



BO 01 | MALMØ ▲

PREGNANT HOUSE ▼

## Indhold

Konference om nyindustrialisering af boliger afholdt den 22. maj i Aalborg	2
Industrinetvaerk.dk og de tre tværfaglige netværk	4
Studietur til Malmø 21. juni 2006	8
Renovering 2010 - Initiativ til udvikling af bygningsrenovering i Danmark	10
Virtual Building: Real benefit	11
Forskning i Systemleverancer indenfor byggeriet	13
Hvordan går det med Evolution initiativet?	14



# Konference om nyindustrialisering af boliger afholdt den 22. maj i Aalborg

af Anders Thomsen, Teknologisk Institut

Deltagerne måtte kæmpe sig gennem regn og torden da den gamle toldbygning i Aalborg gav husly til konferencen om nyindustrialisering af boliger.



Anders Thomsen, Teknologisk Institut indledte konferencen med at stille følgende spørgsmål: Hvordan kan fremtidens boliger bygges med systemprodukter, som er fremstillet i en industrialiseret proces fra projektforslag til aflevering? Hvordan kan systemprodukter udvikles således, at de er varierende og kan konfigureres til det enkelte byggeprojekt? Hvordan kan industrialiserede systemprodukter bidrage til innovation, kvalitet og bedre økonomi i byggeriet? Hvordan kommer man i gang med sit industriprojekt?

Nedenstående indlægsholdere gav hver især deres bud på de stillede spørgsmål.

- En skitse til byggeriets nyindustrialisering, Sekretariatsleder Mikkel A. Thomassen
- Klassificering af systemprodukter og systembyggeri, Adj. Professor Hans Mikkelsen, Aalborg Universitet

- Arkitektonisk kvalitet i industrialiseret boligbyggeri, Lektor ph.d Anna Marie Fisker, Aalborg Universitet  
Ph.d. studerende Rasmus Zederkof, Aalborg Universitet
- Pregnant House – en nyindustriell bebyggelse, Partner, arkitekt maa Kjeld Ghozati, Exners Tegnestue A/S  
Lektor Per Kortegaard, Arkitektskolen i Århus
- Træhuse i Nordjylland og nordiske træbyer, Direktør Poul Erik Christoffersen, Kuben Byg A/S
- Modular production of houses in Denmark and in Sweden, Bestyrelsesformand Knud B. Troelsen, Hjem A/S  
Salgschef Peter Andersson, Randek Bau Tech AB
- Hvordan kan arkitekten og systemleverandøren få en central rolle i fremtidens industrielle byggeri?, Gitte Juul, Gitte Juul Arkitekter

Mikkel Thomassen, sekretariatsleder hos Byggeriets Innovation fortalte bla., at den globale omsætning i byggeindustrien rundede 25.000 mia. kr. i 2005. Det fik deltagerne på de bagerste rækker til at læne sig frem. Han påpegede også, at danskernes husholdningsbudget fra 1935-2003 har ændret sig til fordel for boligen. I 2003 var det knap halvdelen af budgettet, der blev brugt på boligen. I dag kan vi selv designe vores ting som eksempelvis biler, sko, ure osv. Den frihed vil vi også have med vores boliger. Derfor er det producenternes udfordring at give kunden valgfrihed og samtidig skabe ensartede produkter, hvor fleksibilitet og rationalitet fungerer i skøn forening, så det også bliver rentabel forretning, sagde Mikkel Thomassen.

Kuben Byg A/S har udført disciplinen gennem nogle år, ▶

## Udgiver

Teknologisk Institut  
Certificering og Byggeproces  
Gregersensvej  
2630 Taastrup  
Telefon 7220 2242  
Telefax 7220 2240  
E-mail procesogit@teknologisk.dk  
www.industrinetvaerk.dk

## Redaktion

Anders Thomsen (Ansv.)  
Tanja Wetterstein

Nyhedsbrevet kan  
downloades fra:  
www.industrinetvaerk.dk

## Industrinetvaerk.dk

Industrinetværket henvender sig bredt til byggeriets aktører for at etablere dialog og samvirke på tværs af den nuværende fag- og rolledeling og på tværs af virksomheder om udvikling af innovative produkter og om industrialisering af produkter og processer.

og direktør Poul Erik Christoffersen er ikke i tvivl. Præfabrikerede elementer sikrer høj præcision og kvalitet, forklarede han og løftede samtidig sløret for et boligprojekt i Skagen i et samarbejde med Kim Utzon. Kim Utzon har i flere år arbejdet med udvikling af præfabrikerede betonelements-systemer baseret på byggesystemet Expansiva. Elementsystemet er et fleksibelt og reproducerbart byggekoncept, der matcher individuelle krav om variation og kundetilpasning. Denne metode ønskes overført til træhusbyggeri, hvor Kim Utzon i samarbejde med Kuben Byg A/S vil bygge kædehuse i træ i Nordjylland.

Poul Erik Christoffersen påpegede desuden en række andre fordele ved industrialisering af byggeriet. Man er ikke afhængig af vejret, og man opnår en meget høj kvalitet i byggeriet, idet processen kan følges i detaljer, fortalte han.

Denne betragtning var bestyrelsesformand i Hjem A/S Knud Troelsen enig i. Hjem A/S beskæftiger sig med industrialiseret boligbyggeri og kan bygge huse fra 7.160 kr. pr. kvm inkl. moms. Dansk byggeri kan gøres både bedre og billigere, og det er vi nødt til, hvis vi skal holde fast i markedet, siger Knud Troelsen.

Hjem A/S har udviklet selskabets koncept ved at tage udgangspunkt i forbrugernes ønsker og bygger i øjeblikket en fabrik på 9.000 kvm, fordi efterspørgslen skaber behov for mere plads. Der bliver tale om en automatiseret robotproduktion.

Vi ønsker at bygge bedre og billigere boliger, der matcher kundernes ønsker og krav til moderne og tidssvarende huse. Det betyder, at vi kan sælge en nøglefærdig kvalitetsbolig på 200 kvm til 1.349 mio. kr., forklarer Knud Troelsen. Grundlaget for at producere og sælge en bolig til denne pris skal ifølge bestyrelsesformanden findes i det samlede koncept, hvor de enkelte elementer bygges på fabrik og færdiggøres så meget som muligt.

Derefter bliver elementerne kørt til byggegrunden, hvor de opstilles på et betonfundament, der er støbt i forvejen. Selve montagen er afsluttet i løbet af en dag, hvorefter boligen er lukket, og dens færdiggørelse kan påbegyndes. Alt efter byggegrundens beskaffenhed samt årstid og nødvendige tilladelser ligger den samlede byggetid på 1-2 måneder. Hjem A/S sælger omkring 15-20 huse om måneden og kan producere et hus hver anden dag.

