

# DYNAMMO

DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET > SEPTEMBER 2008 > nr. 14



12

TEMA: FREMTIDENS DRILLEVAND

## En kilde til nytænkning

DTU I LYSENDE EXIT

NKT eneejer af Crystal Fibre

32

O-ENERGI I SINGAPORE

Solceller halverer forbrug i kontorhus

6

BLIND-DATING

På dybt vand

40



INDHOLD >



**LEDER**

3 DTU nr. 3 eller nr. 2 - i Europa? Hmm ...

**OPTIMERING AF MATERIALER**

4 Jagten på det bløde crash

**CLEAN ENERGY**

6 Nettoforbrug = 0

**VENTILATION**

10 Ventilation skal være individuel

TEMA:

**DRIKKEVAND**

12 Dyrebare dråber  
14 Vand er ikke blot vand  
18 Hovedstad med sårbare sugerør  
22 Vand er der nok af  
26 Fra institut til vandkoncern

**FØDEVARESIKKERHED**

28 Rå mælk gi'r lækker ost

**INNOVATION**

32 En lysende exit  
34 Princippet bag krystalfibre  
36 Midtbanedynamoen  
38 "Vores resultater så meget underlige ud"

**LIVET I HAVET**

40 Blind-dating på dybt vand  
42 Dyrkning af vandløpper

**INTERNATIONALT SAMARBEJDE**

44 Ingeniører på tværs af kulturer

**RANKING**

46 Blandt verdens bedste

**DET SKER PÅ DTU**

47 Kalender

**DTU'S LEDELSE OG ORGANISATION**

48 DTU's ledelse og organisation  
49 DTU's institutter m.m.

**DTU ALUMNI**

52 Yatzy-jubilæum  
55 Kort nyt

4



FOTO: STEEN BROGDAL, EXHUSIS, SCAMP, GETTY IMAGES

10



22



28



36



## DTU NR. 3 ELLER NR. 2 - I EUROPA? HMM ...

For nylig offentliggjorde Times Higher Education sin Top 20 liste over førende ingeniørvidenskabelige institutioner. Man havde set på ca. 100.000 universiteter og andre forskningscentre fra hele verden.

Til vores overraskelse – og begejstring – var DTU med på listen som nummer 20 og i Europa kun overgået af Max Planck Society og ETH Zürich – resten på listen var amerikanske institutioner. Med andre ord skulle vi være nummer 3 i Europa og nummer 2 blandt tekniske universiteter!

Nu er der mange måder at måle et universitets kvalitet på, og forskellige målemetoder vil give forskellige resultater. Så vi vil ikke påstå, at det er en indiskutabel sandhed, at vi ligger så højt – bedre end bl.a. alle engelske og tyske universiteter og alle i Østen.

Men vi tør vel nok tro på, at vor ambition om at være blandt Europas Top 10 over tekniske universiteter bærer sandsynligheden for at være opfyldt. Så vort nuværende udgangspunkt for at holde os i eliten og i Europas absolutte top er god i situationen, hvor der i globaliseringskapløbet rustes op med offentlig finansieret forskning ikke mindst ved de tekniske universiteter i USA, Europa og Østen.

Regeringen har i sit globaliseringsudspil fastslået, at i Danmark er navnlig teknisk videnskab, men til en vis grad også naturvidenskab, relativt underprioriteret. Man har herudover iværksat et større evalueringsprogram, der skal sammenligne forskningskvalitet, således at tildeling af også universiteternes basismidler skal ske efter såkaldte kvalitetskriterier. Her agter man ikke at sammenligne på tværs af fagområder, men alene inden for fagområder, f.eks. dele af humaniora over for sammenlignelige dele af

humaniora ved forskellige universiteter og tilsvarende på mange andre sammenlignelige felter.

Det flytter altså ikke noget mellem områder, og hele relevansspørgsmålet adresseres slet ikke i den sammenhæng.

Det er ikke mærkeligt, at politikerne ved de fremtidige forøgelse af de offentlige forskningsmidler ønsker at sikre sig kvalitet for pengene – og forhåbentlig da også relevans. Men er tiden ikke kommet til, at interne danske analyser og sammenligninger kan afløses af noget mere internationalt og mere handlingsorienteret?

Er DTU det næstbedste tekniske universitet i Europa? Hmm ... Måske ikke. Men målt på netop denne – i øvrigt fuldstændigt objektive – måde er vi altså. Og under alle omstændigheder, mon ikke denne og andre eksterne ratings og evalueringer turde være rigelig dokumentation for, at skatteyderne får fuld valuta for pengene ved at investere også basismidler i forskningen på DTU?

Vi må videre og ikke tabe afgørende tempo i forhold til konkurrenterne i udlandet. De venter ikke, de buldrer løs. De vil gerne frem i forreste række og bidrage til at skabe mere velstand og velfærd i deres respektive nærrområder. Det vil vi også gerne for Danmark.

  
Lars Pallesen  
Rektor

Se omtalen af Times Higher Education Top 20 på side 46.



# JAGTEN PÅ DET BLØDE CRASH

Dansk/tysk samarbejde skal skabe materialer, der smadres på en kontrolleret måde, når uheldet er ude – f.eks. en kollision mellem to biler

MORTEN ANDERSEN >

Når bil møder vejtræ, er det farten, der dræber. Men ikke alene. Også materialet i bilen og den struktur, det har fået, spiller en afgørende rolle.

”Menneskets krop kan maksimalt tåle 30 G. Vi går efter at udvikle materialer, som deformeres på en kontrolleret, glidende måde ved en kollision, så den belastning, der virker på personerne i bilen, på intet tidspunkt overstiger 8-9 G,” siger ph.d.-studerende Casper Schousboe Andreasen, DTU Mekanik.

Til sammenligning udsættes vi for op til 4 G i de vildeste tivoli-forlystelser, mens det normale tryk ved jordoverfladen jo er 1 G.

Filosofien bag projektet er, at man er nødt til både at se på materialets mikrostruktur og den overordnede struktur for at klare udfordringen. Dermed lå det lige for at løse opgaven i samarbejde med Technische Universität München (TUM), som er DTU's strategiske partner sammen med det tekniske universitet i Eindhoven.

”Vi har på DTU tidligere gennemført et projekt om optimering af energiabsorberende rammekonstruktioner og havde flere gange tænkt på, hvordan materialerne kunne tilpasses for at øge effekten. Da TUM så kom med et matchende koncept, måtte vi i gang,”

siger institutdirektør, professor Martin Bendsøe, DTU Matematik.

## Den tyske forbindelse

På TUM ser en ph.d.-studerende på den overordnede struktur, mens Casper Schousboe Andreasen undersøger mikrostrukturen. De to projekter er begge treårige og kører parallelt. Hvert halve år er der koordinationsmøder, lige som de to unge forskere undervejs skal tilbringe mindst et semester på partneruniversitetet.

Til sidst skal de modeller, som er udviklet i de to forskningsprojekter, enten forenes i én model eller på anden måde kunne spille sammen.

Det bliver ikke blot undersøgelser på to forskellige skalaer, der skal kombineres. De to universiteter har hver deres tilgang til feltet.

TUM er internationalt førende, når det gælder om at finde den optimale løsning ud fra en given geometri. Man kan f.eks. tænke på, at en bilfabrik skal designe en ny bil. Inden for det givne design gælder det om at finde det bedst mulige kompromis mellem styrke, lethed og andre hensyn. DTU Mekanik er internationalt førende inden for såkaldt topologioptimering. Her har man ikke lagt sig fast på detaljerne i

designet fra starten. I stedet går man efter at finde den struktur, der bedst opfylder de givne tekniske krav.

”De to tilgangsvinkler passer perfekt sammen. Topologioptimeringen bruges til at finde det overordnede design, og TUM's formoptimering bruges til at finpudse detaljerne,” siger professor Ole Sigmund, DTU Mekanik.

## Badesvamp som eksempel

For at illustrere tankegangen i projektet fylder Casper Schousboe Andreasen en badesvamp med vand. Vælger man at trykke roligt på den fyldte svamp, kan man presse en stor mængde vand ud. Vælger man i stedet at slå hårdt på den, kommer der relativt mindre. Det hænger sammen med, at karrene inde i svampen yder modstand, når man tilfører en stor kraft hurtigt:

”Mikrostrukturen i et materiale har stor betydning for, hvordan det opfører sig over for en påvirkning på makroniveau. Problemet er bare, at der ikke er nogen, der har optimeret på det før. Derfor skal vi skabe modellerne fra grunden.”

Grundlæggende består modellerne af koblede partielle differentialligninger.

For at illustrere tankegangen fylder ph.d.-studerende Casper Schousboe Andreasen en badesvamp med vand og trykker den sammen på forskellige måder.

”I modellerne forestiller man sig ofte, at egenskaberne er uafhængigt af udviklingen i tid. Det kan vi af gode grunde ikke tillade os. For os er det netop udviklingen i tid, der er interessant. Denne ekstra dimension gør behovet for computerkraft meget stort.”

Ud over crash-simuleringer til bilindustrien kan metoden f.eks. bruges til at designe materialer, der er

mere holdbare over for fald. Og det er måske kun begyndelsen, siger Casper Schousboe Andreasen:

”I dag må vi løse ligningerne for ét design. Når vi har resultaterne, kan vi justere designet, og så må vi regne det hele en gang til. Det er meget tungt. Derfor er det også et mål at finde genveje, som nedbringer behovet for regnearbejde. Hvis det lykkes for os, vil det kunne få en meget bred anvendelse.” <

**!** YDERLIGERE OPLYSNINGER

**Professor Ole Sigmund, sigmund@mek.dtu.dk**

# NETTOFORBRUG



ILLUSTRATION: BUILDING AND CONSTRUCTION AUTHORITY

# 0

Kapløbet om at få del i et kæmpe marked for ren energi er for længst skudt i gang, og Singapore satser benhårdt på at udvikle denne sektor

TINE KORTENBACH >

”Tidligere satsede vi på økonomisk vækst. Nu er fokus ved at skifte til bæredygtig økonomisk udvikling. Vi vil stadig have vækst, men vi vil ikke kompromittere fremtiden, vore børn og børnebørn,” fortæller Ang Kian Seng, vicedirektør i Building and Construction Authority i Singapore.

Den lille bystat i Sydøstasien satser benhårdt på at booste den såkaldte ”Clean Energy”. Sidste år bevilgede regeringen 17 mio. S\$ (60 mio. kr.) til formålet, og National Research Foundation har f.eks. identificeret det som et højt prioriteret vækstområde med specielt fokus på solenergi. Den totale investering af offentlige midler løber op i 350 mio. S\$ (1,2 mia. kr.). Argumentet er, at det vil generere en værditilvækst på 1,7 mia. S\$ (6 mia. kr.) og 7.000 job inden for områder som solenergi, brændselsceller, vindenergi og energieffektivitet i 2015.

”Singapore’s regering ser med stor alvor på energisituationen, og den bevilger mange penge til at forske og udvikle teknologien i samarbejde med industrien,” fortsætter Ang Kian Seng.

”Samtidig er vi så heldige, at regeringen har defineret et mål om specifikt at udvikle den photovoltaiske industri, så der kommer også midler fra Singapore’s Economic Development Board til udvikling af solceller, som stadig er ret dyre.”

### Traditionel kontorbygning

Et af projekterne går ud på at bevise, at det kan lade sig gøre at renovere en traditionel kontorbygning, så den bliver energineutral. Det foregår i et samarbejde mellem Building and Construction Authority og National University of Singapore.

I bygningen vil der foruden demonstrationslokaler og kontorer også være såkaldte grønne klasseværelser, hvor >>

Modellen viser, hvordan en traditionel kontorbygning kan renoveres, så den bliver energineutral.

der eksperimenteres med nye former for naturlig ventilation. Det er nemlig et problem, at børnene i Singapore bliver sløve i de varmeste timer midt på dagen.

Singapore ligger tæt på ækvator, så klimaet er fugtigt og meget varmt. Solen bager ned på hustagene året

rundt. Gennemsnitstemperaturen er ca. 30 °C om dagen og 24 om natten.

”Hos os er aircondition og belysning de største energislugere. Vi ser på forskellige strategier til at reducere forbruget og gøre bygningerne mere energieffektive. Vi benytter et mix af kendte, kommercielt

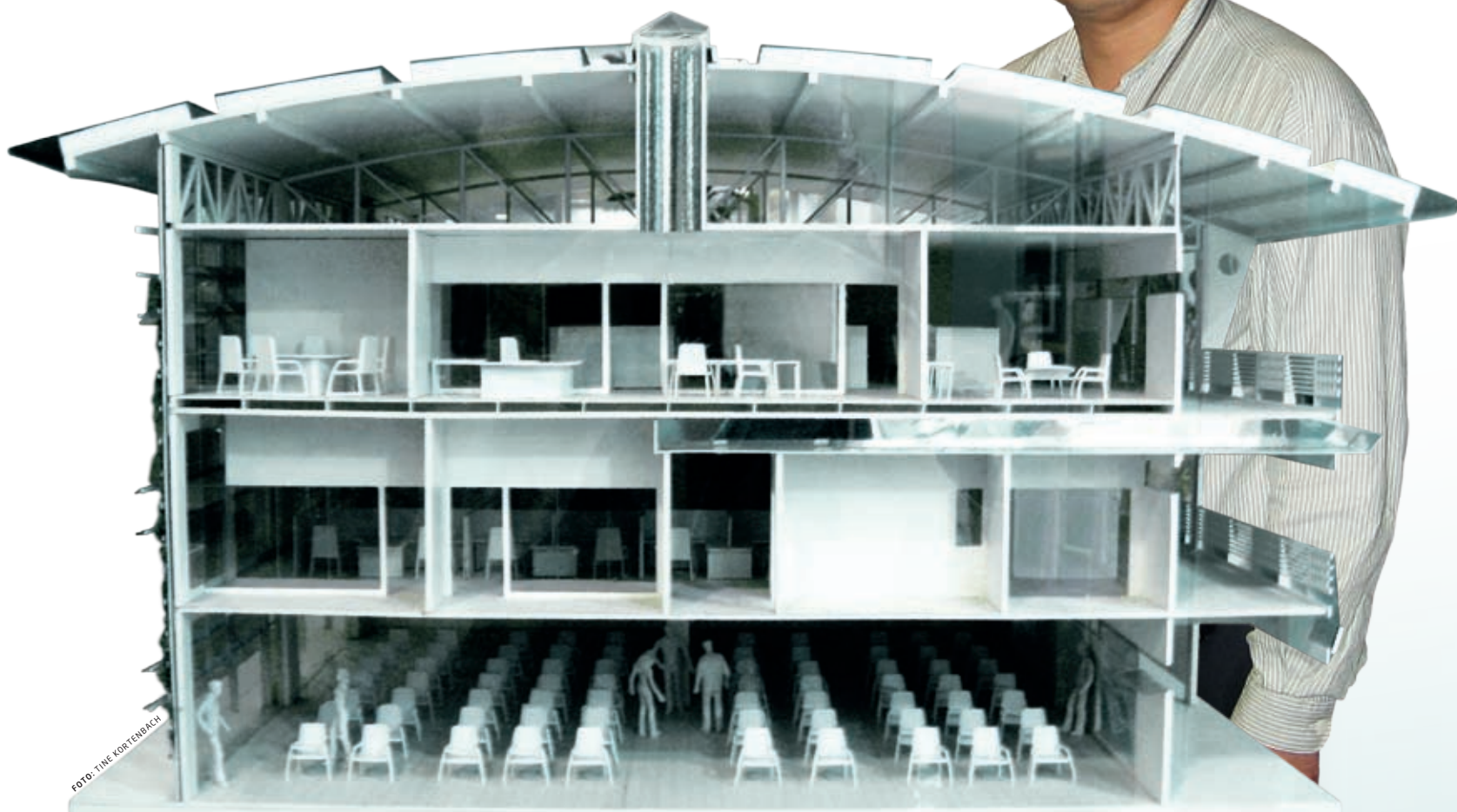


FOTO: TINE KOR TENSEN

Ang Kian Seng, vicedirektør i Building and Construction Authority, med en model af 0-energi bygningen, som forventes at være klar sommeren 2009.



tilgængelige teknologier og mere eksperimentelle. Forventningen er at kunne reducere forbruget med 60 pct. sammenlignet med almindelige kontorbygninger.”

”Samtidig ser vi på muligheder for at udnytte vedvarende energi-kilder. Vi er ikke velsignet med meget vind, da Singapore ligger relativt beskyttet. Til gengæld har vi rigelig sol.”

Planen er at dække hele facaden, tag og trappeopgang med solceller for at høste solenergi og generere strøm. I arbejdstiden vil der ikke kunne genereres strøm nok, men i f.eks. weekender vil der være overskud, som leveres til nettet. Da det som nævnt er varmt i Singapore, er der ikke behov for energi til opvarmning, og der er heller ikke brug for store mængder energi til varmt vand.

”Vi lagrer ikke energien. Når der er underskud, modtager vi strøm fra nettet – og når der er overskud, bliver vi leverandører. I løbet af 12 måneder skulle vi gerne opnå en balance, så det forhåbentlig bliver et ægte 0-energi hus. Det er noget af en udfordring,” konstaterer Ang Kian Seng.

”Vi har regnet ud, at bygningen højst må være på tre etager. Ellers er der ikke tagareal nok til at gøre huset energineutralt.”

### Solceller

Der bruges tre generationer af solceller: De to første er kommercielt tilgængelige, nemlig silicium og tynd-

filmsdeponering i halvledere, mens den tredje er forskellige siliciumbase-rede teknologier, der er under udvikling. De er stadig for dyre, så regeringen har indført støtteordninger for at give et økonomisk incitament.

”Når alt kommer til alt, er det vigtigste at designe bygningens energieffektivitet rigtigt. Det koster ikke noget, og det gøres med god planlægning. Derfor er der stærkt fokus på at overføre denne proces til hele industrien, så den også kan blive mere energieffektiv.”

”En af vores strategier er at få mere dagslys ind,” fortsætter Ang Kian Seng.

Huset er derfor udstyret med lange skakker, som tillader det synlige lys at komme ind midt i bygningen ved hjælp af en reflekterende belægning. Samtidig holdes det infrarøde lys, og dermed varmen, ude. Udvendig er bygningen beklædt med planter, også for at holde varmen ude.

Ang Kian Seng oplyser, at energiniveauet for en kontorbygning i Singapore er på mindst 150-300 kwt pr. kvm pr. år. Efter renoveringen skulle det gerne ned på 90 kwt.

I kontorerne vil der bl.a. blive eksperimenteret med luftdistribution og optimering af aircondition. Professor Bjarne Olesen fra DTU Byg bistår Building and Construction Authority med den nyeste viden om indeklime, herunder et personaliseret ventilationssystem. Kort fortalt går det ud på at gøre ventilationen mere effektiv ved

at føre den friske luft hen til den enkelte medarbejder ved hjælp af en luftdyse i nærheden af personens ansigt. Målet er at nedsætte energiforbruget til ventilation med 55 pct.

