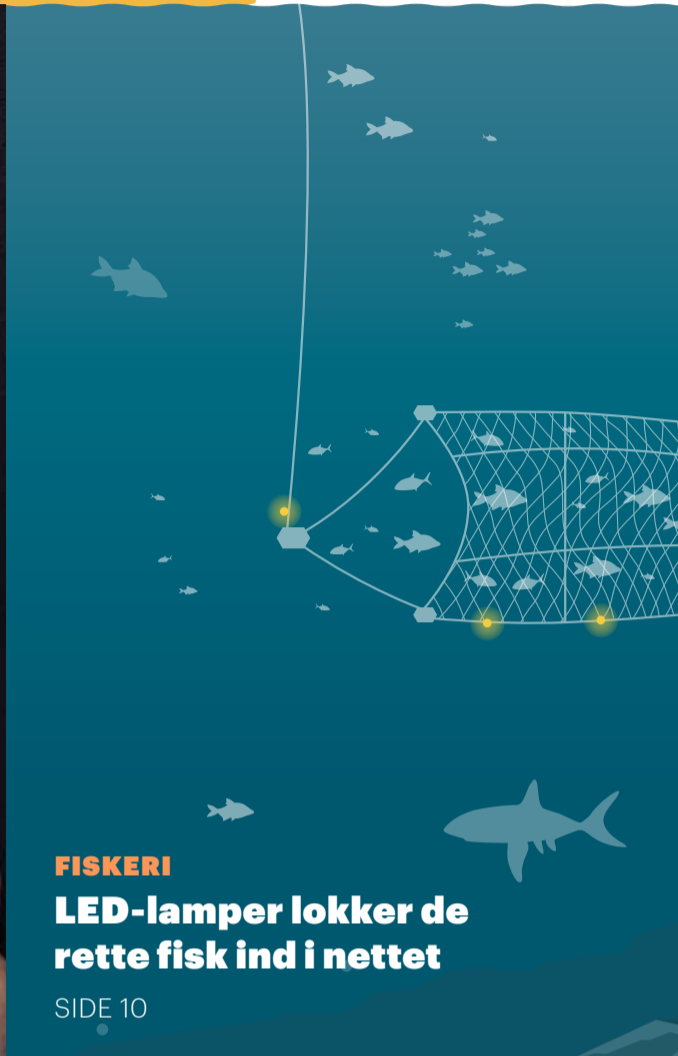
**ELEKTRONIK****Strækbare sensorer fortæller, når bleen er fuld**

TEMA SIDE 13-19

**FISKERI****LED-lamper lokker de rette fisk ind i nettet**

SIDE 10

**MILJØ****Affaldsdirektør tvivler på 75 procents genanvendelse af plast**

INTERVIEW SIDE 8-9

**ENERGI** FORBUD MOD AT SKIFTE TIL KLIMAVENTLIGE VARMEPUMPER

## Forældet lov stavnsbinder kommuner til fossil gas

Kommuner og virksomheder vil gerne erstatte naturgas med en gashybridvarmepumpe og dermed reducere deres CO<sub>2</sub>-udledning, men det er direkte ulovligt. Absurd teknikalitet, siger energiprofessor.

Af **Sanne Wittrup** [sw@ing.dk](mailto:sw@ing.dk) og **Magnus Bredsdorff** [mbr@ing.dk](mailto:mbr@ing.dk)

**M**ange kommuner og virksomheder landet over kæmper for at reducere deres CO<sub>2</sub>-udledning. Men hvis de er så uheldige at få varmen fra et lidt større naturgasfyret varmeanlæg, kaldet en blokvarmecentral, så er det umuligt at stille noget op: Ifølge

gældende lov skal de bruge naturgas, og gassen skal dække 100 pct. af varmebehovet.

Det betyder, at de ikke må etablere en eldrevet varmepumpe, en hybridvarmepumpe eller supplere med solvarme, selvom det både for kommunekassen og klimaet er en god forretning.

I et konkret tilfælde vil en skoles udskiftning af naturgas med en varmepumpe, der både kører på naturgas og på el, for eksempel kunne reducere skolens gasforbrug med 85 pct. og kommunens samlede CO<sub>2</sub>-udledning med 3 procent. Samtidig vil kommunen spare penge.

Selskabet Best Green, der leverer bæredygtig nærvarme til kommuner, erhverv og private, oplever stor interesse fra kommuner og virksomheder for at supplere eller udskifte gasfyret med varmepumper:

»De konkrete besparelser afhænger af, hvorvidt der er tale om at supplere eller udskifte en eksisterende gasinstallation med nærvarme. Overordnet set er det dog realistisk at opnå en CO<sub>2</sub>-besparelse på op mod 95 pct. og samtidig en økonomisk besparelse på 10-20 pct.,« siger kommunikations- og marketingchef Martin Bak.

Men når det gælder blokvarmecentraler, forhindrer loven – i form af den såkaldte projektbekendtgørelse – altså at droppe naturgassen. Og det har konsekvenser ikke kun for kommuner og virksomheder, men for Danmarks totale CO<sub>2</sub>-udledning.

Naturgasforbruget i blokvarmecentralerne udgør ifølge en konsulentrapport, som Ea Energianalyse har udarbejdet for Energistyrelsen, op til 17 PJ; et tal, som dog er behæftet med stor usikkerhed. Det svarer til 18

pct. af det samlede danske naturgasforbrug i 2017 eller til en CO<sub>2</sub>-udledning på 1,265 mio. ton årligt.

Ifølge partner Hans Henrik Lindboe fra Ea Energianalyse skal der gøres noget ved det danske forbrug af naturgas, hvis vi skal leve op til klimaambitionerne.

»De brugerbindinger, der ligger i fjernvarme- og gassektoren, hører en anden tid til. Valget til afløsning af naturgas står mellem fjernvarme, varmepumper og grøn gas,« skriver han i en mail.

Energiprofessor Brian Vad Mathiesen fra Aalborg Universitet kalder lovgivningen vedrørende blokvarmecentraler for »en absurd teknikalitet, som alle Folketingets partier burde kunne enes om at sætte en stoppe for«:

»Vi skal have elimineret gas til opvarmning og have lunkent vand

fra fjernvarme ind i stedet,« siger han.

Selv det statsejede og landsdækkende gasdistributionsselskab DGD mener, at det kan være en rigtig god idé at etablere en hybridvarmepumpe, der både kører på el og gas:

»Vi anser gashybridvarmepumper for at være én af fremtidens teknologiske løsninger til opvarmning. Derfor er vi positivt indstillet over for at deltage i et arbejde med at ændre projektbekendtgørelsen, så hybridløsningerne kan tillades på blokvarmecentraler,« siger Peter Kristensen, chef for marked og forretningsudvikling i DGD, der ejes af Energinet.

Det er ikke lykkedes Ingeniøren at få en kommentar fra klima-, energi- og forsyningsminister Dan Jørgensen (S). ■

**LÆS SIDE 4-5**

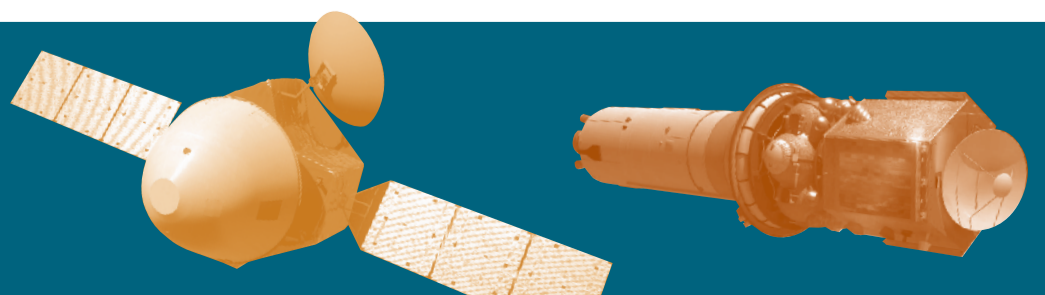
## 180 JOB

79 IT-JOB  
43 LEDELSES-JOB  
51 ELEKTRONIK-JOB

TEKNOLOGIENS  
JOBFINDER — SIDE 26

**RUMFART****Mars-projekter varmer op til 2020-vinduet**

SIDE 20-21



DEN STØRSTE RETSPOLITISKE SKANDALE I MANDS MINDE

# Ufattelig naiv tilgang til data hos både politi og retsvæsen

## LEDER

**DET ER UMULIGT** at overdrive omfanget af den skandale om brugen af teledata, som i øjeblikket hærger de danske domstole, politiet og Justitsministeriet. Mistænkte forbydere bliver løsladt, andre mistænkte må forblive varetægtsfængslet i månedsvis pga. udsatte retssager, mens mindst 10.000 og sandsynligvis langt flere sager, hvori der er fældet dom, skal gennemgås for at finde ud af, om der kan være tale om justitsmord.

**I MANDS MINDE** har vi – gudskelov – ikke haft sådanne tilstande i kernen af vores retssamfund. Det hele bygger på en komplet mangel på forståelse for, hvad indsamlede data kan bruges til, parret med en usædvanlig mangel på retlighed omhu.

**LAD OS FØRST MINDE** om, at de data, som sagen omhandler, er indsamlet ulovligt. Det strider mod EU-chartrets ret til privatliv at overvåge borgerne på det niveau, som teleselskaberne er forpligtet til, og som gør det muligt for politi og efterretningstjenester at få udleveret data om, hvor vi befinder os, og hvem vi kommunikerer med. Det har EU-Domstolen fastslået for snart tre år siden, men alligevel har skiftende danske justitsministre opretholdt reglerne.

**DET ER EN SKANDALE** i sig selv, ligesom det er stærkt kritisabelt, at der end ikke findes en statistik over, hvor ofte politiet stikker snablen i de enorme databaser. Vi ved kun, at selve

politiet (og altså ikke efterretningstjenesten) fik dommerkendelser til at se, hvem godt 3.000 mistænkte kommunikerede med sidste år. Men i hvor mange sager der er udleveret positionsdata, aner ingen, for de data udleveres i enhver straffesag, helt ned til cykeltyverier, i det omfang, de bliver efterforsket.

**DEN NYE TELESKANDALE** handler imidlertid ikke om indsamlingen af data, men om omfanget af, hvor meget politiet har klooket rundt i de selvsamme data. Den har været gal med den software, som politiet bruger for at skabe sig overblik over de lange regneark, som teleselskaberne udleverer. Softwaren har ganske enkelt smidt nogle data helt væk, så ikke alle opkald og sms'er er blevet præsenteret for forsvarere, dommere og politiets egne efterforskere. Desuden har softwaren placeret nogle af masterne forkert og dermed indført en fejl i, hvor de mistænkte har befundet sig.

## “

**Det lader til, at politiet og Justitsministeriet mangler en helt grundlæggende forståelse af, hvad data er, og med hvilke forbehold de bør behandles.**

**I SIG SELV** nærmest utilgiveligt dumt, men så kunne Rigspolitiet have erkendt fejlen på stedet, igangsat en undersøgelse og suspenderet brugen af den fejlbehæftede software. Sådan gik det langtfra. De første advarsler om fejl kom fra menige efterforskere allerede sidste år. I marts indså Rigspolitiet, at noget var galt, men vi skulle på den anden side af et folketingsvalg, inden ministeriet blev orienteret.

Derefter nedsatte en forståeligt bestyrtet justitsminister en undersøgelseskommission til at finde rundt i den retspolitiske del af skandalen. Imidlertid nåede politiet først frem til, at det nok er en god idé at analysere selve softwarefejlen, i sidste uge, altså næsten et halvt år efter, at fejlen blev kendt.

**SOM OM DEN** sendrægtighed ikke var tilstrækkeligt, har politiet i de seneste uger i stadigt stigende omfang forsøgt at henvise til, at der også er fejl i de data, som teleselskaberne leverer, vel at mærke for de bliver kørt igennem politiets egen, fejlramte software. Et par mindre eksempler med udenlandske telefoner har politiet fremhævet, men det forbliver et mysterium, hvorfor hverken selskaber eller politiet har fanget, hvis der var tale om systematiske, og ikke enkelte eller menneskelige, fejl.

**MEST AF ALT VIRKER** det derfor, som om politiet ganske usmageligt forsøger at tørre en del af en historisk møgsag af på dem, der nu er mulighed for. Næsten værre er, at det selv i de seneste orienteringer lader til, at politiet og Justitsministeriet mangler en helt grundlæggende forståelse af, hvad data er, og med hvilke forbehold de bør behandles. F.eks. giver de formuleringer, som politiet senest har udsendt, grund til at spørge, om ordensmagten er klar over, at man kan sende en sms fra en telefon, uden at man behøver at sidde med den i hånden.

**DOMMERNE OG FORSVARERNE** har også forsøgt at fralægge sig ethvert ansvar. Repræsentanter for begge har f.eks. udtalt, at de aldrig var blevet informeret eller advaret om de usikkerheder, der er, når teledata bliver brugt som bevismateriale. Det vidner om et behov for, at også de forholder sig langt mere skeptisk til databeviser og f.eks. spørger, hvor repræsentative, pålidelige og sikre data er. Ellers har politiet for let spil, og teleskandalen viser, at det ikke er en retsstat værdigt. ■ *mbr*

## LYT MED I VORES PODCAST

**Vidste du**, at du kan høre mere om vores væsentligste historier i podcasten Transformator?

Her uddyber journalisterne historier fra ugen, der gik i Teknologiens Mediehus.

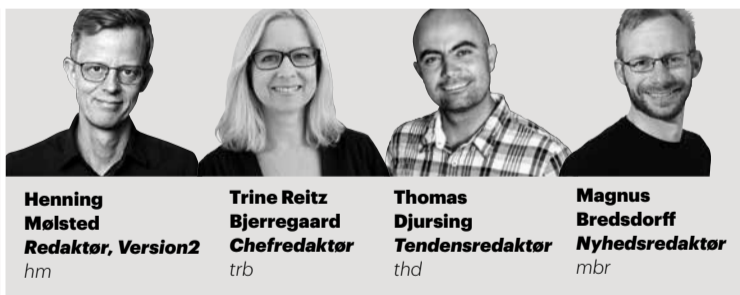
På fredag fortæller vi bl.a. om teknologiske våben mod kontorlarm, vi tjekker vindmøllevinger med droner og dykker ned i dambrug på land.

Du kan finde Transformator på [ing.dk](http://ing.dk) hver fredag – eller i din podcast-app.

Vi høres ved!

## INGENIØRENS LEDERKOLLEGIUM

Lederen udtrykker Ingeniørens holdning, der fastlægges af vores lederkollegium.



## TEKNOLOGIENS MEDIEHUS

– BROER AF VIDEN

**Ansv. chefredaktør:**  
Trine Reitz Bjerregaard | [trb@ing.dk](mailto:trb@ing.dk)

**Adm. direktør:**  
Christina Blaagaard | [chb@ing.dk](mailto:chb@ing.dk)

Kalvebod Brygge 33, 1560 København V,  
telefon +45 33 26 53 00.  
Teknologiens Mediehus A/S er ejet af  
Ingeniørforeningen, IDA, (2/3)  
samt pensionskasserne DIP og ISP (1/3).

## INGENIØREN

**Redaktør:** Carsten Bessing | [cab@ing.dk](mailto:cab@ing.dk)

**Forsideredaktør:**  
Magnus Bredsdorff | [mbr@ing.dk](mailto:mbr@ing.dk)

**Web- og debatredaktør:**  
Henrik Heide | [hehe@ing.dk](mailto:hehe@ing.dk)

**Design og layout:** Nanna Skytte | [nas@ing.dk](mailto:nas@ing.dk)

**Kronikker:** [debat@ing.dk](mailto:debat@ing.dk)

**Tips og pressemeddelelser:**  
Sendes til de relevante fagjournalister,  
se [www.ing.dk/redaktion](http://www.ing.dk/redaktion)

**annoncer:** Chefkonsulent Kåre Eliassen  
[ke@ing.dk](mailto:ke@ing.dk) | telefon +45 33 26 53 92  
**Jobannoncer:** Chefkonsulent Helle Kirk  
[hkek@ing.dk](mailto:hkek@ing.dk) | telefon +45 33 26 53 88

**Abonnement og adresseændringer:**  
[abonnement@ing.dk](mailto:abonnement@ing.dk) | telefon +45 70 26 53 75,  
[www.ing.dk/abonnement](http://www.ing.dk/abonnement).  
Abonnementspriser:  
1 år inkl. PLUS-abonnement: 1.750 kr.

**Tryk:** Dansk Avistryk, ISSN-nr: 0105-6220  
Ingeniøren er trykt på miljøvenligt papir  
**Samlet oplag:** Oplagstal: 83.280  
(Dansk Oplagskontrol 1. halvår 2018)

Synspunkter i artikler, ledere og indlæg kan ikke betragtes som udtryk for IDAs holdning.

Redaktionelt materiale kan med tilladelse genoptrykkes til andre formål.  
Henvendelse til Caroline Rutter,  
[car@ing.dk](mailto:car@ing.dk) | telefon +45 33 26 53 69

## – ØVRIGE UDGIVELSER

**ING.DK**  
– Teknologinyheder hver dag

**VERSION2.DK**  
– Fokus på den digitale verden

**PRO.ING.DK**  
– Viden for professionelle

**JOBFINDER.DK**  
– Jobportal for ingeniører og it-professionelle

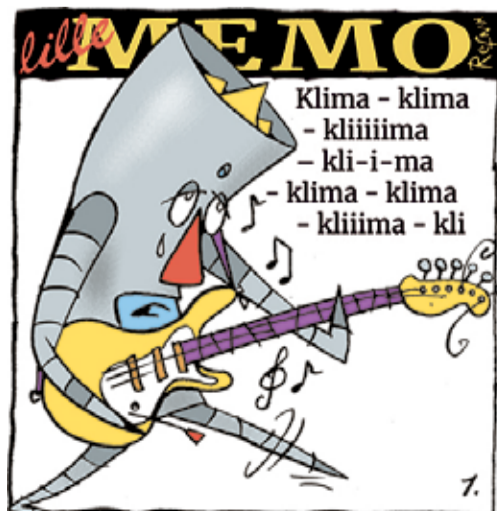
**TECH MANAGEMENT**  
– Forretning, teknologi og ledelse

Vi tager ansvar for indholdet og er tilmeldt



## LILLE MEMO af Lars Refn

>> Se flere på [ing.dk/satire](http://ing.dk/satire)



## EMC / EMI / RFI / TERMISK LØSNINGER

**EMC PAKNING/-LISTER** Ledende pakninger i mange varianter

**EMI/RFI AFSKÆRMNING** Kontaktfjedre - også løsninger til dit design

## FÆRDIGE KABINETPAKNINGER – HELE RAMMER – EMC/KLIMA I ÉN PAKNING

**HEAT TRANSFER PADS** Stort sortiment i termisk ledende materialer / KERAFOL

**FERRITTER** Komplet program / LAIRD

**EMI FILTER** Honeycomb filtre / TECH-ETCH



**EMI- & KLIMASKÆRM  
I SAMME PAKNING**



Michael Rye Sørensen



Evan Stæhr

Vi leverer løsninger.

Standard eller  
kundetilpassede.

Fra design over  
prototyper til  
store serier.

Til jeres applikationer

Få et tilbud

Tlf: +45 48 14 01 55

Fax: +45 48 14 01 56

Web: [www.bomberg.com](http://www.bomberg.com)

Mail: [sales@bomberg.com](mailto:sales@bomberg.com)

**YOUR TRUSTED SUPPLIER**

**AAA**<sup>®</sup>

Højeste kreditværdighed  
©Bisnode 2019

11 ÅR I TRÆK MED AAA

## VARMELEDENDE PADS



**KERAFOL**  
Keramische Folien GmbH



**BOMBERG**  
BOMBERG & CO. ApS

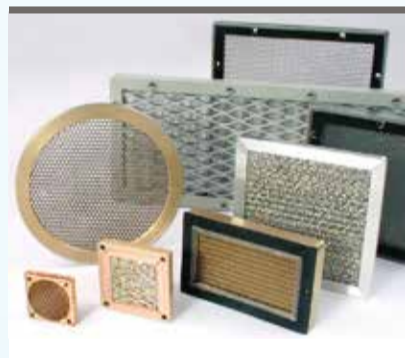
**BOMBERG**  
BOMBERG & CO. ApS

**BOMBERG**  
BOMBERG & CO. ApS  
Jeres EMC/EMI  
løsning



**Tech-Etch**

## EMI FILTRE



BESKYTTELSE I FORM AF  
TVS DIODER - SIKRER VITALE  
DELE AF JERES UAV



**PROTEK  
DEVICES**

Conductive Foam  
for I/O Applications  
**SCHLEGEL**  
electronic materials

ENERGI MENS VI VENTER PÅ EN GASSTRATEGI

# Derfor er gassen gået under radaren

Ingen har debatteret, om det er rationelt at oprettholde 19.000 km ledninger, selv om de hovedsageligt distribuerer fossil gas. Nu opfordrer forskere til et opgør med gassen.

Af Magnus Bredsdorff  
mbr@ing.dk

**T**irsdag, da det meste af denne artikel blev til, sendte statens eget energiselskab, Energinet, sin årsberetning på gaden. Den lister selskabets egne succes-kriterier for gasforretningen. »En effektiv og sikker gasdistribution« med »mål for soliditeten og afkastgraden«, lyder nøgleordene.

Ikke ét ord om grøn omstilling som målet for at drive 19.000 km gasledning kommer selskabet med.

Derfor starter vi med Energinet og giver ordet til professor i energi-planlægning Brian Vad Mathiesen fra Aalborg Universitet:

»Energinets formålsparagraf skal laves om. Den passer ikke til den virkelighed, vi er i nu, og slet ikke ind i virkeligheden i 2030, for ifølge sin formålsparagraf skal Energinet ikke tage miljøsyn eller vurdere effekten på CO<sub>2</sub>-udledning«, siger han.

Ifølge professoren kommer den ændrede formålsparagraf »nærmest før en klimalov«, som regeringen ligeledes tirsdag indledte forhandlingerne om. Uden en ny formålsparagraf kan den væsentligste aktør, oven i købet statens egen, ikke bidrage til at nedbringe det danske klima-udslip, lyder professorens logik.

## Monopol på gassen

Energinet har i dag monopol på at sende gas ud til samtlige kunder i hele landet. Sådan har det imidlertid ikke altid været. Tværtimod blev naturgassen indført i samarbejde med landets kommuner, som ejede de fem regionale gasselskaber, der fra begyndelsen i 1982 var udset til at sende gassen helt ud til de danske husstande, virksomheder og fjernvarmeværker.

Ideen var, at de lokale planer med kommunernes engagement kunne sikre, at naturgassen blev udbredt til hele landet. Det var afgørende, for naturgassen skulle i land fra Nordsøen, så vi blev fri for at importere så meget olie. Konsekven-

serne af den import stod smerteligt klart efter de første oliekriser i 1970'erne.

Da planerne blev lagt, havde bagmændene forventet, at der skulle være tilslutningspligt. Alle danskere i naturgasområderne skulle altså tvinges til at koble sig på nettet. Det blev imidlertid fjernet i lovgivningsprocessen på Christiansborg.

Samtidig var naturgasprisen bundet til olieprisen, der faldt som en sten igen i 1980'erne.

»Gassen kom til at konkurrere med olien i perioder, hvor olien var meget billig«, som historikeren Mogens Rüdiger fra Aalborg Universitet konstaterer. Han har beskæftiget sig indgående med det danske naturgasnet.

Konsekvensen var, at de kommunale naturgasselskaber var ved at gå konkurs.

»Man havde hele tiden regnet med, at naturgasprojektet skulle give overskud og finansiere sig selv. Nu stod skatteyderne til at hæfte for tabet. Det var en alvorlig sag«, vurderer historikeren.

Gasselskaberne måtte reddes med flere politiske indgreb i 1980'erne.

“

**På en absurd måde kan man sige, at jo mere miljøvenlige vi bliver, des flere penge taber statskassen. Det er en systemfejl.**

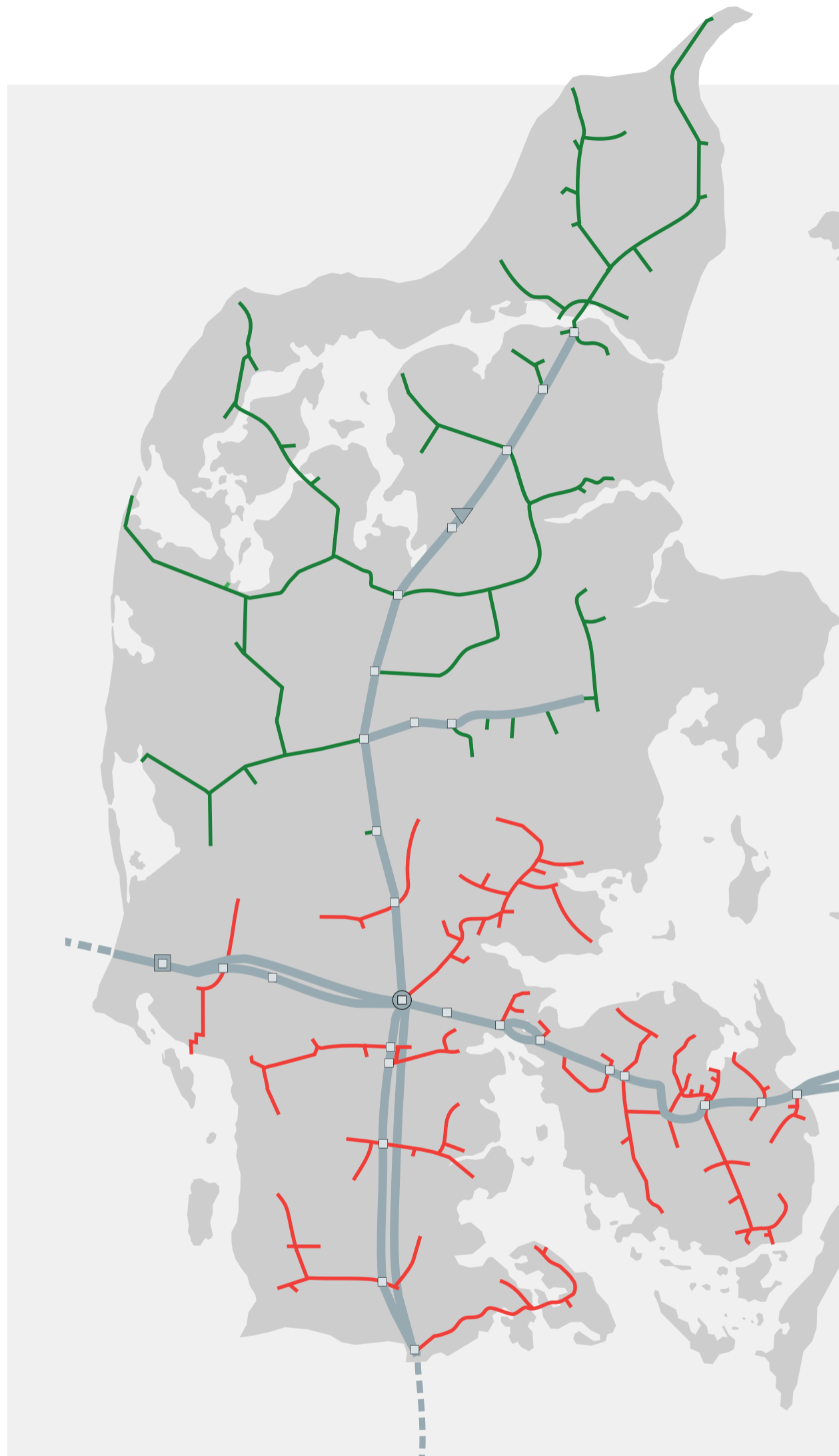
**BENT OLE GRAM MORTENSEN**

Professor, Juridisk Institut, Syddansk Universitet

Socialdemokratiet og Venstre stod sammen om dem. En af konsekvenserne var, at nettene blev udbygget yderligere. En anden, at nogle kunder – først og fremmest fjernvarmen, men altså også de blokvarmecentraler, som Ingeniøren omtaler i dag – blev bundet til at aftage naturgas.