Kjeld Ghozati, Exners Tegnestue fortalte om Pregnant House eller den gravide bolig - som et eksempel på en nyindustriel bolig udviklet af Exners Tegnestue. Boligen er tænkt på en ny måde, som også betyder at en familie ikke behøver at flytte syv gange i løbet af tilværelsen.

Pregnant House konceptet bygger på basisboliger, der kan tilpasses individuelle behov. Basisboligerne er udformet som gårdhavehuse, der kan udvides med tårne. Tårnene kan tilpasses kundens individuelle behov og er baseret på et præfabrikeret system, som muliggør, at boligen kan udvides på én dag. Billedligt talt kan man sige, at boligen har evnen til at blive gravid i forskellige stadier svarende til Small (120 m<sup>2</sup>), Medium (145 m<sup>2</sup>) og Large (180 m<sup>2</sup>).

Med boligkonceptet Pregnant House har Exners Tegnestue forsøgt at udvikle et innovativt og meget simplificeret eksempel på en bolig, hvor integrationen mellem den fleksibilitet, medbestemmelse og den høje kvalitet er helt centralt i udformningen af boligen. Pregnant House tager udgangspunkt i en nytænkning af parcelhuset i et målrettet forsøg på at matche de dynamiske samfundsbehov og de konstant voksende krav fra boligkøberne.

Boligkonceptet Pregnant House's grundtanke er at skabe en ny boligtype, der ligesom parcelhuset kan udvides efter behov og ønske, men som arbejder med en bevidst strategi for udvidelserne, så disse er økonomisk billige, ikke ødelægger boligerne eller friarealernes kvaliteter og sammentænkes med kvarterets arkitektur som berigende variationer. Konceptudviklingen tager derfor også udgangspunkt i 3 helt fundamentale grundregler, når man skal udvikle og sælge boliger - nemlig købernes individuelle behov, købernes forskellige privatøkonomi samt alle de individuelle ønsker, som købere i dag har til deres kommende bolig.

### **Design og køb din bolig på nettet**

Projektets parter har som målsætning at sætte nye standarder for brug af 3D bygningsmodeller i planlægnings-, salgs- og byggeprocessen, som kan være til stor gavn for såvel boligkøberne ved valg af boligform og -indretning som for de udførende parter i forståelsen og produktionen af boligerne. Der er oprettet en hjemmeside [www.pregnanthouse.dk](http://www.pregnanthouse.dk), hvor potentielle købere dels kan få informationer om boligen og dels kan blive meddesigner af deres eget Pregnant House.



# Industrinetværk.dk og de tre tværfaglige netværk

af Anders Thomsen, Teknologisk Institut

Industrinetværk.dk har lanceret 3 tværfaglige netværk. To af disse netværk er placeret på Sjælland, og det sidste netværk er placeret i Jylland. Det jydsk netværk (netværk 3) har fokus på fremtidens typehuse. De to sjællandske netværk har fokus på fremtidens boliger, institutions- og kontorbyggeri og industrianlæg.

Formålet med det tværfaglige netværk er:

- At skabe debat, dialog og sparring om emnet systemprodukter, systemleverancer og byggekoncepter som veje til innovation og industrialisering i byggeriet.
- At opbygge viden og indsigt og at dele denne viden indbyrdes.
- At inspirere deltagerne til udviklingstiltag i egen virksomhed og eventuelt i samarbejde.
- At etablere relationer mellem deltagerne, som rækker ud over gruppens møder.

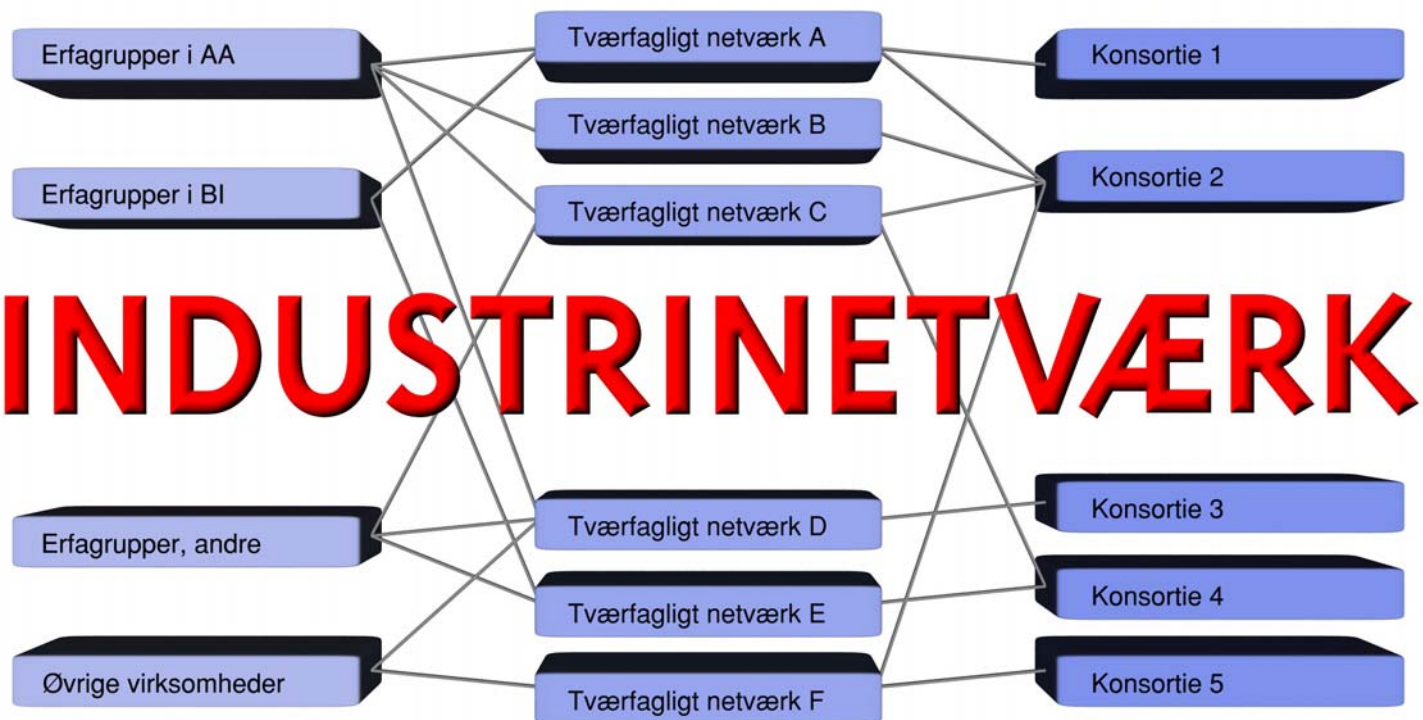
Gruppen afholder 4 netværksmøder pr. år. Der kan arrangeres flere møder afhængig af interesse og tid.

