

DYNAMO

Danmarks Tekniske universitet > september 2007 > nr. 10



Tema: Fremtidens byggeri

Lavenergihus på Grønland
er spydspids for
bæredygtigt byggeri

LANGSIGTET SATSNING GAV ...



Rullende
vellyd

30

NY SKANNINGSTEKNIK



Lufthavne står
på spring

36

GRØNT LYS FOR ...



Glødepærens
afløser

42

INDHOLD >

LEDER

3 Grådige universiteter? Næppe

TEMA:

FREMTIDENS BYGGERI

4 Fremtid, form og funktionalitet

8 Fremtidens hus

12 Bispebjerg Bakke

16 Søges: Intuitiv ingeniør med sans for økonomi

20 Glas er det "nye" materiale

23 Fremtidens beton klar til lodrette støbninger

26 DR Byen bag facaden

FRA HISTORIEBØGERNE

28 Sir Ove Arup

MILJØVENLIG TRANSPORT

29 DME-bilen vandt

LYDANLÆG TIL BILEN

30 Rullende vellyd

TERRORSIKRING



36 Større sikkerhed - mindre bøvl

ENERGIFORBRUG

42 Diodelys indtager scenen

HJERNEFORSKNING

46 Når hjernen bliver ældre

ELEKTROIMPRÆGNERING

48 Strøm giver nyt liv til historisk træværk

DTU'S LEDELSE OG ORGANISATION

50 DTU's ledelse og organisation

52 Institutter

DET SKER PÅ DTU

55 Kalender

DTU ALUMNI

56 Mentor•Ing gav et skub

58 DTU Alumner strømmer til netværk

59 Sociale netværk

59 Kort nyt

4



12



20



30



42





GRÅDIGE UNIVERSITETER? NÆPPE

"Industrien er træt af grådige universiteter". Sådan citerede dagspressen en dansk talsmand fra en stor international virksomhed. Det er jo noget af et udsagn fra en person i et erhvervsliv, hvor indtjening og bundlinje – ja, profitmaksimering – ikke er noget, man normalt er flov over. Da synspunktet imidlertid syntes at blive støttet af en højt respekteret forskningsdirektør fra en større enzymvirksomhed, gav det da anledning til en vis selvrefleksion, selvom DTU godt nok ikke blev nævnt i sammenhængen.

Måske et par facts kan tjene til at belyse sagen:

- Alene i første halvår af 2007 har DTU indgået mere end 300 større og mindre aftaler med private virksomheder, så alt tegner til, at 2007 bliver rekordår, hvad 2006 også var – og 2005 og 2004 ... Sværere er det altså heller ikke at blive enige.
- DTU's indtægter fra erhvervssamarbejdet kan ikke dække de omkostninger, vi har ved teknologioverførslen inkl. patentomkostninger mv. Det er altså en underskudsforretning for DTU som for langt de fleste universiteter i verden. Når vi alligevel er meget aktive på denne front – hvad der har undret nogle af vores erhvervssamarbejdspartnere ("hvorfør gør I det så?") – skyldes det, at vi mener, det er en meget vigtig samfundsopgave, vi som teknisk universitet må og skal løfte.

Man kunne spørge, hvorfor vi så ikke blot forærer vor teknologi væk. For det første dækker de indtægter, vi trods alt opnår, jo en del omkostninger, som ellers ville gå fra forskningen. For det andet er DTU begrænset af konkurrencelovgivningen, der ikke åbner mulighed for statsstøtte til enkeltvirksomheder gennem teknologioverførsel. Det skal ske på lige markedsvilkår. DTU må således heller ikke yde konsulentbistand til priser, der ikke fuldt dækker alle omkostninger, da det ville påføre private konsulentvirksomheder urimelige konkurrencevilkår.

Så grådige er vi ikke, men vi ønsker heller ikke at være alt for naive, og gældende lovgivning skal og vil vi naturligvis overholde. Heri er dansk og europæisk erhvervsliv (med få men interessante undtagelser) helt enige, og samarbejdet er i næsten alle tilfælde effektivt, tillidsfuldt og smertefrit – men det giver ingen overskrifter.

Lars Pallesen
Rektor



Serpentine Pavilion, London, 2002. Cecil Balmond (ARUP) og arkitekt Toyo Ito.

Kinas TV's hovedkvarter, Beijing 2003-2008. Et tårn forudsætter fuld uafhængighed. Det vokser op som et træ, med en fortykkelse ved fundamentet og en central kerne, der fungerer som ryggrad, modstår tårnet vind og tyngdekraft. Når to tårne, der hælder mod hinanden, mødes, fordeles belastningen på dem begge, idet elementerne støtter hinanden. Når der er et mellemrum mellem hældningerne - som her ved Kinas TV's hovedkvarter - forbindes strukturerne gennem et horisontalt led. Resultatet er, at den strukturelle aktivitet flytter sig til ydersiden. Skallen tager over, og bygningen reagerer på belastning på samme måde som et rør. Belastningen bevæger sig hen over overfladen. Dette kan udtrykkes gennem et rombeformet mønster på bygningens yderside i et net, der varierer i takt med belastningen.



FOTO: © ARUP/OMA/OLE SCHEER & REM KOOLHAAS

FREMTID, FORM OG FUNKTIONALITET

Stjerneingeniøren Cecil Balmond skaber ny æstetik i arkitekturen

TINE KORTENBACH >

”Dette er fremtidens byggeri.”

Cecil Balmond slår konstaterende ud med begge arme og peger rundt i lokalet.

Vi befinder os på Louisiana i anledning af åbningen af udstillingen om ham. Mange er enige med ham, og det er ikke tilfældigt, at Louisiana har valgt at præsentere Cecil Balmonds tanker, inspirationskilder og arbejdsmetoder i den første udstilling af en række på fire om arkitektens grænser.

Stjerneingeniøren fra det danskstiftede firma Arup har kultagtig status – en uundværlig partner for nogle af verdens mest udfordrende og nyskabende arkitekter som Toyo Ito, Rem Koolhaas, Alvaro Siza og Daniel Libeskind, der har ham med i designprocessen helt fra starten.

Det gyldne snit

Rette linjer. Rette vinkler. Et sæt af ideelle proportioner baseret på det gyldne snit. Denne logik har frem-

bragt yndefulde bygninger overalt i verden og i mange århundreder. Vi er alle enige om, at grækerne har bygget nogle af de skønneste bygninger i verden.

I dag har den teknologiske udvikling givet arkitekter et enormt spillerum via de mange nye materialer, teknologier og computerbaserede værktøjer. Resultatet er en flodbølge af mere eller mindre spøjse kontorbygninger, kunstgallerier, operahuse og selv beboelsejendomme. >>

”Proportioner er frosne øjeblikke.”

”Tal giver form.”

”Læren om mønstre er matematikkens poetik.”

”Ingeniører kan gå ind i arkitektur, men arkitekter kan ikke blive ingeniører,” siger Cecil Balmond, her fotograferet på åbningsaftenen foran en af installationerne på Louisiana-udstillingen.

Han er inspireret af naturen men mener, at vi aldrig kan efterligne den. Hvert molekyle er opbygget af atomer, og de ændrer sig kontinuert. Levende organismer, f.eks. et blad, tilpasser sig hele tiden omgivelserne.

”Så vi må opfinde et nyt koncept, som f.eks. kan illustreres med disse firkantede figurer, der står oven på hinanden. Det er konstruktionens helhed, der tæller, men den bliver defineret af tomheden – af det rummelige, som vi kan gå ind i,” fortsætter han, idet han peger på åbningerne i mønsteret.

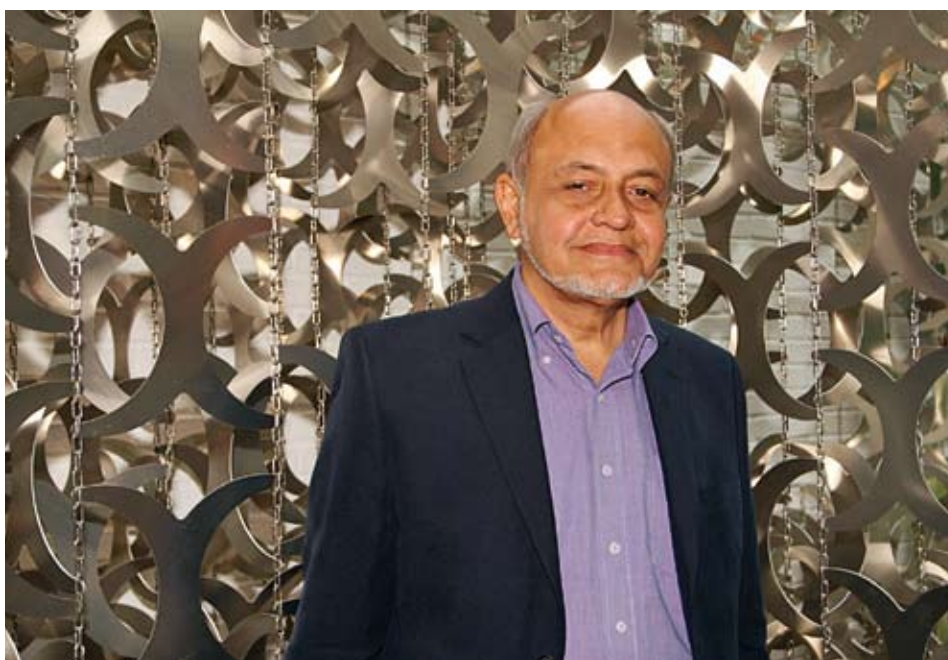


FOTO: LOUISIANA

Bygninger, der mere passende hører hjemme i vittighedstegninger end i virkelige byers virkelige gader. Der er en essentiel forskel mellem denne form for leg og en sand forståelse af, hvad de nyligt udforskede teknologier kan gøre for arkitekturen.

”Arkitekturen har mistet sine rødder,” fortæller Cecil Balmond til DYNAMO og fortsætter: ”Arkitekterne har glemt tallene og deres betydning – det er nemlig tallene, der giver formen.”

”Og husk altid funktionaliteten – den definerer formen,” understreger han.

Som eksempel nævner han et hospitalsprojekt, han for tiden er involveret i. Traditionelt bygger man en hospitalsafdeling som en lang gang

med en række tilstødende værelser, og det er forkert, mener han. ”Jeg tager i stedet udgangspunkt i relationen mellem sygeplejersken og det antal patienter, hun tager sig af, og det designer jeg hospitalet ud fra.”

Leonardo da Vinci

Balmonds inspirationskilder er mange – musik, matematik, kvantefysik, fraktaler og algoritmer. Han lægger vægt på sammenhængen mellem natur og æstetik; han er optaget af matematikkens tvangfri orden, naturens rytmer, uendelige og selvgenererende mønstre.

På en måde går han i Leonardo da Vincis fodspor, og med sin utraditionelle tilgang til ingeniørfaget afspejler

han renæssancens billede af det skabende menneske, der forener discipliner som kunst, videnskab og filosofi.

”Ingeniører kan gå ind i arkitektur, men arkitekter kan ikke blive ingeniører,” siger Cecil Balmond. Han blev født 1943 på Sri Lanka, uddannet som civilingeniør på University of Southampton og senere tilknyttet Arup i London. Her har han opnået den fornemme position som Fellow, en usædvanlig titel i europæiske firmaer.

Mens Balmond for 15-20 år siden typisk spillede rollen som den geniale regnedreng, der helt konkret sikrede bæredygtigheden i de byggerier, han blev involveret i, er hans væsentligste ambition i dag at lede de vigtigste,

”Arkitektur er ikke tid-løs, den er fyldt med tid.”

”Kaotiske systemer skaber stabilitet.”

sjoveste og mest betydningsfulde ekspeditioner ind i formtilblivelsens grænseland. Han leder firmaets spyspidsafdeling AGU, hvilket står for Advanced Geometry Unit.

Han ser AGU som en oplagt mulighed for at udforme en ny æstetik. Arkitektur er enten afledt af tidligere modeller, eller den tilstræber sensation gennem overdrivelse; sædvanligvis vil den på triviel vis efterligne computertegnede flader. Han ønsker i stedet at bygge helt fra bunden, med egne opskrifter på form baseret på en indre dynamik. <

Udstillingen om Cecil Balmond: Den skjulte orden. Louisiana, til den 21. oktober 2007.

Cecil Balmond holder en forelæsning på DTU den 16. november som led i markeringen af 150-års-jubilæet for uddannelsen som civilingeniør inden for bygningsområdet. Se kalenderen på side 55 for nærmere omtale af arrangementet.

Stifteren af det verdenskendte ingeniørfirma Arup er uddannet civilingeniør på DTU. Se omtalen af Ove Arup på side 28.

INSPIRERENDE FRAKTALER

DTU har bidraget til udstillingen på Louisiana med materiale, som viser Cecil Balmonds tankegang. Lektor Andreas Bærentzen fra instituttet Informatik og Matematisk Modelering (IMM) har hjulpet med at illustrere nogle af de fraktaler, som har inspireret Cecil Balmond.

Illustration 1: Sierpinski-trekanten er en af de mest kendte fraktaler. Den fremstilles ved at fjerne en trekant i en trekants centrum og rekursivt fjerne yderligere trekanter.

Illustration 2: Koch's snowflake laves med et ganske simpelt system, hvor man tager en del af geometrien og erstatter den med en nedskaleret version af sig selv.

Illustration 3: Den pentagonale fraktal. Her erstatter man ikke noget, men sætter ekstra og mindre femkanter på de foregående femkanter. Bemærk, at nogle af de nye femkanter vil overlape de lidt større femkanter og derfor skal udelades for at få den viste figur.

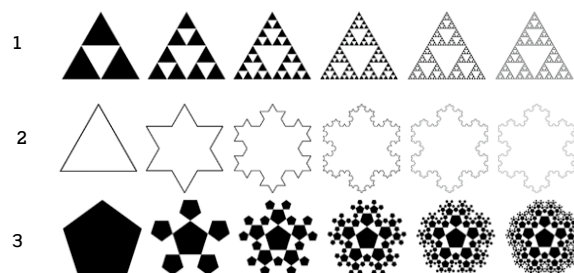




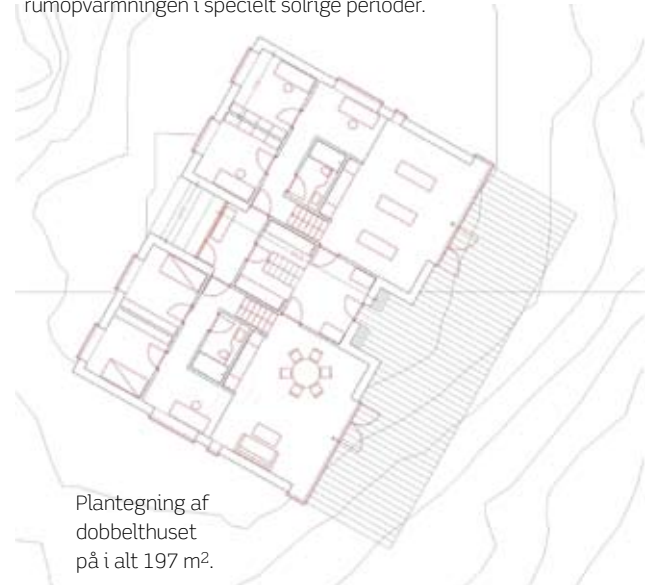
FOTO: POUL LINNERT CHRISTIANSEN



FOTO: JØRN A. THOMSEN

Byggeri i arktiske egne giver udfordringer allerede fra starten. På grund af den partielle permafrost i området bliver de fleste bygninger i Sisimiut placeret på klipper. Hvis de blev placeret helt eller delvist på jorden mellem klippekoldene, ville der være stor risiko for, at de ville sætte sig, da jorden arbejder i takt med, at vandet i den tør op eller fryser til is.

Solvarmeanlægget er dimensioneret, så det kan dække hele behovet for varmt vand i sommerperioden og en del af rumopvarmningen i specielt solrige perioder.



Plantegning af dobbelthuset på i alt 197 m².

FREMTIDENS HUS

Lavenergihus i Grønland er spydspids for bæredygtigt byggeri

TINE KORTENBACH >

I Sisimiut ligger et helt specielt hus. Det er enestående, fordi det udelukkende er opført for at teste og demonstrere ny lavenergiteknologi under ekstreme klimaforhold og dermed vise vejen for en generel udvikling af bæredygtigt byggeri i Grønland og andre dele af verden.

Sisimiut ligger 50 km nord for polarcirklen. Klimaet er barskt med vintertemperaturer ned til $+35^{\circ}\text{C}$, områder med permafrost, vinde af orkanstyrke og kun meget få soltimer om vinteren. Alligevel bor der 5.400 indbyggere i Sisimiut, Grønlands næststørste by.

Derfor var det ekstreme udfordringer, som Center for Arktisk Teknologi og BYG·DTU stod overfor, da forskere herfra kastede sig ud i det ambitiøse projekt, som på sigt skal give grundlag for nødvendig renovering af den eksisterende boligmasse i Grønland samt for det fremtidige byggeri og effektiv energiudnyttelse.

Trods alle de praktiske problemer, der altid opstår ved byggeri i arktiske egne, kunne beboerne flytte ind i februar 2005, og huset var klar til den officielle indvielse et par måneder senere.

"Formålet med vores forskning er at påvise muligheder og teknologier, som kan drive udviklingen – worldwide – i den rigtige retning," fortæller lektor Carsten Rode. Han er en af de forskere på BYG·DTU, der har

arbejdet med det utraditionelle byggeri.

Der er tale om et dobbelthus på 197 m² bestående af to ens lejligheder adskilt af en fælles midtersektion med vindfang og teknikrum/bryggers. Hver bolig består af et køkken/alrum med opholdsstue, to værelser og bad. I den ene bor en grønlandsk familie, og den anden bruges til udstilling.

Byggeriet er finansieret af Villum Kann Rasmussen Fonden, og Sisimiut Kommune har finansieret byggemodningen af grunden. Byggeriet er udført med anvendelse af lokal arbejdskraft, og huset bruges løbende i undervisningen af ingeniørstuderende og elever på Bygge- og Anlægsskolen i Sisimiut.

Huset repræsenterer en samling af de seneste års erfaring med ressourceoptimering af boligbyggeri. Heri indgår reduktion af overflader, udnyttelse af varmegenvinding på ventilation, der sikrer det bedst mulige indeklima, maksimal udnyttelse af aktiv og passiv solenergi samt ekstra fokus på isolering.

Isolering

Lavenergihuset er godt foret med isolering overalt. I vægge er der brugt 300 mm. Det er dobbelt så meget som den traditionelle grønlandske standard på byggetidspunktet. Lofter og gulve er isoleret med 350 mm, hvilket også er væsentlig mere end

den daværende standard på 200 mm. Efter at huset var lavet, blev det grønlandske bygningsreglement ændret, så kravene nu svarer til henholdsvis 200 og 250 mm.