## Kommunerne blev forgyldt

Kommunerne slap for de store tab. I stedet slog enkelte selskaber sig sammen, andre blev solgt ad flere omgange, indtil politikerne definerede gasforsyningen som så kritisk, at den kun må ejes af staten,



i praksis Energinet. Det statslige selskab drev i forvejen det overordnede transmissionsnet på 925 km, men det fintmaskede distributionsnet er købt inden for de seneste år. Den sidste handel, der omfatter gaskunderne i Midt- og Nordjylland samt København og Nordsjælland, blev først indgået i december sidste år.

Kommunekasserne blev forgyldt i milliardhandlerne, og i dag har Energinet monopol på gasledninger herhjemme.

Ifølge Mogens Rüdiger er nogle af gasnettene betalt ud og dermed gældfri, mens andre stadig døjer med afskrivninger på investeringer,

“

**Det er, som om vi har fredet gassektoren. Den er gået under radaren. Vi glemmer, at det er fossil gas.**

**BRIAN VAD MATHIESEN**

Professor i energi-planlægning, Aalborg Universitet

der snart er 40 år gamle. Det er også årsagen til, at den tarif, som kunderne betaler for gastransmission, ikke er ens i hele landet.

Mens ejerskabet er skiftet, er reguleringen ikke fulgt med. Mange af de store kunder er fortsat bundet til at bruge gas, selv om langt hovedparten af den, både i dag og i fremtiden, stammer fra fossile kilder.

Faktisk har der slet ikke været debat om, hvad vi skal bruge gasnettet til i en grøn fremtid, heller ikke i Energinets såkaldte interessentskab, hvor energiprofessor Frede Hvelplund fra Aalborg Universitet sidder.

VARME STATEN KÆMPE FOR GASSEN

# Naturgas og fjernvarme slås stadig om varmekunderne

Mens loven er klar omkring blokvarmecentraler, så er fjernvarmeprojekter i naturgasområder en juridisk kamplads mellem selskaberne rundt om i landet.

Af **Sanne Wittrup**  
sw@ing.dk

**H**os Skive Fjernvarme er der behersket glæde i dag. Selskabet fik onsdag – efter næsten tre års juridisk tovtrækkeri med gasselskabet HMN – Energiklagenævnets godkendelse til at bygge en ny flisfyret kedelcentral og udvide forsyningsområdet i den nordvestlige del af Skive by.

Projektet har været undervejs siden 2014. Skive Byråd gav som varmeplanmyndighed sin tilladelse til projektet i november 2016, men det lokale gasselskab HMN – som i dag er fusioneret ind i det statslige DGD, Dansk Gas Distribution – klagede dengang til Energiklagenævnet.

Nævnet gav dog Skive Kommune ret i dens vurdering af projektet, men det fulgte HMN op med et civilt søgsmål mod Energiklagenævnet, som medførte, at nævnet behandlede sagen igen og kom frem til samme resultat i den ekstra sagsbehandling: at Skive Kommunes godkendelse af fjernvarmeprojektet var i orden.

»Når vi er behersket glade, er det, fordi der stadig lurer en retssag i form af et civilt søgsmål fra HMN mod Energiklagenævnet. Den kan godt ændre på Energiklagenævnets afgørelse,« forklarer adm. direktør for Skive Fjernvarme Tage Meltofte.

I december sidste år fik en tilsvarende sag nemlig den helt modsatte slutning for Forsyning Helsingør Varme, der i første omgang måtte droppe sit fjernvarmeprojekt: Et civilt søgsmål mod Energiklagenævnet fra naturgasselskabet HMN ved byretten i Glostrup gav HMN ret i, at der var lavet fejl i sagsbehandlingen fra kommunens side, og retten ophævede tilladelsen fra Energiklagenævnet.

## Juridisk strid om varmekunder

Det er blot to eksempler på, hvordan den juridiske strid om varmekunderne er foregået og foregår rundt om i landet med den nuværende lovgivning, hvor kommunen ifølge projektbekendtgørelsen skal sikre, at projektet giver samfundsøkonomisk overskud. Efterfølgende kan selskaberne klage over afgørelsen til Energiklagenævnet.

Ifølge Jesper Koch, der er analysechef hos Dansk Fjernvarmes tænketank, Grøn Energi, sætter det statslige gasselskab Dansk Gas Distribution dog hælene i over for fjernvarme mange steder:

»Som minimum trækker projektet ud, og det koster tid og penge at behandle sagerne – også der, hvor omstillingen skulle være ligetil,« siger han.

Mens kampen tidligere foregik mellem fjernvarmeselskaber og kommunerne på den ene side og en række regionale naturgas-distributionselskaber på den anden side, så er alle naturgas-distributionselskaber i dag samlet under ét statsligt selskab, Dansk Gas Distribution, der ejes af Energinet.

Dét har ifølge Næstved Fjernvarme ikke gjort sagsbehandlingen nemmere. Tværtimod har man ifølge adm. direktør Jens Andersen oplevet større nidkærhed over for projekter i de seneste to år.

*Men det er vel fint, at DGD er med til at sikre, at projekterne er regnet ordentligt igennem?*

»Det kan man sige, men det har vi jo også hele myndighedssystemet til. Vi oplever, at DGD går ned i nogle virkelig små detaljer, som blot er med til at trække sagsbehandlingen i langdrag – for eksempel diskutere vi levetiden på et gasfy, selvom der er faldet en dom desangående,« siger Jens Andersen.

Han tilføjer, at det kan medføre, at varmekunderne bliver nødt til at købe et nyt gasfy i mellemtiden og så ikke kan få gavn af fjernvarmen.

»Jeg tror, at mange fjernvarmeselskaber dropper nye projektforslag med udsigt til den lange og besværlige sagsbehandling,« siger han.

## Statslig nidkærhed

I Næstved har kommunen godkendt en udvidelse af fjernvarmeområdet i november 2017. Det er et fjernvarmeprojekt, der skal aftage mere af varmen fra det eksisterende affaldsforbrændingsanlæg, og som er beregnet til at give et samfundsøkonomisk overskud på godt 41 mio. kroner.

Efter godkendelsen kan gasselskaberne klage over afgørelsen til Energiklagenævnet, og det er de så for tiden i gang med.

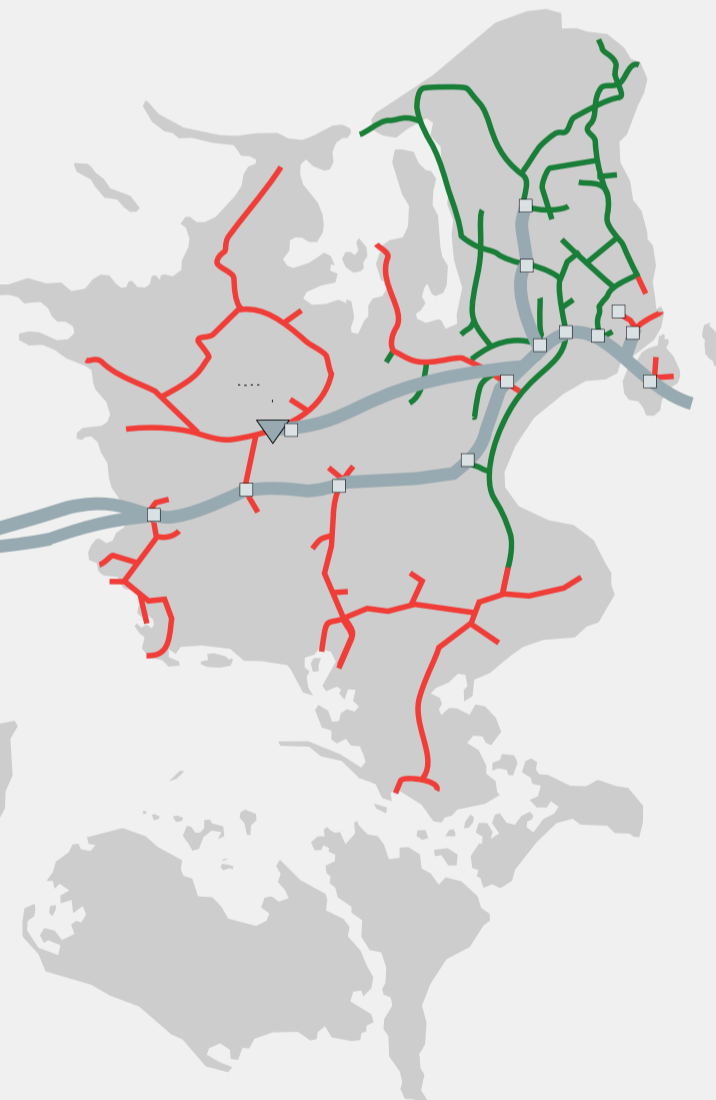
Udvidelsesprojektet kræver ikke tilslutningspligt hos varmekunderne og indeholder en kompensationsbetaling til gasselskabet på godt 20 mio. kroner inklusive afkoblingsgebyr.

»Vi forstår faktisk ikke denne nidkærhed, som staten lægger for dagen for at beskytte sin forretning. Dels får DGD i forvejen økonomisk kompensation ved den slags projekter, og dels burde de vel se lidt mere overordnet på sagen og fremme tiltag til effektiv grøn omstilling,« siger Jens Andersen.

Ingeniøren har bedt om en kommentar fra DGD, som på grund af konference ikke kunne nå at svare inden deadline. ■



— Transmissionsledninger med MR-stationer  
— Distributionsledninger  
■ Behandlingsanlæg ▼ Gaslager ● Kompressorstation



## FAKTA DET DANSKE GASNET

**Transmissionnettet** består af 925 km stålør med en diameter på 250-900 mm og et driftstryk på 50-80 bar.

**Distributionsnettet** udgøres af 2.606 km stålør med en diameter på 80-450 mm og et driftstryk på 19-50 bar, samt af 15.612 km plastrør med en diameter på 40-250 mm og et driftstryk på 0,022-7 bar.

Kilde: Gasfakta.dk

Ifølge en opgørelse fra Ea Energianalyse fra december 2018, som er behæftet med stor usikkerhed, er der 1.477 naturgasfyrede blokvarmecentraler tilknyttet gasnettet.

»Naturgassen fører en stille tilværelse på de møder. Men der er brug for en systematisk diskussion af naturgassens rolle i den grønne omstilling, og det kommer netop ved at trække de eksempler frem, som I gør,« siger han.

## Ikke politikerne, der bestemmer

En anden forsker, som har studeret den danske energiforsyning indgående, er professor Bent Ole Gram Mortensen fra Juridisk Institut på Syddansk Universitet.

»Energinet bliver drevet og tænker som en privat virksomhed, som skal holde på sin markedsandel. Det

er ikke politikerne, som bestemmer på det område,« fremhæver han.

Samtidig er naturgas blevet et skatteobjekt, mens biomasse ikke bliver beskattet.

»På en absurd måde kan man sige, at jo mere miljøvenlige vi bliver, des flere penge taber statskassen. Det er en systemfejl,« siger jura-professoren.

Spøgsålet er, hvordan naturgassen er gået under radaren i debatten om, hvordan 19.000 km ledninger passer ind i den grønne omstilling. Svaret kan ifølge Bent Ole Gram Mortensen kun blive spekulationer.

»Er det, fordi gassen ligger i et offentligt egenskab, at politikerne har haft en særlig forkærlighed for den, mens fjernvarmen er opstået på mere lokalt initiativ?« spørger han.

Så giver vi bolden tilbage til Brian Vad Mathiesen fra Aalborg Universitet.

»Det er, som om vi har fredet gasssektoren. Den er gået under radaren. Vi glemmer, at det er fossil gas,« siger han.

En del af sidste sommers energiforlig var, at der skulle udarbejdes en ny, dansk gasstrategi, som dog endnu ikke er blevet til virkelighed. ■

DAMBRUG BRANCHEN VÅNDER SIG EFTER INDGREB MOD HAVBRUG

# Kan fisk på land løbe rundt?

Regeringen vil stoppe nye havbrug. Men det er for dyrt at opdrætte saltvandsfisk på land, siger havbrugsejerne – på trods af, at børnesygdommene er ved at være overstået.

Af **Ulrik Andersen**  
ula@ing.dk

**S**kal vi satse udelukkende på teknologier, der har vist sig ikke at fungere teknisk og økonomisk?«

Sådan lød reaktionen fra brancheforeningen Dansk Akvakulturs direktør, Brian Thomsen, da miljøminister Lea Wermelin (S) i sidste uge meldte ud, at hun dropper en ny bekendtgørelse, der ville have gjort det muligt at etablere nye havbrug i Kattegat. I stedet bør branchen bygge landbaserede dambrug, lød det fra ministeren.

Og har man læst regnskaberne fra saltvandsdambrugene, kan man godt forstå brancheforeningens skepsis: I Hvide Sande har Atlantic Sapphire siden 2011 investeret omkring 250 mio. kr. i saltvandsdambruget Langsand Laks, men indtil videre løber underskuddet på driften op i omkring 80 mio. kr.

Hos Sashimi Royal i Hanstholm har man siden 2016 opdrættet australsk ravfisk – en tunlignende fisketype, der er noget dyrere end laks. Alligevel ligger det samlede driftsresultat på -17 mio. kr.

I Hirtshals nåede Danish Salmon sidste år over nul, men det tog også otte år, og ifølge mediet Fødevarewatch har aktionærene måttet skyde 75 mio. kr. i selskabet, der til gengæld har haft et samlet underskud på 60 mio. kr. undervejs.

## En krævende teknologi

Teknologien til saltvandsdambrug er der, men det kræver både viden om teknologien og om fiskeopdræt samt et anlæg af en vis størrelse at kunne producere med en god økonomi, siger teknisk direktør og medstifter af Atlantic Sapphire Thue Holm, før han gennemgår de problemer, virksomheden har haft med Langsand Laks i Hvide Sande:

»Vi fik den første rogn i anlægget i 2011, men vi havde ikke dimensioneret rensningen af det havvand, vi pumper ind, godt nok, så vi fik sygdom, som vi måtte kæmpe med.«

Virksomheden måtte lukke hele anlægget ned og rense alt igennem – en dyr øvelse, der sendte dem tilbage til start. Men efter at Langsand Laks i 2014 begyndte at rense indtagsvandet med membraner og bestråle det med ultraviolet lys, har der ikke været syge fisk. Efter nedlukningen startede virksomheden produktionen op igen. Men i juni 2017 døde alle fiskene pludselig.

»Efter at vi havde opbygget fiskebestanden igen, lavede vi den fejl, at vi ikke opdagede, at der skete en sedimentation i anlægget.«

Sedimentationen betød, at der pludselig var meget mad til bakterier, som under de anaerobe forhold



Ifølge DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi på Aarhus Universitet, blev der i 2017 udledt 64.000 ton kvælstof til havet omkring Danmark. Kvælstoffet stammer primært fra landbrug, men der udledes også fra renseanlæg, industrier og akvakultur. Ifølge Miljøstyrelsen stammer omkring 377 ton kvælstof fra

saltvandsbaseret opdræt på havet og på land, og 650 ton fra ferskvandsdambrug. Regeringen har meldt ud, at den vil forhindre flere nye havbrug, og at opdræt »grundlæggende« skal foregå i landbaserede anlæg, som dette fra den norske leverandør Akva Group, der blandt har opført et anlæg i Hirtshals.

i anlægget, hvor der også er sulfat til stede, dannede svovlbrinte i en mængde, der dræbte de 250 ton laks.

»Derefter ombyggede vi anlægget, så det nu er let at komme til alle steder. Desuden monterede vi sensorer, der hurtigt kan afsløre, hvis der er svovlbrinte i anlægget.«

## Overvurderet produktion

Siden 2017 har anlægget kørt mere stabilt. Produktionen nåede dog ikke over 800 ton årligt, hvor den oprindelige forventning var 1.000 ton. I 2018 udbyggede Atlantic Sapphire Denmark A/S derfor anlægget, så det nu forventes at producere 2.700 ton årligt fra 2020.

»I flere projekter har man overvurderet, hvad man kunne producere. Men nu er der kommet mere realisme ind,« vurderer Michael Bech fra virksomheden Krüger, som leverer recirkulerende akvakulturanlæg.

En af årsagerne til, at produktionen er gået dårligere end forventet, er, at fiskene – især hannerne – bliver tidligere kønsmodne i tankene på land end i havet.

»Kønsmodne fisk vokser langsommere, og det nedsætter pro-

**“**  
**Dambrugsteknologien optimeres fortsat, men den er endnu ikke god nok til, at man kan tjene mange penge på at holde hele opdrætsprocessen (...) på land.**

**PER BOVBJERG PEDERSEN**

Sektionsleder, DTU Aqua

duktionen. Det sker ikke i samme grad i havbrug, fordi de dér følger en naturlig døgnrytme,« forklarer Michael Bech. Branchen har dog udviklet forskellige modsvar på denne problematik – nogle opdrætter således kun hunfisk, mens andre satser på bedre styring af belysning, saltkoncentration og vandtemperatur, der påvirker døgnrytmen.

Fiskeopdrættet er imidlertid kun den ene del af processen, understreger han:

»Det har også været en udfordring at få spildevandsrensningen til at fungere på saltvandsanlæg. Denitrifikationsprocessen, som fjerner kvælstof ved at nedbryde nitrat til frit kvælstof, der kan fordampe, virker langsommere i saltvand end i ferskvand, så man skal have en større overflade med bakterier end i ferskvandsanlæg. Det havde man ikke erkendt i starten, så renseanlægene blev underdimensionerede.«

Internt på anlæggene har vandkvaliteten – helt bogstaveligt – givet en dårlig smag i munden. Bakterier og svampe i anlæggene kan nemlig danne stofferne geosmin og methylisoborneol (MIB), som giver fisken en jordslået, moseagtig smag.

»Er der bare få nanogram af stofferne i fisken, så er mennesker i stand til at smage det,« siger Michael Bech.

På nogle anlæg lader man derfor fiskene svømme i helt rent indtagsvand i nogle dage, før de skal slagtes, for at rense stofferne ud. Og andre tiltag, som tilsætning af ozon, kan yderligere reducere problemet.

Både Michael Bech og Thue Holm mener imidlertid, at branchen nu er

ude over sine børnesygdomme, og deres vurdering deles tilsyneladende uden for landets grænser. Både i Norge, Kina, Japan og Canada investeres der store beløb i saltvandsdambrug i disse år, og optimismen får opbakning af analytikere fra banken DNB, som har identificeret igangværende og planlagte projekter, der kan bringe den globale landbaserede produktionskapacitet op på 600.000 ton i 2026.

## Ikke godt nok endnu

Sektionsleder Per Bovbjerg Pedersen fra DTU Aqua opfordrer imidlertid til lidt koldblodighed.

»Dambrugsteknologien optimeres fortsat, men den er endnu ikke god nok til, at man kan tjene mange penge på at holde hele opdrætsprocessen for regnbueørreder på land. Mange af de saltvandsdambrug, der bygges op nu, skal således kun opdrætte sættefisk, der senere sættes ud i havbrug. Her kan meromkostningen betale sig, fordi man kan styre produktionen og undgå en masse sygdomme, og de fylder ikke så meget i anlæggene. Det er der, hvor det økonomiske balancepunkt ligger lige nu.«

Sektionslederen har dog »begrundet håb« om, at landbaserede anlæg fortsat kan forbedres – eksempelvis ved billigere kvælstofrensning.

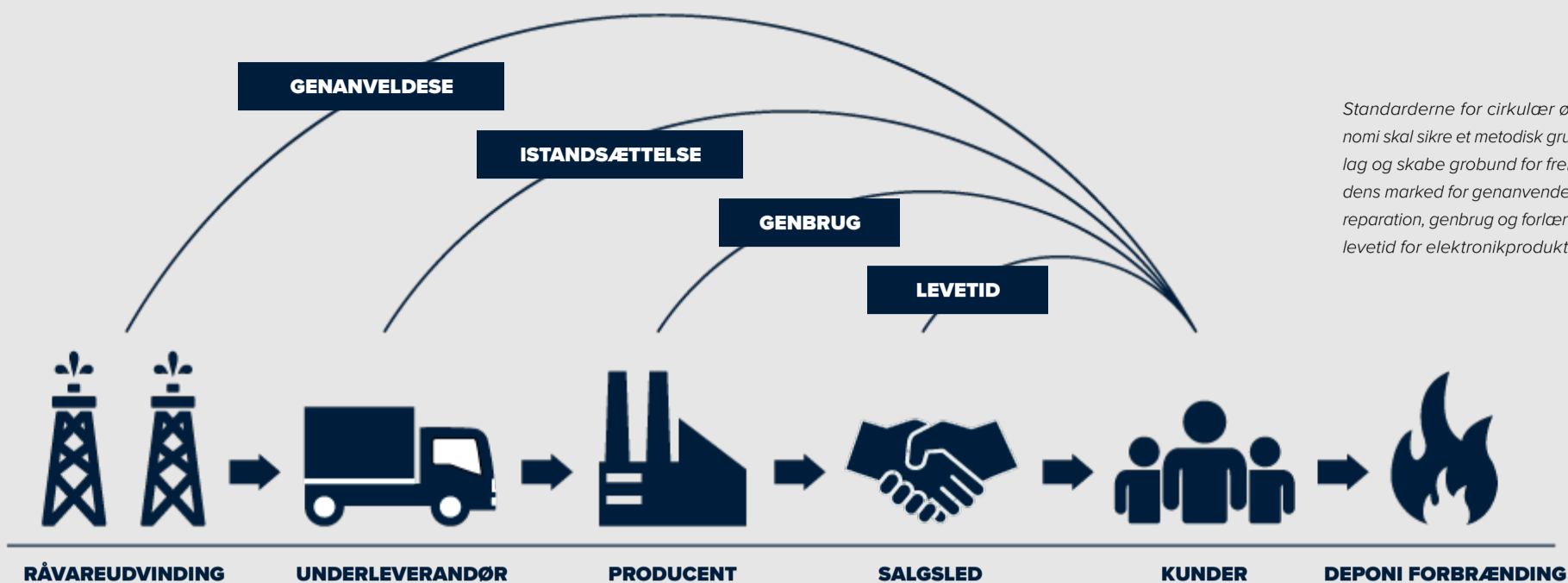
»Det svære er at fjerne kvælstoffet billigt. Men vi har testet anlæg, hvor man bruger træflis som ekstern kulstofkilde, der kan drive en denitrifikationsproces. Det ved vi virker – også på saltvand – men udfordringen er, at det fylder ret meget, så hvis plads er en udfordring, skal du vælge en anden teknologi, som aktivt slam. Det er mere effektivt, men kræver mere procesforståelse og processtyring end træflis.«

Hos virksomheden Aquapri, der både har havbrug og et recirkulerende ferskvandsdambrug, håber direktør Morten Priess virkelig, at de recirkulerende anlæg bliver bedre. For lige nu har han meget svært ved at se fornuften i regeringens beslutning om at stoppe flere havbrug.

»Der udledes hvert år omkring 64.000 ton kvælstof fra landjorden til havet, og kvælstoftransporten gennem danske farvande er langt over 600.000 ton. Nye havbrug ville have udledt 800 ton mere, og det ville have været i åbent hav og ikke i de kystnære farvande, som dambrugene udleder til. Til gengæld kunne man producere 24.000 ton fisk. Hvis man skal flytte den produktion på land, kan man med den nuværende teknologi halvere kvælstofudledningen. Men man får et enormt højt energiforbrug og skal bruge kemikalier til renseanlægene, så jeg tror ikke, at det er mere bæredygtigt. Til gengæld er det meget dyrt at bygge og drive, de faste omkostninger er meget høje, og hvis du får sygdom i anlægget, er helvede løs, for så skal alt lukkes ned.«

Foreløbig tyder det dog ikke på, at regeringen lytter til erhvervet.

»Grundlæggende vil regeringen en bæredygtig strategi for fiskeopdræt i Danmark, og det vil grundlæggende sige, at opdrættet skal være på land,« har Lea Wermelin således udtalt til Ritzau. ■



Standarderne for cirkulær økonomi skal sikre et metodisk grundlag og skabe grobund for fremtidens marked for genanvendelse, reparation, genbrug og forlænget levetid for elektronikprodukter.

# Nye standarder giver dit tv og køleskab længere levetid

**Nye standarder for cirkulær økonomi skal gøre det nemmere at reparere eller genanvende elektronikprodukter og forlænge deres levetid. Vil man som virksomhed leve op til fremtidens markeds- og lovkrav, er det godt allerede nu at kende til standarderne.**

Produceret af **TECH RELATIONS** for Dansk Standard

Som læser kan du måske huske – eller har fået fortalt – hvordan støvsugeren eller fjernsynet holdt meget længere i gamle dage. Det var før, produkterne blev designet til planlagt forældelse, og det blev for dyrt og besværligt at reparere dem. De tider skal vi nu tilbage til ved hjælp af en række nye europæiske standarder for cirkulær økonomi.

Formålet med de nye standarder er at skabe bedre muligheder for længere levetid, reparation, genbrug og genanvendelse af elektronikprodukter i fremtiden. Der udarbejdes i alt otte standarder, hvor fem er under udarbejdelse, og tre er udkommet.

“Kort sagt handler det om at sikre adgang til råmaterialer i fremtiden. Derfor er det vigtig-

tigt, at vi fremadrettet i højere grad kan genbruge og reparere mest muligt. Det er her, standarder kommer ind i billedet,” siger Jesper Lauridsen, der er seniorkonsulent i Dansk Standard og ansvarlig for det udvalg, der er med til at udarbejde de nye standarder.

#### Der mangler fælles testmetoder

Ifølge Jesper Lauridsen har der nemlig manglet ensartet terminologi samt metoder til at kontrollere og udføre tests op imod. Og det er nødvendigt, hvis ressourceeffektiviseringen skal øges.

Men standarderne kommer ikke kun til at omfatte forbrugerprodukter som opvaske-maskiner og computere, men også eksempelvis motorstyringer til elevatorer, køleanlæg, pumper og industrialanlæg, hvor der er nogle helt andre dynamikker i spil. Derfor har det været vigtigt for flere danske B2B-virksomheder – eksempelvis Danfoss – at deltage i udviklingen af standarderne og dermed få indflydelse på fremtidens markeds- og lovkrav på området.

Standarderne er udviklet i forlængelse af Ecodesign-direktivet og indeholder konkrete metoder til at måle på produktets ‘cirkularitet’. Standarderne skaber således et grundlag for at kunne leve op til de rammer, loven sætter. Indtil videre dækker standarderne kun energirelaterede produkter, hvor der kan stilles krav til produktets kvalitet og energieffektivitet – det, vi bl.a. kender fra energimærket på

køleskabe osv. – men standarderne er udviklet på en sådan måde, at EU-Kommissionen i fremtiden også kan vælge at bruge dem inden for andre produktområder.