Møderne skal være inspirerende og have plads til dialog og udveksling af erfaringer. Et møde kan være om et tema, som belyses af en eller flere indlægsholdere og debatteres. Det kan være en workshop, eller det kan være et virksomhedsbesøg med efterfølgende diskussion.

Hvert møde arrangeres af en eller to deltagere, som samtidig er vært for arrangementet. Det giver også anledning til at lære deltagerens virksomheder at kende. Det forventes, at deltagerne proaktivt tilbyder at arrangere. Gruppens udbytte afhænger af viljen til at bidrage.

Gruppens facilitator hjælper med arrangementet og sørger i øvrigt for, at der er en ideliste med temaer, og at der er aftale om de næste 2 møder. Facilitator indkalder til møde, skriver referat og fører gruppens logbog.

Møderne lægges som 'på vej hjem' møder mellem kl. 14 og 19 og varer ca. 4 timer. Der afsluttes med et spisearrangement.



## Netværksgruppe 1

Deltagere i netværket:

Fornavn:	Firma:
Anders Thomsen	Teknologisk Institut (facilitator)
Arne Vejbæk	Erik Møllers Arkitekter
Bo Poulsen	Rockwool International
Carsten Wismer-Pedersen	KLR Entreprise
Christian Iversen	Forbo Flooring
Claus Stahl-Borghegn	Lauritz Knudsen
Erik Fredborg	Expan
Flemming Frost	Juul & Frost Arkitekter
Hans Henrik Højlund	Erik Møllers Arkitekter
Henrik Fribo	Gyproc
Jan Aagaard	Y That?
Jesper Nielsen	NCC
Jesper W. Dynesen	PLH Arkitekter
Kim Byberg	Gyproc
Kim Kronby	YIT
Lars A. Reimer	Spæncom
Niels Rastrup	COWI
Niels Peter Klock	Icopal
Ole Erdmann	SBS Byfornyelse
Stinne Damsbo Sander	Rockwool International
Svend Aage Nielsen	Kuben Byg
Søren R. Nørmølle	Landmålergården
Søren Ree Andersen	Edomus

Der er pt. afholdt 2 møder i gruppen:

1. møde: 23. marts 2006 hos Teknologisk Institut  
Tema: Modularisering og konfigurerings af boliger
2. møde: 31. maj 2006 hos YIT  
Tema: Systemprodukter med tekniske installationer (f.eks. installationslofter)
3. møde bliver afholdt 27. september hos NCC.

For yderligere information og tilmelding kontakt facilitator for netværket Anders Thomsen, tlf. 2999 4947, e-mail anders.thomsen@teknologisk.dk.

### Uddrag fra de to afholdte netværksmøder

YITs ventilationsanlæg, kaldet Klimatak, er et udemærket eksempel på et systemprodukt med flere funktioner. Et indeklima- og ventilationsprodukt med plads til fremføring af forsyningsinstallationer skjult bag produktets skærm og med mulighed for indbygning af belysning – med forholdsvis frit valg af armatur. Der kan vælges mellem flere skærmformer og dermed kombinationer med rummets loft. Væsentlige dele af produktet monte-

res inden der lægges gulve og opsættes skillevægge, så montagen foregår hurtigt og rationelt. Produktet består af præfabrikerede moduler.

Netværksdeltagernes reaktion var positiv – et interessant og godt system, men kun lidt kendt i Danmark. Diskussionen afslørede også nogle interessante aspekter. En af dem var rådgivernes tøven med at anbefale et 'nyt' produkt – selv om det er installeret i mange byggerier i bl.a. Norge gennem flere år. Til det knyttede sig også spørgsmål som 'Hvor længe vil produktet være på markedet? Kan man regne med at kunne købe supplement i fremtiden? Hvad sker der, hvis YIT lukker?' Overvejelser som vel gælder ethvert byggeprodukt.

Et mere spændende aspekt er, at en Klimatak løsning skal disponeres meget tidligt i projekteringsprocessen. Dens udformning hænger sammen med udformningen af lofts-konstruktionen og influerer på størrelsen af det resterende loftsareal. Den påvirker udformningen af skillevæggene. Dens fremføring af installationer påvirker disses føringsveje. Man kan med andre ord ikke projektere en ventilationsløsning på traditionel vis, hvor løsningskonstruktionen er fastlagt i det mindste i dens hovedtræk. Når man gør det, vil flere leverandører kunne tilbyde den projekterede løsning, og valget mellem dem afgøres af prisen – idet man forudsætter, at deres produkt er som ønsket. Men en Klimatak løsning kan ikke tilbydes, fordi den tilsidesætter den projekterede løsning og influerer på udbudet af de ovennævnte andre konstruktioner.

Den erkendelse affødte en diskussion om flere aspekter. Det ene er den attraktive frihed til at prøve nye veje, som er knyttet til valget mellem forskellige ventilationsløsninger meget tidligt – og til at arbejde med kombinationsløsningerne i relation til rumfunktionerne og arkitekturen. Det andet er at beskrive funktions- og komfortønsker og at bede potentielle leverandører om at foreslå løsninger, samt at have dialog med dem og at evaluere deres løsninger på funktionalitet og ikke bare anlægspris. Hertil er der brug for kompetencer og aftaleformer. Det tredje er den mulige tidlige binding til én bestemt løsning – ex. Klimatak – og dermed fraskrivelsen af senere udbud. Frygten var, at den foretrukne leverandør vil skruer prisen op. Der var dog enighed om, at det problem kan løses. Man kan udbyde med ønske om ideløsninger, og man kan få bindende pristilbud – om end de vil være i form af 'delpriser', som tillader den senere detaljerede fastlæggelse af løsningen. Det handler måske her mere om vane og tradition.

Diskussionen endte med et par problemstillinger. Den ene er, om vi bør løfte hele installationsdelen af bygninger til at være et element, som mindst er sidestillet med bygningens konstruktion ved projekteringen – eller måske endda skal overvejes, før man går til overvejelserne om bygningskonstruktionen. Det andet er: Hvem tager vare på helhedsovervejelserne om forsyningsinstallatio-

nerne i relation til funktionalitet, komfort, arkitektur og bygningskonstruktionen?