Isoleringsmateriale er i øvrigt ikke noget, man rutter med i Grønland. Det er nemlig meget dyrt, da det koster mange penge at fragte derop.

I modsætning til traditionelt byggeri er der anvendt en flerlagskonstruktion med 250 mm isolering i den ydre del af væggen og 50 mm i den indre del. Forskudte stolper i ydervæggen er med til at sikre, at der ikke opstår kuldebroer.

Tør luft

Luften er meget tør i Grønland, da den er relativ kold og derfor ikke kan indeholde megen vanddamp. Til gengæld er luftfugtigheden som regel høj inde i husene, og fugt er ikke et ukendt problem i grønlandske boliger.

Det er et særdeles interessant spørgsmål, hvor fugten kondenseres. Og det hænger naturligvis sammen med placeringen af dampspærren.

"Tommelfingerreglen er, at hvis man placerer dampspærren op til 1/3 inde i konstruktionen, vil man ikke få problemer med kondens på den forkerte side af dampspærren, og samtidig vil man kunne placere elkabler og lignende uden at skulle gennembyrde dampspærren," fortæller >>



FOTO: PETER CLAUSEN

Jørn A. Thomsen fra Rambøll Grønland, som var totalrådgiver på færdiggørelsen af hovedprojektet.

”Fordelen er også, at der er mindre risiko for at perforere dampspærren, når man skal slå et søm i væggen for at hænge fotografiet af onkel Benjamin og fætter Sakæus op i stuen. Derfor er dampspærren sat lidt længere ude i konstruktionen, ved de bærende stolper.”

Foruden gipsplader er huset udstyret med en vindtæt dug lige under den ydre træbeklædning af redwood. Da det er dyrt at transportere gipsplader til Grønland, ville det nemlig være smart, hvis man kunne erstatte gipspladerne med de mere handy ruller af vindtæt dug.

Nyudviklet teknologi

Flere af de valgte løsninger har krævet udvikling af nye teknologier, som aldrig er prøvet i Grønland. Det gælder f.eks. ventilationen med varmegenvinding, hvor det var nødvendigt at designe et specielt varmegenvindingsaggregat, der kontinuerligt kan afrime den is, der uundgåeligt vil dannes, når den fugtige indeluft

køles ned i varmeveksleren for at opvarme den kolde udeluft. Dette skete i samarbejde med firmaet Exhausto, og resultatet blev to modstrøms pladevekslere i serie.

At huset udelukkende er opvarmet af gulvvarme er også usædvanligt.

”Af hensyn til faren for frostsprængning var det ifølge det gældende grønlandske bygningsreglement ikke tilladt at have skjulte, vandførende rør,” fortæller Jørn A. Thomsen, der tilføjer:

”Vi fik en dispensation af bygningsmyndigheden, og nu er reglerne lavet om, så det er blevet tilladt på bestemte vilkår.”

Lavenergihuset er forsynet med et Velux solvarmeanlæg til opvarmning af brugsvand, suppleret af et oliefyr som backup i solfattige perioder. Anlægget er tilsluttet en radiator, der står i entreen, så eventuel overskudsvarme kan anvendes fornuftigt her. Solvarmeanlægget er dimensioneret, så det kan dække hele behovet for varmt vand i sommerperioden og en del af rumopvarmningen i specielt solrige perioder. Arealet af solfangerne er 8,1 m². De er orienteret mod

sydøst og hælder 72 grader i forhold til vandret. Anlægget kan producere omkring 1.600 kWh om året.

Forskerne har allerede høstet en del erfaringer om, hvordan denne type byggeri fungerer i praksis. I de første fem år vil der blive foretaget omfattende målinger af husets energiforbrug og de nye teknologiers ydeevne. F.eks. er der installeret adskillige fugtmålere rundt omkring i konstruktionen, og de viser, at huset er dejlig tørt.

Strømafbrydelser

Energiforbruget har dog været højere end forventet. I løbet af det første år har huset anvendt noget mere fyringsolie til opvarmning, end analyserne forud for opførelsen havde forudsagt. Årsagerne til dette er søgt afklaret, og en mulig forklaring kan findes i ventilationssystemet, som står oppe på det uisolerede loft, hvor det isede til i løbet af vinteren på grund af driftsstop i forbindelse med strømafbrydelser. Det og en række andre startvanskeligheder illustrerer på bedste vis, hvor svært det er at arbejde under ekstreme klimaforhold.

MÅLET

Definitionen på et lavenergihus er, at det bruger halvt så meget energi som foreskrevet i bygningsreglementet. Målet var derfor at bygge et hus, der årligt maksimalt bruger 80 kWh/m² til opvarmning.



Løsningen blev at bygge en isoleret kasse rundt om ventilationsaggregatet og placere en lille elradiator i den, så temperaturen ikke falder under fem grader.

Den menneskelige faktor

En anden del af forklaringen er den "menneskelige faktor", som Carsten Rode fra BYG·DTU udtrykker det. I de teoretiske beregninger havde forskerne forudsat, at indetemperaturen ville være 21°C i gennemsnit, men i virkelighedens verden blev den 23.

Jørn A. Thomsen supplerer: "Traditionelt styrer man ofte varmen i Grønland ved at åbne vinduer. De fleste boligblokke har fælles varmeafregning, så alle betaler en andel i forhold til boligens størrelse – det samme med vandet – så der er intet incitament til at spare på noget som helst."

"Til syvende og sidst tænker mange mennesker jo med pengepungen," fortsætter han.

"Det er paradoksalt, at der i øjeblikket slet ikke er økonomisk incitament til at spare på varmen i Grønland, da olien ikke afgiftsbelægges så hårdt som i Danmark. Til gengæld

er elprisen relativ høj, og ventilationsanlægget med varmegenvinding bruger strøm."

Fyringsolien koster omkring 3,80 kr. literen, og i Sisimiut skal almindelige forbrugere betale omkring 1,84 kr. for en kWh.

En række data om huset offentliggøres løbende, og interessen for byggeriet er stor.

"Jeg kan mærke, at lavenergihuset har været med til at ændre lokalbefolkningens holdning til at spare på resurserne," fortæller Jørn A. Thomsen fra Rambøll Grønland.

"Der har været en del skoleklasser på besøg, og huset har påvirket den måde, folk her i Grønland tænker på. Tidligere skænkede man ikke den slags mange tanker, men nu er det begyndt at interessere befolkningen. Man er begyndt at snakke om miljø."

Borgmesteren i Sisimiut, Hermann Berthelsen, er opmærksom på problematikken.

Han er glad for forsøgsbyggeriet, som han forventer vil være med til at give et bedre miljø og billigere boligformer for borgerne.

"I Arktis har vi som følge af de

klimatiske forhold et stort energiforbrug i vore huse. Det betyder omkostninger, såvel miljømæssigt som økonomisk. Sisimiut Kommune forventer, at lavenergihuset kan være med til, at Sisimiut, Grønland og hele Arktis får nedsat olieforbruget til opvarmning, den energikrævende skibstransport af olie til byen samt udledningen af røg fra oliefyr.

YDERLIGERE OPLYSNINGER:

Lektor Carsten Rode, car@byg.dtu.dk

ARTEK

Center for Arktisk Teknologi, i daglig tale kaldet Artek, er en tværfaglig projektorganisation med fokus på forskning, uddannelse og innovation inden for arktiske emner. Centerets økonomiske grundlag er bevillinger fra Grønlands Hjemmestyre, projektbevillinger og indtægter fra DTU.

Centeret drives i et samarbejde mellem Bygge- og Anlægsskolen i Sisimiut og DTU i Lyngby. Det ledes af professor Arne Villumsen, av@byg.dtu.dk.

Et byggeri som Bispebjerg Bakke er atypisk i mere end én forstand. Den delvist håndværksbaserede fremgangsmåde er hverken den nemmeste, hurtigste eller billigste måde at bygge på. Men filosofien er, at det på lang sigt vil vise sig langt mere rentabelt.



BISPEBJERG BAKKE

Æstetikken omkring vore boliger er lige så vigtig som vores mad og drikke, mener Bjørn Nørgaard, skulptøren bag det eksperimenterende boligbyggeri

TINE KORTENBACH >

Bjørn Nørgaard blev landskendt i slutningen af 60'erne gennem en række happenings, såkaldt skandalekunst som "Hesteofringen". Siden har han skabt brolægningen omkring Storkespringvandet på Amagertorv, og han er kunstneren bag "Dronningens Gobeliner" til Riddersalen på Christiansborg.

Mange af hans finurlige skikkelser og sprælske farver står modelleret som skulpturer i granit, keramik, stål eller jern rundt om på landets bytorve eller på Louisiana og Statens Museum for Kunst.

Et af den 60-årige multikunstners seneste projekter er 135 lejeboliger på Bispebjerg Bakke i Københavns nordvestlige del.

Dette store byggeprojekt gav Bjørn Nørgaard muligheden for at realisere en drøm fra tresserne: "Det skønne, kunsten, skal ud og være en del af dagligdagen, ikke kun være gemt hen på museer."

Han lagde ud med at forme byggeriet i en model af ler.

"Man skal ikke bygge, hvad man ikke kan modellere," slår han fast. "Den industrielle byggeindustri laver huse, der er en samling af løse delelementer, og det meste arkitektur i dag er reduceret til at pynte lidt på færdige elementer. Arkitekter får lov til at hænge lidt pynt på de huse, som ingeniører har lavet. Det er for fattigt."

"Jeg mener, at byggeri skal tænkes som én stor skulpturel form, så det opleves som en helhed," tilføjer Bjørn Nørgaard, der også har været

professor ved Det Kgl. Danske Kunstakademi.

Husene på Bispebjerg Bakke bølg sig ned gennem det skrånende landskab. Byggeriet skal have et levende udtryk, hvilket er baggrunden for, at taget skiftevis hælder til den ene og den anden side.

"Det kan godt minde om en DNA-streng."

Faktisk var der en del problemer med taget, husker han. Byggeriet skulle jo digitaliseres, og da ingeniørerne skulle i gang med at kon- >>

"Det skønne, kunsten, skal ud og være en del af dagligdagen."

Bjørn Nørgaard, skulptør



FOTOS: JACOB BERKELHANSSEN/REALEA



struere bygningerne i deres CAD/CAM, viste det sig, at der skulle en 3D-version af programmet til.

Da taget først var lavet i computeren, kunne man se, at det blev lettere, hvilket medførte at sammenskrivningen mellem de bærende betonvægge og tagkonstruktionen kunne laves mere elegant end først antaget.

"Det er fint at bruge computere, men på den anden side mener jeg, at vi skal passe på, at vi ikke bliver lukket inde i den digitale verden."

"Vi lever i en verden, hvor vi får tudet ørerne fulde med, at alle skal sidde og tampe i en computer dagen lang og lave det samme."

"Viden opstår først, når folk gør noget andet end det, vi forventer. Vores samfund bør have overskud til at lade mennesker gøre noget, som af og til er helt ude i hampen, ellers får vi aldrig noget gennembrud og ingen udvikling af ny teknologi."

"Man kan jo ikke beskrive hjulet, før det er opfundet, vel?"

Industrien kan lære

Bjørn Nørgaard har en tro på, at de traditionelle håndværk og materialer har kvaliteter, som industrien kan lære af. Udgangspunktet for Bispebjerg Bakke var derfor, at den erfaringsmæssige viden om byggeri

skulle afprøves i en moderne sammenhæng.

Bjørn Nørgaard erkender, at resultatet blev en hybrid, hvor der dog er lagt mere vægt på traditionelle håndværk og materialer end sædvanligt.

Projektet er gennemført i partnership med entreprenørvirksomheden NCC, ingeniører fra Grontmij Carl Bro og arkitekter fra Boldsen & Holm. Håndværkerforeningen i København var bygherre sammen med Fonden Realdanias datterselskab Realea.

"Erfaringsbaseret byggeri og traditionelle håndværk har en funktionalitet indbygget i sig. Når et hus skal mures op i hænderne, kommer det til



SOM MAD OG DRIKKE

”Det er forfærdelig synd, at moderne boligkomplekser ligner skotøjsæsker med huller i, for vi bliver både mentalt og fysisk påvirket af de materialer og former, vi omgiver os med. Det æstetiske er lige så vigtigt for os som mad og drikke. Med al vores velfærd kunne vi sagtens prioritere det højt.”

Og det er ikke bare en gang romantik, understreger Bjørn Nørgaard. At formgive et hus er at påvirke de

mennesker, der bor i det. Og vi påvirkes også af, hvordan det er bygget. Desuden betyder det noget for menneskers opfattelse af samfundet.

”Et af vores største problemer er folkeskolernes dårlige tilstand,” fortsætter han.

”Da jeg var barn, blev skolen altid ordnet i sommerferien, og alle skrammer var repareret, når vi kom tilbage. Vi fik den opfattelse, at samfundet satte pris på os.”

at ligge i processen, at den skal være så enkel som muligt.”

På Bispebjerg Bakke startede man f.eks. med 30 forskellige mursten og endte med 3 af dem.

De gamle teknikker har også noget umiddelbarhed over sig og en naturlighed i materialer, som Bjørn Nørgaard savner i meget moderne byggeri.

”Hver eneste dag bliver vi i dagspressen bombarderet med det ene digitaliserede helvede efter det andet. Fascinerende, flotte computersimulerede tegninger af højhuse, som altid er præsenteret om natten med lys i.”

”Tegningerne bilder folk ind, at de viser et sandt billede, men det gør de ikke,” fastslår han.

”Tegningerne har ingen materialitet, og huse er i dén grad materialitet: der skal graves et stort hul og flyttes adskillige ton jord. Derefter skal der støbes en sokkel osv.”

For Bjørn Nørgaard er der ingen vej udenom. Både ingeniører og arkitekter skal ud og have erfaring på byggepladserne.

Heller ikke tidens valg af materialer falder i Bjørn Nørgaards smag. I modsætning til traditionelle materialer som mursten og kobber, der bliver

smukkere med årene, bliver moderne huse hurtigt grimme at se på, og holdbarheden er ikke altid for god.

Som eksempel nævner han Vejleåparken i Ishøj, som han er kunstnerisk vejleder for. Den skal nu renoveres for tredje gang – denne gang kommer det til at koste ca. 1,5 mia. kr.

Bjørn Nørgaard mener, at ingeniører bør sætte mere fokus på byggeriets levetid og muligheden for at reparere.

I Bjørn Nørgaards vision for fremtidens byggeri er de traditionelle materialer kombineret med de moderne teknologier.

”Det kunne være meget interessant, hvis vi kunne kombinere de gamle materialers kvalitet med den nyeste viden inden for eksempelvis energiforskning. Vi kunne nå langt, hvis vi tog det bedste fra de to verdener.”

Kunstnere og ingeniører ville også kunne inspirere hinanden.

”Som billedkunstner er jeg dybt fascineret af ingeniørernes arbejde, og det bliver rigtigt interessant, når æstetik og funktionalitet viser sig at falde sammen.” <



SØGES: INTUITIV INGENIØR MED SANS FOR ØKONOMI

Et af de vigtigste krav til fremtidens ingeniør i byggebranchen bliver evnen til at gå ind i projekterne under den tidlige, flyvske fase

MORTEN ANDERSEN >

Ingeniøren skal ind i projekterne tidligt. Når projekterne bliver tænkt rigtigt fra starten med hensyn til konstruktion og valg af materialer, slipper man for senere at indgå kompromiser, der både går ud over det arkitektoniske udtryk, økonomien og den miljømæssige bæredygtighed.

Det bliver standard i byggeriet om ti år, vurderer fire markante civilingeniører fra hver sin gren af branchen. Den ny arbejdsform kræver ingeniører, der både har faglig og økonomisk indsigt og er i stand til at give arkitekter og bygherrer modspil.

"Konceptuelt design, hvor arkitekter, ingeniører og bygherre sammen udvikler ideerne fra starten, vil blive mere udbredt. Her nytter det ikke, at ingeniøren hele tiden siger, 'det må jeg hjem at regne på.' Man skal kunne byde ind her og nu for at være med," siger Anne Bagger. Efter selv at have praktiseret konceptuelt design hos Rambøll forsker hun nu i området som ph.d.-studerende ved BYG-DTU.

"It har store fordele, men desværre går det ud over noget af den fagligt baserede intuition for statik, som de mere gammeldags ingeniører havde. Ingeniører, der har den form for intuition – og som selvfølgelig også

skal kunne regne tingene igennem efterfølgende – vil stå i høj kurs," fortsætter Anne Bagger.

Økonomi giver indflydelse

Den tidlige medvirken øger samtidig kravene om, at ingeniører skal have forståelse for økonomi, mener adm. direktør Ebbe Malte Iversen, entreprenørfirmaet Per Aarsleff:

"Der skal i stigende omfang laves projektvurderinger, bruges evalueringsmodeller, laves miljøvurderinger og udføres totalanalyser af eksisterende og nye potentielle anlæg."

"Det er med økonomien som målestok, at optimeringer giver mening, og det er de økonomiske effekter af en given handling, som er basis for enhver prioritering. Bygningsingeniører vil derfor opnå bedre resultater ved at gøre sig kvalificerede til at arbejde sammen med økonomer. Og de vil bringe sig nærmere det sted, hvor beslutningerne tages," tilføjer Ebbe Malte Iversen.

By- og miljødirektør Philip Hartmann, Gladsaxe Kommune, er helt enig i, at ingeniører skal tidligere ind i projekterne: "Som bygherre har jeg ikke brug for folk, der bare klapper i hænderne. Ingeniøren skal kunne gå

i dialog. I stedet for straks at begynde at regne på opgaven, skal ingeniøren kunne udfordre rammen: er det egentlig det rigtige, som bygherren ønsker sig?"

At turde lege med

Philip Hartmann tror samtidig på nye modeller for den måde, byggeprojekter organiseres på:

"Jeg er overbevist om, at partnering, hvor bygherre, entreprenør, rådgivende ingeniør og arkitekt sætter sig på samme side af bordet, er vejen frem. Det giver både bedre og billigere byggeri i forhold til den traditionelle model, hvor bygherren udbyder et færdigt projekt, og entreprenøren byder på det vel vidende, at meget senere skal laves om. Det er sundt, at både bygherre og entreprenør har chancen for at tjene på et velsmurt projekt – og er fælles om aben, hvis tingene går galt."

"Endnu mangler vi klare succes-eksempler på Offentlige-Private Partnerskaber (OPP), hvor man tager partnering skridtet videre og også inkluderer drift og vedligeholdelse. Der er selvfølgelig nogle udfordringer i forhold til, at der stadig skal være konkurrence. Men man må forstå,

Mikkel Kragh,
Associate i Arup. Mikkel Kragh arbejder i London, hvor han har været rådgiver på facaden af Shard London Bridge og en række andre markante nybyggerier. Tidligere international rådgiver hos italienske Permasteelisa, der er blandt verdens førende leverandører af facader.