#### Standarder fremmer produktudvikling

Men de nye standarder kan, hvis man spørger Danfoss, som har været med til at udvikle dem, også bruges til at udvikle og skabe helt ny teknologi.

“I Danfoss Drives har vi startet et projekt, der skal sætte retningen for vores arbejde med cirkulær økonomi fremadrettet. Hvor gør vi det godt i dag, og hvor kan vi blive bedre? Her bliver standarderne relevante – dels som praktiske redskaber til produktudvikling og dels som et middel til at leve op til lovgivningen og vores kunders forventninger,” siger Jesper Jerlang, der er Standardization Manager i Danfoss Drives A/S.

Eksempelvis kan standarderne hjælpe Danfoss med at sikre et optimalt design fremadrettet. Det kan f.eks. være i forhold til, hvordan produktet skal samles, eller hvilken type skrue eller coating der er hensigtsmæssig, så det nemt kan skilles ad igen med almindeligt værktøj med henblik på reparation eller genanvendelse.

#### På forkant med lovgivningen

Både Danfoss Drives og Danfoss Corporate har deltaget i arbejdet med at lave de nye europæiske standarder, så de har kigget på det med flere øjne og forskellige indgangsvinkler. Den bagvedliggende årsag er, at Danfoss har et overordnet fokus på bæredygtighed. Derfor er det relevant for virksomheden også at se på produktets materiale-effektivitet.

Samtidig er standarderne en mulighed for at få et fingerpeg om, hvad der bliver kommende lovgivningskrav på området. Derfor er det vigtigt for Danfoss at have et godt indblik i indholdet i standarderne, som giver et kig ind i EU-Kommissionens maskinrum:

“Vi har store kunder, der også begynder at arbejde med det her – og samtidig ved vi, at standarderne skal understøtte kommende europæisk lovgivning. Ved at sidde med om



Jesper Jerlang er Standardization Manager i Danfoss Drives A/S, der har været med til at udvikle de nye standarder for cirkulær økonomi.

bordet, når standarderne bliver til, er vi både på forkant med lovgivningen og fremtidig kundekrav. Så der er mange gode grunde til at gå ind i standardisering for cirkulær økonomi,” siger Jesper Jerlang

#### Fleere standarder på vej

Arbejdet slutter ikke med de nye standarder. De er nemlig horisontale og skal bruges som ramme for mere produktspecifikke standarder, hvor man kan blive endnu mere konkret i forhold til metoder og målinger. Og såvel Danfoss som Dansk Standard har da også en klar forventning om, at der vil komme sådanne produktspecifikke standarder inden for mange områder.

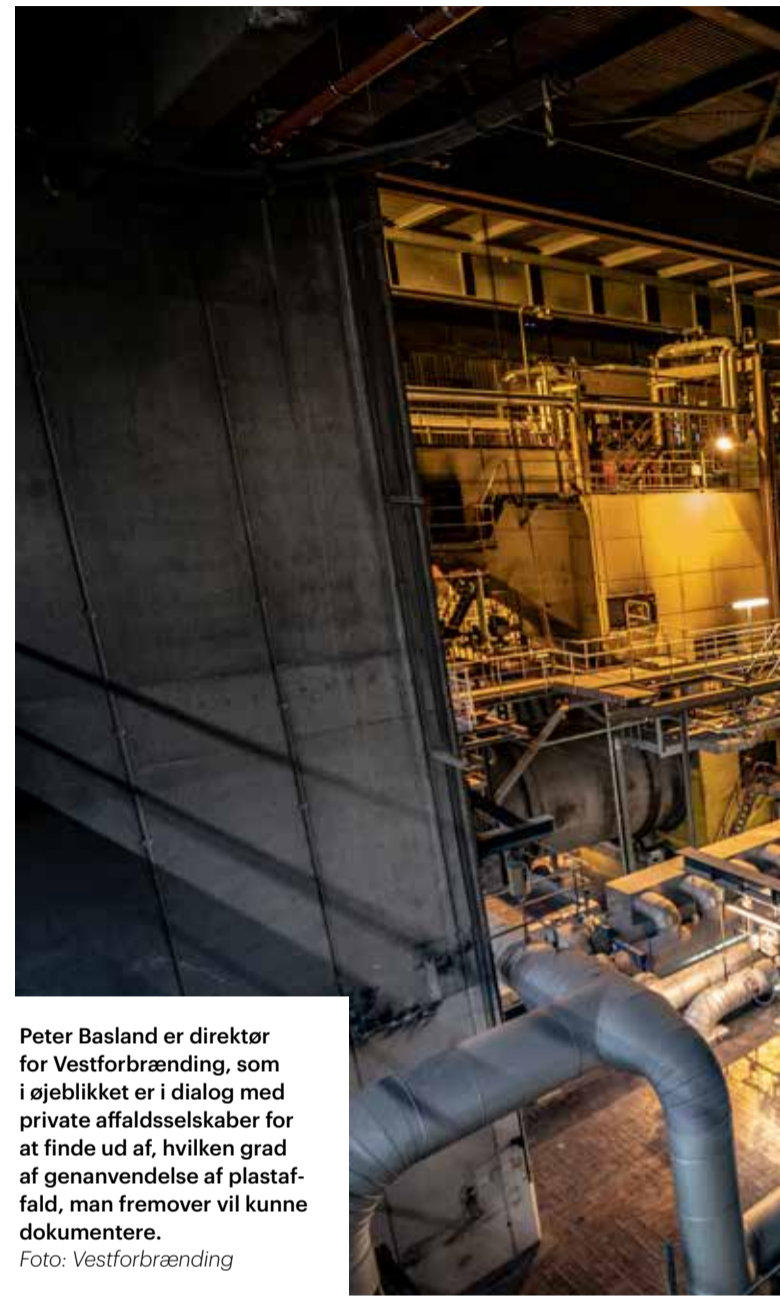
Alle med interesse for og viden om cirkulær økonomi kan være med til at forme fremtidens standarder på området, der spænder bredt lige fra plast og byggeri til helt overordnede standarder samt et egentligt ledelsessystem for cirkulær økonomi.

## HVORFOR STANDARDER FOR CIRKULÆR ØKONOMI?

- Sikrer adgang til råvarer i fremtiden
- Øger ressourceeffektiviseringen
- Øger gennemsnitslevetiden, der for mange elektriske produkter er blevet væsentligt kortere end tidligere.
- Skaber nye markeder for genanvendte ressourcer

## VIL DU VIDE MERE OM CIRKULÆR ØKONOMI?

Tilmeld dig Dansk Standards Morgen-Briefing: **Cirkulær økonomi – fra ord til handling**. Her stiller tidl. miljøminister og erhvervsordfører for Radikale Venstre **Ida Auken** samt en række andre eksperter skarpt på cirkulær økonomi. Du kan tilmelde dig **gratis** på: [www.ds.dk](http://www.ds.dk)



Peter Basland er direktør for Vestforbrænding, som i øjeblikket er i dialog med private affaldsselskaber for at finde ud af, hvilken grad af genanvendelse af plastaffald, man fremover vil kunne dokumentere.

Foto: Vestforbrænding

**MILJØ** VESTFORBRÆNDINGS DIREKTØR EFTER BALLADE OM PLASTGENANVENDELSE:

# »Jeg tror ikke på 75 procent i dag«

Direktøren for Danmarks største affaldsselskab afviser kendskab til, at selskabet gennem flere år overdrev genanvendelsesprocenten for plastaffald.

**INTERVIEW**  
Af Louise Holst Andersen  
lha@ing.dk

**B**are følg skorstenen. Den er ikke til at tage fejl af, når man nærmer sig Vestforbrændings hovedkvarter i Glostrup.

Her holder Danmarks største affaldsselskab til – selskabet, som i flere år uden dokumentation lovede, at 75 procent af borgernes plastaffald blev genanvendt.

På et kontor foran den høje skorsten sidder direktør Peter Basland med armene over kors. Da han bliver spurgt til, hvad der er sket, begynder han:

»Der er sket det, at Vestforbrænding har prøvet at gå forrest. Men det er klart, at når man går forrest, så er der også nogle lærepenge, der skal betales.«

Sagen begyndte i juni, da direktør Peter Basland opdagede, at der ikke var dokumentation for at sige, at 75 procent af plastaffaldet bliver gen-

anvendt. Kort efter annullerede han et udbud af plastsorteringen. For som Ingeniøren kunne afsløre i slutningen af august, kan Vestforbrænding kun med sikkerhed sige, at 31 procent af københavnernes plastaffald bliver genanvendt i nye produkter.

I dag tvivler direktøren på, at det overhovedet er muligt at omdanne 75 procent af plastaffaldet til nye produkter:

»Det kommer an på, hvordan du definerer genanvendelse. Hvis du definerer genanvendelse som, at plasten er gået ind i ny materialeproduktion, så er det nok tvivlsomt. Så tror jeg ikke på 75 procent i dag.«

## En lillebitte del

Årsagen til den manglende dokumentation er, at Vestforbrænding i sine kontrakter ikke har stillet krav til genanvendelsen i de led af virksomheder, der kommer efter sorteringsanlægget.

»Vi har kommunikeret det, som om plasten er genanvendt i samme øjeblik, vi sorterer den. Og så har vi sagt, at vi har dokumentation for, at det er genanvendt,« forklarer Peter Basland:

»Vores gode intention er ikke blevet løftet i de her kontrakter, og vi har ikke kommunikeret klart.«

Ingeniørens dækning i sommer var ikke første gang, der blev stillet

kritiske spørgsmål til Vestforbrændings høje genanvendelsesprocent på husholdningsplast. Men hele tiden har virksomheden holdt fast: Tvivlen er ubegrundet – 75 procent af plasten bliver genanvendt.

Men i en intern e-mail, Ingeniøren har fået aktindsigt i, skriver en medarbejder i Vestforbrænding, at der altid er blevet »talt åbent om, at vores reelle genanvendelsesprocent på plastic ikke er 75.«

Når så mange har sat spørgsmålstegn ved jeres genanvendelsesprocent, hvordan kunne I så blive ved med at hævde, at den var 75 – når afdelingen bag internt skrev, at de altid havde talt åbent om, at tallet var for højt?

»Det spørgsmål kan jeg simpelt hen ikke svare på. Du spørger mig om, hvorfor nogle andre kan gøre et eller andet,« siger Peter Basland.

Men det er jo ikke 'nogle andre' – det er en afdeling i den virksomhed, du er direktør i.

»Det er en afdeling i en virksomhed, jeg er direktør i, men du har også set, at lige så snart, jeg har opdaget det her, så har jeg forsøgt at rette op og sikre mig, at de her problemstillinger ikke bliver båret videre ud i fremtiden.«

Hvordan kan det være, at du ikke har vidst det tidligere?

»Vi arbejder med ressourcer, vi arbejder med energinyttiggørelse,

vi arbejder med fjernvarme – det der er jo en lillebitte del af helheden i Vestforbrænding. Der skulle være hundrede af mig, hvis jeg ikke skulle have tillid til de udtalelser og rapporter, jeg får fra organisationen.«

Men der sidder en hel afdeling og siger, at de taler åbent om, at genanvendelsesprocenten ikke er 75.

»De har ikke talt åbent om det, så det er kommet over til mig eller andre.«

Har du været overbevist om, at 75 procent af plastaffaldet reelt kunne genanvendes?

»Selvfølgelig var jeg overbevist om det. Der ligger en auditrapport (ekstern tilsynsrapport, red.), der bekræfter det. Hvorfor skulle jeg betvivle det?«

Også selvom flere kritikere sagde, at 75 procent er urealistisk – og selvom det nordjyske affaldsselskab Reno-Nord kun kan genanvende 45 procent?

»Jeg har troet på, at det var realistisk, for ellers havde jeg selvfølgelig grebet ind noget før.«

## 30 procent er godt nok

Kort efter, at Peter Basland opdagede, at Vestforbrænding ikke kunne dokumentere genanvendelsen på hovedstadens plastaffald, satte han en ekstern undersøgelse i gang for at finde ud af, hvad den reelle genanvendelsesprocent har været – og hvad Vestforbrænding har haft dokumentation for.

Hvor høj skal den reelle genanvendelsesprocent være, før det er okay at bede borgerne sortere deres affald?

»Alt, hvad vi tager ud til genanvendelse, lønner sig. Det gælder om at få taget så meget ud til genanvendelse som muligt, lige meget om det er 30, 50 eller 70 procent. For hver gang, vi piller noget ud til genanvendelse, så er der en CO<sub>2</sub>-besparelse i den anden ende.«

Også selvom I sender noget af det om på den anden side af Jorden?

## KEND KILDEN PETER BASLAND

**Direktør** for Vestforbrænding siden 2015.

**Uddannet el-ingeniør** fra Københavns Teknikum i 1986.

**Adm. direktør** i miljøvirksomheden RGS Nordic fra 2005 til 2015 og i Vandrens fra 2007 til 2015.

**Teknisk direktør** i Cheminova India Ltd. fra 2001 til 2005.

**Sidder i bestyrelsen** i Dansk Affaldsforening og en række andre virksomheder.





## SAGEN KORT LØFTEBRUD OM GENANVENDELSE

**75 procent** af jeres plastaffald bliver genanvendt. Det lovede Danmarks største affaldsselskab, Vestforbrænding, borgerne i 19 hovedstadskommuner gennem flere år.

I løbet af denne sommer måtte Vestforbrænding imidlertid melde ud, at de ikke kan dokumentere, at så stor en del af plasten reelt er blevet genanvendt.

**Faktisk estimerer** Vestforbrænding nu, at genanvendelsesprocenten er omkring 30, hvilket Ingeniøren kunne afsløre i slutningen af august efter at have fået aktindsigt i et fortroligt notat og en række interne e-mails.

»Der er ingen, der siger, at vi fremover skal sende det om på den anden side af Jorden, som du siger. Men jeg vil stadig sige, at hver gang en miljøbevidst borger udsorterer sit affald, så tæller det positivt i CO<sub>2</sub>-regnskabet. Hvis vi ikke får det sorteret, så er der ikke noget, der bliver genanvendt,« siger Peter Basland og understreger, at borgerne skal kunne være sikre på, hvad Vestforbrænding gør med deres plastaffald.

»Selvfølgelig skal borgerne være betrykkede i, hvad der sker med det

affald, de sorterer. Der skal være en gennemsigtighed,« siger han.

### En uvis grad af vished

»Gennemsigtigheden skal selvfølgelig ligge i, at vi har en dokumentation, så vi kan give folk vished om, hvad der sker med den plast, de sorterer. Men hvor meget vished vi kan få, og hvordan vi kan få den, det ved vi ikke på nuværende tidspunkt.«

Vestforbrænding taler lige nu med de private affaldsselskaber

for at finde ud af, hvad der dokumenteret vil kunne genanvendes i fremtiden. Det sker som en såkaldt markedsdialog op til det nye udbud, Vestforbrænding skal udarbejde, så husholdningsplasten igen kan blive sorteret, når den nuværende kontrakt udløber 31. december i år.

Først når Vestforbrænding er færdig med markedsdialogen, og resultatet fra den eksterne undersøgelse ligger klar, ved de, hvor meget plast de kan regne med at genanvende fremover. ■

## DET TALER VI OM PÅ ING.DK

### HVORDAN FÅR VI STYR PÅ TRANSPORTENS CO<sub>2</sub>-UDSLIP?



Ifølge de nyeste tal fra Energistyrelsen vil transportsektoren i 2030 stadig være 92 pct. fossilbaseret.

*Læserne på ing.dk peger på fartgrænser, elektrobenzin og krav til erhvervslivet som mulige veje til et lavere CO<sub>2</sub>-udslip fra sektoren.*

#### Henrik Bastholm Hansen

En nem måde at minimere CO<sub>2</sub>-udslippet på er at spare på energiforbruget. Jo hurtigere en bil kører, des mere energi bruger den. Så et nemt og billigt tiltag vil være at sænke hastigheden på motorvej til 100 km/t og på hovedvej til 70 km/t, lastbiler vil kunne begrænses til 70 km/t.

#### Karl Vogt-Nielsen

Den oplagte løsning, så længe der stadig er brændselsmotorer, er da elektrobenzin – altså flydende brændsel produceret med udgangspunkt i vindenergi, som vi jo har rigeligt af inden 2030 (i stedet for at eksportere til udlandet). Det er nok dyrere end fossil energi, men det er så merprisen for dem, der ikke skifter til el (forurenere betaler).

#### Maciej Szeliga

Hvis der ikke kommer noget, som presser erhvervslivet til at skifte til el/brint, så er det helt uforståeligt: Diesel er subsidieret i Danmark (noget, som vi først rigtigt har hørt om, da EU begyndte at beklage sig), og fossibiler er ikke ramt af misundelssgiftten, når de er på gule plader.

#### Morten Telling

Det er et rigtigt godt forslag at nedsætte hastigheden. Man begrænser ikke kun udledning og forbrug af brændstof og energi, men sænker også støjen fra bilerne betydeligt. FDM udregnede tilbage i 2011, at man kunne spare 20 pct. af energiforbruget på bilkørsel alene ved at nedsætte hastighedsgrænsen fra 130 km/t til 110 km/t.

#### Jan Nøhr Pedersen

Et andet billigt tiltag kunne være et

nyt spil hos Danske Spil, hvor præmierne kunne være lån af elbil i forskellige perioder og hovedpræmien én til eje. Formålet er at få elbilerne ud på prøve blandt tvivlerne, så de kan blive overbevist.

#### Michael Hansen

Måske er jernbanen elektrificeret til den tid. Foreløbig er planen, at der først er el hele vejen mellem Danmarks to største byer i slutningen af 2026. Det kan sagtens nå at blive yderligere forsinket. Altså vil man tidligst i 2027 kunne gøre brug af el-tog på hovedstrækningerne, og IC3 og IC4 skal køre med deres dieseltog indtil da. Jernbanen kan med andre ord ikke bidrage til at nedbringe CO<sub>2</sub>-udslippet med 70 pct. om blot ti et halvt år. Så regeringen har da en kæmpe opgave, når den kollektive trafik er uattraktiv, mister passagerer i stor stil, og folk hellere vil køre i biler drevet af fossile brændstoffer.

#### Jens Kjellerup

Det største problem for regeringen er, hvordan man ændrer det økonomiske incitament fra køb og ejerskab af en fossibil i forhold til en elbil – uden at sætte indtægterne ved diverse afgifter over styr. Mit bud i forhold til køb vil være at bevare den nuværende afgiftsfritagelse for elbiler og udfase den langsomt, efterhånden som råprisen på elbilerne falder, så en elbil til enhver tid er billigere i indkøb end en tilsvarende fossibil. I forhold til ejedelen bør den såkaldt grønne ejeravgift for fossildrevne biler (også diverse hybridbiler) sættes til at stige med 20 pct. pr. år. Tilsvarende bør benzin- og dieselpriserne sættes op med 10 pct. pr. år, og den reducerede dieselafgift bortskaffes (...). Så skal der nok komme gang i omstillingen. ■

## MERE PÅ ING.DK BLAND DIG

Læs hele artiklen og **deltag selv i debatten** på

[ing.dk/228495](http://ing.dk/228495)

## 2 dages intensivt faciliteringskursus

### VÆRDISKABENDE FACILITERING OG MØDELEDELSE



2 dages praktisk orienteret faciliteringskursus, som giver dig forståelse, værktøjer og teknikker til at planlægge, facilitere og følge op på inspirerende og værdiskabende møder og workshops. **Næste kursus: 2.-3. december 2019**

Læs mere og tilmeld dig på [www.facilitators.dk](http://www.facilitators.dk)

## 8 dages certificeringsuddannelse, 4 moduler, 4 måneder

Er du leder, coach, scrum master, konsulent? Arbejder du agilt, i teams og/eller i projekter?

Så har du brug for gode faciliteringsfærdigheder

Bliv **Certified Business Facilitator**



### BUSINESS FACILITATOR UDDANNELSEN

8 dages intensiv certificeringsuddannelse

BFU Hold 33 starter 4.-6. nov. 2019

Læs mere og tilmeld dig på

[www.facilitators.dk](http://www.facilitators.dk)



FISKERI TIL KAMP MOD BIFANGSTER

# LED-LAMPER I NETTET STYRER FANGSTEN

**Grafik:** Lasse Gorm Jensen  
**Kilde:** SafetyNet Technologies

**PISCES** er navnet på SafetyNet Technologies' LED-lamper, der har været testet på kommercielle fiskefartøjer i blandt andet Nordsøen.

Slagfast og **UV-beständig** plast

Godkendt til brug på op til **900 m** dybde

Sælges i kit a 10 stk.

**Kraftige LED-lyskilder** (80 lumen)

**60 timers driftstid** på fuld lysstyrke

**UØNSKEDE FISKEARTER**, der ellers var endt som bifangst, skræmmes væk af lyset.

**DEN VALGTE BØLGELÆNGDE** på lamperne tiltrækker den/de arter, fiskeren ønsker at få i nettet.

**LYSET KAN TILTRÆKKE** fisk eller guide dem ud af netmundingen eller mod områder med særligt store maskestørrelser.

**SYSTEMET KAN OGSÅ** monteres på andre typer fiskeredskaber, f.eks. stående garn, tejer og ruser.

**27 MILLIONER TON** fisk og havdyr kasseres hvert år, i form af uønsket bifangst, ifølge FN's fødevarer- og landbrugsorganisation.

UV ← Synligt lys → IR  
400 nm 500 nm 600 nm 700 nm

TILTRÆKTES  
FRASTØDES

Specialdesignet lys hjælper fiskere med at fange de fisk, de har kvoter til, og kan mindske bifangster med 60 procent.

**TEKNOLOGITJEK**  
Af Thomas Djursing  
thd@ing.dk

**V**i har alle set billederne af døde fisk, der bliver smidt overbord fra fiskeskibe, alene fordi de ikke matcher kvoterne. Det gælder også den britiske ingeniør Dan Watson – men han gjorde mere end at se på:

»Det fik mig til at tænke: Der må være en teknologisk løsning,« siger han.

**MODENHED**  
De første LED-lamper kan nu købes, men praktiske erfaringer er begrænsede.

Derfor begyndte han helt tilbage i 2008 på Glasgow University at undersøge, hvordan lys påvirker fisks adfærd. I dag er han direktør for firmaet SafetyNet Technologies, der har udviklet netop et bud på en teknologisk løsning: Diskos-lignende, vandtætte LED-lamper, der kan tiltrække arter, fiskeren vil fange – eller afskrække de uønskede.

Lamperne er små vandtætte enheder med 6 LED-lys, der kan programmeres til at blinke med forskellige intervaller og lyse med forskellig intensitet og bølgelæng-

**PERSPEKTIV**  
Over halvdelen af fiskeriets uønskede bifangster på 27 mio. ton kan forhindres.

de. De er næsten vægtløse i vandet med en svag tendens til at flyde opad og kan lyse for fuldt blus i 60 timer uden opladning, som forøvrigt foregår trådløst.

**Prisbelønnet koncept**  
»Vi har forsøgt at gøre det så nemt som overhovedet muligt for fiskerne at bruge dem, og lamperne kan tåle en hel del knubs og gå ned til 900 meters dybde,« fortæller Dan Watson, der deler sin tid mellem arbejdet i SafetyNet Technologies og som udvikler af applikationer til

**UDFORDRING**  
Der mangler økonomiske incitamentter til, at fiskerne gider investere i teknologien.

satellitter for den britiske regering. Han har vundet flere priser for sine LED-lamper, herunder den prestigefulde James Dyson-pris i 2012 og er nu nomineret til Index Award, der bliver uddelt i Danmark.

Ideen med LED-lamperne har rod i flere ældre undersøgelser, fra bl.a. Aberdeen Marine Laboratory i Skotland, der har forsket i forskellige bølgelængders effekt på bestemte fiskearter. Den amerikanske biolog Bob Hannah har vist, hvordan undervandslamper kan forhindre bifangster ved rejefiskeri, og

andre forskere har brugt lignende lamper til at forhindre bifangster af skildpadder i net ud for Californien.

SafetyNet Technologies har udviklet sine lamper gennem de seneste ni år og testet dem i Norge, USA, Skotland og Portugal. De seneste forsøg i Nordsøen viser, at lysene kan mindske bifangsterne med hele 60 procent, men selvom LED-enhederne nu er på vej ud på det kommercielle marked, så er brugen af dem stadig under udvikling:

»Vi har forskere, der er ved at opbygge databaser over lyseffekter på fisk og bunddyr. Målet er at hjælpe fiskerne med at indstille LED-lamperne, så de tiltrækker præcis de fisk, som de har tilbage i deres kvoter, og holder andre ude. Det er drømmen,« siger Dan Watson. ■

In need of a big bearing?  
Ask a world-leading innovator.



## FORSKNING BAG SKANDALERNE STÅR PROJEKT-UNIVERSITETET



### KRONIK Af Theresa Scavenius,

lektor ved Aalborg  
Universitet, forsker  
i klimapolitik og  
demokrati

**ENDNU EN GANG** er vi blevet for-  
argede over, at nogle forskere på et  
universitet gør sig uheldigt bemær-  
ket ved at have for tætte kontak-  
ter til kommercielle og politiske  
interesser. Denne gang handler det  
om oksekødsrapporten fra Aarhus  
Universitet, som er finansieret af  
Kvægafgiftsfonden og har haft  
interesseorganisationen Landbrug &  
Fødevarer som projektleder.

**DENNE SKANDALE** er blot den  
seneste kulmination på en række  
skandaler, som har nået medierne  
de seneste par år, og som vidner  
om, at noget er grundlæggende galt  
i universiteternes andedam.

**I HVER ENKELT** historie kan man  
holde nogle mennesker ansvarlige:  
Det kan være forskerne selv, som  
ikke har levet op til metodisk eller  
teoretisk forskningsetik. Det kan  
også være universitetsledelsen, som  
i flere tilfælde har gjort sig uheldigt  
bemærket ved direkte eller indirekte  
at presse forskerne enten til at sam-  
arbejde eller til at tænke over, hvor-  
dan de præsenterer deres forsk-  
ningsresultater. I sagen fra Aarhus  
var det institutlederen, der måtte  
gå af for ikke at passe godt nok på  
forskningens uafhængighed, mens

en centerleder har fået kraftig kritik  
for manglende kvalitetssikring.

**MEN DET ER PÅ TIDE** at forstå logik-  
ken i, hvad der egentlig foregår. Der  
er ikke tale om enkelte tilfælde,  
hvor enkelte mennesker har  
svigtet eller har haft dårlig  
dømmekraft. Vi er derimod  
vidne til en radikal omkalfatring  
af universitetet. De dyder, normer  
og værdier, vi normalt knytter til  
universitetet, er langsomt ved at  
blive fortrængt. Det faglige indhold  
er i stigende grad ikke længere i  
centrum. Det er derimod projekt-  
ansøgninger og tiltrækning af  
fondsmidler.

**DET ER DEN** fulde konsekvens af  
de reformer, som blev sat i gang  
under Anders Fogh Rasmussen  
og Helge Sander, hvis forsknings-  
politik bar hovedoverskriften 'fra  
forskning til faktura'.

**OG VI HAR I SANDHED** fået et pro-  
jekt- og faktura-universitet, som i  
stigende grad accepterer at være et  
spand heste i konkurrencestaten,  
der, ud over at uddanne stude-  
rende, således at virksomhederne  
kan få kvalificeret arbejdskraft  
gratis, målretter forskningen til  
erhvervslivet.