## Netværksgruppe 2

Deltagere i netværket:

Fornavn:	Firma:
Hans Mikkelsen	Prodevo (facilitator)
Allan Knudsen	Mercantas
Anders Gottlieb	Junkers Industries
Carsten Bjørk Jensen	Wilhelm Lauritzen
Finn Prip	Finn Prip Arkitekter
Gitte Juul	Gitte Juul Arkitekter
Jens Kristiansen	Velux
Jesper Haulund	Junkers Industries
Jesper N. Pagh	MOVE
Jørn P. Madsen	Kuben Bygherrerådgivning
Karsten Kølliker	Karsten Kølliker
Kasper Larsen	Sperling Arkitekter
Klaus Birk	Gyproc
Kristian Stokbro	Byggematerialeindustrien
Kurt Frederiksen	NCC
Peter Rehhoff	Skanska Danmark
Thomas Ryborg	Cinark

Der er pt. afholdt 2 møder i gruppen:

1. møde: 21. marts 2006 hos CINARK, København  
Tema: Værdi- og interessemodel
2. møde: 1. juni 2006 hos DR i Ørestaden  
Tema: Produktfunktioner og modularisering

De næste møder er under forberedelse.

For yderligere information og tilmelding kontakt facilitator for netværket Hans Mikkelsen, Prodevo Projektmetodik, tlf. 2120 6079, e-mail [info@prodevo.dk](mailto:info@prodevo.dk).

### Uddrag fra de første møder

De første møder i netværksgruppe 2 har haft fokus på begreberne værdier, funktioner og egenskaber. Især de to sidstnævnte begreber er vigtige i systemproduktverdenen. De er udgangspunktet, når man vil udvikle et nyt produkt, og de er behovsbeskrivelsen, når man søger det bedst egnede systemprodukt til et specifikt byggeri. De vil blive klassifikationselementer i det kommende klassifikationssystem for bygningsdele.

Det er velkendte begreber i industriverdenen – hos producenter med produktudviklingsprocesser. Det kan undre, at de ikke er tilsvarende kendt hos de ingeniører, arkitekter og entreprenører, som vælger og køber bygningskomponenter. Men der er sproget anderledes. Diskussionerne

og små øvelser i gruppen afslørede, at begreberne er nye og uvante. Der forestår både et læringsarbejde og en tilpasning af begrebsapparatet til byggesektoren.

## Netværksgruppe 3

Deltagere i netværket:

Fornavn:	Firma:
Anders Thomsen	Teknologisk Institut (facilitator)
Anders Brahe	Brahe & Partnere
Erland M. Jensen	Dansk Eternit Holding
Frank H. Christoffersen	MSH Huse A/S
Gunnar Ottosson	Hjem A/S
Henrik Svarre	Vrøgum Vinduer
Jens Erik Gram	ArkiGram
Jens Erik Ankjær	MAXIT
Jørgen Møller Jensen	Nyborg Huse
Jørn Kaltoft Nielsen	Niras
Karsten Jensen	Gandrup Elementfabrik
Knud Hareskov Jensen	Center for Underleverandører
Morten Stubgaard	M2
Niels Åge Iversen	Lindab Profil
Ole Gregersen	Hørning Parket Fabrik
Ole Kongsbak	Bülow Nielsen/OC Huset
Peehr Ø. Svendsson	Skandek Tagelementfabrik
Per Kortegaard	Arkitektskolen i Århus
Susanne Højholdt	Saint Gobain Isover
Søren Andersen	Wienerberger
Søren Ejasing	Tilst Boligadministration
Søren Nørgaard	Plateau Arkitekterne
Torben Pedersen	Lindab Profil

Der er pt. afholdt 2 møder i gruppen:

1. møde: 23. marts 2006 hos Teknologisk Institut  
Tema: Modularisering og konfiguration af boliger
2. møde: 6. juni 2006 hos Teknologisk Institut, Århus  
Tema: Næste generation af typehuse

Næste møde foregår 26. september hos Center for Underleverandører i Herning.

De næste møder er under forberedelse.

For yderligere information og tilmelding kontakt facilitator for netværket Anders Thomsen, tlf. 2999 4947, e-mail [anders.thomsen@teknologisk.dk](mailto:anders.thomsen@teknologisk.dk).

### Pointer fra de to afholdte netværksmøder

Der er et stadig stigende kundekrav om variation, fleksi-

bilitet og medbestemmelse ved valg af bolig i kombination med stigende prisfokus.

Ovennævnte kombination indikerer et muligt paradigmeskift i dansk boligbyggeri, som ikke kun vil stille store krav til fleksibilitet og udviklingshastighed, men som også samtidig åbner meget store konkurrencemæssige muligheder for aktører med tilstrækkelig forandringskompetence og evne og vilje til at indgå i forpligtende netværk såvel lodret som vandret i forsyningskæden.

En af betingelserne for, at der kan skabes økonomi i en så fleksibel forretningsmodel er øget automatisering i salgs-, projekt- og produktionsfasen med glidende overgang mellem salgsordre, produktspecifikation/dokumentation og produktion. Produktionsunderlaget bliver genereret direkte fra salginput. Der vil således blive stillet krav om nytænkning og reorganisering gennem hele forsyningskæden, hvor hver deltager påtager sig et større ansvar for værdiskabelsen i såvel deres led som for to-talkæden.

Stigende industrialisering i byggeriet må anses for vejen til sikring af fremtidig konkurrenceevne og indtjening.

Konfigurerings og modularisering er nødvendige værktøjer til udviklingen af fremtidens fleksible forretningsmodel.

Skandek er et eksempel på en virksomhed, som har fokus på variation, fleksibilitet og medbestemmelse ved valg af deres tagkonstruktioner.

Skandek har sit afsæt i traditionel håndværkspræget fabrikation af tagkonstruktioner, som de har udviklet gennem mange år. Mantraet har været tagkonstruktioner uden organiske materialer. Skandek udviklede i løbet af

90'erne et nyt kreativt tagbjælkekoncept baseret på stålpladeprofiler, som blev patenteret i 1997.

I forbindelse med en strategisk gennemgang af virksomheden blev det besluttet at udskille produktionen af bjælker og tagkassetter i selvstændig enhed.

I dag er der investeret 40 mio. kr. i et automatiseret produktionsanlæg i Hobro.

Der har været tale om en industrialiseringsproces af format og med betydelige vanskeligheder. Det er lykkedes at få lønandelen ned under 15-17% - den skal gerne under 10%.

Der findes i dag en lang række tilgængelige typer og løsninger. Det er vigtigt at anlægge en total betragtning i forbindelse med lønsomhedsberegningen ved valg af produktet.

Produktet udmærker sig, foruden stor fleksibilitet i anvendelse, ved stor bæreevne/lav egenvægt, stor brandfasthed og god lydisolering.

