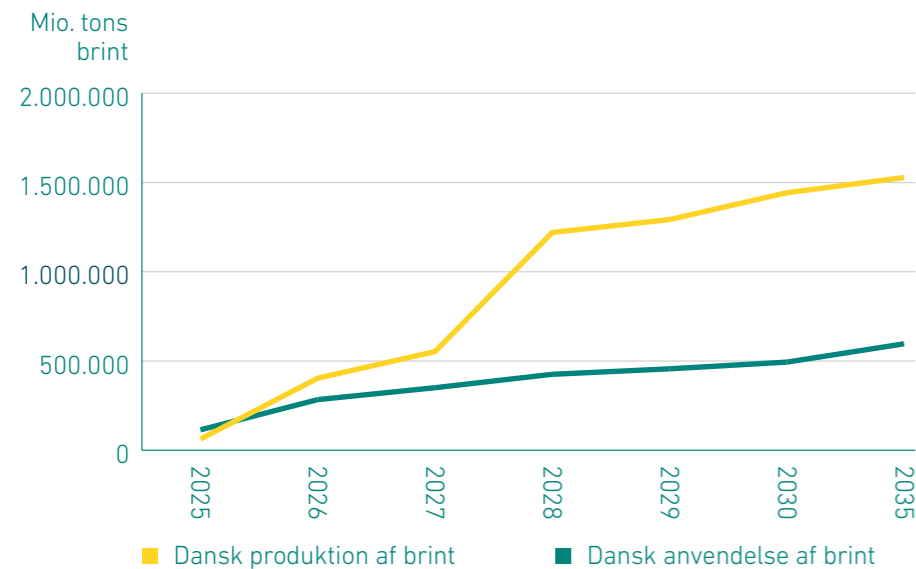
ENERGIENS TAL 2022



SOL OG VIND

59,6%
2015 40%

I 2030 forventes 100% af vores nettoelforbrug at være dækket af sol og vind.



Der er planer om betydelig produktion af brint i Danmark. Danmark kan ikke selv anvende brinten, og den overskydende brint vil kunne eksporteres. Kilde Markedsdialog foretaget i 2022 af KPMG, Evida og Energinet

TYSKLAND SKAL BRUGE BRINT

Eksportmæssigt er det oplagt at kigge mod lande som Holland og Tyskland. Danmark er et lille land med stort havterritorium, og den danske del af Nordsøen er lavbundet – et oplagt sted at sætte vindmøller op. Tyskland har ikke de samme muligheder for at producere i rigelige mængder, men med sine over 80 millioner indbyggere har vores naboland til gengæld større behov for brint i industrien, end vi har.

Danmark kommer i konkurrence med for eksempel Nordafrika. Landene her kan opstille vindmølle- og solceller i meget store tal og kan derfor producere billig brint. Også billigere end det er muligt i Danmark. Ulempen er, at det skal transporteres mange kilometer til for eksempel Tyskland. Her har Danmark den fordel, at vi ligger tæt på det store,

tyske forbrug, og transporten er derfor billigere. Produktionsomkostningerne mindskes desuden, hvis vi kun omdanner el til brint i de "billige timer", hvor der er rigelige mængder el.

Ifølge beregninger i TYNDP22 (Europas Ten-Year Network Development Plan) vil Danmark ved en høj udnyttelse af egne ressourcer kunne levere op til 20 procent af Tysklands brintbehov.

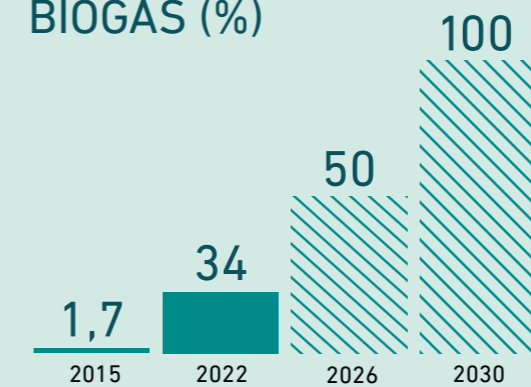
TYNDP udarbejdes af ENTSO-E og ENTSOG, som er de europæiske netværk for el- og gastransmissionoperatører.

VI SKAL BRUGE MASSER AF HAVVIND

Danmark har i 2022 indledt tættere energisamarbejde med nabolande. Danmark, Sverige, Finland, Tyskland, Polen, Estland, Letland og Litauen har underskrevet Marienborg-erklæringen, som sætter en fælles ambition om at syvdoble havvindskapaciteten i Østersøen i 2030.

Sammen med Tyskland, Belgien og Nederlandene har Danmark underskrevet Esbjerg-erklæringen, der skal gøre Nordsøen til et grønt kraftcenter for hele Europa. De fire lande vil mindst fordoble kapaciteten af havvind frem mod 2050.

BIOGAS (%)



HØJ EL-FORSYNINGSSIKKERHED

117 sek.

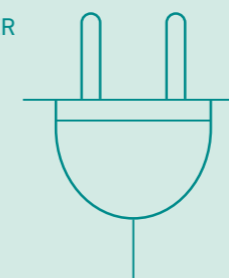
UDEN EL

Trods et ekstraordinært 2022 var forsynings-sikkerheden igen blandt verdens bedste.

SAMME ELPRIS SOM UDLANDET

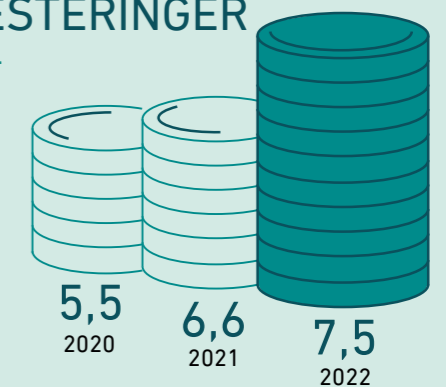
MÅLT I ANDELEN AF TIMER

Vestdanmark
93 %
Østdanmark
85 %



ANLÆGS-INVESTERINGER

DKK mia.





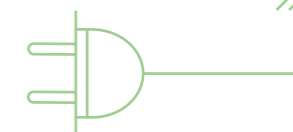
Hvis man står i en konverterhal og kigger op, så er det næsten med lidt ærefrygt over, at der overhovedet er nogen, der er i stand til at bygge de her ting

Christian Flytkjær
Senior manager i Energinets afdeling
for design af elsystemer

ENERGIØER – ET HØJSPÆNDT TEKNOLOGISK TIGERSPRING

De kommende energiøer bliver enorme bygningsværker i nordeuropæiske farvande. Men på trods af det spektakulære ved at bygge kunstige øer hundredvis af kilometer fra land er det ikke dét, som er det kritisk nyskabende ved energiøer. Det er tværtimod elnettet på havet mellem energiøerne. Vi tager et snapshot af det højspændte teknologiske tigerspring, som kan tage Europa ind i en ny æra for storskala havvind.

Foto viser Siemens Energy HVDC PLUS Converter Technology



Energinets omformerstation i Revsing ved Vejen, som skal omdanne strømmen fra Viking Link fra veksel- til jævnstrøm og omvendt, så strømmen kan transporteres mellem Danmark og Storbritannien.

JÆVNSTRØM KONTRA VEKSELSTRØM

På land har vi gennem tiden udbygget et velfungerende og sammenhængende elnet med vekselstrøm. Vi kan ikke benytte samme løsning langt ude på havet, da vekselstrøm ikke kan transporteres effektivt over længere afstande end ca. 80 km. Derfor skal et elnet på havet være et net af jævnstrømskabler, som til gengæld har andre udfordringer: den er vanskelig af afbryde og skal styres af meget komplicerede kontrolsystemer.

”Hvis man står i en konverterhal og kigger op, så er det næsten med lidt ærefrygt over, at der overhovedet er nogen, der er i stand til at bygge de her ting”. Bag ærefrygten gemmer sig Christian Flytkjær, som er senior manager i Energinets afdeling for design af elsystemer. I konverterhallen, hvor han står, kan vekselstrøm omformes til jævnstrøm og viceversa.

Konvertere eller omformere som dette anlæg vil spille en central rolle for fremtidens elnet på havet. Sammen med såkaldte jævnstrømsafbrydere er de en del af elnettet og vil stå både på land og på energiøerne.

Et formasket elnet på havet

I løbet af de sidste cirka 70 år har vi gradvist udbygget et sammenhængende elnet med vekselstrøm på land. Det betyder, at det enkelte kraftværk ikke er direkte forbundet med separate elledninger eller kabler til hver by eller hver stor fabrik, som skal bruge strømmen. Tværtimod er både producenter og forbrugere koblet til et sammenhængende elnet af motorveje (transmissionsnettet) og landeveje (distributionsnettet), der transporterer strømmen fra kraftværker, vindmøller og solceller ud til huse, fabrikker, gartnerier, hospitaler, skoler, og så videre.

I fagsproget kaldes sådan et elnet for et formasket net. Et formasket net har den store fordel, at fejl eller udetid på et kraftværk, en ledning eller et kabel, ikke slukker strømmen overalt i nettet. Hvis den ene vej er spærret på grund af vejarbejde eller uheld, så er der altid en anden vej, strømmen kan køre. Sagt med en personbils-metaphor. Det er sådan et formasket elnet, Energinet skal i gang med at etablere langt ude på havet i Nordsøen og i Østersøen. For ellers bliver det ikke muligt at fordele enorme mængder af strøm fra havvind til husstande og industrier over hele Europa.

”Når vi skal høste over 300 GW havvind i europæiske farvande inden 2050, kan vi ikke blive ved med kun at udbygge vindmølleparker på havet, hvor man tilslutter dem punkt til punkt, det vil sige, med én forbindelse mellem hver vindmøllepark og elnettet på land. Det ville blive én stor omgang spaghetti af kabler på havbunden”, siger Christian Flytkjær.

Jævnstrøm er nøglen – og udfordringen

Så opgaven er at lave et elnet på havet, der er formasket og derfor fleksibelt forbinder produktion

og forbrug ligesom elnettet på land. Men når strøm skal forbinde vindmøller og flere landes elnet med hinanden, skal den bevæge sig som jævnstrøm over meget store afstande, før den kan koble sig på elnettet i et givent land ved hjælp af sådan en konverter, som Christian Flytkjær besøger på billedet side 18.

I kabler kan vekselstrøm ikke effektivt transporteres over længere afstande end ca. 80 kilometer. Det skyldes, at vekselstrøm i kabler producerer det, man kalder reaktiv effekt. Reaktiv effekt kan forstås som en slags fyld eller støj, der hober sig op, og jo længere kablet er, jo mere reduceres den energi, der faktisk kommer frem og kan bruges.

Jævnstrøm producerer derimod ikke reaktiv effekt i kabler og kan derfor transporteres over meget lange afstande uden væsentligt energitab. Derfor er det formaskede elnet på havet nødt til at være et net af jævnstrømskabler, som til gengæld har andre udfordringer. Meget forsimplet kan udfordringerne ved jævnstrøm koges ned til to ting: Et jævnstrømsnet på havet skal styres af meget komplicerede kontrolsystemer, og det er langt vanskeligere at afbryde for jævnstrøm på høje spændingsniveauer, end det er at slukke for vekselstrøm.

Svært at afbryde jævnstrøm

Lad os tage det sidste først. Vekselstrøm i et 50 Hertz net skifter retning 100 gange i sekundet. I det øjeblik, den skifter retning, passerer den 0 ampere. Præcis i det øjeblik, den bliver nul, kan den afbrydes. Jævnstrøm skifter derimod ikke retning, passerer derfor heller ikke 0 ampere, og er derfor langt sværere at afbryde.

Christian Flytkjær siger: ”Udfordringen med jævnstrøm er, at strømmen aldrig bliver 0 ampere, så hvis du forsøger at afbryde strømmen, vil der opstå en lysbue eller lille lyn, der vil stå og brænde ved flere tusinde graders varme. Det har man ikke materialer, der kan holde til, og så kan det risikere at springe i luften til fare for omgivelserne og forsyningsikkerheden”.