**DET BETYDER**, at man som forsker  
ofte skal kunne redegøre for, hvad  
'business casen' er, når man skal  
søge penge til projekter, og hvordan  
små og mellemstore virksomheder  
umiddelbart kan se fordelene ved  
projektet. Ja, der er også en masse



Tegning: Lars Refn

fokus på verdensmålene og på at  
skabe grundforskning. Men den vi-  
densforståelse bliver i stigende grad  
fortrængt af et meget effektivt pro-  
jekt-universitet, der – som det var  
tænkt i Fogh Rasmussen og Helge  
Sanders universitets- og forsk-  
ningspolitik – skal udkonkurrere  
dem, som ikke kan bevise deres

værdi i form af direkte afkast på  
den korte bane for virksomheder.

**DE ÆLDRE FORSKERE** er blevet  
fatalistiske og har opgivet  
kampen, og mange af dem går på  
tvungen eller frivillig pension. Og  
de yngre forskere har ikke andre  
muligheder end at følge spillens  
regler, for ellers er der ikke nogen  
stillinger til dem. Det skyldes  
dels, at man i stigende grad kan  
skaffe midlerne til sin egen  
stilling, dels at der sker en  
stigende internationalisering,  
hvilket betyder, at konkurrencen  
er blevet meget hårdere. Der  
er derfor ingen mobilise-  
ringskraft blandt forskerne  
til at kæmpe imod denne  
udvikling.

**HVAD BETYDER DET** så for den  
almindelige borger i Danmark?  
Kan det ikke være lige meget, at  
universitetet er gået fra at være  
en forskningsdrevet til en pro-  
jekt-drevet institution? Er det ikke  
fornuftigt, at forskerne samarbejder  
med folk uden for universitetet og  
bidrager til samfundet, direkte og  
indirekte?

**DET SIDSTE ER RIGTIGT.** Univer-  
sitetet er ikke blot en kaffeklub,  
som eksisterer for dets egen skyld.  
Universitetet skal, sammen med  
alle mulige andre vidensaktører,  
bidrage til at kvalificere videns-  
grundlaget for politiske beslutnin-  
ger, samfundsmæssige diskussi-  
oner samt være en generator for  
kritisk input, som kan bidrage til at

udvikle samfundet, herunder virk-  
somhedernes økonomiske grundlag.

**JEG ER SELV** fra Aalborg Universitet,  
som er et problemdrevet universi-  
tet, der stræber efter at skabe vi-  
den, som er relevant og brugbar for  
verden. Og det er ikke lige meget,  
hvilke grundværdier der driver uni-  
versiteterne. Ja, samarbejde er godt,  
men ikke når det skal foregå på  
partnerens vilkår. Ja, fondsmidler  
er gode, men ikke når fondsgiverne  
kan sidde med i projektgrupperne.

**SÅ NEJ**, det er ikke lige meget,  
hvorvidt vi har et forskningsdrevet  
eller et projektdrevet universitet –  
heller ikke for hr. og fru Danmark.  
Vi risikerer at miste kapaciteten  
til at være et samfund, som evner  
at beskytte f.eks. vores grund- og  
drikkevand, skabe vidensgrundlaget  
for de nødvendige klimapolitiske  
beslutninger, der skal træffes, osv.

**SÅ ET VELKOMMEN** til projekt-  
universitetet er et farvel til det  
uafhængige universitet, som er en  
katalysator for fri forskning, sam-  
fundskritik og vidensgrundlaget for  
fremtidens Danmark. ■

### DEBAT PÅ ING.DK BLAND DIG

Enig eller uenig med kronikø-  
rerne? **Deltag i debatten** på

[ing.dk/228538](http://ing.dk/228538)



### OTTE ÅR EFTER DE FØRSTE FORSIDE-ADVARSLER

## NU KOMMER FORBUDET MOD FLUORSTOFFER

**EFTER OTTE ÅRS** massivt pres fra forskere  
og organisationer forbyder fødevarer-  
minister Mogens Jensen (S) langkædede, per-  
sistente og giftige fluorstoffer i emballage,  
der kommer i kontakt med fødevarer. Hidtil  
har Danmark ventet på EU's kemikalie-maski-  
ne, Reach, hvor forbud og begrænsninger  
er på vej mod nogle af de bedst kendte af  
fluorstofferne. Men den maskine maler så  
langsomt, at Mogens Jensen ikke vil ven-  
te længere.

»Jeg vil ikke acceptere en risiko for, at de  
skadelige fluorstoffer vandrer fra indpak-  
ningen og over i vores mad. Disse stoffer  
udgør så stort et sundhedsmæssigt pro-  
blem, at vi ikke længere kan vente på EU,«  
som det hed fra ministeren i mandags i en  
pressemeldelse.

“

**Jeg vil ikke acceptere en  
risiko for, at de skadelige  
fluorstoffer vandrer fra  
indpakningen og over  
i vores mad.**

**MOGENS JENSEN**  
Fødevarerminister (S)

Han skriver derfor forbuddet ind i en  
dansk bekendtgørelse, som netop er sendt  
i høring. Heraf fremgår, at hvis der er fluo-  
rstoffer i papir eller pap, som er i kontakt  
med fødevarer, skal der være en barriere  
til at forhindre stofferne i at vandre over  
i maden.

Det danske forbud kommer, efter at for-  
gængeren på ministerposten, Venstres  
måske kommende formand, Jakob Elle-  
mann-Jensen, tidligere i år satte gang i un-  
dersøgelser for at finde ud af, om Danmark  
kan gå enegang med et forbud.

Det mener Mogens Jensen altså godt kan  
lade sig gøre, og dermed har Socialdemo-  
kratiet vendt på en tallerken. Allerede i 2015  
foreslog Enhedslisten nemlig et forbud, men  
dengang var der ikke opbakning.

Fluorstoffer skyer både vand og fedt, og  
de kan tåle at blive opvarmet til høje tem-  
peraturer. Derfor er de ofte blevet benyttet  
i blandt andet papirposer, bagepapir og  
muffinforme.

Det blev første gang dokumenteret her-  
hjemme i en ph.d.-afhandling, som Ingeni-  
øren omtalte på forsiden for snart otte år  
siden. Allerede dengang talte stribevis af  
forskere varmt for et forbud, men det blev  
der intet af.

I stedet indførte Fødevarestyrelsen en  
vejledende grænseværdi. Den er dog igen  
og igen blevet overtrådt med flere tusinde  
gange i særligt kagepapir, når først og frem-  
mest Forbrugerrådet Tænk har testet. ■ *mbr*

## RIGTIG LØSNING – STOR SUPPORT

Belimo giver dig omfattende kundeservice og support.  
Fra installation til vedligehold – du er altid velkommen  
til at ringe og få hjælp - hurtigt og effektivt.



Svar på kun 9 spørgsmål, så får du den optimale  
ventil-løsning. Se mere på [spørg-belimo.dk/ventiler](http://spørg-belimo.dk/ventiler)

**BELIMO**  
belimo.dk

[ing.dk/228488](http://ing.dk/228488)

# ELEKTRONIK

**SENSORER** MED NY TEKNOLOGI ER VEJEN BANET FOR MASSEPRODUKTION

## Nye strækbare sensorer kan sættes direkte på kroppen

De måler sved på panden og væske i bleen. Nye materialer gør det muligt at lave engangssensorer i tøj eller på kroppen, der kommunikerer trådløst med omverdenen.

Af Laurids Hovgaard  
lah@ing.dk

**P**å plejehjem i Danmark, Norge, Sverige, Tyskland og Holland har plejepersonale og beboere de seneste to år testet en ny inkontinensble med en indbygget sensor. Den danske blegigant Abena har i samarbejde med komponent- og printvirksomheden Mekoprint og en amerikansk tech-virksomhed udviklet en ble, der via sensorteknologi sender besked til plejepersonalet og fortæller, hvornår den skal skiftes.

At måle mængden af væske i en ble – fremstillet af såkaldte non-woven-materialer, der er tyndere end almindeligt printerpapir – er ikke nødvendigvis en let opgave.

»Det er forholdsvis almindeligt at lave grafiske tryk på bleer, men at trykke elektrisk funktionelle sensorer er meget mere komplekst. Vi lægger et sensorkredsløb med seks lange baner på indersiden af den yderste vandtætte barriere på bleen. Fordi der er en vis afstand mellem de elektriske baner, kan vi måle modstanden, fortæller Tobias Holmgaard Stær, business manager hos Mekoprint, og fortsætter:

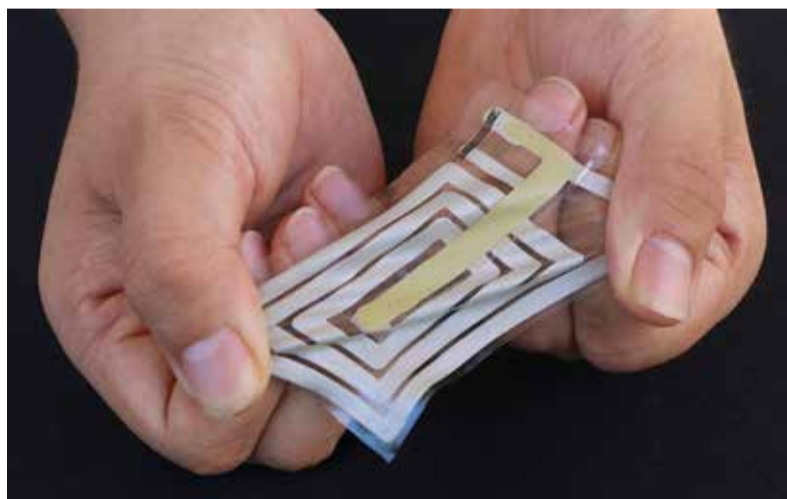
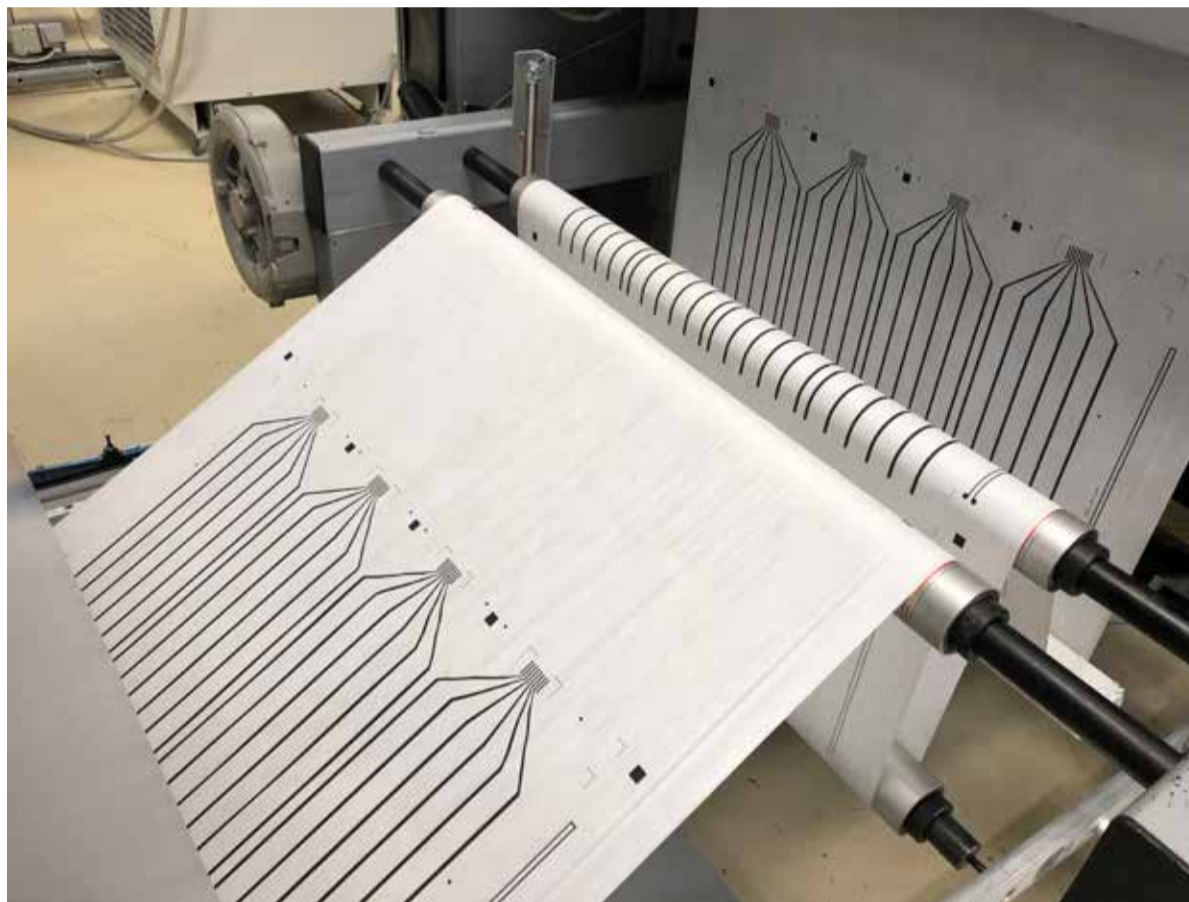
»Når der kommer væske i bleen, vil der opstå en kortslutning af banerne fra midten og ud, i takt med at kontaktområdet bliver større, og flere lederbaner kortsluttes. Det er en simpel måling, men nok til at lave en ret præcis vurdering af, hvor meget væske, der er i bleen.«

Trykfarven, som Mekoprint bruger til at printe de ledende baner med, er fremstillet af grafit. Tidligere var det nødvendigt at bruge sølv for at kunne styre den elektriske modstand, men i dag er det muligt med det billigere grafit.

»Vi har længe kunnet printe på fleksible bøjelige materialer, men ikke strækbare. Det er lykkedes, blandt andet fordi der er kommet nye typer trykfarver, der er elektrisk ledende, samtidig med at de er strækbare, billige og kan trykkes på forskellige polymermaterialer,« siger Tobias Holmgaard Stær.

### Sensorer på kroppen

Begrebet wearables – elektronik der bæres på kroppen, har nemlig været plaget af to udfordringer, som er



Mekoprint har udviklet en løsning til tryk af elektronik på ultratynde og strækbare folier. Produktionslinjen hos Mekoprint er specialbygget og modificeret til projektet med Abena.  
Foto: Mekoprint

På Stanford University i USA har forskere udviklet en fleksibel sensor, som kan placeres direkte på huden og som høster energi fra RFID-signaler i omgivelserne. Foto: Bao lab

svære at overvinde. Dels at forsyne elektronikken i tøjet med den nødvendige energi, uden at man skal slæbe rundt på tunge batterier, og dels problemer med at kunne genanvende elektronikken, uden at den går i stykker f.eks. i vaskemaskinen.

Sensor-løsningen, som er udviklet til inkontinens-bleen, er kommet omkring de to udfordringer ved at adskille de elektriske baner i bleen fra den chip, der opsamler og videresender data til en database. De seks lederbaner bliver forbundet med omverdenen med en lille genanvendelig og batteridrevet chip, som sender data via Bluetooth.

»Når man skifter ble, flyttes chippen over på den nye ble. På et plejehjem vil du sætte basestationer op,

der forbinder til patienternes chips, og hvis det er derhjemme, kan den kobles til en smartphone, så man se, hvor meget væske der er i bleen,« siger Tobias Holmgaard Stær.

Chippen kan klare sig i op mod to år, før batteriet løber tør for strøm. Selvom det er lykkedes at udvikle en funktionel løsning til bleen, så foregår der i dag forskning og udvikling i næste generation af wearables, som blandt forventes at have en bedre integration mellem chip og sensor, så man ikke skal klikke chippen af og på hele tiden.

En mulig løsning kan man kigge mod Stanford University i USA for at finde. Her har de udviklet en fleksibel sensor, som kan placeres direkte på huden, og som Mekoprint-sensoren

måler den varierende modstand i den elektrisk ledende blæk, som er sensorens primære komponent. Chippen er integreret med sensoren og høster energi fra de RFID-signaler i omgivelserne.

At høste energi på denne måde giver ikke meget strøm, men der kræves heller ikke meget for at sende små databeskedene om modstanden i sensoren. De resultater har Stanford-forskerne for nylig publiceret i tidsskriftet Nature Electronics.

### 100 millioner bleer om året

Verden over kan man i dag finde flere eksempler på små fleksible sensorer, der kan måle en myriade af forskellige ting på mennesker. Men mange af dem har udfordringer

med at bevæge sig fra prototype til masseproduktion. Hos Mekoprint har de arbejdet med masseproduktion for øje fra starten.

»Det krævede en del udviklingstimer at sikre den rette styring igennem maskinerne, uden at materialet krøllede, sprak eller strakte sig, og samtidig trykke den elektrisk ledende blæk, uden at materialet krympede, når blækken hærde. Og nu har vi en optimal løsning til tryk af elektronik på ultratynde strækbare folier – en løsning, der både er kosteffektiv og kan skaleres til højvolumen produktion,« siger Tobias Holmgaard Stær.

Og der er virkelig tale om masseproduktion, tilføjer Mekoprints administrerende direktør, Anders Kold:

»Abena har investeret i verdens største og dyreste blemaskine, der kan lave flere end 100 millioner bleer om året. Og Mekoprint dedikerede fra starten en hel højvolumen produktionslinje til projektet, så vi hele tiden havde adgang til at teste vores løsninger i den rigtige skala.«

Fælles for de tre nye strækbare sensorer er, at de alle er udviklet til sundhedssektoren, og det er også her, udviklingen inden for strækbare sensorer for alvor vil tage fat og ikke i modebranchens nye kollektioner i tøjbutikken på Strøget.

»Jeg tror, udviklingen især vil ske inden for sundhedssektoren, hvor vi vil se flere sensorer, der kan måle direkte på kroppen, fordi sensoren er indlejret i f.eks. tøj. Det er helt sikkert den sektor, vi tror mest på,« siger Tobias Holmgaard Stær.

### Printer elektronik med kobber

En af metoderne til at fremstille små strækbare sensorer, der kan syes ind i tekstiler, er at printe elektronik med en inkjet-printer. Det er en metode, der har været kendt i efterhånden mange år. Men især høje omkostninger til materialer har afholdt mange sensor-producenter fra at satse på netop den fremstillingsmetode.

I Høje Taastrup arbejder Teknologisk Institut med at udvikle nye og billigere materialer til printet elektronik. Mens blesensoren er fremstillet med grafit, arbejder de i Høje Taastrup med at udvikle elektrisk ledende inkjet-printerblæk fremstillet af kobbernanopartikler: en blæk, der kan bruges til at injektprinte elektrisk ledende baner på materialer som tekstiler eller solceller.

Traditionelt har man anvendt sølv til den type inkjet-printerblæk, men Zachary James Davis og hans hold på Teknologisk Institut har de seneste år arbejdet med kobber, som har en langt lavere materialepris. ■

AKUSTIK HER KAN ALLE HØRE ALLE

# Algoritmer hæver stemmen i auditoriet

I tre auditorier på Mærsk Tårnet i København taler undervisere og studerende sammen uden mikrofoner for munden og uden et klassisk PA-anlæg med kunstig lyd. Knap 100 mikrofoner og 124 højttalere fra amerikanske Meyer Sound sørger for en naturlig lyd.

Af Laurids Hovgaard  
lah@ing.dk

Der er plads til lige over 500 tilhørere i det store auditorium i Mærsk Tårnet, prestigebyggeriet på det Sundhedsvidenskabelige Fakultet på Københavns Universitet. Men når en professor indleder dagens forelæsning for hundredvis af medicinstuderende, behøver han ikke tage en trådløs mikrofon op til munden – og hvis studerende på de bagerste rækker vil stille et spørgsmål, behøver de ikke råbe højt.

Et unikt lydsystem bestående af 91 mikrofoner, 124 højttalere og 30 kraftige servere betyder, at individuelle stemmer kan løftes op, så alle i lokalet kan høre stemmen, men uden den kunstige rumklang, de fleste kender fra et såkaldt PA- eller public address-anlæg.

Ingeniøren var med, da den internationalt anerkendte lydtekniker John Pellowe fra amerikanske Meyer Sound viste lydsystemet ved navn Constellation frem på Nørrebro i København for nylig.

»Hele ideen med Constellation er, at vi kan styre efterklangen ved hjælp af software og tilpasse lyden til det enkelte rum,« lød det fra John Pellowe om det komplekse akustiske system.

Constellation er bygget op omkring tre grundlæggende funktioner. Dels kan man styre efterklangen, altså den tid, det tager for lyden at falde 60 dB. Det kan man, fordi lyden, der opfanges i de mange mikrofoner, hele tiden processeres og justeres i realtid. For det andet kan systemet automatisk udpege, hvor i rummet, der tales fra, og så hæve lydniveauet præcist på de mikrofoner, der tales i mod. Den sidste funktion, systemet kan etablere, er en lille lyd-mæssig skal rundt om en gruppe talende mennesker, som får visket al omkringliggende lyd ud med efterklang. Det betyder, at du kan arbejde i små grupper rundt om i auditoriet, uden at nabogrupperne forstyrrer dig.

»Med Constellation kan du ændre rummets akustik med et tryk på en knap, så rummet kan bruges til alle formål. Systemet består af mikrofoner der sender lyden til en processor, der ved hjælp af algoritmen VRAS kan sende lyden tilbage ud i højttalerne,« fortæller Anders Jørgensen, projektchef i virksomheden Stouenborg, der rådgiver om AV-løsninger og har fungeret som projektleder på implementeringen af Constellation i Mærsk Tårnet.

Tilsammen betyder det, at man ikke behøver at tale til en bestemt mikrofon, men frit kan tale ud i lokalet.

»Et af de centrale behov, der bane vejen for Constellation, var ønsket om at nedbryde barrieren mellem professoren ved tavlen og de op mod 500 studerende i rummet, og her er det vigtigt, at man kan høres i hele lokalet, uanset hvor man er placeret,« fortæller John Pellowe.

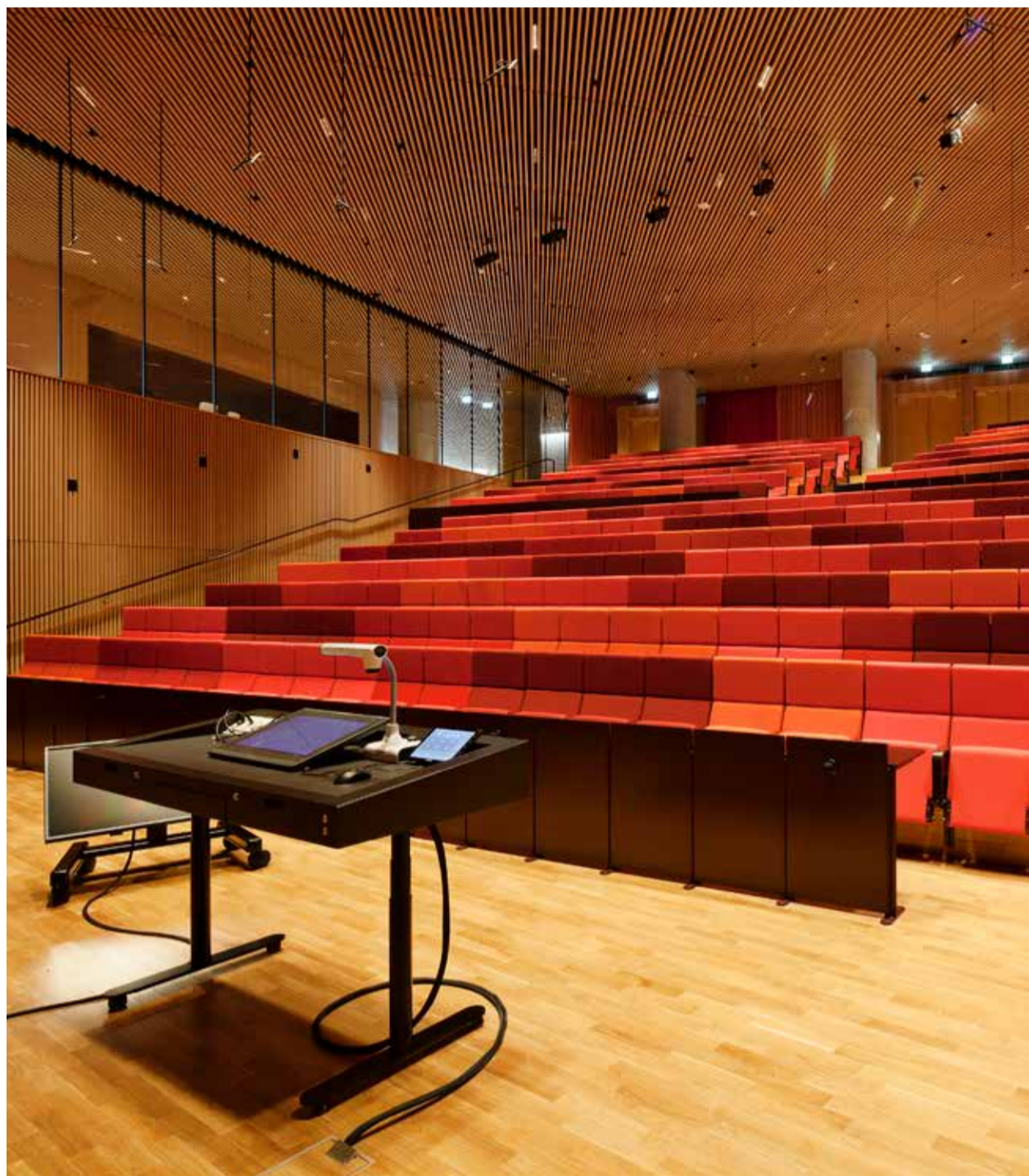
Systemet har kostet et tocifret millionbeløb, der er doneret af A.P. Møller Fonden som et led i den samlede donation til byggeriet af Mærsk Tårnet.

»Prisen varierer fra rum til rum, og det er faktisk ikke rummets størrelse, der afgør den samlede pris,« siger Anders Jørgensen.

**Ikke bedre end grundakustikken**  
Prestigebyggeriet Mærsk Tårnet har været genstand for en del polemik i byggefasen, og det var også tilfældet med akustikken i auditorierne. Det betød, at man skulle optimere grundakustikken i rummet og på Constellation-systemet i de første måneder efter åbningen.

## FAKTA EFTERKLING

**Den tid, det tager** for en lyd at falde 60 dB. Det er især de første 10 dB, der er kendt som den tidlige efterklang, vi mennesker lægger mærke til, når vi lytter til tale og musik.



»Eksempelvis er sluserne blevet optimeret, så de dæmper bedre og dermed hjælper Constellation-systemet til at fungere bedre,« fortæller Anders Jørgensen.

»Fysikkens love gælder også i 2019, så systemet er stadig afhængigt af grundakustikken i lokalet. På Mærsk Tårnet har vi dæmpet rummets akustik ned, og så kan vi efterfølgende styre lyden med software og på den måde forbedre taleforståelsen. Den svære øvelse er faktisk at få lokalet til at føles mindre, og det er lykkedes her,« siger Anders Jørgensen.

Lyden bliver digitalt masseret i to processer, fra den kommer ud af munden på et menneske til den opfattes af de andre tilhørere i auditoriet.

»Dels skal lyden have den rigtige efterklang, og dels skal refleksionen indstilles til det rigtige niveau, så det passer til lokalets. Hvis man ikke tager højde for rummets refleksion af lyd, så vil du eksempelvis få et ekko på lydets efterklang,« siger John Pellowe.

