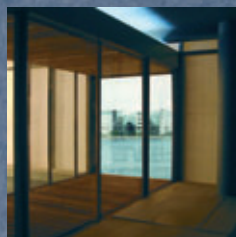
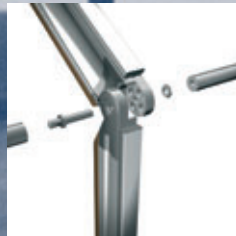
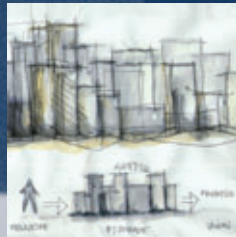


# Nye generationer af byggekomponenter

Prisopgave for studerende ved arkitekt- og designuddannelserne

**BY og BYG**  
Statens Byggeforskningsinstitut  
Danish Building and Urban Research



# Nye generationer af byggekomponenter

Prisopgave for studerende ved arkitekt- og designuddannelserne

Redaktion: Birgitte Dela Stang

Titel	Nye generationer af byggekomponenter
Undertitel	Prisopgave for studerende ved arkitekt- og designuddannelserne
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2003
Redaktion	Birgitte Dela Stang
Sprog	Dansk
Sidetæl	150
Emneord	Byggekomponenter, arkitektur, industrialiseret byggeri, produktudvikling, byggeproces, prisopgave.
ISBN	87-563-1166-4
Pris	Kr. 385,00 inkl. 25 pct. moms
Omslag	Sabine Skovfoged Østergaard
Tryk	BookPartner, Nørhaven digital A/S
Udgiver	By og Byg Statens Byggeforskningsinstitut, P.O. Box 119, DK-2970 Hørsholm E-post <a href="mailto:by-og-byg@by-og-byg.dk">by-og-byg@by-og-byg.dk</a> <a href="http://www.by-og-byg.dk">www.by-og-byg.dk</a>

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen: *Nye generationer af byggekomponenter. Prisopgave for studerende ved arkitekt- og designuddannelserne. By og Byg 2003*

# Indhold

Forord .....	4
Prisopgave for studerende .....	5
<b>Artikler fra åbningsseminar for de studerende</b>	
<i>Jesper Nielsen</i>	
Samlinger – eller hvorfor byggeriet aldrig lettede.....	13
<i>Chris Thurlbourne</i>	
...it is through our senses that we can understand.....	20
<i>Anders Brix Pedersen</i>	
Hvad er en bygningskomponent? På vej mod en ny tektonik.....	23
<i>Kjeld Vindum</i>	
Arkitektur og byggeri i fremtiden.....	29
<i>Niels Albertsen</i>	
Arkitekten som byggekomponentdesigner i arkitekturens felt og aktør- netværk.....	37
<i>Jan Christiansen</i>	
Industrialisering i byggeriet.....	43
<i>Jan Søndergaard</i>	
Nutidsvisioner .....	51
<i>Bjarke Ingels</i>	
Byggeklodser .....	57
<i>Søren Rasmussen</i>	
Har industrien brug for designere?.....	63
<i>Annette Krath Poulsen</i>	
Den industrielle designers rolle i produktudvikling .....	69
<i>Anders Nørgaard</i>	
Grundbegreber til industriel succes mellem standard og unika .....	74
<i>John Rasmussen</i>	
At optimere teknik og design .....	81
<i>Nils Lykke Sørensen</i>	
Den tredje vej .....	87
<i>Charlotte Bundgaard, Anne Beim og Natalie Mossin</i>	
Samlingens rum – et oplæg til workshoppen ”Kontakt” .....	93
<b>Præsentation af de studerendes opgavebesvarelser</b>	
Dommerbetænkning.....	99
Rummets opbremsning .....	101
Myrna.....	107
Composition.....	115
Box Bad .....	121
Arkilift.....	127
Genforbrug .....	133
Autlain.....	141
CliiMate .....	143
Facadekomponenter .....	145
Formika.....	147
Setup .....	149

# Forord

I efteråret 2001 udskrev Erhvervs- og Boligstyrelsen og Kulturministeriet i samarbejde med By og Byg en prisopgave om nye generationer af byggekomponenter. Deltagere i prisopgaven var arkitekt- og designstuderende ved Institut for Arkitektur og Design på Aalborg Universitet, Arkitektskolen i Aarhus, Danmarks Designskole og Kunstakademiets Arkitektskole. Udskriverne ønskede med prisopgaven at medvirke til en øget interesse for og viden om industriel fremstilling af byggekomponenter blandt studerende på arkitekt- og designuddannelserne. På længere sigt var ønsket at bidrage til en udvikling mod større arkitektonisk og designmæssig kvalitet i fremtidens byggekomponenter. Prisopgaven skulle ligeledes give en værdifuld inspiration til byggevarereproducenter, arkitekter og designere om perspektiverne i en industriel udvikling. Prisopgaven er det første tiltag i initiativet "Ny Industrialisering", der er formuleret på baggrund af redegørelsen "Byggeriets Fremtid" fra Byggepolitisk Task Force.

Målet med udskrivningen af prisopgaven rækker således længere end de afleverede forslag til nye byggekomponenter, og resultatet kan ikke umiddelbart summeres op i en rapport. Med denne By og Byg rapport ønsker vi imidlertid at fastholde udgangspunktet for prisopgaven og det umiddelbart tilgængelige resultat af de studerendes opgavebesvarelser. Det har vi valgt at gøre med 14 artikler, skrevet af lærere og repræsentanter fra erhvervet til et seminar for deltagerne i prisopgaven. Seminaret var en væsentlig del af det fundament, som de studerende fik forud for deres projektperiode. Samtidig giver artiklerne et indblik i holdninger, muligheder og visioner for industrialiseret fremstilling af byggekomponenter anno 2002.

Desuden vises et uddrag af de studerendes opgavebesvarelser, og for de præmierede opgaver er dommernes betænkning også vist. De viste uddrag af de afleverede projekter er taget fra de studerendes egne projektbeskrivelser og er kun redigeret i begrænset omfang af hensyn til sammenhæng i tekstuddragene. De fulde opgavebesvarelser kan downloades fra [www.by-og-byg.dk](http://www.by-og-byg.dk), hvor der også er flere illustrationer fra projekterne.

Sekretariatet for prisopgaven har været varetaget af seniorforsker Nils Lykke Sørensen, seniorforsker Birgitte Dela Stang, forskningsassistent Natalie Mossin, forskningsassistent Line Eriksen samt studentermedhjælp Anne Mette Manelius Knudsen.

By og Byg, Statens Byggeforskningsinstitut  
Afdelingen for Byggeteknik og Produktivitet  
Februar 2003

*Jørgen Nielsen*  
Forskningschef

# Prisopgave for studerende

Prisopgaven "Nye Generationer af Byggekomponenter" blev udskrevet for studerende ved arkitekt- og designuddannelserne. Formålet med prisopgaven var på kort sigt at sætte fokus på industrielt fremstillede byggekomponenter på arkitekt- og designuddannelserne. På længere sigt skal erfaringen fra prisopgaven danne grundlag for en øget fokusering på industrielle byggeprocesser på uddannelsesstederne.

Opgaven lagde op til, at både industriprodukt og byggeproces blev taget op. Baggrunden herfor er, at uden det ene er det andet ikke meget værd, når fremtidens byggekomponent skal udvikles. Derfor blev der i opgaven stillet krav om, at de studerende indtog rollen som både designer, arkitekt og produktudvikler. For at få indblik i produktionsleddets muligheder og begrænsninger skulle de studerende samarbejde med mindst én virksomhed.

## Prisopgavens forløb

Udvalgte 4. års studerende fra hhv. Arkitektskolen i Aarhus, Arkitektur- og designretningen på Aalborg universitet, Danmarks Designskole og Kunstakademiets Arkitektskole blev inviteret til at deltage i prisopgaven. Hver af de fire uddannelsesinstitutioner kunne melde op til fire hold á 4-5 studerende til opgaven. I alt 12 hold meldte sig til prisopgaven. Af disse 12 hold var der 11, som afleverede deres forslag til nye generationer af byggekomponenter.

I forbindelse med opstarten af prisopgaven blev der i slutningen af januar 2002 på Arkitektskolen i Aarhus afholdt et introduktionsseminar for deltagerne. Det blev til tre hektiske dage for de studerende, der gennem indlæg fra inviterede foredragsholdere blev ført igennem en række temaer om ny industrialisering i byggeriet. Der var foredragsholdere fra de deltagende undervisningsinstitutioner og fra praksis, hvor hhv. byggekomponentproducenten, designeren, arkitekten og byggeerhvervet beskrev forholdene "i den virkelige verden" samt deres egne visioner for fremtidens byggeri. Skriftlige indlæg i form af korte artikler fra de indbudte foredragsholdere fungerede som grundlag for de studerendes opgavebesvarelse. Disse artikler giver et godt overblik over status og visioner anno 2002. Der er tale om en samling af artikler, der har givet de studerende et godt grundlag for at arbejde med prisopgaven.

Flere opgavebesvarelser viser, at de studerende er blevet inspireret på seminaret, idet de har fanget intentionerne og de udtrykte visioner fra foredragsholderne. Det er således interessant at bemærke, at idéer, der er taget op under seminaret, er blevet opfanget og brugt i opgavebeskrivelser og endog i selve idégrundlaget for byggekomponenterne.

Prisopgaven startede omkring 1. februar 2002 og løb over tre og en halv måned frem til afleveringen den 17. maj 2002. Bedømmelsen af forslagene forløb over tre dage i slutningen af maj måned og blev afsluttet med en prisoverrækkelse og udstilling i Dansk Designcenter.

## Prisopgavens resultat

Ved bedømmelsen af de indleverede forslag blev det hurtigt klart, at der blandt dommerne var enighed om ikke at uddele en førstepræmie. Der var efter dommernes mening ikke noget projekt, der opfyldte alle de konkrete

krav i projektprogrammet. I stedet blev der uddelt to andenpræmier, tre tredjepræmier og en specialpris.

Følgende fokusområder var opstillet i projektprogrammet:

- Samarbejde med en eller flere virksomheder
- Nytænkning af samspillet mellem design og produktion
- Komponentens designmæssige og arkitektoniske kvalitet
- Komponentens rolle som element i en arkitektonisk og byggeteknisk helhed
- Komponentens evne til at indgå i væsensforskellige byggerier og sammenstillinger
- En nytænkning af montagebegrebet.

Der blev således stillet en opgave, hvis løsning skulle bygge bro mellem den industrielle produktion og den arkitektoniske og designmæssige side af byggekomponenten. Det er en type opgave, som de studerende ikke er trænet i at løse på uddannelserne, der kun i meget begrænset omfang inddrager produktionsvirksomhederne og deres behov i undervisningen. Selv om de bedste opgavebesvarelser har forsøgt at dække begge områder, har de alligevel ikke formået at opfylde forventningerne på tilfredsstillende vis.

Mange projekter fokuserede meget på den produktionsmæssige side og nåede derfor ikke langt nok med den arkitektoniske side. Positiv åbenhed over for virksomhederne har måske medført manglende selvstændighed i projekterne, hvorved designprocessen er blevet låst fast i virksomhedernes eksisterende produkter. Andre projekter tog udgangspunkt i det æstetiske aspekt, men manglede konkret virksomhedskontakt, hvilket kunne have hjulpet til en grundigere beskrivelse af produkt og proces.

Dommerkomitéen var desuden bekymret over, at flere forslag ikke forholdt sig til de miljømæssige aspekter i deres produkter – og endelig var der forslag, der ikke indeholdt en egentlig byggekomponent. Dommerne konstaterede, at *"de studerende mangler en række nødvendige færdigheder for at videreføre en industriel tankegang med arkitektonisk og designmæssig høj kvalitet. Dommerkomitéen måtte således konstatere, at der er behov for øget opmærksomhed og styrkelse af undervisning og forskning på området."* Det er hårde ord, men det viser, at der er behov for nye kompetencer i uddannelserne, hvis ny industrialisering i byggeriet skal blive en succes.

Samlet set rummer de studerendes opgavebesvarelser de elementer, der er efterspurgt i projektprogrammet. Således rummer de to projekter bag andenpræmierne tilsammen både den industrielle, den arkitektoniske og den IT-baserede indgangsvinkel. Tager man specialprisen med, indgår tillige et stærkt visionært syn med fokus på miljø og ressourceforbrug.

Endelig skal det nævnes, at et af de to projekter, der modtog andenpræmie, Myrna, efterfølgende har fået Designprisen 2002 i kategorien Fremtidens Produkter *"for sit arbejde med at nyudvikle og optimere byggeriets proces"*. Det er et imponerende resultat af gruppen bag Myrna, men den manglende konkurrence er skræmmende – projektet var nemlig det eneste nominerede i denne kategori.

## Opfølgning på prisopgaven

Prisopgavens afslutning skulle have været startskuddet på en koordineret indsats og udarbejdelse af en fælles strategi for opgradering af hele uddannelsesområdet. Dette er imidlertid udskudt på ubestemt tid, og initiativet er overladt til de enkelte institutioner.

Uafhængigt af prisopgaven har Kulturministeriet afsat omkring 260 mio. kr. over fire år primært til styrkelse af forskning, erhvervsorientering og IT-kompetencer i undervisningen på arkitekt- og designskolerne.

## Prisopgavens relation til aktuel forskning

### Behov for øget produktivitet

*Konkurrenceevnen og produktiviteten i byggeriet skal øges.* Budskabet er ikke til at tage fejl af i pkt. 31 i Regeringens Konkurrenceevnepakke "Vækst med vilje". Baggrunden for dette ønske er også til at forstå: En forbedret produktivitet på 10 % (eller 2 % om året over en femårig periode) vil give en samfundsgevinst på 6,5 mia. kr. Det er således ikke småpenge, samfundet kan hente ved en forbedret produktivitet i byggeriet.

Behovet for øget produktivitet er ikke en ny erkendelse – Projekt Renovering, Proces- og Produktudvikling i Byggeriet (PPB) samt Projekt Hus er alle offentlige tiltag, der er sat i gang på baggrund af en ressourceområdeanalyse vedrørende byggeriet fra 1993. Man kan så spørge sig selv, hvorfor denne produktivetsforøgelse ikke for længst er en realitet, de seneste 10 års tiltag taget i betragtning. Baggrunden skal muligvis findes i to af konklusionerne på det arbejde, som Udvalget vedr. Byggeforskning i Danmark netop har afsluttet (Byggeriet i Vidensamfundet, sept. 2002) – at vi bruger for få midler på forskning og udvikling i Danmark, og at samspillet mellem forskning og praksis ikke fungerer tilfredsstillende.

Uanset årsagen til den lave investering i dansk byggeforskning skal produktivetsforøgelsen gennemføres, hvis den danske byggebranche skal overleve det stadigt stigende pres fra udenlandske konkurrenter. Et kodeord for denne produktivetsforbedring i byggeriet er *ny industrialisering*.

Ny industrialisering i byggeriet er ikke tænkt som en ny bølge af 60'ernes kransporsbyggeri og rå betonfacader, men er derimod rettet mod effektivisering af selve processen, bl.a. gennem digitalisering af byggeriet og øget anvendelse af industrielt fremstillede komponenter. Det overordnede mål er at fremme byggemetoder, der er på højde med nutidens teknologiske muligheder og samfundsmæssige behov.

Der skal opbygges kompetencer, og der skal iværksættes en innovativ proces gennem øget fokus på industrielle byggekomponenter og -metoder i uddannelserne efterfulgt af tiltag til forankring i hele byggesektoren af indvundne erfaringer som afsæt for en fortsat udvikling i byggeriet.

### Øget værdi for brugerne

Industrialiseringens succeskriterier er tæt forbundet til brugerens krav og forventninger. Det indebærer, at kvaliteten af det færdige byggeri skal svare til bygherrens forventninger, og at de kommende brugere i højere grad skal tages med i processen - lige fra begyndelsen af projekteringsfasen. Det bliver arkitektens opgave at anvende værktøjer, der giver bygherre og brugere indsigt i den projekterede bygnings muligheder og begrænsninger, allerede før den er færdigprojekteret. Det bliver også arkitektens rolle at designe bygninger af høj arkitektonisk kvalitet med anvendelse af industrielt fremstillede systemer og komponenter.

Arkitekten får således en central rolle, hvor kommunikationen til såvel bygherre/brugere og producenter af byggesystemer og komponenter bliver lige så vigtig som kontakten til entreprenøren. Kommunikationsfladen må forventes at blive IT-baseret, hvor tegninger og modeller vil blive til i interaktion mellem arkitekt og producenter.

### Det Digitale Byggeri

Der ligger et enormt potentiale for produktivetsforbedring, hvis tegningsmaterialet bliver opbygget med tanke for de processer, der ligger før og ikke mindst efter designprocessen. En tænkt byggeproces startes med, at arkitekten vil designe sit projekt med industrielt fremstillede moduler og elementer. Arkitekten anvender objektorienterede modeller i designprocessen. En internetportal for byggekomponenter, der muliggør søgning efter ydeevne, ville være et elegant værktøj. Arkitekten kan "fintune" de enkelte kompo-



nenter inden for givne grænser og komponenterne i form af objekter placeres i en digital model sammen med data gående fra oplysninger om farve og tekstur til byggetekniske informationer såsom bæreevne og miljødata. Computerstyrede produktionsprocesser giver desuden mulighed for den arkitektonisk nødvendige variation i de industrielt fremstillede produkter. Ud fra denne digitale, objektorienterede model skabes de traditionelle tegninger og beregninger.

Værdien af de data, der på denne måde lægges ind i den digitale model i projekteringsfasen, bliver stor. Dataene kan anvendes direkte til 3D-visualisering, mængde- og prisberegninger – og til ingeniørens beregninger af alt lige fra styrkemæssig bæreevne til indeklimate og miljøvurderinger.