En kontakt, der kontrolleret kan afbryde jævnstrøm på meget højt spændingsniveau, eller en såkaldt jævnstrømsbryder, findes ikke i drift i Europa i dag. De er under udvikling, og nogle producenter har dem på bestillingslisten. Men det er umoden teknologi, selvom enkelte er i drift i Kina.



3 STEPS I UDBYGNINGEN AF HAVVIND

HAVMØLLEPARKER TÆT PÅ KYST

Havmølleparker forbundet med vekselstrømskabler relativt tæt på kysten.



HAVMØLLEPARKER LANGT UDE PÅ HAVET

Havmølleparker etableret med jævnstrømsforbindelser længere ude på havet – forbundet til ét lands elnet.



ENERGIØER MED FLERE LANDE FORBUNDET

Hybride jævnstrømsforbindelser, der vil danne et formasket net på havet – og dermed forbinde flere europæiske landes elnet med hinanden.



Energierne i Danmark bliver en kunstig ø 100 kilometer ude i Nordsøen fra den jyske vestkyst og Bornholm, som ligger midt i Østersøen. Tilsammen skal først i 2030'erne kunne opsamle 6 GW havvind og forbinde Danmark med Tyskland og Belgien via nye elforbindelser. Energiøen i Nordsøen skal senere udvides til mindst 10 GW. På Bornholm er Energinet, Danmarks Tekniske Universitet, Bornholms Regionskommune og flere andre parter gået sammen i Baltic Energy Island, som bliver et internationalt mødested for udvikling af energiøer og grøn energi.



Maja Felicia Bendtsen er Chief Business Officer ved Rønne Havn og leder af Bornholm Bunker Hub konsortiet. I konsortiet deltager også blandt andre Ørsted, Molslinjen, Haldor Topsøe og Bunker Holding.

Hvad handler Bornholm Bunker Hub om?

Bornholm Bunker Hub er en vision om at udnytte, at vi nu får strøm nok til rådighed til, at vi rent faktisk kan lave nogle grønne brændstoffer via elektrolyse og Power to X. Der er stor sandsynlighed for, at de store hurtigfærger, der sejler til Bornholm, vil skulle bruge grønne brændstoffer og ikke batterier – for batterier vejer for meget i forhold til energiindholdet til at putte ombord i en hurtigfærge. Dernæst skal de 60.000 skibe, der passerer Bornholm hvert år, i fremtiden bruge grønne brændstoffer. Endelig skal produktion af brint bruges til at balancere elsystemet, og her ligger Bornholm lige midt i det hele og kan på sigt bidrage til balancering af danske, tyske, svenske og polske elsystemer.

Hvilken værdi kan Bunker Hub-visionen skabe for Bornholm?

Der er flere afledte muligheder, end dem jeg lige har nævnt. Fra elektrolyse er der to restprodukter, som er varme og ilt. Jeg synes, det er på høje tid, vi begynder at kigge ud over energisektoren, når vi taler om sektorkobling. For selvfølgelig kan vi bruge overskydende varme i fjernvarmen, men vi kan også begynde at lave noget erhvervsudvikling med varme og ilt. Oplagt er at skabe symbioser mellem gartneri, fiskeopdræt og biogasanlæg for eksempel. Men mulighederne er mange, og på Bornholm har vi brug for at skabe nye muligheder for indtjening og beskæftigelse.



Jacob Østergaard er professor og divisionschef på Vind og Energisystemer ved Danmarks tekniske Universitet (DTU). Han står i spidsen for flere forskningsprojekter med energiøer som emne.

Hvad håber I fra forskningssiden at have bidraget med engang, når der er flere energiøer og et elnet på havet?

Når man skal bygge energiøer og have et jævnstrømsnet til at fungere, er der en masse teknologiske problemstillinger, som vi skal være med til at udvikle løsninger på. Hvordan man skal styre dem, hvordan man sikrer at en enkelt fejl ikke betyder udkobling af en 10 GW energiø, som potentielt kan lægge hele det europæiske elsystem ned, hvordan man integrerer brint og Power-to-X. Blandt andre de ting vil vi bidrage til at løse.

Hvilke muligheder ser du i Energiø Bornholm som mødested for energiø-udviklingen?

Bornholm er superinteressant, fordi vi har en god forhistorie med at udvikle energisystemsløsninger på Bornholm sammen med borgere, kommunen, forsyningen og erhvervslivet. Bornholm er jo lettere tilgængelig end Nordsøen, og jeg ser, at Bornholm med Baltic Energy Island kan blive et fantastisk internationalt mødested for alle, der gerne vil arbejde sammen om udvikling og afprøvning af fremtidens energiø-teknologi.



Illustration Energistyrelsen

Særligt i takt med at jævnstrømsnettet på havet bliver større, bliver jævnstrømsafbrydere helt afgørende. Uden dem vil man ikke kunne adskille fejlramte dele af nettet fra velfungerende, og systemet vil derfor ikke kunne drives sikkert.

Alt skal styres med computere og kontrolkode

På land er der kraftværker, der ved hjælp af store roterende generatorer sender vekselstrøm ud i elnettet. Hvis vekselstrømmen ikke kan komme videre ad en bestemt ledning eller kabel i nettet, vil den helt af sig selv flyde igennem en anden ledning eller kabel, så længe disse er bygget til det. Det er ikke tilfældet i et formasket jævnstrømsnet. Det er den anden store udfordring.

Vi er her ude i elektroteknik for absolut viderekomne, og Christian Flytkjær forsøger at koge det ned til en maggitering: "Hvor meget af den styring og kontrol, vi har brug for i vekselstrømsnettet på land, er hjulpet rigtigt godt på vej af fysikkens love, så er et jævnstrømsnet i langt højere grad afhængig af styring og kontrol og dermed den kontrolkode, rigtige dygtige mennesker har udviklet".

Et af Europas største forsknings- og udviklingsprojekter

I Danmark har vi mange havområder, der er gunstige for havvind, og indtil nu har vi været i stand til at etablere havvindmølleparker forbundet med vekselstrømskabler relativt tæt på kysten. Det er første step i udbygningen af havvind.

Næste step er at etablere havvindmølleparker med jævnstrømsforbindelser længere ude på havet men stadig kun forbundet direkte til et lands elnet ad gangen. Dette step har flere lande allerede erfaring med, blandt andre Tyskland og Holland.

Tredje step i udviklingen er at lave hybride jævnstrømsforbindelser, der efterhånden vil danne et formasket net på havet og således på én og samme tid hente en masse havvind ind til de europæiske lande og forbinde landenes elsystemer endnu mere til hinanden, end allerede er tilfældet.

At dette tredje step ikke bare lige er noget man gør, understreges måske bedst af, at det forsknings- og udviklingsprojekt, der skal hjælpe med at løse det, er et af de største under EU's innovationsprogram Horizon Europe Framework Programme. Projektet hedder InterOPERA og modtager DKK 400 millioner i EU-midler. I projektet går Energinet sammen med syv andre TSO'er, leverandører af jævnstrømsudstyr, havvindudviklere og forskere om at løse det, Christian Flytkjær kalder innovationens onde cirkel:

"Som bygherrer kan vi ikke bestille anlæggene, for vi ved ikke nok om præcist, hvad vi kan eller skal bestille. Som leverandører kan de ikke begynde at udvikle det, før vi bestiller det."

InterOPERA begyndte i januar 2023 og skal levere de endelige resultater i foråret 2027. Målet er, at man så har beskrevet den tekniske, regulatoriske og juridiske ramme, som skal gøre, at jævnstrømsnettet kan udbygges gradvist med omformere, brydere og kabler på en måde, så de fungerer sømløst med hinanden – også selvom disse anlæg leveres af vidt forskellige leverandører.

ENERGINET HAR VOKSE- VÆRK

Danmark skal i rekordfart accelerere den grønne omstilling og sikre uafhængighed af russisk energi. For at Energinet kan løse sin del af den samfundsvigtige opgave, er der brug for flere medarbejdere. Men hvad skal vi lave, og hvordan skal vi skaffe alle de nye medarbejdere?

Indenfor de næste to år vil Energinet vokse med 500 nye medarbejdere. Vi skal ikke blot lave store udbygninger af el- og gasnet og bidrage til en helt ny brintinfrastruktur. Når vi om få år får langt den meste strøm fra grøn og vedvarende energi og har anlæg spredt ud over land og vand, er der brug for at udvikle helt nye markeder, styresystemer og it-løsninger, for at danskerne har stabil og sikker energiforsyning. Og så lever vi i en verden, hvor vi også i stigende grad må sikre os mod cyberkriminalitet og holde ubudne gæster ude.

"Vi ser ind i en tid, hvor vi både skal lave meget mere af det, vi har gjort i mange år, og også skal løse opgaver, som vi aldrig har udført før. Det vil kræve ny viden, nye kompetencer og flere hænder. Selvom vi prioriterer vores opgaver behårdt og fremover vil outsource flere opgaver til eksterne aktører, så kommer vi ikke udenom, at vi står overfor en stor rekrutteringsopgave", pointerer Stina Willumsen, direktør for HR, Strategi og Kommunikation.

Mangfoldig arbejdsplads med spændende opgaver
Energinet oplever generelt en stigende interesse fra omverdenen, da energikrisen har fået manges øjne op for energibranchen. Det gælder også i forhold til rekruttering af nye medarbejdere, hvor udsigten til nye opgaver, fleksible rammer og et godt arbejdsmiljø skal være med til at trække nye kræfter til.

"Vi er en arbejdsplads med mange spændende opgaver, hvor man kan få mulighed for at blive en del af den grønne omstilling. Man kan fx være med til at bygge verdens første energioer eller udvikle nye it-løsninger, som kan understøtte et grønt energisystem. I Energinet

værner vi om et arbejdsmiljø, hvor vi tager godt imod nye medarbejdere og passer på hinanden. Vi vil også gerne understøtte et sammenhængende familie- og arbejdsliv. Derfor har vi stor fleksibilitet i hverdagen og ekstra gode vilkår for børnefamilier, fx 5 barnets sygedage i forbindelse med et barns sygdomsperiode og mulighed for 32 timers arbejdsuge efter barsel til fuld løn i et halvt år. Vores trivselsmåling vidner også om, at vi har en fantastisk arbejdsplads", siger Stina Willumsen.

Energinet ser dog også ind i en branche i vækst – ikke kun i Danmark. Overalt i Europa ser vi samme tendens, hvor andre TSO'er (transmissionssystemoperatører) udvider medarbejderskaren for at sikre deres borgere en grøn og stabil energiforsyning. Så der bliver kamp om medarbejderne – også på tværs af landegrænser.

"Energinet har ligesom resten af branchen brug for, at flere unge søger ind på de tekniske og naturvidenskabelige uddannelser. Ellers kommer vi til at mangle folk på sigt. Det kan godt bekymre mig lidt. Jeg ville også ønske, at flere kvinder får øjnene op for vores branche. Både ved i højere grad at uddanne sig indenfor teknik og energi, men også ved at tage chancen og søge ind i energisektoren, selvom man måske ikke har beskæftiget sig med den før."

"Fordi vi skal udvikle et nyt og anderledes energisystem, har vi også brug for, at der kommer nye perspektiver på opgaveløsningen. Derfor er det vores mål at øge mangfoldigheden i Energinet, og få mange fagligheder og livserfaringer bragt sammen. Virksomheder udvikler sig bare bedst, når forskellige mennesker arbejder sammen".



ENERGINET SKAL HÅNDBERE 400 % MERE GRØN ENERGI PÅ BARE OTTE ÅR

Energinet får brug for nye og flere kompetencer, der skal arbejde med tilslutning af mere grøn energi, udbygning og udskiftning af nuværende energisystemer, udvikling af energioer, et nyt it-system til styring og sikring af energisystemet, samt flere forskellige understøttende funktioner, som indkøbere, jurister, økonomer, HR-medarbejdere etc. I dag har Energinet 1800 ansatte, med udgangen af 2024 ca. 2300.