Det lykkedes Skandek på meget inspirerende måde at få solgt ideen om produktets fortrinligheder til netværket, hvilket ligger godt i tråd med ambitionerne for virksomhedens meget ambitiøse vækst mål.

Skandek er en rollemodel inden for industrialisering af byggeriet og et godt eksempel for andre virksomheder, som ønsker at blive systemleverandører i byggeriet. ■

# Studietur til Malmø 21. juni 2006

af Anders Thomsen, Teknologisk Institut

24 personer tog fra Teknologisk Institut i Taastrup og fra Københavns Lufthavn mod Malmø for bl.a. at besøge boligfabrikken Open House AB.

Dagens program var:

## 10.30 Præsentation og visning af Open House i Arlöv

Open House er en førende modulær producent af fleretage boliger i Sverige. Der var en præsentation af virksomheden og en rundvisning på fabrikken. Fabrikken har installeret specialbyggede maskiner, der automatisk monterer stålprofiler til elementvægge, tag og gulve - som isoleres og beklædes med gipsplader. Samtidigt installeres de tekniske installationer, føringsveje og skakte. Modulerne fabrikeres også i forhold til anvendelsesformål. Der er et område, hvor der præfabrikeres badeværelser og et andet område, hvor der præfabrikeres køkkener. De færdige moduler transporteres med lastvogn til byggestedet. Hele byggeperioden fra fabrik til færdigt hus på byggestedet tager 5-6 måneder.

## 12.00 Frokost og transport til Annestad

### 13.00 Visning af forskellige etaper af Annestad

Annestad er en del af den ekspansive Øresundsregion, hvor der bygges boliger af bl.a. Open House. Der var en præsentation af de forskellige typer af industrielt fremstillede boliger, og hvilke firmaer der står bag. Derefter var der en rundvisning i området, således at man kunne se boligerne fra bl.a. Open House i virkeligheden.

### 14.30 Transport og visning af BO 01

Der var en præsentation af baggrunden for og planlægningen af BO 01 området, som har sit karakteristiske tårn, hvor der er lejligheder. Bebyggelsen indeholder ca. 1100 boliger og ca. 70.000 m<sup>2</sup> kontorbyggeri.

HSB bygger 153 lejligheder i Turning Torso. LB-hus bygger 10 boliger, Höllviksnäs Förvaltning bygger 5 lejligheder og Södertorpsgården ca. 100 pensionistlejligheder. Skanska, NCC, PEAB, Midroc, Packwerk og Mjölback er pt. i gang med byggeri i området. Hele området forventes færdigudviklet om et par år.

## Præsentation og visning af Open House i Arlöv

Open House ([www.openhouse.se](http://www.openhouse.se)) er så at sige etagebolig udgaven af Smålandsvillan ([www.smalandsvillan.se](http://www.smalandsvillan.se)), som Industrinetværk.dk besøgte tidligere på året. De kan bygge op til 8 etage boliger.

Virksomhedens filosofi er at opnå størst mulig grad af industrialisering såvel produktionsteknisk som i projektering, og virksomheden er inde i en løbende proces frem mod målet, hvor der i høj grad fokuseres på effektiv anvendelse af IKT, herunder systematisk anvendelse af 5D (3D + omkostnings- og tidsstyring). Der arbejdes i så høj grad som muligt med standard materialer, og produktionen er udlagt Lean-principper og fokus på løbende egenkontrol og stregkode identifikation på de færdige moduler. Automationsgraden er på nuværende tidspunkt ikke særskilt stor, men der arbejdes på sagen.

Virksomheden skelner mellem 2 produktionsafsnit. Det der foregår på fabrikken, og det der foregår på byggepladsen. Open House ønsker, at så meget som muligt foregår på fabrikken. Groft estimeret udføres 35% af produktionen på fabrik for nærværende. Man har været nødsaget til at tilbageføre visse opgaver til byggepladsen, så som maling og spartling, hvor reparationsomkostningerne slugte besparelserne.

Man har tidligere haft fugtskader på byggepladsen. Dette er dog minimeret ved anvendelse af online satellit-systemer, som kan forudse vejret inden for en time i de områder, hvor der er byggepladser. Transporter til byggepladserne sker i dag kun, hvor det ikke regner.

Der anvendes underleverandører på større enkelt dele. Det drejer sig eksempelvis om badeværelse og køkken, hvor de leveres som moduler til fabrikken.

Planerne for vækst er fra 22.000 m<sup>2</sup> til 40.000 m<sup>2</sup> boliger pr. år.

Open House konceptet er designet af nyeligt afdøde danske arkitekt Peter Broberg. Det adskiller sig fra Smålandsvillan ved:

1. Alle profilerne er i stål i stedet for i træ.
2. De rumstore moduler monteres i et system af stålsøjler, særligt afstivede 3-kantede søjler og søjler med vindkryds. Disse søjler samles med stålbjælker i de rumstore moduler, således at det hele bliver til et stift gittersystem. De rumstore moduler indeholder badeværelse, køkken, skillevægge og tekniske installationer (er placeret i gulvet).
3. De rumstore moduler på 3,9 meter i bredden, 11,5 meter i længden og 4,30 meter i højden bliver produceret på fabrik og sendt med lastvogn ud til

byggestedet. Malerarbejde, montering af trægulve og facadeelementer sker på byggestedet. Desuden sker samlingen af installationer i gulvene, mens de i Smålandsvillan sker i et særligt installationsskab.

- Smålandsvillan blev fremstillet i en mere automatiseret fabriksproduktion end tilfældet er med Open House. Open House forventes imidlertid at indkøbe nyt produktionsudstyr med robotproduktion inden for det næste års tid.
- Open House fremstiller flere moduler årligt end Smålandsvillan. Der er således fremstillet godt 600 moduler på nuværende tidspunkt, og der er over 2000 i ordre.

Open House er ejet af det norske development firma OBOS ([www.obos.no](http://www.obos.no)), og firmaet bygger kun til sig selv. De står således selv for hele værdikæden fra køb af grund, design af projekt over produktion til salg. Denne forretningsmodel minder om NCC og Skanska. De har 10 arkitekter ansat og er i alt 110 ansatte.

Administrerende direktør Ulf Åberg, Open House forklarede, at Peter Broberg i mange år havde forsøgt at sælge Open House konceptet, men uden held fordi der manglede penge til opstart af produktion. Ved at få en developer ind i processen (OBOS) var dette ”ægget og hønen” problem løst.