Der findes allerede software, der kan håndtere en række af disse processer. Anvendelsen kræver imidlertid konsekvens i tegneprocessen – og arkitekten må erkende den potentielle værdi af de data, der lægges ind i CAD-tegningerne.

### **Nye samarbejdsformer**

Byggeprocessen undergår i disse år store forandringer i samarbejdsformen. Partnering og trimmet byggeri er nye måder at håndtere byggeprocessen på. I partnering får arkitekten en ny og vigtig rolle i modsætning til den meget entreprenørkontrollerende totalentreprise. Trimmet byggeri tager udgangspunkt i successiv planlægning af byggeprocessen, hvor der planlægges ud fra den faktiske situation på byggepladsen.

De nye samarbejdsformer kræver, at parterne har en bred forståelse for de forskellige opgaver i byggeprocessen. Dette går imod årtiers entydige specialisering og fokusering på kerneområder, hvor bl.a. arkitektuddannelserne har sat fokus på den kreative proces på bekostning af bl.a. projektplanlægning og –styring.

### **Nye kompetencer**

En ny industrialisering med de ovenfor beskrevne ændringer i produkter, processer og samarbejdsformer vil kræve nye kompetencer i hele byggesektoren. Disse nye kompetencer kan dels hentes gennem traditionel efteruddannelse dels gennem selvstående processer baseret på vidensdeling. Den væsentligste ændring kommer imidlertid med og fra byggesektorens nye generation i uddannelserne.

Forståelse for potentialet i IT, opbygning af de nødvendige færdigheder inden for 3D-modellering og større viden om de industrielle muligheder og begrænsninger kræver en systematisk indsats på såvel arkitekt- og designuddannelserne som på ingeniøruddannelserne og de tekniske skoler. Der er med andre ord behov for en samlet uddannelsesstrategi for design, IT, produktudvikling og processtyring.

Fornyelse i uddannelserne kan danne grundlag for initiativer, der forankrer den industrielle tankegang i hele byggeriet, herunder den industri, der udvikler og producerer byggeriets komponenter. Forankringen skal sikre en fortsat udvikling mod øget industrialisering i byggeriet.

### **Den industrielt orienterede arkitekt**

I en årrække har arkitektuddannelserne primært forholdt sig til den kreative del af byggeprocessen. Det har resulteret i, at det først og fremmest er større domiciler og havnefronter, der bærer præg af arkitektens tilstedeværelse. Det kan muligvis brødføde eliten, men det er ikke med til at revolutionere byggeprocessen i det øvrige byggeri.

Prisopgaven blev udskrevet for at sætte fokus på arkitektens rolle i det industrialiserede byggeri. Der vil blive stillet nye krav til arkitektens kompetencer i den nye industrialisering af byggeriet, og arkitekterne får mulighed for (igen) at sætte sig på hovedrollen i byggeprojekterne – at lede slagets gang

fra designfasen til aflevering af det færdige byggeri. Det er op til arkitekterne selv at tage den udfordring op og sætte faget i centrum.

Det kræver en massiv indsats på uddannelserne at løfte opgaven. Det kræver indgående kendskab til produktionsapparaternes muligheder og begrænsninger – alene mulighederne inden for IT udnyttes langt fra i den skala, udviklingen giver mulighed for. Hertil kommer kendskab til logistik, processtyring af byggepladsen, alternative samarbejdsformer og kendskab til læringsprocesserne på alle niveauer i byggeprocessen.



**Artikler fra åbningsseminar  
for de studerende**



# Samlinger

## – eller hvorfor byggeriet aldrig lettede

### **Jesper Nielsen**

*Arkitekt Jesper Nielsen er lektor ved Kunstakademiets Arkitektskole, hvor han forsker og underviser i industrielt design og kommunikation. Han arbejder især med objektbaseret design af arkitektoniske systemer. Jesper Nielsen er desuden ansat hos 3xNielsen A/S og har tidligere været ansat hos Foster Associates i London og ved Henning Larsens Tegnestue.*

Hvis man hver morgen på vej til arbejde cykler forbi en byggeplads fra byggeriets start til slut, vil man se følgende billede: De første par uger vil der køre to mand rundt med en gravemaskine. De støder af og til på en stor sten, lidt forurenede jord eller en gammel nedgravet olietank, som forsinker dem en smule i deres arbejde, men de forsinker ikke nogen andre, for de holder tidsplanen ved lidt overarbejde en enkelt dag. Efter dem kommer den entreprenør, som laver kælderen. Han er alene på pladsen og har overblik over sine egne folk og deres arbejde. To dage med dårligt vejr bliver indhentet ved lidt ekstra bemanning til sidst.

Nu kommer elementleverancen. Mandag morgen ser man stadig på det støbte terrændæk, hvorfra intet rager op over jordhøjde. Fredag eftermiddag er huset én etage højt, ugen efter er råhuset færdigt. Med svimlende hast er nu flere tusind tons beton opstillet med én centimeters nøjagtighed. Rent vægtmæssigt er huset nu 90% færdigt, men til kun 20% af de totale udgifter.

Herefter går alt i stå. Murede partier påbegyndes, partier rives ned igen. Ventilationsfirmaet kommer på pladsen, men de kan ikke komme til og kører igen. Tømmerens materialer leveres på pladsen og stilles et sted, hvor de ikke står i læ, og halvdelen kasseres efter 3 uger. VVS-firmaet går fallit fordi de ikke kan komme til lave deres arbejde som planlagt og derfor ikke får penge til lønninger o.s.v.

De næste 5 måneder bevæger byggeriet sig fremad med museskridt. Der ses ingen ændringer fra dag til dag - knap nok fra uge til uge. Bag facaderne på det halvfærdige hus er de barske realiteter, at ufattelige ressourcer går op i koordinering. Mange beregninger viser, at ca. halvdelen af de resterende 80% af udgifterne går til retning af fejl, ventetid, kontrol og forsøg på planlægning af de sidste 10% af bygningens masse.

Det er altså i alt det, som vi efterfølgende monterer i vores huse, at det går galt, og det er her, man skal sætte ind. Byggeriets faggrænser har i høj grad overlevet sig selv. De fleste arkitekter tror, at god formgivning sammen med gode detaljer sikrer gode huse, og arkitektskolerne understøtter denne opfattelse. Det er bare ikke rigtigt. God arkitektur opstår ved en forståelse af formgivning, proces og detalje.

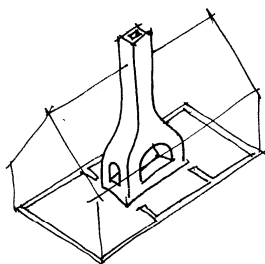
Norman Foster sagde det således ved indvielsen af Louisiana-udstillingen: "Intet seriøst arkitekturværk kan ses uafhængigt af de forhold, som betingede dets tilblivelse". Sagt på en anden måde: Der opstår intet interessant ud af ubegrænsede ressourcer. Kun ved også at tænke over, hvordan arkitekturen udføres, kan vi gøre noget for resultatet.

## Industrialisering

Der har i tidens løb været mange eksempler på indtænkning af byggeriets proces i arkitekturen ved udvikling af industrialiserede byggesystemer. De har næsten alle været tænkt som netop systemer og ikke som principper. Systemernes komponenter har som regel bestået i en målbaseret og ikke i en produktionsbaseret modularisering, og den anvendte teknologi har ikke været tilpasset systemerne. Den moderne industris muligheder for "customization" åbner mulighed for at samle de teknisk og koordineringsmæssigt tunge elementer i centrale højteknologiske bygningsdele, som (inden for visse rammer) er tilpasset det enkelte byggeri.

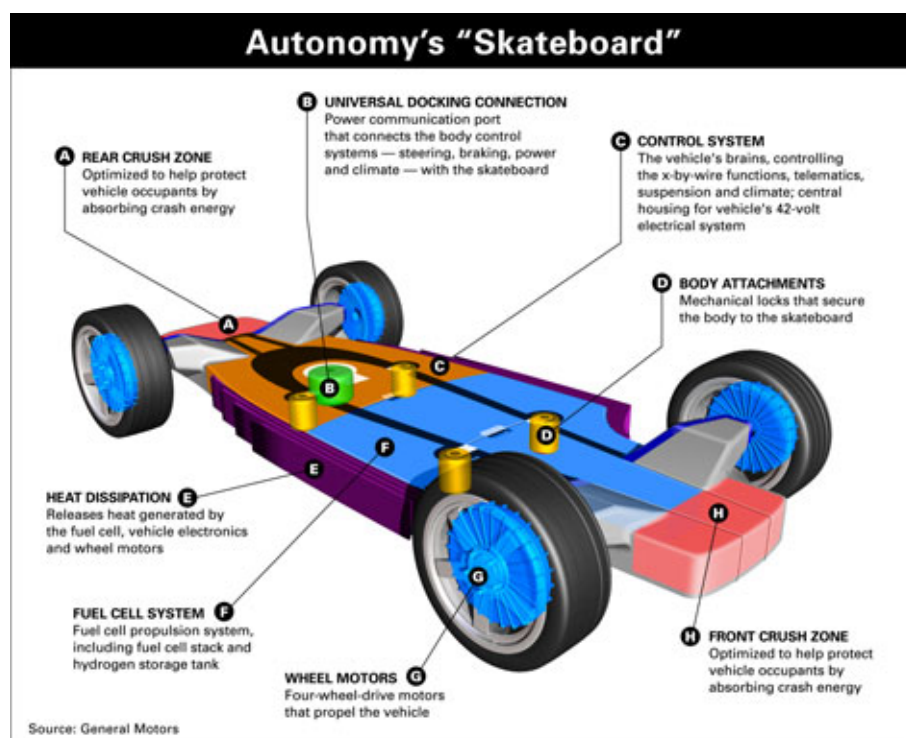
Til belysning af disse muligheder vil jeg fremføre to eksempler. Det ene er et, som har forfulgt mig i årevis, nemlig det nordiske længehus af træ, det andet er GM's konceptbil "AUTOmomy", som i januar 2002 blev præsenteret i Detroit.

I det nordiske længehus blev murersjakket, som i det relativt tyndt befolkede Skandinavien var de omrejsende specialister, bestilt måneder i forvejen til at komme for at opføre husets teknologiske omdrejningspunkt: Den murede kerne. Denne kerne stod alene på sit fundament, indtil de lokale tømrersjak efterfølgende byggede resten af huset udenom. Der var i denne proces ikke brug for at tilkalde mureren igen for at færdiggøre noget. Processen er opstået gennem århundreder som et resultat af krav til materialeøkonomi og til beskyttelse af både beboere og de vitale (og dyre) bygningsdele mod et hårdt klima. Som en sidegevinst var denne sekvens i processen med til at løfte de enkelte håndværksfag op på et teknisk og kunstnerisk meget højt niveau. Principperne i denne arkitektur har dannet inspiration for mange industrielle byggesystemer.



Figur 1. Eksempel på muret ovn i nordisk længehus. Den murede ovn udgjorde husets kerne, og omkring denne blev bygget et (lavteknologisk) træhus.

Figur 2. GM's konceptbil "AUTOmomy", der består af en dockingstation, som indeholder bilens vitale dele. Ovenpå kan man frit placere et karosseri, der blot skal have de rigtige forbindelsesstik. (Illustration: General Motors).



Med mit andet hovedeksempel – konceptbilen "AUTOmomy" – påstår GM, at de har opfundet bilen på ny, og man er tilbøjelig til at give dem ret. Bilen er i to dele. Den primære del er en "docking-station", et skateboard-lignende chassis, som indeholder alt det, der får bilen til at køre (motor, brændsels-celler styretøj bremses, hjul m.m.). Denne docking-station er kun 13 cm tyk. På denne enhed kan man frit placere karosseriet, som kan være alt fra en sportsvogn til en autocamper, blot skal forbindelsesstikkene passe sammen.



Figur 3. GM forestiller sig en helt ny måde at købe bil på... (Illustration: General Motors).

Eksemplerne har i deres klare opbygning de tre hovedprincipper tilfælles, som efter min mening er forudsætningen for at videreudvikle en industrielt baseret arkitektur, og som dermed også er forudsætningen for at kunne forestille sig en ny generation af byggekomponenter:

- 1 Disponeringsprincipper, som også tager hensyn til produktionen.
- 2 Gennemgribende modularisering.
- 3 Rigtig udnyttelse af teknologien.

## Disponeringsprincipper

Den gængse opbygning af et hus, hvor råhus, installationer og overflader opbygges lagvist og jævnt fordelt over hele huset, og hvor alle fag arbejder overalt samtidigt, er et mareridt af koordinering, som det ikke er muligt at løse ved arbejdsplanlægning alene. Desuden betyder denne opbygning, at hele huset er dyrt. Det er ikke muligt at dele huset op i dyre og mindre dyre dele.

Løsningen er enkel: At indkapsle processer og teknologier og sortere dem efter kompleksitet, omkostning og levetid.

Den moderne Zeppeliner er et eksempel på en sådan strategi. Den traditionelle passagerjet har integreret højteknologi i hvert et hjørne af sit store legeme, og er derfor meget ufleksibel både med hensyn til tilpasning af designet og i produktionen. Derfor produceres 30 år gamle flymodeller stadigvæk. Det er simpelthen for besværligt at udvikle et nyt fly. Zeppelineren, som nu igen produceres, har derimod to hovedbestanddele: Små, højteknologiske enheder til kontrol og fremdrift og en stor lavteknologisk, fleksibelt produceret enhed, som bærer det hele og holder det sammen. De enkelte enheder kan udskiftes og videreudvikles, uden at alt skal beregnes og afprøves forfra.



Figur 4 og 5. GM's konceptbil "AUTOonomy". Teknologien er samlet i en dockingstation (til venstre), mens designet ligger i overbygningen (til højre). (Illustrationer: General Motors).

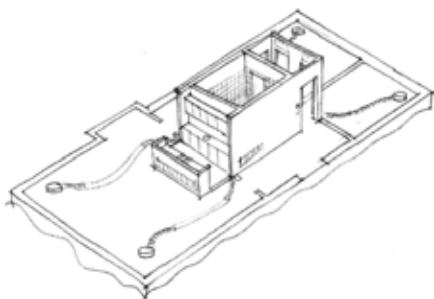


I konceptbilens AUTOonomy's eksempel svarer disponeringskonceptet til idéen om at samle teknologien i en "docking-station", som ikke er så stylingafhængig som resten af bilen og derfor har en længere levetid set fra et produktionssynspunkt. Overbygningen kan redesignes fra år til år eller andre leverandører kan levere specialmodeller.

I det nordiske længehus er disponeringsideen selvfølgelig opbygningen omkring den murede kerne. Kernens levetid var under normale forhold længere end husets. Den blev opført af højt kvalificerede håndværkere, hvis viden ikke kun begrænsede sig til murerfaget i sig selv, men også omfattede forståelse for madlavning (den indbyggede ovn og tilpasningen til komfuret), strømningsteknik (skorstene), brandforhold (de indbyggede murvingsbredder i forhold til det senere omgivende træværk) og til tømrerens byggeteknik (de indbyggede afdækninger på skorstenens øvre del).

Idéen om den centrale kerne er i dag mere relevant end nogen sinde. Gennem trådløs kommunikation (f.eks. bluetooth) kan vi undgå en stor del af svagstrømsinstallationen (som tegner sig for en større og større del af den samlede installation). Ligeledes er den store spredning af varmegivere, som traditionelt tærer voldsomt på byggeriets koordineringsressourcer, ikke mere nødvendig med anvendelsen af højisolerede bygningsdele. Vi kan derfor koncentrere den økonomisk krævende indsats på mindre arealer, hvis vi vil lade processen tegne resultatet.

Figur 6. Højisolerede bygningsdele og større anvendelse af svagstrømsinstallationer giver nutidens byggeri muligheden for at genindføre den centrale kerne fra det nordiske længehus.



God disponering er: Brug kun lidt af det smarte til at værdiføre meget af det billige. Eller som det er sagt af andre: Det gælder om at lave kloge hjørner til at holde sammen på de dumme længder.

## Modularisering

Hvis vi skal lave arkitektur på en intelligent måde med en kvalitet, som vi kan styre, med en bygherre, som er med i processen, og uden at vi falder over hinanden i udførelsen, så må vi tænke i modularisering.

Opdeling af et hus med et modulnet er ikke modularisering. Projektering efter et modul kan give mulighed for modularisering, men modulnettet er ikke en rationalitetsgaranti i sig selv. Modulariseringen kommer af, at produktet opbygges i individuelle, delvist uafhængige og frit udskiftelige produktions- og montageenheder. Tag f.eks. cykler. En specialbygget baneracer til tidsskørsel er ganske vist højteknologisk, men den er ikke modulopbygget. Hver del relaterer sig til de øvrige - ingen dele kan udskiftes uden at de øvrige skal justeres. En alm. landevejscykel er næsten ligeså højteknologisk, men

den er et skoleeksempel i modulopbygning. Grænsefladerne mellem de enkelte dele på cyklen (gevindet i kranken, gaffelendernes dimension, kronrørets diameter) følger nogle konventioner, som er opstået gennem tradition, men indenfor disse rammer er der frit spil. Cyklen kan i en valgfri blanding bestykes med dele fra USA, Italien eller Japan. Delene er selv efter indbygning i cyklen så autonome, at man ved en defekt stadig kan gøre garanti gældende over for delleleverandøren.

Et tilfældigt muret etagehus fra et brokvarter har ikke noget tydeligt modulnet, men er stærkt modulopbygget. Modulerne var her fagene (tømrer, murer, snedker, smed), som i denne bygning (dengang, ikke i dag!) havde veldefinerede grænseflader. Moderne domicilbygninger som dem, der skyder op i havnene omkring os, er ikke modulopbyggede, selv om deres stringente glasfacader lader os det tro. På trods af en tydelig målmæssig repetition er der her tale om en kompliceret produktionsmæssig afhængighed mellem de enkelte bygningsdele. Bygningernes opførelse er afhængige af individuelle detaljesæt med omfang som telefonbøger kun for at beskrive sammenbygningen af de forskellige bygningsdele.