VERDENS FEDESTE PROJEKT

At arbejde med Energiøer er komplekst og vildt spændende. Vi skal bygge noget, som ingen har gjort før, og vi skal selv finde løsningerne. Det er ikke nemt, men jeg vil gerne være med til at gøre verden grønnere. Min opgave er at sikre, at projektet bliver så bæredygtigt og sikkert som muligt, og jeg er ret afhængig af den faglige viden på tværs af huset. Jeg er ny i Energinet og har arbejdet hårdt på at opbygge relationer, som kan hjælpe mig.

Selvom vi har fleksibel arbejdsplads, kan jeg bedst lide at være her fysisk. Det gør det nemmere at netværke. Vi er nødt til at gøre tingene sammen, hvis vi skal lykkes, og vi er mange, der er nye. Energinet vokser og vokser. Det er udfordrende – men også spændende.

Signe Marie Sundekilde

Projektleder for bæredygtighed og sikkerhed
– Energiø Bornholm

**MERE END BARE TEKNIK**

Jeg er lige startet i Energinet og er i fuld gang med at rekruttere et stort hold af it-specialister. Hamlet er et program, som skal bygge en ny platform, der skal understøtte vores el- og gassystem. Det er spændende at bygge en organisation op helt fra bunden og være med til at sætte det rigtige hold.

Jeg bruger min it-faglige baggrund og forståelse, men det er ikke kun teknisk, vi skal lykkes. Vi skal vælge de mennesker, der passer ind i teamet og sikre, at de trives og også har lyst til at blive her. At medarbejderne i Hamlet udvikler sig og føler, at de har de opgaver, hvor de hører hjemme. Den menneskelige del og arbejdet med opbygningen af organisationen er utrolig spændende.

Anders Leby

Agile People Leader i Hamlet

**FANTASTISK ARBEJDSPLADS**

Jeg blev ansat under udviklingen af den nye kompressorstation i Everdrup, som er en vigtig del af Baltic Pipe, og som skal pumpe gassen videre til Polen. Da krigen i Ukraine brød ud, blev tiden den vigtigste faktor. Vi er i drift nu og i gang med at bygge en ny arbejdsplads op, hvor vi skal finde ud af, hvordan vi skal drifte og vedligeholde stationen. Det er sindssygt spændende at være med til.

Jeg fik Energinet anbefalet af andre, og det har vist sig at være en fantastisk arbejdsplads. Under Baltic Pipe oplevede vi et kolossalt arbejdspress, men der blev taget godt hånd om os. Der er mere balance i arbejdsopgaverne nu. Vi har gode fleksible rammer, og Energinet gør meget for at fastholde, uddanne og engagere sine medarbejdere.

Steffen Jakobsen

E-Tekniker på Everdrup Kompressorstation

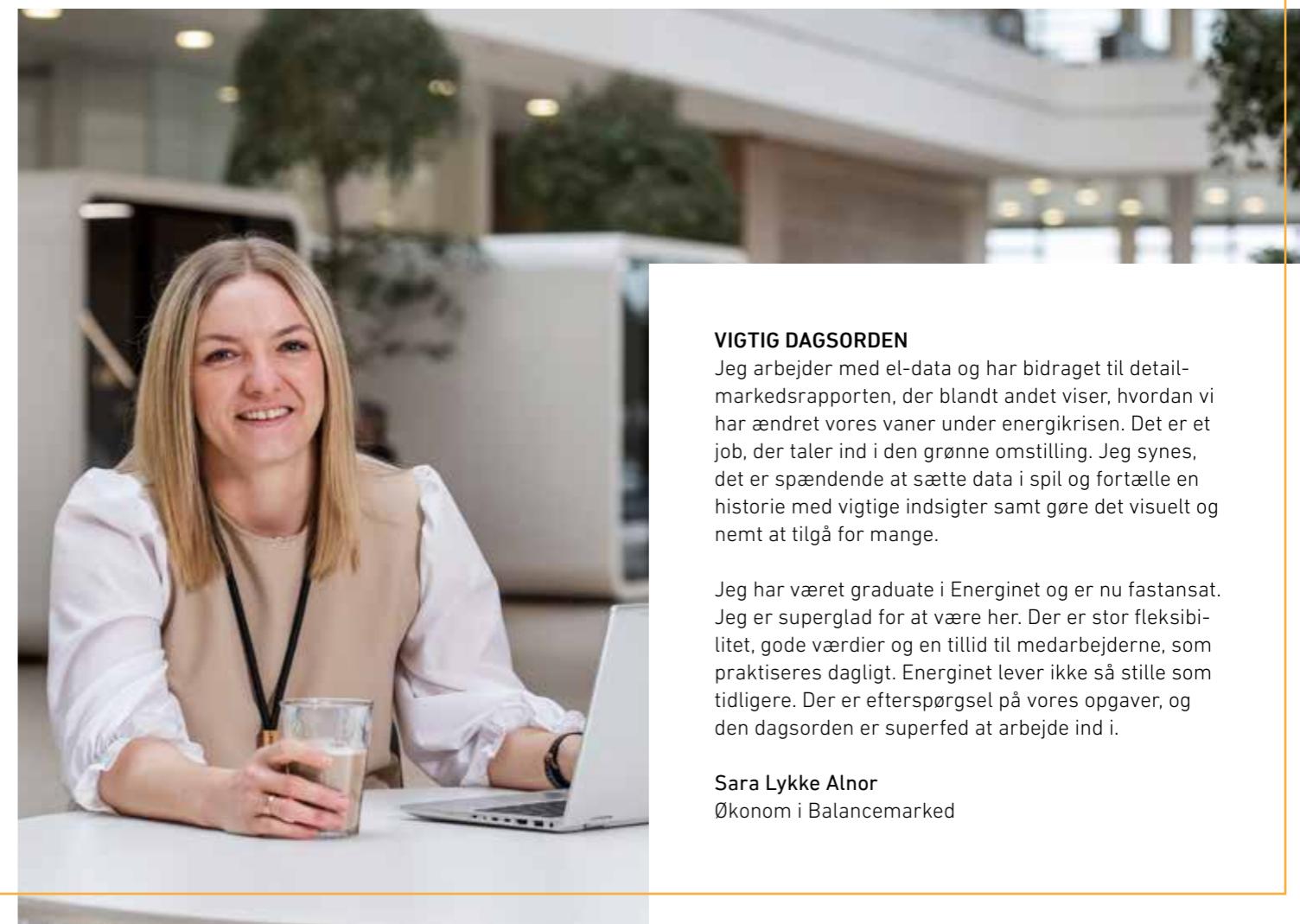
**VIGTIG DAGSORDEN**

Jeg arbejder med el-data og har bidraget til detailmarkedsrapporten, der blandt andet viser, hvordan vi har ændret vores vaner under energikrisen. Det er et job, der taler ind i den grønne omstilling. Jeg synes, det er spændende at sætte data i spil og fortælle en historie med vigtige indsigter samt gøre det visuelt og nemt at tilgå for mange.

Jeg har været graduate i Energinet og er nu fastansat. Jeg er superglad for at være her. Der er stor fleksibilitet, gode værdier og en tillid til medarbejderne, som praktiseres dagligt. Energinet lever ikke så stille som tidligere. Der er efterspørgsel på vores opgaver, og den dagsorden er superfed at arbejde ind i.

Sara Lykke Alnor

Økonom i Balancemarked



EN KÆMPE OPGAVE AT SIKRE ENERGI TIL TIDEN

Overalt i Danmark udvider Energinet elnettet. I alt 3300 km nye elforbindelser er på vej. Gravemaskiner er i jorden, andre steder skal de snart i aktion. 70 højspændingsstationer bliver udvidet eller nybygget, så nye solcelleparker, vindmøller og store elforbrugere, fx brintanlæg, kan blive tilsluttet.

Der er aktivitet alle vegne. Men det er blot begyndelsen. Meget mere vil være på vej de kommende år.

Fra 2023 til 2026 investerer vi 41 mia. kr. i eltransmissionsystemet. Fremtiden vender på mange måder hele elsystemet på hovedet. Strømmen vil blive lavet i egne af landet, hvor der hverken er lokalt forbrug til at opsluge elproduktionen, eller elforbindelser der er kraftige nok til at transportere strømmen væk. Ydermere vil elproduktionen og forbrug mangedobles, fordi vi får elbiler, varmepumper og skal bruge grøn strøm til mange flere ting, fx grønne brændsler til fly, skibe og industri.

For at Folketingets ambitiøse 2030-mål bliver indfriet, er det nødvendigt at alle dele af samfundet skubber i den rigtige retning og har fart på. I Energinet arbejder vi på mange forskellige løsninger for at sikre Energi til tiden.

ELNETTET FREMTIDSSIKRES

Vi bygger forud, og udvider elnettet. I Nordjylland er to nye højspændingsstationer på hver 1100 MW på vej, selv om der i dag "kun" er ønske om tilslutning af solcelleprojekter for hhv. 700 MR og 850 MW. Vi fremtidssikrer, fordi vi forventer, at mere vil følge. Det er hurtigere og billigere at bygge i ét hug.

NØGLEFÆRDIGE PROJEKTER

Vi har udliciteret opgaver for 10 mia. kr. til firmaer, der skal levere "turn key" ledningsanlæg og højspændingsstationer. Storskala og standardiserede løsninger sætter skub i udbygning. Vi laver desuden ny, fælles digital samarbejdsplatform med al dokumentation, data og 3D-modeller af vores anlæg, så viden let kan flyttes fra aktør til aktør.

END-TO-END KUNDEREJSE

Stor stigning i elproduktionsanlæg (typisk solceller og storforbrugere), som vil tilsluttes eltransmissionsnettet: 2020: 10 anlæg, 2021: 25 anlæg, 2022: 47 anlæg. En stor del er færdigbehandlet, og vi har udarbejdet en mere strømlinet end-to-end rejse for de mange nye kunder, så tilslutningstiden bliver kortere og mere gennemskuelig.

REDUCERET TILSLUTNINGSTID

Med det der populært kan betegnes som "krokodillenæb-løsninger", kan nye solcelleparker kobles direkte på højspændingsledninger og producere, før nye højspændingsstationer er bygget. Det vil halvere tilslutningstiden. Løsningerne øger risiko for driftsforstyrrelser, og kan ikke bruges alle steder, men nogle steder er det ok at køre elsystemet tættere på grænsen.

GODT SAMARBEJDE

Sammen med Esbjerg og Varde kommuner – to kommuner med store projekter inden for elproduktion og storforbrug – finder vi fælles løsninger og snitflader, for at nettilslutning, godkendelser, arealanskaffelse mv. kan gå hurtigere. Erfaringerne skal breddes ud til alle kommuner, så kommuner og elnet i fællesskab får sat fart på den grønne omstilling.

INNOVATIV REINVESTERING

Vi vil udskifte elmastene uden at "slukke for strømmen" i ledningerne. Sideløbende med at elnettet skal udbygges, når en stor del af det nuværende elnet sin levetid. Nye, innovative arbejdsmetoder gør det muligt at arbejde flere steder i nettet på samme tid, fordi linjer ikke tages ud af drift, og forsyning dermed ikke afhænger af færre tilbageværende linjer.

TÆNK STORT

Folketingets beslutning om at lave 10-15 områder rundt om i landet til flere energiparker vil sætte skub i omstillingen. Parkerne ventes at kunne dække en stor del af behovet for ny grøn strøm i 2030. VE-zoner gør det muligt på forhånd at lave store, kraftige udbygninger af elnettet og være klar før eller sideløbende med, at solceller eller vindmøller sættes op.