## Hæver koncentrationen

Constellation bruges primært i klassiske koncertsale verden over, men flere steder bliver det som i Mærsk Tårnet brugt til at regulere taleforståelsen ved eksempelvis undervisning. Og det er to vidt forskellige opgaver at forstærke lyd til tale eller musik. Rundt i kanten af lokalet, langs væggene, er der placeret

## BLÅ BOG JOHN PELLOWE

Før John Pellowe kom til **Meyer Sound**, var han hos det prestigefyldte **Decca Records**, hvor han blandt andet arbejdede med opera-sangeren **Luciano Pavarotti** i over 20 år. I løbet af karrieren har han bl.a. modtaget otte Grammy-nomineringer og vundet fem **Grammy Awards**, eksempelvis Best Engineering Grammy Award.

subwoofere, som gør John Pellowe i stand til at ændre på bas-niveauet.

»Til tale skal ratioen af bas være lav, mens den gerne skal være høj, når der spilles musik,« siger han.

I Norge har han blandt andet indrettet et lavloftet bjælkehuis som koncertsal ved hjælp af Constellation.

»Det kan være svært at tage et rum med lav volumen og lave det til en koncertsal, fordi de første lysreflektioner skal dæmpes, så Constellation kan øge efterklangen,« siger John Pellowe.

Men hvorfor bruge et tocifret millionbeløb på et lydanlæg i et auditorium, hvor der kun tales?

»Al forskning viser, at når man gennem længere tid lytter til lyd forstærket af et PA-anlæg, bliver

man træt i hovedet og mister lettere koncentrationen. Ved at løfte stemmen naturligt, undgår vi den ulempe, ligesom vi kan fjerne de kunstige barrierer, der opstår mellem tilhørere og forelæser, når man bruger trådløse mikrofoner,« siger Anders Jørgensen, som også peger på de udgifter, der kan være forbundet med at indrette en bygning med de rigtige akustiske forhold – som f.eks. DR's koncerthus på Amager, hvor budgetoverskridelserne løb op i flere hundrede millioner kroner.

## Vokset ud af byggeskandale

Faktisk er Constellation udviklet på grund af en lignende byggeskandale i New Zealand tilbage i de tidlige 1990'ere, hvor et koncerthus i Auckland fik reduceret budgettet, hvilket førte til en dårlig akustik. Den udfordring løste ingeniøren Mark Poletti ved digitalt at kompensere for den dårlige efterklang. Han udviklede algoritmen Variable Room Acoustic System (VRAS), som ved at lytte til de første toner kan simulere, hvordan efterklangen bør lyde.

»Den tidlige efterklang er en meget vigtig faktor i akustik – altså den tid, det tager en lyd at falde 10 dB. Hvis man kun bruger et par mikrofoner og højttalere, er det ikke muligt at skabe en tilpas høj tidlig efterklang, og det er derfor, vi placerer mange mikrofoner og højttalere over scenen og i loftet,« fortæller John Pellowe.

Det kan lyde simpelt, altså bare at



Mærsk Tårnet blev indviet i 2017 og huser til daglig forskere og studerende ved det Sundhedsvidenskabelige Fakultet på Københavns Universitet.

Foto: Adam Mørk



Det kræver et mindre datacenter at bearbejde lyden fra mikrofonerne og sende den rigtige lyd retur over højttalerne. Foto: Stammers Kontor

Med et tryk på en knap kan du ændre efterklangen i rummet fra ingenting til flere sekunder. Constellation-systemet bruges både i auditorier og koncertsale verden over. Foto: Stammers Kontor

sætte mange mikrofoner og højttalere op, men det er det langtfra. For hver gang, du tilføjer en ny mikrofon til det samlede system, stiger kompleksiteten.

»Systemet er bygget op i en matrix med alle mikrofoninput og alle højttaleroutput. Vi kan justere på hvert enkelt punkt på en lang række parametre, f.eks. tid, fasekompression, og hvornår vi åbner og lukker for lyden. Og med en række interne processer oveni, løber vi op i over 10.000 matrixpunkter i systemet, som alle skal behandles i realtid af vores servere,« siger Anders Jørgensen.

Oppe under taget på auditoriet ligger et helt lille datacenter med flere rækker af serverracks, i alt 30 SHARC-processorer. Når man kigger rundt i lokalet, ser de mange mikrofoner, der hænger fra loftet, ikke ud af meget, og højttalerne er bygget ind i væggene og ses stort set ikke, ligesom mange i auditoriet spærre øjnene op, da John Pellowe fortæller, at der er brugt omkring 22 kilometer kabler fordelt på de tre auditorier, for at forbinde systemet.

At algoritmen har adgang til at justere på så mange parametre skyldes blandt andet, at systemet er et såkaldt hybridsystem, hvor man både bruger regenereret lyd og et inline-system, som tilføjer efterklang på hver deres måde. I dag findes der ud over Meyer Sound kun to andre lignende systemer fra japanske Yamaha og tyske Müeller.

Det er især antallet af mikrofoner og højttalere, der afgør, hvor høj en lydmæssig opløsning man kan skilte. Men det kan også ses i prisen.

»Jo færre mikrofoner og højttalere, desto mere skal man kunstigt tilføje klang, og det giver en tilsvarende kunstig lyd. Det er enklere at lave klangsystemer, der har en lang efterklang, men de bliver mange steder taget ned, fordi lyden bliver for unaturlig. Vi laver i stedet en mere naturlig efterklang, der er præcist tilpasset den konkrete tone, og tilføjer ikke bare en forsinket efterklang, der lægges i halen af den oprindelige lyd,« siger Anders Jørgensen og fortsætter:

»Det bliver især tydeligt i yderpositionerne af systemet, f.eks. en forelæser, der har været syg og taler med lav stemme. Men dobbelt så mange mikrofoner kræver meget mere processorkraft og vil formentlig få prisen til at stige til det dobbelte. Så det er hele tiden en overvejelse, hvor man skal lægge snittet.«

Constellation er i dag installeret over 130 steder rundt om i verden, blandt andet også i et konference-lokale i Jyske Banks hovedkvarter i Silkeborg.

I det 25 meter lange lokale hos Jyske Bank kan der sidde 24 mennesker ved et langbord. Her har man lavet en 100 procent taleforståelse, så alle kan høre hinanden naturligt, samtidig med at man gennemfører en videokonference. ■

cypax

Elektronikkomponenter til store og små produktioner



Priser og lager  
www.cypax.dk

\* Tlf: 97 10 11 88 \* E-mail: mail@cypax.com  
www.cypax.dk

LYD PÅ VEJ MOD DET VIRTUELLE SOLOKONTOR?

# Til kamp mod kontorstøjen

Større regnekraft og bedre algoritmer gør det muligt at reducere støjen på kontoret. På sigt kan vi måske helt smide høretelefonerne og gå rundt i vores personlige lydbobler på kontoret.

Af Laurids Hovgaard  
lah@ing.dk

**M**ens jeg skriver disse ord på min skærm, sidder min kollega midt i et interview over telefonen omkring en meter fra mig. Til venstre sidder min redaktør og taler med en anden kollega, og lidt længere væk roder en fjerde kollega med nogle kabler.

Selvom ingen af dem for alvor larmer, taler højt eller smækker med dørene, så bliver jeg alligevel forstyrret og må finde mine høretelefoner med aktiv støjreduktion frem. Det får stemmerne til at flyde sammen i en stor grød ind og ud mellem hinanden, og jeg genfinder koncentrationen ved hjælp af hvid støj mellem mig og mine kolleger.

Åbne kontorer har vundet indpas på mange arbejdspladser de seneste ti år, også i ingeniørvirksomheder rundt om i Danmark. Tanken er, at når du fjerner væggene, øges samarbejdet på tværs af afdelinger og ansatte. Men det samme gør støj og forstyrrelser. Faktisk er 99 pct. af alle ansatte, der arbejder i åbne kontormiljøer, plaget af støj på kontoret, viser en international undersøgelse blandt 5.000 ansatte i 11 lande, som HR-konsulentvirksomheden Future Workplace står bag.

Undersøgelsen viser samtidig, at det ikke er trafikstøj eller en brummende kaffemaskine, der forstyrrer os på arbejdet. 69 pct. af alle respondenter svarer, at hovedårsagen til forstyrrelser i hverdagen er

en kollega, der taler højt i telefonen, mens 65 pct. ofte bliver forstyrret af en medarbejder, der taler i nærheden

I dag er løsningen mange steder at udstyre medarbejderne med et sæt aktivt støjreducerende høretelefoner. Den aktive støjreduktion fungerer ved, at en mikrofon opfanger lyden omkring dig, hvorefter en algoritme beregner den tilsvarende modlyd, som så udsendes med samme signalstyrke. Det resulterer i såkaldt destruktiv interferens, som betyder, at bølgetoppene fra baggrundsstøjen møder bølgedalene fra det støjudlignende signal, så de udligner hinanden og resulterer i: stilhed.

I andre situationer udnyttes algoritmer til at frasortere baggrundsstøj, når en mikrofon skal opfange en stemme:

»Vi kan i dag adskille stemmer fra andre lyde, eksempelvis raslende papir,« fortæller Jonathan Clark, regional product marketing manager for elektronikproducenten Poly, der blandt andet udvikler høretelefoner og videokonferenceudstyr. I et video-interview med Ingeniøren holder han et papir op foran skærmen, rasler med det og stopper med at tale. Få sekunder senere forsvinder lyden af papir fuldstændigt. Det er blevet filtreret væk af algoritmen.

## Hvid støj giver hovedpine

Men den hvide støj, som udsendes for at blokere for baggrundsstøjen, har også en bagside. For hvis du udsender for meget modlyd, kan du pludselig heller ikke høre dig selv, og så vil du have tendens til at råbe i telefonen, ligesom forskning viser, at for meget hvid støj også påvirker koncentrationen og gør dig træt i hovedet.

Derfor arbejder både virksomheder og forskere på at udvikle nye lydteknologier, som kan styre lyden



Aktiv støjreduktion i høretelefoner og konferenceudstyr kan i dag skelne mellem stemmer og papir, der knitrer. Men hvis du bruger aktiv støjreduktion hele dagen, mister du også let koncentrationen.

Foto: Poly

i blandt andet kontormiljøer med andre lyde end hvid støj.

Sidste år lancerede Poly en mere avanceret støjreducerende løsning, Habitat Soundscaping, hvor selve bygningen blev indrettet med en lang række forskellige mikrofoner og højttalere, som så automatisk tager bestik af lydniveauet og udsender naturlige lyde af vand for at fjerne baggrundstøjen. For lyden af vand kan have samme funktion som hvid støj, bare uden at gøre os trætte i hovedet, lyder forklaringen.

Men da Ingeniøren taler med Jonathan Clark, er Habitat Sounds-

caping ikke længere i fokus, og han vil hellere tale om virksomhedens headsets og videokonferenceudstyr. Årsagen er simpel: Det er for dyrt at indrette en hel bygning med højttalere, sensorer og mikrofoner.

## Væk med høretelefonerne

På Aalborg Universitet arbejder forskningsgruppen Audio Analysis Lab også med at kontrollere og styre lyd, med digital signal-processing, men her har man ikke opgivet ideen om at smide høretelefonerne væk og styre lyden ved hjælp af højttalere i de åbne rum.

Stort set alle, der arbejder i åbne kontorlandskaber, bliver dagligt forstyrret af talende kolleger, og støjen risikerer at blive værre, i takt med at vi begynder at bruge digitale assistenter med stemmestyring. Foto: Silent Space

Forskningsgruppen bruger konceptet lydzone for at beskrive, hvordan de arbejder med at etablere små lydbobler, hvor den omkringliggende støj undertrykkes.

»Vores mål er at skabe forskellige lydzone til forskelligt lydindhold i de samme omgivelser uden at bruge høretelefoner. Det kan gøres ved at styre en række højttalere, så det ønskede signal for hver zone høres uforvænget, mens lyd fra andre lydzone undertrykkes mest muligt. Det kalder vi lydzonekontrol,« siger ph.d.-studerende Taewoong Lee fra universitetet.

## Vi sænker priserne markant på prototyper via

1,6mm "standard" 1,2 og 4 lag, op til 10 dm<sup>2</sup>, min. 6 dages produktionstid, 2-3 dages fragt. Uden CAM - vi producerer direkte fra dine filer via Macaos

Direkte køb = Kina-priser

Priseksempler:  
2-lags ≈ 650,-  
2-lags ≈ 350,-\*  
4-lags ≈ 1300,-  
4-lags ≈ 950,-\*  
\*≈ hvis du bestiller flere print med samme leveringstid og antal lag.

Bestil flere print på samme ordre og opnå større rabatter

MACAOS  
ENTERPRISE

ELPRINT  
THE PRINTED CIRCUIT COMPANY

+45 44 36 04 00 - elprint.dk  
elprint@elprint.dk





På Aalborg Universitet arbejder ph.d.-studerende Taewong Lee med at gøre støjdæmpende høretelefoner overflødige og i stedet etablere forskellige lydsoner i det samme lokale. Foto: AAU



Han og hans nordjyske kolleger er i dag i stand til at skabe en kontrast på op til 15 dB, men hvis baggrundsstøjen skal helt væk, skal de teoretisk op på en kontrast på 25 dB, hvilket er besværligt, hvis ikke umuligt, med de nuværende teknologier. Men i stedet for at jagte en højere dB-kontrast, arbejder de i Aalborg på at udglatte støjen ved hjælp af algoritmer, på samme måde som man eksempelvis pakker og komprimerer Mp3-filer.

Teknologien er langt fra køreklar til kommerciel brug, men er heller ikke mere teoretisk, end at forskerne har ansøgt om patent på lydzone-teknologien.

#### Stemmestyring giver problemer

Mens forskere som Taewong Lee og virksomheder som Poly konstant bliver bedre til at filtrere uønsket støj væk, så ændrer vores teknologiske adfærd sig også, og det giver nye lyd-mæssige udfordringer. En af de helt store trusler for roen på arbejdspladser er de nye stemmestyrede assistenter som Google Assistant, Alexa, Siri og Cortana.

I dag bruger vi oftest de digitale assistenter i bilen, derhjemme i køkkenet, eller når vi har sat os komfortabelt i sofaen, men i fremtiden vil vi også i højere grad tale med vores telefoner og computere på kontoret. Og jo mere vi taler med vores digitale værktøjer, des mere vokser støjen i det åbne kontorlandskab. Samtidig kan der opstå akavede situationer, hvis du pludselig får aktiveret din kollegas telefon, som ringer op til en tredje

kollega eller måske får skrevet en forkert aftale i chefens kalender.

For nylig formåede en radiovært på DR's P3 at skabe forvirring, da han sagde: »Alexa: Ring til ...« og så det direkte telefonnummer til radioprogrammet. Få sekunder efter bímlede telefonerne med forvirrede lyttere, som pludselig befandt sig i radioen, uden de selv havde tastet et eneste ciffer på telefonen. Den digitale assistent havde nemlig opfanget kommandoen, der blev udsendt direkte over FM-båndet, og havde så ringet til P3 af sig selv.

Hos Poly forsøger man at imødegå den udfordring ved at retningsbestemme mikrofonerne i det konferenceudstyr, som har en integreret digital assistent, så det kun er den person, der taler tættest på mikrofonen, der kan aktivere stemmestyringen, mens stemmer på gangen bliver sorteret fra.

»Vi har placeret mikrofonen foran på udstyret og den aktive støjreduktion på bagsiden, så mikrofonen kun opfanger den rigtige stemme. I de løsninger, hvor vi har integreret Alexa, har vi indstillet systemet sådan, at man skal være helt tæt på udstyret, før Alexa aktiveres,« siger Jonathan Clark.

En anden løsning finder man på lagre i industrien, hvor stemmestyring bruges af operatører til at plukke emner på hylderne. Hos danske PCSYS forhandler de en stemmestyringssoftware, hvor den enkelte medarbejder selv indtaler tal fra 0-9, og så lytter assistenten efter den stemme, den er indstillet til. ■

**Krystaller, Oscillatorer og Filtre i alle Frekvenser og Størrelser.**

**Standard og Custom Design.**

**Ring 46 75 63 22**

Antennas

Inductive Components

Power Supply / Batteries

EMI / RFI Shielding products

Crystals, Oscillators and Filters

Connectors & Cable Assemblies

RF & Microwave Components

• **VCXO's**

Voltage Controlled Crystal Oscillators



• **CRYSTALS**

Custom, Standard, Clock



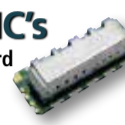
• **CD/FX FCXO's**

Frequency Controlled Crystal Oscillators



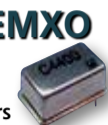
• **CERAMIC's**

Filters Standard and Custom design



• **OCXO's/EMXO**

Oven Controlled Crystal Oscillators



• **SAW's**

Surface Acoustic Wave Filters



• **VCTCXO's**

Voltage Controlled Crystal Oscillators



• **VCXO's**

Voltage Controlled SAW Oscillators



• **TCXO's**

Temperature Controlled Crystal Oscillators



• **XO/PXO's**

Precision, Standard and Programmable Crystal Oscillators

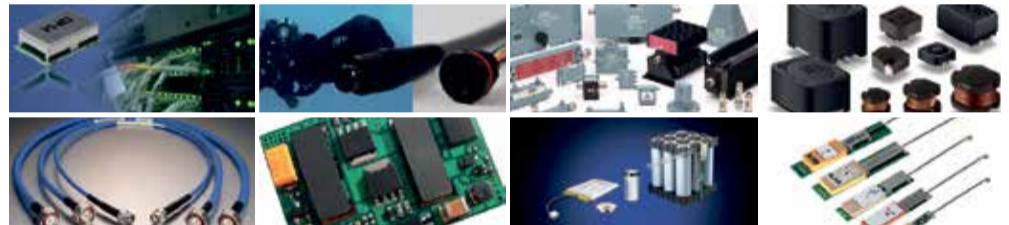


• **MCF's**

Monolithic Crystal Filters SAW Filters



**SMÅ OG STORE ANTAL  
"SKRAPPE SPECIFIKATIONER"?  
SPØRG OS**



Crystals, Oscillators and Filters · Connectors & Cable Assemblies · Power Supply / Batteries

Antennas · Inductive Components · RF & Microwave Components · EMI / RFI Shielding products

Jørgensen & Co. A/S · Præstemarksvej 8 · 4000 Roskilde · [www.h-jorgensen.dk](http://www.h-jorgensen.dk)

# GHDsign

Professionelt

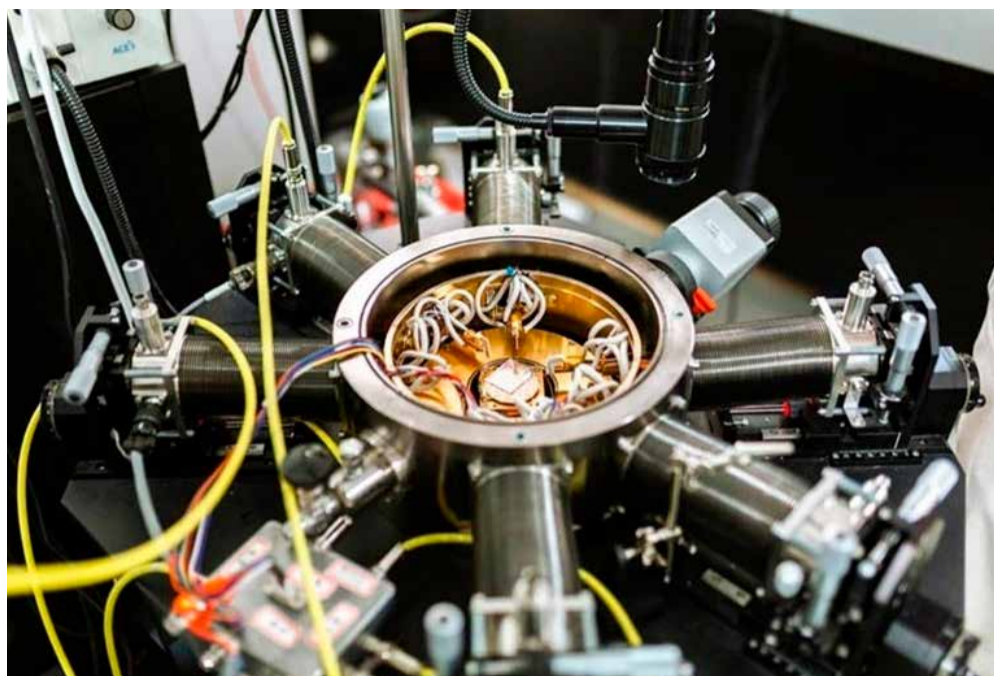
## PCB Layout

Cadence Allegro HiSpeed / Micro  
Altium PCB Designer

44 44 14 82

[www.ghdsign.dk](http://www.ghdsign.dk)

Gratis webtools til  
Footprint library  
Netliste check  
Constraint setup.



Opstilling fra forsøgene med den nye metode til energihøst. Foto: University of Texas at Dallas

## NY CHIP HØSTER OVERSKUDSVARME

**EN GRUPPE FYSIKERE** fra University of Texas at Dallas har præsenteret en ny metode til energihøst ved hjælp af termoelektrisk effekt, altså direkte energiomdanning af temperaturforskelle til elektrisk energi. Det gør de ved at bruge små nanotråde af silicium, som kan konvertere overskudsvarmen fra elektronik til brugbar energi. Resultaterne er for nylig blevet publiceret i en videnskabelig artikel i Nature Electronics.

Tanken om at bruge nanotråde af silicium under 100 nanometer tykke blev præsenteret i 2008, men bød på det problem, at silicium-materialet i

så lille skala er svært, om ikke umuligt, at integrere i en industriel chip-produktion. Kendte processer og maskiner til at fremstille elektroniske kredsløb kan simpelthen ikke håndtere de små materialer.

Forskningsgruppen fra Texas har i stedet benyttet såkaldte 'nanoblade', som godt nok kun er 80 nanometer i tykkelsen, men til gengæld otte gange så brede, hvilket gør det muligt at integrere dem i chipproduktionen og stadig opnå en brugbar termoelektrisk effekt. ■ lah

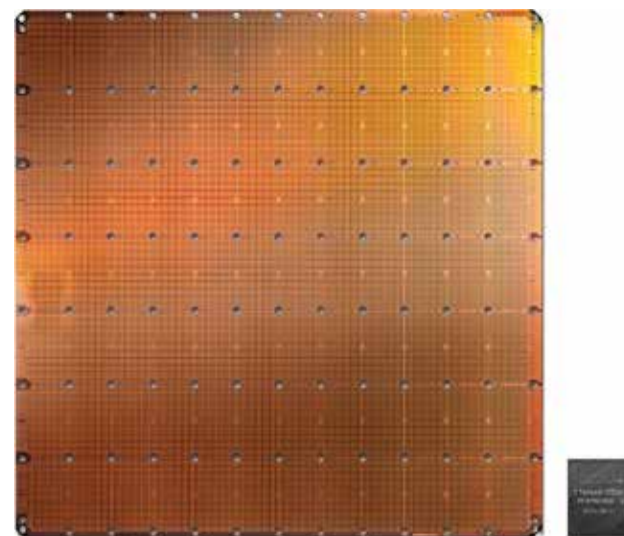
> [ing.dk/228402](http://ing.dk/228402)

1.200 MILLIARDER TRANSISTORER

## KÆMPECHIP SKAL LEVERE KUNSTIG INTELLIGENS

Den nye kæmpechip med 1.200 milliarder transistorer og et areal på 46.225 mm<sup>2</sup> ses her ved siden af den største grafiske processor (GPU) med 21 milliarder transistorer og et areal på 815 mm<sup>2</sup>.

Foto: Cerebras



**KUNSTIG INTELLIGENS** og deep learning kræver utrolig mange beregninger. Af samme grund bruger Google-firmaet DeepMind specialudviklede tensorprocessorer, som ikke er i fri handel, i sin AlphaZero, der har lært sig selv at spille brætspil som skak og Go til nærmest overnaturlig perfektion.

Den californiske startup-virksomhed Cerebras er gået en anden vej: Firmaet har netop præsenteret en såkaldt Wafer Scale Engine (WSE), som er en på alle måder enorm chip.

Fysisk har den et areal på 46.225 mm<sup>2</sup>. Det svarer til en mellemting mellem et A5- og et A4-ark, og er 56 gange større end den største grafikprocessor (GPU). Antallet af transistorer

er ikke mindre end 1.200 milliarder, hvor Nvidias GV100 Volta 'nøjes med' 21 milliarder.

Chips produceres i dag på en siliciumskive eller wafer, hvor mange identiske processorer fremstilles ved siden af hinanden. Cerebras' tilgang er at sammenkoble alle dele på waferen, så man ikke får mange identiske små chips, men en enkelt kæmpechip.

Firmaet har selv i et white paper beskrevet, hvorfor det er nødvendigt med enorme processorer til kunstig intelligens, men der findes også alternative teknologier lidt i samme stil som et såkaldt silicon interconnect fabric. ■ ram

> [ing.dk/228252](http://ing.dk/228252)

# ODU ELECTRICAL CONTACTS

The right solution for every application

ODU's brede kontaktportefølje opfylder de mest forskelligartede krav i industrien og byder på nøje tilpasset forbindelsesteknik til alle opgaver.

- + Vedligeholdelsesfri kontaktsystemer med lang levetid
- + Universel og fleksibel brug
- + Høj vibrations- og chokresistens
- + Robust og kompakt kontaktdesign
- + Inklusiv kabelkonfektionering

MØD OS PÅ  
**HI-MESSEN**  
I HERNING  
01. – 03. OKT

+ Standard og individuelt tilpassede kontakter

+ Pålidelige kontaktteknologier til problemfri drift



ADAPTED FOR:



INDUSTRI



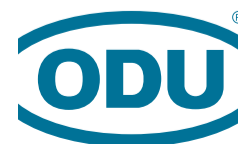
ENERGI



TEST OG MÅLING



MEDICO



A PERFECT ALLIANCE.



<https://www.odu-denmark.dk/produkter-og-loesninger/elektriske-kontakter/>



# VIDSTE DU HVOR STOR EN FORSKEL ADVANCERET ELEKTRONIK OG SOFTWARE KAN GØRE FOR VORES HELBRED?

Siden 1985 har Prevas assisteret ledende virksomheder indenfor Life Science-sektoren i udviklingen af livreddende medicinsk udstyr og apparater, der bidrager til en mere effektiv behandling af patienter indenfor mange områder. Der stilles høje krav til medicinsk udstyr og brugervenligheden og elektronikdesignet skal være i top - og det er netop dér, vores specialister har deres spidskompetencer. Vores konsulents passion er at løse vores kunders tekniske udfordringer og gøre deres produkt- og maskinideer til virkelighed, også når kravene der stilles, er høje.

Læs meget mere om Prevas og læs vores kunders succeshistorier på [www.prevas.dk](http://www.prevas.dk) eller følg os på de sociale medier på din favorit platform. Find os ved at søge efter vores brugernavn [@prevasdenmark](https://twitter.com/prevasdenmark).

 **Prevas**

RUMFART CURIOSITY FÅR SELSKAB

# Næste år flyver tre rovere og to orbiterer til Mars

Sommeren 2020 drager fire rumfartsnationer mod Mars med både orbiterer, landingsfartøjer og rovere.

Af Mie Stage  
mst@ing.dk

I juli 2020 åbner næste fordelagtige vindue mod Mars. Det sker kun hver 26. måned, når Mars og Jorden nærmer sig hinanden og skaber en rute, hvor det kun vil tage omkring syv måneder at få en sonde fra Jorden til Mars.

Den mulighed benytter hele fire rumfartskonsortier sig af denne gang: Nasa, ESA/Roscosmos, Mohammed bin Rashid Space Centre i Dubai samt kinesiske CNSA.