Den engelske arkitekt Richard Horden, som er professor på Universitetet i München, har i årevis eksperimenteret med modularisering i arkitekturen. Hans Yacht House i Poole er opbygget af ganske få elementer, hvoraf de fleste er standard rig-profiler. Senest har han samarbejdet med Pavillon-fabrikanten i Tyskland om udvikling af f.eks. projektet "skydeck-house", som er et individuelt tilpasset stålbyggesystem i høj kvalitet, men hvor alle elementer er i containerstørrelse og færdiggjort på fabrik.

Det nordiske længehus fra før er den simplest tænkelige huslige modularisering: to teknikker, to materialer, to funktioner, to tidspunkter, to håndværksfag. I denne forbindelse er det tankevækkende for fremtidens byggeri, at højteknologiske og håndværksmæssige moduler kan kombineres blot grænsefladerne defineres. Man kunne således sagtens tænke sig en del af huset leveret af f.eks. Audi og resten af den lokale tømrermester. En sådan model ville ikke kun bevare, men måske oven i købet udvikle de individuelle håndværksfag.

AUTOonomy's modularisering er dog klart den smukkeste. Som i 50'erne, hvor de velhavende kunne bestille en bil med chassis og motor fra Maserati, men med et karrosseri fra Pininfarina eller Touring, kan vi andre nu også konfigurere vores egen bil uden, at det koster mere. Og dette af kun to elementer: Ét, som indeholder alt det, vi objektivt har brug for. Ét andet, som har alt det, vi drømmer om.

## Udnyttelse af relevant teknologi

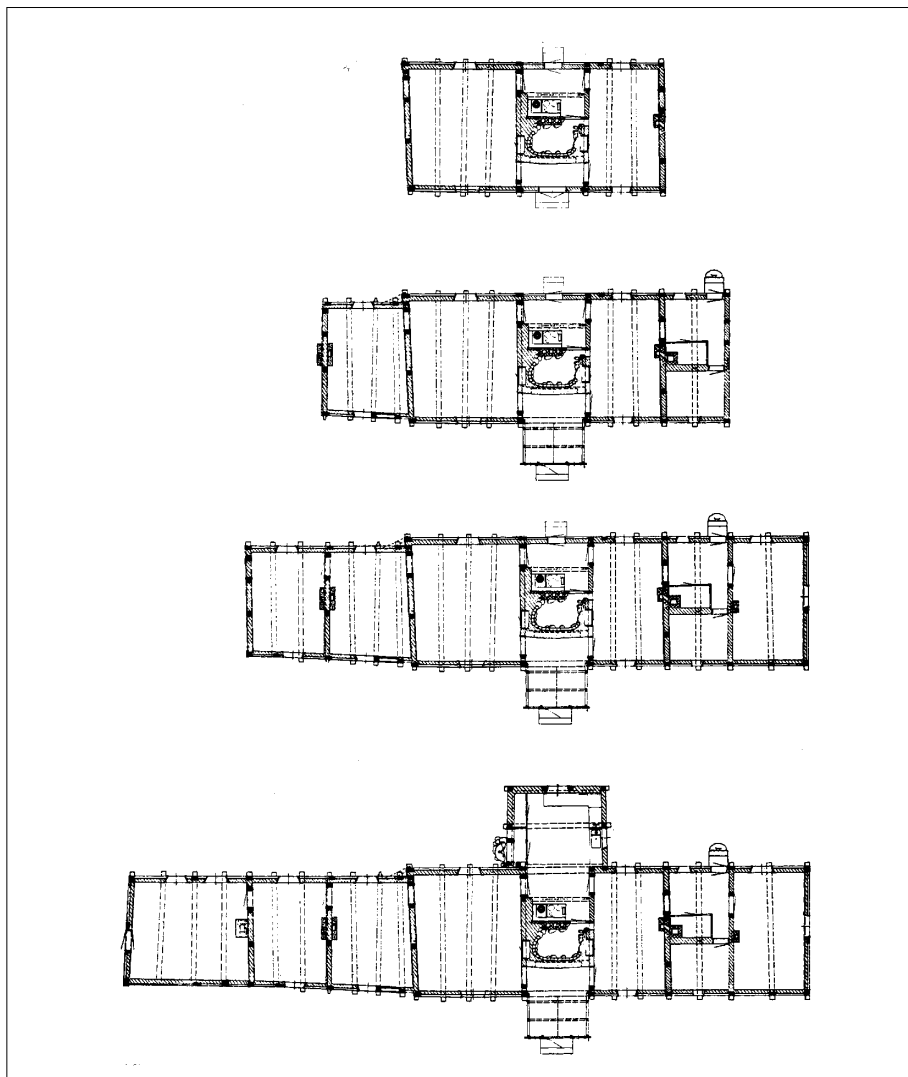
Facadefirmaet Götz i Tyskland byggede i 1997 sit eget hovedsæde i Würzburg. Arkitekter på huset var Stuttgart-firmaet Weblen og Geissler, men den største indsats er lagt af vvs-ingeniøren Marcus Püttmer. Blandt mange geniale løsninger indenfor klimateknik (specielt i husets facader) fremstår lofterne som et stykke komponentdesign uden lige. Loftssystemet består af rammer, som kan indeholde lyd-dæmpende membraner, belysning og køling. Køleloftet består af et aluminiumsgitter med indlagte kobberrør, der foruden deres vandbårne kølefunktion tillader fri luftgennemstrømning til det ovenliggende betonloft og hermed muliggør natkøling, som ellers er næsten umuligt at få til at virke med nedhængte lofter. Alt i alt burde det altså være basis for en kommerciel succes. Det eneste Götz glemte var dog at tænke vedligeholdelsen af akustikloftet ind i systemet. Det var simpelthen dyrt at nedtage og opsætte igen. Denne ene fejl var dog alvorlig nok til, at produktet aldrig blev anvendt andre steder. Hvis man på et tidligere tidspunkt havde betragtet dette system med en produktudviklers briller i stedet for en arkitekt eller ingeniørs, var det ikke endt sådan.

Figur 7. Køleloftet som består af et aluminiumsgitter med indlagte kobberør, der foruden deres vandbårne kølefunktion tillader fri luftgennemstrømning til det ovenliggende betonloft og hermed muliggør natkøling, som ellers er næsten umuligt at få til at virke med nedhængte lofter.



Intelligent integration af relevante installationer er med andre ord kun den ene store teknologiske udfordring i byggeriet. Den anden udfordring består i den måde, hvorpå vi oplever og køber arkitektur, og hvordan vi bruger og vedligeholder komponenter. Rigtig udnyttelse af teknologi handler nemlig også om at koble idéerne til en bæredygtig økonomisk model.

Figur 8. Hvis vi skal lave arkitektur på en intelligent måde med en kvalitet, som vi kan styre, med en bygherre, som er med i processen, og uden at vi falder over hinanden i udførelsen, så må vi tænke i modularisering. (Illustration: Jørn Ørum-Nielsen).



Hvis arkitekturen modulopdeles, og de enkelte komponenter fremstilles af større system-leverandører, er det f.eks. nærliggende at forestille sig interaktive konfigureringsværktøjer. Sådanne værktøjer bruger vi allerede nu, når vi køber en computer hos f.eks. DELL. Disse vil ikke alene med et samme kunne fortælle os produktets pris og muligheder for tilpasninger til det enkelte byggeri. De vil også bane vejen for en arkitektur, som på godt og ondt er en individuel sammenstilling af store "mærkevarer", hvor vi ikke alene ved, hvad vi får, men med simple og gennemskuelige support- og garantiforhold.

Det lyder forfærdeligt i nogles ører, men det er det ikke. Både det før omtalte gamle træhus og GM's nye konceptbil følger denne logik. De benytter sig begge af en blanding af "black-box-teknologi" og individuel tilpasning.

Designeren er der stadig. Han har bare en anden rolle. Og hermed kommer vi så endeligt til emnet: "Samlinger"; For enten bliver vi dem, som skaber fremtidens byggeklodser, eller også samler vi dem bare.

### **Referencer**

Jørn Ørum-Nielsen. *Længeboligen*. Kunstakademiets Forlag, Arkitektskolen og Arkitektens Forlag. 1988

## ...it is through our senses that we can understand

### **Chris Thurlbourne**

*Chris Thurlbourne (f. 1965) er en engelsk arkitekt, uddannet på University of East London. Han har undervist på Arkitektskolen i Aarhus siden 1994 og har blandt andet gjort sig bemærket med en række bidrag i danske konkurrencer, herunder 2. præmien i den nordiske konkurrence om kulturhuset i Nuuk (1993) og en omtale i konkurrencen om det Kongelige Teater (1996).*

The burden of creation, the burden of capturing, absorbing and understanding knowledge brings with it a sense of achievement. A fulfilment uplifting the pains of existence. ....r moves(ing) about, inside a new void, a space that has established a life, a personality, yet a material world. A space that commands through word. ....r moves through in all directions. Strolling along, through the spaces, the layout of veils is manifested. Magical, intrinsic, exotic even, the streets in the house emit a radiance of life, joy, curiosity. It is seemingly for a moment once more that ....r can feel the coolness of the material, the softness of the surface, the texture contained in the veil. It is once again, because ....r has felt before the strangeness of architecture. It is not new. Yet there is intensity, a purity of definition, a radiance so strong it is as though the essence of space is contained within the walls.

Architecture is not just a science (for me looking through the eyes of a creator) ... it is an art. An art simply that we as the creators has a duty to articulate and control. To offer and to give. We can seduce, we can explain, we can disrupt. We can do many things, but the most essential, the most fundamental thing we can do is to make. Not to bluff but to use our tools and skill to create place that in its own right can perform. And it is in architecture school that we have the pleasure and time to build our skills, and knowledge, of creation.







Figur 10 og 11. Model (1:1) og færdig bygning.

The beauty of such statements like those written above is that there are no strict boundaries, no one way of doing things. Our medium as an architect can span over many disciplines and for me as an educator I can encourage the opportunities to try different means to develop ideas, thoughts and simple moves. Mediums enable manners of expressing built and conceived space and form. The sketch is an opportunity to experience the essence of an idea and space. So too is the (moving) camera. A pencil line shows the outline and definition of element and space. The smudge can show other appropriate gestures. The list is of course endless and it is that which makes the quest for new architecture so exiting. We as authors have many means available to us to articulate and develop architecture – idea and space, many more than we can actually use in practice and in school. It is the sense of place and the sense encapsulated in process that is our voice, but sometimes we need to train these voices.

Architecture can be fun. Making architecture can be fun too. Give that joy to others. Let others feel – it is through our senses that we can understand.



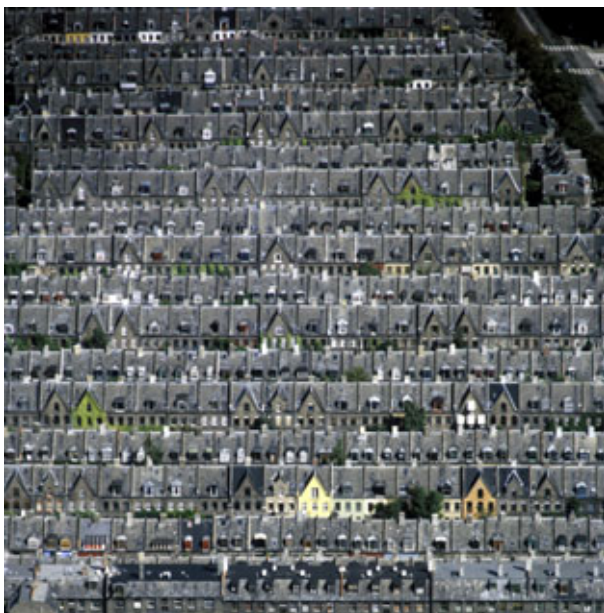
# Hvad er en bygningskomponent?

På vej mod en ny tektonik

## **Anders Brix Pedersen**

*Arkitekt Anders Brix Pedersen er professor ved Kunsakademiets Arkitekt-skole, hvor han arbejder med produktudvikling og industriel teknologi. Anders Brix Pedersen er tilknyttet Institut 4: Design og kommunikation og Studieafdeling 11: Arkitektur, design og industriel form, hvor han er studieleder.*

Blandt arkitekter udtrykkes ofte frygt for, at produktsystemer og præfabrikation vil dræbe mangfoldigheden og det individuelle i byggeriet; at den megen snak om industrialisering af byggeriet vil føre til præ-designede, stereotype huse uden forankring til stedet. Morsomt er det derfor, at de fineste eksempler på traditionelt alment byggeri ofte optræder i typer og serier og med udstrakt anvendelse af repetition. Der findes karakterfulde miljøer, hvor netop homogeniteten og fraværet af det individuelle er en væsentlig del af det kvalitetsgivende. Tænk fx på Københavns ildebrandshuse, kartoffelrækkehuse-  
ne eller brokvarterernes karreer; tænk på bedre-byggeskik villaerne, som danner de bedre villakvarterer over hele landet, eller tænk på det engelske 'maze'. Kartoffelrækkehusets charme og kvalitet kommer jo ikke fra individets varians i forhold til grundtypen, kvaliteten i brokvarterernes lejekaserner kommer ikke fra forskelle i stilistisk facadepynt og ildebrandshusene bidrager netop til homogeniteten.



Figur 12. Kartoffelrækkehusets charme og kvalitet kommer fra homogeniteten og ikke fra individets varians i forhold til grundtypen. (Foto: Michael Varming).

Disse gamle eksempler er industrialiseret byggeri i den forstand, at de var tidens normative leverance baseret på system, standarder og præfabrikation. Præfabrikation idet tømreren lavede spærene på sit værksted og fragtede dem nummereret til pladsen for montage. Standarder idet tegninger begrænsede sig til at angive højder, drøjder og hulsætning, resten var velkendt. System idet murstenen og mørtelen sammen med mureren og lærlingen udgør et system; stenen er intet uden mørtel, sten og mørtel er intet uden mureren og hans kunnen.

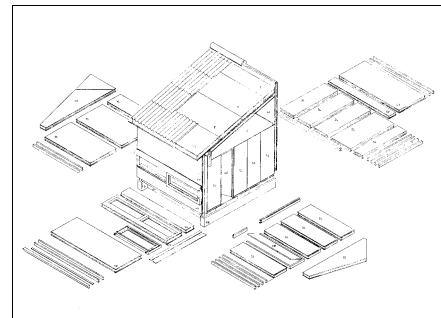
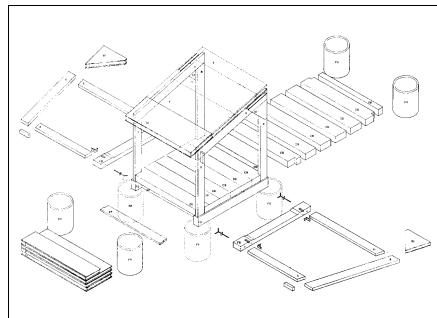


Men vi ved jo godt, hvad de mener arkitekterne og de andre, der advarer mod farerne ved industrialisering. Vi kender alle den nyere tids store planer og de endeløse konforme parcelhusvarterer. Men forskellen ligger altså ikke i den individuelle variation kontra den almene typificering, al den stund at det almene traditionelt havde (en vis) kvalitet. Forskellen ligger heller ikke i bindingen til et stramt system kontra et mere åbent. Arkitekten, mureren og tømreren udgjorde jo sammen med stenen, mørtelen, planken og det høvlede profil et sammenhængende system af byggekomponenter – endda et system med en meget stram syntaks: Den syntaks vi kender fra fagdelingen, murstikket, gesimsen og rygningstenen.

Byggeriets komponenter indgår i byggeriets organisme. Ligesom arterne ved evolution udvikles fra simple organismer med lav kompleksitet mod mere sammensatte organismer med større kompleksitet og mere individuelt liv, udvikler byggeriets dele sig fra materialet – leret der graves op, stammen der fældes – mod sammensatte, komplekse produkter. De udvikles fra byggeMATERIALE over byggeVARE til bygningsKOMPONENT. Efterhånden som forarbejdningen og forædlingen af materialet foregår sker en lukning af muligheder: Træet i skoven har muligheden for at blive skibsmast, gulvbrædder, tagspær, møbler, legetøjsklodser og meget andet. Er træet skåret op til legetøj, er det imidlertid vanskeligt at ombestemme sig og gøre det til et tagspær.

Eames house og Espansiva af Utzon bliver fremhævet som eksempel på henholdsvis et 'åbent' og et 'lukket' system. I en vis forstand er dette nonsens, da systemer for at være sammenhængende forudsætter en lukkethed. Alle systemer har imidlertid også en rand, hvor de interagerer med andre systemer. Altså en åben kant. Det er dog ikke vanskeligt at forstå, hvad der menes med sondringen: Espansiva's modularitet og sluttede units lægger jo betydelige bindinger på udfaldet af sammenstillinger, mens de generiske stålbjælker i Eames house kan anvendes til mange sammenhænge, varierende rumstørrelser, varierende udtryk mv. Men hvor Espansiva er et færdigt husprodukt, er Eames house sammenbygget af halvfabrikata – præcis som et murermesterhus fra bedre byggeskik-perioden. I udviklingen fra materiale over halvfabrikata til produkt er der ikke megen forskel på mursten og mørtel, anvendt af mureren, og så det valsede profil

Figur 13. Byggesystemet Espansiva af Utzon bliver fremhævet som eksempel på et 'lukket' system, fordi Espansiva's modularitet og sluttede units lægger bindinger på udfaldet af sammenstillinger.



og boltene, som anvendes i Eames house: De er halvfabrikata på lavt niveau. De er første led over det uforarbejdede materiale. De indeholder minimal intelligens. De tilbyder meget lidt i retning af løsning af sammensatte problemer. De er 'åbne' i næsten samme grad som det ufældede træ i skoven.