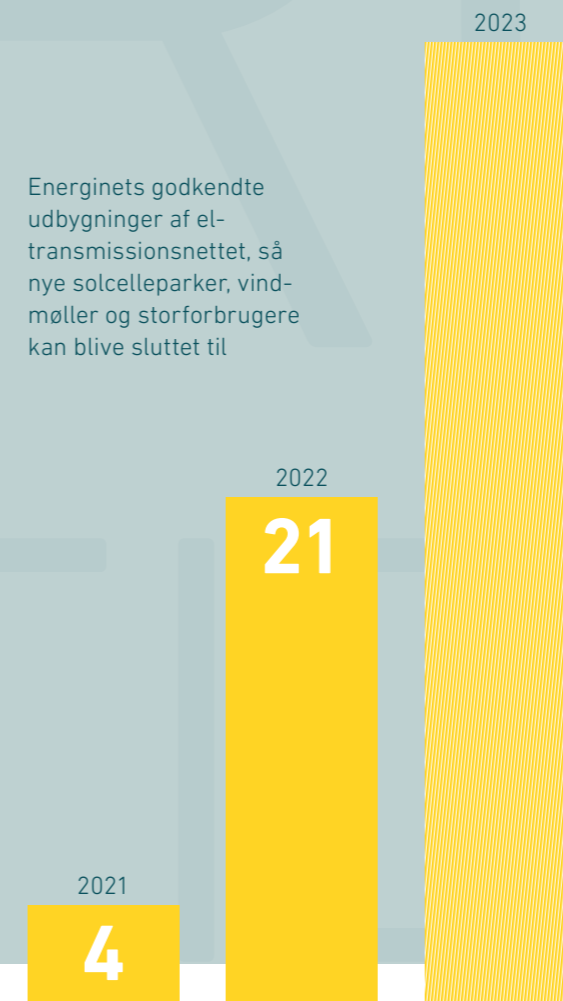
INTERNATIONALT SAMARBEJDE

Der er behov for at finde helt nye måder at skabe stabilitet i elsystemet, så kortslutninger og andre fejl ikke medfører store afbrud. Vindmøller og solceller er bygget op med invertere, der opfører sig helt anderledes end de traditionelle kraftværker. Energinet deltager i flere internationale fora med forskere, leverandører og systemoperatører for at finde fremtidens løsninger.

LANGSIGTET PLANLÆGNING

Den voldsomme acceleration i udbygningen af grøn energi frem mod 2030 betyder, at vi fremrykker projekter fra den Langsigtede Udviklingsplan. Flere af de anlæg, som analyser for blot kort tid siden viste skulle stå klar i 2040, skal nu være klar i 2030. Der er planer for fremtidens elnet, men de eksekveres hurtigere.

Energinets godkendte udbygninger af eltransmissionsnettet, så nye solcelleparker, vindmøller og storforbrugere kan blive sluttet til



TVÆRGÅENDE MYNDIGHEDSARBEJDE

Vi samarbejder med Miljøstyrelsen og Energistyrelsen for at reducere sagsbehandlingstiden på de mange anlægsprojekter, der er nødvendige for at nå Folketingets 2030-mål. Det skal bl.a. ske ved hjælp af en styrket tværgående myndighedskoordinerings og input til ændret lovgivning, så vi fx kan erhverve arealer og ejendomme tidligere i projektfasen.

INTELLIGENT UDNYTTELSE

Data og digitalisering er afgørende for at sikre en effektiv og sikker drift af energisystemerne. Fx kan en række sensorer på luftledninger give temperaturmålinger og dermed realtidsinformation om overføringsevne i ledninger. I fx blæst eller koldt vejr kan overføringsevne dermed øges, hvilket gør det muligt at indpasse endnu mere strøm fra solceller og vindmøller.

DYNAMISKE RESERVER

Nyt nordisk samarbejde skal sikre bedre og billigere elforsyning. De nordiske TSO'er indkøber hver dag mange reserver, som står klar, hvis der sker kortslutninger, kraftværker falder ud, vejret afviger fra prognoser mv. I takt med at elsystemet i højere grad bliver drevet af vind og sol, vil vi ikke købe faste mængder reserver, men time for time prognosticere det varierende behov, og muligheder for at udnytte reserver på tværs af grænser i Norden.

ENORME MÆNGDER

Solcelleparker med kapacitet som store kraftværker, og nye elforbrugere, der fordobler Danmarks elforbrug. Enorme mængder forbrug og produktion vil på eltransmissionsnettet: 2020: 1,8 GW (1,6 GW produktion, 0,2 GW forbrug), 2021: 7 GW (3,7 GW produktion, 3,3 GW forbrug), 2022: 9,1 GW (6,7 GW produktion, 2,4 GW forbrug). Til sammenligning: Danmarks maxforbrug i 2022: 6,4 GW.

NYE BALANCER

Elproduktion mangedobles og vil ofte komme, som vinden blæser, og forbruget vil vokse markant. Det skaber meget større ubalancer. Sikker forsyning kræver balance mellem produktion og forbrug. Derfor leder vi efter nye aktører – fra den enkelte elbiler til store brintfabrikker – som kan agere fleksibelt og levere fremtidens reservekraft og systemydelse til elsystemet.

NYE ANLÆG BOOSTER DANSK BIOGAS

Syv nye anlæg til i alt ca. 773 mio. kr. gør det i de kommende år muligt for Danmark i rekordfart at få et helt grønt gassystem.

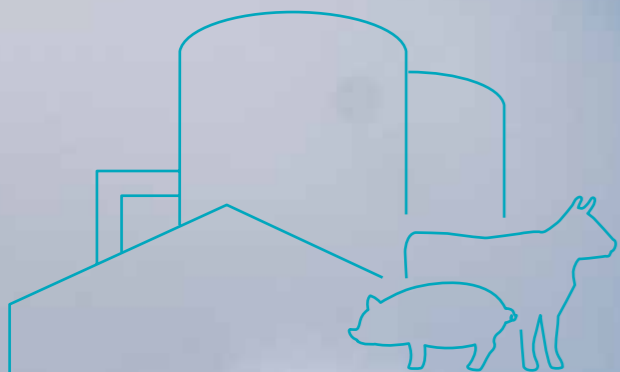
"Samtidig med at krig og krise har fået gasforbruget til at falde, er produktionen af biogas på få år vokset markant og udgjorde i 2022 34 procent af det samlede forbrug. Det betyder, at der nu er afgreninger af gas-distributionsnettet, hvor der i perioder bliver produceret mere biogas end de lokale forbrugere kan opsluge. Biogasproduktionen risikerer i de perioder at blive skruet ned, eller at den overskydende gas må brændes af – og det problem bliver kun større, i takt med at produktionen af biogas vokser yderligere", siger Peter Hodal, direktør i Gastransmission i Energinet.

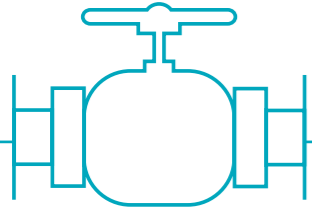
Løsningen er anlæg, der kan løfte den lokalt producerede biogas op på gastransmissionsnettet, så den grønne gas ikke er fanget i lokale lommer, men kan komme rundt i landet.

Den type anlæg har af historiske årsager heddet "tilbageførelsesanlæg" – men det navn er efterhånden lidt misvisende, forklarer Peter Hodal.

"Vi er jo godt i gang med at vende hele gassystemet på hovedet, så anlæggene burde nok nærmere navngives efter, at de i fremtiden vil føre gassen "frem" til forbrugerne og ikke "tilbage" til systemet, siger han.

Da det danske gassystem blev bygget i 1980'erne var det for at transportere naturgas fra Nordsøen ud til landets kraftvarmeværker, virksomheder og private husholdninger. Nordsøgasen gik i land i Vestjylland og flød i store transmissionsrør rundt i Danmark og mod Sverige og Tyskland. I transmissionsrørene er gassen under stort tryk, dels for at komprimere gassen, dels for at "skubbe" den rundt i systemet. Når gassen kommer ud i de lokale distributionssystemer, transporteres den i mindre rør og er under mindre tryk.





POLITISKE MÅL

Det er Folketingets ambition, at al gas i Danmark skal være grøn i 2030, og at der fra 2035 ikke længere skal være boliger i Danmark, der opvarmes af gasfyr.

Men om ganske få år skal biogas helt afløse fossilt naturgas i det danske forbrug. For at den lokalt producerede gas kan komme fra gassens "landeveje" ud på "motorvejsnettet" og dermed rundt i landet, skal gassen komprimeres og trykket hæves markant. Ellers kan den fysisk ikke flyde ud i gastransmissionssystemet.

Inden de nye anlæg står klar i løbet af 2024-2026, arbejder Energinet og Evida, statens selskab med ansvar for gasdistributionsnettet, på at lave midlertidige løsninger, der på den korte bane kan forhindre, at der opstår lokale biogaslommer, hvor overskudsgas eventuelt må brændes af, forklarer Henrik Jensen, CCO i Evida.

"Det hastigt faldende gasforbrug i industrien og boligopvarmningen i kombination med den stigende mængde biogas vender gassystemet på hovedet. Derfor er det vigtigere end nogensinde før at forbedre og fremtidssikre gassystemet, så vi kan aftage stigende mængder grøn gas".

"Vi har fuld fokus på løsninger, der hurtigst muligt supporterer kapaciteten i vores gassystem, så biogasproducenter ikke står over for at skulle nedregulere deres produktion, og der ikke bremses for udviklingen af grøn gas i Danmark," siger han.

I Karup vil Evida ombygge to bestilte kompressorer, mens Energinet leverer resten af tilslutning til transmissionsnettet for derved at lave en midlertidig løsning til at håndtere biogaslommer i lokalområdet, før det endelige anlæg ved Herning er klar. Energinet undersøger desuden muligheden for at nogle anlæg kan etableres hurtigere og fremskynde, at lokalproduceret biogas kan flyde ind i transmissionssystemet og ud i landet. Desuden afsøges muligheder for lokale markeds løsninger, som kan afhjælpe problemet.

LUGT SKAL FJERNES

Lokalproduceret biogas skal ikke bare op i tryk, for at den kan komme fra gasdistributionsnettene og ud på gastransmissionsnettet. Det er også nødvendigt at fjerne det lugtstof, som tilsættes, inden gassen ryger ud til forbrugerne. Gassen er lugtfri, og lugtstoffet gør, at vi som forbrugere kan opdage evt. gasudslip. Lugtstoffer – eller odorant, som det kaldes – tilsættes i dag, når naturgassen sendes fra transmissionsnettet ud på de lokale distributionsnet eller på biogasanlæggene. Når gassen fra distributionssystemerne skal ud på transmissionssystemet, skal lugtstoffet "sies fra", da lugtstofferne kan give problemer.

Det danske gassystem er direkte forbundet med Polen og Tyskland, som ikke ønsker odorant i transmissionssystemerne, da det kan påvirke ventiler, måleapparater og gaslagre. Så også af eksportårsager er det nødvendigt at fjerne odoranten, når gas fra de lokale gasdistributionsystemer sendes op på gastransmissionssystemet.