”De fleste synes nok, at det ser lidt futuristisk ud at indrette et kontor på den måde,” forklarer Ang Kian Seng. ”Men vi tror på, at det har et stort potentiale, så vi vil lave forsøg med det på et rigtigt kontor og overføre det til industrien.”

### Overflødigt lys

Ang Kian Seng er også inde på, at der bruges meget strøm til overflødigt lys, og at vi i det hele taget må til at tænke på en anden måde.

”Når vi går ind i et kontor, er vi vant til at tænde lyset i hele lokalet, men i virkeligheden har vi kun brug for lys visse steder, f.eks. omkring de skriveborde, hvor der sidder mennesker.”

”Verden vil få brug for megen ny teknologi på hele dette område, så hvis vi gør det godt, kan vi imødesee store eksportmuligheder til vore nabolande samt Kina og Indien.”

”Vi håber, at DTU kan gå sammen med os. Der er et godt samarbejde mellem DTU, National University of Singapore og os. Vi synes, at DTU har gjort et godt stykke arbejde, og vi bør udnytte ekspertisen.” <

*Læs også artiklen på næste side om den nye type personlig ventilation.*

# VENTILATION SKAL VÆRE INDIVIDUEL

Exhausto A/S i Langeskov har omsat den nyeste viden om indeklime til et kommercielt produkt. Mere effektive medarbejdere og lavere sygefravær er oplagte gevinster. Samtidig forventes energiforbruget at blive lavere i forhold til traditionel ventilation

MORTEN ANDERSEN >

”I mine øjne er det en af de historier, man rigtig godt kan lide, hvor viden udviklet på et universitet er omsat til et produkt, der dels vil gavne mange mennesker, dels forbedrer samfundsøkonomien.”

Troels Gert Nielsen, direktør for personlig ventilation i Exhausto A/S, tager de store ord frem, når han skal beskrive samarbejdet mellem virksomheden og DTU's Center for Indeklima og Energi.

”Forskerne har arbejdet med det her siden slutningen af 1990'erne under ledelse af lektor Arsen Melikov. De havde mange interessante resultater, men der var aldrig nogen, der havde omsat deres viden til et industrielt produkt.”

Det nye produkt er et armatur, der monteres lige over medarbejderens pc-skærm. Herfra blæser det en blød strøm af filtreret udeluft ind mod medarbejderen. Løsningen har tre meget store fordele i forhold til traditionelle former for ventilation. For det første er der potentiale for at spare energi, når man kun ventilerer lokalt ved de enkelte arbejdspladser frem for at skifte al luften i et stort rum. For det andet har forskningen

på DTU dokumenteret, at sygdomme spredes mindre. For det tredje kan medarbejderen vælge sit eget niveau af ventilation.

”Der er store forskelle på, hvad forskellige personer opfatter som behageligt. Ofte vælger mænd et højere niveau af ventilation, fordi vi arbejder i skjorte og eventuelt slips, hvor kvinderne ofte er noget lettere påklædt. Dertil kommer forskelle i arbejdsintensiteten i løbet af dagen og forskelle i oplevelsen af varme og trækgener,” forklarer Troels Gert Nielsen.

## Gennembryder konvektion

Forud for innovationsprojektet var gået nogle år, hvor Exhausto havde deltaget på sidelinjen som sponsor for Center for Indeklima og Energi på DTU Byg.

”Faciliteterne på centerets klimalaboratorium er internationalt førende. Blandt andet er det muligt at udføre avancerede test i klimakamre. Det er gjort med et stort antal testpersoner. Det er en af de ting, der gjorde centeret interessant for os,” siger Exhausto-direktøren.

Centerets resultater viste, at individuel ventilation rummer et stort

potentiale både for energibesparelser og for bedre arbejdsluft – og dermed højere arbejds effektivitet.

Grundlæggende forudsætter personlig ventilation, at man gennem-bryder den naturlige konvektion, som skyldes kroppens opvarmning af den omgivende luft. For at bryde den barriere må apparatet være i stand til at sende ren luft frem mod personen med en hastighed på over 0,3 meter pr. sekund.

”Det er dokumenteret ved omfattende forsøg på DTU, at dette ikke giver trækgener. Tværtimod opleves luftstrømmen som behagelig. Vores udfordring var at bevare de positive effekter ved personlig ventilation, men samtidig skabe et design, der var tilpas flot til, at produktet havde en realistisk chance for at blive brugt ude på arbejdspladserne,” forklarer Troels Gert Nielsen.

## Gennembrud hos Saxo Bank

I første omgang har Exhausto, DTU og COWI rådgivende ingeniører udført et pilotprojekt hos virksomheden Magnus Informatik, hvor de 26 medarbejdere har fået personlig ventilation.

”Forskerne er i øjeblikket ved at indsamle og fortolke resultaterne for energieffektivitet, medarbejdernes arbejdseffektivitet og tilfredshed, så det vil jeg helst ikke foregribe. Men mit indtryk er bestemt, at medarbejderne udnytter muligheden for at regulere ventilationen efter vejret og deres individuelle præferencer,” siger Troels Gert Nielsen.

Samtidig kan han allerede notere sig et kommercielt gennembrud for produktet, idet ca. 250 arbejdspladser i Saxo Banks nye hovedsæde ved Tuborg Havn bliver udstyret med personlig ventilation.


”Den finansielle sektor med mange store kontorlokaler vil være typiske

#### ! EXHAUSTO INTERNATIONAL A/S

Exhausto udvikler, producerer, markedsfører og leverer ventilationssystemer. Virksomheden har hovedsæde i Langeskov, egne salgsselskaber i Storbritannien, Sverige, Tyskland og Norge samt forhandlere i en lang række lande verden over. Omsætningen i 2006 var 348 mio. kr., antallet af medarbejdere var 250.

kunder i første omgang. Alle kontorarbejdspladser kan i princippet have glæde af personlig ventilation. Et eksempel, hvor værdien vil være særligt stor, er et dealerområde i en bank, hvor medarbejderen sidder med 3-6 skærme omkring sig. Alene varmestrålingen fra skærmene er nok til at skabe et stærkt forringet arbejdsklima,” siger direktøren.

På lidt længere sigt er der meget store eksportmuligheder. Hvis det lykkes den danske virksomhed at få dokumentation for bedre energieffektivitet, vil det åbne porten til et voksende marked. I mange af verdens storbyer er ventilation en dominerende strømsluger. For eksempel går 48 pct. af strømforbruget i kontorbygningerne i Brasiliens største by Sao Paulo til ventilation. <



Armaturet monteres lige over medarbejderens pc-skærm. Herfra blæser der en blød strøm af filtreret udeluft ind mod medarbejderen, som let kan regulere graden af ventilation ved at dreje på knappen, der ligger ved siden af tastaturet.



FOTO: PLAINPICTURE

A background image of a water splash, with several droplets and thin streams of water captured in mid-air against a light blue gradient. The water is clear and glistening, with highlights from an overhead light source.

> TEMA

# DYREBARE DRÅBER

Forsyningen af rent drikkevand fra undergrunden er ved at slippe op i nogle egne af Danmark, og der skal tænkes utraditionelt for at sikre vandet i hanerne. I udlandet er jagten på alternative kilder forlængst skudt i gang, da rent vand er blevet en knap ressource mange steder. Læs om, hvordan vi løser en af vor tids store udfordringer i dette tema om drikkevand



Afsaltet havvand som drikkevand i København vil kræve det, der svarer til 3 pct. af det nuværende elforbrug

# VAND ER IKKE BLOT VAND

Nye smarte ord som designervand og "newwater" vidner om, at vandkvalitet er ved at udvikle sig til en vigtig trend i et moderne samfund

TINE KORTENBACH >

Danmark er det land i verden, der har baseret mest af sin drikkevandsforsyning på grundvand.

Samtidig har vi et dybt grundfæstet dogme om, at vandet i hannerne skal komme fra undergrunden, da det per definition er "godt". Men nogle steder i landet, især i hovedstadsregionen, er der ikke nok af det. Man er derfor nødt til at tænke i alternative kilder: vand fra søer (også kaldet overfladevand), rensede spildevand eller afsaltet havvand.

Afsaltet vand fra Køge Bugt og recirkulering af spildevand vil kræve mere energi end den nuværende vandforsyning. Men har man energi, vil man kunne udvide drikkevandsressourcen.

Energiforbruget ved afsaltning er afhængigt af mængden af salt i havvandet. Og selv om Køge Bugt har et forholdsvis lavt saltindhold, vil et skift til afsaltet vand i København kræve, hvad der svarer til 3 pct. af københavnernes nuværende elforbrug.

En eventuel omstilling af vandforsyningen vil derfor koste penge. Det er relativt nemt at beregne, hvor meget det løber op i. Men der vil også være andre konsekvenser – og det er straks sværere at få et overblik over disse.



En københavnner betaler ca. 470 kr. om året for drikkevand ...



... hertil kommer spildevandstakst og afgifter til staten

Et igangværende ph.d.-projekt på DTU's Institut for Vand og Miljøteknologi tager hul på denne problemstilling. Her har Martin Rygaard nemlig undersøgt de kvalitative egenskaber af drikkevand, og han har endda sat tal på konsekvensen af mange af de parametre, der bestemmer vandets kvalitet.

”Flere forskergrupper i verden arbejder med at designe optimalt vand. Men det er første gang, at der gennemføres en omfattende helhedsanalyse, der værdisætter kvalitetsens betydning,” fortæller lektor Philip Binning, der sammen med professor Erik Arvin er vejleder på ph.d.-projektet. Resultaterne blev præsenteret i begyndelsen af september på verdens største kongres inden for vand, IWA i Wien.

Ph.d.-studiet bygger på data fra Københavns Energi, som er hovedleverandør af vand til storbyen.

Kontakten til KE startede allerede i forbindelse med Martin Rygaards eksamensprojekt på civilingeniørstudiet, hvor han undersøgte, hvornår det kan betale sig at begynde at afsalte vand fra f.eks. Øresund og blande det i vandet til de københavnske vandhaner.

”Undervejs kom vi ind på, at det er to vidt forskellige typer vand, der i

givet fald skal blandes: Det helt rene, afsaltede vand fra havet og det meget mineralholdige vand fra undergrunden. Hvis man udelukkende sendte det afsaltede vand ud i rørene, ville det være meget aggressivt over for ledningsnettet og simpelthen æde rørene op. Desuden ville det smage dårligt, fordi vi har vænnet os til, at der er salte i vandet.”

#### Det rigtige blandingsforhold

”Hvordan skal vi så blande de to typer vand? Hvad er det rigtige blandingsforhold?”

Det ville være spændende at dykke ned i denne nye problemstilling, så Martin Rygaard valgte at søge svaret ved at gå videre med et ph.d.-projekt.

”Vi har set på korrosionen af rørene i distributionssystemet, som vi sender vandet ud igennem. Vi har også kigget på sæbeforbruget, for når vi ændrer indholdet af kalken i vandet, kan vi også styre, hvor meget sæbe man har brug for i sin vaskemaskine,” siger han og fortsætter:

”Desuden har vi undersøgt forskellige sundhedseffekter, da der er fokus på, om indholdet af magnesium og calcium har en gavnlig effekt på hjertekar-sygdomme. Der ser ud til at være

konsensus om, at magnesium har en positiv effekt ved at forebygge hjertekar-sygdomme, men det debatteres dog stadig. Til gengæld er der enighed om, at flourid- og calciumindholdet har stor betydning for antallet af huller i tænderne.”

”Vi har også fokuseret på hudsygdomme. Især børn plages i stigende grad af eksem, og flere uafhængige forskerhold rundt om i verden mener at have påvist en sammenhæng mellem hårdheden, altså calcium- og magnesiumindholdet i vandet, og forekomsten af det såkaldte børneeksem (atopisk dermatitis).”

”Endelig har vi undersøgt vaskemaskinernes og opvaskemaskinernes levetid. Allerede i slutningen af 70'erne blev det bevist, at der er en tydelig sammenhæng mellem det generelle indhold af mineraler og apparaternes levetid. Jo flere salte i vandet, jo lavere levetid.”

Og denne sammenhæng skyldes ikke alene, at maskinerne kalker til. Det dækker formentlig over nogle mere komplicerede processer. Martin Rygaard forklarer, at hvis der er mange salte i vandet, er der også et højere indhold af klorid, sulfat og andre stoffer, som kan tære på stålet inde i maskinerne og mørne plastikdele.

>>

## 5 påvirkninger ved anvendelsen af afsaltet vand

### ÆNDRET VANDKVALITET

Afsaltet vand (f.eks. havvand eller spildevand) med membraner, kan der leveres vand med et lavere mineralindhold end fra andre vandressourcer. Det er også muligt at tilsætte bestemte mineraler, som det f.eks. gøres i store dele af England, hvor vandet tilsættes fluor af hensyn til tandsundheden. Ændringer i drikkevandskvaliteten har mange økonomiske og sociale effekter. Da der er tale om "mange bække små", kan den samlede effekt af selv mindre ændringer af vandkvalitet have alvorlige konsekvenser.

### SUNDHED OG ERNÆRING

Antal huller i tænderne, forekomsten af børneeksem og risikoen for hjerte-kar-sygdomme kan påvirkes af vandkvaliteten. Fluor og calcium beskytter mod huller i tænderne, og magnesium har formentlig en beskyttende effekt mod hjerte-kar-sygdomme. Omvendt er der vist en sammenhæng mellem hårdt vand som det københavnske og forekomsten af børneeksem.

### KORROSION

Saltindholdet i drikkevandet påvirker også levetiden af vandrør og maskiner, der bruger vand. Vaskemaskiner, kaffemaskiner, vandhaner, varmtvandskedler m.m. har alle en kortere levetid ved høje saltkoncentrationer. Vandforsyningsens hundreder af kilometer rørledninger påvirkes ligeledes af mineralindholdet.

### ÆSTETIK OG ACCEPT

I Danmark er næsten alt drikkevand baseret på vand fra uforurenede grundvandsmagasiner, en produktion, der sammenlignes med det rene kildevand. Lande som Australien, Belgien og USA må anvende mere drastiske teknikker for at opnå en billig og pålidelig vandforsyning. I de lande drikkes der nu både afsaltet havvand og omhyggeligt rensset spildevand.

### ANVENDELSE

Hårdt vand med meget calcium og magnesium efterlader kalkpletter på tallerkner og ruder ved pudsning. Tøjet bliver stift af udfældede salte, og der skal doseres ekstra sæbe ved vask. Mange foretrækker kaffe lavet af blødt vand, der ikke påvirker smagen af den gode bønne.

Dertil kommer, at man er nødt til at bruge mere sæbe, hvis vandet er hårdere. Og sæbe kan være meget aggressiv, især de moderne sæber, som indeholder kraftige kemikalier for at være så effektive, som de er.

### Konsekvenser

Analysen viser de mulige økonomiske konsekvenser af det scenarie, der ville udspille sig, hvis mineralindholdet i København blev halveret. Sundhedsudgiften til det øgede antal af karies og hjerte-kar-sygdomme forventes at stige henholdsvis 51 pct. og 23 pct. De sundhedsøkonomiske konsekvenser er af samme størrelsesorden som udgiften til at producere vandet.

Til gengæld vil der være besparelser på udgifterne til udskiftningen af vaskemaskiner og opvaskemaskiner, som vil falde med 14 pct., ligesom forbruget af vaskepulver ville kunne reduceres med 30-40 pct., hvis vandet var blødere.

Folks opfattelse af drikkevandskvaliteten er en særlig problemstilling. Hvis brugen af afsaltet vand medfører, at folk køber mere flaskevand, bliver det endnu dyrere for husholdningerne.

En halvering af saltindholdet i Københavns drikkevand kan potentielt medføre:

Beregningerne indikerer, at de økonomiske og miljømæssige konsekvenser af at ændre vandkvaliteten er mindst lige så signifikante som ændringen i produktionsomkostninger.

”Hvis Københavns Energi besluttede at levere halvdelen af vandet via et afsaltningsanlæg, ville de forøgede omkostninger ligge på 75-100 øre pr. kubikmeter vand, og det interessante er, at flere af de effekter, vi har regnet på, vil ligge i samme størrelsesorden. Der er altså mange forskellige aspekter – ud over de økonomiske forhold – man burde tage med i betragtning, når blandingsforholdet skal vælges. Traditionelt ville man kigge på driftsomkostninger og investeringsomkostninger for alternativer og så vælge den løsning, der var billigst.”

Martin Rygaard understreger, at der er meget store usikkerheder i analysen. Han er derfor ikke meget for at rangere effekterne efter deres økonomiske betydning.

”Udfordringen i dette ph.d.-projekt er at tage højde for de enorme usikkerheder, der vil være i denne type beregninger. Så det giver ikke mening at sige, hvilken effekt der har størst betydning og så videre. Jeg vil meget hellere rangere effekterne efter, hvor stor usikkerhed der er omkring dem,



- > 1.500 flere indlæggelser med hjerte-kar-sygdomme
- > 85 kr./person/år i besparelse på vaskepulver
- > 9 måneders forlængelse af vaskemaskiners levetid
- > 2.500 færre tilfælde af børneeksem
- > 1 hul i tænderne mere pr. person

for så kan andre forskere se, at det er vigtigt, at de kaster sig over lige netop det spørgsmål.”

”Usikkerheden omkring effekten på antallet af hjerte-kar-sygdomme ligger blandt de højeste. Der er relativt få tilfælde, men til gengæld koster hvert tilfælde samfundet et større beløb. Omvendt med antallet af huller i tænderne: Den økonomiske effekt af hvert tilfælde er ikke så høj, men der er rigtig mange af dem.”

#### Per definition godt

Ph.d.-projektet gør op med forestillingen om, at vand blot er vand. Vandkvalitet er nemlig langt mere nuanceret, end de fleste forestiller sig.

Erik Arvin: ”I Danmark er der et til tider næsten religiøst dogme om, at grundvand per definition er godt. Men mange steder er det grundvand, der hentes op, faktisk uegnet som drikkevand. Og mange steder er vandet så hårdt, at det slet ikke egner sig til vandforsyning. Det høje indhold af salte efterlader f.eks. kalkpletter i badeværelset og påvirker de tekniske installationer.”

Erik Arvins pointe er, at myndighederne i Danmark oftest betragter vand som en kvantitativ ressource: Vand er jo vand. Det indgår slet ikke

i planlægningen, om vandet overhovedet er egnet til at komme ud af hannerne. Kvaliteten spiller en begrænset rolle.

”Den nuværende lovgivning indeholder en del regler om det maksimale indhold af en række salte, organiske kemikalier og mikroorganismer. Udgangspunktet er, at hvis de nævnte grænser er overholdt, når vandet sendes fra vandværket, så betragtes det som godt nok.”