»Nu ryger champagneproppen. Nu skal vi endelig for alvor begynde at lede efter liv på Mars,« siger John Leif Jørgensen, professor på DTU Space.

Han er en garvet herre, når det gælder internationale missioner, og hans gruppe er også med i Nasas Mars 2020-mission.

DTU Space leverer både det lys, som skal sørge for, at roveren ikke banker de dyre kameraer ind i klipper om natten, og et røntgenmikroskop, som kan analysere eventuelle slimspor efter bakterier.

»Vi har jo tænkt som gale på, hvordan vi skulle definere liv, og noget af det første, vi selv havde på Jorden, var bakterier, som vi siden har påvist ved fund af slimrester. De rester vil vi også lede efter på Mars,« fortæller John Leif Jørgensen.

## Sten skal hjem til Jorden

Samtidig skal den nye, endnu navnløse, rover samle spændende sten sammen, som en senere mission kan samle op og returnere til Jorden.

Her er Niels Bohr Institutet på Københavns Universitet også med, da Marsgruppen har udviklet et såkaldt kalibreringstarget, som skal hjælpe et af kameraerne med at finde de rigtige sten ved at 'rense' den røde farve i Mars' atmosfære væk fra billederne.

»Det har jo været en drøm i mange år at hente materiale hjem fra Mars, og roveren skal lande et rigtig spændende sted med en meget varieret geologi. Med lidt held kan vi

få de prøver hjem inden 2030,« siger Kjartan Kinch, lektor på Niels Bohr Institutet.

## ExoMars - fest eller fuser?

Hvad angår missionen fra europæiske ESA, tager den nok prisen som den mest forsinkede. ExoMars har været på tegnebrættet i mange år med flere udsættelser, og undervejs er de danske bidrag blevet fjernet. DTU Space skulle have leveret et magnetometer til en afgang i 2013, men det blev ikke til noget.

»Ja, det er jo Elidt af en farce efterhånden med ExoMars. Europa har endnu ikke landet noget med succes på Mars, og vi er jo nærmest 20 år bagud allerede,« siger John Leif Jørgensen.

ESA havde i 2016 et uheld med sin Schiaparelli-mission, som crashe- de på Mars på grund af en defekt sensor. Og under de seneste test begyndte faldskærmene at revne, så det har været lidt op ad bakke for de europæiske Mars-missioner.

I stedet for at skrue ned for ambitionerne og sende en besked til roveren eller lander af sted for lige at være sikre på, at landingen går godt, er ESA imidlertid gået den anden vej, fortæller John Leif Jørgensen.

Roveren får hele tiden nye interesserter, der skyder penge og instrumenter i projektet, og i den forbindelse måtte DTU-instrumentet lade livet.

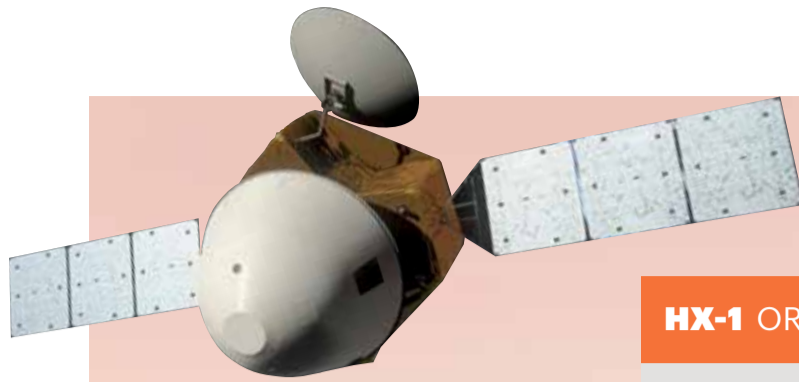
John Leif Jørgensen mener dog, at der kan blive tale om et solidt comeback, hvis roveren rent faktisk bliver landet uden at gå i stykker.

Den har nemlig et bor med, som kan bore to meter ned i undergrunden, så den kan undersøge organisk materiale, som ikke er blevet ødelagt af den kosmiske stråling – dog uden en ambition om at tage det med hjem i første omgang.

Et så stort bor er noget af en nyhed i Mars-sammenhæng – hidtil har bor fra Nasa enten kun kradsat i overfladen eller målt på helt andre ting.

## Emiraterne tjekker vejret

Så er der Forenede Arabiske Emirater, som debutterer på Mars – eller rettere sagt: rundt om Mars. For i første omgang sender emiraterne blot en orbiter af sted, som skal kredse om planeten og lave målinger af atmosfæren.



## HX-1 ORBITER OG ROVER

**Operatør** China National Space Administration.

**Launchsted** Wenchang Launch Center.

**Landingssted** Ikke offentliggjort.

**Raket** Lange March 5.

**Rover** Small Rover.

**Datatransmission** Missionen har egen orbiter med til at varetage kommunikation mellem Jorden og roveren.

**Interessant mål** At komme yderligere i spil på rumscenen og vise, at kineserne også kan lande på Mars. De vil også lede efter is og være med på banen, når det handler om at få prøver hjem til Jorden.

**Udfordringer** Det er Kinas debut på Mars med en ambitiøs pakke. Landingen vil blive en udfordring, og raketten er ikke færdigtestet endnu.



## MARS 2020 ROVER

**Operatør** Nasa.

**Launchsted** Cape Canaveral SLC-41.

**Landingssted** Jezero-krateret.

**Raket** Atlas V 541.

**Rover** Endnu unavngiven rover, der ligner Curiosity.

**Datatransmission** Bruger eksisterende orbiterer.

**Interessant mål** At lede efter liv på Mars ved at se efter biosignaturer efter mikroorganismer. Mars 2020 skal også samle sten sammen til opsamling med en senere mission.

**Udfordringer** At samle de helt rigtige sten i en begrænset mængde, der er realistisk at få til Jorden.

Men er det ikke gammelt nyt? Jo, på en måde, men der er et umætteligt behov for den slags data, understreger Kjartan Kinch.

»Hvis mennesker skal til Mars, skal vi vide, hvornår der er støvstorme og andet udfordrende vejr. Det gør, at man skal holde øje med Mars hele tiden – tænkt bare på, hvor mange vejrstationer vi har på Jorden,« siger han.

John Leif Jørgensen finder især emiraternes fokus på at få kvinder ind i rumforskningen fascinerende og vigtig, og så er der tale om et kæmpe internationalt samarbejde om at få emiraternes Mars-debut på vingerne.

DTU Space er også med i denne mission med et sæt avancerede

“

**Mars er svært at have med at gøre, og det bliver en kæmpe udfordring bare at lande. Det bliver den største udfordring for dem alle sammen.**

KJARTAN KINCH

Lektor, Niels Bohr Institutet

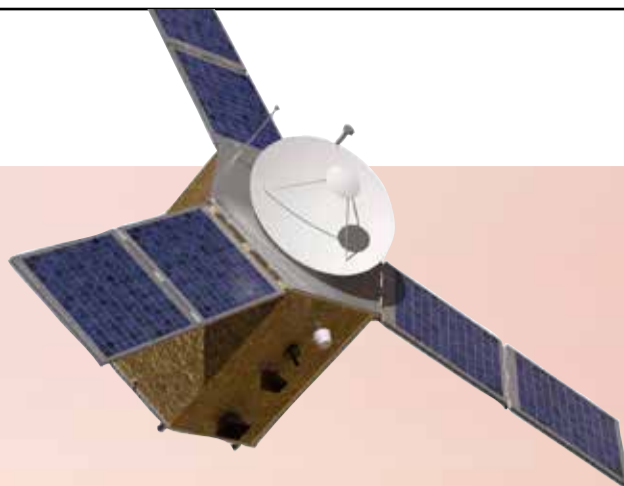
navigationskameraer, der tester en teknologi, end ikke Nasa og ESA endnu har turdet afprøve.

Normalt navigerer man rumfartøjer, som skal til Mars, ved at tracke dem med radioteleskoper her på Jorden, hvilket John Leif Jørgensen understreger er en gennemtestet, men arbejdstung og kostbar metode.

I stedet får emiraternes rumfartøj et sæt kameraer, som sætter det i stand til at navigere selv ved at styre efter Mars og dens måner Phobos og Deimos.

## Kina står på egne ben

Endelig har vi Kina, som med sine seneste Måne-missioner er begyndt at markere sig på den galaktiske



## HOPE ORBITER

**Operatør** Mohammed bin Rashid Space Centre, Forenede Arabiske Emirater.

**Launchsted** Tanegashimaraketcentret, pad LA-Y1 i Japan.

**Raket** H-U11A fra japanske Jaxa.

**Interessant mål** At undersøge, hvorfor Mars mister brint og ilt, for herved at finde ud af, hvordan vandet forsvandt, og atmosfæren blev så tynd. Desuden at holde øje med vejret på Mars generelt.

**Udfordringer** Det er emiraternes debut, og de skal ikke lande noget, men tager nye navigationsapparater i brug. Selv om de ikke har en rover med, skal de alligevel formå at få bremset orbiteren i tide og få den ind i den rette bane.



## EXOMARS ROVER

**Operatører** ESA (rover) og Roscosmos (raket og lander).

**Launchsted** Baikonur Cosmodrome, Kasakhstan.

**Landingssted** Oxia Planum.

**Raket** Proton-M.

**Rover** Rosalind Franklin.

**Datatransmission** Bruger eksisterende orbitere.

**Interessant mål** At få mere viden om geologien ved at bore et to meter langt bor ned i overfladen.

**Udfordringer** At lande sonden uden at crashe og automatisk samle og styre det lange bor.

Illustrationer: NASA, ESA, Mohammed bin Rashid Space Centre, China National Space Administration

scene. Kina er ikke de mest åbenmundede om deres missioner, men vi har dog fået lov at snuse lidt med på deres Chang'e-missioner, som senest – for første gang nogensinde – landede en rover på bagsiden af Månen.

Derfor er der heller ingen grund til at holde sig tilbage med ambitionerne for Mars, så der bliver i første hug sendt både en orbiter og en rover af sted.

Faktisk er det Kinas andet forsøg på at nå Mars, da de fik en orbiter med på den russiske Fobos-Grunt-mission i 2011. Missionen mislykkedes imidlertid, da computersystemet ikke formåede at få sonden ud af Jordens kredsløb og af sted mod Mars.

Siden besluttede Kina sig så for, at det nok var bedre, hvis de gjorde tingene selv.

»Her er udfordringen så, at raketten, der skal sende det hele op, ikke er færdigtestet endnu, så de har lidt travlt. Alternativt må de udskyde missionen et par år. Det skete også for Curiosity, for det sker jo i rumbranchen,« siger Kjartan Kinch, som dog har stor tiltro til den kinesiske kunnen.

Han har også al mulig respekt for, at kineserne vælger at tage kameraer og andre instrumenter med, som allerede er afprøvet på tidligere missioner.

»De er kommet langt siden den gang, og når det er første gang, er det absolut fornuftigt, at de bruger

velkendt teknologi, der har været benyttet med succes. Der skal nok også komme interessant videnskab ud af det, men hele formålet her er, at de også gerne vil være med,« understreger Kjartan Kinch.

### Den udfordrende landing

Men uanset hvilke instrumenter og hvilke partnere de hver især gør brug af, så er der én udfordring, som er altafgørende for, om missionen bliver en succes: landingen.

Sekvensen, fra landingsmodulet bliver sat fri fra cruisemodulet og er sikkert på overfladen, bliver oftest benævnt som *six minutes of terror*. Her vil landeren med eller uden rover drøne ned gennem Mars' atmosfære med 21.000 km/t, folde

faldskærmene ud og bremse helt ned med bremseraketterne, hvorefter landeren falder det sidste lille stykke med et bump.

I de minutter kan folkene i kontrolrummet intet gøre udover at krydse fingre for, at vind, vejr og computerprogrammer spiller perfekt sammen.

Det er her, varmeskjoldet skal stå sin prøve, faldskærmene skal holde, og bremseraketterne sætte i gang på rette millisekund uden at hvirvle for meget grus op, der kan ødelægge fartøjet.

Der kan være mindre forskelle i måden at lande på. Den mere traditionelle går på at placere bremseraketterne under landeren og få den sænket ned på den måde.

Nasa har derimod udviklet, hvad de kalder en *SkyCrane*, som holder landingsfartøjet svævende 20 meter fra overfladen ved hjælp af bremseraketterne og så sænker roveren ned i wirer, hvorefter den flyver væk. Metoden blev også brugt ved Curiositys landing og har til hensigt at undgå, at roverens maskineri bliver udsat for for meget støv og grus.

Men grundlæggende er udfordringerne nøjagtig de samme for alle.

»Mars er svær at have med at gøre, og det bliver en kæmpe udfordring bare at lande. Det bliver den største udfordring for dem alle sammen,« understreger Kjartan Kinch. ■

## GEOLOGI NYT LYS PÅ GAMLE STEN

# Meteoritterne er landet i København

Geologisk Museum har fordansket en fransk udstilling med elementer fra museets egen meteoritsamling og eksempler på dansk forskning.

Af Jens Ramskov  
ram@ing.dk

**D**et første, der møder en i gården til Geologisk Museum i København, er den imponerende 20 ton tunge jernmeteorit – en af verdens største – som professor Vagn F. Buchwald var med til udgrave i 1965 i Nordvestgrønland. Har man aldrig set den, må den være første prioritet for alle, der kommer forbi Øster Voldgade i København.

Efter at have beundret Agpalilik-meteoritten kan man passende gå indenfor, da Geologisk Museum netop har åbnet en ny særudstilling om meteoritter, der er på programmet et år frem i tiden. Det er en udstilling fra det franske naturhistoriske museum i Paris, der danner grundlag for det danske udstilling, som dog er blevet tilpasset de lokale danske forhold.

Jorden rammes jævnligt af småsten fra rummet, men inden for en

periode på ti år er det kun omkring 100 meteoritter, der rent faktisk findes. Af den grund er det yderst bemærkelsesværdigt og næsten helt usandsynligt, at der er fundet tre meteoritter i Danmark de seneste ti år. Maribo-meteoritten 17. januar 2009, Ejby-meteoritten 6. februar 2016, og Dueodde-meteoritten, der blev fundet i juli 2017 – men som ingen så falde til jorden, da det skete.

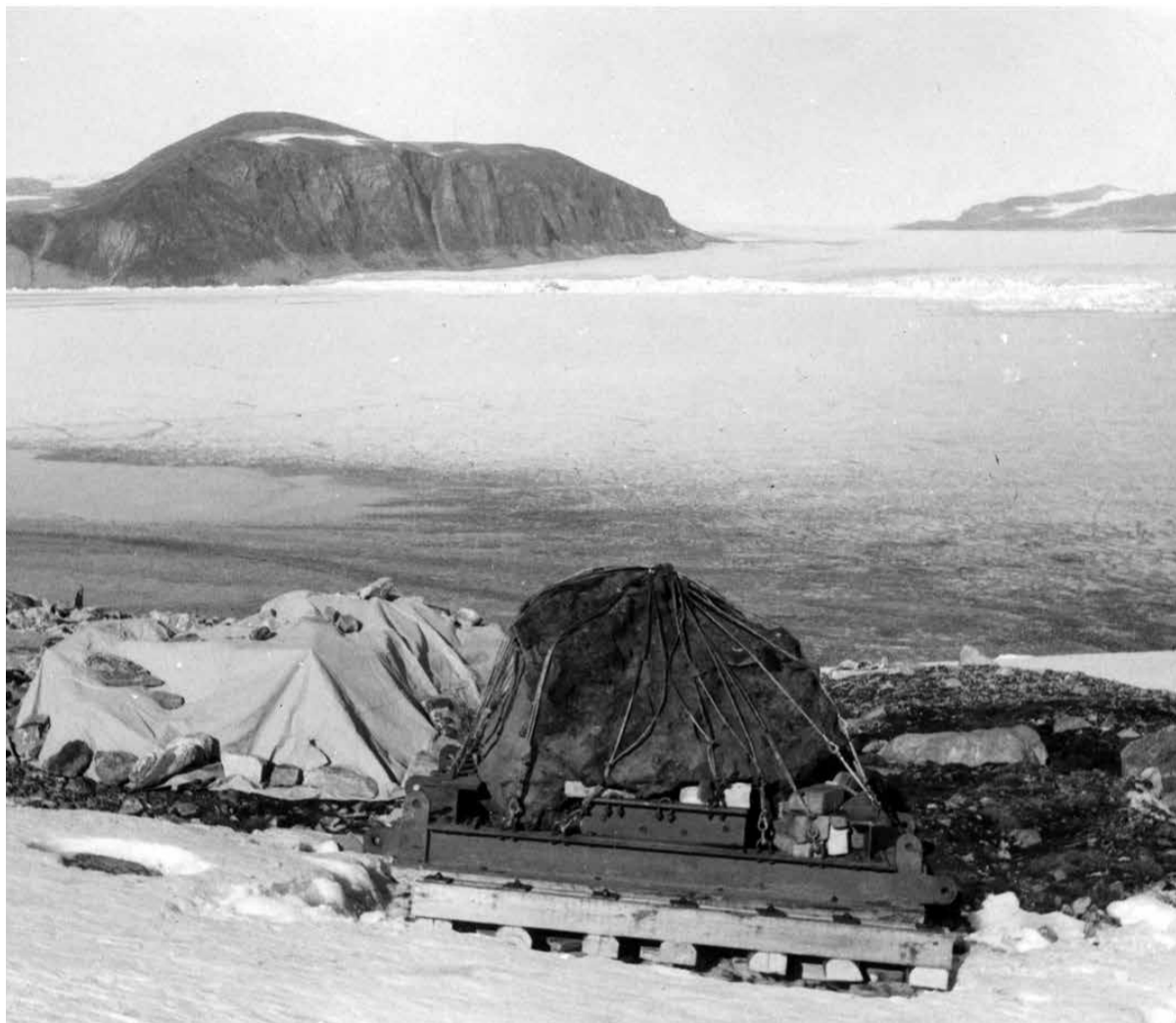
Når indgangsdøren til udstillingen er passeret, står den besøgende over for et valg – enten at gå til højre eller ligeud.

Til højre er fokus på de mytologiske og kulturelle og menneskelige aspekter knyttet til meteoritter. Det er her, man får den bløde indføring i emnet, så det er nok det fornuftige valg.

## Ejby og Black Beauty

Det første, man ser, er et lille fragment af Ejby-meteoritten, hvoraf Statens Naturhistoriske Museum, hvorunder Geologisk Museum hører, har i alt 9 kg.

På en lille skærm kan man se et tv-indslag med den 6-årige Melina Hybel Jensen, der fandt et stykke på 65 gram af Ejby-meteoritten. Det vil nok interessere de børn, som museet håber i stort tal vil se udstillingen



sammen med deres forældre eller bedsteforældre.

I det andet udstillingslokale er fokus på de videnskabelige elementer. Her kan man se eksempler fra Geologisk Museums egen meteoritsamling, heriblandt en del af den exceptionelle Black Beauty-meteorit, der blev fundet i Sahara i 2011, og som stammer fra Mars.

Det var efter undersøgelse af silikatmineralet zirkon i denne meteorit, at udstillingens kurator,

professor Martin Bizzarro, under stor international opmærksomhed sidste år i en videnskabelig artikel i Nature kunne beskrive, at Mars blev dannet på rekordtid.

Med nye eksperimentelle værktøjer er meteoritter, som bl.a. har oprindelse i kometer fra solsystemets afkroge uden for Neptuns bane, i de senere år også blevet ekstra interessante for klarlæggelsen af, hvordan planetsystemer dannes. Det er også et område, som Martin

Bizzarro og hans kolleger er internationalt førende inden for.

## Sanselig videnskab

Martin Bizzarro forklarer, at der er lagt vægt på, at udstillingen skal være videnskabsformidling med bånd til den nyeste forskning på området.

»Samtidig med at det bliver både en sanselig og tankevækkende udstilling,« som han siger – og det er lykkedes meget godt.

## TEKNOLOGIHISTORIE NYE GAMLE SIDER I ARKIVET

# Danmarks første polytekniske tidsskrifter kan nu

Nu kan du læse H.C. Ørsteds diskussion af elektromagnetisme fra 1822 i Ingeniørernes danmarkshistorie

Af Erik Lyngsø-Petersen  
elp@ing.dk

**T**idsskriftssamlingen i Ingeniørernes danmarkshistorie har denne sommer fået en teknologihistorisk set ret sensationel udvidelse. Nu begynder den digitale samling af tidsskrifter på ing.dk ikke længere med starten af det første Ingeniøren i 1892, men allerede i 1822, hvor H.C. Ørsteds 'Tidsskrift for Naturvidenskaberne' begyndte at udkomme.

Desuden har arkivet fået tilført digitale versioner af de allerførste danske 'polytekniske' tidsskrifter, nemlig 'Magazin for Kunstnere og Haandværkere' og 'Den tekniske Forenings Tidsskrift'. Disse gulnede sider befandt sig ligeledes i kælderen under DTU's bibliotek i Lyngby, stort set kun til glæde for faghistorikere, men kan nu læses af alle interes-

serede. I alt omfatter udvidelsen af arkivet ca. 26.000 nye, gamle sider.

'Tidsskrift for Naturvidenskaberne' udkom fra 1822 til 1828 og var redigeret af professorerne H.C. Ørsted, W. Hornemann og J. Reinhardt, der selv skrev flittigt i bladet. Første udgave indledes således med en 55 sider lang artikel af Ørsted med titlen 'Udsigt over Chemiens Fremskridt siden det nittende Aarhundredes Begyndelse'.

Her gennemgår han bl.a. opdagelsen af elektromagnetismen to år tidligere og opdagelsens konsekvenser, som naturligvis ikke kunne overskues på det tidspunkt. Senere i samme årgang konstaterer Ørsted, »at der gives mange, som endnu ikke have ladet sig overbevise,« og han beskriver derfor et nyt forsøg, der ikke tillader nogen tvivl om, »at alle Punkter i Lederen have lige Virkning paa Naalen«. En spændende diskussion om den epokegørende opdagelse, som kom til at forandre verden til ukendelighed de følgende 200 år – og stadig gør det.

Alle årgange indeholder tilsammen interessante oversigtsartik-



H.C. Ørsted med den berømte magnetnål (illustration i Magazin for Kunstnere og Haandværkere, 1827).

ler om nye opdagelser inden for de fleste grene af naturvidenskaberne, bl.a. fugleliv (også i Grønland), botanik, meteorologi, kemi, råstoffer, geologi og palæontologi. I femte bind bringes således to breve fra Rio de Janeiro af den verdenskendte dansk-brasilianske palæontolog

Peter W. Lund (1801-1880), der bl.a. fandt den fossile sabeltiger.

## De første polyteknikere

De næste klenodier fra DTU's kælder er 'Magazin for Kunstnere og Haandværkere', der udkom i to omgange først fra 1826 til 1834 og derefter fra 1837 til 1842, nu kaldet 'Nyt Magazin for Kunstnere og Haandværkere'.

Det vil nok i starten genere ikke-faghistorikere en smule, at teksten i disse tidsskrifter er sat med det såkaldt 'gotiske' alfabet, men det vænner man sig nu ret hurtigt til (man kan nemt finde en 'oversættelse' på nettet). Det fine er imidlertid, at søgningen i teksterne sker med det latinske alfabet, idet OCR-scanningen omsætter til de gotiske skrifttegn.

Tidsskrifterne, der med rette betegnes som vore første 'polytekniske' udgivelser, blev i begge omgange udgivet af Georg Frederik Ursin (1797-1849), som var en alsidigt uddannet, berejst og sprænglærd astronom, matematiker og populærvidenskabelig forfatter, der så

en opgave i at udbrede forståelse af naturvidenskabens blandt kunstnere og håndværkere.

I 1829-32 underviste Ursin i maskinlære på den nystartede Polyteknisk Lærestanstalt, samtidig med at han var professor i matematik ved Kunstakademiet, hvor han senere desuden blev inspektør og udnævnt til 'slotsforvalter'.

I første nummer skrev Ursin en afhandling 'Om Aarsagerne til Fastheden af gammelt gothiskt og romerskt Muurarbeide', og den artikel kunne man måske lære noget af den dag i dag, hvor restaurering af gamle kirker ofte løber ind i problemer med moderne mørtlers egnethed.

De følgende numre handlede ofte om samme type praktiske problemer, som f.eks. ætsning af kobber- og stålplader, en føljeton vedr. en ny 'Metode til at bevæge Dampbaade', papirfabrikation, beskrivelse af en ny slags lommeure osv. Desuden gengiver bladet fast professor Ørsteds 'Maanedsfrelæsning om fysiske og kemiske emner'.

Men der blev dog også bragt mindre artikler og reportager, herun-



Black Beauty stammer fra Mars. Det er ud fra analyser af denne sten, at danske forskere er kommet frem til, at Mars blev dannet hurtigere, end man tidligere har formodet. Foto: Frederik Wolff Tegllhus, Statens Naturhistoriske Museum

Agpalilik-jernmeteoritten under transport i Grønland 23. august 1965. Den står i dag foran Geologisk Museum på stålslæden, der blev benyttet under transporten. Foto: Vagn F. Buchwald

Det største kendte meteoritfald i danmarkshistorien skete 6. februar 2016 ved Ejby vest for København og var i alt på 9 kg. Her ses et af småstykkerne, der blev samlet op. Foto: Frederik Wolff Tegllhus, Statens Naturhistoriske Museum

I det videnskabelige rum er det eksempelvis muligt rent fysisk at røre ved meteoritter, der stammer fra Månen og Mars. Det er næsten et must for enhver besøgende, men oplevelsen er nu ikke noget særligt. Sjovere og mere interessant er det at røre ved en genstand, der skal illudere en meteorit, der lige er landet på Jorden – og mærke varmen.

Man kan også selv prøve at studere meteoritter i et mikroskop i en bemanded stand, hvor værten

sikkert også kan besvare spørgsmål om meteoritter i øvrigt. I interaktivitetens navn er der også et spil, hvor man skal fange en meteorit.

Det er en fin, lille udstilling, som de fleste nok vil gennemse på en halv til en hel time.

Entréprisen lyder på 105 kr. for voksne. Det synes jeg umiddelbart virker i overkant, men der er tale om en samlet pris for et besøg både på Geologisk Museum, Zoologisk Museum og Palmehuset i Botanisk

Have inden for 48 timer – og så lyder det mere rimeligt.

Det vil i hvert fald være helt fjollet ikke også lave et nedslag på Geologisk Museum for at se meteoritterne, hvis man planlægger et besøg et af de andre steder. ■

*Meteoritter – en rejse gennem tid og rum. Særudstilling på Geologisk Museum 5. september 2019–30. august 2020. Information om åbningstider, events mv. på meteoritudstilling.dk.*

## læses på skærmen

der om vandsøgning med pilekvist, hvorom Ursin bemærker, at selv om denne metode »synes uden teoretiske Grunde«, så kan man ikke fortænke landmænd i at benytte den, især i en tid med vandmangel. Den sag har såmænd også været diskuteret i det nuværende Ingeniøren for nogle få år siden.

I bladets anden udgivelsesperiode fik Ursin ingeniør C. G. Hummel (1811–1872) som medredaktør.

Hummel var udlært tømrer på Holmen, og efter tre års studier på den nye Polytekniske læreanstalt blev han i 1834 kandidat i mekanik – så på en måde fik han uafvidende landets første teknikumingeniør-uddannelse.