DE NYE TILBAGEFØRELSESANLÆG VIL BLIVE BYGGET I

Nordjylland

Etablering af ny M/R-station (Måler- og regulatorstation) ved Haverslev, marts 2024

Ny kompressorstation ved M/R-Haverslev, juni 2026

Midtjylland

Ved M/R-Herning, marts 2025

Fyn

Ved M/R-Vissenbjerg, september 2025

Sjælland

Ved M/R-Køge, december 2025

Syddjylland 1

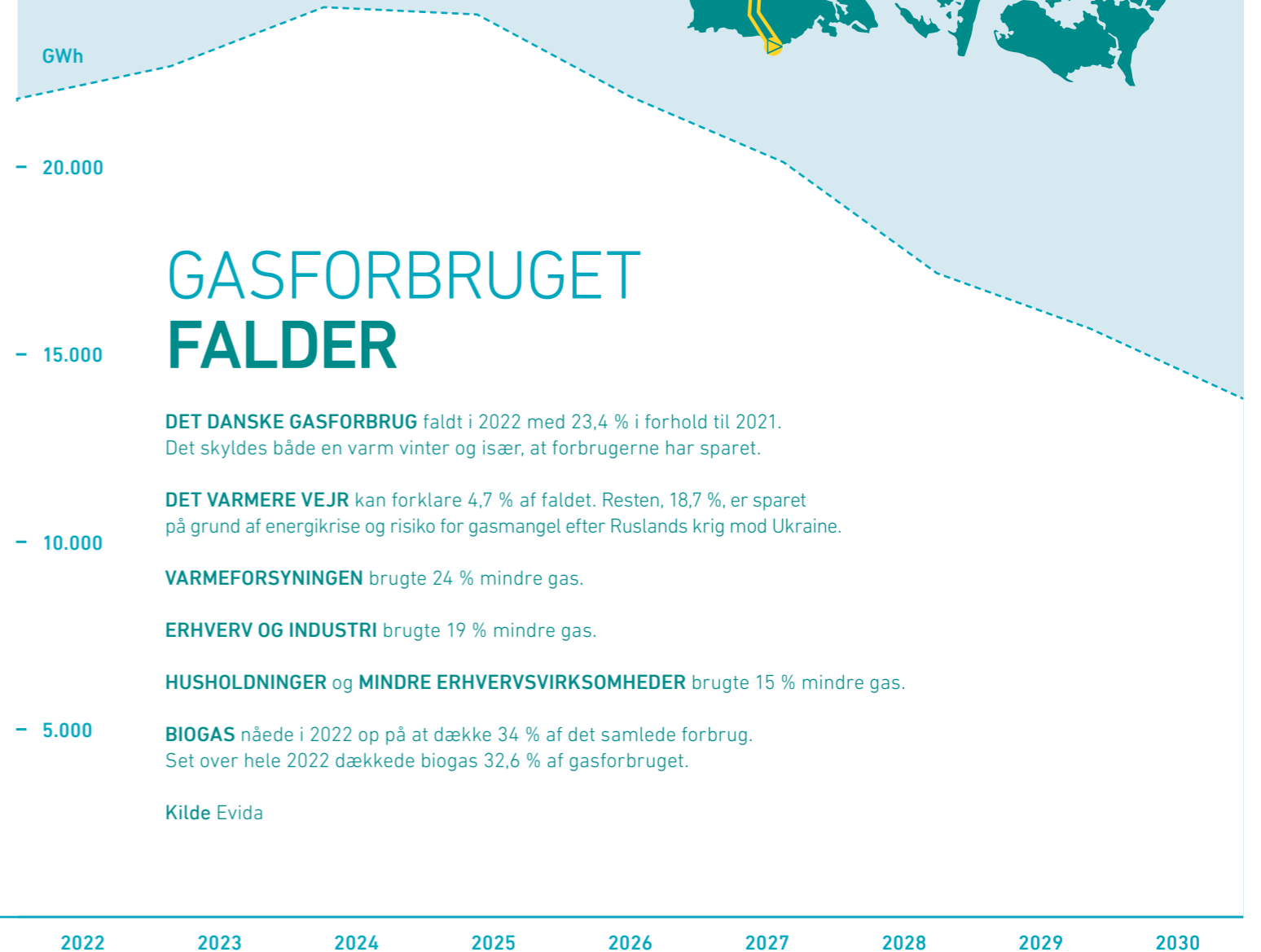
Ved M/R-Nørskov, marts 2026

Sønderjylland

Ved M/R-Frøslev, september 2026

Syddjylland 2

Ved M/R-LI. Selskær, december 2026



DET DANSKE GASFORBRUG faldt i 2022 med 23,4 % i forhold til 2021. Det skyldes både en varm vinter og især, at forbrugerne har sparet.

DET VARMERE VEJR kan forklare 4,7 % af faldet. Resten, 18,7 %, er sparet på grund af energikrise og risiko for gasmangel efter Ruslands krig mod Ukraine.

VARMEFORSYNINGEN brugte 24 % mindre gas.

ERHVERV OG INDUSTRI brugte 19 % mindre gas.

HUSHOLDNINGER og **MINDRE ERHVERVSVIRKSOMHEDER** brugte 15 % mindre gas.

BIOGAS nåede i 2022 op på at dække 34 % af det samlede forbrug. Set over hele 2022 dækkede biogas 32,6 % af gasforbruget.

Kilde Evida

DET GRØNNE ELSYSTEMS GIGANT-UDFORDRING

HVORDAN HOLDER VI BALANCEN?

Det lyder så godt med grøn omstilling, grøn energi og grøn brintproduktion. Men det grønne indebærer samtidig en enorm og potentielt dyr udfordring med at balancere fremtidens elnet. For når vi får mere el fra svingende kilder som vind og sol, kan det blive nødvendigt at indkøbe masser af reservekraft og fleksibilitet. Og mange mulige leverandører af disse systemydelser ved endnu ikke, at de har noget at sælge.

Grøn energi for en bedre verden!

Sådan lyder den vision, som alle i Energinet har i baghovedet, når de går på arbejde.

Men nogle af Energinets medarbejdere er nok ind imellem fristet til at ændre ordene til 'Grøn energi for en bedre verden – med større udfordringer.'

De ansatte, som beskæftiger sig med balancering af elsystemet, arbejder nemlig hver dag med at knække én af den grønne omstillings hårdeste nødder: For grøn energi er mere ustabil energi med risiko for mange og store ubalancer.

"Der er også masser af komplikationer ved et elsystem, som er 100 procent baseret på vedvarende energi. Vi står med en enorm opgave med at sikre balance og stabilitet i fremtidens elsystem," siger Kia Marie Jerichau, områdeleder i Systemansvar, Flexibilitet og Balancering hos Energinet.

Systemydelser holder balancen

Hun er ansvarlig for, at der hver dag bliver indkøbt såkaldte systemydelser, som kan holde elsystemet i balance på de nødvendige 50 hertz.

Forholdet mellem elproduktion og elforbrug er konstant udfordret af ubalancer og af mulige tekniske fejl, som kan give udfald i elnettet. I de situationer skal de indkøbte reserver (systemydelser) aktiveres – enten i løbet af få sekunder eller i løbet af minutter, så der kan 'skrues op eller ned' for at genoprette balancen i elnettet.

Systemydelser kan enten bestå af reservekapacitet, som konstant står til rådighed, for eksempel fra store batterier – eller et kraftværk, der står klar til at levere mere energi.



Hele denne balancegang er svær nok i dag. Men den bliver endnu mere udfordrende, når elsystemet i løbet af få år skal drives udelukkende af vedvarende energi:

”Set udelukkende fra et balancerings synspunkt er det besværligt, at vi får færre termiske kraftværker, for de er gode til systemydelser. De er regulerbare og nemme at skrue på. Samtidig med, at vi mister nogle af de traditionelle leverandører, skal vi indkøbe mere, fordi behovet stiger. Både fordi elektrificeringen betyder et generelt større elforbrug, og fordi vores energikilder svinger mere og skaber flere og større ubalancer” siger Kia Marie Jerichau.

Hun nævner også den helt åbenlyse udfordring ved et system med rigtig meget vind- og solenergi: For hvad nu, når vinden ikke blæser, og solen ikke skinner? Hvem skal så stå klar som reserve og balancere systemet?

Nye aktører, nye modeller

Det betyder alt sammen, at der potentielt skal indkøbes endnu flere systemydelser. Mange flere. Og det kan blive dyrt. Eller rettere sagt: Endnu dyrere end i dag. For allerede i 2022 var udgifterne til systemydelser i Danmark på bare ét år vokset til næsten det dobbelte, nemlig 2,7 milliarder kroner fra 1,4 milliarder i 2021.

Men det er et svært marked at købe stort ind på. For mange potentielle leverandører ved slet ikke, at de har en vare at sælge.

”Mange af dem, som vi forventer skal levere systemydelser i fremtiden, ved slet ikke, at der er noget, der hedder systemydelser. De har ikke elmarkedet som kerneforretning. Derfor kan der blive brug for nogle mellemmand. For eksempel nogen der laver en platform, hvor man tager al fleksibilitet i elforbrug fra bygninger og leverer ind til Energinet. Eller nogen, som leverer ladestandere, og som kan gøre det på en smart måde, så de kan levere fleksibilitet til Energinet. Så behøver den enkelte elbiler ikke vide så meget om, hvordan det foregår – bortset fra at det giver gevinst på prisen. Der er behov for nye forretningsmodeller og nye typer af aktører,” siger Kia Marie Jerichau.

Power-to-X-anlæg kan bidrage

Og så har hun et stort ønske, når det gælder en bestemt gruppe blandt kommende storforbrugere af el, nemlig de Power-to-X-anlæg, som via elektrolyse skal omdanne store mængder grøn el til brint eller andre grønne brændstoffer. Hun ser gerne, at aktørerne i en blanding af samfundssind og forretningsansøger deres opmærksomhed på systemydelsesmarkedet:

”Alle synes, det er så godt med Power-to-X, og det er også godt, at der er mange, der vil lave grøn strøm om til grønne brændstoffer til fx skibe, fly og industri. Men anlæggene bidrager ikke positivt til den grønne omstilling, hvis ikke deres forbrug også bliver fleksibelt. Så skaber de bare et nyt kæmpestort behov for elforbrug. Men der er faktisk et økonomisk incitament i ikke bare at producere brint i en lind strøm, men også at bidrage med fleksibilitet. Det ser jeg frem til, vi kan få kommunikeret endnu mere tydeligt, og at opstillerne af de store Power-to-X-anlæg får øjnene op for – både for deres

egen forretnings skyld og for samfundets skyld”, siger Kia og forklarer, at flere Power-to-X-anlæg forventes at drives med et mere eller mindre konstant elforbrug over året, hvor der kun slukkes i de værste pris-spidseser.

Men ejerne af anlæggene kan faktisk opnå en væsentlig reduktion i omkostningerne til brintproduktion ved en mere fleksibel drift samt levering af systemydelser. Det kræver dog en merkapacitet af elektrolyse og lagerkapacitet eller en fleksibel afsætning af brint.

Vi skal nok løse det

Trods de store udfordringer bevarer Kia Marie Jerichau dog optimismen. For der er meget, hun og Energinet kan gøre, når det gælder systemydelser:

For eksempel er der tekniske gevinster i at udarbejde bedre og mere præcise prognoser for både forbrug og for den sol- og især vindproduktion, som varierer fra dag til dag. Hvis man ved, hvor store ubalancerne er i morgen, kan man bedre indkøbe den rigtige mængde systemydelser.

Desuden er der perspektiver i at understøtte de store fælles markeder for systemydelser i Norden og Europa. Det betyder flere aktører at købe fra og dermed lavere priser.

Og apropos markeder ser Kia Marie Jerichau også et stort potentiale i, at Energinet hjælper nye aktører ind på markederne for systemydelser:

”Hvordan sørger vi for, at folkene bag nye teknologier som Power-to-X synes, det er spændende at levere systemydelser? Har vi skabt nogle barrierer, der gør det for besværligt at deltage i systemydelsesmarkedet? Måske skal vi i højere grad hjælpe leverandører med deres forretningsmodeller og vejlede dem i, hvordan de kan bruge elmarkedet? foreslår hun.

I det hele taget vil hun øge Energinets fokus på kunder, samarbejder og partnerskaber, som kan skabe nye løsninger. Og mere mod og nysgerrighed til at læne sig frem og involvere dem, som Energinet gerne vil have til at gå ind i markedet.

Og Kia Marie Jerichau insisterer på, at opgaven med balancering af fremtidens elsystem nok er stor, men ikke uløselig:

”Der er ingen grund til at skjule, at vi har nogle meget store udfordringer. Men selv om det bliver svært, skal vi nok løse det her – også på en måde hvor den grønne omstilling bliver til at betale.”