”Nogle områder i Danmark har grundvand med et lavt indhold af fluorid, og her er forekomsten af karies høj. Det har været kendt længe. Nyere forskning viser, at hårdheden også spiller en rolle for tandsundheden. Og det går specielt ud over folk i Varde, Grindsted og hele det vestjyske område, som har et sammenfald af både lavt indhold af fluorid og lav hårdhed.”

#### Normerne rykker

Martin Rygaard er nu på et halvt års studieophold i Australien, hvor vandsystemerne i disse år omlægges i stor stil på grund af manglen på drikkevand.

Singapore er endnu et eksempel på, at normerne rykker i disse år. Her er drikkevandet i hannerne blandet op med rensset spildevand, som i øvrigt

også sælges i flasker under navnet ”newwater”.

Vandforsyningen i Danmark er baseret på, at vi henter vandet i undergrunden, renses det efter brug i nogle store, centrale rensningsanlæg og sender det ud i havet. I København bliver alt spildevandet renses i Lynetten, hvorefter det løber ud i Øresund.

”København ville have rigeligt med vand, hvis vi valgte at recirkulere en del af det spildevand, vi hver dag sender ud i Øresund,” konstaterer lektor Philip Binning.

”For mig at se ligger der en politisk blokering her,” fortsætter Erik Arvin.

”I virkeligheden er det et spørgsmål om, hvordan vi håndterer vandet – og hvad vi som samfund betragter som syndigt og ikke syndigt.”

”Man kan sagtens forestille sig, at vi vender tilbage til de decentrale rensningsanlæg, som sender vandet ud til søer og vandløb, hvor det så kan sive ned i undergrunden igen. Det er et eksempel på, at rammebetingelserne i vort samfund hele tiden ændrer sig: Det, der var godt for 10-20 år siden, kan være utilstrækkeligt i dag.” >

**!** YDERLIGERE OPLYSNINGER

Lektor Philip Binning, [pjb@er.dtu.dk](mailto:pjb@er.dtu.dk)



Det danske ledningsnet til drikkevand er 19.800 km langt



I gennemsnit bruger en dansker 122 l om dagen i hjemmet. Forbruget er faldet med 1/3 siden 1989

# HOVEDSTAD MED SÅRBARE SUGERØR

I 2010 udløber hovedparten af tilladelserne til de indvindinger, som forsyner København med vand. Kortvarige forlængelser er skræks scenariet for Københavns Energi, der overvejer en række teknologiske alternativer

## MORTEN ANDERSEN >

Kampen om Sjællands grundvand er i fuld gang. I 2010 udløber langt de fleste af de 30-årige tilladelser til indvinding rundt omkring på øen, som dækker københavnernes behov for vand.

”Det er ingen hemmelighed, at vi ikke er lige velkomne alle steder,” erkender Jens Andersen, chef for salg og service i vandforsyningen under Københavns Energi:

”Netop fordi vi forudså problemerne, gik vi i gang med at søge om nye tilladelser allerede i 1995. Da amterne blev nedlagt i 2007, havde vi i alt 20 ansøgninger liggende ubehandlet. Nogle af dem havde ligget i 10 år!”

Nu ligger sagerne hos de berørte kommuner. Samtidig skal de statslige miljøcentre vurdere vandforsyningens

eksisterende kildepladser for indvinding i henhold til EU’s direktiv om VVM – Vurdering af Virkninger for Miljø. Endelig skal staten lave vandplaner i henhold til EU’s såkaldte vandrammedirektiv. Planerne skal sikre en bedre kvalitet af både overfladevand og grundvand.

”Skræks scenariet er, at når tilladelserne til indvinding udløber i 2010, er VVM-vurderingerne stadig ikke på plads, vi har stadig ikke fået lov til at oprette nye borer, og vi kan ikke få nye 30-årige tilladelser, men må måske nøjes med kortvarige forlængelser på 5 år ad gangen. Det vil sætte os under et stort pres. Vi risikerer at bruge store summer på at vedligeholde anlæg, som derefter skal lukkes ned. Det kan blive

FOTO: OLE BO JENSEN



”Vi er nødt til at se i øjnene, at vi kan komme i en situation, hvor vi ikke kan forsyne København med grundvand alene,” forudser Jens Andersen, chef for salg og service i vandforsyningen under Københavns Energi.

meget dyrt. Vi kan ikke lade være med at vedligeholde, for der må ikke kunne sættes spørgsmålstegn ved forsynings-sikkerheden til en million mennesker,” siger Jens Andersen.

#### Kan trække forurening til

Når myndighederne ikke bare giver tilladelserne, skyldes det bl.a. lokal bekymring for, hvordan indvindingen

påvirker natur og miljø. Det kan Jens Andersen til dels godt forstå:

”Der har været eksempler, hvor vi har suget for kraftigt, så lokale vandløb er svundet ind. Det gav samtidig problemer med dårligere grundvand lokalt, fordi indvindingen trak naturligt forekommende stoffer som nikkel, sulfat og klorid til i for høje koncentrationer. Men netop derfor satte vi

ind allerede i midten af 1980’erne for at mindske forbruget.”

Gennem en række tiltag har vandforsyningen mindsket tabet af vand i forbindelse med lækager. Samtidig har kampagner fået københavnere til at spare på vandet. I 1980’erne var den samlede produktion af vand hos Københavns Energi 100 mio. m<sup>3</sup> om året mod omkring 55 mio. m<sup>3</sup> i dag.

&gt;&gt;



Grundvandet hentes  
20-50 m under jorden



De almene vandforsyninger indvinder  
i alt ca. 406 mio. m<sup>3</sup> vand om året

”Vi har med andre ord dæmpet vores indvinding drastisk. Det må vel komme os til gode. Ironisk nok har vi erfaring for, at den begrænsede indvinding visse steder kan føre til oversvømmelser. Lejre er et af de steder, hvor risikoen for våde kældre er til stede, hvis vi opgav indvinding fuldstændigt,” siger Jens Andersen.

Umiddelbart virker det uforståeligt, at det københavnske selskab har svært ved at få tilladelser til at indvinde svarende til et forbrug, der kun er godt halvt så stort som det, de nuværende tilladelser dækker. Ud over lokal modstand hænger det sammen med, at forurening har gjort mængden af velegnet grundvand mindre. Det drejer sig især om organiske opløsningsmidler og pesticider. Et emne, der får Jens Andersen til at rykke frem i stolen:

#### **Svært ved at acceptere**

”Som vandværksfolk har vi jo virkelig svært ved at acceptere, at en landmand kan få lov at gå med giftsprøjten lige i nærheden af en indvinding. Vi forstår simpelthen ikke samfundsøkonomien i, at et stort antal borgere skal betale mere for deres vand, for at nogle få skal kunne tjene mere.”

På baggrund af især risikoen for at trække forurening med pesticider til

ved at indvinde for kraftigt blev den samlede ressource, som kan udnyttes til drikkevand i Danmark, i 2005 nedskrevet fra 1,8 mia. m<sup>3</sup> til 1,0 mia. m<sup>3</sup>.

Dramaet om Sjællands vand kan endnu nå at få en lykkelig udgang for alle parter. Alligevel valgte Københavns Energi i 2004 at indlede et samarbejde med DTU Miljø for at afsøge helt andre måder at sikre forsyningen.

”Vi gjorde simpelthen det tankeeksperiment, at vi skulle skaffe alt vores vand inden for grænserne af Københavns Kommune. Vi vidste godt, at det er en kættersk tanke. Det kan nemlig næppe lade sig gøre – og da slet ikke, så længe man holder fast i det gældende dogme for dansk vandforsyning om, at alt drikkevand skal være grundvand. Selv hvis man får fat i alt det regnvand, der lander på tagene, og udnytter det i toiletter og lignende, vil det ikke være noget, der virkelig batter,” siger Jens Andersen.

Inden man ser på de forslag, samarbejdet med DTU har ført frem til, må man lige vide, hvordan hovedstaden er forsynet i dag. Dogmet om, at alt dansk drikkevand skal være fremstillet ud fra urensset grundvand, er nemlig brudt for mange år siden. Ved Regnemark

på Sydsjælland råder Københavns Energi over et stort vandværk, der er i stand til at indvinde overfladevand fra Gyrstinge Sø og Haraldsted Sø. Ved Søndersø i Nordsjælland ligger et mindre anlæg af samme type, men det har dog været i mølpose siden 1980.

#### **Klor kan smages**

Værket for overfladevand i Regnemark bruges ikke til daglig, men træder til under særligt varme somre eller ved store brud på ledningsnettet.

Ulempen ved at bruge overfladevand er, at det kræver en omfattende kemisk behandling for at opnå en kvalitet, der er forsvarlig som drikkevand. Svovlsyre, aluminiumsulfat og aktiveret kiseltsyre er blandt de kemikalier, der bruges for at fjerne vandets indhold af organisk materiale, der ellers ville føre til bakterievækst i ledningsnettet.

Desuden er man nødt til at tilsætte monokloramin i det færdige vand.

”Da vandforbruget faldt, blev det besluttet at bevare anlægget til beredskabssituationer. I dag bruges det stort set ikke, men for at kunne bruge det i en beredskabssituation er det nødvendigt med en mild kloring, da man ellers risikerer vækst af bakterier,” forklarer vandforsyningschefen.



Dansk vandforsyning er udpræget decentral. I 2005 var der 2.622 almene vandforsyninger, heraf var 158 kommunalt ejede

Kloren er især ærgerlig, fordi den undertiden kan smages.

”Vi vil gerne være helt fri for at have anlæg, der udnytter overfladevand, fordi vi ikke ønsker at tilsætte klor. Men som situationen har været, har vi ikke turdet nedlægge Regnemark. Anlægget kan give os 40.000 kubikmeter om dagen. Det er en enorm buffer, som vi er meget glade for at have,” siger Jens Andersen og henviser til et stort brud ved Albertslund i 2000, hvor Regnemark var en vigtig brik for at bevare forsyningsikkerheden.

#### Forkælet med grundvand

For mange er det en forfærdelig tanke at bruge rensed vand i stedet for grundvand, men så enkelt ser Jens Andersen ikke på det:

”Vi har været meget forkælede. De færreste lande i verden er så godt forsynede med grundvand. Mange lande bruger forskellige former for kemisk rensed vand. I Singapore findes endda et nyt produkt ”new-water” – spildevand, der er rensed til drikkevandskvalitet.”

På en studietur har han selv drukket newwater.

”Det var da en lidt mærkelig fornemmelse, men smagen var der ikke noget galt med. Newwater er af høj

kvalitet og faktisk et mere homogent produkt end det drikkevand, vi har i dag, som jo kommer fra mange områder. Der er tale om et fuldstændigt kunstigt produkt. Først stripper man vandet for alt. Derefter tilsætter man nogle mineraler og lignende. Man har altså et fuldstændigt kontrolleret produkt – så længe de tekniske processer i øvrigt fungerer, vel at mærke.”

”Hvis vi gjorde det samme med spildevandet fra Lynetten, ville vi måske få 100 mio. m<sup>3</sup> med et slag. Det ville dække hele byens behov. Men det ville nok være lidt grænseoverskridende!”

Desuden er det et problem, at energiforbruget til massiv rensning af forurenede vand er højt:

”Man skal passe på, at man ikke erstatter et forsyningsproblem med et klimaproblem,” siger Jens Andersen.

#### Rustet til handling

Brug af Lynettens spildevand er da heller ikke mellem de forslag, der arbejdes videre med sammen med forskerne fra DTU. Spændvidden går lige fra at forsyne hele byen ved hjælp af et centralt anlæg, der afsalter vand fra Øresund, til meget decentrale løsninger, hvor den enkelte husholdning recirkulerer sit vand.

”Jeg kan sagtens forestille mig, at vi vil virkeliggøre dele af de bedste forslag, f.eks. et mindre anlæg til afsaltning af havvand måske som backup-anlæg, kombineret med at opsamle og genbruge noget af det regnvand, der falder på tagene. Regnvandet kan bruges til forskellige formål i industrien, til at holde gader og veje rene med samt som kølevand,” kommenterer Jens Andersen og understreger, at en større gennemførelse af forslagene må vente:

”Det tager tid at vende en stor vogn som vores. Derfor er vi nødt til at forberede os i god tid. Takket være samarbejdet med forskerne på DTU har vi fået vores vandressourcer og forbrug kortlagt i detaljer. Samtidig har vi i samarbejdet fået en god fornemmelse af, hvad avancerede rensemetoder herhjemme og først og fremmest i udlandet kan gøre. I det videre arbejde vil vi gå et spadestik dybere for at kortlægge reelle alternativer som et supplement til den nuværende indvinding. Dermed står vi rustet til at handle, når vi forhåbentlig i nær fremtid får klarhed over, hvilke betingelser vi kan regne med. Vi er nødt til at se i øjnene, at vi kan komme i en situation, hvor vi ikke kan forsyne København med grundvand alene.” <



I gennemsnit falder der 700 mm regn om året i Danmark



Cirka 68 pct. af nedbøren fordamper fra vandoverflader og planter ...

# VAND ER DER NOK AF

Nøglen til at forsyne verdens voksende befolkning med tilstrækkeligt vand ligger i en effektiv produktion af fødevarer

MORTEN ANDERSEN >

Under interviewet forbruger vi godt en halv kubikmeter vand.

Indimellem spørgsmål og svar drikker DHI Groups koncernchef Asger Kej og DYNAMO's udsendte hver to kopper kaffe. Hver kop svarer til et vandforbrug på 140 liter, når man medregner det vand, som dyrkingen af kaffeplanten har krævet. Tilsammen "drikker" vi altså 560 liter.

Ordet vandmangel får os til at tænke på, at man ikke kan slukke sin tørst. Men det er en meget lille del af problemet, mener Asger Kej. Han er en stor tilhænger af at regne i det, som han kalder virtuelt vandforbrug:

"Et menneske har brug for at indtage 2-5 liter vand om dagen. Det skal ses i forhold til, at det i gennemsnit kræver 3.000 liter vand dagligt at dyrke de fødevarer, vi skal spise for at overleve."

DHI Group, der især er specialiseret i rådgivning om vand, har kontorer i 25 lande og repræsentation i yderligere 40 lande. Derfor er Asger Kej et af de ret få mennesker, man kan spørge om situationen på vandområdet globalt set og forvente at få et svar:

"Grundlæggende er der vandressourcer nok til at producere alle de fødevarer, som verden har brug for.



... en stor del strømmer via dræn og befæstede arealer tilbage til vandløb og hav



Kun ca. 25 pct. af regnen siver ned til grundvandet



FOTO: PLAINPICTURE

Også selv om prognoserne siger, at der kommer yderligere 2-3 mia. mennesker til i løbet af de kommende årtier. Men det kræver, at vi forvalter ressourcerne bedre end i dag.”

#### Landbruget har nøglen

70 pct. af det vand, som indvindes, går til at producere fødevarer. De næste 20 pct. bruges i industrien. Kun de sidste 10 pct. er det, som vi forbruger i byerne og direkte i de private husholdninger.

”Da langt hovedparten af det indvundne vand bruges til produktion af fødevarer, er nøglen til at løse verdens vandproblemer først og fremmest

at producere flere fødevarer pr. liter indvundet vand. For eksempel er der mange områder i Afrika, hvor man sagtens kunne producere langt større mængder fødevarer, hvis man blot udviklede den nødvendige infrastruktur på vandsiden,” siger Asger Kej.

”Samtidig er genteknologien – uanset om man så kan lide det eller ej – i stand til at frembringe planter, der kan give større udbytte i forhold til vandforbruget. Jeg er selv overbevist om, at GMO (genmodificerede organismer, red.) er en del af løsningen. Men en bedre vandforvaltning er det bestemt også.”

”Hvis vi kunne bringe de dårligste lande op på en effektivitet i fødevarerproduktionen, der svarer til blot 80 pct. af det niveau, som de bedste sammenlignelige lande ligger på i dag, ville dette alene skaffe 75 pct. af de fødevarer, som verden har brug for i de næste årtier,” anslår Asger Kej.

”Bedre vandforvaltning er en afgørende faktor i denne effektivisering.”

#### Kød sluger vand

Trods den grundlæggende optimisme tager DHI-direktøren et forbehold. De 3.000 liter vand, som det kræver at producere fødevarer til at mætte et

>>



FOTO: SCAMRIX

I fremtiden vil adgangen til vand ligefrem kunne udløse krige. Fotoet er fra Mekong-deltaet, hvor millioner af mennesker er afhængige af flodens vand.

menneske en dag, er et gennemsnitstal for hele kloden. I den vestlige verden bruger vi meget mere. Især kød sluger mængder af vand. Først skal man jo producere alt det foder, som dyrene skal æde. Derfor svarer blot en enkelt hamburger næsten til vandforbruget pr. menneske på kloden pr. dag: 2.400 liter.

”En stor del af verdens befolkning lever i dag fortrinsvis af ris og andre basisfødevarer, som er relativt billige i vandforbrug. En stor joker er, om de vil forbruge flere fødevarer, som er mere krævende i vandforbrug,

efterhånden som de bliver mere velstående,” kommenterer Asger Kej.

Gennem det seneste års tid har høje priser på energi og fødevarer givet anledning til optøjer i mange lande og i det hele taget fyldt meget i medierne. I debatten mangler der imidlertid en mellemregning.

”Når prisen på olie stiger, bliver det dyrere at pumpe alt det vand, som er nødvendigt for at fremstille fødevarer. Der er selvfølgelig også andre årsager til de høje fødevarerpriser, men vand er en stor del af forklaringen. Og igen er det

muligt at løse en stor del af problemerne gennem en bedre vandforvaltning.”

Med til god vandforvaltning hører en global arbejdsdeling:

”Vi må se i øjnene, at nogle af verdens lande ikke har vandressourcer nok til at have fødevarer sikkerhed inden for egne grænser. De må så importere virtuelt vand i form af fødevarer.”

Samtidig kommer klimaændringerne til som en ekstra usikkerhed.

”Egentlig kan jeg bedre lide ordet klimavariationer. Jeg er fortsat i tvivl





1 liter drikkevand  
koster knap 4 øre



De almene vandforsyninger indvinder  
i alt ca. 406 mio. m<sup>3</sup> vand om året

om, hvor meget der skyldes menneskets aktiviteter, men det er helt sikkert, at noget er der sket. Derfor bør vi som gode spejdere være beredte. Det første område, hvor ændringer i klimaet rammer os, er gennem vandet. Vi kan allerede se, at mængderne af nedbør forandrer sig. Nogle steder regner det mere, andre mindre – ligesom fordelingen over året ændrer sig. Bare for få år siden var der ingen, der havde forestillet sig, at oversvømmelser skabt af nedbør kunne blive et væsentligt problem i Danmark.”

#### Konflikter om vandet

I øjeblikket lever 1,2 mia. af verdens befolkning på 6,5 mia. i områder, der officielt har ”fysisk vandmangel”. Det vil sige, at her er vand den begrænsende faktor for, at samfundet kan udvikle sig.

”Det tal vil stige i de kommende år, og nogle frygter, at vi ligefrem kommer til at se krige, der er udløst af kamp om adgangen til vand.”