Philip Hartmann,
by- og miljødirektør i Gladsaxe Kommune.

I sin tidligere stilling i Brøndby Kommune har Philip Hartmann deltaget i udvikling af partnerning, hvor offentlige myndigheder og private virksomheder deler ansvaret for nybyggeri.



Ebbe Malte Iversen,
adm. direktør for Per Aarsleff A/S. Virksomheden beskæftiger sig med bygning af infrastruktur som veje, havne, jernbaner, broer, tunneller, vand, spildevand, kommunikationsledninger mv.



Anne Bagger,
forsker på DTU's Institut for Byggeri og Anlæg. Som ansat i Rambøll rådgivende ingeniører har Anne Bagger stået for designforslaget til facaden på Icelandic National Concert & Conference Centre, der opføres i Reykjavik, i samarbejde med kunstneren Olafur Eliasson og Henning Larsens Tegnestue A/S.



I anledning af 150-året for starten på Danmarks første uddannelse til civilingeniør i byggeri og anlæg har DYNAMO udfordret fire markante civilingeniører fra hver sin gren af byggebranchen til at give deres bud på, hvor branchen går hen

at partnering i høj grad handler om tillid. Derfor er det ikke altid økonomien, der er afgørende,” understreger Philip Hartmann.

Ifølge Anne Bagger, BYG-DTU, vil den nye rolle udfordre ingeniørens indstilling til sit arbejde:

”Ingeniører skal turde lege med, når projektet endnu er på et flyvsk stadie. Traditionelt vil arkitekterne helst ikke have os med i ide-fasen, fordi vi så tit har været dem, der bremser den kreative tankerække ved fra starten at være lavpraktisk og

sige ‘det kan man ikke’. Men det har store fordele, at ingeniøren kommer med tidligt. Det er godt at få fysikken indarbejdet i æstetikken i stedet for, at den først kommer med senere, og man skal til at gå på kompromis.”

Arup er bl.a. rådgivende ingeniører bag en række markante nybyggerier i London. Her er Mikkel Kragh, specialist inden for bygningsfysik og facader, overbevist om, at der er behov for en ny type ingeniør:

”Fremtidens ingeniør er ikke bare en specialist, som bliver kaldt ind

til sidst, når opgaven er defineret. Ingeniøren vil komme ind, før der overhovedet skal laves beregninger, og vil forholde sig til det overordnede koncept i en dialog ikke kun med arkitekten, men også med kunden.”

”Alle snakker om integreret design, hvor ingeniøren er inde sammen med arkitekten tidligt i projektet, men få praktiserer det. I fremtiden vil integreret design blive langt mere udbredt, især fordi det er den eneste måde at optimere indeklima og bæredygtighed på. Der vil blive skelnet mellem >>

ingeniører, der magter at indgå i integreret design, og dem, der ikke magter det,” uddyber Mikkel Kragh.

Bæredygtighed

Netop bæredygtighed ser Mikkel Kragh som central for byggeriet de kommende ti år:

”De to største udfordringer handler begge om klimaforandringer. Den ene er at forebygge endnu større klimaforandringer ved at mindske energiforbruget både ved opførelsen og i det færdige byggeri. Den anden udfordring handler om at tilpasse sig de klimaforandringer, der under alle omstændigheder vil komme.”

”Ud over arkitekterne forventer jeg, at energisektoren bliver en vigtig samarbejdspartner. Vi må finde bæredygtige løsninger for, hvordan bygningerne forsynes med energi. I Shanghai er man begyndt at lægge planer for et nyt byområde på størrelse med Manhattan, som skal være energineutralt. Det bliver spændende at udvikle byggerier, der ikke kun miljømæssigt, men også økonomisk er holdbare,” siger Mikkel Kragh og fortsætter:

”Udviklingen bliver i nogen grad styret af lovgivning, men der er også visionære bygherrer, som går foran. Under alle omstændigheder kommer vi til at tage stilling i byggeriet, så vi kan lige så godt være på forkant.”

I Gladsaxe Kommune kunne Philip Hartmann ikke være mere enig:

”Vi skal nedbringe energiforbruget i bygningerne. Og ikke kun fordi Al Gore har lavet en film. Miljø og energi vil komme ind som en del af alle de klassiske discipliner, bygningsingeniøren får ind med modernismen. Kravet om bæredygtighed er ikke længere en venstrefløjsting. Det er noget, alle sektorer i samfundet er nødt til at forholde sig til. Naturligvis også byggeriet.”

Standardisering

Ebbe Malte Iversen, Per Aarsleff, mener, at globaliseringen i det hele taget vil øge konkurrencen:

”Byggeriet er under anklage for at være en af de industrier, som i mindst omfang har været i stand til at benytte moderne teknologier til at effektivisere branchen. Forudsætningen for at dette kan ske er, at dele af vore ydelser standardiseres.”

Som eksempel nævner han en jernbetonpæl til fundering. I dag kan rådgivende ingeniører vælge pæle i dimensioner, som er optimale til det enkelte byggeprojekt. Men det vil snart være fortid, forudser Ebbe Malte Iversen:

”Hvis man holder sig til få standarddimensioner, kan pælene mass fremstilles, så de bliver billigere og kan leveres fra lager. Den rådgivende ingeniør må indordne sig under, at der kun findes pæle med kvadratisk tværsnit, og at de kun findes i fire størrelser.”

Globaliseringen rummer samtidig en chance for den danske byggebranche, mener Ebbe Malte Iversen:

”Danske ingeniører kan i international sammenhæng ofte naturligt spille rollen som katalysatoren, der formår at få forskellige kulturer til at arbejde sammen. Danskere er gode til at fungere som integratorer og få samarbejdet til at ske til trods for forskellighederne. Det er en evne, som mange danske eksporterende virksomheder gør brug af, og som vil være endnu mere aktuell om 10 år.”

En vej fra A til B

Mange af de kunder, som efterspørger infrastruktur, vil ønske ansvaret for udførelsen af en samlet opgave placeret ét sted, forventer Ebbe Malte Iversen:

”I stedet for et jordarbejde, et asfaltarbejde og et broarbejde ønskes en komplet vej fra A til B. I stedet for en kaj, en mole og en uddybning ønskes en havn. Kunderne stiller krav til rådgivende ingeniører og entreprenører om at kunne projektere, kombinere og udføre sammensatte ydelser. Det kræver store og vel sammenarbejdede organisationer, som kan arbejde projektorienteret. Det kræver evnen til at danne midlertidige joint ventures med partnere. Og det kræver internationale samarbejder.”

Han bakkes op af Mikkel Kragh, Arup: ”Jeg forudsætter gode evner inden for matematik, fysik og brug af

simuleringsværktøjer. Derefter bliver kommunikation og formidlingsevne fuldstændig central. Det samme gør evnen til at indgå i internationale designteams. Kan du ikke det, vil du have et handicap.”

Hård kinesisk konkurrence

Anne Bagger tilslutter sig synspunktet om, at globaliseringen bliver en central faktor de kommende år:

”Allerede i dag bliver ingeniørarbejde som udarbejdelse af detaljerede designprojekter solgt i Kina til uhyggeligt lave priser. Nogle gange køber man katten i sækken, men andre gange er det virkelig godt design, der kommer ud af det. Den udvikling er jeg sikker på vil fortsætte. Derfor ligger de danske bygningsingeniørers chance i innovation, iderigdom og evne til at arbejde sammen med andre brancher, især arkitekterne,” siger ph.d.-forskeren og tilføjer et hjertesuk:

”I dag er kunderne meget fokuseret på ‘best price’. Mit håb er, at kunderne om ti år vil se mere på ‘best value.’”

Et håb, som Ebbe Malte Iversen, Per Aarsleff, imidlertid ikke forventer indfriet, snarere tværtimod:

”De stadigt mere åbne markeder, den øgede anvendelse af it, den billigere transport og den mere effektive logistik vil internationalisere branchen. Og kunderne vil have andel i de gevinster, som kommer ud

af denne udvikling. De vil se lavere priser!”

Apropos it i byggeriet, forventer Philip Hartmann, Gladsaxe Kommune, langt mere digital udveksling af projektmateriale, godkendelser og andre dokumenter.

”Samtidig vil alle byområder i landet blive digitaliseret i 3D. Når en sag skal myndighedsbehandles eller sælges til politikerne, vil det blive standard at fremlægge en 3D-model, hvor man kan lade virtuelle personer gå rundt, og hvor man kan følge skyggeforskelene på forskellige årstider og tidspunkter i døgnet mm.”

Philip Hartmann nævner samtidig større fleksibilitet som et nyt krav:

”Kunderne vil kræve fleksibilitet på alle niveauer. For eksempel er traditionelle boliger ikke planlagt til at tage højde for de ændringer i familiemønsteret, vi har oplevet over de senere år. Mange ønsker at blive boende, selvom de er blevet skilt, og ægtefællen er flyttet, eller selvom børnene er flyttet hjemmefra. Så ville det være smart, hvis en del af bygningen kunne lejes ud som lejlighed, så økonomien kunne hænge sammen.”

Hele sin levetid

”Når vi bygger institutioner i dag, er vi så småt begyndt at have øje for, at bygningen måske ikke skal have den samme funktion i hele sin levetid. Man bygger plejeboliger, men måske

skal de omdannes til kollegier en gang i fremtiden. Den måde at tænke på vil brede sig. Ikke kun i forhold til den enkelte bygning, men også overordnet i den måde vi planlægger vores byområder på.”

Terrorsikring - ny disciplin

Også Mikkel Kragh, Arup, forudser ændringer i den måde, bygninger bruges på:

”Et stigende antal boliger vil blive i højhuse. Det medfører betragtelige designudfordringer. Vi er nu engang nødt til at bygge højhuse med teknologi, som er kendt fra kontorbyggerier, men samtidig må vi gøre os klart, at kravene er meget anderledes, når bygningen skal bruges til boliger. Her tænker jeg især på kravene til facaden med hensyn til varmetab og sikring af godt indeklima. Det er ikke en banal ting. Faktisk er det en ny disciplin.”

En anden ny disciplin er at sikre bygninger bedre, siger Mikkel Kragh:

”De sikkerhedsmæssige krav vil blive større. Her tænker jeg ikke kun på, at bygningen skal kunne modstå storme og brand, men også på terror. Det er en disciplin, som bliver vigtig. For eksempel er man nødt til, når man laver store facader af glas – som mange arkitekter jo er glade for – at overveje, hvordan man håndterer risikoen. Desuden skal bygningen være sikret mod effekterne af klimaforandringer.”

>>

GLAS ER DET "NYE" MATERIALE

Brugt på nye måder er det oldgamle materiale klar til at spille en hovedrolle i byggeriet. Det samme er kompositmaterialer. På længere sigt vil også nanoteknologi gøre sig gældende

MORTEN ANDERSEN >

"Vi har indtryk af glas som skrøbeligt, men faktisk har det en evne til at modstå tryk, som svarer til højstyrke-stål. Samtidig har vi udviklet metoder, for eksempel hærdning og laminering, som gør det sikkert at anvende glas."

Sådan forklarer Anne Bagger, ph.d.-studerende ved BYG-DTU, at hun tror på en hovedrolle til glas i byggeriet i løbet af de næste ti år.

"Glas er jo et oldgammelt materiale, som vi først nu for alvor er begyndt at bruge i bærende konstruktioner."

Der er fortsat barrierer at overvinde, understreger hun:

"Vi savner metoder til at varsle, hvis en konstruktionsdel i glas er på vej til at svigte. I stål eller beton vil man normalt opdage problemet i tide, mens man risikerer, at glasset revner uvarslet. Det gør folk tilbageholdende, men jeg tror, at problemet kan løses gennem nye ideer til anvendelse."

Kompositter og solceller

Ph.d.-forskeren, der især interesserer sig for facader, tror også på en stor fremtid for kompositmaterialer:

"Fiberarmeret plast er et materiale med et enormt potentiale. Byggebranchen kan tage ved lære af de løsninger, som for eksempel flyindustrien, militæret og sportsindustrien har udviklet inden for materialer. Tænk også på de formstøbte sejl i lette, men stærke kompositmaterialer, som bruges i moderne sejlbåde."

By- og miljødirektør Philip Hartmann, Gladsaxe Kommune, er enig:

"Kompositter vil komme mere på banen og i nogen grad fortrænge traditionelle produkter. For eksempel en bordplade til køkkenet, hvor vasken er støbt i ét. På den måde kan man skabe miljø- og energimæssigt bedre løsninger. Samtidig vil vi se store fremskridt inden for overflader, der kræver meget lidt vedligeholdelse. Branchen skal dog være opmærksom på, at det bliver en udfordring at sikre, at de nye materialer kan genbruges."

Også Mikkel Kragh, Arup, London, tror på de sammensatte materialer:

"Kompositmaterialer vil tillade nye innovative facadesystemer. Samtidig vil jeg fremhæve solceller som en

teknologi, der bliver mere tilgængelig. Solcellerne vil ikke blot være en gimmick, man sætter på for at signalere noget grønt, men blive en reelt integreret del af byggeriet."

Bred vifte

Adm. direktør Ebbe Malte Iversen, Per Aarsleff A/S, forventer, at der vil ske fremskridt inden for en bred vifte af materialer til byggeriet i de kommende år:

"Erstatningsmaterialer for eksisterende råmaterialer som sand og grus, cement, bitumen, træ og stål vil fortsat blive udviklet. Genbrugsprodukter som flyveaske, slagge fra affaldsforbrænding og nedbrydningsmaterialer som knust beton og asfalt vil blive anvendt i øget omfang. Kemiske komponenter vil i stigende omfang blive en del af fremtidens >>

Glas er en af de nye trends, og dette materiale vil komme til at præge byggeriet i fremtiden. Her er det brugt til den nye overdækning af Great Court på British Museum.



CELEBRATING THE NEW MILLENIUM

byggematerialer. Det er allerede tilfældet med polymerer i asfalt, kemiske tilsætningsmidler i beton, byggekomponenter af plast, kloakreoveringsmaterialer af polyester og jordstabiliseringsmidler med kemiske komponenter.”

Ud over selve de nye materialer forventer Philip Hartmann, Gladsaxe Kommune, at indbygget it vil ændre måden, materialerne skal bruges på:

”For tyve år siden var der mange, der selv kunne tage svensknøglen frem og reparere deres bil. Det

kan de færreste i dag. Til gengæld er det blevet meget enklere for de professionelle at reparere den. Det samme vil vi se i byggeriet. Blandt andet fordi intelligente materialer og bygningsdele, der er mærket med en chip, som kan fortælle om deres oprindelse, vil vinde frem.”

Nanoteknologi næste skridt

Måske lidt overraskende er der ingen af de fire, som DYNAMO har udfordret, der nævner nanoteknologi i forbindelse med nye materialer. Det

skyldes den relativt korte horisont på ti år i spørgsmålene, mener Mikkel Kragh, Arup.

”Det er fristende at nævne nanoteknologi, men jeg tvivler på, at det vil sætte præg på byggeriet inden for ti år. Vi har allerede set, at man kan modificere overfladeegenskaber på nanoniveau og opnå overflader, der kræver mindre vedligeholdelse. Det er bestemt interessant, men endnu mangler vi det store gennembrud.” <

De seks meter høje glassøjler giver indtryk af et frit svævende tag over Danfoss' nye hovedindgang. Søjlerne blev i øvrigt testet på BYG·DTU, så man var helt sikker på, at konstruktionen var bæredygtig og sikker.



ILLUSTRATION: DANFOSS



FREMTIDENS BETON KLAR TIL LODRETTE STØBNINGER

Beton, der ikke behøver vibrering, har allerede erobret elementfabrikkerne og de vandrette konstruktionsdele på byggepladserne. Forskning viser, hvordan man bedst bruger denne beton til vægge og andre lodrette støbninger

>>

MORTEN ANDERSEN >

Der er store fordele for arbejdsmiljøet og for entreprenørernes økonomi, når beton selv kan flyde ud og fylde en given form uden behov for vibring. Den pointe har dansk byggeri taget til sig. Danmark er i dag et af de lande, der bruger mest selvkompakterende beton, også kaldet SCC (Self-Compacting Concrete). Den første SCC blev udviklet i Japan omkring 1980. Siden har produktet bredt sig til resten af verden.

"Det er et meget vigtigt produkt for os. Vi begyndte at markedsføre det i 1999, og i dag udgør produktet ca. 30 procent af vores omsætning. Det synes vi selv er godt gået for et nyt produkt. Men vi vil da meget gerne have andelen højere op," siger Ib B. Jensen, teknologichef hos Unicon.

I dag bruges SCC overvejende til fundamenter, gulve og andre vandrette flader ude på byggepladserne.

"Hvis vi skal højere op end de nuværende 30 procent, kræver det, at produktet også bliver brugt til vægge og andre lodrette konstruktioner. Her er folk mere konservative, for hvis der kommer en misfarvning eller en anden fejl på en væg, så er det meget synligt," siger Ib B. Jensen.

Så let som Ikea-møbler

"For at overbevise folk har vi brug for, at der simpelthen bliver lavet flere vægge i SCC, så man kan se, at de er helt i orden. En af forudsætningerne er bedre vejledning. Det skal være lige så let at gå til, som når du køber et skab i Ikea," siger Ib B. Jensen og henviser til et netop afsluttet ErhvervsPhD-projekt udført af civilingeniør Lars Nyholm Thrane ved BYG-DTU.

Forskningsprojektet har vist en metode til at simulere på computer, hvordan SCC vil opføre sig under en given støbeprocess.

"Værktøjer som det, der er udviklet i ph.d.-projektet, er et vigtigt skridt i den rigtige retning," siger Unicons teknologichef og uddyber:

"Problemet er blandt andet, at der sjældent er to vægge, som er ens. Tykkelsen varierer, der kan være et eller to lag armering, der kan være forskellige former af udsparringer til vinduer og døre. Derfor er der behov for at finde den bedste kombination af betonsammensætning og støbemetode i det enkelte tilfælde. Skal man

fylde formen nedefra via en studs, eller skal man hælde SCC'en ned ovenfra? Hvordan med størrelsen af stenene – er der risiko for, at stenene stoppes af armeringen under udflydningen, så der opstår fejl? Der er behov for et værktøj, som kan lave de beregninger. Nogle gange vil resultatet måske blive, at lige i denne situation vil det være klogest at undlade at bruge SCC."

Kun én chance

"Kort sagt er jeg meget glad for projektet, men jeg vil også gerne understrege, at det kun er første skridt. Nu skal vi helt i land, så simuleringerne kan omsættes i egentlige brugsanvisninger. Hvilke egenskaber hos frisk beton skal vi tilstræbe? Hvilke metoder skal vi bruge til prøvning? Hvilken betonproportionering er optimal til fyldning af en vertikal form? Svarene på de spørgsmål ser jeg frem til bliver fundet i de kommende år," siger Ib B. Jensen.