### Hvad udad tabes ...

'Den tekniske Forenings Tidsskrift' blev startet som medlemsblad ved stiftelsen af foreningen i 1877. Det erklærede formål var at »at fremme Udbredelsen af tekniske Kundskaber, dels ved Møder, dels ved udgivelse af et teknisk Tidsskrift«.

Foreningen var oprettet på et ønske om landets genrejsning efter



det fatale nederlag i 1864 – hvad udad tabes skal indad vindes. Dens opgave var »at udvikle de tekniske Fag i vort Fædreland, at bringe Teknikerne videre og at virke for, at de Hver, som tilfaldt dem, kunde opfyldes på en bestandig fuldkomnere, sikrere og mere tilfredsstillende Maade«.

Bladet, der på mange måder var en forløber for og senere overlappede de to større ingeniørblade, Ingeniøren fra 1892 og Ingeniør- & Bygningsvæsen fra 1905, udkom frem til 1941.

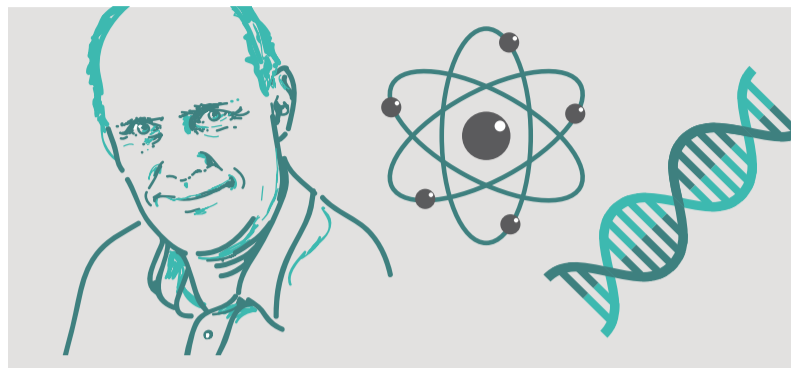
I de 65 årgange med i alt ca. 16.000 sider bringes et væld af artikler og kortere meddelelser om alle mulige

tekniske emner, som var oppe i tiden. Vindkraft er et af de tidligere emner, og desuden beskrives de nye gas- og elektricitetsværker, som kom til at præge energiforsyningen i slutningen af 1800-tallet.

Udvidelsen af arkivet er sket i samarbejde med bestyrelsen for IDA – Historisk Teknologi (HITEK) og er finansieret med en donation fra Louis-Hansen Fonden. Desuden har DTU Bibliotek og Teknologihistorie DTU medvirket i denne del af projektet. ■

Søg selv i arkivet på [ing.dk/danmarkshistorie/browse](http://ing.dk/danmarkshistorie/browse)

## VÆRD AT VIDE UKONSTANTE KONSTANTER



Hubblekonstanten kan bestemmes til to signifikant forskellige værdier, og protonens officielle radius er skrumpet.

Af Jens Ramskov  
ram@ing.dk

**HVOR HURTIGT UDVIDER** universet sig, og hvor stor er protonen? Det er to spørgsmål, som forskerne gennem en årrække har søgt at besvare, men hvor flere og mere nøjagtige målinger kun har bidraget til at øge forvirringen.

**FØRST TIL UNIVERSET.** Den amerikanske astronom Edwin Hubble opdagede i 1929, at universet udvidede sig, og han estimerede, at objekter i en afstand af en megaparsec (ca. 3,3 mio. lysår) bevæger sig bort med en hastighed af ca. 500 km/s. Objekter i den dobbelte afstand dobbelt så hurtigt, osv. Det giver en Hubblekonstant på universets udvidelse på 500 km/s/megaparsec. Det første estimat var ikke overraskende en del forkert, i dag ved vi, at Hubblekonstanten er omkring 70 – vi skipper den besværlige enhed i det følgende. Den kan bestemmes med stor nøjagtighed på to forskellige måder. Den ene benytter den kosmiske baggrundsstråling, der er eftergløden efter big bang. Det er en kosmologisk måling, der baserer sig på forholdene i det meget unge univers og giver en værdi på 67,4. Alternativt kan man foretage en astronomisk måling ved at måle på stjerner eller supernovaer, som er en del af et univers, der er flere milliarder år gammelt. Det giver en værdi på 73,1, der er signifikant forskellig fra den kosmologiske værdi, usikkerheden taget i betragtning.

### PÅ EN WORKSHOP MED TITLEN

*Tensions between the Early and the Late Universe* i Santa Barbara i Californien diskuterede kosmologer og astronomer i sommer denne forskel og søgte at finde forklaringer. Det letteste ville være at henvise forskellen til systematiske fejl, men det er ikke helt så simpelt, fremgår det af et resumé fra workshoppen. Det er heller ikke helt så enkelt at finde fysiske forklaringer på forskellen, for sådanne skaber kun problemer andre steder i vores forståelse af naturen og universet.

**I RESUMEET FREMHÆVES** denne bemærkning af den unge canadiske forsker Francis-Yan Cyr-Racine: »Vi mangler stadig at finde en

samlet løsning, der er spiselig for både kosmologer og partikelfysikere, men vi har gode ledetråde til, hvordan en model skal se ud.« Deltagerne på workshoppen blev til sidst bedt om at benævne forskellen i Hubbleværdierne som værende enten interessant, spændende, et problem eller en krise. Flertallet holdt sig til, at det var et problem, men et alvorligt et af slagsen.

### VI SPRINGER TIL PROTONEN.

Samtidig med, at definitionen af en række SI-enheder, herunder kilogrammet, trådte i kraft 20. maj i år, skrumpede protonen i mere ubemærket officielt, da dens ladningsradius blev fastsat til at være 0,8414 femtometer. Det blev den af Committee on Data Science and Technology (CODATA) i listen 2018 CODATA recommended values, som var en erstatning for en fire år ældre liste, hvor protonens radius var angivet til 0,8751 fm.

**NEDJUSTERINGEN SKYLDES**, som jeg tidligere har omtalt, at en række nyere målinger bl.a. med myonisk hydrogen (et brintatom hvor elektronen er erstattet af elektronens godt 200 gange tungere storebror myonen) havde indikeret, at protonens radius var mindre end antaget. Nedjusteringen kan dog ikke have været uproblematisk, for i 2018 havde en fransk forskergruppe præsenteret en ny præcisionsmåling, der var i ganske god overensstemmelse – nærmest spot on – med den gamle værdi.

**HELDIGVIS KOMMER** en canadisk gruppe i denne uge med en ny måling af helt almindelig hydrogen, men med samme metode som benyttet ved måling af myonisk hydrogen. Canadierne kommer frem til en værdi på 0,833 fm med en usikkerhed på 0,010 fm – som dermed ikke afviger fra CODATA-2018 eller målingen på myonisk hydrogen. Det giver opbakning til den nye anbefalede værdi – men det giver ikke en forklaring på forskellen til andre målinger. Protonens radius er som Hubblekonstanten stadig lidt af en gåde. ■

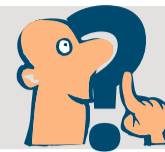
## VÆRD AT VIDE PÅ ING.DK

Læs flere af Jens Ramskovs ugentlige klummer på

[ing.dk/emne/vaerd-at-vid](http://ing.dk/emne/vaerd-at-vid)

## SPØRG FAGFOLKET

### BØR JEG SÆTTE EN LYNAFLEDER PÅ MIT HUS?



#### Søren Schack Hansen spørger:

Jeg bor i en villa med tegltag, der ligger i en afstand af 20 m fra høje træer og 10 m fra en høj flagstang af glasfiber. Der er ingen luftledninger. Hvor nødvendig er en lynafleder?

**Allan Hvistendal Madsen, E- og salgssingeniør hos handels- og ingeniørfirmaet Desitek, der bl.a. leverer lynbeskyttelse, svarer:**

**EN LYNAFLEDER** til tage består som oftest af tråd, lavet af en aluminiumslegering, men findes også i galvaniseret stål (StZn), kobber eller rustfrit stål. Tråden er typisk ca. 8 mm i diameter og kan være suppleret med nogle antenner, som bliver elektrisk forbundet med flere såkaldte nedledere uden på huset og helt ned til jord med udligning undervejs på tagrender og andet af metal.

**DE SÆTTES** som regel kun på bygninger med særligt høje og uerstatelige værdier for at undgå skader på bygningen og evt. brand. Det ses ofte der, hvor lynene er hyppige – og det er geografisk forskelligt i selv lille Danmark. Billedet ændrer sig tilmed fra år til år, men man ser typisk på en tiårig periode for at kende gennemsnittet for et geografisk område. Det er informationer, vi køber os til hos DMI.

**GENERELT KAN** vi dog sige, at vi i Danmark ligger på ca. 1 lyn/km<sup>2</sup>/år i gennemsnit, mens hyppigheden stiger, som man bevæger sig ned gennem Tyskland. I Sydtykland er den omkring 4, så dernede har de helt andre krav end i Danmark.

**DET BETYDER** også, at myndigheder og forsikringsselskaber stiller krav til private boligejere. Herhjemme i Danmark er det som regel kun virksomheder, hospitaler og kirker samt museer eller andre kulturelle byg-

ninger, der har ydre lynbeskyttelse.

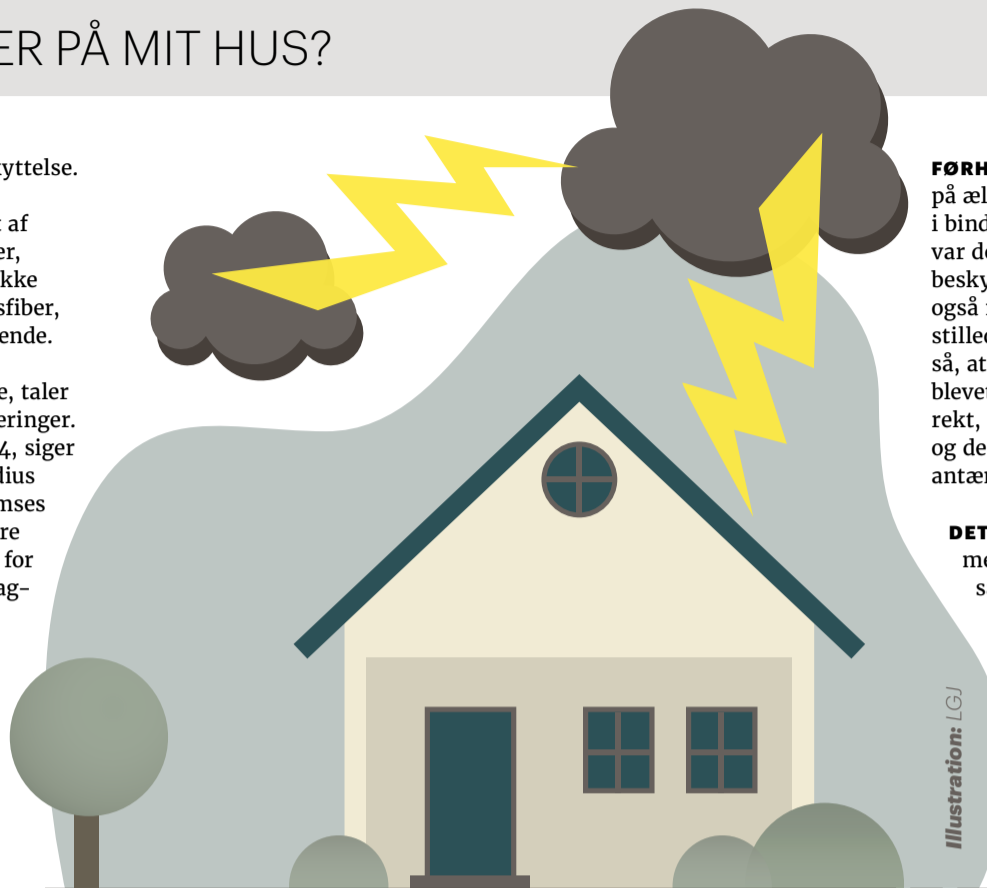
**DIT HUS ER** delvist beskyttet af direkte lyn pga. de høje træer, men flagstangen beskytter ikke noget, da den er lavet af glasfiber, der slet ikke er elektrisk ledende.

**NÅR VI TALER** lynbeskyttelse, taler vi om forskellige risikovurderinger. Tager vi den laveste, klasse 4, siger man, at en kugle med en radius på 60 meter skal kunne bremses af landskab, træer samt andre ledende ting uden mulighed for at røre direkte ved huset. I fagtermer bliver denne gængse metode kaldt 'The Rolling Sphere Method' og går altså ud på, at når kuglen kommer rullende, vil alle overflader, den rører på sin vej, være potentielt udsatte for lyn.

**HVIS TRÆERNE** i nærheden ikke er høje nok, eller står for langt væk fra huset, så kuglen, når den kommer rullende, kan røre ved huset, så er der behov for noget ydre lynbeskyttelse, der er højere end huset og måske står tættere på.

**DET KAN NOGLE** gange være tilstrækkeligt med en tråd hen over taget og med to eller flere nedledere fra taget ned til jord eller suppleret med nogle lodrette lynopfangere, hvis der er skorstene, antenner eller solcelleanlæg oppe på taget.

**JEG VIL IKKE** anbefale lynbeskyttelse af dit hus, men jeg vil anbefale dig at få beskyttet din eltavle med en transientbeskyttelse. En sådan beskytter mod overspændingspulser på over 1,5 kV i 8/20 µs og findes i en Type 2-udgave, der skal installeres i de fleste nye bygningers hovedtavler fra 1. juli 2019 iht. til de nye el-installationsbekendtgørelser (lovkrav) og standarden DS/HD 60364.



**FØRHEN SÅ MAN** ofte lynafledere på ældre huse, og det var ofte dem i bindingsværk og med stråtag. De var der selvfølgelig primært for at beskytte imod brand, men der var også nogle forsikringsselskaber, der stillede krav om det. Problemet var så, at nogle af disse lynafledere ikke blevet udført og vedligeholdt korrekt, så virkningen var begrænset, og derfor blev nogle huse alligevel antændt ved lynnedslag.

**DETTE HAR MAN** forsket meget mere i gennem de seneste 50 år, så i dag ved man, hvordan det skal laves korrekt ifølge en ny norm og standard IEC/EN 62305.

**DOG ER LYNAFLEDNING** ikke et lovkrav i Danmark, men der kan være nogle forsikringsselskaber, der stiller krav om det, hvis man vil have et nedslag i selvrisiko og præmie. Ellers kan det blive meget dyrt at forsikre et gammelt

hus i bindingsværk og med stråtag, da de er meget brandfarlige.

**MAN FINDER** således stadig synlige lynafledere nogle steder, f.eks. hen over højspændingsluftledninger, hvor der er en eller to tyndere tråde, og du ser det også på transformerstationer rundt omkring i landskabet. Det er der, hvor det giver mening for at beskytte vores elforsyning og infrastruktur.

**PÅ FLERE STØRRE** industribygninger findes de også, men de er bare ikke særlig synlige der. Specielt fordi arkitekter mener, at det skæmmes bygningerne, så de ønsker, at lynaflederne laves så diskret som muligt. ■ *mst*

Du kan læse flere svar og spørgsmål – og stille dine egne – på: [ing.dk/fokus/sporg-fagfolket](http://ing.dk/fokus/sporg-fagfolket)

**DER KAN SUPPLERES** med flere transientbeskyttelser Type 2 i bygningen, og efter en Type 2 kan der suppleres yderligere med Type 3 helt ude ved den enkelte stikkontakt lige foran det apparat, som man gerne vil beskytte ekstra godt, men det sidste er ikke et lovkrav.

**EN TRANSIENTBESKYTTELSE** er parallelkoblet på installationens forsyningskabel og sidder typisk imellem elmåler og fejlstrømsafbryderen (HPFI), hvor den konstant holder øje med spændingen på elnettet.

**MED EN REAKTIONSTID** på ca. 25 ns kan den gå fra at 'snuse' til strømmen med få µA til – ved overspændinger – begynde at lede strømme op til 40 kA (peak-værdi), før den går i stykker og kobler sig selv fra for at undgå varig kortslutning, der

kan ødelægge komponentens ydre og skade eltavlen.

**DER FINDES FLERE** sikringsmekanismer for at undgå røg og ild eller andre skader. Transientbeskyttelsen har en termisk sikring indbygget, og sikringen foran beskytter imod kortslutning.

**TRANSIENTBESKYTTELSEN** bypasser den farlige transiente strøm på nominelt 20 kA uden om el-installationen og laver inden for den relative smalle puls på 8/20 µs en kontrolleret kortslutning af forsyningen og bringer en trusselsspænding på helt op til 100 kV ned under 1,5 kV. Det er den mindste værdi, som et el-apparat til 230 V skal kunne tåle og er testet for at leve op til gældende krav for at bære CE-mærke og være godkendt af Sikkerhedsstyrelsen.

## NYT OM NAVNE

### JOBSKIFTE



**ANNETTE OELERT-PEDERSEN** er tiltrådt som afdelingsleder for Havne og Geo-konstruktioner i rådgivningsvirksomheden **Rambøll**.

Annette vil blandt andet fokusere på forretningsudvikling af marineprojekter, havne og klimatilpasning. Annette har en teknisk baggrund inden for vandbygning, kystprojekter og klimatilpasning med erfaring fra adskillige danske og internationale projekter, der omfatter alle projektfaser lige fra projektforslag til design og tilsyn. Annette er uddannet civilingeniør fra TU Braunschweig og har en MSc i Environmental Management fra DTU.



**TORBEN NØRSGAARD**, 45 år, er ansat hos **Rambøll** som afdelingsleder for Energi strategi og Planlægning. Her skal han stå i spidsen for et

team, der nationalt såvel som internationalt vil assistere energisektoren med at navigere i og implementere den grønne omstilling og rådgive om integrerede energisystemer. Torben Nørsgaard har mange års erfaring fra energibranchen og kommer fra en stilling hos Total som Business Developer og Commercial Manager.

**KRISTIAN DALGAARD** er ansat som Head of development i **Kobots** – Voice Responsive Robotics. Han er uddannet Master of Science, Engineering – PDI.



**CLAUS DANIELSEN** er ansat i **Process Engineering A/S**. Her vil han bl.a. styrke virksomhedens kompetencer i maskinlæg i proces-

industrien. Claus Danielsen har en baggrund som Project Engineer med 29 års erfaring i FEED-konceptuel og detaljeret design af pharma/offshore-projekter.

**RASMUS JUNCHER**, 37 år, er ansat i **K2 Management** som senior geofysiker. Rasmus kommer senest fra en stilling som Senior Geophysicist hos Energinet, hvor han har opbygget en stor erfaring med kontraktstyring og geofysiske undersøgelser, primært med fokus på offshore-kabler

**VIGGO TUAN VO**, 26 år, er ansat i **K2 Management** som civilingeniør. Viggo er nyuddannet ingeniør fra Aalborg Universitet, hvor han som en del af sit kandidatspeciale i mekanisk design har beskæftiget sig med offshore-fundamentskonstruktioner og identifikation af skader på vindmøllevinger.

**RENÉ BØGELUND PEDERSEN**, 34 år, er ansat i **K2 Management** som geoteknisk ingeniør. René kommer fra en stilling hos Ørsted som Geotechnical Engineer.

### PH.D.-FORELÆSNINGER

**HISU HYVÄRINEN** afholder **mandag 9. september kl. 13.00** ph.d.-forelæsning over emnet: 'The Emotional Developments in Social

Media Conversations Following a Terror Attack'. Forelæsningen finder sted på IT Universitetet, auditorium 1.

**RANDI NØHR MØLLER** afholder **onsdag 11. september kl. 14.00** ph.d.-forelæsning over emnet: 'Aerodynamic Stability of Long Span Bridges'. Forelæsningen finder sted på DTU, bygning 341, auditorium O21.

### INDSEND SELV DIN NAVNENYHED

Navnenyheder indsendes via [ing.dk/navne](http://ing.dk/navne)

Et udvalg af de nyheder, der bliver lagt på sitet, kommer med i den trykte avis. Vi kan ikke garantere, at alle nyheder kommer med i avisen.



# I FORRESTE RÆKKE TIL **DE BEDSTE JOB & PRAKTIKPLADSER**

**ONSDAG DEN 2. OKTOBER 10.00-15.00  
VIDENBYEN I CORTEX PARK, ODENSE**

FOR DIG DER LÆSER TIL INGENIØR,  
MASKINMESTER - ELLER TAGER EN  
DIPLOMUDDANNELSE I TEKNOLOGI

HØR OM DINE MULIGHEDER HOS



**FORSVARET**

**netcompany**

**SIEMENS Gamesa**  
RENEWABLE ENERGY

**COWI**

**Schneider**  
Electric

**VELUX®**

OG MANGE FLERE!

**INGENIØREN JOBFINDER**

**SDU**



**FÅ EN GRATIS  
LØBE T-SHIRT HOS  
JOBFINDER**

**FÅ  
CV-SPARRING  
HOS IDA**

**JOBTRÆF.DK**

**INGENIØRENS  
JOBTRÆF 2019**

# TEKNOLOGIENS JOBFINDER

# 180

 NYE  
JOB

## Se de nyeste stillinger på Jobfinder.dk

Stilling	Virksomhed	Job ID	Stilling	Virksomhed	Job ID	Stilling	Virksomhed	Job ID
Servicetekniker	ABB	58474	Senior Projektleder/Projektchef til	Sweco Danmark A/S	58813	<b>Jobfinder IT - i samarbejde med VERSION 2</b>		
Senior Manufacturing Process Engin	Ambu A/S	58689	Mikrobiolog til skimmelsvampe og	Teknologisk Institut	58667	SAP HR ansvarlig	Banedanmark	58639
Senior projektchef til byggeteknik	ATP Ejendomme A/S	58756	Styringsspecialist til fødevarerindust	Teknologisk Institut	58803	Human Factor Specialist	Banedanmark	58672
Safety Advisor to the Danish Signal	Banedanmark	58716	Ingeniør eller konstruktør	Teknologisk Institut	58841	Lead Software Engineer DevOps	BK Medical	58795
Broprojekter på jernbanen	Banedanmark	58831	Byggefaglig og kommunikativ netværk	Teknologisk Institut	58842	Teknisk supporter & driftsansvarlig	Bloom ApS	57947
To projektledere søges til Kommunal	Brøndby Kommune	58802	Internationalt orienteret slagterieksp	Teknologisk Institut	58843	Principal Consultant	Bloom ApS	57984
Faglig stærk sektionsleder	COWI A/S	58671	Ingeniør til moderne produktions-	TrackMan A/S	58676	C#/NET udvikler	Bloom ApS	58380
Akademisk medarbejder	DANAK	58674	Salgsingeniør til teknisk projektsalg	Trelleborg Sealing Solutions Denmark A/S	58890	.Net udvikler	Bloom ApS	58576
Associate Professor in Model Based	DTU Compute	58844	Postdoc position in ontology design	University of Southern Denmark	58393	DevOps Lead	Bloom ApS	58710
Export engineer	DTU Nutech	58438	PhD scholarship in digital twin of the	University of Southern Denmark	58395	Alsided softwareudvikler	Bloom ApS	58711
Ambitiøs SAP PS-konsulent til design	Energinet	58829	Entreprisestyrelser med el-teknisk bag	Vejdirektoratet	58200	IoT Software Engineer	Bloom ApS	58838
Ingeniør, sagsbehandler	Forsvaret	58301	Projektleder til Vejdirektoratets Vinter	Vejdirektoratet	58627	Alsided IT-arkitekt	Dansk Sygeplejeråd	58645
Key Account Manager	Forsvarets Efterretningstjeneste	58759	AC-medarbejder til natur- og miljøopg	Vejdirektoratet	58758	Senior algorithm DSP engineers, adv	Dirac Research Denmark ApS	58352
Projektleder/Ingeniør	Forsvarsministeriets Ejendomsstyrelse (FES)	58846	AC-generalist med politisk tæft søges	Vejdirektoratet	58742	Datamagiker	Forsvarets Efterretningstjeneste	58815
Projektleder	Forsvarsministeriets Ejendomsstyrelse (FES)	58847	Jurist til sagsbehandling og udvikling	Vejdirektoratet	58694	Analytiker søges til at hunte statsstøt	Forsvarets Efterretningstjeneste	58688
Graduate Projektleder	Forsvarsministeriets Materiel og Indkøbsstyrelse	58874	Product Information Management	VELUX Gruppen	58703	Passioneret udvikler til visualisering	Forsvarets Efterretningstjeneste	58882
Global Support Process Manager	FOSS	58272	Shop Floor Manager - produktions	VELUX Gruppen	58837	Webkoordinator med passion for data	Forsvarsministeriet	58830
Affald og Genbrug søger erfaren og	Gentofte Kommune	58769	Teknisk Chef til vedligeholdelsesafdeling	VELUX Gruppen	58839	Senior IT Projektleder	Forsvarsministeriets Materiel og Indkøbsstyrelse	58828
Ingeniør/specialist i rørsystemer	HMN GasNet	58826	Graduate Structural Engineer	Wood Thilsted	58884	Senior IT projektleder	Forsvarsministeriets Materiel og Indkøbsstyrelse	58878
Planlægger/ingeniør til koordinering	HOFOR A/S	58618	Finite Element Engineers	Wood Thilsted	58885	Systemudvikler	GEUS	58833
Asset Manager til vind & energihandel	HOFOR A/S	58306	Metocean Measurement Engineer	Ørsted	58321	Data Analytics	GN Audio	58750
Indkøbsprojektleder til vindmølleproj	HOFOR A/S	58307	Maskinmester eller elinstallatør	Ørsted	58390	Data Analytics (Business Intelligence)	GN Audio	58888
To miljømedarbejdere til store proj	HOFOR A/S	58870	Power System Engineer	Ørsted	58704	Software Developer	Linak A/S	58535
Konstruktionsingeniør til design af	ISC Rådgivende Ingeniører A/S	58539	Master's thesis in structural engineer	Ørsted	58778	Cloud & IoT Software Developer	Linak A/S	58536
Byplanlægger	Kolding Kommune	58767	Module Technical Manager for lead	Ørsted	58789	IT consultant	Linak A/S	58790
CNC tekniker/opstiller	Linak A/S	56925	Senior Geophysicist for offshore wind	Ørsted	58791	Softwareudvikler - IOT back end	MAN Energy Solutions	58792
CAD Designer til produktudvikling	Linak A/S	56926	Senior WTG Load Engineer	Ørsted	58799	Konsulent til MedComs Sundheds	Medcom	58892
Graduate Program - Operations	Linak A/S	57159	Release Train Engineer	Ørsted	58823	Softwareudvikler	Migatronix	58420
Mekanikingeniør til Key Account Proj	Linak A/S	57650	Engineer for Load Measurement	Ørsted	58825	Functional Programmer	Motorola Solutions A/S	58008
Udviklingsingeniør (Maskin)	Linak A/S	57651	Senior HSE Advisor (m/ff/d)	Ørsted	58886	C/C++-Software Engineer	Motorola Solutions A/S	58796
Tekniker/ingeniør til intern logistik	Linak A/S	57620	Prodekan for forskning og innovation	Aalborg Universitet	58812	Software udvikler med erfaring i	Move Innovation ApS	57838
Kvalitetsingeniør til produktion	Linak A/S	58871	Assistant Professors (tenure track) /	Aarhus Universitet	58005	Dedikeret og resultatorienteret Test	Netcompany A/S	58240
Project Engineer - Digital Production	Linak A/S	58872	Assistant Professors (tenure track) /	Aarhus Universitet	58007	Vi søger skarpe konsulenter	Netcompany A/S	53254
Bygningsingeniør	Lindø Industripark	58749	Assistant Professor (tenure track) /	Aarhus Universitet	58658	Intern Dynamics NAV konsulent	Netcompany A/S	55680
Projektleder til Klimatilpasning	Lyngby-Taarbæk Forsyning A/S	58540	Process Engineering Casting - Senior	Siemens Gamesa Renewable Energy	58466	Date teknikere	Netcompany A/S	53652
Senior Mechatronics/Electronics Eng	Maersk Container Industry AS	58381	Process Engineering Casting - Blade	Siemens Gamesa Renewable Energy	58467	Dynamics NAV konsulenter	Netcompany A/S	30940
Manager of Retrofit & Upgrade	MAN Energy Solutions	58709	Digital Product Owner	Siemens Gamesa Renewable Energy	58482	Dynamics AX konsulenter	Netcompany A/S	53543
Medarbejder til HiL Setup	MAN Energy Solutions	58708	Project Manager - Offshore G4 & D8	Siemens Gamesa Renewable Energy	58483	Linux talent	Netcompany A/S	57331
Maskiningeniør/Produktionsteknolog	MAN Energy Solutions	58581	Global test developer	Siemens Gamesa Renewable Energy	58648	Developers med erfaring	Netcompany A/S	39045
Manager til Technical Services	MAN Energy Solutions	58793	Commissioning-rådgiver til markeds	Sweco Danmark A/S	58512	Erfarne IT-konsulenter med ambitioner	Netcompany A/S	40763
Maskinkonstruktør til Mechanical	Marel	58770	Teamleder til arbejdsmiljøteam	Sweco Danmark A/S	58748	Senior Architect	Netcompany A/S	58601
Erfaren maskinkonstruktør til Mechan	Marel	58771	Teknisk projektleder med fokus på	Sweco Danmark A/S	58619	Nyuddannede IT-profiler til Danmarks	Netcompany A/S	39004
Contract Manager - anlægsentrepriser	Metroselskabet og Hovedstadens Letbane	58715	Mikrobiolog til skimmelsvampe	Teknologisk Institut	58667	Nyuddannede Software Developers	Netcompany A/S	37907
Hardware designer med flair for	Move Innovation ApS	57837	Ingeniør til moderne produktions- og	TrackMan A/S	58676	Change Consultant	Netcompany A/S	58675
Projektleder - Bolig	MT Højgaard A/S	58714	Postdoc position in ontology design	University of Southern Denmark	58393	Data Management konsulent	Netcompany A/S	58673
Ingeniør eller lignende med interesse	Naviair	58553	PhD scholarship in ontology design	University of Southern Denmark	58394	Serviceminded og ambitiøs IT-sup	Netcompany A/S	58827
Projektering af afløbssystemer i jord	Niras A/S	58816	PhD scholarship in digital twin of the	University of Southern Denmark	58395	Senior IT Consultant	Netcompany A/S	58877
GIS- og dataspecialist søges	Novafos A/S	58690	Entreprisestyrelser med el-teknisk	Vejdirektoratet	58200	GIS- og dataspecialist søges	Novafos	58690
Head Engineer	NTNU	58747	Projektleder til Vejdirektoratets	Vejdirektoratet	58627	Softwareingeniører / Dataloger	PDC	58665
Product Development Manager	OCTLIGHT	58593	AC-medarbejder til natur- og miljø	Vejdirektoratet	58758	Engineering Director of Development	Phase One A/S	58586
Erfaren svagstrømsingeniør, team	PR electronics A/S	58800	AC-generalist med politisk tæft søges	Vejdirektoratet	58742	Junior Image Processing Software	Phase One A/S	58588
Salgsingeniør	PR electronics A/S	58801	Jurist til sagsbehandling og udvikling	Vejdirektoratet	58694	Director of IT Projects	Rambøll Group	58807
Head of Department - Power Gene	Rambøll Group	58642	Product Information Management	VELUX Gruppen	58703	"Postdoc position in bioinformatics	Region Hovedstaden	58587
Ingeniør/Projektleder	Rebild Vand & Spildevand A/S	58659	Metocean Measurement Engineer	Ørsted	58321	Senior Software Developer	Siemens Gamesa Renewable Energy	57938
Postdoc position in bioinformatics	Region Hovedstaden - Herlev & Gentofte Hospital	58587	Control Engineer	Ørsted	58386	Product owner til ny indberetnings	Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering	58592
Teamleder til udviklergruppen i RUC	Roskilde Universitet (RUC)	58889	Maskinmester eller elinstallatør	Ørsted	58390	Ingeniør til moderne produktions	Trackman	58676
Quality Engineer Casting - Visual	Siemens Gamesa Renewable Energy	58465	Head of SCADA SCS & Metering	Ørsted	58707	Systemforvaltningschef	Udlændinge- og Integrationsministeriet	58176
Process Engineering Casting - Senior	Siemens Gamesa Renewable Energy	58466	Lead Fleet Manager	Ørsted	58706	Cyber Security Specialist	VELUX Gruppen	58881
Process Engineering Casting - Blade	Siemens Gamesa Renewable Energy	58467	Power System Engineer	Ørsted	58704	Cloud Engineer for Kubernetes & HPC	Ørsted	58562
Digital Product Owner	Siemens Gamesa Renewable Energy	58482	Inventory & Process Specialist to	Ørsted	58525	Manager of Threat Intelligence and	Ørsted	58617
Project Manager - Offshore G4 & D8	Siemens Gamesa Renewable Energy	58483	Assistant Professors (tenure track) /	Aarhus Universitet	58005	Head of Prevention and Support for	Ørsted	58615
Global test developer	Siemens Gamesa Renewable Energy	58648	Assistant Professors (tenure track) /	Aarhus Universitet	58007	Assistant Professors (tenure track) /	Aarhus Universitet	57988
Teamleder til arbejdsmiljøteam	Sweco Danmark A/S	58748	Assistant Professor (tenure track) /	Aarhus Universitet	58658			
Teknisk projektleder med fokus på	Sweco Danmark A/S	58619						