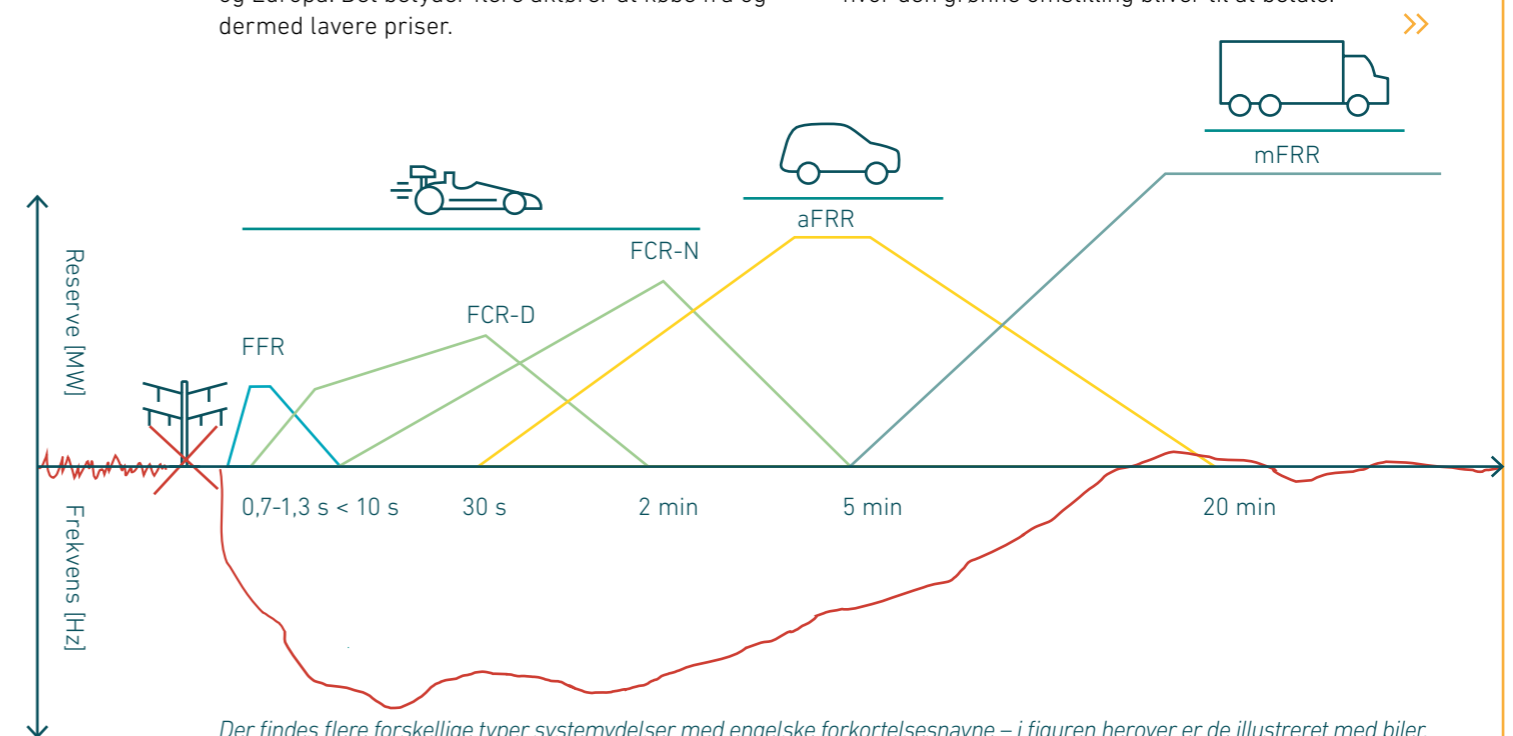
HVAD ER SYSTEMYDELSER?

- Systemydelser dækker over en samling produkter, som Energinet indkøber til at sikre, at elproduktion og elforbrug balancerer på alle tidspunkter af døgnet.
- Det er umuligt at forudsige og planlægge elproduktion og elforbrug eksakt, og systemydelser bruges til at lukke de huller, der opstår på grund af det. Hvis ikke Energinet har systemydelser til rådighed, vil elnettet blive overbelastet og beskadiget.
- Systemydelser kan for eksempel leveres af storcentre, kraftværker, svømmehaller, brintanlæg, varmeværker, ventilationsanlæg og store batterier.

JEG VIL GERNE LEVERE SYSTEMYDELSER – HVAD GØR JEG?

Hvis du har et anlæg, som kan agere fleksibelt, så kan du sandsynligvis bidrage til balanceringen af den grønne omstilling – og endda tjene penge på det. Du har to muligheder for at komme videre:

1. Du kan læse mere om systemydelser på Energinets hjemmeside: www.energinet.dk/systemydelser Her kan du tage en test og finde ud af, hvordan du kan tilbyde din fleksibilitet til elnettet.
2. Kontakt Energinet på electricitymarket@energinet.dk Så bliver du hjulpet videre.



Der findes flere forskellige typer systemydelser med engelske forkortelsesnavne – i figuren herover er de illustreret med biler. Racerbilen er de små, lynhurtige reserver, mens lastbilerne er lidt langsommere, men flytter mere, når de først ruller. Figuren viser, hvordan der ved pludselige ubalancer eller ved udfald fås et frekvensfald (rød kurve), hvorefter forskellige systemydelser aktiveres for at genoprette frekvensen til det "sunde" niveau (50 Hz). Frekvensprodukterne skal lynhurtigt tilføje effekt til systemet for at afbøde frekvensfaldet, så frekvensen ikke falder til et kritisk niveau. De mere energitunge ydelser (aFRR og mFRR) skal frigøre frekvensydelse, så disse igen bliver klar til at afbøde nye frekvensfald og genoprette balancen.

NY TEKNOLOGI I GAMLE KRAFTVÆRKER KAN BIDRAGE TIL BALANCE I ELSYSTEMET

En ny energilagringsteknologi, hvor varme fra grøn strøm opbevares i smeltet salt, vil som sidegevinst også kunne levere systemydelser. Derfor er Energinet med på sideinjen med vejledning til virksomheden Hyme Energy, der udvikler teknologien.

Der er brug for en stor og blandet buket af såkaldte systemydelser, når Energinet fremover i stigende grad skal sikre sig mod ubalancer i elsystemet. En af de spændende blomster i buketten er en ny teknologi, der involverer 6-700 grader varmt salt og en række gamle kraftvarmeværker. En teknologi, som måske kan løse nogle store udfordringer i fremtidens grønne elsystem, der drives af svingende energikilder som vind og sol.

Konceptet udvikles af startup-virksomheden Hyme Energy. Det er planen, at det første store Hyme-anlæg kan producere og lagre energi – og levere systemydelser – i 2025 eller 2026.

”Vi udnytter, at vi med el kan varme salt op til meget høje temperaturer og dermed lagre energien. Når der er brug for det, kan vi få energien ud og bruge den i en dampturbine, altså en klassisk metode til at producere el i kraftvarmeværker,” forklarer Nis Benn, kommerciel direktør hos Hyme Energy.

Han ser et oplagt match mellem Hymes løsning og flere af de store udfordringer, der dukker op i et fremtidigt rent grønt energisystem: Forsyningssikkerhed og energilagring. Hymes teknologi kan indsættes i eksisterende kraftvarmeværker, så man kan genbruge værkernes infrastruktur og udnytte, at de allerede er på elnettet. Hvad angår lagring, er Hymes koncept et bud på, hvordan man udnytter grøn energi bedst muligt: Nemlig ved at lagre den termisk, når der er billig sol og vind til rådighed – og gemme energien til senere, når der er mangel på strøm, og prisen derfor er højere. Og Hymes teknologi giver mulighed for lagring af energi i gigawatt-mængder fra dag til dag og i op til 7-10 dage.

Test på Bornholm

Den første prototype bygges i Esbjerg i 2023. Og i 2024 og de efterfølgende år bliver Hymes koncept afprøvet på Bornholm som en del af et EU-projekt, hvor en nedlagt kraftværksblok konverteres til et ’grønt batteri’, som skal levere el og varmt vand til Rønne.

Hymes forretningsmodel består blandt andet i at sælge sine anlæg til forsyningselskaberne, som leverer varme og el til forbrugerne – men som også allerede i dag har indtægter via salg af systemydelser til Energinet. Og derfor har Hyme brug for hjælp fra Energinet til udvikling af sine anlæg, forklarer Nis Benn:

”Vores kunder spørger til muligheden for at levere systemydelser med vores anlæg. De stiller mange tekniske spørgsmål og vil vide, om anlægget lever op til Energinets krav. Så vi har behov for at forstå, hvordan vi skal kunne designe vores anlæg, for at de kan levere ind på det marked for systemydelser, der er omkring år 2025-2028.”

Usikkert marked

Han understreger, at Hyme har oplevet stor åbenhed og en serviceorienteret tilgang fra Energinet i processen med at forstå og tilpasse sig til markedet for systemydelser. Men der er også udfordringer, når en kommende aktør som Hyme skal vejledes af Energinet:

For det første er markederne for systemydelser i forandring, blandt andet fra nationale til internationale markeder, og budstrukturen på systemydelser ændres. Det skaber usikkerhed omkring, hvad det præcis vil betyde for de enkelte aktører, hvilket gør det svært for Energinet at vejlede dem.

”Desuden kunne vi godt tænke os, at Energinet tænker mere over vores type energilagre, altså 12-24 timers lagre. Energilagres integration i markederne for systemydelser er stadig i den tidlige fase, så vi afventer, at man kommer videre og reelt prioriterer vedvarende energi i markedsrammerne for mFRR- og aFRR (energitunge systemydelser, red.),” siger Nis Benn.

En af de medarbejdere hos Energinet, som samarbejder med Hyme, er Line Kamp Bräuner, cheføkonom i afdelingen Balancemarked. Hun forklarer Energinets store interesse i Hymes model således:

”Hyme er nyskabende og perspektivrige. Deres anlæg vil kunne løse lagringsproblemet og dermed være en helt central balanceringsressource. Hyme er meget spændende for vores fremtid indenfor systemydelser og generel energilagring.”



Vores teknologi egner sig til storskala-lagring af energi. Men vi har brug for at forstå, hvordan vi skal kunne designe vores anlæg, så de kan levere ind til systemydelser.

Nis Benn
Kommerciel direktør hos Hyme

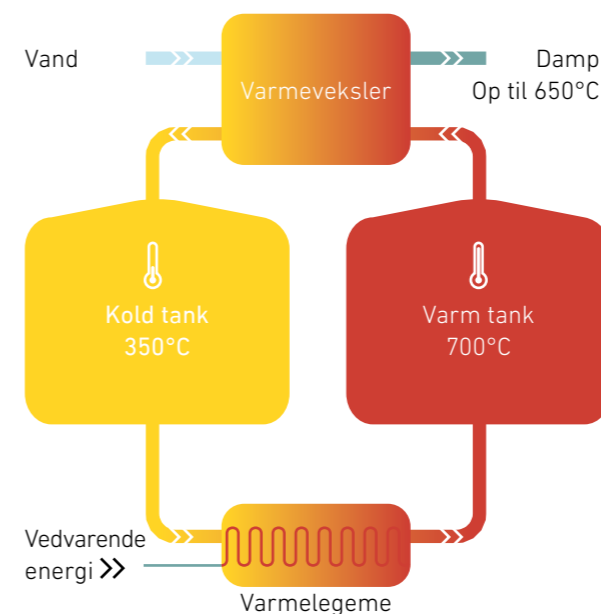
HYPE

Hyme har adresse i København, er oprettet i 2021 og har sit udspring i atomkraft-virksomheden Seaborg Technologies.

I Hymes model lagres energi fra vind og sol i en særlig type salt, natriumhydroxid (afløbsrens), som i mere end 60 år har været kendt som et godt materiale til energioptbevaring. Det kan varmes op til 1400 grader, før det koger, og det er billigt, da det kan produceres af saltvand og er et biprodukt fra klor-produktion.

Den store udfordring ved at bruge natriumhydroxid – nemlig at det ætser og nedbryder rustfrit stål – er ifølge Hyme blevet løst gennem flere års forskning hos Seaborg, som har patenteret teknologien til brug i sin atomreaktor.

Se mere på www.hyme.energy



I Hymes energilagringsmodel sker ’opladningen’ ved, at elektricitet fra vedvarende energi omdannes til varme via elektriske varmeapparater. Salt fra den kolde tank cirkuleres gennem varmelegemerne og varmes op fra 350 til 700 grader celsius, og saltet lagres derefter i den varme beholder i op til flere dage.