Følgende syv ingredienser indgår normalt i danske betoner: Cement, flyveaske, mikro silica (restprodukt fra jernindustrien), vand, sand og sten samt tilsætningsstoffer, f.eks. overfladeaktive polymerer.

Hovedvejlederen på ErhvervsPhD-projektet, lektor Mette Geiker, BYG-DTU, vurderer også, at der stadig er forskning at udføre, før man har et værktøj, der dækker de relevante forhold på byggepladsen:

"Der er mange faktorer at tage hensyn til. Det gælder om at finde den helt rigtige sammensætning af



Ved Ordrupgaards nye tilbygning er støbeprocessen foregået på byggepladsen, hvor store støbeforme blev opstillet til fremstillingen af de buede vægge, der både krummer op mod taget og ind under gulvet. Væggene er konstrueret af to betonskaller med isolering imellem. Støbningen af skallerne er sket ved, at sort selvkompakterende beton er blevet presset ind i formene nedefra.



FOTO: OLE BO JENSEN

Støbeprocessen har været omfattende, da tilbygningen til Ordrupgaard ikke har to vægge, der er ens – tværtimod har hver væg en helt unik geometri.

betonen, så den på den ene side er tyktflydende nok til at være stabil, men samtidig tyndtflydende nok til at fylde formen, også når der er uundgåelige variationer i produktionen,” forklarer Mette Geiker og fortsætter:

”Betonkonstruktioner er specielle derved, at du kun har én mulighed for at støbe. Du skal simpelthen ramme rigtigt.”

Forlad ”trial and error”

Forskningsprojektet var udført som et samarbejde mellem BYG·DTU, Unicon og Teknologisk Institut, hvor Lars Nyholm Thrane var ansat som ErhvervsPhD.

Mette Geiker noterer sig, at projektet viser, at det faktisk er muligt at simulere, hvordan udflydningen bliver: ”Derfor vil det være forkert fortsat at

bruge ”trial and error” ude på byggepladserne. I forhold til andre lande er SCC trængt godt ud på danske byggepladser, men samtidig er der klart et ønske om at optimere processen, så man opnår større sikkerhed og undgår fejl.”

Den pointe tilslutter Unicons teknologichef Ib B. Jensen sig:

”Uden at det må misforstås, vil det være rigtig godt at højne det akademiske niveau i byggeriet og på byggepladserne. Byggeriet er jo en af de sektorer, der har svært ved at holde indtjeningsgraden, og jeg mener, at en højere grad af teknologisk udvikling og effektivisering må være vejen frem.” <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER:

Lektor Mette Geiker, mge@byg.dtu.dk

! UNICON A/S

Unicon producerer og sælger fabriksbeton i Danmark, Norge og Sverige.

Selskabet er Skandinavien's førende udbyder af fabriksbeton, beskæftiger i alt ca. 900 medarbejdere og har en årlig omsætning på ca. 2,2 mia. kr.

Unicon, der indgår som forretningsområde i Aalborg Portland Gruppen, er et selskab i den italienske Cementir-koncern.

DR BYEN BAG FACADEN

Overskridelserne på budgettet for koncertsalen har skygget for historierne om projektets eksperimenter med nye måder at organisere byggeri og bygningsdrift på

MORTEN ANDERSEN >

Sort skærm, fyrede journalister og billeder af DR Byens kommende koncertbygning med mørke skyer som baggrund. Sådan er den almindelige danskers opfattelse af det store byggeri i Ørestaden. Men for fagfolk er der også en anden historie, som handler om et af de mest storstilede forsøg herhjemme på at indføre nye metoder i byggeriet.

I projektet er der for det første satset massivt på partnering. Det vil sige, at entreprenør, rådgiver og bygherre organisatorisk bliver dele af samme team i stedet for at være hinandens modparter. For det andet er der brugt trimmet byggeri (i industrien kaldet LEAN), hvor parterne på byggepladsen løbende holder møder for at koordinere opgaverne. For det tredje er DR Byen et af de mest markante eksempler herhjemme på indførelse af facilities management. Det vil sige, at man ikke blot betragter bygninger som en nødvendig ramme om en virksomhed, men bruger sit valg af bygninger bevidst til at fremme en bestemt kultur i virksomheden.

I kraft af sin fortid som ansat i bygherreorganisationen er Per Anker

Jensen inhabil til at afsige en dom over byggeprojektet, men han vælger alligevel at bruge sit kendskab til projektet som en del af forskningen i sin nuværende stilling som lektor ved BYG·DTU.

Bramfri tradition i DR

Per Anker Jensen arbejdede 14 år i DR, heraf de sidste fem år som as-

sisterende projektchef på DR Byen. I foråret 2005 blev han ansat på BYG·DTU. Med forskningsrapporten "Ejendomsstrategier og bygningsværdier – en analyse af DR's byggerier fra Stærekassen til DR Byen" trådte han ind i den offentlige debat i efteråret 2006.

"Jeg er præget af kulturen i DR, hvor der er tradition for, at folk bram-

ET REFERENCEBYGGERI

"Der er grund til at kreditere bygherren for en række modige beslutninger. Samlet er der tale om et meget nyskabende byggeri," siger Lars Goldschmidt, adm. direktør, Foreningen af Rådgivende Ingeniører. Han uddyber:

"Her tænker jeg f.eks. på teknisk innovation, hvor selve energiforbruget er lavt, arbejdsmiljøforholdene under byggeriet har været rigtig gode, og på de nye samarbejdsformer."

"Hvad angår partnering, har der været både plusser og minusser. Vi har fået meget positiv respons med hensyn til samarbejdet, men vi må også erkende,

at der har været problemer specielt i forbindelse med koncertsalen. Det er noget, man har taget ved lære af. Der har været både gode og dårlige ting at tage med sig."

"Samlet set er DR Byen et af de største forsøgsbyggerier, vi har haft herhjemme. Der er skabt et byggeri, som er velegnet til medieproduktion. Det har været en flot ingeniørmæssig præstation at få det til at fungere teknisk. Det er desværre blevet lidt overset i den senere tid, fordi der gik budget i det hele. Jeg er ikke i tvivl om, at projektet på mange måder vil blive et referencebyggeri."



DR Byen er et af de mest markante eksempler herhjemme på indførelse af facilities management. Det vil sige, at man ikke blot betragter bygninger som en nødvendig ramme om en virksomhed, men bruger sit valg af bygninger bevidst til at fremme en bestemt kultur i virksomheden.

frit siger deres mening. Bygherreorganisationen har dog hidtil været ret lukket,” siger Per Anker Jensen.

Kernen i DR Modellen er, at udbud sker på projektforslagsniveau. I stedet for, at entreprenøren giver tilbud på et færdigt projekt, som man erfaringsmæssigt ved alligevel vil ændre sig undervejs, er entreprenøren med til at påvirke udformningen. Det mindsker risikoen for fejl og sparer samtidig udgifter.

Desuden indeholder modellen elementer, der sikrer, at alle vinder økonomisk, når tingene lykkes, og taber, når noget går galt. Det er med til at skabe fælles teamfølelse.

DR Modellen rækker også ud på byggepladsen, hvor der arbejdes med trimmet byggeri. Blandt andet aftaler repræsentanter for de enkelte entreprenørers håndværkere, typisk en formand eller sjakbajs, hvordan den kommende ugeplan skal være, så alle kan komme til at udføre deres opgaver med mindst mulig gene for de andre.

”Bortset fra koncertsalen har DR Modellen virket efter hensigten. På det største segment, der rummer de store tv-studier, lykkedes det endda

at opnå et betydeligt lavere entreprenørtilbud i forhold til budgettet,” siger Per Anker Jensen.

”Samlet set er erfaringerne med partnering i DR Byen positive. For koncertsalen må man til gengæld erkende, at modellen ikke virkede.”

DTU-forskeren peger på, at ambitionerne for koncertsalen blev skruet op undervejs. I det første forslag til beslutningsgrundlag var der forudsat en koncertsal i den danske elite. Da Folketinget godkendte budgettet for DR Byen, var kravet en koncertsal blandt de bedste i Europa. Og da den

franske arkitekt Jean Nouvel's forslag blev valgt, fremgik det af dommerkomiteens begrundelse, at der var tale om en koncertsal i verdensklasse.

”Konstellationen med en fransk stjernearkitekt, engelske ingeniører og danske entreprenører gjorde projektet for komplekst,” siger Per Anker Jensen:

”Ved partnering forsøger man at skabe fælles ånd i projektet, men her var de kulturelle forskelle for store.” <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER:

Lektor Per Anker Jensen, pje@byg.dtu.dk

NYT INGENIØRFAG: FACILITIES MANAGEMENT

Per Anker Jensen blev ansat på DTU for at opbygge et nyt forskningsfelt, facilities management, som han blandt andet har praktiseret tidligere som ansat i DR. Traditionelt har drift og vedligehold af bygninger været tænkt som en støttefunktion, som ofte har været tilfældigt forankret i organisationen. ”Mange steder kan man se rum og bygninger, som der ikke aktuelt er behov for, fyldt op på skrømt, så man ikke risikerer at miste noget af ’sit’ territorium. Det er fortid, når man gennem facilities management løfter spørgsmålet op på ledelsesniveau. Populært sagt tager man ikke længere udgangspunkt i virksomhedens bygninger, men i hvilke aktiviteter der skal foregå i dem,” forklarer Per Anker Jensen.

Sir Ove Arup

En "masterbuilder" fra Polyteknisk Læreanstalt



ANNETTE BUHL SØRENSEN >

Ove Arup, eller mere præcist Sir Ove Nyquist Arup, blev i 1922 kandidat fra bygningsretningen på Polyteknisk Læreanstalt. Gennem sin bemærkelsesværdige internationale karriere blev han til en fremstående repræsentant for de danske ingeniører.

Arup blev født i 1895 i Newcastle, hvor faderen for en tid var udsendt af den danske regering som dyrlæge for at holde øje med sundhedstilstanden af eksporteret dansk kvæg. Efter en periode, hvor familien var bosat i Hamburg, fik Arup, fra 1907, sin skolegang i Danmark og blev student fra Sorø Akademi i 1913.

De næste år tilbragte han på Københavns Universitet, hvor han studerede filosofi og matematik, indtil han i 1918 skiftede til ingeniørstudiet på Polyteknisk Læreanstalt. Læreanstalten befandt sig på dette tidspunkt i begyndelsen af en guldalder for ingeniørerne. Både elevtallet og anerkendelsen i befolkningen var stigende. Bygningsretningen var præget af to stærke personligheder, de navnkundige professorer Asger Ostenfeld

(bygningsstatik) og Edouard Suenson (materialelære). På hver deres felt profilerede de bygningsfagene og gav de studerende lyst til at afprøve deres viden i udlandet.

Med stor interesse og omfattende viden inden for især jernbeton, tilsat en vis portion eventyrlyst, blev Arup i 1922 ansat ved Christiani & Nielsen i Hamburg og året efter ved samme firma i London. Efter en periode som direktør for J.L. Kier & Co. i London grundlagde han sammen med sin fætter, Arne Arup, Arup & Arup Limited, som i 1946 blev en af grundstenene i det rådgivende ingeniørfirma Ove Arup & Partners, der udviklede sig til at blive et af verdens største af sin slags. Blandt de bedst kendte opgaver er Pompidou-centret i Paris og især Sydney Opera House, som var en ingeniørmæssig bedrift af dimensioner.

Firmaet Arup beskæftiger i dag ca. 9.000 medarbejdere og har 86 kontorer i 37 lande.

Arup blev ridder af Dannebrog i 1965. I 1971 blev han yderligere udnævnt til Knights Bachelor og her-

efter tituleret som Sir. Han modtog endvidere en række hædersbevisninger og blev bl.a. æresdoktor ved Durham University i 1967, ved East Anglia University i 1968, ved Danmarks Tekniske Højskole i 1974, ved Heriot-Watt University, Edinburgh, i 1975 og ved City of London University i 1979. Arup døde i London i 1988. <

! LÆS MERE OM SIR OVE ARUP

Jones, Peter / "Ove Arup: Masterbuilder of the Twentieth Century"
(Yale University Press, 2006)

Sommer, Degenhard; Stoecher, Herbert; og Weisser, Lutz / "Ove Arup and Partners: Engineering the Built Environment"
(Birkhauser Verlag AG, 1994)

"Ove Arup & Partners 1946 - 1986"
(Wiley-Academy, 1986)

"Ove Arup"
(Institution of Civil Engineers, 1998)

DME-BILEN VANDT



DTU Dynamo vandt som eneste bil hele tre priser.

Studerende fra hele verden dyster hvert år om at køre mest miljøvenligt

PETER HOFFMANN >

De studerende, der var taget til Frankrig for at deltage i Shell Eco-marathon i Nogaro, måtte arbejde hårdt for overhovedet at få bilerne på banen. Men efter tre dage med sammenbrud, afbrudte løb og store ingeniørmæssige udfordringer lykkedes det at få bilerne over målstregen i flot stil.

DTU Dynamo kørte 306 kilometer på, hvad der svarer til en liter 95 oktan, og det indbragte bilen hele tre priser: førstepris for biler med forbrændingsmotor, prisen for den mest miljøvenlige bil med mindst CO₂-udslip samt en pris for at køre på DME-brændstof som bedste alternativ i en dieselmotor.

De studerende, som har bygget bilen fra bunden, kalder sig DTU Road-

runners. De har to gange tidligere sat nye rekorder med DTU Dynamo. I 2005 kørte de 671 km på, hvad der svarer til en liter 95 oktan, og i 2006 rakte brændstoffet til 810 kilometers kørsel.

I år havde de valgt at udfordre sig selv. De byggede bilen om og skiftede den brintdrevne brændselscelle-motor ud med en modificeret PUCH-knallertmotor, der kører på DME (dime-tylæter).

Bilen deltog i klassen UrbanConcept. Her handler det om at udvikle køretøjer, der ligner rigtige biler, og at udforske mulighederne for at gøre storbytrafikken mere miljøvenlig. Derfor var DME et godt brændstof, da det diesellignende brændstof næsten ikke udskiller partikler eller sod.

De studerendes anden bil, DTU Innovator, deltog i klassen Prototype, hvor det ganske enkelt gælder om at køre så langt som muligt. Bilen kører på brint, og fremdriften skabes gennem en brændselscelle i motoren, som gennem en kemisk proces omdanner brinten til elektricitet, der driver motoren.

DTU Innovator sluttede på en sjet-teplads efter at have kørt 1617 kilometer på, hvad der svarer til en liter 95 oktan. Vinderen af den klasse (Ecole Polytechnique Nantes) kørte 2797 kilometer på, hvad der svarer til en liter 95 oktan. <

! LÆS MERE PÅ:
www.shell.com/eco-marathon

FOTOS: SØREN SVENDSEN

RULLENDE VELLYD

Langsigtede forskningsprojekter inden for akustik, strømfor-
syning og miniaturisering er baggrunden for, at Bang & Olufsen
er verdens førende leverandør af avancerede lydanlæg til biler

MORTEN ANDERSEN >

At cruise rundt på passagersædet i en luksuriøs bil lyttende til instrumentaludgaven af Eagles' Hotel California i B&O's lyd kvalitet er en af de mere behagelige opgaver, man kan komme ud for som journalist.

Både bil og valget af musik i Audi A8'eren styres af en tilfreds mand. Direktøren for B&O's Automotive Division, Jens Peter Zinck, kan konstatere, at Struer-virksomheden har fået solidt fodfæste på markedet for lydanlæg til biler. I løbet af efteråret vil han annoncere et partnerskab med endnu en europæisk bilproducent

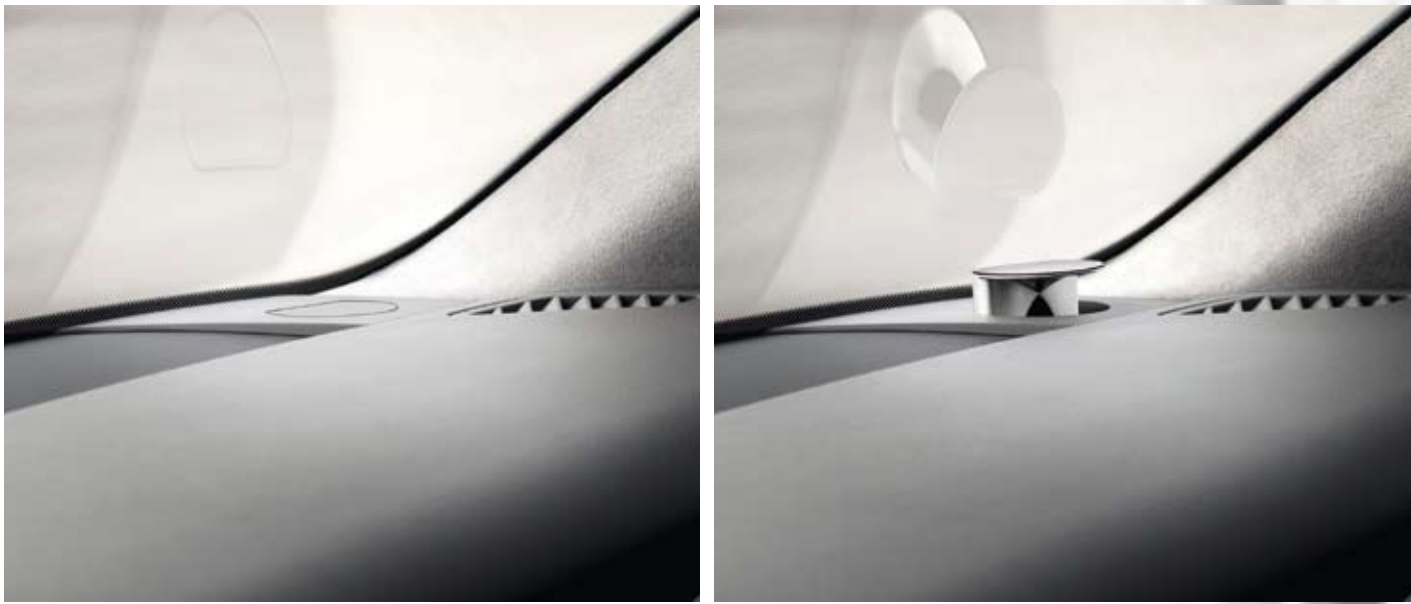
ud over Audi, som har været partner siden 2005.