Fordelen ved Open House er:

- Det er billigt at producere (10-20% billigere end traditionelt byggeri)
- De arbejder med små tolerancer i stålkonstruktionerne ( $\pm 1$  mm)
- Transportudgifterne er lave (2-500 kr pr. m<sup>2</sup>), således at deres marked ikke kun er i Sverige men også i udlandet (de har fået en stor ordre i Norge)
- Der er styr på byggeprocessen gennem 5D projektering, dvs. 3D plus tid og pris
- Byggetiden er halveret til ca. 6 mdr. De leverer 5-7 moduler pr. dag til byggepladsen
- Der er en logistik fordel i, at alle modulerne kan løftes ind på relativt kort tid og dermed undgå trafikproblemer i f.eks. bykernen.

Direktøren berørte selvsagt ikke ulemperne, men sammenlignet med betonbyggeri er nogle af dem listet neden for:

- Skillevægge inde i lejligheden kan ikke flyttes
- Beboerne kan ikke hænge noget tungt op på væggene
- Tapet kan ikke tages af væggene
- Bygningen er ikke lufttæt, og der er kuldebroer med kun 10 cm isolering i brystningerne
- Varmerør føres uisolert og synligt i rummene.

Open House angiver selv, at boligerne er 10-20% billigere at producere end traditionelt byggeri pr. m<sup>2</sup>. De bliver solgt for 3,5 millioner Sv. Kr. for 111 m<sup>2</sup> svarende

til 32.000 kr. pr. m<sup>2</sup>, så deres dækningsbidrag ser fornuftig ud.

Nogle af komponentleverandørerne til Open House er:

- Gipsplader, Danogibs
- Vinduer, Elite
- Stålkonstruktioner, Lindab
- Isolering, Rockwool
- Fundament, Sundolit

## Besøg på byggeplads i Annestad

Vi kørte dernæst til Annestad for at se Open House byggeriet i virkeligheden.



Figur 1. Byggepladsen i Annestad

Annestad ligger lige ved Øresundsbroens betalingsanlæg og er formentlig ikke mindst et tilbud til danskere, som drager nytte af den væsentligt lavere skat og bilafgift i Sverige samt svenskere som arbejder i Danmark. Bebyggelsen ligger temmelig langt fra alle typer institutioner, service og butikker, men det kommer måske med tiden. Her bygges 1500 lejligheder i 2-4 etagers boliger i 3-længede blokke. De er meget varieret beklædt med skalmuret tegl, træ og eternitplader og især de 2 etagers boliger ser ganske hyggelige ud. Mellem husene er fint anlagte udearealer ovenpå parkeringskældrene. De øvrige friarealer er udlagt til parkering.

Vi så byggeriet i de forskellige faser. Vi startede ud med at se fundamentet og sluttede af med at se de færdige bo-



Figur 2. Fundamentet

liger. Der bliver ikke lavet noget betonfundament, men der bliver sat Sundolit plader 30 cm ned i jorden som det ydre fundament, og indvendigt bliver der lagt et lag 'kugler'. Figur 2 viser dette med de 3-kantede søjler som bærer af de leverede moduler fra fabrikken.

Inde i lejlighederne ser man i første omgang ikke meget til den anderledes byggeteknik. Der var imidlertid mæler arbejder og altan finish, som ikke var helt i orden. Selvom byggeriet er industrialiseret, er der således stadigvæk synlige fejl og mangler.

### Besøg i BO 01

Sidste besøg på turen var i BO 01, Malmøs byggeudstilling fra 2001. Det meget synlige midtpunkt er Turning Torso men faktisk er hele området meget eksperimenterende. I modsætning til en bydel som Annestad, hvor alle husene er bygget ens, er BO 01 bygget af en lang række arkitekter. Et af områderne havde således arkitekter fra alle lande i Europa. Det er spændende at gå rundt i BO 01, gaderne er uregelmæssige, der er torve, gyder, promenader og imponerende arkitektoniske boliger. Området er bygget op ud fra en helhedsplan, således at de forskellige huse og kontorer har en harmoni i forhold til

hinanden og omgivelserne. Selvom der er stor variation i boligerne og kontorbyggeriet er de bygget i en industriel byggeproces.



Figur 3. BO 01

## RENOVERING 2010

### - Initiativ til udvikling af bygningsrenovering i Danmark

af Hans Mikkelsen, Prodevo

Bygningsrenovering omfatter ca. halvdelen af omsætningen og byggeaktiviteten i Danmark (~ ca. 96 mia. kr. i 2005).

Tidligere gennemførte analyser viser, at der vil kunne opnås store økonomiske gevinster – i størrelsesordenen 10-12 mia. kr. inden for byggeriet som helhed – gennem bedre og mere effektive planlægnings-, styrings- og byggeprocesser. Derfor fortsætter SBS og Fonden Realdania bestræbelserne på effektivisering gennem et nyt udviklingsinitiativ. Initiativet er afgrænset til udvikling af produkter, processer og organisering af renovering og forbedring af eksisterende boligetageejendomme i Danmark, bygget fra 1850 og fremefter. Det er tidsmæssigt afgrænset til perioden 2006-2010. I perioden 2006-2008 er der afsat op til 50 mio. kr. Der påregnes 5-10 større udviklingsprojekter og et antal mindre opgaver.

På indsatsområdet 'produkter' vil man prioritere projekter/initiativer, der fremmer udviklingen af 'renoverings-orienterede' produkter/koncepter af høj kvalitet, der i videst mulig omfang kan fremstilles i en industriel

proces og samtidigt tilpasses de givne ind- og sammenbygningssituationer. Det er primært initiativer rettet mod installations- og energioptimeringsmæssige løsninger, samt videreudvikling af funktions- og systemleverance-tankegangen.

På indsatsområder 'processer' vil man prioritere projekter/initiativer, der fremmer samarbejdet i renoveringssektoren i retningen af mere effektive byggeprocesser, herunder inddragelse af de opnåede erfaringer med og tilpasning af nye samarbejdsformer inden for nybyggeriet. Det er primært initiativer rettet imod forandringer i aktørernes roller, logistikplanlægningen, grænsefladeproblematikkerne og IKT-anvendelsen i byggefasen.

Just nu er projektledelsen i færd med tilrettelæggelsen. Strategi og handlingsplan vedtages i juni, programmering af de første projekter vil ske i perioden juni – august, til vedtagelse i september. Udbud af projekter forventes i september – oktober. Der offentliggøres snart en web-side [www.renovering2010.dk](http://www.renovering2010.dk).

# Virtual Building: Real benefit

af Ivar Moltke, Teknologisk Institut

24. april 2005 præsenterede Cristiano Ceccato, direktør for udviklingsafdelingen i Gehry Technologies, et gennembrud i CAD teknologi i Dansk Arkitektur Center.