Den anden forskel på det 'lukkede' og det 'åbne' system består i løsningsgraden: De løser ikke lige meget. Utzon løser helheden af leverancen 'hus' indenfor sit system – tager alle grænseflader med. Eames' halvfabrikata løser hver især meget lidt. Det mest industrielle ved Eames house er dets billedmæssige henvisning. At traditionens bærende træbjælke er udskiftet med en stålgritterdrager udgør ikke noget skridt mod industrialisering. Bjælker fremstillet på et savværk eller i et smedeværksted er lige industrielle.

Det helt åbne system – bindingen 0 – er så tomt som det hvide papir. Det er tilbudet om intet. 'En rund mursten?' – næppe! Så såre noget foreligger er en masse muligheder afstået. Fremsættelsen af et tilbud er altid begrænset, for så vidt at der er ting, der ikke dækkes af budet. Systemer må derfor altid have en lukkethed. Den åbne situation foreligger ikke. Kan ikke foreligge. Fremsættelsen af et forslag, et tilbud, et bud på noget, forudsætter valg og dermed fravalg - det mærker arkitekter og designere hver dag. Det er som når ejendomsmægleren skriver 'Sæt selv dit præg på din bolig...' i annoncen for huset, der kræver omfattende udskiftninger: Det ufærdige hænger sammen med de åbne muligheder.

Vi må designe systemer, der søger fordel såvel ved de parametre, der nødvendigvis må lukkes, som ved de parametre, der lades åbne som ren mulighed.

Vinduer kan være et eksempel: Velfacvinduet tilbyder stort glasareal for hulmålet; samme profiler for stående og gående rammer; vand, kondens, kuldebroer og slitage løst i et kompliceret profilsystem mv. Dette profilsystem udgør løsningen, tilbudet. Formater og mål derimod er frie indenfor max. og min. begrænsninger. Særlige former er ikke tilgodeset i helt samme grad som i simple systemer. Sådan er det! Det har fordele og ulemper, men det



Figur 14. Velfacvinduet tilbyder stort glasareal for hulmålet. Vand, kondens, kuldebroer og slitage er løst i et kompliceret profilsystem. Det er et produktsystem med en lukket syntaks for mulige varianter, som omvendt danner et kontinuum af individuelle leverancer. (Foto: VELFAC A/S).

er ikke lige at efterligne derhjemme. Det er et produkt med betydeligt videnindhold. Det er et produktsystem med en lukket syntaks for mulige varianter, som omvendt danner et kontinuum af individuelle leverancer. Det bygger på integrerede løsninger, hvis fordele opvejer eller overskygger ulemperne. Noget væsentligt er således sket med vinduet som produkt: Efter traditionens (præfabrikerede) snedkervinduer har vi i en del år haft fabriksfremstillede vinduer, der ivrigt har forsøgt at ligne traditionens, med fx attrapspodser limet på termoglasset. Nu findes vinduer, der i stedet finder kvaliteter i de nye produktionsbetingelser. Det er en evolutionshistorie der ligner bilens; bilen, der i sin barndom måtte ligne en hestevogn i mangel af andre forbilleder.

Arkitektydelsen er i sig selv en bygningskomponent; en slags virtuel fugemasse der skaber grænseflader mellem byggeriets aktuelle systemkomponenter. En kombineret salgs- og udviklingsafdeling i 'AS/BYG', der omsætter mulighederne i fremstillingssystemet til kundetilpassede løsninger. Byggeriet kan i sig selv betragtes som et stort system, som har grænseflade til andre systemer; fx er redskaberne og forudsætningerne, der former komponenter, selv bundet til komponenter udviklet i andre systemer (formende maskiner, intern transport, halvfabrikataforsyning, software mv.) samt til infrastrukturen (transportsystemer, kommunikationssystemer, energiforsyning mv.). Det overordnede rationale i disse systemer sætter begrænsning for, hvad der er sandsynligt i det almene.

Vi diskuterer kun at rykke en lille smule på de uldne grænser i meta-systemet: At skabe bedre byggevarer, der ikke bare er plader, stænger eller bulkvarer, men intelligent udviklede elementer, som er veldesignede, men tilpasningsduelige med en bevidst, åben rand mod andre elementer - aktuelle som virtuelle. Man kunne have den drøm, at den fleksible IT-baserede fremstillingsindustri og byggeriets intelligensreserve – de virtuelle fugemasser - kunne mødes og skabe standarder, hvorpå en bygningskultur kunne rejses. Med hele husprodukter til afløsning af de ringest projekterede. Og med spidst tænkte del-produkter, der gør det lettere at skabe egentlig bygningskunst.

LEGO, DOS og Færdselsloven er eksempler på standarder, der binder, danner syntaks og bliver bestemmende. LEGO-klodsens stramme næsten stupide syntaks formår dog at transformere i skala og kompleksitet, at differentiere i generiske og dedikerede dele, og at 'bundle op' med multimedier, mekatroniske systemer og story telling som StarWars, Harry Potter mv. Fordelen ved den stramme syntaks er udstrakt kompatibilitet indenfor systemet. Den formodede ulempe er, at alt ligner hinanden. Præcis som kartoffelrækkehuset ligner karreen.

Figur 15. LEGO, DOS og Færdselsloven er eksempler på standarder, der binder, danner syntaks og bliver bestemmende. (Foto: Line Erikssen).



Tidligere udvikledes komplekset – byggeriet som meta-system – i en tradition hvor komponenterne fandt deres faste stabile plads. Nu er dynamikkens drivende kraft bundet til brands og business som identiteter og positioner i markedet. Det gælder byggevarerne og de økonomiske systemer, som arkitekturen selv indgår i: Før byggede man for kongen og kirken, nu for den demokratisk regulerede kapital. Markedets darwinistiske junglelov vil afgøre, hvornår en fleksibel men veldefineret komponent bestilles hos en certificeret producent, og hvornår en skræddersyet ad-hoc løsning projekteres. Intelligente komponenter vil vinde frem, der hvor de tilbyder noget som vanskeligt kan tilgodeses indenfor stadigt mere pressede TYD-baserede projekteringshonorarer (TYD: tjenesteydelsesdirektivet). Det skræddersyede vil bestå som byggeriets haute couture.

Forskellene er således ikke ideologiske. Byggeriet har ikke valget mellem 'produktvej' og 'procesvej', eller mellem 'den stive vej' og 'fugemassevejen'. Byggeriet må udvikle begge veje så fremsynet, intelligent og integreret som muligt. Design af bygningskomponenter implicerer afsøgning af, hvad der kunne være stabile bindinger for en åben ramme. En klog systemkomponent opfører sig som bygningstraditionen selv, den er som en avis, hvor indholdet er nyt og unikt fra dag til dag, men de formtegnende principper er stabile nok til at tegne en overordnet identitet.



# Arkitektur og byggeri i fremtiden

## **Kjeld Vindum**

*Arkitekt Kjeld Vindum er lektor ved Kunstakademiets Arkitektskole, hvor han underviser ved såvel Studieafdeling 5 : Arkitektur, rum og bosætning som Institut 1: Arkitekturens teori, historie og restaurering. Kjeld Vindum er bl.a. medforfatter til bogen "Arne Jacobsen".*

En række spørgsmål, svar, påstande, forslag, eksempler, citater, noter og konstateringer angående arkitektur og byggeri i fremtiden

## **Boligbyggeriets rumlige organisation i forhold til behovene**

Bortset fra enkelte undtagelser har det fleretages boligbyggeri ikke udviklet sig markant siden det industrielle byggeris indtog i 1950'erne. – Og bortset fra produktionsformen repræsenterer det industrielle byggeri ikke nogen væsentlig udvikling i forhold til 1930'ernes bedste bebyggelser. Udgangspunktet er endnu idag den lineært organiserede blok på 4-5 etager, der på langs er opdelt af opgange og lejlighedskel og vandret af etageadskillelser eller dæk. Fremspringende karnapper i facaderne og integrerede altaner, varierede vinduesstørrelser mv. er blevet mere almindelige i dag, men de er ikke nye i forhold til 1950'erne. Heller ikke lejlighedernes rumlige opdeling giver anledning til egentlige nybrud. Lejlighederne er stadig opdelt i separate rum efter det samme lineære princip som strukturerer blokken. Blokkens overordnede modul i længderetningen svarer til et vægelement. Man har tidligere forsøgt sig med flytbare skillevægge for at forøge fleksibiliteten, men det viste sig for besværligt for brugerne. Idag er langt de fleste skillevægge igen stationære. Systemer med stationære skillevægge er temmelig rigide, og de er baseret på en ganske bestemt (statisk) opfattelse af hvordan vi lever:

- 1 Husstanden består af enten en eller to voksne, med eller uden børn, med kernefamilien som den dominerende model. Selv den temmelig almindelige ændring af forholdene som består i, at børnene flytter hjemmefra, er boligerne ikke egentlig gearret til.
- 2 Tilværelsen er grundlæggende opdelt i arbejde/skolegang/institution (ude), fritid (ude eller hjemme) og hvile (hjemme).
- 3 Tilværelsen hjemme er (skarpt) opdelt efter funktioner: Madlavning, spisning, ophold, søvn og hjemmearbejde/lektier.

Naturligvis er der stadig mange mennesker, hvis liv svarer til disse opfattelser, men det er langfra alles. Det er velkendt at livsformerne indenfor specielt de seneste årtier har ændret sig markant i retning af større dynamik og differentiering, men det har ikke sat sig nævneværdige spor i den rumlige organisering af etageboligen. En trediedel af alle voksne lever alene – i hovedstadsområdet er det halvdelen. De ældre udgør en stærkt voksende andel af befolkningen. I løbet af et liv ændrer den enkeltes famillemæssige forhold sig langt mere end tidligere. De eksisterende sociale og kulturelle forskelle indenfor befolkningen antager nye former og suppleres af andre med tilkomsten af nye etniske grupper, forskellige former for subkulturer etc.

Arbejdet kræver større mobilitet samtidig sætter informationsteknologiens nye muligheder for kommunikation spørgsmålstejn ved behovet for mobilitet. F.eks. opstår der flere muligheder for at arbejde hjemme. Folk med vidt forskellig baggrund vil kunne bo side om side og hver for sig have mere til fælles med og kommunikere mere med andre, som er tusinder af kilometer

væk. Hermed udfordres ikke blot boligbegrebet, men også naboskabstanken." (Bonderup, Vindum og Wiggers: "Bedre, billige boliger", kronik i Politiken, d. 7-7 2001)

### **Konklusion:**

Behovsmønstrene er i løbet af de sidste tiår er blevet langt mere dynamiske og komplekse, trods dette har byggeriet ikke udviklet sig grundlæggende i forhold hertil.

### **Spørgsmål:**

Kan vi udvikle arkitektur, rumligheder og byggesystemer, der imødekommer disse forandringer?

### **Konstatering:**

Begrebet 'den frie plan', som er grundlæggende for den moderne arkitektur, har i bemærkelsesmæssig ringe grad formået at rokke ved opfattelsen af boligen som opdelt rum med hver sin funktion. Det er stort set blevet ved 'det åbne køkken'. Og vi bor og lever stadig i rum, som i rumlige form og karakter angår ikke adskiller sig afgørende fra renaissancens.

### **Citat:**

*"Alle arkitekter taler om funktionalisme, men de glemmer at beskrive de latente funktioners verden; de forsøger heller ikke at definere de traditionelle funktioners gyldighed, eller undersøge de latente funktioners styrke og betydning, lige så lidt, som de overvejer, hvorvidt nogle funktioner burde elimineres fuldstændigt." ... "Det er også klart at fremtidig produktion burde beskæftige sig MEGET MERE med at udforske fundamentale behov. ... Det er derfor arkitekternes vigtigste opgave at definere og udforske disse nødvendigheder."*

(Frederick J. Kiesler: Manifeste du Corréalisme, 1947. Oversat fra Manifesto on Correalism, i: D. Bogner og P. Noever, ed.: "Frederick J. Kiesler Endless Space", Ostfildern-Ruit, 2001, s. 93-94)

### **Forslag:**

At udskifte begrebet funktioner (ihverttilfælde i forhold til boligbyggeriet) med begreberne aktiviteter og tilstande.

### **Påstand:**

Da behovene udvikler sig mod større differentiering, har vi brug for mere elastiske rumligheder og systemer.

### **Lommetektonisk note:**

Dagens skelet- og skivebaserede konstruktioner er udviklinger af det tidligste længehus, der er baseret på sammenføjnningen af (træ-)stænger. De lige stænger gør det mest oplagt at bygge cirkulært (polygont) eller lineært. I modsætning til den cirkulære hytte ligger der i den lineære en mulighed for udvidelse. For at fordele kræfterne opbygges det søjlebårne saddeltag på længehuset med spær og søjler med ens afstand, heraf fagdelingen. Udvidelse sker primært i længderetningen ved at tilføje flere fag, men kan også foregå i tværgående retning, parallelt med huset, ved at tilføje en ny søjlerække og forlænge taget. Der er hermed etableret et ortogonalt princip, der som konstruktivt defineret planprincip leder frem mod griddet. Ligeledes er der etableret et princip, der bærer det gentagelsesbaserede system i sig.

Betonefacadeelementet er en udvikling af den lerklinede fyldning i bindingsværket. Faget er udgangspunkt for den videre sektionering. Opdelingen er gennemgribende og udspiller sig på alle niveauer. Større huse opdeles vertikalt i ens etagehøjder af ens dæk og horisontalt af opgange og gennemgående tværskillerum. Det i konstruktionen indlejrede vækstprincip er baseret på addition og serialitet.



Figur 16. Betonfacade-elementet er en udvikling af den lerklinede fyldning i bindingsværket. Faget er udgangspunkt for den videre sektionering. Salk Institute. (Foto: Line Eriksen).

Den typiske rumlige organisation indenfor skelet-og skivebaserede konstruktioner vil være en underdeling, der er organiseret lineært, additivt/serielt og/eller kombinatorisk, dvs baseret på repetition. Fx ens rum langs en gang, ens dybde, men uens brede rum langs en gang, to rækker omkring midtergang i kombination med gennemgående rum. En anden mulighed, der er mere udbredt idag, tager afsæt i den frie plan. Her er store rum artikuleret og primært opdelt af skakte, skabe mv. Begge kan evt. kombineres med rum, der helt eller delvist omfatter eksempelvis to etager.

### Eksempel på andre konstruktive systemer: Wachsmann

I vinteren 1953 iværksatte den tyske arkitekt Konrad Wachsmann sammen med en gruppe studerende et projekt på Institute of Design, IIT i Chigaco. Hensigten var at erstatte det konstruktive møde mellem vertikale og horisontale led med stive hjørner og opløse de bårne elementer i bundter af elementer, der strækker sig ud i rummet og forskyder sig i forhold til de tilsvarende bærende elementers akse. En slags avanceret rumgitter i hvilket kræfterne bevæger sig i spiralagtige baner og derved gør det muligt at forskyde strukturens lodrette led i de enkelte lag i forhold til hinanden. Med andre ord et, overordnet set, ortogonalt rumgitter uden gennemgående lodrette elementer. Det var hensigten at sådanne strukturer skulle kunne opbygges at ét eneste industrielt producerbart grundelement i et ubestemt materiale. Således gør princippet også op med gitterkonstruktioners vanlige opdeling i forskellige delelementer som fx stænger og led.

*"Der opstod et nyt princip for kræfternes forløb, som udløste en ny dynamik i hele strukturen. Der opstod så væsentlige forskydninger indenfor de statiske lovmæssigheder at de nødvendiggjorde helt generelle nyundersøgelser og fortolkninger. Da der hverken var tid til eller mulighed for at tilvejebringe de nødvendige informationer, måtte arbejdet afbrydes."* (Konrad Wachsmann: Wendepunkt im Bauen, Wiesbaden 1959, s. 194)

### Påstand:

Skelet- og skivesystemer er ikke nødvendigvis den eneste vej ud.

### Lometektonisk note 2:

Massens princip kan føres tilbage til hulen. Hulens indre overflade er kontinuert. Man udvider ved at grave ud, hvor der er behov for det. Sammenføjede blokke (fx. natursten eller mursten) udgør tilsammen en massiv homogen mur. I den bærende mur overføres tagets belastning jævnt og dens udstrækning lægger således ikke umiddelbart op til en fagdeling. I forhold til opmuringen ligger der i princippet en tilbøjelighed for lige forløb, men af hensyn til sidestivheden også et behov for støttestøtter, hjørner eller kurver.



Figur 17. Massens princip kan føres tilbage til hulen. Hulens indre overflade er kontinuert. Man udvider ved at grave ud, hvor der er behov for det. Klippehule, USA. (Foto: Line Eriksen).



Bortset fra hvad der måtte komme fra taget, lægger massens princip ikke i sig selv op til at planen underordner sig et skema eller grid. Den kan i princippet udfolde sig frit. Også udvidelser kan tilføjes frit i alle retninger.

Den primære modulære tilbøjelighed ligger i stenen selv, jo større sten jo mindre smidighed. Massens princip lægger ikke op til addition og serialitet. Indenfor massens princip er rummet vækstpotentiale frit, ekspansivt og organisk.

Figur 18. Bortset fra hvad der måtte komme fra taget, lægger massens princip ikke i sig selv op til at planen underordner sig et skema eller grid. Den kan i princippet udfolde sig frit. Også udvidelser kan tilføjes frit i alle retninger. Gruntvigskirken i København. (Foto: Line Eriksen).



I det hele taget har dette princip et større potentiale i forhold til en organisk rumdannelse. Dvs. rumlige sammenhænge og forløb som ikke nødvendigvis er baseret på nogen form for gentagelse, således at flere delvist sammenhængende rum udemærket kan være af forskellig højde, bredde og dybde, men således at de i kraft af deres form og artikulation samt eksempelvis deres materialemæssige fællesskab udgør en sammenhæng.