I alt 14 højtalere af forskellig type sørger for en unik lydoplevelse i A8'eren. Samtidig er det muligt at styre, hvordan lyden skal opleves på de enkelte sæder. Er man alene i bilen, vælges optimal gengivelse på førersædet. Lige nu er vi to, så Jens Peter Zinck vælger optimal gengivelse på begge forsæder. Har man børn bag i bilen, der skal høre Hits for Kids, vil man måske vælge optimal lyd på bagsædet og kraftigt nedtonet lyd på forsæderne. Man kan naturligvis >>





I alt 14 højtalere af forskellig type sørger for lydoplevelsen i A8'eren. Jens Peter Zinck, der er direktør for B&O's Automotive Division og civilingeniør i akustik, konstaterer, at Struer-virksomheden har godt fat i markedet for lydanlæg til biler.



også vælge kompromisløsningen, hvor alle i bilen oplever lyden ens.

Das machen wir!

Siddende i det beige farvede læderindtræk er der egentlig kun ét spørgsmål, der melder sig: hvorfor har man ikke fundet på at kombinere de to produkter noget før?

"Allerede i 2000 besluttede vi at satse på lydanlæg til biler, men de første par år var op ad bakke," husker Jens Peter Zinck:

"Problemet er, at jeg skal have dig placeret her i bilen, så du selv kan opleve lyd kvaliteten, før du forstår, hvad jeg taler om. Vi var altså nødt til at bygge en prototype, hvor vores anlæg var placeret i en rigtig bil for i det hele taget at komme i dialog – og det duer ikke at demonstrere anlægget i en model fra en konkurrerende bilfabrikant. Så bliver de bare i dårligt humør fra starten!"

Valget faldt på at gå efter Audi som første partner. B&O købte simpelthen en A8 og byggede et anlæg, der både akustisk og designmæssigt ramte plet. Så gik det stærkt. Efter en kort præsentation i oktober 2003 udrød Audi-koncernens bestyrelsesformand, dr. Martin Winterkorn, "Das machen wir!". Og i 2005 kunne køberne af en ny A8 sætte kryds ved "monteret med B&O Advanced Sound System".

Styr på lydets retning

Søren Bech, civilingeniør i akustik og ansvarlig for B&O's forskningsstrategi, mener, at man heller ikke

rent teknisk ville have været i stand til at levere den rigtige løsning ret meget tidligere:

"Lydsystemet i A8 er i høj grad baseret på udviklingsarbejdet bag vores Beolab 5 højtalere, der blev lanceret i 2003. Desuden skulle højtalerne tilpasses biler, og der skulle flere andre teknologier ind, som også først er udviklet inden for de seneste år."

Søren Bech kom til Struer i 1992 efter 10 års ansættelse som først ph.d.-studerende og senere forskningslektor ved det daværende Laboratoriet for Akustik på DTU. Laboratoriet, B&O og den britiske virksomhed KEF Electronics havde sammen gennemført et forskningsprojekt om oplevelse af lyd. Det grundlæggende spørgsmål var, hvorfor den samme højttaler opleves forskelligt i forskellige rum.

Et af forskningsresultaterne var, at det helt overvejende er refleksioner fra loft og gulv, der kan ødelægge lydoplevelsen. Den viden ønskede B&O at omsætte til en højttaler, der spredte lyden vandret ud på en måde, så refleksioner fra loft og gulv blev undgået. Det lykkedes faktisk at løse problemet, men den nye højttaler blev skrottet igen, fordi den var vanskelig at masseproducere.

Hjemmearbejdet var gjort

Imidlertid kom B&O i kontakt med en lille amerikansk virksomhed, som havde opfundet en akustisk linse, der er simpel at fremstille og spreder lyden på den ønskede måde. Ved hjælp af kun to linser kunne man



Lydsystemet til biler er meget komplekst, og løsningen hviler på 4-5 langvarige forskningsprojekter inden for vidt forskellige felter, fortæller Søren Bech.

spredde lyden lige så godt, som B&O selv havde gjort i deres prototype, der bestod af ni enheder.

"Vi vidste med det samme, at den løsning var rigtig. Når du har gjort dit hjemmearbejde godt, er du klar til at slå til, når det helt rigtige flyder forbi på teknologiens hovedvej," siger Søren Bech.

B&O købte rettighederne til det amerikanske patent, og når man aktiverer anlægget i A8'eren, er det netop to linser af denne type, der skyder op fra hver sin side af frontpanelets overside. Naturligvis i den velkendte glidende B&O bevægelse.

Placeringen er valgt med omhu. Når linserne skyder op, vender de "ryggen" til forruden. Dermed slipper man for refleksioner fra forruden, >>

som ellers ville være det største problem rent akustisk. Noget man i øvrigt kan forvise sig om ved at lytte til en tilfældig bilradio monteret i frontpanelet. Her er det refleksionerne fra forruden, der skaber den dåseagtige lyd.

Diskanten

Linserne står for diskanten, som er den vanskeligste del af lydbilledet at styre i en bil. De øvrige 12 højtalere i A8'eren står for bas, surround sound og sub-woofer. Mindre kan dog gøre det. Ud over anlægget

til A8, der kaldes Advanced Sound System, har B&O også udviklet et standard Sound System med færre enheder til andre modeller fra den tyske bilfabrikant.

Foreløbig er det muligt af få anlæg til modellerne A8/S8, R8 og A5/S5, mens B&O's akustikere i øjeblikket er ved at lægge sidste hånd på anlæg til Q7.

Sideløbende med det arbejde har B&O Automotive gentaget øvelsen med at købe en bil af et udvalgt fabrikat og bygge et lydanlæg, der både akustisk og designmæssigt er tilpasset den fuldstændigt. Igen med stor overbevisende effekt. Bilen står i en aflåst garage i divisionens kælder og kommer kun frem, når hverken nysgerrige journalister eller andre uvedkommende er på besøg. I løbet af efteråret 2007 vil den nye partner og B&O løfte sløret for samarbejdet.

"Målet er at få en håndfuld partnere, men så heller ikke flere. Vi skal fortsat være et eksklusivt brand, så vi kan kun være partnere med fabrikanter i den høje ende af markedet," understreger Jens Peter Zinck, som anser det for realistisk, at omsætningen inden for automotive vil nå et tre-cifret millionbeløb allerede i løbet af det kommende år:

"I 2002 anslog Audi forsigtigt, at der ville blive solgt 100 B&O-anlæg til A8 det første år. Faktisk blev der solgt 4.000. På den baggrund har vi lov at være optimister. Jeg regner med, at vi vil have de investeringer, vi har foretaget, i hus inden for et par år."

Cool forstærker

Ud over de akustiske linser, der er udvalgt på baggrund af akustisk grundforskning startet tilbage i slutningen af 1980'erne, er der især én teknologi, som udmærker B&O's lydssystem til biler.

Forstærkeren er af typen ICE power, der er udviklet af civilingeniør Karsten Nielsen i et ph.d.-projekt på DTU. Bogstaverne I, C og E står for intelligent, compact og efficient. Samtidig antyder sammenstillingen ICE, at forstærkeren ikke bliver varm, fordi den udnytter strømmen effektivt.

ICE power baserer sig på princippet PWM (Pulse Width Modulation), hvor lyden, der skal gengives af højtaleren, omformes til pulser med kontrolleret bølgelængde. I første trin omformes den analoge lyd til et PWM-signal ved hjælp af teknologien COM (Controlled Oscillation



BANG & OLUFSEN A/S

Bang & Olufsen Group producerer tv, musik-anlæg, højtalere, telefoner, medicinsk udstyr samt multimedieprodukter. B&O har over 2.400 ansatte og sælger sine produkter i flere end 60 lande. For regnskabsåret 2005/2006 var omsætningen 4,2 mia. kr.

ICEpower-teknologien udvikles, produceres og sælges af selskabet Bang & Olufsen ICE-power A/S, der ejes 90 procent af B&O og 10 procent af opfinderen Karsten Nielsen. Virksomheden har til huse i Lyngby tæt ved DTU.

Modulation). Herved bliver signalet robust over for udsving i strømkvaliteten, som uundgåeligt vil forekomme – ikke mindst i en kørende bil. I næste trin bliver PWM-signalet ført tilbage til en såkaldt MECC (Multi-variable Enhanced Cascade Control), som er en enhed, der sammenligner signalet med det oprindelige lydssignal. Derved bliver enheden i stand til at kompensere for eventuel forvrængning, der er opstået på grund af udsving i strømkvaliteten. Endelig, i tredje og sidste trin, bliver det analoge signal, der skal sendes ud af højttaleren, sendt tilbage til MECC-enheden for en sidste korrektion for unøjagtigheder opstået i selve output filteret.

Det samlede resultat er, at 90 procent af den effekt, som forstærkeren bruger, bliver omsat til lyd, mens traditionelle forstærkere har et stort tab i form af varme og kun omsætter 30 procent af effekten til lyd.

Det kan igen oversættes til, at B&O-forstærkeren til biler ikke fylder mere end en telefonbog, selvom den skal levere høj effekt. Det er nødvendigt, fordi de mange højttalerkabinetter i bilen hver for sig er små. Der skal stor effekt til at skabe et lydtryk, som kan sætte membra-

nerne i de små højttalerkabinetter i bevægelse. Anlægget til A8 kan yde over 1.000 Watt. Hvis man ikke havde ICEpower-teknologien til rådighed, ville forstærkeren fylde det meste af bilens bagagerum. Nu kan den sidde i hulrummet mellem bagagerum og karosseri i den ene side.

Fylder en tredjedel

Lydsystemet til biler bygger på flere teknologiske landvindinger, der supplerer akustikken og ICEpower-forstærkeren, især inden for software til digital signalbehandling og inden for miniaturisering. Blandt andet fylder B&O's højttalere kun en tredjedel af konkurrenternes.

"Vores chefdesigner David Lewis hylder det princip, at en højttaler ikke må dominere stuen. Derfor har vi altid stræbt efter at gøre vores højttalere kompakte. Det kommer os ekstra meget til gode nu, hvor vi bliver leverandør til bilindustrien. En moderne bil er jo fyldt med alskens elektriske og mekaniske systemer, airbags og så videre, som vi må kæmpe om pladsen med," siger Jens Peter Zinck, som tilføjer, at teknologi alene ikke er nok:

"En ting er at have et godt system, en anden at få det til at give den rig-

tige lyd. I en bil er der mange akustiske problemer, som kun kan løses af en ton-meister, altså en erfaren akustiker. Ligesom en kok, der smager suppen til, er det ton-meisteren, der skruer på de mange forskellige akustiske håndtag, man har til rådighed. Der skal fjernes en refleksion hist, og forsinkes et signal pist."

I det hele taget er lydsystemet til biler meget komplekst, understreger Søren Bech:

"Løsningen hviler på 4-5 langvarige forskningsprojekter inden for vidt forskellige felter. For eksempel strakte udviklingsarbejdet for højttalere med en bestemt retningskarakteristik sig fra 1987 helt til 2003, da BeoLab 5 kom på markedet. I dag kan vi takke de ledere i B&O, som dengang tænkte langsigtet, for, at vi har fået mulighed for at komme ind på et helt nyt marked." <



STØRRE SIKKERHED - MINDRE BØVL





Ny skanningsteknik kan om få år gøre det muligt at konstatere, om plasticflasken i håndtasken indeholder vand, whisky eller komponenter til flydende sprængstof

MORTEN ANDERSEN <

Enhver, der har rejst med fly for nylig, kender forbuddet mod at medbringe væsker i håndbagagen. Slut med at have lidt vand eller flydende toilettikler med til rejsen. Men nu tilbyder en ny teknologi at gøre forbuddet overflødig inden for få år. En skanner kan se, præcis hvilken type væske der befinder sig i plasticflasken i håndtasken. Vel at mærke uden sundhedsrisiko for passagerer eller lufthavnens personale.

"Uden at passageren behøver at åbne tasken, kan vi se, om beholderen i den indeholder vand, shampoo, whisky eller komponenter til flydende sprængstof," siger lektor Peter Uhd Jepsen, COM·DTU.

Prototype

I kælderen under instituttet arbejder en prototype af skanneren allerede. Et af formålene med arbejdet er at lave et katalog over de signaturer, som en lang række forskellige væsker giver fra sig. Kataloget skal omsættes til en brugergrænseflade, hvor lufthavnens personale får et grønt signal for en kendt, ufarlig væske og et rødt signal for en kendt, farlig væske. Endelig skal der også være et gult signal for ukendte væsker eller andre årsager til, at den pågældende beholder må undersøges nærmere.

"Skanneren kan se gennem plast, glas og pap, men ikke gennem metal. Så hvis man har en smart parfumeflaskon i metal, bliver personalet nødt til at bede passageren åbne tasken. Men mindst 90 procent af passagererne kan gå direkte igennem," siger Peter Uhd Jepsen.

I princippet kan man skanne passagererne, mens de står i køen ved

sikkerhedskontrollen. Man kan også vælge at bygge skanneren sammen med de røntgenskannere, der i forvejen er i lufthavnene. Under alle omstændigheder opnår lufthavne og flyselskaber højere sikkerhed uden at behøve at forsinke passagererne yderligere.

Kernen i skanneren er stråling med frekvenser i terahertz-området (THz). >>



Sikkerhedskontrollen vil blive lettere, når de nye skannere installeres.



Det vil sige stråling, der ligger i området mellem synligt lys og mikrobølger, som vi kender fra mikrobølgeovnen. Mikrobølgestrålingen sætter vandmolekylerne i en middagsret i svingninger, så retten bliver varm, uden at glasskålen eller tallerkenen, der jo ikke indeholder vandmolekyler, varmes op.

Den nye skanner virker grundlæggende på samme måde. Ved hjælp af laserdrevne antenner, der udsender pulser af THz-stråling, sættes vandmolekylerne i en væske i svingninger. Samtidig registrerer en sensor, hvordan vandmolekylerne efterfølgende opfører sig, når de søger tilbage til deres hviletilstand.

Udnytter vands signatur

I vand er vandmolekylerne bundet sammen af kraftige brintbindinger. Når de udsættes for et elektrisk felt, vil de prøve at rette sig ind efter feltet. Pulsen af THz-stråling giver et kortvarigt elektrisk felt. Når feltet forsvinder igen, svinger molekylerne tilbage. Det varer 5-6 picosekunder. Herved genudsender de en del af den absorberede stråling i THz-området.

Det gælder derefter om at trække det nye signal fra signalet for den oprindelige laserpuls, der jo også lå i THz-området. Forskellen er væskens særlige signatur.

Pointen er, at mens rent vand har en bestemt signatur, ændrer signaturen sig, hvis man for eksempel blander sæbestoffer i for at få shampoo eller man blander alkohol i for at få whisky. Ethvert tilsat stof vil påvirke

bindingerne mellem vandmolekylerne. Så hvis man råder over et tilstrækkeligt stort katalog over lagrede signaturer, kan skanneren straks fortælle, hvilken væske der er tale om. Samtidig vil det være nødvendigt at bestråle emnet med THz-stråling med flere forskellige frekvenser for at opnå en sikker signatur.

Undtagelsen er væsker, der slet ikke indeholder vand. De vil kun give et meget lille signal i skanningen. Imidlertid vil den information i sig selv være grund nok til at få alarmer til at lyse rødt. En væske uden vand vil typisk være en meget flygtig og formentlig brandbar væske, som under ingen omstændigheder bør med på flyveturen.

Terahertz-stråling overalt

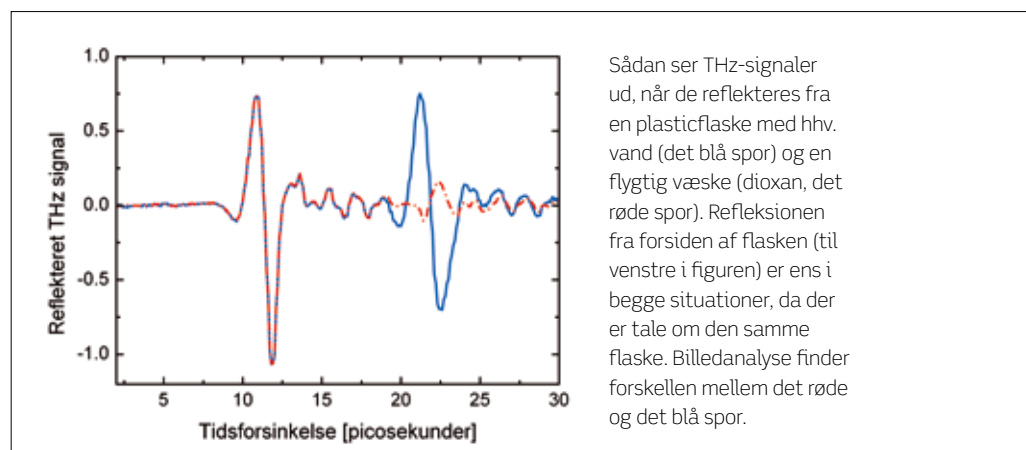
For mange mennesker vil det lyde ubehageligt, at de og deres håndbagage bliver gennemlyst af stråling. Men vi er udsat for THz-stråling i forvejen, uanset hvor vi befinder os.

Faktisk afgiver vi selv THz-stråling hele tiden. Alle legemer eller genstande, som har en temperatur over det absolutte nulpunkt, afgiver varme og dermed også THz-stråling.

"I princippet kan THz-stråling godt være farlig, hvis man skruer nok op for effekten. Men vi har kun brug for få nano-Watt i vores nuværende prototype. Det er langt mindre effekt, end du og jeg hele tiden går rundt og udsender," forklarer Peter Uhd Jepsen.

Når teknologien er så smart og samtidig ufarlig, er det naturligt at spørge, hvorfor der ikke allerede står THz-skannere i enhver lufthavn.