## VERSION 2

# DE MEST RELEVANTE IT-JOB PÅ ET STED

## KOM I GANG MED DIN JOBSØGNING PÅ

# JOBFINDER.DK



## Kommende arrangementer fra 13. september 2019 - se mere og tilmeld dig på [ida.dk/arrangementer-og-kurser](http://ida.dk/arrangementer-og-kurser)

KØBENHAVN	ARR. NR.
13.09 Pinpoint your skills	333098
13.09 I-construction, automation, ICT, VDC &...	332758
13.09 Portvinssmagning	333000
14.09 Brygge-workshop	333109
15.09 Lystfiskeri på Øresund // Fishing on the Sound	333193
16.09 Sådan styrker vi cirkulær økonomi i byggeriet	329933
16.09 Styrk din personlige gennemslagskraft	328564
16.09 SAFe® Scrum Master	331634
16.09 Arbejdsfællesskaber	332694
16.09 IPD – integreret samarbejde, hvad får byggeriets..	333310
16.09 Atomsikker kommunikation? Telekommunikation...	332190
17.09 Commissioning	331292
17.09 Hvordan kan vi reducere klimabelastning ved flyv..	332798
17.09 BIM Forum 2019	330123
17.09 Kvalitetsledelse – ISO 9001:2015 diplomkursus	332440
17.09 Sketchnoting & Visual Thinking For Project Managers	333139
17.09 LaTeX for beginners	332484
17.09 Svamperiget og danske spise- og giftsvampe	332762
18.09 How Purpose Driven Companies take Leadership of..	332868
18.09 DS428 Brandsikring af ventilationsanlæg	333321
18.09 Bestyrelsesuddannelsen	332701
18.09 Pension for selvstændige	333070
18.09 Introduction to running	333036
18.09 Ølets rejse fra korn til gyldne dråber	333362
19.09 How to make a great CV	333099
19.09 Optimer dit design med Autodesks simulerings..	330396
19.09 Maple (Videregående)	332485
20.09 Flødebollekursus m. Social Foodies	332907
22.09 Camp Adventure with its Structural Engineer	333039
23.09 Løsningsarkitektur	331196
23.09 Kursus i grafisk facilitering	332141
23.09 Optimer din brug af Outlook 2016	332363
23.09 SMART inspektion af betonkonstruktioner	332801
24.09 Digital Technologies for the Plastic Industry	332692
24.09 Projektledelse 1: Få et godt fundament	329079
24.09 Projektledelse 1 + IPMA D-Certificering	330785
24.09 BSim Indeklimasimulering, Grundkursus	330828
24.09 WordPress - Grundlæggende niveau (del 2/2)	332149
24.09 Inverse problemer – nye udfordringer og nye met..	332337
24.09 Kursus: Det gode salg – fra kontakt til kontrakt	333236
24.09 Tuesday Talk - Plantebaseret Kost	332498
24.09 Grundlæggende Python	333047
25.09 The Grand Unified Theory of Innovation...	333044
25.09 Data Talks - Publicly and externally available data	332926
25.09 Stemmen som primusmotor - måden, du siger..	331409
25.09 Cover letter - do's and don'ts	333100
25.09 Opdateret norm DS428 brandsikring af ventilations..	333325
25.09 Bryd vanen - Bøj fisken og øg din arbejdsglæde	333274

KØBENHAVN FORTSAT	ARR. NR.
25.09 Store datamængder i Excel - Import, organisering..	332352
25.09 Zoo by Night	333049
25.09 Stress Less With Mindfulness	332909
26.09 Databeskyttelsesforordningen (GDPR)	331778
26.09 BSim Indeklimasimulering, Avanceret	330829
26.09 Dødsulykker og andre alvorlige arbejdsulykker	332750
26.09 Forretningsanalyse til agile IT-projekter	332025
26.09 Getting Things Done® (GTD) - til ledelse og lego	333391
26.09 Kandidatdag med IDA Food Network	333271
26.09 Byvandring på Vesterbro med Gadens Stemmer	332902
26.09 Hardball	332497

VESTJYLLAND	ARR. NR.
14.09 Svampetur ved Arnborg	333143
18.09 Silkeborg vokser!	333264
20.09 Stig Rossen hylder John Mogensen på Nørre Vosb..	332850
22.09 Svampetur i Klosterheden Plantage	333233
23.09 Ledelse uden stress	333225
25.09 Foredrag med Preben Elkjær	332591
26.09 Virksomhedsbesøg hos Scandinavian Tobacco Gr..	332995

SJÆLLAND	ARR. NR.
14.09 Besøg på nogle af Museum Vestsjællands udgrav..	332685
15.09 Besøg på Stevnfortet – Danmarks Koldkrigsmuse..	330901
18.09 Hvordan fremstiller man mjød – rundvisning...	333087
19.09 3D Printing teknologi, virksomhedsbesøg hos Rep..	333277
22.09 Besøg på Panzer Museum East med rundvisning &..	332408
24.09 Play Your Talent - Optimér jeres projektsamarbejde	332744
26.09 Besøg på Egholm Slots våbensamling	333041

NORDJYLLAND	ARR. NR.
14.09 Fårup Sommerland	332992
14.09 Bæredygtighed med et glimt i øjet - Signe Wenne..	332792
14.09 Verdensmål og danske virksomheder: Greenwash..	332723
14.09 Bæredygtighed: hvordan vi kan leve grøn samvittig..	333374
14.09 EntoMass - Den flyvende revolution	333172
17.09 Besøg hos droneudvikleren Sky-Watch	332961
18.09 Ultimate Frisbee & Grill	332997
20.09 Jazzhyldest til trommeslageren Art Blakey...	332102
20.09 Funcenter Tournament with Afterparty	332464
21.09 Film: Ad Astra	333137
22.09 Klatring i Aalborg Klatrepark	333182
24.09 Styrk dit CV med et kursus i Design Thinking	332910
24.09 Styrk din mentale sundhed med mindfulness (MBSR)	332650
24.09 Oplæg, rundvisning & simulatorkørsel ved Asetek..	333072
25.09 AVV's håndtering af affald/recourser, & rundvisning	332718
25.09 Dataanalyse i Excel	333220

FYN	ARR. NR.
18.09 En løbetur i byudviklingsområderne Dalum...	332898
19.09 Bliv klogere på de nyeste industrirobotter	333314
24.09 Robotour 2019	332712
24.09 Cannabis-tour 2019	332713
24.09 IDA Comedy Night 2019	331796
25.09 Studenter sessions på European Business Forum..	332901
25.09 Thinkers50 European Business Forum 2019	331649
26.09 EVA-temadag: 'Regner' vi rigtigt?	333358

SYDJYLLAND	ARR. NR.
18.09 Arbejdsliv og Sundhed	332230
24.09 Feltbusser og TSN (Time Sensitive Network) - Alsion	333203
25.09 Gokart with IDA	332385
25.09 Test, type og talent - en personlighedstest	332871
25.09 Paintball IDA event!	333385
26.09 Karrieremesse i Esbjerg - Career Fair in Esbjerg	332174

ØSTJYLLAND	ARR. NR.
13.09 Hygge Friday	332689
13.09 Randers Revyen 2019 inkl. 3-retters middag	330034
14.09 B&O-foredrag og frokost i Den Gamle By	332597
17.09 Informationssikkerhed - ISO/IEC 27001 diplomkursus	332436
17.09 Aarhus Universitets nye Deep Tech Experimental..	332410
18.09 Større trivsel med mindre klimabelastning	331920
18.09 Udforsk Elektrisk Energiteknologi i samarb. med SEES	333373
19.09 Køleanlæg og varmepumper	333323
19.09 Python for beginners	332536
19.09 Brint, brændstof til tung transport	332823
19.09 IDA Randers: DM i stand-up @ Turbinen	332107
25.09 Partikelkræftbehandling i Århus(Skejby)	332581
25.09 LinkedIn kursus	331393
26.09 3D printede organ-platforme til screening af medi..	333235
26.09 Excel kursus -til dig der bruger det i undervisningen	332535

NORDSJÆLLAND	ARR. NR.
14.09 Modeljernbanetræf på Danmarks Tekniske Museum	333208
15.09 Modeljernbanetræf på Danmarks Tekniske Museum	333209
18.09 Elektrisk færgedrift hos FORSEA på Helsingør..	333126
18.09 Kursus i Psykisk førstehjælp - modul 2	332980
19.09 Nyt job - men hvordan? Modul 3	332977
21.09 Rundvisning på Frederiksborg slot - incl. brunch	333067
23.09 Getting Things Done® (GTD) inspirationskursus	332386
25.09 Kursus i Psykisk førstehjælp - modul 3	332981

ONLINE	ARR. NR.
17.09 Sådan bliver du hacket - ...faser i Cyber Kill Chain	333361
26.09 Få succes som mødeleder og facilitator	332247

NYT MYSTERIUM HVAD ER DET FOR NOGLE DIMSER?

## To træskiver med messingstifter

Endnu en læser beder Bagsidens (tilsammen) alvidende læsere om bistand til opklaring af et mindre mysterium:

Til Lynch.

Jeg har to 'håndtag' i træ, der ender i en skive, der er forsynet med messingstifter i kanten hele vejen rundt.

Den ene har en spiralfjeder i et hul i midten af skiven, og der kan også have været en fjeder i den anden, idet den kunne passe i et tilsvarende hul.

Det lille håndtag, som er uden spiralfjeder, er 7 cm lang, og skivens diameter er

5,2 cm inklusive de små messingsøm i kanten.

Skiven med messingstifterne kan ikke rotere frit, men er i fast forbindelse med håndtaget.

Det store håndtag er 8 cm langt, og skivens diameter er 6,2 cm. Her er håndtaget sat fast på et lille træstykke, der er skruet på med fire små messingskruer.

Har de to mon skullet bruges sammen med noget imellem? Jeg gættede på, det kan være noget i håndarbejdsbranchen.

Venlig hilsen  
Liselotte Knudsen



Smukt trædrejearbejde, men hvordan bruges de, og hvad er formålet med messingstifterne i kanten af skiven?

---  
Din formodning om, at de har været anvendt til en eller anden form for håndarbejde, lyder ret troværdig,

men spiralfjederens mystiske funktion afholder i hvert fald mig fra at komme med et gæt. Skriv til lynch@ing.dk, hvis I kender svaret. ■ Lynch

## Tilståelse: Vi smed klaveret ud på H.C. Ørsted Institutet

Sidste uges vandrehistorie om klaverudkastningen fra toppen af rotunden på Dth i Østervold Gade i København for ca. 60 år siden er resulteret i en tilståelse fra en datalog (cand.scient.) fra KU i 1978, som dog flytter historien nogle km imod nordøst. Han skriver bl.a.:

halvtag hen over sommeren – uden at det gjorde klaverets tilstand bedre.

Klaveret kom tilbage, og under en (måske lidt animeret) hyggeaften i Parentesen fandt nogle driftige medlemmer ud af, at det gamle klaver skulle afskaffes.

Teknikken var at tage det med elevatoren op til 5. Historien er fuldstændig korrekt, men den hændelse, jeg kender, skete på H.C. Ørsted Institutet på Østerbro i København i foråret 1975.

På det tidspunkt havde studenterforeningen for det naturvidenskabelige institut 'Parentesen' fra Ny Carlsberg Fonden fået bevilget et nyt klaver til fælles underholdning ved festlige sammenkomster.

Året før havde DIKU (Datalogisk Institut ved Københavns Universitet) lånt Parentesens gamle klaver til DIKU's første sommerfest i et helårshus i Nordsjælland, og det havde fået lov stå under et

I mange år derefter, indtil der blev lagt ny belægning, var der et tydeligt hul, hvor klaveret var landet.

Mvh. Uffe Ougaard  
Formand for Parentesen fra efteråret 1974 til efteråret 1975

---  
Tak for beretningen! Vandrehistorien fra Dth stammede imidlertid fra 1960'erne, så måske er der kastet med to klaverer? ■ Lynch



Grafik: Lasse Gorm Jensen

Vi bør også på denne fremtrædende plads gøre opmærksom på, at vores digitale tidsskiftssamling i 'Ingeniørernes danmarkshistorie' denne sommer er udvidet bagud, så arkivet nu går tilbage til 1822 – hele 70 år før, det første 'Ingeniøren' dukkede op i medielandskabet. Det var kun to år efter H.C. Ørsteds opdagelse af elektromagnetismen, og netop denne sag diskuterer han med sig selv i det første nummer af 'Tidsskrift for Naturvidenskaberne', der udkom fra 1822 til 1828.

I alt er ca. 26.000 nye, gamle sider lagt ind i arkivet, klar til at gå på opdagelse i for alle interesserede.

Det kan I læse meget mere om inde på side 22 i denne uges tillæg. ■ Lynch

## Breaking: Fyn er stadig fin

I billedteksten til historien om mysteriet med trafikmålingerne til og fra Sprogø, hvor der er et overskud på 400 køretøjer mod Fyn, kom jeg til at landføre Storebæltsbroen i Jylland.

Denne ubetydelige skrivefejl har tydeligvis bragt adskillige fynske læsere i en beklagelig choktilstand. Carsten Larsen i Ferritslev geradede faktisk ud i en veritabel identitetskriser:

"Har Mette Frederiksen givet Donald Trump lov til at købe Fyn, når hun nu ikke kunne sælge Grønland til ham? ... Og er jeg så amerikaner nu og i handelskrig med Kina, og er vi ude af EU uden en Fynexit?"

Også tak til Benny Knudsen i Randers, der oprindeligt er fynbo og har måttet leve med at blive drillet med, at Fyn er et bump på vejen, men ikke troede at skulle opleve samme mobning fra Bagsiden ...

Ja-ja, shit happens! Tak for alle brevene! ■ Lynch

## TÆNKEBOKS – UGENS LØSNING

### For n=8 er findes maksimalt 8 tripler ... n=12 giver 20

I sidste uges opgave fra professor Lars Døvlung Andersen, Institut for matematiske fag ved Aalborg Universitet, skulle I svare på, hvad er det maksimale antal tripler, når intet par af elementer forekommer sammen i mere end ét tripel, udtaget fra mængden  $\{1, 2, \dots, n\}$  for n lig med henholdsvis 8, 9, 10, 11 og 12.

**Løsning:** Når et element forekommer i et tripel, forekommer det samtidig i par med hvert af de andre to elementer, altså i to par. I enhver samling tripler er hvert element altså med i et lige antal par. Når n er lige, er der et ulige antal mulige par for hvert element (nemlig  $n-1$ ), så der må for hvert element være et par, der ikke er med i triplerne.

Bemærk, at antallet af par blandt n elementer er  $\frac{1}{2}n(n-1)$ .

**n=8:** For de 8 tripler  $\{1, 2, 3\}$ ,  $\{4, 5, 6\}$ ,  $\{1, 4, 7\}$ ,  $\{2, 5, 8\}$ ,  $\{2, 6, 7\}$ ,  $\{3, 4, 8\}$ ,  $\{1, 6, 8\}$ ,  $\{3, 5, 7\}$  er alle par med på nær  $\{1, 5\}$ ,  $\{2, 4\}$ ,  $\{3, 6\}$ ,  $\{7, 8\}$ . Derfor er 8 det maksimale antal tripler, der opfylder kravet for n=8.

**n=9:** De 12 tripler  $\{1, 2, 3\}$ ,  $\{4, 5, 6\}$ ,  $\{7, 8, 9\}$ ,  $\{1, 4, 7\}$ ,  $\{2, 5, 8\}$ ,  $\{3, 6, 9\}$ ,  $\{1, 5, 9\}$ ,  $\{2, 6, 7\}$ ,  $\{3, 4, 8\}$ ,  $\{1, 6, 8\}$ ,  $\{2, 4, 9\}$ ,  $\{3, 5, 7\}$  indeholder alle par (præcist én gang). Derfor er 12 maximum for n=9.

**n=10:** Her må vi igen for hvert element undvære et par med dette element. Men hvis vi kunne nøjes med det, ville der skulle dækkes  $45 - 5 = 40$  par. Men dette ikke deleligt med tre, antallet af par i et tripel, så

vi kan ikke dække 40 par. De 13 tripler  $\{1, 5, 6\}$ ,  $\{1, 7, 8\}$ ,  $\{1, 9, 10\}$ ,  $\{2, 3, 4\}$ ,  $\{2, 5, 7\}$ ,  $\{2, 6, 9\}$ ,  $\{2, 8, 10\}$ ,  $\{3, 5, 8\}$ ,  $\{3, 6, 10\}$ ,  $\{3, 7, 9\}$ ,  $\{4, 5, 9\}$ ,  $\{4, 6, 8\}$ ,  $\{4, 7, 10\}$  dækker 39 forskellige par, så 13 er maximum for n=10. (De par, der ikke er med i tripler, er  $\{1, 2\}$ ,  $\{1, 3\}$ ,  $\{1, 4\}$ ,  $\{5, 10\}$ ,  $\{6, 7\}$ ,  $\{8, 9\}$ , hvor elementet 1 forekommer 3 gange, de øvrige én gang hver.)

**n=11:** Der er i alt 55 par. Da dette ikke er deleligt med 3, kan ikke alle par komme med i en samling tripler opfyldende (\*). Det går heller ikke med kun at undvære et enkelt par (svarende til 18 tripler), da et element i et sådant par jo er i 9 andre par, hvilket er ulige og derfor ikke kan dækkes af tripler. Vi kan altså højst have 17 tripler, og dette er muligt:  $\{1, 2, 3\}$ ,  $\{1, 4, 5\}$ ,  $\{1, 6, 7\}$ ,  $\{1, 8, 9\}$ ,

$\{1, 10, 11\}$ ,  $\{2, 4, 11\}$ ,  $\{2, 5, 6\}$ ,  $\{2, 7, 8\}$ ,  $\{2, 9, 10\}$ ,  $\{3, 4, 10\}$ ,  $\{3, 5, 7\}$ ,  $\{3, 6, 9\}$ ,  $\{3, 8, 11\}$ ,  $\{4, 6, 8\}$ ,  $\{4, 7, 9\}$ ,  $\{5, 8, 10\}$ ,  $\{5, 9, 11\}$ . (Ikke inkluderet par er  $\{6, 10\}$ ,  $\{6, 11\}$ ,  $\{7, 10\}$ ,  $\{7, 11\}$ , hvor hvert element forekommer et lige antal gange.)

**n=12:** Maximum er 20. Følgende 20 tripler dækker alle par undtagen  $\{1, 7\}$ ,  $\{2, 8\}$ ,  $\{3, 9\}$ ,  $\{4, 10\}$ ,  $\{5, 11\}$ ,  $\{6, 12\}$ :  $\{1, 2, 11\}$ ,  $\{1, 3, 10\}$ ,  $\{1, 4, 12\}$ ,  $\{1, 5, 9\}$ ,  $\{1, 6, 8\}$ ,  $\{2, 3, 12\}$ ,  $\{2, 4, 9\}$ ,  $\{2, 5, 7\}$ ,  $\{2, 6, 10\}$ ,  $\{3, 4, 11\}$ ,  $\{3, 5, 6\}$ ,  $\{3, 7, 8\}$ ,  $\{4, 5, 8\}$ ,  $\{4, 6, 7\}$ ,  $\{5, 10, 12\}$ ,  $\{6, 9, 11\}$ ,  $\{7, 9, 10\}$ ,  $\{7, 11, 12\}$ ,  $\{8, 9, 12\}$ ,  $\{8, 10, 11\}$ . ■

---  
Vi bringer en ny opgave i næste uge. Alle opgaver og deres løsninger kan efterhånden findes på [ing.dk/fokus/taenkeboksen](http://ing.dk/fokus/taenkeboksen) ■ Lynch

**BERNSTEIN**  
www.bernstein.dk

CS-4000 neXt  
- Et fleksibelt koncept  
- individuel tilpasning

**3D PRINT WE KNOW-HOW**

**Damvig** damvig.dk  
3D-PRINTED SOLUTIONS

**DAVINCI 3D A/S**

3D PRINT I ØJENHØJDE

**SKÆRPEDE KRAV TIL TRANSIENTBESKYTTELSE!**

Indførelsen af installationsstandard DS/HD 60364 giver skærpede krav til vurdering af behovet for transientbeskyttelse. - Spørg hos DESITEK!

**DESITEK A/S** www.desitek.dk - desitek@desitek.dk - tlf. 63893210

**Tallerkenfjedre**  
**Stål og rustfast stål**  
**Også specialtyper**  
Made in Germany

**KLEE**

BRD. KLEE A/S T 43 868 333 www.klee.dk

**PUMPE GRUPPEN A/S**

SE VORES NYE HJEMMESIDE

WWW.PUMPEGRUPPEN.DK TLF. +45 4593 7100

**URETEK**

Skruede stålpele  
• Enkel  
• Hurtig  
• Vibrationsfri

Har du brug for et fundament?  
- Så kontakt os.

Vi funderer master, bygninger, spunsvejgge, skorstene, vejskilte mv.

ScrewFast Skrupepele  
- fundering og stabilisering

Tlf. 70 20 33 01  
info@uretek.dk  
www.uretek.dk

**MOXA**  
Reliable Networks ▲ Sincere Service

Official Moxa Distributor

EN 50155  
EN 50121-4

**M12 Seriel port server RS-232/422/485...**

Seriel via Ethernet til de krævende opgaver med M12 stik for Ethernet og Power, 2KV serielport isolering, udv. temperatur -40 til +75°C og IP40. Conformal coating findes som standardmodel. Læs mere her...

www.thiim.com/moxa/NPort\_5x50AI-M12

Transformervej 31  
2860 Søborg  
Tlf. 4485 8000

**MOXA** Direkte

**THiim**