### Eksempel på andre rum:

Midt i tyverne begyndte arkitekten, billedhuggeren, maleren, scenografen og kunsthistorikeren Frederick Kiesler at arbejde med ideen om at "eliminere adskillelsen eller opdelingen af husets konstruktion, dvs distinktionen mellem gulv, vægge og loft", og i stedet arbejde med dem som en sammenhæng, en kontinuitet.

Kiesler: *"Inspireret af ønsket om at udtrykke boligens interiøre dynamik, tænkte jeg mig til et hus, og jeg satte alt ind på at udforske sporene af denne vitale dynamik. Jeg kaldte det 'Det endeløse hus'. Ud fra den allerførste skit-*

*se sprang en bygning hvor kontinuiteten var evident i såvel den overordnede form som detaljerne" (Manifeste du Corréalisme, 1947).*

I 1959 byggede Kiesler i forbindelse med en udstilling på MOMA i New York en model af sit Endless House. Modellen var forarbejdet til et hus i 1:1, som museet havde planlagt opført i sin gårdhave. Af forskellige grunde blev dette dog ikke til noget.

#### **Påstand:**

Det organiske princip er ikke nødvendigvis ensbetydende med kurvede/biomorfe former. Som form- rum- og vækstprincip kan det ligesåvel udspille sig indenfor det ortogonale.

#### **Eksempel: Romansk organisk**

En dansk landsbykirke er ofte opført over lang tid. Først kom sandsynligvis skibet, som siden blev udvidet i længderetningen med et, ofte smallere og lavere, kor som så igen blev udvidet med en apsis. Måske kom der sideskibe eller tværskibe til. De benævnte rumlige elementer eller afsnit er definerede klart hver for sig og udgør dog tilsammen en helhed, ét differentieret rum; kirken. Den romanske arkitektur er rig på sådanne rigt differentierede, komplekse rumlige sammenhænge eller forløb med flertydige relationer.

#### **Påstand:**

Det er ikke det ortogonale i sig selv, der er problemet, men dets gentagelse og dets relation til andre rum. Det vigtige er ikke mindst koblinger og forløb, rummenes differentiering og indbyrdes relationer, hvordan de hænger sammen, deres organisation.

#### **Forslag:**

Arkitekter burde interessere sig mere for organisation som andet og mere end flow-diagrammer. Såvel dynamiske rumlige sammenhænge som dynamiske konstruktive strukturer kræver overvejelser omkring det organisatoriske. I lighed med andre fagområder, der beskæftiger sig med organisation, burde vi interessere os for dynamiske, ikke-lineære strukturer og former for organisation.

#### **Note: Let badeværelse i ny bolig**

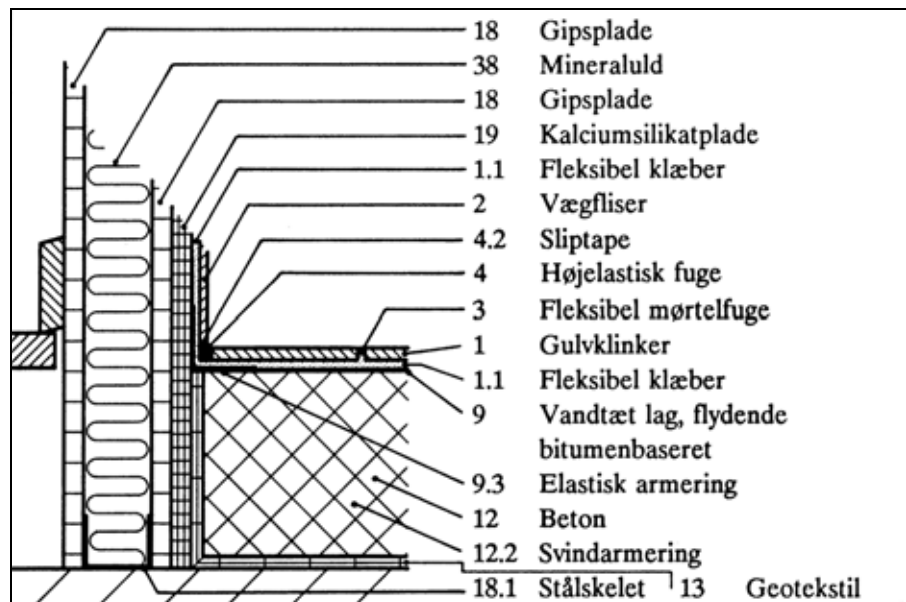
Ifølge SBI-anvisning 180, Badeværelser (1994) medgår der til etablering af et såkaldt 'let badeværelse i ny bolig' 19 arbejdsopgaver i en proces hvor mureren indleder og efterfølges af VVS-manden og elektrikerens, hvorefter mureren vender tilbage, efterfølges af tømreren og endnu engang VVS-manden og elektrikerens (maleren er der ikke regnet med).

En optælling af de enkelte dele der ingår i badeværelsets opbygning; fliser, fittings, armaturer etc. vil resultere i adskillige hundrede enheder, hvoraf mange kræver tilpasning, ligesom de adskilles af flere forskellige slags fuger.

#### **Spørgsmål:**

Hvorfor anvender vi så mange små komponenter i byggeriet, når montagen af dem er belastet af stort tidsforbrug og problemer med at organisere arbejdsgangene indbyrdes, når mange af dem transporteres langsvejs fra med tilhørende omkostninger og problemer for miljøet, og når vi alligevel ikke udnytter de mange deles potentiale i forhold til rumlig smidighed og tilpasningsdygtighed?

Figur 19. Ifølge SBI-anvisning 180, Badeværelser (1994) medgår der til etablering af et såkaldt 'let badeværelse i ny bolig' 19 arbejdsopgaver. Hvorfor anvender vi så mange små komponenter i byggeriet? Tegning fra SBI Anvisning 180 (By og Byg).



### Note: Bucky's bathroom

Som del af sit Dymaxion program påbegyndte den amerikanske arkitekt, designer, opfinder mm. Buckminster Fuller sidst i 1930'erne udviklingsarbejdet på en badeværelses-unit som kunne indarbejdes i planlægningen af nye boliger, men også indpasses i eksisterende boliger og plugges ind på linie med vaskemaskiner etc.

Dymaxion-badeværelset var opdelt i fire dele med en samlet vægt på ca. 200 kg. Prototypen var lavet af kobber, der kunne metalliseres eller behandles med farvet kunstharpsiks. Fuller anvendte dog kun metallet i forventning om dets snarlige afløsning af kunststoffer som det endnu ukendte glasfiber.

Dymaxion-badeværelset er karakteriseret ved at minimere antallet af dele og samlinger til fordel for delenes integration i en kontinuert overflade. En væsentlig årsag til projektets fiasko var modstanden fra blikkenslagernes fagforbund idet man frygtede for medlemmernes jobs. Designet foregreb i vidt omfang principperne bag den senere udformning af toiletter i tog og fly.

### Spørgsmål:

Der har været talrige forsøg på først og fremmest småhusbyggeri baseret på store, lette (rumstore) enheder der hurtigt og rationelt kunne monteres på punktfundamenter på stedet. Alligevel er det kun slået igennem i forhold til midlertidigt byggeri, som fx. barak- og skurbyer. Hvorfor bygger vi stadig så tungt og i så høj grad på stedet?

### Muligt svar:

Er det fordi ikke mindst boligbyggeriet i så høj grad er forbundet med ideen om beskyttelse mod vejr og ydre fjender. Er det af samme grund de fleste mennesker, hvis de får valget mellem at sove i to rum, der er ens, bortset fra at sovepladsen er enten hævet eller sænket i forhold til døren, vælger det med den hævede soveplads. Formodentlig fordi den hævede position er den bedste forsvarsposition. Har vi en kropslig hukommelse som siger os at tunge, solidt forankrede huse yder en større beskyttelse i forhold til uvejr og indtrængen? Er der stadig noget fremmedgørende ved at huse bliver monteret frem for bygget? Måske er tryghed forbundet med tyngde!

### Citat: Buckminster Fuller, 1929

*"A room should not be fixed, should not create a static mood, but should lend itself to change so that its occupants may play upon it as they would upon a piano"*



Figur 20. Der har været talrige forsøg på først og fremmest småhusbyggeri baseret på store, lette (rumstore) enheder der hurtigt og rationelt kunne monteres på punktfundamenter på stedet. Hvorfor bygger vi stadig så tungt og i så høj grad på stedet? "Mobil homes", USA. (Foto: Line Eriksen).

### Muligt svar:

Er det fordi ikke mindst boligbyggeriet i så høj grad er forbundet med ideen om beskyttelse mod vejr og ydre fjender. Er det af samme grund de fleste mennesker, hvis de får valget mellem at sove i to rum, der er ens, bortset fra at sovepladsen er enten hævet eller sænket i forhold til døren, vælger det med den hævede soveplads. Formodentlig fordi den hævede position er den bedste forsvarsposition. Har vi en kropslig hukommelse som siger os at tunge, solidt forankrede huse yder en større beskyttelse i forhold til uvejr og indtrængen? Er der stadig noget fremmedgørende ved at huse bliver monteret frem for bygget? Måske er tryghed forbundet med tyngde!

### Citat: Buckminster Fuller, 1929

*"A room should not be fixed, should not create a static mood, but should lend itself to change so that its occupants may play upon it as they would upon a piano"*

### Note om foranderlighed/adaption:

Når vi taler om fremtiden taler vi ofte om adaption: Fx tøj der kan tilpasse sig forskellige forhold som fx temperatur og klima iøvrigt, men måske også farve etc. så den afspejler vores sindsstemning.

På samme måde taler vi om huse/boliger, der kan tilpasse sig forskellige behov. Vi ser det som positivt, at vore skiftende behov kan imødekommes uden, at vi behøver at skifte tøj/bolig mm.

Og allerede nu kan huse reagere direkte på vejret, opsamle solenergi og regulere sysindfald mm. ved hjælp af bevægelige paneler.

Konsekvensen af den fulde tilfredsstillelse af disse behov vil være total foranderlighed - boligen vil fx. kunne åbne eller lukke sig, ændre størrelse, opdeling, stemning mm. så den ændrer sig med os - eller med klimaet og omgivelserne - eller den skal kunne flytte sig med os.

*"A home, like a person, must as completely as possible be independent and self supporting, have its own character, dignity and beauty or harmony."*

Citat: Buckminster Fuller, 1928

### Note om foranderlighed og karakter:

Har Fuller ikke, med al respekt, et problem her? Kan noget der fx forandrer sig ustandseligt og i forhold til omgivelserne have karakter? Når vi taler om karakter hos mennesker mener vi da ikke ofte netop det modsatte, som noget der er forbundet med urokkelighed/fasthed og/eller mod til at gå op imod omgivelserne - altså netop uafhængighed og værdighed.

Det handler naturligvis ikke om absolut permanens. Mennesker (og dyr) forandrer sig jo fx. og flytter sig. Også deres karakter kan ændre sig, men begrebet må grundlæggende være forbundet med en form for indre substantiel permanens.

### Påstand:

Fordi noget kan lade sig gøre skal man ikke nødvendigvis gøre det!



# Arkitekten som byggekomponentdesigner i arkitekturens felt og aktør-netværk

## Niels Albertsen

Niels Albertsen er cand.scient.pol. og lektor ved Arkitektskolen i Aarhus. Han underviser og forsker indenfor områder som: Byudvikling og byplanlægning i samfundsvidenskabelig belysning (bysociologi), filosofiske aspekter af arkitekturteori, bosættningens sociologi, arkitekturforskningens videnskabsteori, kunstsociologi og -filosofi, designteori og arkitektfagets professionssociologi. Niels Albertsen har i perioden 1998-2002 været forskningsleder for Projekt Velfærdsbyen ved Arkitektskolen i Aarhus.

Mit bidrag anlægger en samfundsteoretisk synsvinkel. Jeg skal ved hjælp af to forskellige perspektiver forsøge at karakterisere nogle af de faglige og professionelle udfordringer, arkitekter står over for, når de skal involvere sig med byggeindustrien som byggekomponentdesignere. De to perspektiver skyldes henholdsvis sociologen Pierre Bourdieu og filosofen/antropologen Bruno Latour. Inden jeg kaster mig ud i Bourdieu og Latour vil det imidlertid være nyttigt at forudskikke en bemærkning om min forståelse af arkitekturbegrebet.

## Arkitekturbegrebet, et væsentligt omstridt begreb

Jeg opfatter arkitekturbegrebet som et begreb, der i sit væsen er omstridt. Ifølge den engelske filosof W. B. Gallie findes der begreber, hvis rette anvendelse man vedblivende strider om. Det gælder begreber som 'retfærdighed', 'kristendom', 'demokrati' og 'kunst'. Denne strid er ifølge Gallie *rational*. Uenighederne skyldes ikke blot interesse-, smags-, holdnings- eller følelsesmæssige forskelle, uenighederne er genuint argumentatoriske. Dette er der ifølge Gallie flere grunde til. Jeg skal her fremhæve tre:

- 1 Væsentligt omstridte begreber indeholder altid et *vurderende* element. Det gælder også arkitekturbegrebet. Når nogle hævder, at noget er arkitektur til forskel fra noget andet, så skal man ikke spørge videre ret længe, inden man hører, at dette noget også er *bedre* end det andet. 'Dette er arkitektur, det er det der ikke'. Prøv at udtale denne sætning. Vurderingen kan høres i tonefaldet.
- 2 Væsentligt omstridte begreber referer altid til *komplekse* fænomener. Når man anvender begrebet, kan vægten derfor altid lægges på forskellige sider af kompleksiteten. Arkitektur omfatter både sociale, kulturelle, tekniske, økonomiske og æstetisk-formmæssige spørgsmål. Arkitekter befatter sig med nytte, soliditet og skønhed ifølge den klassisk vitruvianske (og omstridte) bestemmelse. Der kan således også lægges forskellig vægt på de forskellige sider af arkitekturens kompleksitet. Når også det vurderende element blander sig, så lægges der op til strid.
- 3 Man kunne forestille sig, at striden blev så stærk, at begrebet faldt fra hinanden. Når dette sjældent sker, så skyldes det bl.a., at der findes *oprindelige eller paradigmatiske eksemplarer*, som alle stridende parter er enige om falder ind under begrebet. For arkitekturens vedkommende kunne man nævne de græske templer.

Et godt sted at iagttage striden om arkitekturbegrebet er i arkitekturteorien, som netop beskæftiger sig med arkitekturbegreber. Man vil her finde nogle hovedpositioner, som dukker op i nye forklædninger igen og igen. For mit eget vedkommende har jeg fundet frem til følgende:

Så snart arkitektfaget historisk har udskilt sig fra bygmesterens praktiske aktivitet som selvstændigt fag og profession, og kunst og videnskab ligeledes er blevet etableret som selvstændige områder, så intensiveres striden om arkitekturbegrebet. Der tegner sig fire hovedpositioner: 1) en *kunstposition* med vægt på, at arkitekturen skal tilstræbe autonomi ligesom de frie kunstarter, 2) en *brugskunstposition* med vægt på arkitekturens tektoniske, topografiske og institutionelle integration i menneskers hverdagsliv, 3) en professionel, vitruviansk *bygningskunstposition* med vægt på arkitektur som bygget helhed af det nyttige, det solide og det skønne, og 4) en *socialingeniørposition*, der ser arkitektur som rationelt design til forøgelse af menneskers velfærd. De to sidste positioner betragter arkitekten som byggeriets *generalist*, men lægger forskellig vægt på det æstetiske.

## Arkitekturens felt

Disse positioner eksisterer ikke alene i teoriernes sfære, de modsvarer positioner, arkitekter kan indtage i praksis. Dette kan Pierre Bourdieu *feltbegreb* gøre rede for.

Et felt består af alle de aktører, som er involveret i, beskæftiger sig med, bruger sin energi på et givet område i et samfund. Hvis vi tager arkitekturen, så omfatter arkitekturens felt altså alle, som beskæftiger sig med arkitektur. Det gør selvfølgelig arkitekter og bygherrer, ingeniører og entreprenører, men også journalister, kunsthistorikere, filosoffer, sociologer, politikere, administratorer, gymnasielærere, folkeskolelærere, den 'dannede' offentlighed og såkaldt almindelige lægfolk og deres børn, i større eller mindre grad. Alle er de mere eller mindre besat af det, man med Bourdieu kan kalde arkitekturens *illusio* de bruger energi og tid på at strides med hinanden om arkitektur, hvorved de samtidig bekræfter, at arkitektur værd at beskæftige sig med for dem alle.

Bourdieu sammenligner feltet med et spil, hvor interesserede og involverede spillere konkurrerer med hinanden om at vinde spillet. For at spille med i spillet må man kende spillereglerne. Vil man med i arkitekturens spil, så må man tilegne sig viden, kyndighed og kunnen om arkitektur. Hvis vi nu fokuserer på den del af arkitekturens felt, som frembringer arkitektur, arkitekturens *produktionsfelt*, så er hovedaktørerne arkitekter, ingeniører, entreprenører og bygherrer/brugere. Heraf er arkitekterne specifikt uddannede til at heltidsbeskæftige sig med arkitektur. De besidder en arkitekturens *habitus*. Med habitusbegrebet forstår Bourdieu de dispositioner for handling, perception og vurdering, som vi har i kroppen, og som skyldes vores opvækst, opdragelse, skolegang og uddannelse og de samfundsmæssige betingelser, dette er forløbet under. Arkitekturens habitus skaffer man sig på arkitektuskolerne gennem den kropslige og bevidsthedsmæssige disciplinering, som finder sted her. Arkitektuskolens tegnesal, hvor de studerende lærer 'by doing' i en art suspenderet mesterlære og vejledes og overvåges af arkitektlærere, er en overordentlig intensiv disciplineringsmekanisme. Her lærer man på både det bevidste og det ubevidste plan at gebærde sig som arkitekt.