På spørgsmålet om, hvor risikoen for konflikter er størst, svarer Asger Kej:

”En af de mest latente konflikter er mellem de, der lever opstrøms, og de, der lever nedstrøms. I de fleste lande er floder den dominerende kilde til vandforsyningen. Det er klart, at det man gør opstrøms, har

drastiske konsekvenser for de, der bor nedstrøms.”

Floderne Nilen og Mekong er eksempler:

”Begge har store deltaer, hvor millioner af mennesker er afhængige af flodernes vand. Samtidig er man i flere lande i disse flodbassiner oppe på stort set fuld udnyttelse af vandressourcen.”

#### Afsaltning på vej frem

Desuden er der Mellemøsten generelt, hvor de politiske konflikter sætter grænser for, hvor meget landene kan samarbejde om forvaltningen:

”Nogle steder i Mellemøsten tror jeg, at den bedste løsning er afsaltning af havvand, kombineret med import af de fleste fødevarer.”

Også Australien satser massivt på afsaltning, efter at en lang række landmænd måtte dreje nøglen om i 2007 på grund af vandmangel, og vandforsyning til de nedstrøms byer blev truet. Det samme gør Singapore, som via genbrug og afsaltning ønsker at blive selvforsynende med vand til 4,7 mio. mennesker inden for et område, der blot er lidt større end Bornholm.

”Tidligere var det et stort problem, at energiforbruget og dermed også udgifterne til afsaltningen var meget høje. Heldigvis er der en rivende teknologisk udvikling i gang, som

hjælper meget på det. Men afsaltning vil selvfølgelig altid være en relativt dyr løsning i forhold til at forvalte de naturlige vandressourcer bedre,” kommenterer Asger Kej.

#### Fodafttryk i energi

Eksemplet viser, hvordan de forskellige sektorer griber ind i hinanden.

”De løsninger, man vælger inden for vandområdet, har et stort fodaftryk i energisektoren. Et eksempel den anden vej: Når du dyrker majs for at lave bioethanol til brændstof, får du et voldsomt fodaftryk i vandsektoren. Majs kræver vand, og det samme gør de fødevarer, du skal dyrke for at erstatte majsens bidrag til forsyningen med fødevarer.”

”Politikere kan godt lide at fokusere på enkle sammenhænge. For eksempel at vi skal sænke udledningen af CO<sub>2</sub> for at mindske den globale opvarmning. Men du er nødt til at se på hele trekanten klima-energi-vand for at få det globale puslespil til at gå op. Heldigvis synes jeg, at der er ved at brede sig en forståelse for, at vi skal tænke mere holistisk. Blandt andet er der stor genklang for det synspunkt i Erhvervsklimapanelet, som regeringen har nedsat i forbindelse med forarbejdet til FN’s klimakonference i København næste år.” <



En dansk husstand betaler ca. 4.000 kr. om året for vand, inkl. spildevandsbidrag og afgift til staten

KILDE: WWW.DANVA.DK OG DANMARKS STATISTIK

# FRA INSTITUT TIL VANDKONCERN

DHI Group leverer i dag rådgivning om vand til det meste af verden. Senest er virksomheden begyndt at kopiere symbiosen med DTU i andre lande

## MORTEN ANDERSEN >

Med en eksportandel på 75 pct. har DHI Group længe været globalt orienteret. En ny tendens er, at virksomheden ikke kun udvikler sig på baggrund af knowhow, som er skabt i Danmark.

”Vi ønsker løbende at investere mellem 20 og 30 pct. af vores hjernekapacitet i forskning og udvikling. Så stor aktivitet kan du simpelthen ikke generere i Danmark, dels fordi der ikke er nok ingeniører og andre eksperter at få, dels fordi forskningsmidlerne ikke slår til. Derfor opgraderer vi løbende kontorer i udlandet, så de også bidrager med forskning og udvikling, herunder at tiltrække bevillinger fra de nationale forskningsprogrammer,” siger Asger Kej, koncernchef for DHI Group.

Foreløbig er der forskning og udvikling på kontorerne i Sverige, Tjekkiet, Kina og Singapore. Seneste skridt i denne globalisering er

forskningscenteret i Singapore, som er baseret på et samarbejde med Nanyang Technical University og medfinansiering fra Singapores regering.

”Jeg forventer, at vi får yderligere to-tre markante forsknings- og udviklingscentre i de kommende år,” siger direktøren.

## Satsede internationalt

DHI stod oprindeligt for Dansk Hydraulisk Institut. Tilbage i 50'erne blev Vandbygningslaboratoriet ved DTU (i dag en del af DTU Mekanik) bedt om at hjælpe med udformningen af Hanstholm Havn. De hydrauliske modeller, som forskerne udviklede, viste sig at have almen gyldighed. Derfor blev DHI oprettet med det formål at kommercialisere den nye viden.

”DHI's grundlægger forstod heldigvis, at med et så snævert



FOTO: OLE BO RENSEN

fagområde var man nødt til at have et bredt internationalt marked. Siden er vi blevet bredere rent fagligt, da vi også rådgiver om mange andre aspekter af vand og om miljø og sundhed, men vi har bevaret det internationale fokus,” siger Asger Kej.

DHI er et GTS-institut (godkendt teknologisk service). Det vil sige, at virksomheden er privat, selvejende og arbejder not-for-profit. I løbet af 2008 passeres 800 medarbejdere. Heraf er godt 600 civilingeniører eller har en tilsvarende eller højere akademisk grad. 60 pct. af medarbejderne arbejder uden for Danmarks grænser. Ud over 25 landekontorer er virksomheden repræsenteret i yderligere 40 lande.

Murbrækkerne for at komme ind i mange af de nye lande har været brugervenlige softwareprodukter.

”Vi tog beslutningen i 1985 om at skabe avancerede simuleringsværk-

tøjer, som kunne ligge på en cd-rom, og som brugerne selv kunne anvende. Umiddelbart kunne det måske virke som at save den gren over, man selv sidder på som rådgiver. Men vi turde tro på, at vi kunne holde os i front med forskning og udvikling, så vi stadig var attraktive alligevel. Det har vist sig at holde stik.”

Når folk først er begyndt at købe softwareprodukterne, er der ikke så langt til egentlige projekter. Næste skridt kan derefter blive landekontorer.

”I 1995 tog vi en strategisk beslutning om at blive globale for alvor. Siden har vi åbnet 1-2 kontorer årligt. Vand, miljø og sundhed er jo meget vitale områder i ethvert land. Derfor er det helt afgørende, at kunderne har tillid til dig. Du kan have nok så fremragende teknologi, men i sidste ende er det tilliden mellem mennesker, der afgør, om du får opgaven. Derfor er

”Grundlæggende er der vandressourcer nok til at producere alle de fødevarer, som verden har brug for. Også selv om prognoserne siger, at der kommer yderligere 2-3 mia. mennesker til i løbet af de kommende årtier. Men det kræver, at vi forvalter ressourcerne bedre end i dag,” siger DHI Groups koncernchef Asger Kej.

det en meget stor fordel for os at have en lokal repræsentation,” forklarer Asger Kej.

Den lokale forankring betyder også, at de kontorer, der har forskning og udvikling, kan lægge billet ind på forskningsmidlerne i deres lande.

”De steder hvor det er muligt, forsøger vi at kopiere den arbejdsdeling, som vi har med forskerne på DTU. Vi sørger simpelthen for at lægge vores kontorer tæt op ad et forskningsmiljø.”

#### **Blander blod med DTU**

Selv om det efterhånden er mange år siden, DHI var formelt knyttet til DTU, er der stadig et tæt bånd, understreger Asger Kej:

”DTU er fortsat en meget vigtig del af vores fundament. Først og fremmest gennem uddannelsen af kandidater. Desuden blander vi blod i form af fælles forskningsprojekter og hyppig udveksling af medarbejdere.”

”Lige som flere andre universiteter har DTU øget sit engagement i overførsel af teknologi. På vandområdet håber jeg, at vi kan fastholde den arbejdsdeling, hvor kommerialiseringen af den viden, som genereres på DTU, sker gennem os. Det er vores åbne agenda!” <

# RÅ MÆLK GI'R LÆKKER

Frygten for infektioner har hidtil hindret fremstillingen af oste fra råmælk i Danmark. Nye genteknologiske metoder bidrager til at løse problemet

MORTEN ANDERSEN >

Danmark bliver snart sværere at regere. I hvert fald hvis man skal tro den tidligere franske præsident Charles de Gaulle (1890-1970), som beklagede sig over vanskelighederne ved at lede et land, der producerer 246 forskellige typer ost.

I dag har kun et enkelt dansk mejeri, Hinge, dispensation fra et forbud mod at bruge rå mælk til at fremstille ost. Forbuddet skyldes frygten for bakterielle infektioner. Et samarbejde mellem Arla Foods og DTU Fødevareinstituttet bidrager imidlertid til, at vi med meget stor sandsynlighed snart kommer til at se flere danske råmælksoste.

”Det er glædeligt, hvis vi kan få en større produktion af råmælksoste i

Danmark, fordi vi så får en større variation af smag,” kommenterer René Redzepi, køkkenchef og partner i Noma, der i 2007 blev den første danske restaurant, som opnåede to stjerner i Michelin's guide. De to stjerner er fastholdt i 2008, hvor Noma desuden er rykket op som nummer 10 på listen over verdens bedste restauranter hos Restaurant Magazine.

”Inden for gastronomien bruger vi udtrykket ”terroir” til at beskrive, hvordan et givent område præger en råvare. Fra region til region er der forskelle i jordbundens sammensætning, vejrforholdene og de mineraler, som forekommer.





# OST

Alt andet lige kan du bedre fornemme en osts terroir, når den er produceret ud fra råmælk frem for varmebehandlet mælk,” forklarer René Redzepe.

#### Stigende marked for specialoste

Arla Foods har været i gang siden 2005.

”For os handler det om smagen og om at få ostens natur frem. Det får man i råmælksost. Og så ser vi et stigende marked for specialoste. Men på grund af den manglende tradition i Danmark måtte vi så at sige starte fra Adam og Eva. Vi ser det som en stor udfordring at skabe tryghed,” siger new venture manager Katrine Hvid Ellegård, der er ansvarlig for Arla Foods’ udvikling af

råmælksost og samarbejdet omkring råmælksost i branchen.

”Det geniale ved den metode, som forskerne har udviklet, er, at man kigger efter dele af bakteriernes arvemateriale. Det betyder, at man får langt hurtigere og mere præcise svar i forhold til traditionelle metoder, hvor man først skal have bakterierne dyrket. Det viser meget fint, hvad det handler om – at få præcise informationer og at kunne handle hurtigt i hele processen fra jord til bord.”

Metoden bygger på den bioteknologiske teknik PCR (Polymerase Chain Reaction). I første trin varmes prøven kraftigt op. Herved ”smelter” eventuelt arvemateriale – DNA – i prøven. Det vil sige, at de to strenge, som DNA >>

består af, går fra hinanden. I næste trin sænkes temperaturen. Så sker der en reaktion mellem DNA og et andet stof, som i forvejen var til stede i måleapparatet, nemlig en såkaldt primer. Det vil sige syntetisk fremstillede

byggesten til at lave mere DNA. I tredje og sidste trin hæves temperaturen igen. Derved sørger et enzym, som også var til stede i apparatet i forvejen, for at lave mere DNA. Enzymet bygger den nye DNA op, base for base.

Denne cyklus gentages flere gange. For hver cyklus får man fordoblet mængden af DNA.

Metoden betyder, at man inden for timer kan afgøre, om en eller flere af de problematiske typer bakterier er til



Køkkenchef René Redzeqi i spidsen for kokkene på Noma, der er Danmarks eneste restaurant med to Michelin-stjerner.

## ”For os handler det om smagen og om at få ostens natur frem. Det får man i råmælksost”

Katrine Hvid Ellegård, new venture manager, Arla Foods

stede i mælken. Med tidligere metoder ville det typisk tage fem døgn.

Bromatolog Jeppe Boel fra DTU Fødevareinstituttet forklarer: ”Mælken skal være så frisk som overhovedet muligt, når man laver ost. Derfor kan

mejeriet ikke vente med at starte ostningen, for det ville gå ud over smagen. Men man kan anbringe ostene på et midlertidigt lager, indtil resultaterne er klar. På den måde kan man sikre sig mod, at oste med indhold af skadelige bakterier kommer ind på det egentlige lager. Det ville ikke være praktisk muligt, hvis man skulle vente i fem døgn.”

Resultaterne af samarbejdet mellem Arla Foods og DTU Fødevareinstituttet bliver stillet til rådighed for hele branchen af Arla Foods. Naturligvis tripper især Arla Foods selv efter at komme i gang. Katrine Hvid Ellegård vil dog ikke sætte dato på, hvornår vi kan købe de første råmælksoste:

”Vi har stor tiltro til de metoder, som er udviklet i projektet. Men det er klart, at vi ikke kan leve med den mindste usikkerhed om vores produkter. Derfor gennemfører vi nu sammen med DTU en række såkaldte challenge test, hvor mælken bevidst tilsættes bakterier for at se, om testene afslører dem. Først når vi har resultaterne af disse test, vil vi indsende ansøgninger til Fødevaredirektoratet om dispensation til at fremstille de første oste.”

PCR-metoden er foreløbig udviklet til at skanne råmælken for salmonella og en undergruppe af colibakterier, verotoksin-producerende E. coli, der kan forekomme i køer. I lande som Frankrig, hvor man altid har fremstillet et bredt udvalg af råmælksoste, oplever man med jævne mellemrum udbrud af ”diarre og det, der er værre”, som Jeppe Boel formulerer det.

Derfor skal dansk mælk varmebehandles, inden den må bruges til formålet. Der findes forskellige former for varmebehandling. Den mest kendte er pasteurisering.

### Smagen ændres

”Opvarmningen ændrer smagen,” siger René Redzepi, restaurant Noma:

”En forsker vil sikkert kunne fortælle mere konkret, hvad der er årsagen til forskellen. Men fra en koks synspunkt er der simpelthen væsentlig forskel rent smagsmæssigt. Man kan f.eks. sammenligne med koldpresset æblesaft, der bliver varmet op. Saften bliver brun, og smagen ændrer sig drastisk – den får en overmoden karakter. På samme måde mister mælken sin oprindelige smag, når den bliver varmet op.”

Køkkenchefen understreger, at der findes mejerier, som producerer virkelig gode oste af varmebehandlet mælk:

”Man kan ikke sige, at råmælksoste altid er at foretrække. Men det er glædeligt, hvis vi kan få en større produktion af råmælksoste i Danmark, fordi vi så får en større variation af smag. Og hvem ved om ikke de mejerier, der i dag laver virkelige højkvalitetsoste af varmebehandlet mælk, kan lave endnu mere unikke oste af råmælk?” <



FOTO: STEEN BRØGDAL

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

**Bromatolog Jeppe Boel,**  
jboe@food.dtu.dk

# EN LYSENDE EXIT

DTU lagde grunden til verdens førende producent af krystal-fibre, Crystal Fibre, der fremstiller en ny type lysledere til lasere. NKT Holding har nu købt DTU ud og er eneejer

## MORTEN ANDERSEN >

”En dejlig ro i kroppen.”

Sådan har Søren Isaksen, formand for Crystal Fibres bestyrelse, efter eget udsagn haft det med virksomheden gennem lang tid:

”Det første halve eller hele år, hvor vi endnu ikke havde de rigtige faciliteter, var der stor usikkerhed. Dengang var der sikkert øjeblikke, hvor jeg spurgte mig selv, om vores engagement var klogt. Men siden vi fik egen fiberproduktion og kunne arbejde med den rigtige type glas, har jeg haft en dejlig ro i kroppen.”

Virksomheden blev stiftet i 2000 med både NKT Holding, hvor Søren Isaksen er koncerndirektør for teknologi, og DTU som ejere. Fra sommeren 2008 er NKT eneejer.

”Når en ny virksomhed først har vist sig levedygtig, kommer der et tidspunkt, hvor vi vurderer, om den passer ind i vores verdensbillede. Hvis ikke, vil vi forsøge at sælge. Hvis ja, vil vi gerne eje 100 pct. Crystal Fibre passer utrolig godt, og heldigvis kunne vi blive enige med vores partner om vilkårene.”

### NKT-investering på 150 mio. kr.

På de otte år er virksomheden vokset til 35 ansatte og en omsætning på 30 millioner kr. NKT har sammenlagt investeret ca. 150 millioner kr. og er endnu et stykke fra at have investeringen hjemme.

”Faktisk kunne vi godt få Crystal Fibre til at nå ”break even” hurtigt.

I stedet har vi valgt at accelerere udviklingen yderligere. Virksomheden skal op i en anden liga,” kommenterer Søren Isaksen.

Ganske vist sælger virksomheden allerede krystal fibre, men der skal endnu gøres et stort stykke arbejde med at dokumentere fibrenes levetid i de ofte ekstreme sammenhænge, hvor de skal anvendes. Først når den dokumentation er på plads, kan det store gennembrud komme.

Gennem den seneste snes år har NKT-koncernen fostret ikke færre end 10-15 nye virksomheder. Mest genlyd gav salget af Giga til Intel for ca. 10 mia. kr. i 2000, men også salget af IONAS under telecom-boomet fik stor opmærksomhed.





FOTO: STEN BRØGGAARD

”Vi har aldrig før haft en virksomhed med så enestående patentsituation globalt set, siger Søren Isaksen, der er NKT Holdings koncerndirektør for teknologi. Her er han fotografere sammen med Crystal Fibres direktør Michael Kjær til højre.

”Crystal Fibre er markant på en anden måde. Vi har aldrig før haft en virksomhed med så enestående patentsituation globalt set. Faktisk kan jeg ikke komme i tanke om nogen anden dansk virksomhed, der har så solid en patentposition inden for sit område. Jeg vil næsten være fræk at sige, at alle, der vil lave noget med krystalfibre, gør klogt i at tale med os,” siger Søren Isaksen.

Alligevel ligger det ikke i kortene, at Crystal Fibre vil blive solgt for et svimlende beløb:

”Både Giga og IONAS lavede komponenter, som bliver fremstillet i enormt store mængder. Crystal Fibre vil ikke blive lige så stor i omsætning, men til gengæld er der mulighed for at tjene godt på bundlinjen set i forhold til omsætningen. Samtidig er der den store fordel, at vi også ejer Koheras, som udnytter Crystal Fibres fibre i deres lasere. Det giver os noget ekstra.”

#### Overtog britisk konkurrent

Aftalen med DTU blev indgået i 2000. Initiativet kom fra en lille gruppe forskere ansat i DTU Fotonik.

”Vi kunne med det samme se, at ideen passede i vores portefølje. Derfor var vi interesserede, selv om vi syntes, at det endnu var meget, meget teoretisk.” >>

Alligevel var Crystal Fibre ikke alene på banen. En britisk virksomhed, Blaze Photonics, var faktisk et hestehoved foran. Den danske virksomhed begyndte snart at få sine egne patenter, og i 2004 lykkedes det NKT Holding at købe den britiske konkurrent. Dermed var den enestående patentposition en kendsgerning.