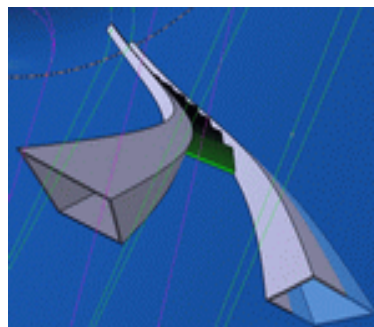


Gehry Technologies har i partnerskab med Arup i London specialiseret sig i at projektere den slags bygninger, som arkitekter kan tegne i CAD, men som er temmelig svære at bygge i virkeligheden.

Det startede i 2002 med Gehry's projekt til en koncertsal for Disney i Los Angeles. Som sædvanligt havde Gehry bøjet modellen op i metalplader, skannet den og fået den tegnet ud i CAD. Men selv om Disney er lidt af en pengemaskine, blev tilbuddene fra entreprenørerne så høje, at bestyrelsen sagde stop. Gehrys CAD afdeling gik så i gang med at analysere, hvordan næsten sammen form kunne opnås ved hjælp af plankrumme former og opnåede derigennem den halvering af prisen som gjorde, at bygningen nu er opført til samme pris som vores egen opera på Holmen.



Gehry Technologies og Arup projekterer også for konkurrerende tegnestuer. Da Herzog og Murion vandt arkitektkonkurrencen om det olympiske stadium i Beijing, var der ingen der vidste, hvordan det skulle bygges, og da tilbuddet fra entreprenørerne kom ind, var budgettet på 2 milliarder kr. overskredet med 2 milliarder kr. Gehry Technologies og Arup gik i gang med en metodisk analyse af konstruktionen med afsæt i knudepunkterne. Det lykkedes at forenkle formen til et enkelt knudepunkt, som alene afveg ned igennem bygningen ved forskelle i skæringsvinklerne. Det kunne dermed præfabrikeres.



Kassedragerne mellem knudepunkterne blev derved vindskæve. Det kan man normalt ikke producere, men ved at ændre vindskævheden til en krumning der kan udskæres af robotter og vales, kunne det lade sig gøre også at

præfabrikere kassedragerne. Som det fremgår af fotoet oven for, monteres dele af bygningen først som en slags spær. Disse opmåles derefter med laserscanning, således at den parametriske CAD model kan rettes til ud fra de mål der findes på byggepladsen. Dernæst bestilles de resterende knudepunkter og kassedragere efter mål der passer til det, der findes på byggepladsen. Resultatet er, at det har været muligt at udbyde leverancerne til et stort antal underleverandører, som kan præfabrikere elementerne. Det halverede prisen, således at projektet nu bygges efter budgettet. Byggeriet markerer et gennembrud for præfabrikation, fordi selv meget komplekse former kan præfabrikeres.

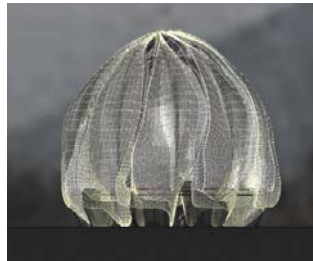
Samme principper blev anvendt ved byggeri hos MIT i Boston. Da betondækken var støbt, blev der afmærket nogle målepunkter på den virkelige konstruktion, som blev scannet og brugt til at justere knudepunkter i den parametriske 3D CAD model. Derefter blev alle facadeelementerne bestilt efter faktiske mål og leveret fuldstændigt som om det havde været Brøndby Strand.





Et fjerde eksempel er bygningen af en ganske kasseformet skyskraber i Hongkong. Rejsehødet fra Gehry Technologies/Arup blev tilkaldt, da støbningen af fundamentet allerede var gået i gang. De fik 2 måneder og godt 10 millioner kroner til at etablere en total 3D objektorienteret model af skyskraberen. Bygherrens budskab til entreprenørerne var:

I kan regne med denne 3D model. Det, som ikke er i 3D modellen, skal I heller ikke bygge. Udbudet af det 350.000 m<sup>2</sup> store hus blev gennemført alene ved den objektorienterede 3D CAD model. Hver underleverandør kunne se sin del af entreprisen i en særlig farve; se alle de andre entrepriser og udskrive styklister ud fra objekterne. Forskellen mellem budene var nogle få procent, og de lå mere end 10% under budget. Erfaringen er, at stor præcision i udbudsmaterialet, kombineret med det klare budskab, at alt der skal bygges er med som objekter i modellen, reducerede entreprenørens usikkerhed. Objekterne var til at få tilbud på, der var tænkt over alle samlinger og grænsesnit. Der var ingen overraskelser, kollisioner mellem bygningskomponenter eller andre ting, der skal sættes penge af til under ”uforudsete”. Bygherren var til



gengæld indstillet på, at det der måtte mangle blev håndteret udenfor entreprisen. Men det svarer vel bare til de velkendte ekstraregninger i en normal byggesag.

I princippet fremstiller CAD programmer dobbeltkrumme flader ved triangulering (opdeling i 3 kanter). Især Norman Forsters tegnestue er kendt for sådanne dobbeltkrumme glasflader opnået ved at dele facaden op i

3-kantede komponenter. Men Gehry Technologies har udviklet software, der kan opdele krumme flader i 4-kanter, som det ses på modellen ovenfor. De har ydermere mulighed for at justere den vinkel glasfladerne knækker i forhold til hinanden, således at der kan anvendes et konventionelt profilsystem. På den måde er det lykkedes at halvere prisen på sådanne dobbeltkrumme glastage.

Gehry Technologies/Arup arbejder således langt mere avanceret end der lægges op til i digitalisering af dansk byggeri. De afgørende forskelle er:

- 3D modellen opbygges af objekter svarende til byggekomponenter
- Alle former opbrydes i knudepunkter og komponenter
- Disse knudepunkter er parametriske, så de kan korrigeres ved opmåling på pladsen af de faktiske mål
- CAD bliver anvendt til forenkling af geometri
- CAD bliver anvendt til at lave krumme former ved at udnytte tolerancerne i eksisterende profilsystemer
- Alt er med i 3D modellen
- 3D modellen bruges til simulering af akustik, ventilation, indeklima, statik, pris mm

Det er perspektivrigt, at et bedre projekt kan halvere opførelsesomkostninger. OK, disse projekter er ekstremt komplicerede, men det er alligevel interessant, at et klart aftale grundlag kombineret med CAD, der kan overføres til robot skærebrændere og robot svejsere og en modular opbygning, medfører en halvering af prisen i flere af disse eksempler. Det detaljerede færdige projekt er simpelthen pengene værd!