Forsynet med arkitekturens habitus træder den studerende ud i arkitekturens produktionsfelt, et kampens og stridens felt som er struktureret ud fra forskellige positioner. Denne strukturering skyldes forskellige former for *kapital*, som gør sig gældende i feltet. Ved kapital forstår Bourdieu kort fortalt de ressourcer, som aktørerne i feltet kan støtte sig til, når de involverer sig i feltets styrkeprøver. Der findes fire hovedformer for kapital: *økonomisk kapital* (målt i pengeværdi), *kulturel kapital* (den ressource man besidder i kraft

af (ud)dannelse), *social kapital* (den ressource man besidder i kraft af forbindelser) og *symbolsk kapital* (den ressource man besidder i kraft af andres anerkendelse).

Det gælder nu for alle de felter, som man under ét kan kalde kulturens felter (videnskab, kunst, religion), at kulturel kapital er afgørende vigtig for feltets spil og spilleregler. Felterne kan dog heller ikke eksistere uden økonomisk kapital. Denne må blot ikke spille den alt dominerende rolle, for så bliver det økonomisk profit og ikke 'sagen', spillet drejer sig om. De kulturelle felter er derfor strukturerede i en hovedmodsætning mellem de positioner, hvor den kulturelle kapital er relativt stærk, og den økonomiske relativt svag, og de positioner, hvor den økonomiske kapital står relativt stærkt overfor den kulturelle kapital. Denne modsætning kender vi fra andre felter som f.eks. striden om 'videnskab for videnskabens skyld' versus 'anvendt videnskab' og 'kunst for kunstens skyld' versus 'kunst for folkets skyld'.

Den Bourdieu-inspirerede arkitekturforsker Niels L. Prak har om arkitekturens felt sagt, at "praktiske arkitekter behandler deres kunstneriske kolleger med respekt, kunstneriske arkitekter behandler deres praktiske kolleger med foragt. Praktiske arkitekter giver ofte udtryk for et ønske om at blive, eller blive betragtet som kunstneriske; det omvendte sker aldrig." Hermed peger han på, at den symbolske kapital i arkitekturens felt vægter de arkitekter højt, som frembringer arkitektur, der tillægges stor kunstnerisk værdi. Hvis vi nu indfører de ovenfor nævnte arkitekturteoretiske positioner i feltet, og tegner det op, så vi til venstre har den side af feltet, hvor den kulturelle kapital dominerer relativt, og til højre den side, hvor den økonomiske kapital dominerer relativt, så får vi følgende felt (idet jeg, med nogen betænkelighed, forudsætter, at kunstpositionen nyder større anerkendelse end brugskunstpositionen):

Arkitekturens felt	Symbolsk kapital 1975-2000	Symbolsk kapital 1960-1975	
Kulturel kapital dominerer relativt over økonomisk kapital	Kunstnerisk subfelt	Professionelt subfelt	Økonomisk kapital dominerer relativt over kulturel kapital
	Kunst	Bygningskunst	
	Brugskunst	Socialingeniør	

Som det fremgår, kan feltet også karakteriseres som opdelt i tre subfelter: til venstre et kunstnerisk subfelt, i midten et professionelt subfelt og til højre et økonomisk-pragmatisk subfelt. Den historiske udvikling kan beskrives som en forskydning af den symbolske kapital.

Hvis man ser på feltets udvikling siden 1960erne, så synes der at være sket følgende. Den professionelle midte med slagside til socialingeniørpositionen var dominerende i de vestlige lande i 60erne og et stykke ind i 70erne. Dette skyldtes især industrialiseringen af byggeriet i denne periode. Arkitekten var den organisatorisk kompetente generalist, der kunne forene arkitektur med de nye industrielle betingelser i byggeriet. Med kritikken af det industrialiserede byggeri, postmodernismen, nyrationismen og dekonstruktivismen, forskyder den symbolske kapital sig til venstre i feltet, og de kunstneriske positioner vinder frem. Hvilket i 80erne og 90erne viser sig i arkitektuddannelserne som en stærk interesse for arkitekturens form- og rummæssige side og en faldende interesse for pragmatisk-instrumentelle områder som byplanlægning og arkitekten som beboernes/brugernes advokat. Feltets midte, positionen som professionel, blev i stigende grad tom, og man kunne i 90erne frygte, at feltet ville brække midt over i et kunstfelt og et økonomisk-pragmatisk felt. Som eksempel kan nævnes den parcelhuskonkurrence, som Statens Kunstfond afholdt i slutningen af 90erne. Hensigten var, at arkitekterne skulle vinde indpas på parcelhusmarkedet. Arkitekturens felt skulle udvides til et overvejende økonomisk-pragmatisk orienteret område.



Konkurrencens vinderprojekter var imidlertid stort set alle udtryk for en markant kunstposition. Et enkelt hus er opført i Randers, og i Vejle har naboerne protesteret mod projekterne. Ud fra formålet må konkurrencen betegnes som en fiasko. Hvilket imidlertid er fuldt forståeligt, når den ses i sammenhæng med feltets kunstnerisk orienterede struktur. Medens dette stod på, foregik der imidlertid også andre ting. Informationsteknologien vandt frem, og der opstod en ny interesse for sammenhængen mellem arkitektur og teknologi, mellem det kunstneriske og det tekniske. Man forsøgte så at sige at bøje feltets mest autonome pol sammen med dets mindst autonome pol. Dette er en overordentlig interessant udvikling, som måske indvarsler en helt ny type struktur i et kulturelt felt. For at få fat om, hvad der er på spil her, må vi kigge lidt på Bruno Latours perspektiv.

## Mediatorernes aktør-netværk

For Bruno Latour er sociale forhold mellem mennesker tæt forbundet med ting. Mennesker *deler* deres socialitet med tingene, hævder han. Socialvidenskaberne har traditionelt forstået sammenhængen mellem ting og socialitet på tre måder. Tingene betragtes enten som redskaber, som infrastruktur eller som projektionsskærme. I ingen af disse tilfælde fremstår det sociale som *delt* mellem ting og mennesker. Som redskaber er tingene trofaste formidlere af sociale formål, som infrastruktur determinerer de den sociale superstruktur, og som projektionsskærme er de bærere af sociale tegn og symboler.

Som man vil se, er der her en vis lighed med den vitruvianske opfattelse af vort forhold til tingene. De kan betragtes som nyttige (redskab), solide (infrastruktur) eller skønne (projektionsskærme). Men Latour advokerer for en fjerde mulighed, opfattelsen af ting og mennesker som hinandens *mediatorer*. Hvad er da en mediator?

fra en formidler, der fungerer perfekt, hvis den forsvinder i formidlingen og lader det formidlede passere uforstyrret, er mediators aktiv og positiv. Den gør noget selv, som ikke kan reduceres til at være virkning af noget andet. Mediatoren er *aktør* i det *netværk* af mediatorer, den er forbundet med. Det gælder, hvad enten der er tale om mennesker eller ting. Musik er et godt eksempel. Hvis vi spørger: Hvor er musikken, er den i partituret, i instrumenterne, i musikerne, i koncertsalen, i pladeindspilningen, i ...? Så er svaret selvfølgelig, at musikken er forbindelsen mellem disse og adskillige andre mediatorer.

## Arkitekturfrembringelsens mediationer

Set i et mediatorperspektiv er det klart, at tingene medvirker til arkitekturfeltets opretholdelse såvel som dets opdeling i subfelter. I det kunstneriske subfelt fremstår de visuelle mediatorer, der medierer form, som afgørende vigtige, medens de visuelle mediatorer, der medierer funktion og struktur, fremstår som vigtige i det økonomisk-pragmatiske subfelt. Striden mellem subfelternes forskellige positioner er også en strid om mediatorernes rolle.

Men fokuserer man på mediatorerne, så træder også lighederne mellem den kunstneriske og den økonomisk-pragmatiske arkitektur frem. Der er i begge tilfælde tale om det, en anden aktør-netværksteoretiker, John Law, har kaldt 'heterogeneous engineering'. En mangfoldighed af mediatorer og interesser forbindes med hinanden. Resultatet modsvarer kun sjældent arkitektens intentioner, idet forbindelserne etableres gennem mediatorer, der lige så sjældent fungerer som trofaste formidlere.

For kunstpositionen er det afgørende, at der kan skelnes skarpt mellem konception og udførelse af arkitektur, således at udførelsen i et og alt kan

underlægges konceptionen. Denne distinktion var vigtig for eksempelvis Etienne Boullée. Kun hvis bygmesteren har trukket sig tilbage fra byggeprocessen for *som arkitekt* at koncipere bygningen formmæssigt, er der tale om arkitektur. Set i et mediatorperspektiv er denne skarpe skelnen vanskelig at opretholde. Der er masser af mediatorer på tværs. Hvis noget er sikkert, så er det snarere, at det konciperede projekt som møder byggeprocessens mediatorer, driver et andet sted hen end oprindeligt planlagt.

I et mediatorperspektiv fremstår arkitekturfrembringelsen som en aktivitet, der er fordelt på menneskelige og ikke-menneskelige aktører, som skaber enhed i en heterogenitet af synspunkter, materialer og teknikker gennem formgivning, og som kobler dette til beboelige rums forskellige skalaer. Denne bestemmelse af arkitektur kan rumme samtlige ovennævnte positioner: brugskunst, bygningskunst, socialingeniørpositionen såvel som kunstpositionen, idet visse arkitekter, sammen med andre magtfulde aktører, evner at organisere mediatornetværk, der i udførelsen af arkitekturen fungerer som mere eller mindre trofaste formidlere af mesterens koncept.

## Arkitekten som byggekomponentdesigner

Hvilke udfordringer står arkitekten som byggekomponentdesigner så over for? Jeg skal i lyset af ovenstående pege på følgende:

Byggekomponentdesigneren kan betragtes som en udfyldning af socialingeniørpositionen med et nyt indhold under nye betingelser. Design af byggekomponenter er ikke skabelse af bygningsværker, men en aktivitet, der kræver omfattende kendskab til både byggeprocesser generelt og komponentsammenhænge. Byggekomponentdesigneren skal dels være en byggeprocessens generalist, dels besidde et solidt kendskab til en given byggekomponents tekniske beskaffenhed og sammenhæng med andre komponenter. Dette er i sig selv en stor udfordring for arkitektfaget og arkitektuddannelsen. Det er en endnu større udfordring, når vi anskuer den i et Bourdieu-perspektiv.

Begrebet om den moderne arkitekt, som adskilt fra byggeprocessen konciperer bygningsværket og styrer byggeprocessen, forandres væsentligt. Selve begrebet om arkitektfag og arkitektur hviler i moderne samfund på denne adskillelse fra Renæssancen. Byggekomponentdesigneren bliver ikke bygmester eller bygningshåndværker, men skal besidde et lignende kendskab til byggeprocessens betingelser, herunder produktionen af byggekomponenter. Byggekomponentdesigneren skal agere i netværk, som omfatter virksomheder, der producerer byggekomponenter og de produktions- og markeds-mæssige relationer, virksomhederne indgår i. Her overskrides ikke blot grænsen mellem konception og udførelse, men også det moderne begreb om, hvad en arkitekt overhovedet er. Der lægges op til en udvidelse af arkitektens felt, som stærke kræfter indenfor dette kan forventes at modarbejde.

Også arkitektens habitus må forandres. Den arkitekthabitus, som uddannelsens disciplinering frembringer, er stadigvæk stærkt præget af kunstpositionens kulturelle og symbolske kapital. Set herfra er en fornyelse af socialingeniørpositionen næppe ønskværdig. Den må snarere bekæmpes i arkitekturværkets navn.

Byggekomponentdesigneren problematiserer således det omstridte arkitekturbegrebs ydre grænser og er samtidig omstridt indenfor dets grænser. Anlægger man imidlertid det perspektiv, at arkitektur drejer sig om en 'heterogeneous engineering', der er tværgående i forhold til opdelinger mellem arkitektur og byggeri, konception og udførelse, kunst og teknik, og hvor arkitekten indgår som en mediator blandt flere, så fremstår arkitekten som byggekomponentdesigner som en mulig arkitektposition i arkitektens aktør-netværk. Ja ligefrem som en position, der kan være gode professions-

strategiske grunde til at oprette og indtage i en situation, hvor designprocessen i stadig stigende grad invaderes af andre aktører end arkitekter.

## Referencer

Dette skrift trækker på følgende papers og artikler, hvortil henvises for litteraturhenvisninger:

Niels Albertsen: 'Arkitekturens praksis. Habitus, felt og kulturel kapital' i Mads Hermansen og Birgitte Tufte (red.): *Videnskabsteori - sådan relativt set...* Danmarks Universitetsforlag. København. 1997, pp. 137-168.

Niels Albertsen (1999): 'Arkitekturværkets netværk' tilgængelig på [www.a-aarhus.dk/velfaerdsbyen](http://www.a-aarhus.dk/velfaerdsbyen).

Niels Albertsen (2001): 'Kunstværkets netværk' tilgængelig på [www.a-aarhus.dk/velfaerdsbyen](http://www.a-aarhus.dk/velfaerdsbyen).

Endvidere henvises til Anders Højer Tofts ph.d.-afhandling *Huset uden egenskaber* (Arkitektskolen i Aarhus, 2001), som bl.a. analyserer den omtalte parcelhuskonkurrence og videreudvikler aktør-netværksperspektivet som designteori. Afhandlingen forefindes på AAAs bibliotek og indledningskapitlet er tilgængeligt på [www.a-aarhus.dk/velfaerdsbyen](http://www.a-aarhus.dk/velfaerdsbyen).

# Industrialisering i byggeriet

## **Jan Christiansen**

*Arkitekt Jan Chrisitansen er lektor ved Kunstakademiets Arkitektskole, hvor han underviser ved studieafdeling 9, Arkitektur, teknik og ressourcer. Han er desuden medejer af tegnestuen Domus Arkitekter – og siden 2001 har han været Stadsarkitekt i København.*

Enhver tid er forandringens tid og enhver tid har det med at blive udnævnt som en brydningstid, ikke mindst i situationer, hvor der gøres status. Måske er det fordi vi netop har passeret årtusindskiftet og af den grund føler trang til at træde et skridt tilbage og gøre situationen op - positivt såvel som negativt. Men nok i højere grad fordi det er en reel sandhed. Den danske byggebranche står af mange forskellige årsager over for et markant retnings skift netop i disse år.

## Udfordringen

Det er krævende omstillingsprocesser, som byggeriet skal i gang med, og opgaven vil givet medføre store forandringer i den nærmeste fremtid. De største udfordringer omfatter dels produktiviteten og den strukturelle organisation, dels miljøet og den økologiske udfordring.

En lang række forsøgsprojekter er sat i gang, og om de kommende løsninger ligger i henholdsvis økologiske eksperimenter, Økohus 99, totaløkonomi, "Miljørigtig projektering" og "Proces- og produktudvikling i byggeriet" eller "ProjektHus" vil udviklingen vise. Hver for sig og tilsammen vil de givet komme til at rumme en del af svarene på de kommende års byggeri.

Men også andre emner er på dagsordenen. Som en konsekvens af den stadig stigende interesse for kunsten og kulturlivet, bl.a manifesteret i regeringens arkitekturpolitik, rejses fra alle sider krav om højere arkitektonisk kvalitet, eller i realiteten arkitektonisk kvalitet som den styrende faktor i byggeriet.

Det er tankevækkende, at netop de kvalitative elementer i dansk boligbyggeri i de seneste årtier har været stagnerende eller direkte for nedadgående.

Derfor må det pointeres, at den væsentlige del af den teknologiske innovation skal bruges til forøgelse af både form- og rummæssige, boligfunktionelle og byggetekniske fremskridt.

Og som det er traditionen i dansk byggeri, indebærer god arkitektur også en væsentlig grad af social ansvarlighed. Ikke mindst i lyset af en stærkt forandret sociologisk og samfundsmæssig struktur, der slår igennem på alle samfundets niveauer.

## Problem

Det er en påstand fra den mere kontante del af byggebranchen, at med montagebyggeriets korte levetid og død, 1960-75, ophørte boligbyggeriets industrialisering. Tæt lav bebyggelserne og de små serier, 25-50 boliger pr. bebyggelse, tog over og tilsvarende den mere håndværksbetonede produktionsmetode, og en egentlig industrialisering af byggeriet blev sat i stå.

Om påstanden er holdbar lades lidt hen i det uvisse. Under alle omstændigheder faldt den arkitektoniske kvalitet inden for boligbyggeriet støt igennem perioden for til slut, i de værste eksempler, at ende i monotone og ensartede betonelementbyggerier, der var affødt af de store serier og kransporenes skematiske bebyggelsesplaner. Men på en måde virkede kritikken også som en boomerang.

Der var sandt nok – set med bagklogskabens briller – kvaliteter i den reelle industrialiseringsproces, som byggeriet gennemlevede. I den reindustrialisering, der er påkrævet i byggeprocessen i dag, hvor de store udfordringer fra økonomien og økologien i den grad kræver et kvantespring, der slår over i højere arkitektonisk kvalitet, må vi tage ved lære af 60'ernes montagebyggeri – forholde os til historien ganske enkelt – i stedet for at vende ryggen til.

Og når vi skal opfylde behovet for en 90'ernes byggeteknik, må det dreje sig om at udarbejde en ny byggeteknik ikke som en kopi, men som en videreudvikling af vores håndværkmæssige og arkitektoniske byggetradition, en slags vore dages "bedre byggeskik", der kombinerer det bedste i håndværket med nye industrielle og informationsteknologiske produktionsprocesser. Samtidig skal vi lære af 60'ernes og 70'ernes innovationer og mangler. Og der var gode intentioner om at skabe kvalitet i store mængder, ikke mindst i opgangstider. Også standarder og netværk var var til stede som en nødvendighed og en afgørende kvalitet for hele byggebranchens opbakning.