I lang tid var det et problem, at man havde ekstremt svært ved at skelne den THz-stråling, som man skulle bruge i en skanner, fra al den THz-stråling, som omgivelserne hele tiden udsender. Det problem er løst nu, fordi man er i stand til at generere meget korte THz-pulser ved hjælp af en laser. Ved samtidig at have fuldstændigt styr på, hvornår pulsen er generet, er det >>



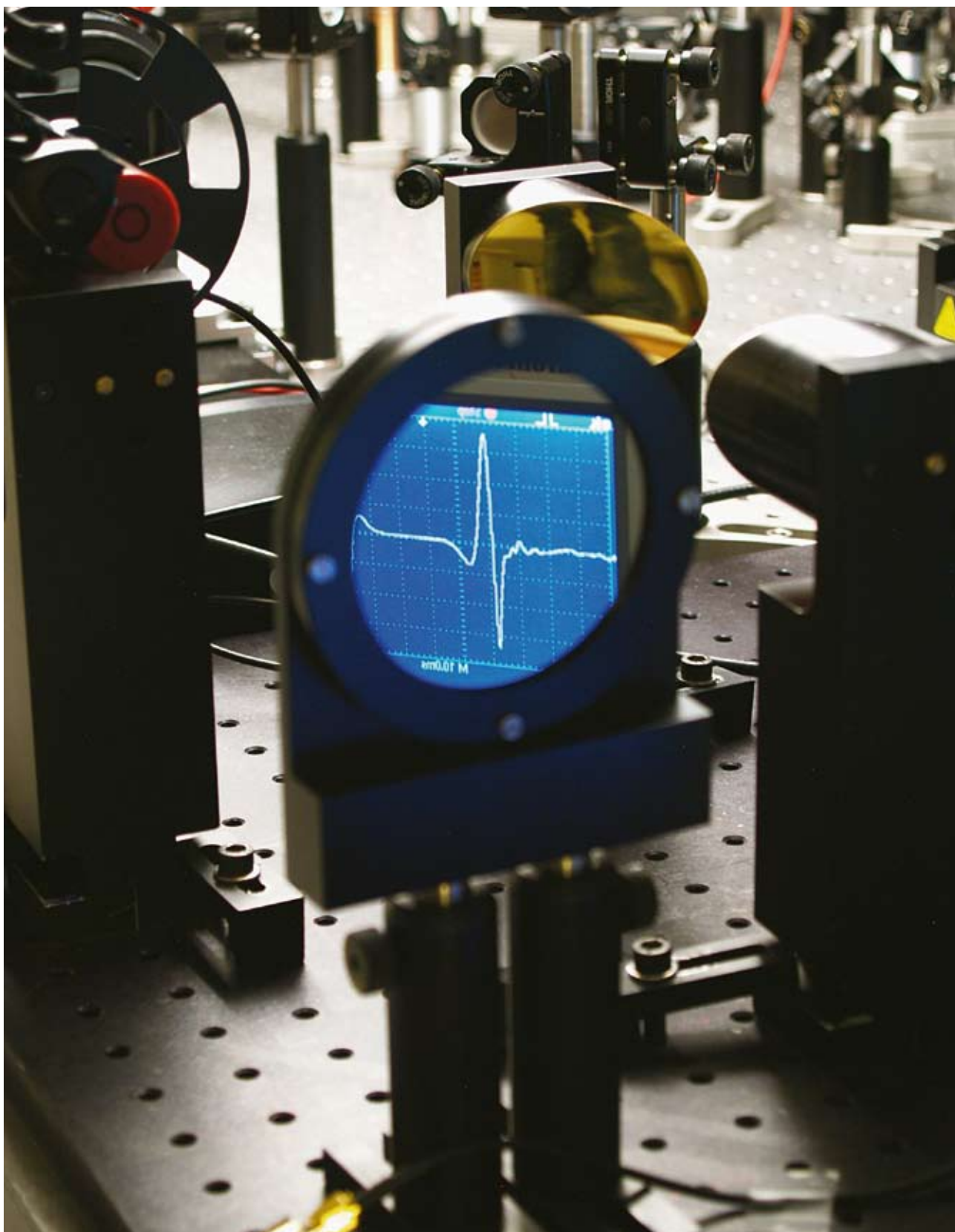


FOTO: JESPER SCHJEL, M/C-DTU

Indtryk fra THz-laboratoriet på DTU. I forgrunden ses en THz-puls på skærmen af et oscilloskop, spejlet i en stor skive galliumarsenid, som ofte anvendes til THz-antenner. I baggrunden ses nogle af de optiske komponenter, der leder THz-pulserne gennem THz-skanneren.



Perspektivet er, at det vil blive muligt at konstatere, om en lille bøtte med et hvidt pulver eller tabletter er kokain, miltbrandsporer eller uskyldige hovedpinepiller.

muligt at følge pulsen tidsmæssigt.

Det andet problem, som forskerne ved COM·DTU og Ørsted·DTU er i gang med at løse i samarbejde med NKT A/S og Koheras A/S, er, at det er vanskeligt at fremstille lasere, der kan udsende THz-stråling med tilstrækkelig stor effekt. Lys med lange bølgelængder er lig med lys, hvor de enkelte fotoner (lyspartikler) har lav energi. Det betyder igen, at jo længere bølgelængde man ønsker, jo lavere effekt kan laseren yde. Indtil for nyligt døde laserne simpelthen ud, når de kom op i THz-området.

Foreløbig er problemet løst i laboratoriet, hvor en sindrig opstilling resulterer i tilstrækkelig stor effekt. Tricket i opstillingen er, at en pulseret laser ved synlige eller

nær-infrarøde bølgelængder bruges til at generere en kort strømpuls i en halvlederkontakt. Når denne kontakt kombineres med en passende antenne, udsendes bredbånd THz-lys.

"Der er selvfølgelig udfordringer, som skal løses, før man har en kommercielt interessant laser, der kan bruges til at generere og måle stråling i THz-området. Omvendt er perspektivet lovende, fordi optiske lasere jo kan fremstilles af glas. Det vil sige, at man formentlig kan opnå komponentpriser, der er en tiendedel af prisen på komponenter til de lasere, vi kender i dag," siger Peter Uhd Jepsen.

Øjenkirurgi

Denne del af udviklingsarbejdet er knyttet til et projekt støttet af Høj-

teknologifonden, som har bevilget støtte med henblik på udvikling af lasere til øjenkirurgi, for eksempel behandling af grå stær.

"Til øjenkirurgi har man brug for præcis de samme egenskaber af laserens, som vi efterlyser til skanneren. Masser af effekt i korte pulser."

Selv om de tekniske forhindringer er ved at blive ryddet af vejen en for en, er der stadig et stykke vej, før man kan stille skannere op i lufthavnene og igen lade passagererne tage deres shampoo med i håndtasken, understreger han:

"Vores nuværende opstilling kan vise, hvad en beholder indeholder, målt i et bestemt punkt. I en lufthavn vil man have brug for et egentligt kamera, der dækker et noget større område."



Ud over at kigge gennem håndtasker og kufferter giver THz-teknologien mulighed for at se gennem passagerernes tøj, der jo ikke indeholder vandmolekyler. Det er på den ene side sikkerhedsmæssigt attraktivt – fordi man kan se et sprængstofbælte – men på den anden side også et indgreb i passagerens privatsfære.

"Jeg tror, at man vil finde løsninger på det problem. En lidt primitiv metode er, at sikkerhedspersonalet ikke ser passagerens ansigt. En mere avanceret metode er at lave systemet, så personalet slet ikke ser noget på skanningen, med mindre der forekommer noget mistænkeligt på billedet. Endda kan man så sørge for, at kun det relevante udsnit af billedet vises for personalet," siger Peter Uhd Jepsen.

Faktisk findes der allerede prototyper af den type systemer i tre lufthavne i USA, Storbritannien og Holland.

"Systemerne omtales ofte som THz-teknologi, men de arbejder ved 100-300 GHz (1 THz er 1000 GHz, red.) og de bruger kun en frekvens. De kan se skjulte objekter under tøjet på en person, men de kan ikke bruges til decideret kemisk genkendelse, som vi interesserer os for," kommenterer Peter Uhd Jepsen.

Hvidt pulver

Apropos kemisk genkendelse ser DTU-forskeren flere perspektiver end skanning af væsker:

"Hvis nu flypassageren har en lille bøsse med et hvidt pulver eller tabletter, vil det være interessant at

vide, om det drejer sig om kokain, miltbrandsporer eller uskyldige hovedpinepiller. Hvidt pulver består som oftest af mikrokrystaller. På samme måde, som vi kan "føle" brintbindingerne i vand, vil der også være karakteristiske svingningsmønstre, når man udsætter forskellige typer mikrokrystaller for THz-stråling." Lige nu laver vi grundforskning, hvor vi prøver at forstå de signaturer, som vi ser i skanningerne. Hvad er det, der svinger inde i stofferne?"

Er skinken pumpet?

I det hele taget har teknologien mange andre perspektiver end sikkerhedskontrol i lufthavne.

"Fødevarerkontrol er et lovende område. Hvad er fedtprocenten i mælken? Er skinken pumpet op med vand? Man kan også tænke på afsløring af ujævnheder i støbte emner eller lommer af luft i kompositmaterialet til en vinge til en vindmølle. Er fibrene i kompositmaterialet orienteret rigtigt?"

Den type materialeundersøgelser er vanskelige i dag, med mindre man da har adgang til en synkrotron eller lignende dyre forskningsanlæg.

"Røntgenstråling har ikke nok kontrast til, at man kan se strukturerne i materialet ordentligt, mens mikrobølger til gengæld ikke har god nok opløsningssevne. THz-stråling kan være det rigtige kompromis." <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER:

Lektor Peter Uhd Jepsen,
jepsen@com.dtu.dk

LUFTHAVNE STÅR PÅ SPRING

En skanner, der kan gøre sikkerhedskontrollen hurtigere og lettere, står i høj kurs, mener kommunikationschef Anette Haaning, Københavns Lufthavne:

"Alle lufthavne kigger i øjeblikket efter udstyr, der både kan give et højt sikkerhedsniveau og bedre komfort for passagererne."

Især nyheden om, at skanneren kan afgøre, hvilken type væske der befinder sig i en beholder i en taske, vækker glæde.

"Vores passagerer synes tit, at reglerne om væsker i håndbagagen er ulogiske og besværlige. Samtidig kan vi konstatere, at hvor vi tidligere brugte en bakke per passager i forbindelse med sikkerhedstjek af deres tøj og håndbagage, bruger vi i dag tre bakker per passager. Det tager naturligvis længere tid, og i det hele taget er der flere ting, passagererne skal igennem nu. Det er noget, som vores sikkerhedsmedarbejdere ofte hører," siger Anette Haaning.

For en ordens skyld understreger kommunikationschefen, at Københavns Lufthavne ikke er frit stillet til at investere i nyt sikkerhedsudstyr:

"Vi er afhængige af, at udstyret skal være myndighedsgodkendt. Men vi følger udviklingen inden for udstyr til sikkerhedskontrol med meget stor interesse. Når der foreligger en godkendelse, har vi tænkt os at være blandt de første, der investerer."

Operaen i København bruger LED i balkonen. Belysningen kan reguleres i takt med stemningen.

DIODELYS INDTAGER SCENEN

Lys-emitterende dioder (LED) udnytter energien særdeles effektivt. Nu er de også i stand til at levere lys i en kvalitet, der kan slå glødepærer og halogenspots af banen

MORTEN ANDERSEN >

Lækkert lys. Så kort kan argumentet for at købe belysning baseret på lys-emitterende dioder (LED) sammenfattes. Ifølge programleder Paul Michael Petersen, Risø DTU, har centret udviklet en ny type LED-lyskilder, som giver verdens lækreste lys.

"Nøglen til forbrugernes accept er god lyskvalitet og flot design. I forhold til glødepærer og halogenspots giver LED en meget stor besparelse på elregningen, men desværre er det ikke nok til at overbevise forbrugerne. Det kan vi jo lære af erfaringerne med sparepærer. Derfor er vores filosofi at udnytte de muligheder, som

LED giver til at skabe enestående god lyskvalitet. Samtidig skal dioderne indbygges i flot designede lamper," siger Paul Michael Petersen, der leder forskningsarbejdet sammen med seniorforsker Carsten Dam-Hansen.

En lysdiode er en lille elektronisk halvlederchip, der i sig selv udsender lys, når man sender strøm gennem den. Der er ikke som i andre lyskilder glødeetråde eller gasser under tryk. Dermed bliver en meget stor del af den effekt, man sender ind i dioden, omsat til lys. Risø-forskerne har udviklet en 5-6 Watts LED-lyskilde, der giver samme lysstyrke som en gløde-

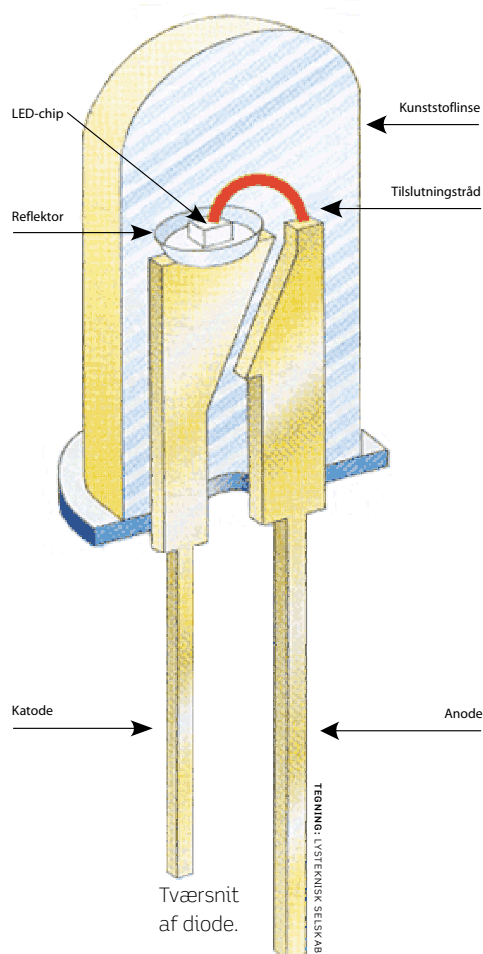
pære på 25-40 Watt. I betragtning af, at 16 procent af det danske elforbrug går til belysning, vil et skift fra glødepærer til LED betyde et drastisk bidrag til at sænke vores energiforbrug.

"Der er ingen tvivl om, at glødepæren er på vej ud. Man kan simpelthen ikke forsvare så stort et spild af energi, som verden ser ud i dag," siger Paul Michael Petersen.

Faktisk har Australien allerede besluttet at udfase glødepæren over de næste tre år, mens Norge er på vej, og andre europæiske lande ventes at følge efter. >>



FOTO: LVSTENISK SELSKAB



"Men vi må erkende, at folk er rigtig glade for glødepæren, fordi den simpelthen giver et smukt lys. Derfor mener jeg ikke, at det vil være anstændigt at forbyde den uden at kunne tilbyde noget, der er lige så godt," siger Risø-forskeren.

Men hvorfor nøjes med et lige så smukt lys som glødepæren, hvis man kan lave noget, der er endnu smukkere?

I et laboratorium på Risø står to sorte bokse, hvor en side er taget af. I hver boks er anbragt et farvekort, der minder om dem, man får udleveret hos farvehandleren. I toppen af den ene boks er anbragt en almindelig 60 Watt glødepære. I den anden er anbragt en lyskilde, som består af mange forskelligfarvede lysdioder. På en pc ved siden af boksen kan Paul

Michael Petersen skrue op og ned for de enkelte dioder.

Skiftene ændrer opfattelsen af farverne i farvekortet radikalt. Der er også programmeret en række standardkombinationer ind. En af dem giver et lys, der svarer til glødepæren i naboboksen. En anden giver et lys, der svarer til udendørs dagslys. En tredje svarer til lyset fra Månen.

Ændrer stemningen

"Pointen er, at man kan ændre stemningen i et rum, som man har lyst til. Man kan også kode en rytme ind, så lyset automatisk ændrer sig i løbet af døgnet. For eksempel så stuen får et skær, der svarer til en solnedgang, om aftenen. Vi lever jo i en tid, hvor folk godt kan lide at præge deres omgivelser individuelt, så det er jeg overbevist om, at der vil være kunder til," siger Paul Michael Petersen.

Der er objektive mål for lysets styrke (som måles i enheden Lumen), for evnen til at gengive farver korrekt (måles i Ra) og endelig for lysets farvetone (er lyset varmt eller koldt – det måles i grader Kelvin).

I alle tre kategorier klarer LED-lyskilden sig rigtig godt. Eller som Paul Michael Petersen udtrykker det:

"De resultater, vi har opnået, er blandt de bedste i verden. Ærgerligt nok er dioderne især kendt fra de små cykellygter, der giver lys af meget lav kvalitet. Derfor er folk kommet til at sætte lighedstegn mellem LED og

dårlig lyskvalitet. Det billede skal vi nu have vendt!"

Et af redskaberne er software, som gør det let at ændre forholdet mellem de farvede dioder. Den skal nu indbygges i kommercielle produkter, som er mere kompakte end de prototyper, som står i laboratoriet.

Et andet redskab er en holografisk diffusor, som sørger for at sprede lyset fra dioderne. Selv når man stikker hovedet ind i den sorte boks og kigger lige op i lyskilden, kan man ikke se, at den består af røde, blå og grønne punktkilder. Man fornemmer kun det samlede lys, som kilden aktuelt er indstillet til at give.

"Den holografiske diffusor er vores helt essentielle bidrag. Hvis folk skal acceptere en lyskilde baseret på dioder, duer det ikke, at den ligner noget fra et tivoli, når man kigger op i den," siger Paul Michael Petersen.

Diffusoren er fremstillet på Risø's nano-plotter, der er i stand til at fremstille



Den amerikanske delstat Californien har satset massivt på at gå over til LED i trafiklys. US Department of Energy oplyser, at efter at halvdelen af trafiklysene var udskiftet, svarer den årlige energibesparelse til elforbruget i knap 60.000 amerikanske hjem.



Da lysdioder ikke afgiver varme, er de skånsomme over for udstillede genstande på museer. Rosenborg er begyndt at bruge LED-belysning i et af skatkamrene. Her ses en pragtvase i elfenben.

meget detaljerede optiske mønstre. Den sørger for at sprede lyset, så det bliver mikset og sendt i alle retninger få millimeter efter, det har forladt lyskilden.

Prisen

Den eneste ulempe ved LED i forhold til andre lyskilder er prisen, forklarer Paul Michael Petersen:

”De fleste mennesker vil nok kvie sig ved at betale 200-300 kr. for en lyskilde. Men hvis lyskilden er indbygget i et møbel eller en dekorativ lampe i et godt design, så bliver selve lyskildens pris ikke så afgørende.”

Desuden kan man håbe, at virksomheder vil tænke mere langsigtet end private forbrugere. Her vil det spille kraftigt ind, at de bedste LED har en levetid på 50-100.000 timer mod en normal glødepæres 1.000 timer.

Specielt butikker burde være et stort marked, mener Risø-forskeren:

”Traditionelle spots afgiver en stor mængde varme, som er et problem både for de ansattes arbejdsmiljø og for holdbarheden af mange typer varer. Derfor er man nødt til at køle butikkerne. Det slipper man for ved at bruge dioder.” <

YDERLIGERE OPLYSNINGER:

Programleder, adjungeret professor
Paul Michael Petersen,
paul.michael.petersen@risoe.dk

KONGELIGE SKATTE I DIODELYS

Ædelt guld skal belyses rigtigt for at komme til sin ret. Sådan lyder begrundelsen for, at de kongelige skatkamre på Rosenborg i årevis har været oplyst af lyskilder med dårlig energiuudnyttelse. Guldet tager sig bedst ud, når det belyses med lyskilder, der har et varmt, gulligt farvespektrum. Derfor har man ikke kunnet bruge almindelige lyskilder.

Nu har et samarbejde med Risø DTU og firmaet Lumodan skabt en løsning, hvor skattene i det største af de tre skatkamre belyses med LED (lys-emitterende dioder).