Hvis bygherrens rådgiver har et totalt overblik over de komponenter bygningen består af, lægger det op til en ny rollefordeling. Hvorfor er det entreprenøren som køber ind, når det er den projekterende som vælger komponenterne. Hvorfor ikke ombryde udbudsprocessen således at:

- Rådgiverne har ansvar for indkøb af komponenter
- Entreprenøren har ansvar for montering

Det ville betyde at:

- Byggetiden kortes ned, fordi komponenterne kan indkøbes og sættes ind i tidsplanen i den periode, hvor licitationen forløber
- Rådgiveren forhandler rabatter med leverandørerne og får et direkte feed back på priser
- Entreprenørerne konkurrerer alene på byggeprocessen
- Entreprenørernes tilbudsgivning forenkles væsentligt og dermed reduceres omkostningerne

Hvis du er interesseret i flere detaljer, kan du gå ind på hjemmesiden [www.gehrytechnologies.com](http://www.gehrytechnologies.com) og nederst til højre på siden klikke på ”download brochure”.

God fornøjelse. ■

# Forskning i Systemleverancer indenfor byggeriet

af Hans Mikkelsen, Prodevo

I nogen tid har en arbejdsgruppe, forankret hos Institut for Produktion og Ledelse (DTU), arbejdet på en forundersøgelse, som skal belyse hensigtsmæssigheden ved systemprodukter i byggeri samt behovet for metodeudvikling og forskning indenfor systembyggeri og systemprodukter til byggeri og dertil knyttet industrialisering. Forundersøgelsen gennemføres for Fonden Realdania og Byggeriets Innovation.

Undersøgelsens resultat skal blive en række udviklings- og forskningstemaer, som vil være inspiration til byggeriets udviklings- og forskningsinstitutioner, arkitektskolerne, DTU, AAU, CBS m.fl. og til tværgående forskningssamarbejde mellem disse institutioner. Metodeudvikling og forskning skal udvide vidensgrundlaget for udvikling af byggeri med systemprodukter og formidles til de interesserede byggevirksomheder.

Gruppen har samlet synspunkter fra byggeverdenens brancheorganisationer og nogle af medlemsvirksomhederne. Der er hentet oplysninger om udviklings- og forskningsaktiviteten i udlandet og kommentarerne fra deltagerne i rækken af konferencer om systemleverancer indgår også i materialet.

Arbejdet nærmer sig afslutningen – en rapport skal foreligge i juli – og der tegner sig et mønster. Hovedtemaerne er:

- Arkitektur og kultur – den arkitektoniske helhed i bygninger og bebyggelser og dens relation til systemprodukter.
- Det strategiske perspektiv – forretningsmodel, organisering af systemleverandører, forretningsproblematik, nye forretningsrelationer.
- Kundeaspektet – den brugerdrevne udvikling, markedsføring og markedskommunikation, kundens oplevelse af designproces med konfigurering.
- Produktudvikling og arkitektur – produktkoncepter, det arkitektoniske aspekt, produktudviklingsproces og -organisation.
- Byggeprocessen – projekteringsproces med systemprodukter og konfigurering, hele byggeprocessen og byggeorganisationen, nye aftaleforhold.

Det er et foreløbigt mønster, som kan ændre sig i den sidste bearbejdning. Det er også bemærkelsesværdigt, at mange virksomheder har produktideer og kan produktudvikle, men de tøver med at ændre deres forretningsstrategi og er usikre på forretningsmulighederne. Her er tilsyneladende den største barriere for udvikling af systemprodukter. ■



# Hvordan går det med Evolution initiativet?

af Hans Mikkelsen, Prodevo

Projektet EVOLUTION er et samarbejde mellem arkitektskolerne, byggeindustrien og førende tegnestuer. Målet er at skabe innovative industrielle løsninger i fremtidens byggeri og nye karrieremuligheder for unge arkitekter. Projektet finansieres af Ervervs- og Byggestyrelsen og koordineres af Dansk Arkitektur Center.

Ideen i Evolution er, at arkitektstuderende i Århus og København under studiet skal ud i byggebranchens virksomheder og arbejde med industrialiseringsaspekter. I København er tre afdelinger gået sammen om et helt års program om nyindustrialisering og de studerende skulle derunder arbejde med et eget emne. I Århus har en afdeling arrangeret et semester om nyindustrialisering. De første hold studerende har nu gennemført forløbene og resultaterne og fremgangsmåden er under evaluering.

Det er tydeligt, at det er et stort emneområde og et nyt ord, som behøver udforskning. Nogle studerende har lykkedes vældig godt med at få fat, mens andre ikke har det. Der er også brug for, at underviserne udvikler deres behandling af begrebet – siger Anne Nørgaard Pagh fra DAC. De studerende, som fangede ideen, gik fra deres lukkede arkitektverden til aktivt samvirke med andre aktører i designprocessen og med de udførende. Fra at sidde alene med skabelsen af løsning til at gøre det sammen med andre kompetencer. Det er en udfordring og nogle ser det negativt for deres kompetence som den besluttende arkitekt og en forringelse af det de vil. Selvpfattelsen er et vigtigt aspekt. Det handler ikke om kompromis, men om værdimaksimering i fællig – at tilgodese flere parters værdier. Den intention er mødt. Men nogle rollemodeller ville være godt i den fremtidige undervisning, siger Anne Pagh.

Det var også ideen, at de studerende ikke bare skulle ud i et arkitektfirma og på tegnestue, men ud hos producenter og entreprenører. Det er ikke lykkedes særlig godt. Der var en kreds af disse virksomheder, men de studerende i København valgte dem ikke – de er lidt bange for disse andre miljøer. De valgte i stedet det trygge – ophold i de arkitektvirksomheder, som havde stillet sig til rådighed. Det er en interessant observation, siger Anne Pagh. Den skaber også usikkerhed om deres udbytte, for de skulle jo netop være i flere virksomheder fra værdikæden for at observere på tværs og lære på tværs. Det må konstateres, at studieopholdene må tilrettelægges omhyggeligt fra skolens og virksomhedernes side.

Lærerne har været meget positive og har brugt mange kræfter på at støtte de studerende og især på at skabe kommunikation imellem dem. Det er positivt, at dette studietilbud nu findes, om end det nok får en lidt anden form i næste runde.

Industrinetværkets medlemmer opfordres til at være positive overfor initiativet og til at stille sig til rådighed for de studerende. Det vil fremme de kommende arkitekters kunnen med hensyn til tværfagligt og tværorganisatorisk arbejde. Det er i den forbindelse vigtigt at medvirke til, at de studerende arbejder i mindst to forskellige virksomheder i værdikæden.

Oplysninger om studieprojekter og materiale fra workshops og seminarer findes på [www.dac.dk](http://www.dac.dk) i afsnittet 'branche og netværk'.