Alt det, vi taler om i dag, blev opnået: Øget produktion, nedsat arbejds- og tidsforbrug, mange nye komponenter og værdifremstilling i form af bygningsdele også uden for byggepladsen.

Men højkonjunkturen stoppede og behovet for den store, nødvendige serieproduktion forsvandt. Hertil kommer byggebranchens stive strukturer samt det efterhånden stærkt udviklede produktionsapparats manglende evne til at producere variationer, mindre enheder og samtidig designmæssig kvalitet. Det er lige netop udviklingen af sidstnævnte forhold og elementer, der er fremtidens store udfordring.

Figur 21. I fremtiden vil det stadig være nødvendigt at satse på præfabrikerede elementer. Det vil være produktion af bygningsdele og rumstore elementer væk fra byggepladsen.

Fotos fra Hotel Post Bezau, Arkitekt DI Oskar Leo Kaufmann og Bmst. Johannes Kaufmann (Foto: Ignacio Martinez).



## Fremtiden

I fremtiden vil det stadig være nødvendigt at satse på præfabrikerede elementer. Det vil være produktion af bygningsdele og rumstore elementer væk fra byggepladsen med informationsteknologien som styrende værktøj. Den arkitektoniske udfordring vil være om end større end ved håndværksfremstilling og betonteknologi.

Måden at producere skibe på bliver ofte nævnt som et ideal for fremtidens byggeproduktion. Her arbejdes på tværs af faggrænser, logistikken er i højsædet og produktiviteten stor. Men det er også værd at nævne, at eksempelvis Con-box systemet fra 60'erne faktisk blev fremstillet som rumstore elementer på Ålborg Flydedok.

## Debatten

I de senere år har diskussionen herhjemme været godt i gang og har indeholdt såvel negative som positive klange. Tilhængere har været beskyldt for at være teknoromantikere og for at lade hånt om vores traditioner og kutymer. "Bliver investeringerne ikke for urealistiske?" spørges der, "især når man tænker på det relativt lille omfang og volumen, vi bygger – ikke mindst inden for boligbyggeriet".

"Betyder det, at vores boliger fremover skal produceres centralt – i Tyskland eller Japan?" – "Og hvordan sikrer vi kvaliteten? – Både den æstetiske, den funktionelle og den byggetekniske?"

Listen over den kritiske usikkerhed er lang, og den rummer alt lige fra angsten for gentagelse af 60'ernes og 70'ernes fejltagelser til frygten for det miljømæssige aspekt: "Hvordan med miljøbelastning, livscyklus og genbrug?" "Og på hvilken måde sikrer vi lange levetider, tilbagebetalingsøkonomien og forholdet mellem anlægs- og driftsmidlerne – eller rettere – totaløkonomien!"

Men uanset kritikken: Idag tager det 7 minutter at bygge en moderne bil – og mindst 7 måneder at bygge en bolig! Og de tilsvarende værdier omsat til m<sup>2</sup>-priser for henholdsvis biler og boliger forholder sig helt utilfredsstillende til hinanden.

Sammenlignet med industrien er produktiviteten på en byggeplads elendig, og hvad værre er, den forværres med rivende hast i forhold til industriens inførelse af effektivitetsfremmende systemer, robotter m.v.

Tilsvarende hører arbejdsmiljøet på en byggeplads til samfundets ringeste, ligesom materialeforbrugets uhensigtsmæssige svind og spild heller ikke er særligt miljøfremmende.

Perspektivet for en industrialiseringsproces på byggepladsen er radikal: "Nu bliver det muligt at bygge uden entreprenører, blot man har en producent, en arkitekt og en kran!"

## Forsøg på en slags status

Man kunne spørge: "Hvor er vi nu? Hvor er det, vi gerne vil hen? Og hvordan og med hvilke midler kommer vi så derhen?"

Reelt set befinder vi os ved indgangen til en reindustrialiseringsfase i byggeriet, fortrinsvis eksemplificeret i en efterhånden lang række eksempler, dels under Proces- og produktudviklingsforsøgene (PPU), dels i den indledende programmeringsfase for Projekt Hus.

Hvor PPU handler om øget samarbejde på tværs og lodret mellem byggeriets aktører – reelt en art udvidet totalentreprise, hvor alle deltager i startfasen. Det omhandler tillid mellem parterne og indførelse af ny teknologi, især

implementering af informationsteknologi i projekteringsfaserne. I realiteten sigter PPU mod en forbedret effektivisering og er kommet et væsentligt skridt på vej, omend det stadig foregår på den traditionelle byggeproces' præmisser. Det udtrykker sig primært i sammenstilling af industrielt fremstillede bygningsdele og yderligere montagestilling af boliger. De kan beskrives som forskellige, mere effektive processer, udvikling af byggesystemer – eller blot sampling af eksisterende og nye byggevarer og bygningsdele.

Projekt Hus, formidlet af bl.a. By og Byg (tidligere SBI) går videre i udviklingsperspektivet med udgangspunkt i Akademiet for de Tekniske Videnskaber's oplæg: "Byggeriet i det 21. århundrede". Ud over at have en meget sympatisk og analytisk gennemgang af fremtidens miljøbelastninger og virkemidler, antydes de første egentlige sammenkoblinger til industriens processer ud fra et holistisk synspunkt, ligesom den utroligt væsentlige designdel inddrages i sin helhed.

Det er tydeligt, at konkurrencen og dermed påvirkningen er international, og det er da også i denne sammenhæng og målestok, den i fremtiden skal sættes ind.

Netop i verden omkring os, i de mest industriudviklede lande, har der i lang tid været perspektivrige forsøg i gang. Nogle projekter er flyvske, teoretiske og til tider lovligt futuristiske, andre mere realistiske. Men hovedintentionerne og ideologierne er rammende præcise. Hidtil har man i forbindelse med en industrialisering af byggeriet taget udgangspunkt i byggeprocessen og forsøgt at effektivisere og mekanisere denne. Og kun i sparsom grad er det modsatte forsøgt – at gå den rigtige vej, at tage afsæt i den industrielle proces og dreje den mod det at producere bygninger.

Figur 22. Netop i verden omkring os, i de mest industriudviklede lande, har der i lang tid været perspektivrige forsøg i gang. Das Flexible Bausystem (Foto: www.fuerrot.at).



## En eksercits i industriel design

Aarup i London har i de senere år udviklet et koncept omkring industrialisering, der koncentrerer sig om en idéudvikling til samlebåndsfremstilling. Målet med udviklingsarbejdet er at efterkomme den stor efterspørgsel i England efter mindre og billige boliger, ungdomsboliger og ældreboliger. En efterspørgsel, som håndværksmæssigt fremstillede boliger har vanskelig ved at fremdrive af løn- og omkostningsmæssige årsager. Det overordnede mål for konceptet er, at halvere fremstillingsprisen, hvilket anses for realistisk.

Der arbejdes meget bevidst med en fundstændig samlebåndslignende organisation og produktion, der sikrer størst mulig effektivitet. På baggrund af et grundprodukt er det desuden tanken, at tilbyde mulighed for forskellige typer bygninger fra énfamiliehuse over samlede rækkehusbebyggelser til high-rise byggeri. På tilsvarende måde er kundevenligheden stor omkring stilarter – alt kan leveres. Den arkitektonisk pluralisme bydes til fals og skaber risiko for en arkitektfaglig devaluering. Selv om denne risiko selvfølgelig altid er til stede, bliver presset og hastigheden nu voldsommere end nogensinde.

## Grundregler

I den overordnede målsætning for konceptet arbejdes med tre hovedteser eller grundregler for industrialiseret byggeri. De to første omhandler økonomi, den tredje om nødvendigheden af det rigtige produkt.

- 1 *De forøgede omkostninger ved et fabriksbaseret byggesystem må i det mindste svare til de reducerede omkostninger på byggepladsen.*

I denne grundregel diskuteres volumenteorien over for panelsystemerne – containere fremfor vægelementer – eller færdige rumstore enheder frem for delsystemer. Det er en kendt sag, at containere transporterer luft og dermed fylder meget. Omkostningerne ved at flytte dem er større og giver en tilsvarende mindre "rejseradius", der er rentabel.

Dette opvejes ved en større indbygning af viden, værdier og færdighedsgrad i de rumlige elementer, i modsætning til væg- og panelsystemer, hvor mange ressourcer og megen tid anvendes på byggepladsen, og der er for lidt færdiggørelse og værdi indbygget i dem.

- 2 *Antallet af fremstillede produktenheder må styres af, hvad der er brug for på byggepladsen i højere grad end hvad fabrikken måtte ønske at producere*

Det væsentligste mål i industrifremstillingens økonomi er at holde produktionsværktøjerne i en kontinuerlig proces, der udnytter værktøjer og teknologi optimalt. Det er væsentligt at "time" processen i overensstemmelse med byggepladsernes – eller rettere – montagedstedernes behov. Målet er ikke blot en "overdækning" af byggepladsen. Produktet er mere end en omdannelse af den traditionelle byggeproces til en fabrik, og hvis man skal have det fulde udbytte af industrialiseringen er det væsentligt, at det er industriprocessen, der sættes i focus.

- 3 *Ingen forhindringer for variation i arkitektonisk udtryk og design må være påtvunget produktet på grund af den industrielle fremstilling.*

Det er helt afgørende at produktet ikke har karakter af masseproduktion af identiske elementer. Derimod skal systemer lukke op for det uendelige



antal variationer og mulige forskelligheder, der sætter brugeren i stand til at foretage frie valg. Dette omhandler ikke kun det æstetiske udtryk og funktionelle indhold, men i lige så høj grad de tekniske konstruktioner og anlæg. Tilsvarende må de være muligt at sektionere containernes volumener på en sådan måde, at deres størrelser ved transport ikke forhindrer dannelsen af store rumligheder i det endelige produkt.

## Epilog

I det samlede billede og uanset hvorvidt man taler om det globale eller det lokale, er det afgørende nytænkning og kolossale investeringer, der skal tilvebringes, hvis tanken om at gøre byggeri til en industri bliver realiseret. Man kunne ønske sig initiativer, der i den globale arkitektorganisation, UIA's regi tog hele denne problemstilling op, både i form af internationale arkitektkonkurrencer og tilsvarende workshops.

Kvantitativt er de globale boligproblemer iøjnefaldende, og hvor bolig-manglen er stor og søges udbedret, rejser der sig nye kvalitative katastrofer.

Foretager man i det centrale Kina indkørslen fra Suzhou til Shanghai, åbenbares – i endeløse linier og flader – en monoton skematik af ensartede to og tre etages familiehuse, præfabrikerede supervillaer i enorme serier, der er et koncept fra byggeindustrien i USA. Fænomenet repræsenterer ét eksempel ud af utallige, og der er nærmest tale om byplanmæssige panikløsninger med totalt manglende bykvaliteter, rumligt hierarki, uderum osv. Tilsvarende forekommer den arkitektoniske kvalitet fraværende og helt uden sammenhæng til det stedlige, og repræsenterer som sådan en miljømæssig belastning i den store skala.

Netop miljøhensynet, både den regulerende, som fx miljørigtig projektering, og den mere sammenfattende byøkologi, er en central problemstilling, der må indtænkes i industrialiseringen.

Metoden til at foretage de rigtige valg i byggeriet må bero på en prioritering af miljøpåvirkninger og miljøeffekter sammenholdt med en kombination af virkemidler.

Miljødiskussionen har i de senere år betydet, at træ er blevet et hyppigt anvendt materiale som facadebeklædning. Træ har fortrinlige miljømæssige egenskaber. Det er en reproducerbar ressource, er CO<sub>2</sub>-neutralt m.v. og det signalerer økologi og miljørigtig projektering. Anvendt rigtigt og med omhu for detaljerne er der endog også substans i brugen. Det forudsætter en kombination af konstruktiv beskyttelse af træet og, på længere sigt, imprægneringsmidler, der kan fremstilles og anvendes uden miljøbelastning.

Men også andre materialer, tunge såvel som lette, må indgå i overvejelserne. Med reference til transportproblemet i industrialiseringen har beton og murværk selvfølgelig svære odds imod sig, men når det handler om levetider, robusthed og genanvendelse, er der store fordele ved tunge materialer. En slags "quasi-industrielt" -fremstillede bygninger, der er kombination af "let" industrifremstilling baseret eller kombineret med traditionelle materialer, kunne meget vel tænkes at være vejen frem.

Et af de vigtigste arkitektoniske elementer i byggeriet er netop kravet om genanvendelighed og fleksibilitet. I den meget tidlige industrialisering oplevede vi 40'erne, 50'erne og 60'erne forskellige grader af fleksibilitet, eksempelvis i boligbyggeriet. Sammenlignet med den senere højkonjunkturs massebebyggelser er den arkitektoniske kvalitet, levetid og genanvendelighed i eksempelvis Bellahøj, kvarteret omkring Bispebjerg og Søndergård Park fremragende, og man kan spørge, hvad der skal til af nytænkning og ny teknologi – hvordan bygges det nye århundredes tilsvarende kvaliteter? – og hvem gør det?

Husene var funderet på en gennemorganiseret og begejstret social bevægelse, håndværksmæssig tradition og en overskuelighed af materialer og



Figur 23. Sammenlignet med den senere højkonjunkturs massebebyggelser er den arkitektoniske kvalitet, levetid og genanvendelighed i eksempelvis Bispebjerg fremragende, og man kan spørge, hvad der skal til af nytænkning og ny teknologi – hvordan bygges det nye århundredes tilsvarende kvaliteter? Bispebjerg. (Foto: Line Erikson).

teknik. Alt sammen elementer som vi af indlysende markedøkonomiske og fagpolitiske grunde ikke kan gøre brug af i dag.

Det, der derimod er brug for, er en ny begejstring. Nye organisationsformer, der danner grundlag for en ny byggeskik eller nye teknikker og metoder til at omdanne vor tids viden, materialer og snilde teknologier til en økonomisk overkommelig byggekvalitet, der modsvarer tidligere tiders "intelligente håndværk".

De kommende års store udfordring ligger i kombinationen af en proffessionalisering af hele miljøbegrebet, den økologiske tankegang og de kræfter, der er i gang omkring større produktivitet i byggeprocessen.

Ordet totaløkonomi bliver i en så kompleks sammenhæng et vagt begreb. I det hele taget er det betænkeligt at reducere økologiske problemstillinger til økonomiske ditto. Miljøregnskab handler ikke kun om kroner og ører, men om mere vidtrækkende og langsigtede problemstillinger.

Endelig er der det æstetiske eller den arkitektoniske udfordring, som er dybt integreret i den reindustrielle tankegang. Hvis der er en sandhed i, at der fremover skal bygges på industriens præmisser og ikke på byggeriets, kalder det i høj grad på en radikal anderledes og ny måde at tænke og skabe arkitektur på.



# Nutidsvisioner

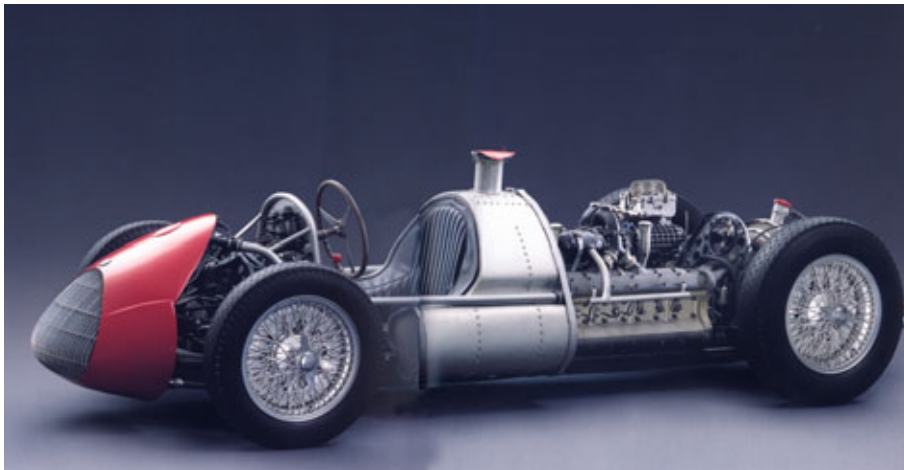
## **Jan Søndergaard**

*Arkitekt Jan Søndergaard er professor ved Kunstakademiets Arkitektskole, hvor han forsker og underviser ved Institut 2, Arkitekturens teknologi og ved Studieafdeling 7: Arkitektur, rum og produktion. Han er desuden medejer af tegnestuen KHR Arkitekter og har blandt andet tegnet B&O's nye hovedkontor, hvor der er anvendt utraditionelle projekterings- og byggemetoder til fremme af den samlede proces – og begrænsning af omkostningerne.*

**Nuet har afsæt i virkeligheden. Tiden er en forudsætning for at forstå nuet.**

*Nuet, virkeligheden og tiden er basale parametre for formulering af en vision. Visioner, der bygger på entydige kulturelle og ideologiske traditioner, har den bedste forudsætning for at lykkes. Det er derfor vigtigt, at visioner udspringer i forståelsen af vore egne kulturelle ideologier. For at vi selv er i stand til at læse vore kulturelle ideologier, er det ofte nødvendigt at sammenligne os med andre, idet kulturelle ideologier måske netop læses og forstås bedst i spejlbilledet af det »fremmede« og »unaturlige«.*

*Vores egen formverden er f.eks. svært forenelig med den visuelt og funktionelt futuristiske og emotionelle kraft, vi forbinder med de stolte italienske biltraditioner. De nationale og kulturelle forudsætninger er ikke til stede, hvilket selvsagt ikke udelukker betagelsens mulige inspiration.*



Figur 24. Vores egen formverden er svært forenelig med den visuelt og funktionelt futuristiske og emotionelle kraft, vi forbinder med de stolte italienske biltraditioner.