”Lige som så mange andre dengang havde ejerne af Blaze Photonics satset på anvendelser inden for telekommunikation. Vi indså tidligt, at krystalfibre skulle anvendes industrielt i første omgang, mens anvendelse af krystalfibre i telekommunikation var længere ude i fremtiden – hvis det overhovedet kommer. Derfor havde Crystal Fibre reelt overhalet englænderne, og dermed blev det muligt at købe deres virksomhed til

en fornuftig pris,” konstaterer Søren Isaksen.

En historie, som også viser ulempen ved at befinde sig i den type venturemiljøer, som mange nystartede højteknologiske virksomheder gør.

#### Jordbunden tilgang

”I venture-miljøet bliver der i højere grad spillet med terninger. Man starter en række virksomheder, og hvis et par af dem bliver en succes, så er det fint. Vi kommer fra et industrielt miljø, hvor man har en mere jordbunden tilgang. Når vi går ind i noget, så vil vi lykkes med det. Selvfølgelig lægger vi ambitiøse forretningsplaner, der preser os selv, men vi ved samtidig godt, at ting tager tid.”

Blandt de industrielle anvendelser er såkaldte superkontinuum lasere, der

fremstilles af Koheras ud fra krystalfibre. I en superkontinuum laser udsendes lys ved alle bølgelængder og med næsten samme intensitet. Det betyder, at denne type lasere er attraktive til brug i mikroskoper. Hvor man i dag er nødt til at forsøge sig frem med flere slags lasere én ad gangen, kan superkontinuum laseren give svarene med en enkelt undersøgelse. Samtidig er den mere energieffektiv og dermed mere skånsom. Det har stor betydning, når man f.eks. vil undersøge levende celler i mikroskoper på hospitaler og laboratorier.

”Den ide havde vi lige fra starten, og her er det gået omtrent, som præsten prædikede,” siger Søren Isaksen.

”Men ellers er vi landet andre steder, end vi havde regnet med. Vi stod jo med lysledere, der fungerede efter helt andre

## PRINCIPPET BAG KRYSTALFIBRE

For at forstå, hvad der gør Crystal Fibres produkter revolutionerende, må man vide, hvordan en lysleder normalt fungerer.

Inden for optisk forskning karakteriserer man materialer efter deres brydningsindeks. Jo lavere indeks, jo hurtigere udbreder lyset sig.

I en almindelig lysleder – som der allerede ligger tusindvis af

kilometer af i den danske jord – ledes lyset i en kerne af et fast materiale, typisk glas. Altså et materiale med et meget højt brydningsindeks, som tillader lyset at passere uden at blive hindret. Rundt om denne kerne lægger man en skal i et materiale med et lavere brydningsindeks. Hvis man kunne lave skillelinjen mellem de to typer materiale uendeligt plan, siger optisk teori, at tabet ville være nul – så ville alt lys holde sig i kernen med det høje brydningsindeks. I praksis får man et lille tab.

FOTO: STEEN BROGAARD

principper, og som så helt anderledes ud. Det var en læreproces, ikke kun for os selv, men også for vores kunder.”

En af de anvendelser, som ikke lå i kortene fra starten, er lasere med høj effekt. Det har vist sig, at krystalfibre er i stand til at aflevere en meget stor mængde energi på et meget lille område inden for et meget kort og veldefineret interval i tid. Det kan man udnytte i en række industrielle processer og i sundhedsvæsenet, hvor laseroperationer af grå stær allerede er fast praksis. Med krystalfibre kan man lave markant bedre højeffektlasere.

#### Platformsteknologi

Dertil kommer en række andre anvendelser, der er i støbeskeen.

”I modsætning til f.eks. Giga og IONAS sigter Crystal Fibre ikke mod

specifikke komponenter, men råder over en såkaldt platformsteknologi,” siger Søren Isaksen:

”En ting er helt sikker. Vi har ikke set den sidste anvendelse af krystalfibre endnu.”

Søstervirksomheden IONAS var i høj grad resultat af forskning udført på DTU Fotonik, men Crystal Fibre var alligevel helt speciel, fordi DTU for første gang blev medejer.

”Mig bekendt var det den første danske virksomhed, hvor et universi-

tet gik ind som medejer sammen med en eksisterende virksomhed. Det var faktisk ret ilde set mange steder, også i erhvervslivet,” husker Søren Isaksen.

”Der var folk, som mistænkte, at DTU nu ville have præference for os frem for andre virksomheder. Der blev talt om, at universitetet havde mistet sin jomfruelighed. Det havde det vel også – men i dag tror jeg ikke, at nogen klager over det. Der er løbet meget vand i åen siden.” <

## ”Jeg vil næsten være fræk at sige, at alle, der vil lave noget med krystalfibre, gør klogt i at tale med os”

Søren Isaksen, koncerndirektør for teknologi, NKT Holding

Krystalfibre fungerer helt anderledes. Her har man et lavere brydningsindeks i kernen end i det omgivende materiale. Kernen er typisk et hulrum, der enten kan være fyldt med luft eller en gasart eller vakuum. Det omgivende materiale er glas.

Umiddelbart skulle det koncept føre til, at lyset omgående forsvandt fra kernen. Imidlertid er glasset i den omgivende skal perforeret med ganske små huller i et bestemt mønster, der minder om formen på cellerne i en bikube. Hullerne fungerer som

små spejle, der tilsammen reflekterer lyset tilbage til kernen. Det gælder dog kun for lys med en helt bestemt bølgelængde. Afhængigt af hvilken størrelse og indbyrdes afstand man giver hullerne, kan man bestemme, hvilken bølgelængde den konkrete fiber skal lede.

Lys med andre bølgelængder vil derimod forsvinde ud til omgivelserne. Man har altså fået en meget selektiv lysleder, der kun tillader lys med bølgelængder inden for et snævert interval at passere, men som til gengæld

leder dette lys ekstremt effektivt med minimalt tab. Det snævre interval af bølgelængder, som fiberen tillader at slippe igennem, kaldes båndgab. Deraf navnet på princippet: fotoniske båndgab.

Man kan godt bruge princippet til at lede lys i det synlige område. Inden for optiske anvendelser bruger man imidlertid normalt infrarødt lys, fordi tabet af effekt er mindst i dette område. Det har desuden den fordel, at lyset ikke er til fare for øjnene, hvis der skulle ske et brud på et kabel. <

# MIDTBANE- DYNAMOEN

Som koncerndirektør for teknologi i NKT Holding og gennem flere tillidsposter har Søren Isaksen sat markante aftryk på det danske landskab for innovation

## MORTEN ANDERSEN >

”Jeg er bedre til at løbe fremad end til at løbe tilbage.”

Man kan sikkert læse en mængde symbolik ind i denne udtalelse fra Søren Isaksen. Ud over at være koncerndirektør for teknologi i NKT Holding har han præget det danske innovationslandskab som tidligere formand for såvel Statens Teknisk-Videnskabelige Forskningsråd som Danmarks Forskningsråd. Man kan også vælge at læse ordene for pålydende. Indtil et skadet korsbånd satte en foreløbig stopper for karrieren for 3-4 år siden, spillede Søren Isaksen med i såvel Sjællands Boldspil Unions super-veteran række som firmafodbold.

Den foretrukne plads kalder han selv ”konstruktiv midtbanespiller”:

”Det er lettere at få luft, når du løber i retning af modstandernes mål, end når det går den anden vej.”

Søren Isaksen er uddannet fysiker, men som nybagt kandidat valgte han en utraditionel vej. Han blev en af landets første ErhvervsPhD’er – helt

nøjagtigt nummer 42. Projektet foregik hos NKT, hvor han har været siden. I 30 år.

”Jeg har aldrig haft behov for at springe til noget andet. Jeg var heldig at komme til virksomheden på et tidspunkt, hvor der nærmest herskede en klondykeagtig stemning inden for dansk fotonik,” siger Isaksen og henviser til det miljø, der udsprang fra det nuværende DTU Fotonik, som dengang var ledet af professor Palle Jepsen.

### ”Go West”-stemning

”Samtidig var betingelserne for at udlægge fiberoptiske kabler gunstige i Danmark. DR havde stadig monopol på at sende tv via sendemasterne, så konkurrencen kunne kun komme via fiberoptiske net. Det gav en ”Go West”-stemning. Vi kunne dårligt nå at få den første fabrik færdig, før vi skulle i gang med at bygge den næste.”

Ud over at producere lyslederkabler begyndte NKT at starte en række

innovative virksomheder inden for fotonik. Flere af dem blev senere solgt fra.

Selve produktionen af lyslederkabler er solgt fra til OFS Fitel, der stadig producerer i Brøndby. Også datterselskaberne NKT Elektronik, Giga og IONAS er solgt fra.

”Hvis NKT Elektronik var et markant resultat af ”Go West”-stemningen, så var Giga og IONAS ligefrem at finde guld,” siger Søren Isaksen, der selv indtog en nøglerolle i udviklingen som adm. dir. for NKT Research, der er koncernens rugekasse for innovative virksomheder.

I 1992 blev han medlem af Statens Teknisk-Videnskabelige Forskningsråd, hvor han senere også blev formand. Fra 1998 til 2002 var han formand for Danmarks Forskningsråd. En tillidspost, hvor den konstruktive midtbanespiller fik mulighed for at løbe fremad:

”Vi var de første, der prædikede, at universiteterne skulle have

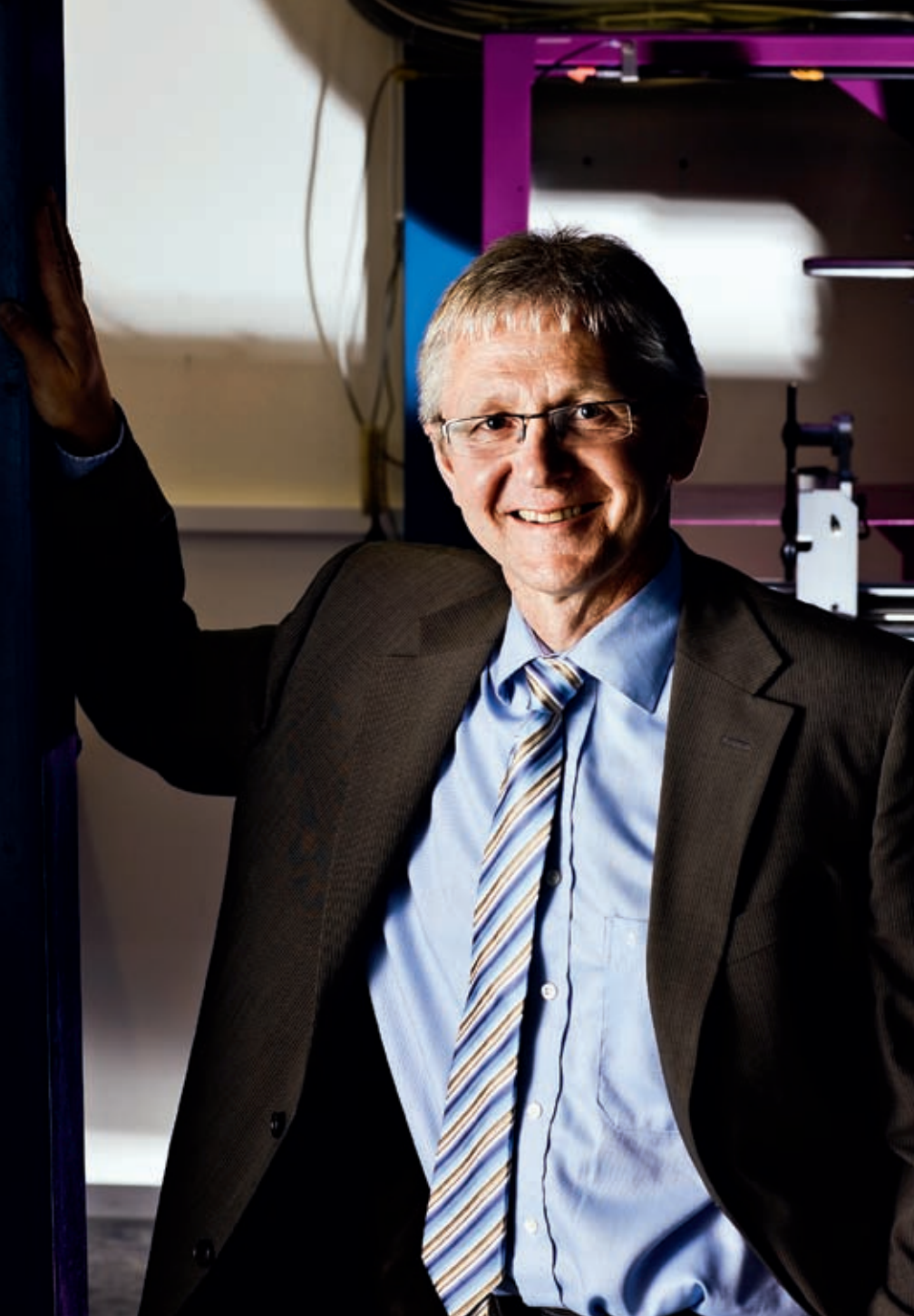


FOTO: STEEN BRØGARD

professionelle ledelser. Vi var også talsmænd for, at det var nødvendigt at fusionere sektorforskningen og universiteterne for at skabe stærke forskningsenheder og ikke mindst styrke uddannelserne. I sidste ende er netop uddannelse det vigtigste formål med at have universiteterne. Endelig tog vi også initiativ til at ændre på reglerne for IP (Intellektuel Ejendomsret, red.).”

Tidligere ejede en offentligt ansat forsker selv patentrettigheder. I dag har forskeren pligt til at tilbyde rettighederne til institutionen. Formålet er at motivere institutionerne til at gøre

noget for at få patenterne udtaget og i arbejde.

I betragtning af, at han selv netop har stået fadder til en virksomhed, Crystal Fibre, der er resultatet af en opfindelse gjort på et universitet, DTU, er det nærliggende at spørge Søren Isaksen, om de nye IP-regler fungerer godt?

Spørgsmålet fremkalder først et hurtigt ”ja”, men så en lang pause. Ansigtudtrykket røber, at der virkelig bliver tænkt over svaret.

”Altså, jeg ved godt, at nogle virksomheder har svært ved at vænne sig til, at de ikke længere kan få tingene

”Hvis NKT Elektronik var et markant resultat af ”Go West”-stemningen, så var Giga og IONAS ligefrem at finde guld,” siger Søren Isaksen, der selv indtog en nøglerolle i udviklingen som adm. dir. for NKT Research.

forærende. Nogle har den holdning, at når de betaler skat, så skal de også kunne trække på universiteterne næsten gratis.”

”Omvendt har universiteterne også haft svært ved at vænne sig til den nye tilstand. Man har været meget bange for at lave fejl. Hvis du hele tiden garderer dig og ikke vil løbe nogen risiko, bliver det svært at høste gevinster.”

”Derfor må jeg indrømme, at der har været en periode, hvor det absolut ikke fungerede godt. Jeg kan bare ikke se, at det kan være anderledes. Hvis vi mener alvorligt, at universiteterne skal ledes professionelt, så er vi også nødt til at give universiteterne ejerskabet til det, de producerer. De ting hænger uløseligt sammen.”

”Under alle omstændigheder hører jeg ikke nogen argumentere for, at vi skal tilbage til det gamle system for IP, hvor forskerne selv havde ejendomsretten, og hvor næsten intet blev nyttiggjort. Det ville da også være en Guds ulykke!” <

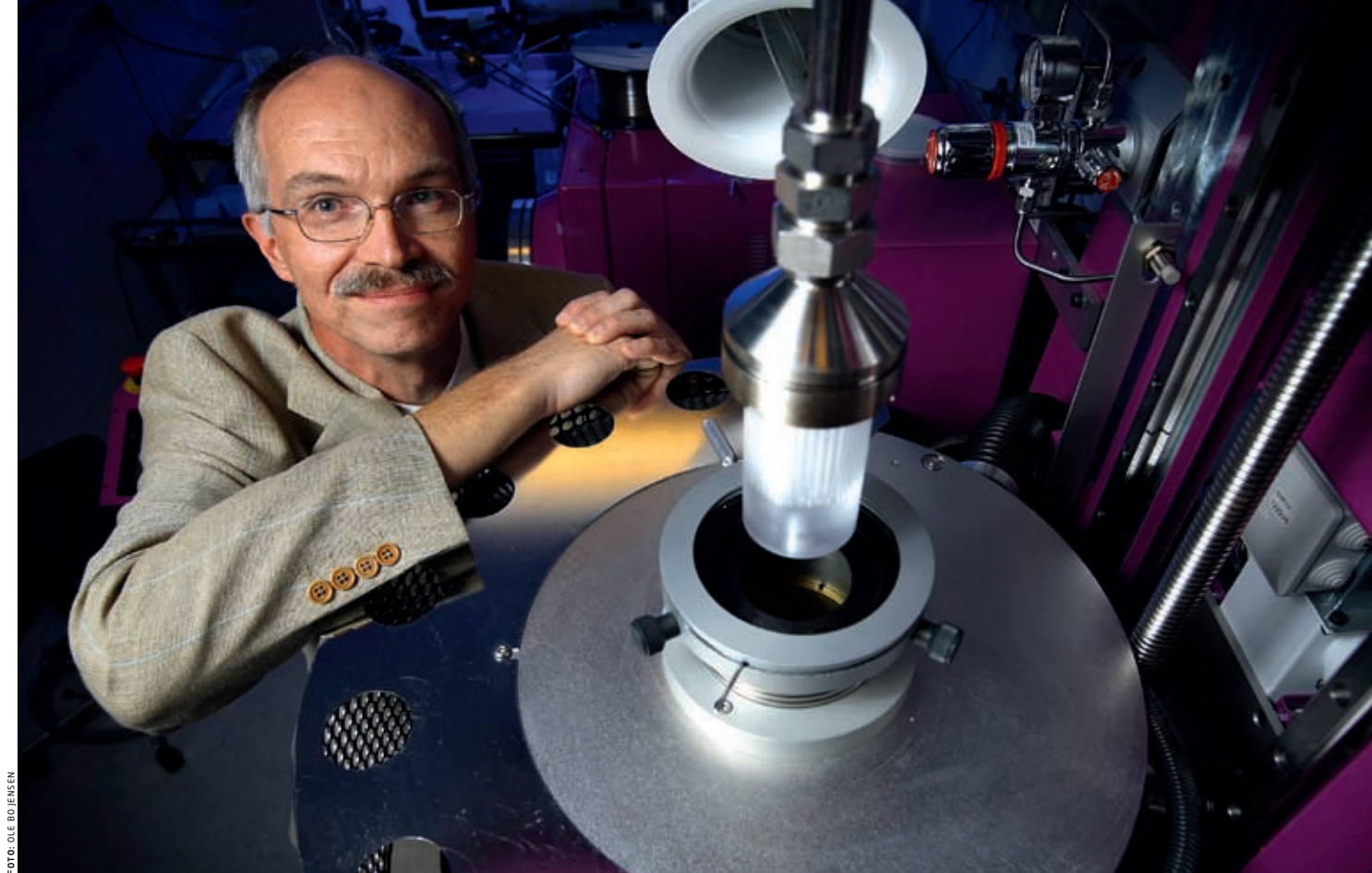


FOTO: OLE BO JENSEN

# “VORES RESULTATER SÅ MEGET UNDERLIGE UD”

Crystal Fibre udspringer af forskning ved DTU Fotonik. I begyndelsen kunne forskergruppen ikke få sine resultater publiceret

MORTEN ANDERSEN >

”Jeg måtte bare til England med det samme. Jeg ville se det med mine egne øjne.”