”Ud over at vi sparer på elregningen, er det en stor fordel, at LED ikke afgiver varme til luften. I det ældste skatkammer bruger vi for eksempel de såkaldte pinol-pærer, som også giver et flot gulligt lys, men ulempen er, at temperaturen i kammeret stiger markant. Samtidig falder den relative luftfugtighed. Det vil sige, at man har store udsving i temperatur og fugtighed hver dag, afhængigt af, om lyset er tændt eller slukket. Det skaber problemer for holdbarheden af materialer som træ og stof i kamrene,” forklarer chefkonservator Hanz Nyström fra De Danske Kongers Kronologiske Samling på Rosenborg, som skatkamrene officielt hedder.

”Med LED holder vi udsvingene i temperatur på mindre end plus/minus 1°C og udsvingene i fugtighed på under 1 procentpoint. Det er vi meget tilfredse med.” <

Avanceret billedbehandling er med til at stille bedre diagnoser

NÅR HJERNEN BLIVER

MORTEN ANDERSEN >

Europa ældes. Derfor er det en ekstra god nyhed, at nye metoder i hjerneforskningen kan hjælpe med at afdække graden af ældres skavanker. Lægerne kan stille bedre diagnoser og dermed sætte ind med relevant forebyggelse og behandling, så vi får en bedre alderdom.

"Ligesom resten af kroppen forandrer hjernen sig med alderen. Ved at kombinere tekniske analyser af skanningsbilleder med lægelige observationer kan vi afsløre, om forandringerne er harmløse eller har betydning. For eksempel om personen har risiko for at udvikle gangbesvær, forringet hukommelse eller dårlig balance," siger professor, overlæge, dr. med. Gunhild Waldemar, Hukommelsesklinikken ved Rigshospitalet.

Sammen med overlæge, dr. med. Egill Rostrup, Hvidovre Hospital, leder Gunhild Waldemar den danske gren af et europæisk forsøg, hvor ældre følges gennem en periode på tre år. Flere end 700 mennesker deltager

Dermed er der tale om verdens største forsøg på området.

Forsøget har afsløret, at der er en sammenhæng mellem nedsat funktion og pletter i den hvide substans i hjernen, som man kan se på skanningsbilleder.

"De fleste ældre får efterhånden mange små pletter på huden. Det er ikke noget, som vækker bekymring. På samme måde kunne man godt forestille sig, at pletterne i den hvide substans var harmløse. Vores resultater viser imidlertid, at pletterne faktisk betyder, at personen har en øget risiko for at udvikle sygdomme i hjernen," siger Gunhild Waldemar.

Billeder skal fortolkes

I forsøget bruges MR-skanning (Magnetisk Resonans), som er kendetegnet ved høj opløsning og god kontrast i områder med blødt væv. Samtidig er metoden uden risiko for forsøgspersonerne. Hjerneskanningerne står ikke alene, men modsvares af test,

hvor deltagerne i forsøget skal gå, tale og huske oplysninger.

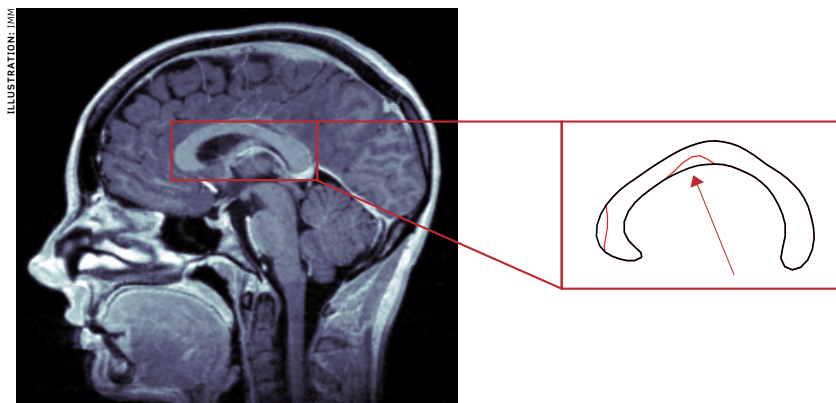
"Deltagerne bliver skannet ved starten af forsøget og igen, når de tre år er gået. På den måde kan vi finde forandringer, der er indtrådt i løbet af de tre år, og koble dem til, om der er sket ændringer i de kliniske observationer," siger Gunhild Waldemar.

"I nær fremtid vil vi kunne bruge resultaterne til at se, om en person, der skannes, er i risikogruppe for bestemte sygdomme, eller om der er andre risikofaktorer som for eksempel sukkersyge, som man skal holde særligt øje med."

Den tredje danske deltager i det europæiske projekt er DTU's institut Informatik og Matematisk Modellering (IMM).

DTU-forskernes rolle er at udvikle metoder til hurtig og præcis fortolkning af de billeder, som lægerne får via skanninger af hjernen.

"For at kunne se forandringer må man først vide, hvad der er den



Tværsnit af en hjerne, som viser området corpus callosum - et bundt af nervefibre, som strækker sig på tværs af hjernen og forbinder de to hjernehalvdele. Nærbilledet viser den gennemsnitlige struktur på baggrund af en lang række skanningsbilleder. De røde linjer markerer typiske afvigelser, som er forbundet med gangbesvær. Deformationen, som er markeret med en pil, viser et område af corpus callosum, som er kendt for at være forbundet med motorikken.

ÆLDRE

normale struktur. I biologien er der relativt vide rammer for, hvad der er normalt. Det er man nødt til at have styr på for at afgøre, om en konkret afvigelse fra det forventede har betydning i forhold til evnen til at tale, gå eller andre funktioner,” siger Karl Sjöstrand, ph.d.-studerende på IMM.

Hjælp amerikansk universitet

Karl Sjöstrand måtte en omvej til USA inden det europæiske projekt. Som et led i sit ph.d.-projekt tilbragte han seks måneder ved University of California i San Francisco. Her lykkedes det ham at udvikle software, som giver en hurtigere og mere sikker billedanalyse i forhold til den, som det amerikanske universitet brugte tidligere. Den bedrift indbragte en invitation til et samarbejde mellem instituttet på DTU og de europæiske læger. Til stor glæde for Karl Sjöstrands vejleder, lektor Rasmus Larsen:

”Vi ser et stort potentiale i at lave projekter i samarbejde med sund-

hedssektoren. Tendensen er jo, at sundhedssektoren på den ene side skal overkomme mere, og på den anden side er der begrænsede mængder af penge. Sektoren er altså nødt til at øge sin produktivitet. For at gøre det må man kunne stille korrekte diagnoser tidligere.”

”I fremtiden vil skannerne automatisk kunne sammenligne de nye billeder med tidligere cases fra en slags computerbaseret anatomisk atlas. Ud fra de tidligere patienters diagnoser og prognoser vil man kunne få forslag til behandling for den nye patient,” uddyber Rasmus Larsen.

Grå eller hvid pixel?

På Rigshospitalets Hukommelsesklinik understreger Gunhild Waldemar, at skanningsbilleder ikke kan stå alene:

”Billederne skal altid ses i sammenhæng med de kliniske observationer og omvendt. DTU-forskerne er gode til at give os nogle tekniske mål, når

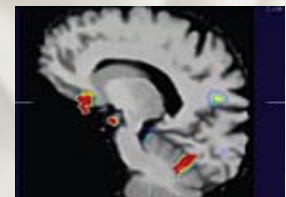


ILLUSTRATION: IMM

Billedet viser områder i hjernen, hvor man har fundet karakteristiske forandringer hos mennesker med lettere hukommelsesproblemer.

vi skal vurdere skanningsbillederne. Selv om man både har set tusindvis af skanningsbilleder og de personer, der er taget billeder af, kan der være ting, som er svære at vurdere med det blotte øje. Skal den enkelte pixel i billedet betegnes som hvid eller grå? Det udregner værktøjet for os. Man kan godt fornemme, om der er mange eller få pletter på et billede, men her får vi et helt nøjagtigt mål.” <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER:
Lektor Rasmus Larsen, rl@imm.dtu.dk

”Ligesom resten af kroppen forandrer hjernen sig med alderen. Ved at kombinere tekniske analyser af skanningsbilleder med lægelige observationer kan vi afsløre, om forandringerne er harmløse, eller om personen har risiko for at udvikle f.eks. gangbesvær, forringet hukommelse eller dårlig balance,” siger professor, overlæge, dr. med. Gunhild Waldemar, Hukommelsesklinikken ved Rigshospitalet.

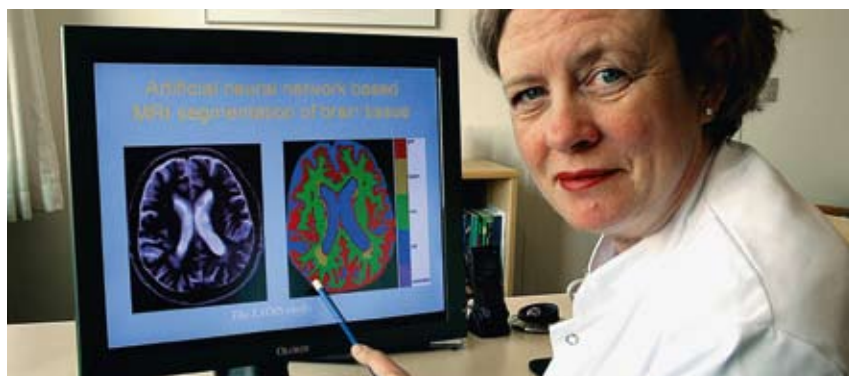


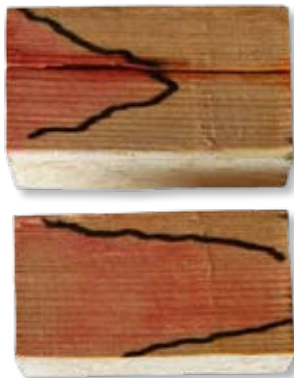
FOTO: BO JÄRNER

STRØM GIVER NYT LIV TIL HISTORISK TRÆVÆRK

Epokegørende metode til at bevare gammelt træ skal testes i praksis på loftsbjælke fra Frederiksborg Slot

PIA JØRNØ >

Laboratorieforsøg viser tydelig forskel på imprægneringsmidlets indtrængen (de røde områder) med og uden strøm. Den nederste klods har været påtrykt en strøm på 0,5 milliampere i fire dage, mens der ikke har været strøm på den øverste klods. Klodserne er fem centimeter lange og har et vandindhold på 35 pct.



I dag beskytter man gammelt træværk ved at smøre imprægneringsmiddel på overfladen. Men det er ofte vanskeligt at komme ind til alle flader i trækonstruktionen, når man samtidig ønsker at ødelægge mindst muligt. Imprægneringen er desuden længe om at trænge ind i træet. Indtrængningen er kun nogle få centimeter per halve år. Og det duer ikke at fremskynde processen ved at sætte træet under tryk, for trykket kan let deformere de gamle træelementer, så de ikke længere passer i konstruktionen. En stor del af træet står med andre ord ubeskyttet i lang tid efter behandlingen, og det betyder fare for angreb fra råd, svamp eller skadedyr.

Nu er der imidlertid en helt ny, lovende imprægneringsmetode under udvikling på BYG·DTU med støtte fra Skov- og Naturstyrelsens produktudviklingsordning. De hidtidige resultater har vist, at metoden kan beskytte træet meget hurtigt og dermed sætte en effektiv stopper for eventuelle nye angreb.

”Vi smører imprægneringsmiddel på træet og sender derefter en svag strøm igennem. Strømmen får midlet til at trænge hurtigt ind i træet, faktisk flere centimeter på få dage,” fortæller Iben Vernegren Christensen, adjunkt ved BYG·DTU og ankerkvinden bag den nye metode.

Miljøvenlig

Som imprægneringsmiddel bruger Iben V. Christensen en boropløsning, der både er miljøvenlig og imprægnerer effektivt. ”En ren borsyreopløsning er ikke elektrisk ladet i det pH-område, vi kan bruge i træ, så den bevæger sig ikke, uanset hvor meget strøm man påtrykker. Derfor har vi blandet vinsyre i,” forklarer hun. Vinsyre er elektrisk ladet, og den binder sig kemisk til boropløsningen, således at det hele bevæger sig, når det påvirkes af strøm.

”Såvel vores teoretiske viden som vores hidtidige forsøg viser, at vinsyren ikke skader træet. Blandingen har en pH-værdi på cirka 4, en værdi som træ har det godt med, for det har selv



Slots- og Ejendomsstyrelsen restaurerer for tiden Frederiksborg slot i Hillerød.

en pH-værdi på 4 til 5,” tilføjer Iben V. Christensen.

Boropløsningen trænger hurtigt ind, når strømmen transporterer den langs træets fiberretning. Men imprægneringen trænger også relativt hurtigt ind, når man lader strømmen gå på tværs af fiberretningen. Og dét kan vise sig at blive en kæmpe fordel, når man skal restaurere træværk gemt bag historiske gesimser, gulve og smukke stuklofter:

”Man kan forestille sig, at man kun bryder et gulv op nogle få steder, smører opløsningen på det træ, man kan komme til, og sætter strøm til. På den måde vil man formentlig kunne sprede imprægneringsmiddel overalt i træbjælken. Og strømstyrken er kun på få milliampere – en så lille strøm, at den hverken er skadelig for mennesker eller træ,” siger Iben V. Christensen.

Den nye imprægneringsmetode bliver vel modtaget i museums- og bevaringskredse:

”Over hele verden er der masser af strukturmæssige problemer med at undgå at ødelægge unikke historiske

udsmykninger, når man skal restaurere træværk. Der kan denne imprægneringsmetode få stor berettigelse,” siger seniorrådgiver Poul Klens Larsen fra Nationalmuseets Bevaringsafdeling.

”Det vil være glimrende, hvis metoden kan bruges sådanne steder, for det er jo nogle ret fine ting, vi går og passer på,” supplerer afdelingsarkitekt Charlotte Valerius fra Slots- og Ejendomsstyrelsen, der har ansvaret for at vedligeholde de mest kendte slotte og haver i Danmark.

International opmærksomhed

Iben V. Christensens metode har også fået international opmærksomhed, fordi den er original og nyskabende. Den vil f.eks. være interessant i forbindelse med bevarelse af det svenske Vasaskib. Træet i Vasaskibet er ganske vist konserveret, men forskerne er nervøse for at det kan tage skade af det jern, der sidder tilbage som rester af skibets oprindelige jernsøm.

”Måske kan vi udvikle en teknik, hvor vi bruger strøm til at trække jernet ud af træet fra skibet,” siger Iben

V. Christensen. Jernet optræder nemlig som jernioner, altså som elektrisk ladede jernpartikler.

”Det vil være en omvendt metode, hvor vi ikke vil imprægnerer, men forsøge at få strøm til trække ioner *ud* af træ – i modsætning til imprægneringsmetoden, hvor vi bruger strøm til at transportere ioner *ind* i træ,” understreger hun.

Men lige for tiden handler det om de kommende fuldskalaforsøg med imprægneringsmetoden: ”Hvis vi kan få elektroimprægneringen til at virke på de gamle træbjælker fra Frederiksborg Slot, så er vi tæt på en sidste udviklingsfase, hvor vi gør denne metode brugbar for restaureringsfirmaer over hele verden,” siger Iben V. Christensen. <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER:

Adjunkt Iben Vernegren Christensen,
ic@byg.dtu.dk

DTU'S LEDELSE OG ORGANISATION

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 har en institutdirektør eller centerdirektør

DIREKTION



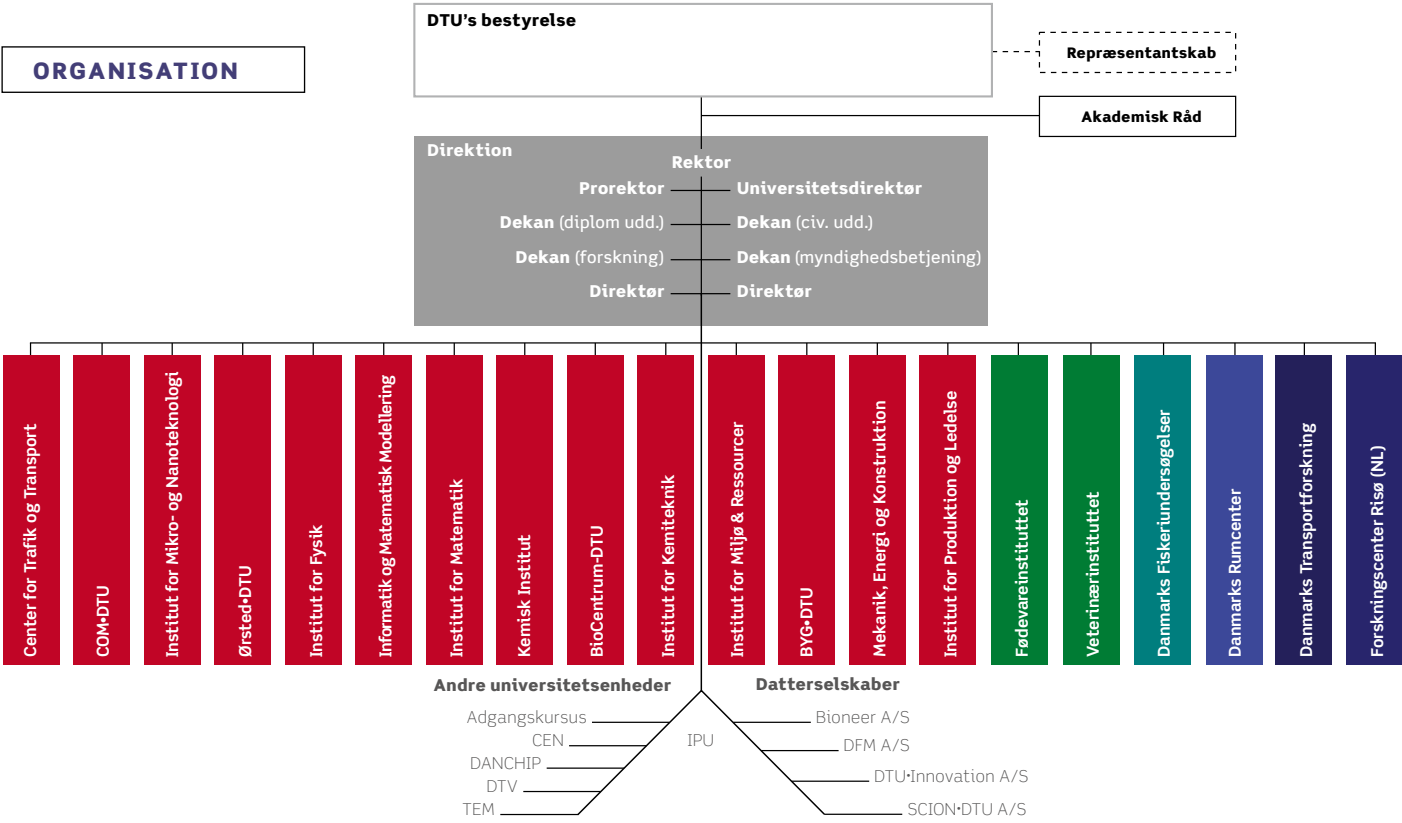
Forreste række fra venstre: Uddannelsesdekan Gunnar Mohr, prorektor Knut Conradsen, rektor Lars Pallesen og uddannelsesdekan Helge Elbrønd Jensen.
Bagerste række fra venstre: Direktør Niels Axel Nielsen, konstitueret institutdirektør Jørgen Kjems, universitetsdirektør Claus Nielsen og forskningsdekan Kristian Stubkjær.