Når der er behov for at bruge den lagrede energi, sker ’afledningen’ ved at cirkulere det varme salt til en varmeveksler, hvor varmen overføres til vand og omdannes til op til 650 grader varm damp. Damp kan bruges direkte i en industriel proces eller bruges til at drive en turbine og levere elektricitet og varme. Det afkølede salt pumpes tilbage i den kolde tank indtil næste opladningscyklus.

Illustration Hyme Energy
Credits Kirt x Thomsen

FREMTIDENS

ENERGISYSTEM SENDER FORTIDENS BETALINGSMODEL TIL TÆLLING

Et nyt grønt energisystem koster mange penge, men kan blive unødigt dyr og ineffektiv, hvis vi ikke sørger for, at forandringerne går hånd i hånd med nye rammer og vilkår, som gør det attraktivt for både elforbrugere og -producenter at give den grønne omstilling en hjælpende hånd. Og som sikrer en fair fordeling af omkostningerne til drift og udvikling af elnettet.

Nyt energisystem – nyt tarifdesign

En ren energitarif med betaling pr kilowatt-time. Det har været den relativt enkle one-size-fits-all-model for Energinets tariffer siden 2005, hvor virksomheden blev etableret. De nuværende tariffer blev designet i en tid, hvor strømmen primært blev lavet på centrale kraftværker, som lå placeret tæt på de store byer og forbrugscentre. Nettet og placeringen af elproduktionen var helt overvejende dimensioneret og placeret i forhold til forbrugerne, som derfor også har betalt langt den største del af udgifterne til drift og udvikling af elnettet.

”Tarifferne er fra en tid, hvor elproduktionen hurtigt kunne tilpasses forbrugernes behov, og tager ikke højde for, om man bruger strøm, når elnettet er mindst belastet, eller hvor meget kapacitet, man vil have til rådighed. Nu er vi hastigt på vej mod et energisystem, hvor elproduktionen afhænger af vind og sol, og dermed er langt mindre fleksibel. Derfor skal forbruget være det. Og derfor har vi besluttet at ændre måden, vi fastlægger tariffer på” siger Marie Budtz Pedersen, som er Senior Manager i Systemværdi og Regulering hos Energinet.

Det er særligt elektrificeringen med nye typer mere fleksibelt elforbrug, som kan skrue ned for forbruget på en vindstille aften, og op, når der er rigelig og billig grøn strøm i systemet, der kan gøre en stor forskel for balancen i elnettet.

”Power-to-X-anlæg er et godt eksempel. Det er typisk store anlæg, som bruger enorme mængder strøm til at producere brint eller andre grønne brændstoffer og kan reagere meget fleksibelt på elprisen. Her vil en ensartet energitarif på toppen af den varierende strømpris gøre elforbruget mindre fleksibelt end hvad er hensigtsmæssigt. Det samme vil gælde store varmepumper og elkedler. De lokale netselskaber og Energinet skal sørge for, at denne nye type fleksibelt elforbrug faktisk tilsluttes fleksibelt og på nye tarifvilkår, der understøtter den ønskede fleksibilitet til gavn for hele elsystemet og samfundet” tilføjer Marie Budtz Pedersen.

Ny producent-tarif skal sikre den rigtige infrastruktur

En effektiv grøn omstilling handler i høj grad om at etablere den rigtige mængde infrastruktur, men også om at bruge den eksisterende infrastruktur fuldt ud. Derfor skal producenterne kunne drage fordel af at placere vindmøller og solceller nærmere forbruget, eller steder, hvor der er plads i elnettet for at udnytte de eksisterende kabler og ledninger endnu bedre. Der kan også optimeres ved at placere solcelle- og vindmølleparker sammen rent geografisk. Dermed kan de deles om tilslutningskapaciteten til det kollektive elnet. Vind og sol supplerer faktisk hinanden rigtig godt, da der ret sjældent er meget høj produktion fra vind og sol samtidigt. Fx producerer solcelleparker typisk mest i sommerhalvåret, mens vindmøllerne er mest aktive i vinterhalvåret.

”Der er stor efterspørgsel efter den kapacitet, der er i elnettet, og det er vigtigt, at vi udnytter de eksisterende kabler og ledninger mest muligt. Derfor har Energinet indført en ny tarifmodel for producenter, som tager højde for, at der er større omkostninger ved at placere anlæg i områder, hvor elnettet allerede er ”fyldt op” – mens betalingen er lavere de steder i landet, hvor det eksisterende elnet bedre kan tage mod ny elproduktion og der ikke er langt til forbruget.”



Fremover skal man i mindre grad betale for, hvor meget man rent faktisk får transporteret i elnettet, men i højere grad, hvor meget kapacitet, man vil have til rådighed – præcis, som når man bestiller en ny internetforbindelse og skal vælge båndbredde.

Marie Budtz Pedersen

Senior Manager i Systemværdi og Regulering hos Energinet

Samtidig skal der skabes en bedre balance og en mere fair fordeling af omkostningerne til udvikling og drift af det danske elsystem, der er på vej til at blive helt grønt.

”Den nye tarifmodel skal sørge for, at producenterne både bidrager til de konkrete omkostninger, der er forbundet med tilslutning af deres anlæg og de nødvendige forstærkninger i det bagvedliggende net.

Fremover skal man i mindre grad betale for, hvor meget man rent faktisk får transporteret i elnettet, men i højere grad, hvor meget kapacitet, man vil have til rådighed – præcis, som når man bestiller en ny internetforbindelse og skal vælge båndbredde,” slutter Marie Budtz Pedersen.

Den nye producentbetaling blev godkendt af Forsyningstilsynet i december 2022.

HVAD ER TARIFFER?

Tariffer er en betaling, som dækker over Energinet og netselskabernes ydelser og omkostninger til drift og administration af elnettets kabler, der løber gennem Danmark og transporterer strøm til forbrugere og virksomheder. Se mere på www.energinet.dk/tariffer

IMAGINE ...

Forestil dig en digital platform, som forbinder el- og gasmotorvejene i et sammenhængende dansk energisystem og gør det muligt at styre og transportere energi fra alle havmølleparker, gaslagre, udlandsforbindelser, kraftværker, solceller, biogasanlæg og landmøller. Se for dig Danmarks kontrolcentre for el og gas, som minut for minut trækker på alle disse data i kombination med vejrudsigter for sol og vind og de internationale markeders forudsigelser for strøm- og gasforbrug. Og forestil dig så den stigende cybertrussel fra hackere i hele verden.

Så har du i grove træk omridset af den opgave, som Energinet har sat fuld fart på at løse med en af sine hidtil største it-investeringer.

Alt skal kunne tale sammen

”Moderne energiforsyning kræver i lige så høj grad en sikker og robust digital infrastruktur, som det kræver ledninger, kabler og rør”, fortæller Energinets it-direktør Signe Horn Rosted.

”Vi skal kunne transportere og dele data i et hidtil uset omfang, fordi fremtidens grønne energisystem kommer til at bestå af mange, mange flere enheder, der leverer ind til eller trækker på systemet end i dag. Den stigende kompleksitet i energiforsyningen kræver også intelligent og automatiseret styring i vores kontrolcentre. Alt skal populært sagt kunne tale sammen, hvis vi skal sikre stabil forsyning til danskerne i fremtiden.

Samtidig er der et enormt potentiale for at bruge digitale løsninger og energidata til at fremme grøn forbrugeradfærd og for at sikre optimal og bæredygtig udnyttelse af vores fysiske anlæg og ledninger. Derfor er vi i gang med at bygge en helt ny digital platform til vores forsyningskritiske systemer”, forklarer hun.

Høje krav til cybersikkerhed

Den seneste tid med krig og forsyningskrise i Europa har om noget vist os, at energiforsyning er en livsnerve i samfundet, som desværre også hurtigt kan blive et udsat mål. Når der er tale om forsyningskritiske data og it-systemer, er der derfor behov for et ekstremt højt sikkerhedsniveau.

”For at kunne stå imod den stigende cybertrussel bygger vi den nye platform op af moduler. Det gør det langt nemmere at overvåge og beskytte de enkelte dele, og vi kan løbende udskifte moduler til den nyeste og mest sikkerhedsopdaterede teknologi. Med den modulopdelte struktur reducerer vi også antallet af snitflader, som data skal passere igennem. Det gør risikoen for og effekten af skadelige angreb markant mindre”, forklarer Signe Horn Rosted.

Det er et omfattende projekt at udvikle og udskifte så afgørende en del af it-fundamentet for det danske energisystem. Arbejdet tog for alvor fart i 2022, og det forventes, at de første data og forsyningskritiske it-systemer kan overføres til den nye platform i 2024.



ENERGISYSTEMETS NYE DIGITALE PLATFORM

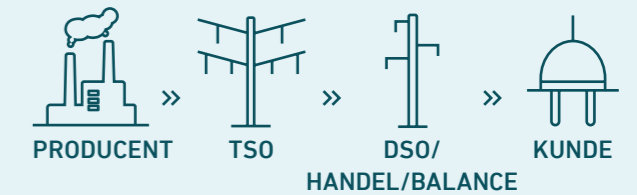
Der er brug for en ny digital platform til at understøtte fremtidens grønne energisystem, fordi der skal håndteres langt flere data – hurtigt og sikkert.

Energinet udvikler og bygger sin digitale platform baseret på moduler – en løsning, som ikke eksisterer i dag. Den digitale platform designes med et krav om opetid så tæt på 100 % som muligt.

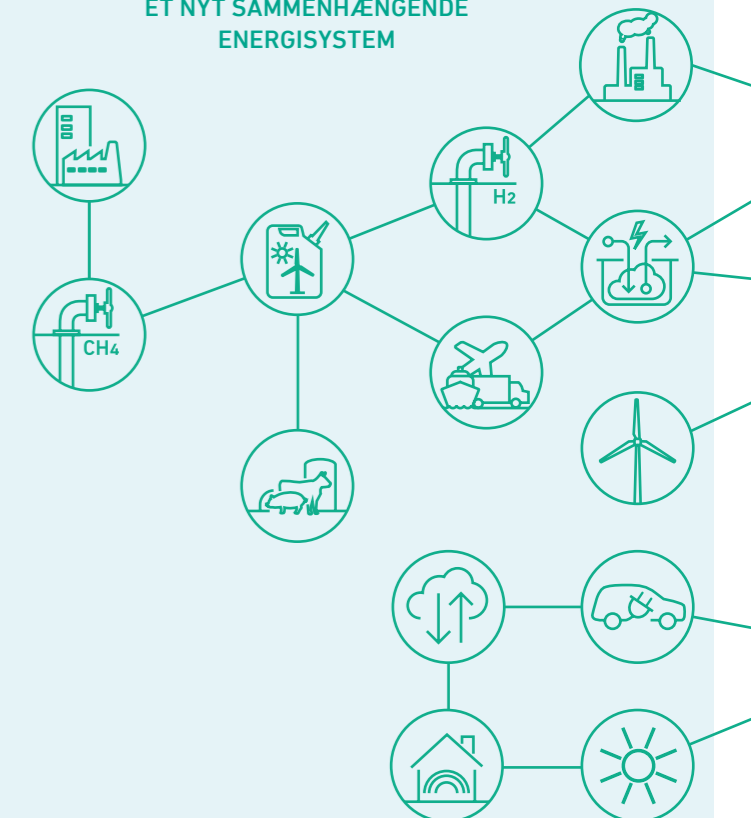


Fremtidens grønne energisystem kommer til at bestå af mange flere enheder, der leverer ind til eller trækker på systemet, end i dag.