Anders Bjarklev, i dag institutdirektør på DTU Fotonik, kan tydeligt erindre følelsen, da Jes Broeng, dengang ph.d.-studerende ved instituttet, ringede hjem for at fortælle om resultaterne af en serie eksperimenter, som han udførte ved University of Bath.

”Jeg kunne høre begejstringen hos de engelske kolleger i baggrunden. Det var første gang, den fotoniske båndgabeffekt blev set eksperimentelt.”

Årstallet var 1999. Anders Bjarklev tog faktisk det første fly til England. Da den umiddelbare begejst-

ring havde lagt sig, begyndte de to forskere at tale om, at de stod med en opfindelse, der havde økonomisk værdi.

”Faktisk anede vi ikke, hvad princippet kunne bruges til kommercielt. Men vi tænkte, at et så radikalt nyt princip måtte indebære muligheder for nye anvendelser.”

## Tilbage i hovedet

De foregående år havde forskergruppen på DTU flere gange forsøgt at få videnskabelige artikler publiceret på baggrund af deres teoretiske arbejde med princippet, men uden held.

”Vi fik dem tilbage i hovedet. Visse redaktører mente endda, at vi

simpelthen ikke havde forstået vores bølgelederteori,” husker Bjarklev.

Til redaktørernes forsvar skal det siges, at forskerne også selv havde svært ved at tro på deres resultater i starten. En drilsk faktor i deres arbejde var, at lys kan svinge i forskellige planer langs udbredelsesretningen. Det kaldes lysets polarisation. I en normal lysleder kan man tillade sig at tænke todimensionelt og se bort fra fænomenet. Det går ikke i en krystalfiber, hvor de tredimensionelle egenskaber af krystallen er helt afgørende for at opnå den ønskede effekt.

”Eksperimentet i England ændrede situationen med ét slag. Pludselig

”Desværre ser man ofte, at start af nye virksomheder med udspring i et universitet dræner det pågældende institut for medarbejdere. Det har vi undgået. Der er publiceret flere end 300 videnskabelige artikler og konferencebidrag med DTU-forfattere på baggrund af denne teknologi,” konstaterer Anders Bjarklev.

kunne vi få alt, hvad vi skrev, publiceret. Men mange i det videnskabelige miljø forstod alligevel ikke, hvad vi ville. Der lå jo allerede tusindvis af kilometer lyslederkabel, som fungerede aldeles glimrende, i jorden. Så hvorfor bekymre sig om at udvikle en helt anderledes måde at lede lys?”

Her skal man huske, at i slutningen af 1990'erne var dot.com-bølgen endnu ikke toppet. Hele det optiske forskningsmiljø var optaget af telekommunikation. Lige til den anvendelse kan krystal fibre ikke altid konkurrere med de traditionelle lyslederkabler. Til gengæld er krystal fibre overlegne til en række industrielle anvendelser. Blandt dem lasere, der kan aflevere en meget stor mængde energi med en meget veldefineret bølglængde på et meget lille område.

### Skrev selv patentansøgning

Trods omverdenens skepsis havde forskerne søgt patent på deres opfindelse. De skrev ansøgningen uden hjælp fra et patentbureau. Der fandtes ganske vist en offentlig ordning, hvor man kunne få støtte, men på det tidspunkt var kassen tom.

Dengang var det forskerne, der alene havde rettighederne til en opfindelse. Alligevel valgte de at inddrage universitetet. DTU Fotoniks daværende direktør, Kristian Stubkjær, var med på ideen og gik aktivt ind i processen.

Anders Bjarklev: ”Jeg synes, det er en rigtig tanke, at universitetet skal med ind. Når man tænker på, at det videnskabelige samfund ikke engang troede på vores ide, hvordan skulle vi så kunne gå ned i banken og låne de penge, det koster at vedligeholde patentet?”

Oprindeligt havde forskerne tænkt i retning af at sælge patentet til en virksomhed, men de opdagede, at NKT på det tidspunkt havde lagt en strategi, der sigtede på at stifte nye virksomheder inden for det optiske område.

Resultatet blev Crystal Fibre, hvor NKT Holding fik aktiemajoriteten, mens DTU og forskerne var medejere.

”DTU skal jo kunne samarbejde med alle – også med virksomheder, der er konkurrenter til NKT. Derfor var det vigtigt for os, at der var en klar skillelinje mellem DTU og Crystal Fibre. For eksempel har virksomheden betalt for de ydelser, der er leveret fra NKT.”

Jes Broeng valgte at gå ind i Crystal Fibre, hvor han i dag er fiber udviklingschef. Anders Bjarklev fortsatte på DTU:

”For os begge betød den nye konstruktion, at vi afgav hovedparten af kontrollen over vores ”barn” til andre. Men samtidig var det fascinerende, at noget, som vi havde skubbet et stykke af vejen, kunne føre til nye arbejdspladser og få lov at prøve kræfter med forretningslivet. Ja, det er da stadig fascinerende!”

### Stor nøjagtighed

Instituddirektøren understreger, at NKT langt fra kun bidrog med kapital og forretningsmæssig kompetence:

”Vi stod i høj grad på skuldrene af udviklingen inden for fiberteknologi. En ting er at foreslå et princip, en helt anden faktisk at kunne producere krystal fibre med de egenskaber, som kræves,” siger han med henvisning til, at de huller i fibre, som skaber den ønskede effekt, skal placeres med en nøjagtighed på plus/minus 10 nanometer. Vel at mærke skal

nøjagtigheden bevares, når man trækker kablerne:

”Hvis vi f.eks. havde været en snes år tidligere ude med vores ide, ville det formentlig ikke have været muligt at producere fibrene.”

### Videnskabelig produktion fastholdt

Crystal Fibre blev den første virksomhed, hvor DTU fra starten påtog sig en ejerandel. Konstruktionen betød samtidig, at forskerne blev sikret mulighed for at publicere.

”Desværre ser man ofte, at start af nye virksomheder med udspring i et universitet dræner det pågældende institut for medarbejdere. Det har vi undgået. Dermed kan man ikke sige, at DTU's videnskabelige indsats på området er blevet holdt tilbage, snarere tværtimod,” konstaterer Anders Bjarklev.

En del af det økonomiske udbytte fra DTU's salg af ejerandelen vil komme DTU Fotonik til gode:

”Til efteråret håber vi at kunne indvie nye laboratorier. Det er vigtigt at vise forskningsmiljøet, at man kan få noget ud af at engagere sig i aktiviteter med et kommercielt potentiale,” siger Anders Bjarklev og tilføjer et hjertesuk:

”Unge forskere risikerer at blive sat tilbage i deres karriere, hvis de går ind i start af en ny virksomhed. Mislykkes det at skabe en bæredygtig virksomhed, vil forskeren gerne tilbage i den akademiske verden, men har så et hul i listen over videnskabelige publikationer. Det er et kæmpe problem, for vi har virkelig brug for folk, der gider det her. Derfor bliver vi nødt til at finde en måde at værdisætte de erfaringer, som forskeren har gjort sig ved at deltage i en virksomhed.” <

Hvordan finde nogen at parre sig med, når man selv ikke er større end et punktum? Når man dertil er blind? Og afstanden til mulige partnere er betragtelig? Nej, det er ikke nemt at være en bittelille vandloppe i et mægtigt hav. Alligevel lykkes vandloppernes kærlighedsliv takket være lokkende parfume og mandligt gåpåmod

# BLIND-DATING PÅ DYBT VAND

THOMAS VINGE >

De fleste tænker på fisk, rejer, krabber og hummere, når de skal forestille sig livet i havet. Men Thomas Kiørboe, der er forskningsrådsprofessor ved DTU Aqua, har i en årrække været mere optaget af at studere nogle bittesmå krebsdyr.

Vandlopper kaldes disse havets pygmæer. Vi snakker om millimeter-små gennemsigtige krebsdyr, som deres lidenhed til trods spiller en afgørende rolle for, hvor mange fisk der er i havet. De fleste fisk lever nemlig af vandlopper på et eller andet tidspunkt i løbet af deres livscyklus. Fiskehandlerens udvalg af torsk, sild og rødspætter er altså en direkte følge af, at der er mange vandlopper i havet omkring Danmark.

Men det har længe været lidt af et mysterium, hvordan vandlopperne

overhovedet finder hinanden, så de kan parre sig.

”Ved tilfældige møder ude i de store havområder vil det simpelthen ske alt for sjældent, at to vandlopper mødes, til at bestanden kan opretholdes,” forklarer Thomas Kiørboe.

## Det handler om sex

Skal vandloppen finde sig en partner, kræver det derfor en aktiv indsats. Ellers risikerer den at leve og ende sit liv som uforløst single. Som det kendes andre steder i dyreriget, er især hannen den udfarende kraft. Og han drives især af én ting:

”Sex er det vigtigste i livet,” siger Thomas Kiørboe uden at blinke og tilføjer: ”Også for vandlopper er målet her i tilværelsen at parre sig. De individer, der sætter mest afkom i verden,





Foto: Thomas Kjørboe

altså de, der får mest sex, vinder det evolutionære kapløb. Sådan er naturen indrettet, og i den forstand er sex det vigtigste i livet!”

#### Blind-dating

For alle organismer gælder, at det er en udfordring at finde en sexpartner. Men for en lillebitte vandloppe ude på et stormomsust hav som Nordsøen er udfordringen nærmest uovervindelig, forklarer Thomas Kjørboe. For mens vi landkrabber vandrer rundt på en flad jord, så lever vandloppen i en verden med tre dimensioner. Vi mennesker vil på vores vej gennem livets arbejdspladser, undervisningslokaler, middags-selskaber, dansegulve og togkupeer uundgåeligt bumpe ind i et stort antal

potentielle partnere. For vandloppen er det betydeligt sværere at finde en sexpartner, da partneren både kan befinde sig i vandlagene oven over den, dybere nede i vandet og ude til siderne.

Dertil kommer, at vandlopperne ingen synssans har. De er blinde og må derfor i bogstaveligste forstand forsøge sig med blind-dating!

#### Sniffer sig frem

Til gengæld for det manglende syn har vandlopperne sensorer, der gør dem i stand til at ”lugte” opløste stoffer i vandet.

Ligesom der kan stå en sky efter en overparfumeret kvinde, så trækker

også vandloppe-hunnen et spor af duftstoffer (feromoner) efter sig. Og det kan hannen opfange – forudsat at den kommer tæt nok på. Da vand er tyktflydende, spredes duftstofferne kun langsomt, og sporet kan blive stående i vandet i op mod et minut, efter at en hun er passeret. På den tid kan hun have tilbagelagt op til 50 centimeter.

Videoptagelser har vist, at når en han rammer duftsporet, sætter den farten voldsomt i vejret og følger

&gt;&gt;

sporet med en fart, der kan være 50-100 kropslængder i sekundet. Det ville svare til, at et menneske pludselig fór af sted med en fart af 130 meter i sekundet.

”Ofte følger hannen først sporet den forkerte vej. Men han opdager hurtigt fejltagelsen og vender lynsnart om. Nu er der kun én vej frem, og han kan på få sekunder svømme den strækning, som hunnen har tilbagelagt det seneste minuts tid,” siger Thomas Kiørboe.

En han-vandloppe, der i længden ikke måler mere end cirka en millimeter, er i stand til at afsøge over 200 liter vand om dagen, har Thomas Kiørboe kunnet konstatere ved at filme de små krebsdyrs færden. Det er



## DYRKNING AF VANDLOPPER

Forskere har gennem en del år spekuleret i, om det ville være muligt at ”dyrke” havet for på den måde at få det til at producere mere mad. Hvis vandet fik tilført mere næring, ville der kunne leve mere planteplankton, og så ville der være mere at spise for vandlopperne. Netop vandlopper er basisføde for mange fisk og fiskelarver. Derfor påvirker mængden af vandlopper direkte, hvor store stimer af f.eks. torsk, sild og makrel kan leve i et havområde. Og i sidste ende, hvor store fangster fiskekutterne kommer i land med.

Det kan lyde lokkende at forsøge at øge fiskeriudbyttet ved at gøde havet, men det er ikke uproblematisk. Thomas Kiørboe, forskningsrådsprofessor ved DTU Aqua, forklarer:

”Ideen med at gøde havet er kontroversiel, fordi den bygger på en landbrugsmæssig forståelse af, hvordan havet fungerer. Altså at man ved at gøde kan øge produktionen af planteplankton, dyreplankton og fisk.

Problemet er, at der ganske rigtigt er en sammenhæng mellem mængden af næringsstoffer og mængden af det planteplankton, som vandlopperne æder.

Når vi kigger ned i vandets øverste meter, ser vandet som regel klart og livløst ud. Men i virkeligheden er det fyldt med myriader af plantealger, bakterier og mikroskopiske dyr. Vandlopper er små krebsdyr, der lever i de øverste 100 meter af havene, hvor sollyset trænger ned og skaber livsbetingelser for havenes algeproduktion. Vandlopper er de mest almindelige flercellede dyr på jorden, og de fleste fiskearter lever på et eller andet tidspunkt i deres liv af netop vandlopper, som i mange år har fascineret Thomas Kiørboe.

blevet muligt, efter at han har udviklet en helt ny type vandhenter, hvor et lille, intakt udsnit af de frie vandmasser kan hentes op fra havet og siden studeres helt uforstyrret.

”De største arter på tre millimeter kan afsøge helt op til to kubikmeter vand om dagen. Det er ganske kolossalt, da det svarer til, at hannerne i deres jagt på hunner hvert døgn finkammer et vandområde, der er cirka en milliard gange deres eget rumfang.”

”Omsat til menneskelig målestok svarer det til at give en mandlig student bind for øjnene og kaste ham ud i Esrum Sø, Danmarks vandrigeste sø. Og så ellers bede ham om i løbet af 24 timer at finde den

ene kvindelige student, der svømmer rundt et eller andet sted i søens 233 mio. kubikmeter vand,” siger Thomas Kiørboe.

#### Lev stærkt og dø ung

Målt med en vandloppes alen kan der altså være umanerligt langt til nærmeste mage, og vejen dertil er fuld af farer i form af glubske fiskelarver med vandlopper på menuen.

Men hannerne synes at leve efter devisen: Lev stærkt og dø ung. Faktisk er sex i en vis forstand for disse smådyr vigtigere end overlevelse: Hannernes evige søgen efter sex gør, at mange af de håbefulde kavalere svømmer lukt ind i døden i form af et sultent fiskegab. Resultatet

er, at hannerne har en markant større dødelighed end hunnerne.

”Der findes oven i købet arter, hvor hannerne overhovedet ikke spilder tid på at æde. De søger efter hunner hele tiden og brænder så at sige op som følge af, at de skal svømme rundt og derved har et højt stofskifte,” siger Thomas Kiørboe. <

#### ! YDERLIGERE OPLYSNINGER

Forskningsrådsprofessor Thomas Kiørboe, tk@aqua.dtu.dk

Se videoklip fra miniputverdenen: [www.aqua.dtu.dk/English/CV/HOEK/Thomas\\_Kioerboe/Research\\_areas](http://www.aqua.dtu.dk/English/CV/HOEK/Thomas_Kioerboe/Research_areas)

Men kun op til et vist punkt:

”I vores farvande har vi eksempelvis overskredet det punkt gennem udledning af spildevand og udvaskning af kvælstof og fosfat fra landbrugsarealer,” siger Thomas Kiørboe og uddyber:

”I Kattegat steg fiskeriudbyttet ganske vist fra 1950’erne, hvor forureningen for alvor begyndte at tage fart. Og fangsterne fortsatte med at stige til op i 1980’erne. Jo mere vi forurenede, jo flere næringsstoffer tilførtes havet, jo flere alger kom der, og der kom sikkert også flere vandlopper, men man ved faktisk ikke, om det

var tilfældet. I hvert fald blev der flere fisk at fange. Eller måske blev vi bare bedre til at fange dem. Men så kammede det pludselig over. Nu er havet omkring Danmark præget af overgødning med iltsvind og fiskedød til følge,” siger Thomas Kiørboe.

”Vandlopperne har så at sige ikke kunnet følge med og formere sig hurtigt nok til at få bugt med de mange ekstra alger. Det skyldes, at det er sex, altså evnen til at finde en partner, snarere end tilgangen til føde, der bestemmer antallet af vandlopper i havet,” konkluderer Thomas Kiørboe.



# INGENIØRER PÅ TVÆRS AF KULTURER

DTU har underskrevet en samarbejdsaftale med Rensselaer Polytechnic Institute i USA om systematisk udveksling af studerende

PETER HOFFMANN OG TINE KORTENBACH >

En ingeniørs arbejdsplads kan lige så godt ligge i Grønland som i Grenå, i New York eller i Næstved. Hele verden ligger bogstavelig talt og venter, så det er en fordel, hvis man kan begå sig uden for sit lands grænser. Det er i hvert fald den tankegang, der har fået Rensselaer Polytechnic Institute (RPI) i

delstaten New York til at udvikle ideen til REACH – Rensselaer Engineering Education Across Cultural Horizons.

Ideen kommer fra professor Lester Gerhardt, der er leder af Rensselaers Internationale Program:

„Hvis man forstår, hvordan andre mennesker ønsker at leve og arbejde,

så bliver man meget bedre til at samarbejde med dem. Hvis man skal eksportere arbejdskraft eller varer, så er det vigtigt at kende kundernes ønsker og behov,“ siger han om baggrunden for programmet.

Lester Gerhardts tanker om udlandsophold som et vigtigt element i

DTU's rektor Lars Pallesen har netop underskrevet aftalen med Rensselaers rektor, Shirley Ann Jackson. Hun udtrykte glæde over, at de to universiteter med aftalen styrker mulighederne for at give de studerende multikulturelle erfaringer og øger deres chancer for at være indbyggere i en global verden.

„Vi er stolte over at kunne samarbejde med DTU og andre universiteter om de vigtige udfordringer, som venter forude: De globale klimaændringer, den stigende tørst efter energi, sundhed og reduktionen af naturlige ressourcer er nogle af dem. Den nuværende generation af studerende – vore fremtidige ledere – skal udvikle løsninger af hidtil uset omfang og betydning. Disse tiltag kræver globale løsninger, som skal være bygget på en mangfoldighed af ideer og perspektiver for at være holdbare.“

ingeniøruddannelsen ligger fint i tråd med holdningen hos DTU's rektor.