BESTYRELSE



Forreste række fra venstre: Dan Rosbjerg, Greta Jakobsen, Mogens Bundgaard-Nielsen (formand), Ann Mirjam Fugl-Meyer, Alf Duch-Pedersen, Birgit W. Nørgaard. Bagerste række fra venstre: Finn Helmer, Erik Bisgaard Madsen, Merete Bolgann, Allan Hornstrup, Henrik Ringgaard Pedersen, Mads Krogsgaard Thomsen, Anne Marie Lassen-Nielsen, Jens Rostrup-Nielsen, Elsebeth Budolfson.

ORGANISATION



INSTITUTTER MM.

BIC · BIOCENTRUM-DTU

Biobrændstoffer: energi fra biomasse · Fødevareproduktion, -bioteknologi, -kvalitet og -sikkerhed · Industriel bioteknologi: cellen som kemisk fabrik · Bioinformatik og systembiologi, herunder nutrigenomics og immunologi · Udvikling af nye lægemidler mod infektionssygdomme



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

CTT · CENTER FOR TRAFIK OG TRANSPORT

Intelligente transportsystemer · Transportoptimering · Design af transportnetværk · Maritim logistik · Logistik og transport · Trafik- og transportmodeller · Geografiske informationssystemer · Beslutningsmodeller og vurderingsmetoder · Kollektiv trafik · Jernbaner · Trafikinformatik · Trafikteknik · Trafikplanlægning · Trafiksimulationsmodeller · Road pricing



OLI G. MADSEN, centerdirektør
ogm@ctt.dtu.dk · Tlf. 45 25 15 26

BYG·DTU · INSTITUT FOR BYGGERI OG ANLÆG

Bygningsprojektering · Konstruktioner i beton, stål, træ, glas og tegl · Byggematerialer · Geoteknik og ingeniørgeologi · Brandteknik · Bygningsinstallationer, -fysik og -energi · Solvarme · Byledelse · Planlægning og ledelse af byggeri · Facilities Management · Arktisk teknologi



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

DANCHIP

Offentligt, nationalt laboratorium inden for mikro- og nanoteknologi med adgang for både akademiske og industrielle brugere · Aktiviteter er rettet mod både forskning, uddannelse, udvikling og produktion, ligesom der er vægt på innovation og teknologioverførsel



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

CEN · CENTER FOR ELECTRON NANOSCOPY

CEN vil rumme en unik klynge af 7 elektronmikroskoper. Centeret etableres i en ny specialdesignet bygning 314. CEN's faciliteter skal primært støtte ultraavanceret forskning og uddannelse inden for nanoteknologi og materialeteknologi på DTU.



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

DFU · DANMARKS FISKERIUNDERSØGELSER

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



NIELS AXEL NIELSEN, direktør
nan@difres.dk · Tlf. 33 96 33 01

COM·DTU · INSTITUT FOR KOMMUNIKATION, OPTIK OG MATERIALER

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



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

DRC · DANMARKS RUMCENTER

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

DTF · DANMARKS TRANSPORTFORSKNING

Transportøkonomi og -politik · Trafikpsykologi og trafik-sikkerhed · Modellering af passager- og godstransport samt trafikantadfærd · Bæredygtig transport · Markeder og regulering · Værdisætning af rejsetid · Cost Benefit analyse · Ulykkesanalyse og forebyggelse · Unge bilisters risikofaktorer · Sikker mobilitet for ældre · Alkohol i trafikken · Jernbanesikkerhed

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

**FYS · INSTITUT FOR FYSIK**

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

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

**DTV · DANMARKS TEKNISKE VIDENCENTER**

Informations- og forskningsformidling, herunder Universitetsbiblioteket samt lærings- og studiemiljø · Systemudvikling (udvikling og drift af systemer for videnskabelig information), didaktik og pædagogik for undervisere (herunder anvendelse af it i undervisningen) · Metodisk arbejde med kvalitetsudvikling, herunder uddannelsesevaluering, forskningsanalyse og benchmarking · Teknologihistorie

ANNETTE WINKEL SCHWARZ, direktør
aws@dtv.dk · Tlf. 45 25 73 20

**IMM · INFORMATIK OG MATEMATISK MODELLERING**

Scientific computing · Matematisk statistik · Grafik og billedanalyse · Intelligent signalbehandling · Operationsanalyse · Indlejrede software- og hardware-systemer · Sikre og pålidelige it-systemer · Software engineering · Algoritmik, logik og videnbaserede systemer · Tjenester og net · Informations-systemer · Marked og politik

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

**FOOD · FØDEVAREINSTITUTTET**

Forskning inden for mikrobiologisk og kemisk fødevarer-sikkerhed, 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 fødevarer-sikkerhedsberedskab.

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

**IPL · INSTITUT FOR PRODUKTION OG LEDELSE**

Materialeteknologi og -udvikling · Mikro/Nano produktion og procesudvikling · Produktions- og virksomhedsledelse · Innovation og bæredygtighed

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

**FORSKNINGSCENTER RISØ**

Nationallaboratorium · Forfølger strategiske, nationale og internationale mål inden for bæredygtig energi. Målene udvikles i tæt samarbejde med eksterne partnere · Har endvidere fokus på sundhedsrelateret teknologi, innovation og uddannelse.

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

**KI · KEMISK INSTITUT**

Bæredygtig og grøn kemi: Katalysatorer, miljøvenlig og resurseffektiv 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, vandeledning, brintlagring, fornybare brændstoffer, røggasrensning · Analyse: Kvalitetssikring, retskemi

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



KT · INSTITUT FOR KEMITEKNIK

Kemisk og biokemisk procesteknik ·
 Matematisk modellering og modelanalyse ·
 Separationsprocesser · Teknisk termodynamik ·
 Reaktionsteknik · Enzymteknologi · Katalyse og Bio-
 katalyse · 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

**M&R · INSTITUT FOR MILJØ & RESSOURCER**

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

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

**MAT · INSTITUT FOR MATEMATIK**

Geometri ·
 Dynamiske systemer ·
 Kodningsteori · Kryptologi ·
 Topologioptimering ·
 Anvendt funktionalanalyse

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

**VET · VETERINÆRINSTITUTTET**

Forskning og udvikling af diagnostiske tests og vacciner,
 forskning i sygdomsudvikling, mikrobiologi, immunologi, vac-
 cinologi og epidemiologi · Huser internationalt forsknings-
 center for veterinær epidemiologi (International EpiLab) ·
 Nationalt og EU/OIE referencelaboratorium for husdyr-
 sygdomme · 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

**MÆK · INSTITUT FOR MEKANIK, ENERGI OG KONSTRUKTION**

Faststofmekanik · Fluidmekanik ·
 Energisystemer · Energiomsætning ·
 Indeklima · Konstruktion ·
 Produktudvikling · Maritime konstruktioner ·
 Vandbygning

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

**ØRSTED·DTU**

Akustisk teknologi · Automation ·
 Elektronik og elektromagnetiske systemer ·
 Elteknologi · Medikoteknik

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

**MIC · INSTITUT FOR MIKRO- OG NANOTEKNOLOGI**

Mikroelektromekaniske systemer ·
 Procesteknologi · Optiske sensorer ·
 Biosensorer · Teoretisk nanoteknik ·
 Laboratorium på chip · Bioteknologi ·
 Nanoteknologi

PIETER TELLEMAN, institutdirektør
 director@mic.dtu.dk · Tlf. 45 25 57 57



DET SKER PÅ DTU

TID OG STED	AKTIVITET	ARRANGØR	INFO
27. september kl. 14 Glassalen DTU campus bygning 101 A	H.C. Ørsted Lecture Professor Sir John Meurig Thomas, University of Cambridge: "Unpredictability and Chance in Scientific Progress".	DTU	Tilmelding til Pia Christoffersen, pch@adm.dtu.dk
24. - 26. oktober DTU campus	B150 masterclass: Integrated Design of Low-Energy Buildings Focus is on the first part of the design process. Methods will be used based on listings of the functional requirements of buildings, preparation of space of solutions, optimization analyses and decision processes. Registration is necessary.	BYG-DTU	www.b150.dtu.dk Merete Holmer-Bretlau, mhb@byg.dtu.dk
25. oktober Kl. 16-17 DTU campus auditorium 81 bygning 116	B150 lecture Thomas Herzog: Energy concepts - from initial phases to completion Free public lecture in celebration of the 150th anniversary of civil engineering education in Denmark.	BYG-DTU	www.b150.dtu.dk Merete Holmer-Bretlau, mhb@byg.dtu.dk
16. november kl. 12 DTU campus	B150 Anniversary Conference The B150 conference celebrates the 150th anniversary of civil engineering education in Denmark. The conference is organised by the Department of Civil Engineering, BYG-DTU, together with the professional societies in civil engineering in Denmark. The conference will be attended by a prominent selection of R&D and top managers of the Civil Engineering profession in Denmark. The Conference is the culmination of a number of prestigious lectures, workshops, master classes and events that are taking place throughout 2007. The jubilee year scientific results will be documented in an edited book during spring 2008.	BYG-DTU	www.b150.dtu.dk Merete Holmer-Bretlau, mhb@byg.dtu.dk
16. november kl. 13-14 DTU campus bygning 101 indgang E/F	B150 lecture Cecil Balmond, Arup: "The challenges of Civil Engineering" Free public lecture in celebration of the 150th anniversary of civil engineering education in Denmark. Please register before November 10 2007. Participants in the B150 anniversary conference do not need to register separately for this event.	BYG-DTU	www.b150.dtu.dk Merete Holmer-Bretlau, mhb@byg.dtu.dk
22. november DTU campus	B150 workshop Traffic 2007 - Models and Infrastructure.	CTT	www.b150.dtu.dk Merete Holmer-Bretlau, mhb@byg.dtu.dk
29. - 30. november Oticon Salen DTU campus	Konference Mobile Media, 4th International CICT Conference.	CICT, IMM	http://conf2007.cict.dtu.dk
17. - 22. august 2008 DTU campus	Konference The 11th International Conference on Indoor Air Quality and Climate	MEK	info@indoorair2008.org

MENTOR•ING GAV ET SKUB

Studerende fik bedre overblik over studievalg og kom hurtigt i gang med jobsøgning under mentorforløb

PETER HOFFMANN >

Sidste år blev projekt Mentor•Ing søsat for diplomingeniørstuderende på DTU. Projektet går ud på, at 1-2 studerende ud fra interesser og fag får tildelt en mentor. Mentorerne er ingeniører, der allerede har samlet erfaring på arbejdsmarkedet. De skal rådgive de studerende om karrierevalg, jobsøgning eller uddannelse.

"Jeg synes, det er et rigtig godt tilbud til de studerende," siger studerende Bo Salomonsen. Hans begejstring deles af studiekammeraten Nina Hartling, der sammen med ham har været nogle af de første til at afprøve den nye ordning.

Deres mentor er kemiingeniør Sune Jakobsen fra Novozymes.

- Jeg har sagt ja, fordi jeg gerne vil bidrage med mine erfaringer og måske hjælpe de studerende videre rent fagligt. Samtidig giver mentorprojektet indblik i, hvilke kompetencer de nye studerende har med nu," siger Sune Jakobsen.

Nina Hartling arbejder sammen med Bo Salomonsen på et fælles af-

gangsprojekt. Hun vil gerne ud på arbejdsmarkedet, hvorimod han vil tage overbygningen til civilingeniør. Siden de kom med i mentorforløbet, har de holdt tre møder med Sune Jakobsen, som har haft til opgave at hjælpe de studerende videre med konkrete opgaver.

Tidligt i gang

"Jeg er blevet sparket i gang med mine ansøgninger, selv om jeg ikke har afleveret mit afgangsprøve," siger hun og fortsætter:

"Sune bad mig om at lave en ansøgning og gav mig nogle tips til, hvilke stillinger der kunne være interessante for mig. Et af forslagene passer helt perfekt, så nu har jeg lavet ansøgningen. Jeg tror slet ikke, jeg var kommet i gang så tidligt uden mentorforløbet". Også Bo Salomonsen kom ud af starthullerne. "Jeg skulle lave en studieplan, så jeg fik et overblik over, hvilke fag jeg skulle have på overbygningen. Det har betydet, at jeg allerede inden sommerfe-

rien vidste, at jeg nok skal have nogle specialfag. Det ville jeg nok først have opdaget lige inden tidsfristen i august, hvis ikke Sune havde hjulpet mig," siger han.

Sune Jakobsen er rigtig glad for den positive respons.

"Jeg synes, det vigtigste er, at de studerende har kunnet bruge mine bidrag til noget. Med sådan en positiv tilbagemelding, synes jeg, at flere studerende skal have tilbuddet om det forløb," siger Sune Jakobsen.

Diplomuddannelsen og Alumnetværket arbejder nu på at finde flere alumner, som ønsker at hjælpe næste generation af ingeniører på vej med DTU Mentor•Ing. <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER:
www.alumne.dtu.dk/karriere

Mentor Sune Jakobsen (i midten), Nina Hartling og Bo Salomonsen synes alle tre, at de har fået udbytte af DTU Mentor•Ing projektet.

Til gavn og glæde for mere end
30.000 alumnier fra DIA, DTH og DTU



FOTO: BO JÄRNER

DTU-ALUMNER STRØMMER TIL NETVÆRK

DTU's Alumnenetværk - DTU Alumni - har fået 12.000 medlemmer på kun to år. Dermed har over 1/3 af universitetets 31.000 alumner meldt sig ind

"Det er over al forventning. Jeg tror, det er gået så stærkt, fordi vi opfylder et socialt og fagligt behov. Og så oplever jeg, at vores ingeniører er meget stolte over at være DTU-alumner. Derfor vil de gerne bevare tilknytningen til DTU." Ordene kommer fra Gitte Andresen, der leder DTU's Alumnesekretariat.

Ingen har været i tvivl om, at der er et stort potentiale for at udvikle et netværk for DTU-alumnerne, men at udviklingen er gået så stærkt er en overraskelse.

"På baggrund af den research vi lavede, inden vi satte det her i gang, havde vi slet ikke forestillet os, at vi på så kort tid vil nå en tredjedel af alumnerne," fortsætter Gitte Andresen.

DTU's rektor, Lars Pallesen, er også positivt overrasket:

"Jeg vidste godt, at DTU-ingeniører har et stærkt sammenhold. Det har jeg oplevet både herhjemme og i udlandet. Men at det er så omfattende overstiger mine mest optimistiske forventninger. Det viser det store engagement, vores ingeniører har –

både over for hinanden og for vores profession."

Alumnenetværket på DTU drives af alumner og DTU i fællesskab. Netværket formidler jobs og faglige kontakter, arrangerer faglige og sociale sammenkomster, såsom foredrag og jubilæer.

Netværket arbejder også med karriereudvikling og har netop søsat en mentorordning, hvor erfarne ingeniører frivilligt rådgiver studerende og nyuddannede ingeniører om karrierevalg og -muligheder.

Desuden kan alumnerne bruge netværket til at danne deres egne faglige netværk, hvor de kan følge med i udviklingen inden for bestemte områder.

DTU Alumni giver også mulighed for at genfinde kontakten til studiekammerater og arbejdskolleger. <



MODELFOTO: OLE BOJENSEN

! YDERLIGERE OPLYSNINGER:

www.alumne.dtu.dk

Specialkonsulent Gitte Andresen

alumne@dtu.dk

Tlf: 4525 1196

SOCIALE NETVÆRK

Det er ikke kun det faglige, som betyder noget for alumner og studerende på DTU. Det sociale spiller også en rolle. Nu kan alle alumner udvikle deres sociale relationer ved hjælp af en virtuel kommunikationsplatform på www.alumne.dtu.dk.

Et af de nyeste eksempler er et netværk for nuværende og tidligere bidragydere til de studerendes magasin Krydsfelt.

"Der har efterhånden været en del mennesker involveret. Både studerende og færdiguddannede. Derfor er det meget rart at have et fælles forum, hvor vi kan blive ved med at diskutere Krydsfelt, og hvor vi kan holde kontakten," siger Martin Helms, der har taget initiativet.

Han ser det som en fordel, at DTU står for netværket.

"Ja, når vi nu har et tilhørsforhold til DTU, er det dejligt, at vi har vores eget netværk, hvor vi kan komme i kontakt med hinanden, når vi nu alligevel er inde på alumnesiderne."

Alumneansvarlig Gitte Andresen regner med, at flere DTU-Alumner vil benytte sig af muligheden for at oprette netværk i den kommende tid.

Vore studerende indgår i vel-etablerede sociale netværk på flere områder: Med deres hold, retning, rusgruppe, PF-klubben eller i andre tværfaglige miljøer. For dem er det oplagt at fastholde kontakten via de muligheder, som Alumnenetværket nu tilbyder. Tilbuddet gælder alle DTU's alumner, der, ved hjælp af en virtuel kommunikationsplatform, ønsker at styrke deres sociale netværk ved at få inspiration, sparring, viden eller som et fagligt pusterum.

Martin Helms bruger Alumnenetværket til at oprette et netværk for studerende, der har arbejdet med DTU's studentermagasin.



FOTO: POLYTEKNISK FORENING

KORT NYT

Jubilæumstræf

- 10 års jubilæum for alumner fra 1997:
Den 28. september 2007.
- 25 års jubilæum for alumner fra 1982:
Den 9. november 2007.
- 50 års jubilæum for alumner fra 1958:
Den 24. januar 2008.
- 40 års jubilæum for alumner fra 1968:
Den 6. maj 2008.

Jubilæerne planlægges sammen med repræsentanter fra årgangen og lægger op til en dag med faglig inspiration, netværk og gensyn med studiekammerater.

Dimittendreceptioner

- Dimittendreception for nye diplomingeniører:
Den 20. september 2007.
- Dimittendreception for nye civilingeniører:
Den 11. oktober 2007.
- Dimittendreception for nye diplomingeniører:
Den 6. marts 2008.
- Dimittendreception for nye civilingeniører:
Den 10. april 2008.

! YDERLIGERE OPLYSNINGER:
www.alumne.dtu.dk/arrangementer