DET ENERGISYSTEM VI KENDER

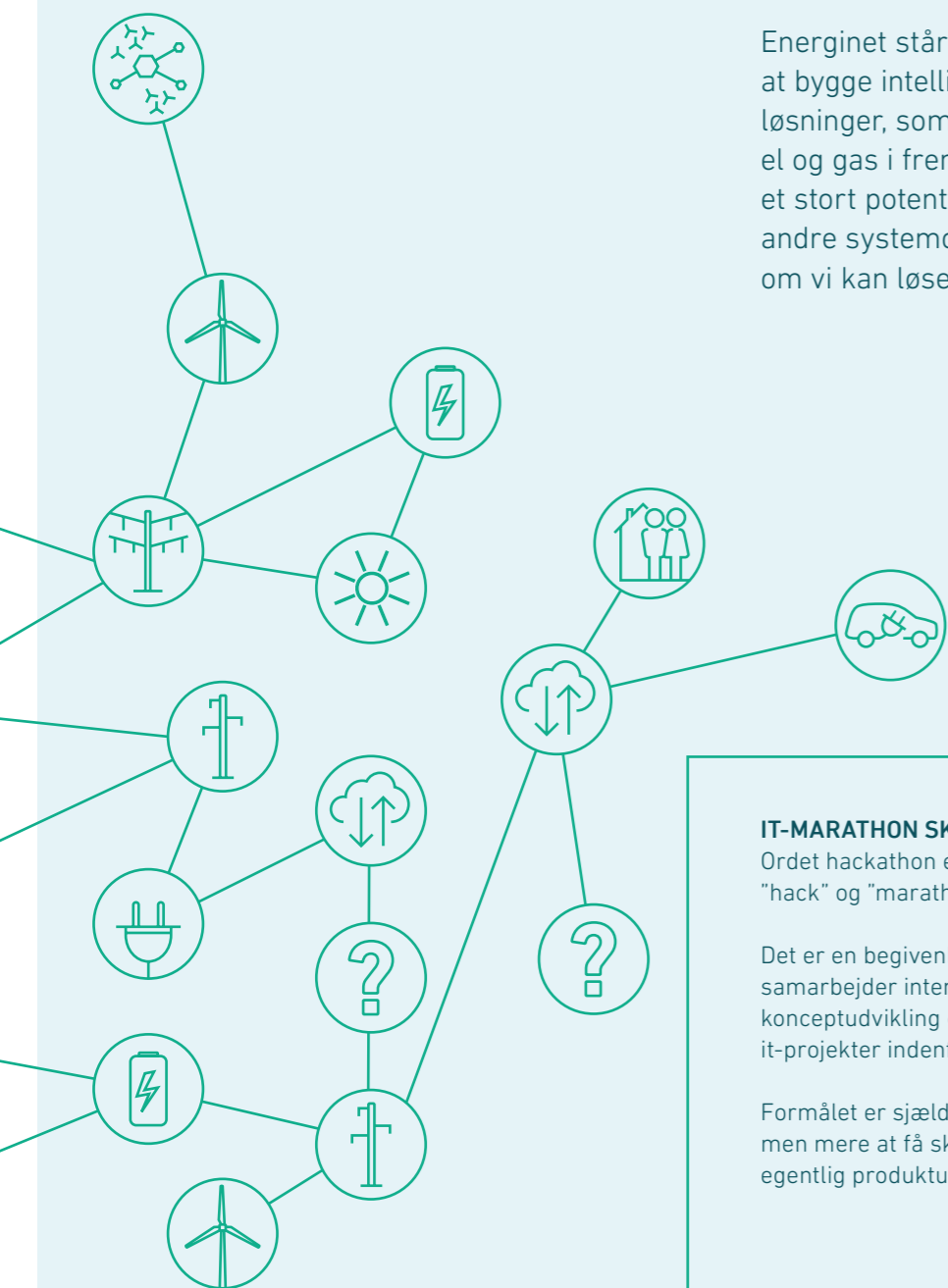


ET NYT SAMMENHÆNGENDE ENERGISYSTEM



INNOVATIVE HACKATONS MED TYSKE KOLLEGER

Energinet står ikke alene med opgaven om at bygge intelligente og automatiserede it-løsninger, som skal sikre stabil forsyning af el og gas i fremtiden. Det betyder, at vi ser et stort potentiale i at samarbejde med andre systemoperatører for at undersøge, om vi kan løse opgaven i fællesskab.



IT-MARATHON SKABER IDÉER

Ordet hackathon er en sammentrækning af ordene "hack" og "marathon".

Det er en begivenhed, hvor it-profiler mødes og samarbejder intensivt om udvikling af prototyper, konceptudvikling eller videreudvikling af eksisterende it-projekter indenfor et specifikt emne.

Formålet er sjældent at producere færdige produkter, men mere at få skabt idéer og grundlag for senere egentlig produktudvikling.



Hackatons er én af de metoder, som Energinet har valgt at udforske innovativt samarbejde med. Det sker blandt andet sammen med tyske 50Hertz, der ligesom os ønsker at benytte sig af digital og modulbaseret teknologi.

"Vi løser en kompleks opgave, som ingen systemoperatører har løst før. Det kræver sammenhold og fokus, og derfor er det fantastisk at opleve det store engagement og gåpåmod fra folk fra både Energinet og 50Hertz. Vi ser en stor værdi i at afholde hackatons, for tænk hvis vi sammen kan accelerere digitaliseringen af energisystemet," udtrykker Mirko Pracht, chef for Digitalisering af Systemdrift i 50Hertz.

Den store gevinst ved at lave eksperimenterende samarbejde er, at det kan sætte fart på teknologiudviklingen, og at vi kan udnytte hinandens ressourcer. Det kan komme Danmark og andre lande til gode, når vi inden længe skal være klar til at balancere et energisystem, som udelukkende kører på vedvarende energi.

"Den modulbaserede opbygning af it-systemer gør, at vi potentielt kan udvikle vores systemer parallelt og koordineret for at gøre brug af dele, som den anden part har udviklet. Det vil betyde, at vi kan opnå synergi i en tid, hvor energisystemet er under hastig forandring. Potentialet kan vi helt konkret afdække gennem korte intensive samarbejdsforløb, hvor vi sætter innovative kræfter i spil," forklarer Niels Julskjær, chefforretningsudvikler i Energinet.

I rækken af hackatons, som afholdes med 50Hertz og andre internationale kolleger, deltager både it-udviklere, it-infrastrukturspecialister og forretningsanalytikere for at sikre, at de rette perspektiver bringes i spil.

BÆREDYGTIGHED STARTER INDEFRA



Aldrig har Energinets vision om grøn energi for en bedre verden været mere relevant. Det seneste års udvikling i Europa har på godt og ondt skubbet til den grønne omstilling – og det er blevet tydeligt, at grøn energi ikke længere kun er svaret på en klimaneutral fremtid, men også på en geopolitisk sikker verden.

De danske ambitioner er, at vi i 2030 skal forsynes næsten udelukkende med grøn energi. Så det skal gå stærkt. Og der skal bygges mange nye anlæg og forbindelser for at nå de ambitiøse målsætninger. Alene driften af Danmarks el- og gassystemer udgør en betragtelig klimapåvirkning.

Derfor skal vi hos Energinet være meget bevidste om de aftryk, vi sætter undervejs. På klimaet, på miljøet, på de borgere, der påvirkes af vores anlægsarbejde – og på vores medarbejdere, der hver dag arbejder med at bygge, udvikle og drive de danske el- og gassystemer. Generelt er det vigtigt, at vi tænker bæredygtighed og sikkerhed ind på tværs af hele vores værdikæde og vores organisation.

Samarbejde på tværs sikrer handling og forankring

En essentiel del af arbejdet med bæredygtighed i Energinet er, at det lever og er forankret i alle dele af organisationen. Det skal tænkes ind der, hvor beslutningerne tages – i den daglige drift og i alle projekter.

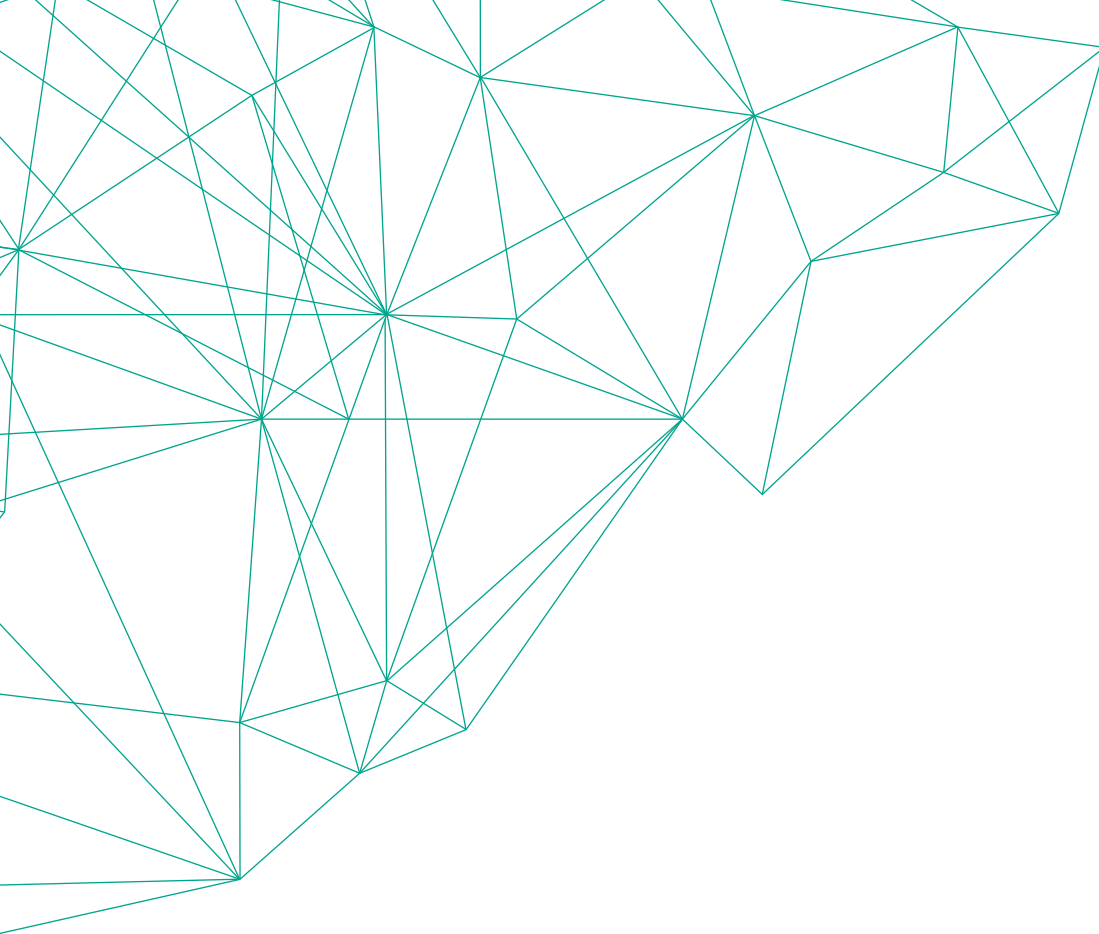
Et af de initiativer, der er med til at sikre, at det sker, er en arbejdsgruppe på godt 25 medarbejdere fra alle dele af virksomhedens selskaber og afdelinger. De skal kort sagt handle på, at Energinet udfører sine opgaver så bæredygtigt som overhovedet muligt. Det gør de blandt andet ved at videndele og sikre fælles rammer, processer og aktiviteter, der opfylder Energinets og omverdenens høje ambitioner og forventninger til bæredygtighed – herunder de stigende krav og øget lovgivning for virksomheders ansvarlighed i Danmark og EU.

Vores aktiviteter rækker også ud over Energinet, hvor vi blandt andet sørger for at stille de samme høje krav til vores leverandører om at levere bæredygtige løsninger.

Du kan læse mere om bæredygtighed i Energinet på www.energinet.dk/baeredygtighedsrapport2022

GRØN ENERGI FOR EN BEDRE VERDEN





ENERGINET

Tonne Kjærsvvej 65
7000 Fredericia
Tlf. 70 10 22 44

info@energinet.dk
www.energinet.dk

Energinet er en selvstændig, offentlig virksomhed under Klima-, energi- og forsyningsministeriet.

Vi arbejder for en grøn omstilling af energisystemerne, så borgere og virksomheder kan bruge vedvarende energi til alt, med en høj forsyningsikkerhed og til en pris, der kan betales.