Lars Pallesen har ved flere lejligheder pointeret, at erhvervslivet efterspørger ingeniører med international erfaring, og at studieophold i udlandet er en særdeles god måde at tilegne sig denne erfaring på uden at forlænge studietiden.

Det er derfor ikke overraskende, at Lester Gerhardt henvendte sig til netop DTU med forslag om at samarbejde omkring dette ambitiøse projekt. DTU-studerende har en lang tradition for at tage på studieophold i udlandet som en integreret del af deres uddannelse.

#### Obligatorisk

Ideen går ud på, at universiteterne, der deltager i REACH, indgår i et formelt samarbejde om at organisere udvekslingen af studerende. I stedet for at enkelte studerende selv skal finde ud af, om kurser i udlandet tæller med i deres uddannelse, så sørger universiteterne for på forhånd at koordinere med den studerendes hjemmeuniversitet.

Samtidig skal langt flere studerende rejse ud. På RPI bliver udlandsophold for studerende gjort obligatorisk, så alle ingeniørstuderende prøver at studere og arbejde i udlandet.

På DTU er udlandsopholdet et tilbud, der er frivilligt.

#### Eliteprojekt

I øjeblikket er RPI, DTU og Nanyang Technological University i Singapore de eneste partnere i REACH. Men RPI vil med tiden indgå aftaler med 12 til 15 eliteuniversiteter i hele verden.

„Hvis vi sender 50 studerende af sted til hvert universitet, kan 600-650 ingeniørstuderende på en årgang komme ud i verden,“ siger professor Lester Gerhardt.

„Vi er en global nation, men når jeg holder foredrag for studerende i USA, så fortæller jeg, at 96 pct. af verdens befolkning bor uden for USA.“

Han gør opmærksom på, at 81 pct. af amerikanerne slet ikke har et pas, og at antallet af studerende, der rejser uden for USA i løbet af studietiden, er 2 pct. af landets 14 mio. studerende.

„Det hænger slet ikke sammen, og det er jo ironisk at tænke på, når vi påvirker økonomi, politik og kultur globalt,“ siger han.

De første studerende fra DTU skal af sted til USA i 2009. Målet er, at 50 studerende fra RPI og et tilsvarende antal fra DTU skal udveksles årligt. <

**„Den bedste måde at lære, hvordan andre folk tænker, er at leve og arbejde sammen med dem“**

Lester Gerhardt, professor,  
Rensselaers Polytechnic Institute

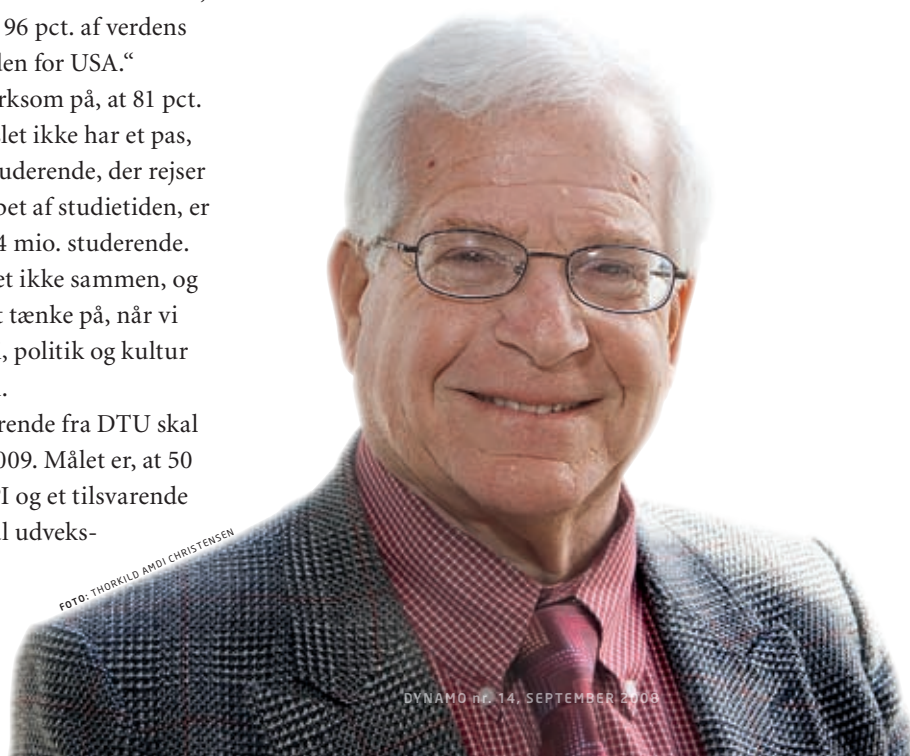


FOTO: THORKILD AMDI CHRISTENSEN

## VERDENS 20 BEDSTE INGENIØRVIDENSKABELIGE INSTITUTIONER

– MÅLT PÅ DERES GENNEMSLAGSKRAFT

	INSTITUTION	PAPERS	CITATIONS	CITATIONS PER PAPER
1	Harvard University, Cambridge, Massachusetts	1,067	12,788	11.99
2	AT&T, Various locations, US	1,239	13,089	10.56
3	California Institute of Technology, Pasadena, California	1,944	19,470	10.02
4	Stanford University, Stanford, California	3,428	32,291	9.42
5	University of California, Santa Barbara, California	1,585	13,848	8.74
6	Princeton University, Princeton, New Jersey	1,582	13,699	8.66
7	University of California, Los Angeles, California	2,487	21,466	8.63
8	Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts	4,539	37,448	8.25
9	IBM Corporation, Various locations worldwide	2,120	17,435	8.22
10	University of California, Berkeley, California	4,721	37,039	7.85
11	Cornell University, Ithaca, New York	2,059	15,789	7.67
12	Northwestern University, Evanston, Illinois	1,617	12,195	7.54
13	Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania	2,007	14,997	7.47
14	Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland	1,624	12,038	7.41
15	Max Planck Society, Various locations, Germany	2,449	17,259	7.05
16	ETH Zurich, Zurich, Switzerland	2,443	17,005	6.96
17	University of California, San Diego, California	2,500	17,375	6.95
18	Lawrence Livermore National Lab, Livermore, California	1,854	12,677	6.84
19	University of Southern California, Los Angeles, California	1,736	11,841	6.82
20	Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark	1,662	11,257	6.77

DATA FRA THOMSON SCIENTIFIC'S ESSENTIAL SCIENCE INDICATORS. 1. JANUAR 1997-31. OKTOBER 2007

# BLANDT VERDENS BEDSTE

### SØREN FIND >

Danmarks Tekniske Universitet er nr. 20 på verdensplan og nr. tre i Europa, kun overhalet af Max Planck Institutterne i Tyskland og ETH Zürich i Schweiz, der er på henholdsvis 15. og 16. pladsen. Det konstaterede Times Higher Education, da bedømmelserne af ingeniørvidenskabelige institutioner over hele verden blev offentliggjort den 22. maj.

Times Higher Education Top 20 listen er opstillet på grundlag af data hentet fra Thomson Scientific's

Essential Science Indicators Database. Denne database, der i øjeblikket dækker perioden januar 1997 til december 2007, indeholder videnskabelige tidsskriftsartikler og reviews, der er indekseret af Thomson Scientific.

Top 20 listen tager sit udgangspunkt i artikler, der er publiceret i internationale videnskabelige tidsskrifter inden for emnekategorien "engineering".

Thomson har til denne analyse gennemgået mere end 99.500 institutioner,

der har publiceret artikler inden for emnekategorien "engineering", det vil sige inden for ingeniørvidenskabelige institutioner. Af denne gruppe er 995 institutioner registreret for 10.000 eller flere citationer i perioden.

Blandt de 995 institutioner har Thomson beregnet impact'en (gennemslagskraften), det vil sige, det antal gange en videnskabelig artikel i gennemsnit er blevet citeret i perioden. <

# DET SKER PÅ DTU

TID OG STED	AKTIVITET	ARRANGØR	INFO
7.-10. oktober Glassalen Bygning 101A DTU Campus	<b>Konference - Nordic Security Days 2008</b> This event comprises the NordSec 2008 Workshop on October 9th-10th, focusing on the theme "Security for Citizens". It also comprises the Security for the Citizens Workshop on October 8th, where three Danish research projects present their results. Finally, we will host a meeting of the Erasmus Mundus students participating in the NordSecMob Master's Programme.	DTU Informatik	Christian W. Probst probst@imm.dtu.dk
19.-20. november DTU Campus	<b>Workshop - Future Energy Systems</b> The workshop raises the question: How could the future energy system be developed toward lower CO <sub>2</sub> emissions on the basis of known low CO <sub>2</sub> energy technologies? Risø Energy Report 7 will be presented as introduction to the workshop.	DTU Elektro DTU Mekanik Risø DTU	Hans Hvidtfeldt Larsen hans.larsen@risoe.dk  www.dtu.dk/klima
12. december Kl. 16-17 Administrationshallen Bygning 101 DTU Campus	<b>Messias koncert</b> DTU har atter i år fornøjelsen at invitere ansatte og studerende med ledsager til at opleve ud-drag af Händels Messias. Koncerten opføres af Akademisk Orkester og Kor, der er kendt som et af de bedste danske oratoriekor og særligt for den årlige opførelse til jul af Händels Messias. Koret dirigeres af Nenia Zenana.	DTU Akademisk Kor	www.akademisk.kor.dk
14.-15. januar 2009 DTU Campus	<b>Workshop - Sustainable Energies</b> The workshop will address a selected number of renewable energy technologies that have considerable potential for expansion and are in or close to the market. These include wind power, bioenergy, solar energy and energy storage technologies. The aim is to set ambitious but realistic goals and identify initiatives required to meet these goals and accelerate development and deployment of the technologies addressed.	DTU Byg DTU Elektro DTU Informatik DTU Mekanik Risø DTU	Henrik Bindslev henrik.bindslev@risoe.dk  www.dtu.dk/klima
Januar 2009 DTU Campus	<b>Workshop - Husdyrsundhed og Fødevarsikkerhed</b> Klimaændringer vil medføre en række problemstillinger knyttet til fødevarerforsyningen og husdyrsundhed, herunder ændrede smitteveje for produktionsdyr og for zoonoser. Denne workshop indeholder tre temaområder: Fødevarsikkerhed, zoonoser (ikke-fødevarerbarne) og husdyrsikkerhed.	DTU Fødevareinstituttet DTU Veterinærinstituttet	Henrik Wegener hcwe@food.dtu.dk  Kristian Møller krmol@vet.dtu.dk  www.dtu.dk/klima
4.-5. februar 2009 DTU Campus	<b>Workshop - Climate Changes and Ecosystem Productivity</b> The workshop will raise the question: How will the expected climate changes affect marine and terrestrial productivity, and which feedback mechanisms exist from ecosystem changes to climate?	DTU Aqua Risø DTU	Fritz Köster fwk@aqu.dtu.dk  Kim Pilegaard kim.pilegaard@risoe.dk

DTU ledes af bestyrelsen og rektor. Bestyrelsen er øverste ledelsesniveau, og den daglige drift varetages af rektor, der leder direktionen. Hvert af DTU's institutter ledes af en institutdirektør.

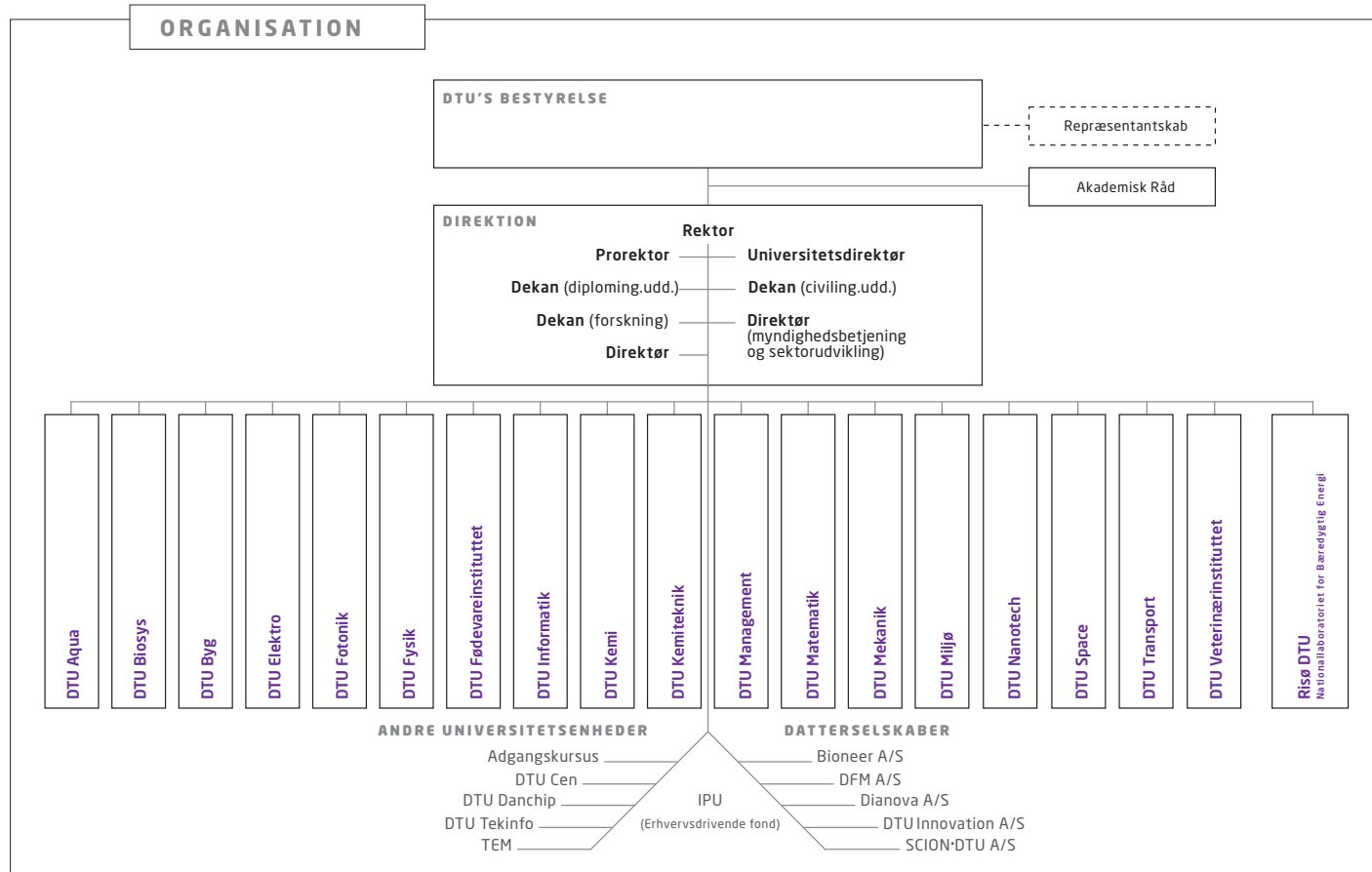
### BESTYRELSE

Mogens Bundgaard-Nielsen (formand), Mads Orla Albæk, Merete Bolgann, Elsebeth Budolfson, Alf Duch-Pedersen, Finn Helmer, Allan Hornstrup, Greta Jakobsen, Anne Marie Lassen-Nielsen, Erik Bisgaard Madsen, Birgit W. Nørgaard, Henrik Ringgaard Pedersen, Dan Rosbjerg, Jens Rostrup-Nielsen, Mads Krogsgaard Thomsen.

### DIREKTION

Rektor Lars Pallesen, prorektor Knut Conradsen, universitetsdirektør Claus Nielsen, uddannelsesdekan (civilingeniørudd.) Helge Elbrønd Jensen, uddannelsesdekan (diplomingeniørudd.) Gunnar Mohr, forskningsdekan Kristian Stubkjær, direktør for myndighedsbetjening og sektorudvikling Niels Axel Nielsen samt direktør Jørgen Kjems.

### ORGANISATION





**DTU Aqua** · Institut for Akvatiske Ressourcer

Bæredygtig udnyttelse af havets og de ferske vandes levende ressourcer · Populations- og økosystemdynamik - Monitoring · Bestandsvurdering og -prognoser · Fiskeriteknologi og miljøskånsomme redskaber · Metoder og systemer til bæredygtig akvakulturproduktion · Fiskeprodukters sikkerhed, kvalitet og holdbarhed · Kvalitetssikringssystemer og sporbarhed · Forvaltning af rekreativt fiskeri · Forskningsbaseret rådgivning til Fødevareministeriet og andre offentlige myndigheder

**FRITZ KÖSTER**, konstitueret institutdirektør  
fwk@difres.dk · Tlf. 33 96 33 00

**DTU Danchip** · Danchip

Nationalt rentrumslaboratorium · Mikro- og nanoteknologi · Akademisk og industriel adgang · Forskning og uddannelse · Udvikling og produktion · Teknologioverførsel og -konsultering · Sensorer · Mikro/nano-elektromekaniske systemer · Fluid systemer · Lab-on-a-chip · Optoelektronik

**MOGENS RYSHOLT POULSEN**, direktør  
mrp@danchip.dtu.dk · Tlf. 45 25 57 02

**DTU Biosys** · Institut for Systembiologi

Medicinsk biologi - Industriel bioteknologi: Bioinformatik · Systembiologi · Cellen som kemisk fabrik · Mikrobiologi · Molekylærbiologi · Kemisk biologi · Nutrigenomics · Immunologi · Enzymteknologi · Fødevarebioteknologi og -sikkerhed · Biobrændstoffer

**OLE FILTENBORG**, institutdirektør  
of@bio.dtu.dk · Tlf. 45 25 26 20

**DTU Elektro** · Institut for Elektroteknologi

Antenner og feltteori · Mikrobølgeteknologi · Fysisk elektronik · Effektelektronik · Automation · Robotteknik · Industriel it · Styring og regulering · Elteknologi · Elektrisk energiforsyning · Medikoteknik · Ultralyd billedannelse · Akustisk miljø · Audiologi og elektroakustik

**JØRGEN KJEMS**, konstitueret institutdirektør  
jkj@elektro.dtu.dk · Tlf. 45 25 36 81

**DTU Byg** · Institut for Byggeri og Anlæg

Bygningsprojektering · Bygningsdesign · Konstruktioner i beton, stål, træ, glas og tegl · Byggematerialer · Geoteknik og ingeniørgeologi · Brandteknik · Bygningsinstallationer, -fysik og -energi · Solvarme · Indeklima · Digitalt byggeri · Arktisk teknologi

**JACOB STEEN MØLLER**, institutdirektør  
jst@byg.dtu.dk · Tlf. 45 25 17 46

**DTU Fotonik** · Institut for Fotonik

Kommunikationsteknologi · Billed- og linjekodning samt modulation · Netværk og teletrafikteori · Systemer, optisk kommunikation · Optiske lysledere og specialfibre · Optisk signalbehandling, ulineær optik · Nanofotonik, optisk karakterisering, kvanteoptik · Biomedicinske og industrielle anvendelser af optik · Optiske sensorer og sensorsystemer · Energibesparelser med diodelys · Lasersystemer (diodelasersystemer) · Optiske materialer og tyndfilm

**ANDERS BJARKLEV**, institutdirektør  
ab@com.dtu.dk · Tlf. 45 25 38 09

**DTU Cen** · Center for Elektronnanoskopi

Transmissions- og scanning-elektronmikroskopi · Karakterisering af materialer på nanoniveau · In situ eksperimenter · Elektronoptik · Samarbejde med akademiske og kommercielle partnere

**RAFAL DUNIN-BORKOWSKI**, direktør  
rdb@cen.dtu.dk · Tlf. 45 25 64 65

**DTU Fysik** · Institut for Fysik

Eksperimentel overflade- og nanomaterialefysik · Teoretisk atomar-skala fysik · Katalyse og energiteknologi · Biofysik og komplekse systemer · Kvantefysik og informationsteknologi · Optik

**HANS L. SKRIVER**, konstitueret institutdirektør  
skriver@fysik.dtu.dk · Tlf. 45 25 31 76



**DTU Fødevarerinstitutionen** · Fødevarerinstitutionen

Forskning inden for mikrobiologisk og kemisk fødevarerisiko, fødevarerisiko- og processer, human ernæring samt miljø og sundhed · Risikovurdering og rådgivning for myndigheder og erhverv · Overvågning og diagnostik · Uddannelse og træning · Nationalt og internationalt referencelaboratorium for bl.a. EU og Verdenssundhedsorganisationen · Nationalt fødevarerisikoberedskab



**HENRIK CASPAR WEGENER**, institutdirektør  
hcwe@food.dtu.dk · Tlf. 72 34 74 11

**DTU Management** · Institut for Planlægning, Innovation og Ledelse

Innovation · Produktudvikling og konstruktion · Operationsanalyse · Operations management · Byggeledelse · Teknologisk forecasting · Sikkerhed og pålidelighed · Teknologi, organisation og arbejde · Bæredygtighed



**PER LANGÅ JENSEN**, institutdirektør  
per.langaa@ipl.dtu.dk · Tlf. 45 25 48 00

**DTU Informatik** · Institut for Informatik og Matematisk Modellering

Scientific computing · Matematisk statistik · Billedanalyse og computergrafik · Intelligent signalbehandling · Software engineering · Indlejrede systemer · System-on-Chip · Sikre og pålidelige it-systemer · Modellering og analyse af it-systemer · Algoritmik, logik og vidensbaserede systemer · Tjenester og net · Menneske/maskine-interaktion



**KAJ MADSEN**, institutdirektør  
km@imm.dtu.dk · Tlf. 45 25 33 70

**DTU Matematik** · Institut for Matematik

Geometri · Dynamiske systemer · Kodningsteori · Kryptologi · Topologioptimering · Anvendt funktionalanalyse · Computerstøttet undervisning · Forskningsformidling og didaktik · MATEMATICUM, det matematiske inspiratorium



**MARTIN P. BENDSØE**, institutdirektør  
m.p.bendsoe@mat.dtu.dk · Tlf. 45 25 30 45

**DTU Kemi** · Institut for Kemi

Bæredygtig og grøn kemi: Katalysatorer, miljøvenlig og ressource-effektiv kemi ud fra fornybare materialer · Kemi på grænsen til biologi: Lægemidler, molekylodynamik, computermodellering, metalloproteiner · Nano: Scanning-probe mikroskopi, elektrokemi og elektronik med enkeltmolekyler, molekylære film · Kemi i fremtidens energisamfund: Brændselsceller, vandeletrolyse, brintlagring, fornybare brændstoffer, røggasrensning · Analyse: Kvalitetssikring, retskemi



**OLE W. SØRENSEN**, institutdirektør  
ows@kemi.dtu.dk · Tlf. 45 25 24 06

**DTU Mekanik** · Institut for Mekanisk Teknologi

Statik og dynamik · Faststofmekanik og materialer · Fluidmekanik · Energikonvertering og energisystemer · Fremstillingsmetoder og -processer · Maskinelementer og konstruktion · Maritime konstruktioner og vandbygning



**HENRIK CARLSEN**, institutdirektør  
hc@mek.dtu.dk · Tlf. 45 25 41 71

**DTU Kemiteknik** · Institut for Kemiteknik

Kemisk og biokemisk processteknik · Matematisk modellering og modelanalyse · Separationsprocesser · Teknisk termodynamik · Reaktionsteknik · Enzymteknologi · Katalyse og Biokatalyse · Forbrænding og forebyggelse af forurening · Procesregulering og -simulering · Miljøbeskyttelse · Polymerer · Olie- og gasteknologi · Design af kemiske og bioteknologiske produkter



**KIM DAM-JOHANSEN**, institutdirektør  
kdj@kt.dtu.dk · Tlf. 45 25 28 45

**DTU Miljø** · Institut for Vand og Miljøteknologi

Vandressourcer · Jord- og grundvandsforurening · Miljøteknologi · Miljømikrobiologi · Fast affald · Spildevand · Vandforsyning · Geokemi · Afværgeteknologi · Økotoksikologi · Miljøkemi · Energi og mineralstoffer · Bæredygtighed · Bioenergi · Mikrobiel økologi



**MOGENS HENZE**, institutdirektør  
moh@er.dtu.dk · Tlf. 45 25 14 77

**DTU Nanotech** · Institut for Mikro- og Nanoteknologi

Mikro- og nanoteknologi · Bioteknologi · Procesteknologi · Teoretisk nanoteknologi · Mikroelektromekaniske systemer · Optiske sensorer · Biosensorer · Mikro- og nanostrukturering af polymerer · Miniaturiserede sensorer og aktuatorer · Biomedicinske mikrosystemer · Mikro- og nanofluidik



**MOGENS RYSHOLT POULSEN**, konstitueret institutdirektør  
mogens.poulsen@nanotech.dtu.dk · Tlf. 45 25 57 57

**DTU Veterinærinstituttet** · Veterinærinstituttet

Forskning og udvikling af diagnostiske tests og vacciner, forskning i sygdomsudvikling, mikrobiologi, immunologi, vaccinologi og epidemiologi · Huser internationalt forskningscenter for veterinær epidemiologi (International EpiLab) · Nationalt og EU/OIE referencelaboratorium for husdyrsygdomme · Koordinerer den nationale overvågning af veterinær medicinanvendelse (Vetstat) · Ansvarlig for det laboratoriemæssige veterinære beredskab



**KRISTIAN MØLLER**, institutdirektør  
krm@vet.dtu.dk · Tlf. 72 34 61 89

**DTU Space** · Institut for Rumforskning og -teknologi

Nationalt center for rumforskning, geodæsi og rumfartsteknologi med tilhørende myndighedsbetjening, især i forhold til Danmarks medlemskab af European Space Agency (ESA) · Astrofysik og planetfysik · Observation og overvågning af Jorden · Klima og kryosfære · Tyngde- og magnetfelter · Geodætiske referencemodeller · GPS/GALILEO · GIS · Satellitmissioner og måleinstrumenter (optisk, radar, røntgen og magnetisk)



**EIGIL FRIIS-CHRISTENSEN**, direktør  
efc@space.dtu.dk · Tlf. 35 32 57 07

**Risø DTU** · Nationallaboratoriet for Bæredygtig Energi

Forfølger nationale og internationale strategiske mål inden for bæredygtig energi · Klimateknologiske løsninger · Vindenergi · Brændselsceller og brint · Bioenergi og biomaterialer · Drivhusgasser og klimaeffekter · Solceller · Fusionsenergi · Analyse af energisystemer · FN-center for energi, miljø og bæredygtig udvikling · Indgår i Danmarks nukleare beredskab · Strålingsteknologi · Medicinske anvendelser af nukleare metoder



**HENRIK BINDSLEV**, direktør  
henrik.bindslev@risoe.dk · Tlf. 46 77 46 02

**DTU Transport** · Institut for Transport

Trafikplanlægning · Transportøkonomi og -politik · Modellering af trafik og trafikantadfærd · Trafiksikkerhed og trafikpsykologi · Beslutningsmodeller og vurderingsmetoder · Logistik og Transportoptimering · Intelligente transportsystemer og Trafikinformatik · Bæredygtig transport · Kollektiv trafik og jernbaner · Netværksdesign og fremkommelighed



**NIELS BUUS KRISTENSEN**, institutdirektør  
nbu@dtf.dk · Tlf. 45 25 65 00



# YATZY-JUBILÆUM

Som administrerende direktør og medejer af Emcon fungerer Niels Anker Jørgensen som rådgiver i store byggeprojekter. Måske var studietidens yatzy-spil i Diagonalen med til at udvikle det strategiske overblik

KARIN BECH >

En forårsdag i 2005 sad Niels Anker Jørgensen og snakkede med Lisbeth Dam Larsen, der også arbejder i firmaet i Ordrup, og det gik op for dem, at det var 25 år siden, de dimiterede som bygningsingeniører. Dermed var det også et kvart århundrede siden, at de sidst havde spillet yatzy med flokken fra Diagonalen, det store fællesrum i bygning 373 på DTU.

”Så det besluttede vi at gøre noget ved,” forklarer Niels Anker Jørgensen.

”Med hjælp fra Alumnenetværkets sekretariat lykkedes det os at få fat på omkring 15 af den flok, der altid sad og spillede i frikvartererne

– nogle gange var dysterne så intense, at det gik ud over vores fremmøde til undervisningen.”

”Til vores jubilæum i 2005 blev vi i alt 12. Der dukkede endda én op fra USA. Det var sjovt at se folk igen og spændende at opdage, at mange er beslutningstagere i byggebranchen i dag.”

#### Yatzy-system for ingeniørhjerne

”Vores jubilæumsspil fulgte selvfølgelig de samme regler som i studietiden, hvor vi altid spillede tre rækker på én gang. Den ene startede fra oven, den anden startede fra neden, og den tredje var fri. Vi spillede om penge ud

fra et system, hvor rækkerne giver forskellige point. I studietiden blev regnskabet kørt efter indviklede skemaer, hvor folk skyldte hinanden penge på kryds og tværs. Til jubilæet afregnede vi direkte, og jeg måtte desværre af med en lille sum. Men jeg fik revanche året efter, da vi mødtes anden gang. Og nu kan de andre få revanche den 1. oktober i år, når vi mødes for tredje gang.”

Den dag Niels Anker Jørgensen bliver interviewet til DYNAMO, er han lige kommet hjem fra en uge i Nuuk. Her er han bygherrerådgiver for Aage V. Jensens Fonde i forbindelse med

TIL GAVN OG GLÆDE FOR MERE END  
30.000 ALUMNER FRA DIA, DTH OG DTU

DTU's alumnenetværk hjalp Niels Anker Jørgensen og en kollega med at samle mange af de gamle studiekammerater til 25-års jubilæum i Diagonalens yatzy-klub. Niels Anker Jørgensen blev færdiguddannet i 1979, men jubilæet blev fejret i 2005, fordi mange af de andre først dimitterede i 1980.

udvidelsen af Grønlands Naturinstitut. Rådgiveropgaver af denne type er et af Emcons tre specialer, fortæller Niels Anker Jørgensen:

”Vi er ca. 20 konsulenter, der alle har et grundigt kendskab til den danske tilbudslov og tilbudsregler i EU. Størstedelen af vores opgaver består af aftaleforberedende arbejde, der danner grundlag for at indgå kontrakter om store bygge- og anlægsopgaver. Det gælder om at udarbejde overskueligt og struktureret udbudsmateriale, der er målrettet kundens risikoprofil, og som sikrer fleksibilitet og minimerer den efterfølgende risiko. Herunder kan vi bistå bygherrerne med at finde rådgivere, når de skal have bygget et nyt domicil eller lignende, men vi udfører aldrig selv projekteringsarbejde.”

#### Bygherrerådgiver

”Vi tilbyder desuden at fungere som bygherrerådgivere og styre byggeprocesserne fra starten, og helt til bygningerne står færdige. Disse opgaver er de mest omfattende, og de foregår altid i tæt dialog og samarbejde med bygherren,” siger Niels Anker Jørgensen.



”Det tredje af vores arbejdsområder er konflikthåndtering i tilfælde af tvister, og vi fungerer også som tekniske voldgiftsdommere samt gennemfører syn og skøn i forbindelse med retssager. Ud over dette kan vi også hjælpe med at udfærdige tekniske vurderinger af ejendomme, udarbejde

vejledninger, gennemføre undervisningsforløb m.m.”

#### Dobbelt- og trippeluddannelser

Selv om der står administrerende direktør og medejer på visitkortet, arbejder Niels Anker Jørgensen helt på lige fod med de øvrige konsulenter i det >>



daglige. "Alle fungerer ekstremt selvstændigt. Der er dog typisk to på hver opgave, en ansvarlig og en støtte."

"Man skal kunne sætte sig ind i kundernes behov og etablere et godt samarbejde. Der kan være tale om komplicerede forhandlinger og processer, der kræver en del psykologisk

sans og tæft for at navigere i politiske sammenhænge. Men det er spændende at være involveret på et højt plan i ledelsesprocessen hos de virksomheder, vi samarbejder med. Når det lykkes at holde kundens budget og tidsplan, så har vi jo bevist vores værd", smiler direktøren og tilføjer, at de

Diagonalen lå inde bag den karakteristiske glasfacade i bygning 373 med vandbassinet foran.

fleste af Emcons konsulenter har to eller tre uddannelser. De er enten ingeniører eller arkitekter, og desuden kan de f.eks. have en HD eller været uddannet som jurister eller organisationspsykologer.

#### Eneste RICS-virksomhed i Danmark

Selv har Niels Anker Jørgensen – ud over uddannelsen som akademiingeniør – en HD i organisation og ledelse, og desuden er han "Member of the Royal Institution of Chartered Surveyors".

"Det vil sige, at jeg har kvalificeret mig som medlem af den internationale organisation RICS inden for strategisk rådgivning og ledelse," fortæller han. "Som medlem forpligter man sig til at overholde en række etiske regler i byggebranchen. Medlemskabet er en betingelse for at tilbyde en række ydelser på internationalt plan. Fordi mere end 50 pct. af virksomhedens ejerkreds, nemlig fem ud af de otte medejere, har klaret de ret skrappe optagelseskrav, er hele Emcon nu som den eneste rådgivervirksomhed i Danmark blevet registreret MRICS-virksomhed."

At Niels Anker Jørgensen i dag sidder i direktørstolen hos Emcon, skyldes både tilfældigheder og viljen til at tage de muligheder, der byder sig.

I bund og grund ville jeg læse til landinspektør, for det lå i generen,"

TIL GAVN OG GLÆDE FOR MERE END  
30.000 ALUMNER FRA DIA, DTH OG DTU

smiler han. ”Men da jeg blev student fra Rødovre Gymnasium i 70’erne, var der ingen koordineret tilmelding, og jeg fandt for sent ud af, at landinspektørstudiet var flyttet til Ålborg. I stedet blev jeg i sidste øjeblik optaget på matematik på Københavns Universitet.”

”Studiet viste sig dog at være alt for ustruktureret for mig, så efter et år droppede jeg ud og ringede rundt til mine gamle klassekammerater for at høre, hvad de lavede. Når jeg valgte at læse til akademiingeniør, var det vist mest, fordi der var klasseundervisning, og det mindede jo en del om gymnasiet.”

### Brudlinjeteori

”Efter eksamen underviste jeg på DTU et halvt års tid og gennemførte sideløbende et forskningsprojekt om brudlinjeteori støttet af Dansk Betonindustri. Det gik kort sagt ud på at smadre betonrør,” forklarer Niels Anker Jørgensen.

Derefter blev han ansat i DSB som projektleder. Her arbejdede han bl.a. med elektrificeringsprojektet, og i forbindelse med at sporene på Østerport Station skulle sænkes, fik han et hold afgangsstuderende fra DTU til at undersøge, om nogle betonbjælker i en gammel tunnel kunne holde. Det kunne de heldigvis.

”Mens jeg arbejdede i DSB, tog jeg også et kursus i Dynamisk Belastning på DTU, og i dag fungerer jeg som censor på bygningsingeniørstudiet. Jeg har sidst været censor, da to afgangsstuderende lavede et projekt om overdækning af Vesterport Station.”

### Ingen frygt for byggekrise

Efter 10 år i DSB blev Niels Anker Jørgensen ansat som bygherrerådgiver, afdelingsleder og senere direktør i Bascon A/S. Og efter endnu 10 år fik lysten til at prøve kræfter som selvstændig ham til at skifte spor igen: ”Jeg havde tidligere arbejdet sammen med Emcon og kunne se potentialet. Virksomheden blev startet i 1967. Der var fem ansatte i år 2000, da jeg overtog en tredjedel. I dag er vi næsten 20 konsulenter, og både omsætningen og overskuddet er steget år for år.”

På spørgsmålet om det ikke vil ændre sig nu, hvor der er udsigt til mindre armbevægelser i branchen, svarer Niels Anker Jørgensen fortrøstningsfuldt: ”I dårlige tider er der endnu mere brug for en stram processtyring. Mulighederne for lette køb bliver sværere, og der er endnu større risiko for, at byggesagens parter bliver uenige. Så jeg er ret sikker på, at der bliver endnu mere brug for vore ydelser.” <

## KORT NYT

### Jubilæumstræf:

- 25 års jubilæum for årgang 1983. Den 14. november 2008.
- 50 års-jubilæum for årgang 1959. Den 29. januar 2009.
- 40 års jubilæum for årgang 1969. Den 14. maj 2009.
- 60+ års jubilæum for årgang 1949 og tidligere. Den 18. juni 2009.
- 25 års jubilæum for årgang 1984. Den 13. november 2009.

Jubilæumstræffene er rammen om gensyn med studiekammerater og DTU, foredrag om nyeste udviklingstendenser og forskningsresultater, som forhåbentligt inspirerer til frugtbar debat.

Arrangementerne planlægges sammen med repræsentanter fra årgangen. Andre med tilknytning til årgangen, men som er dimitteret før eller senere, er meget velkomne.

### Dimittendreceptioner

- For nye diplomingeniører. Den 18. september 2008.
- For nye civilingeniører. Den 9. oktober 2008.

Dimittendreceptionerne er for de nye dimitterende, deres familie og undervisere fra studiet.

### Gensynsdag

Den 21. august 2009 inviterer DTU til Gensynsdag. Sæt kryds i kalenderen, og glæd dig til en dag med faglig opdatering, netværk og gensyn med DTU, studiekammerater og undervisere.

YDERLIGERE OPLYSNINGER

[www.alumne.dtu.dk](http://www.alumne.dtu.dk)