Hollændernes evne til at konstruere virkeligheden er måske mere sammenfaldende med vores kulturelle afsæt. Det samme gælder schweizernes inspirerende evne til at genopdage de stolte håndværkstraditioner for at lade disse genopstå i nye arkitektoniske udsagn.

Spanierne bruger deres nationale identitet i en lidenskabelig fornyelse inspireret af vores »moderne« tradition og inspirerer nu tilbage i egne fortolkninger af stor passion, der gør vores allernærmeste fortid til en ny modernitet. På denne måde kombineres fremmed inspiration med national tradition og danner basis for visionerne.

De værste tænkelige forudsætninger for kvalitativ udvikling er at kopiere andres visioner uden forståelse for indholdet. Det er derfor nødvendigt, hvis denne prisopgave med visioner om at udvikle nye generationer af »byggesten« til vores fysiske omgivelser skal lykkes optimalt, at vi i processen har den fælles reference, der ligger i vores kulturelle traditioner, og som er blevet vores nationale identitet.

*Som danskere er vi opstået af kulturlandskabet, hvorved vi har udviklet en pragmatisk sund fornuft. Udviklingen har bidraget til et praktisk intellekt parallelt med en højnelse af en samfundsmæssig etik og moral. Enkelthedens æstetik er skabt i forsøget på afklaring og afmystificering af kompleksiteten. Midlet har været åbenhed og frihed til at organisere sig. Arbejdsprocesserne har været analytiske og rettet mod humanistiske og socialt forsvarlige løsninger.*

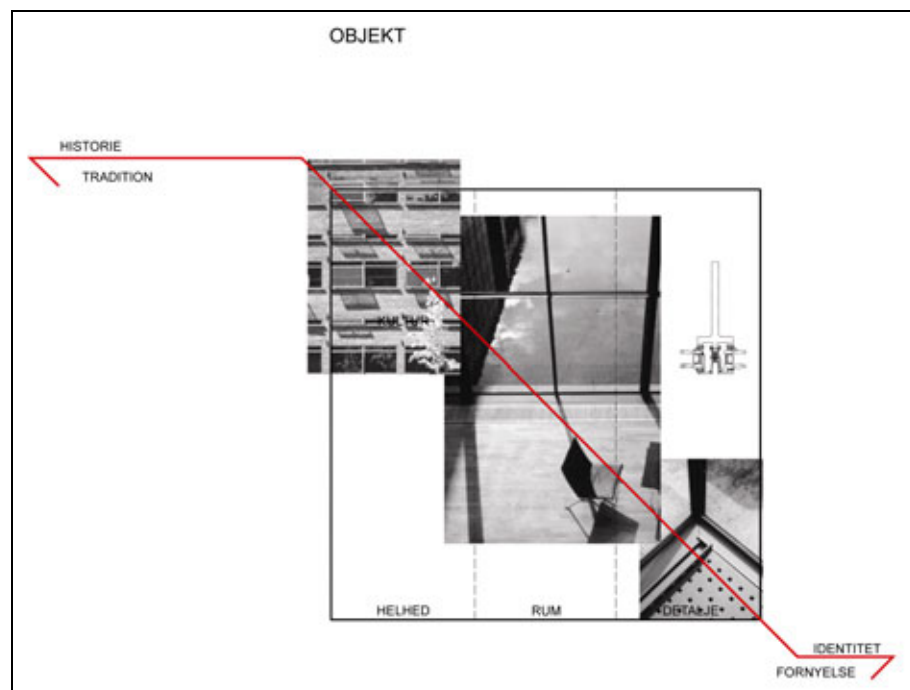
Argumentationen om fordele ved industrielt fremstillede byggekomponenter forveksles ofte med en unuanceret forestilling om nødvendigheden af at vælge traditionen fra til fordel for en identitetsløs specialisering i et lukket system. Kun identitetsløse aktører uden faglig forståelse (eller ignoranter) er i stand til at tænke udvikling ind i en afsondrethed med fravalg af det historiske forløb og den virkelighed, der udgør deres kulturelle arv.

*Traditionens form som resultatet af sammenstilling af funktionalitet og stoflighed udgør vores reference og fælles virkelighed og kan direkte associeres til vores historiske identitet som emotionelle størrelser. Det er en fælles referenceflade med de bedste forudsætninger for at bidrage til kvalitative fornyelser. Accepten og fortroligheden hermed ligger i vores emotionelle univers, fornyelsen i vores faglige formåen og intellekt sammenholdt med forudsætninger for vores lyst og evne til at samarbejde på tværs af de faglige grænser.*

## Procesvejen som en stimulator for generering af idéer og motivation.

Det er mit håb, at også denne prisopgave, trods sin umiddelbare specifikke fokusering på byggekomponenten vil styrke en nødvendig renæssance i samarbejdsorganisationer mellem arkitekt/designer og producenter/udførere, der kan føre til fornyelse af fagets praksis og arkitektoniske kvalitet i bredeste forstand. Ved at lade procesvejen stimulere generering af idé og motivation, inspirerer og dikterer den ene beslutning den næste, hvorfor arbejdsforløbet bliver dynamisk og målrettet i hele procesforløbet.

Figur 25. Uanset udformningen, udstrækningen eller funktionaliteten optræder delementerne altid i et indbyrdes afhængighedsforhold. Byggekomponenten vil således altid indgå i relationens helhed og detalje.



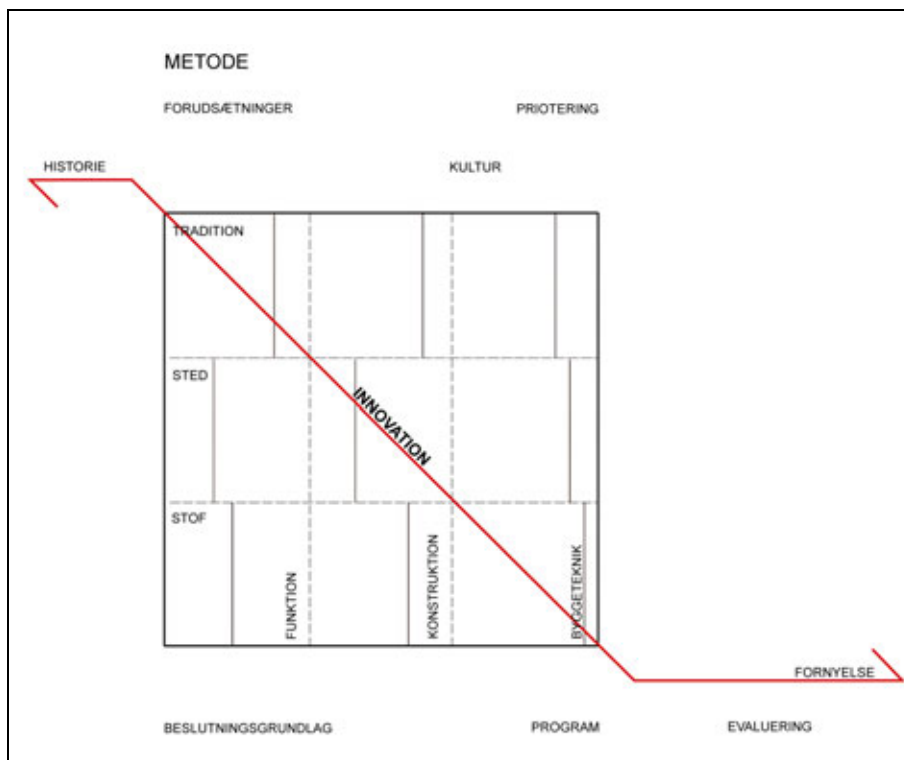
*Komponenten udgør sin egen helhed, skaber rum med afsæt i egne funktionelle forudsætninger og tilfører den overordnede helhed identitet. Et afhængighedsforhold der fører til visioner om komponentens tilpasning til helheden ud fra komponentens egen helhed.*

Uanset udformningen, udstrækningen eller funktionaliteten optræder del-elementerne altid i et indbyrdes afhængighedsforhold. Byggekomponenten vil således altid indgå i relationens helhed og detalje. Den enkelte byggekomponent vil opstå ud af helheden og kan umuligt beskrives, uden at det sker i forhold til såvel helheden som de sammenhænge i hvilke, den forudsættes at indgå. Netop heri opnås et dynamisk målefelt, som skal generere den nødvendige nytænkning. Helheden inspirerer til det specifikke. Efterfølgende genererer det specifikke sin egen helhed for så igen at føje til og styrke kvalitativt til en ny definition på et samlet hele.

*Forudsætningerne ligger i vores faglige kompetences intuition med evne til at forny virkeligheden.*

Den umiddelbare nysgerrighed og kompromisløse motivation, vi nærer til opgaven i starten, skal stimuleres og udvikles til en stigende grad af bevidsthed for helhedens væsen og objektets muligheder. Vi skal skabe de nødvendige forudsætninger for en fordomsfri lyst til at udforske helheden og definere komponenten metodisk gennem stigende forståelse for de sammenhænge og nødvendige justeringer, der er forudsætningen for arkitektonisk kvalitet.

Metoden tager afsæt i virkeligheden og dens forudsætninger. Opgaven ligger i at motivere til resultater gennem bevidst indlevelse i opgavens sammensatte elementer og lade disse indbyrdes relationer inspirere til en innovativ proces.



Figur 26. Opgaven ligger i at motivere til resultater gennem bevidst indlevelse i opgavens sammensatte elementer og lade disse indbyrdes relationer inspirere til en innovativ proces.

## Processen og dens organisation

Dialogen i procesforløbet opstår i de interaktive relationer mellem procesens elementer. Metoden bidrager således til selvforståelse og efterfølgende kommunikation til alle implicerede i forløbet. En defineret og styret proces

som forudsætning for nytænkning i samspillet mellem design og produktion i bredeste forstand.

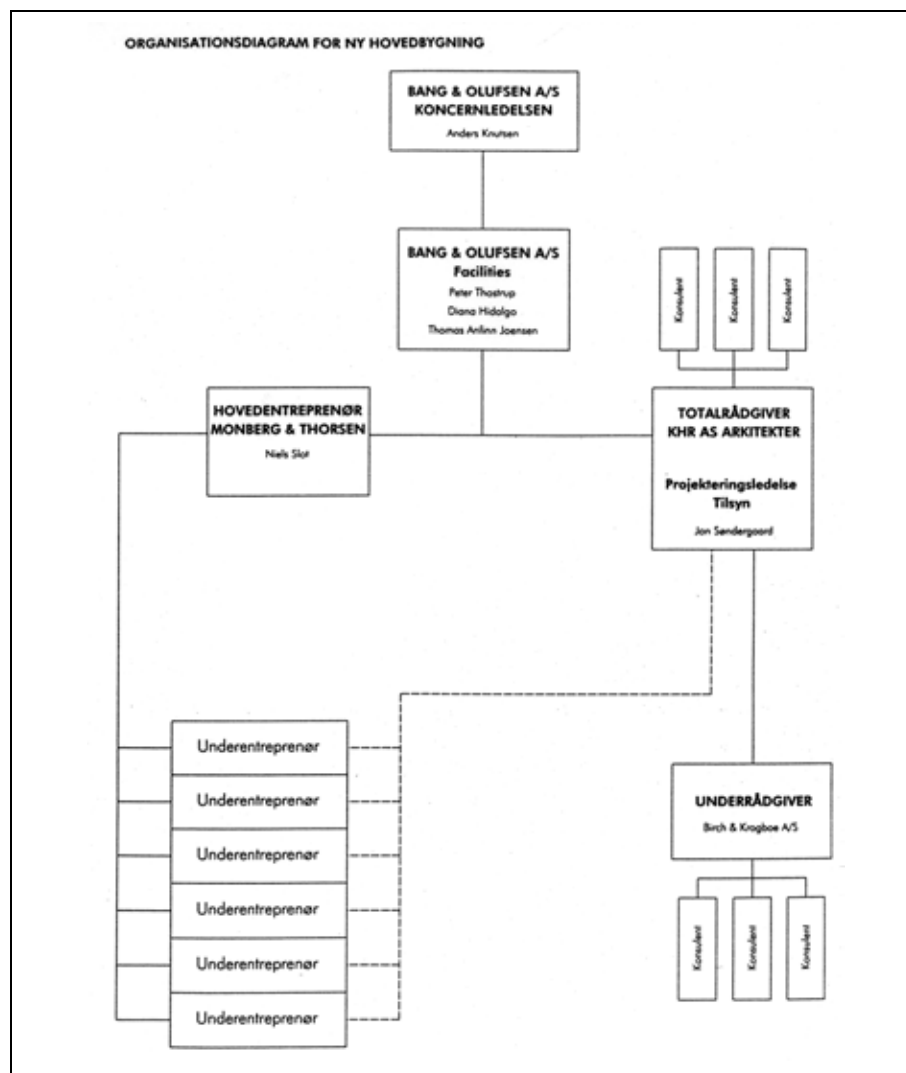
En visualisering på de grundlæggende forudsætninger for udvikling af en ny generation af byggekomponenter i dialog med industri og byggeerhverv. Elementer og forudsætninger hvis indbyrdes relationer ikke er entydige, og som i et samlet procesforløb til stadighed skal vægtes og prioriteres i forhold til hinanden. En innovativ proces kan ikke foregå uden dialog med den nødvendige ekspertise og kompetence, som den enkelte producent besidder. På samme måde og lige så vigtigt er det at beskrive den organisation, i hvilken dialogen og samarbejdet foregår.

## Arkitektens rolle som totalrådgiver

Der forefindes en uvurderlig videnbank hos vore samarbejdspartnere i byggeriet. Vi må ud af en forældet arkitektrolle hvor vi forud for en kontakt til producenten har defineret hele opgaven til mindste detalje.

*Vi skal være dem, der koordinerer og skaber sammenhæng mellem indhold og udformning.*

Figur 27. Der forefindes en uvurderlig videnbank hos vore samarbejdspartnere i byggeriet. Vi må ud af en forældet arkitektrolle hvor vi forud for en kontakt til producenten har defineret hele opgaven til mindste detalje.

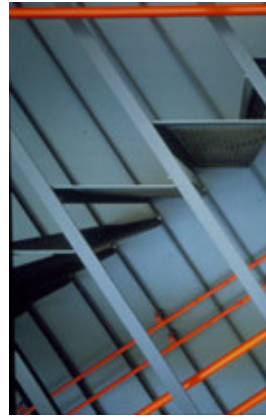


Vi skal i størst mulig dialog på tværs af producenter og leverandører for at optimere i hele procesforløbet. Vi skal forblive i vores rolle som den, der fastholder og definerer i forhold til idé og indhold, men være åbne overfor tekniske optimeringer etc. Vi skal modvirke ultimative forudsætninger og indgå i åbne dialoger med ukomplicerede personrelationer i respekt for faglighed.





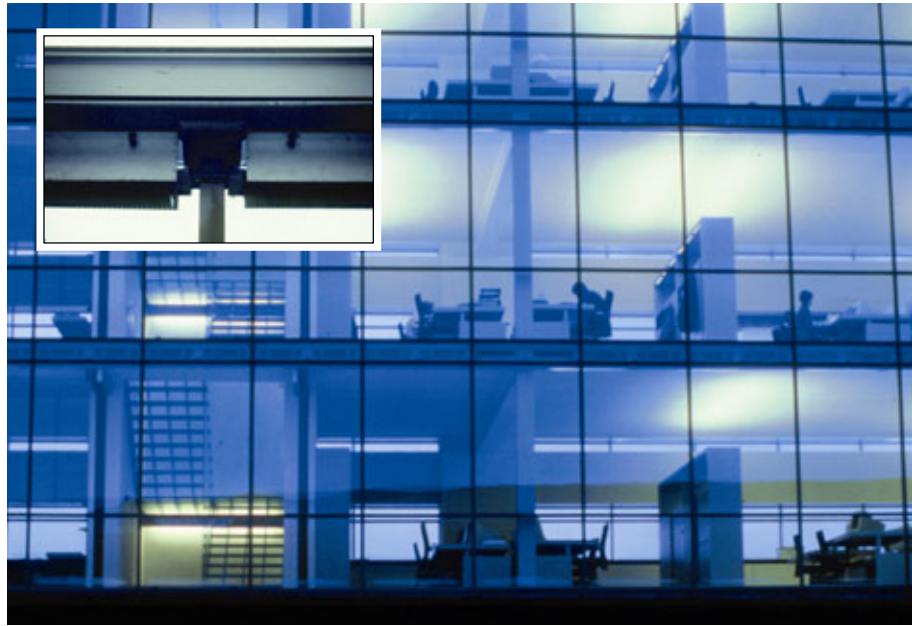
Figur 28. Byggekomponenternes sammenstilling til helhed.



Figur 29. Komponenten integreret i helheden.



Figur 30 og 31. Kompo-  
nenten og funktionalite-  
tens helhed.



Figur 32. Komponent-  
nes sammenstilling til en  
bæredygtig og tilgængelig  
helhed i traditionens for-  
nyelse.



# Byggeklodser

## **Bjarke Ingels**

*Arkitekt Bjarke Ingels er medejer af tegnestuen PLOT. Bjarke Ingels har tidligere arbejdet på den hollandske tegnestue Rem Koolhaas i Rotterdam. Desuden har han sammen med Julien de Smedt modtaget Nykredits arkitekturpris og som den første modtaget det nystiftede Henning Larsen Legat. Sammen har de vundet en række første- og andenpræmier ved de seneste års arkitektkonkurrencer.*

Det seneste år har vi på PLOT arbejdet med en række projekter, som på den ene eller anden måde har nødvendiggjort en dybere undersøgelse af de produkter, professioner og processer, der indgår i skabelsen af vores samfunds fysiske rammer. Disse undersøgelser har vi akkumuleret i form af en række observationer, som hver især fokuserer på et særligt forhold eller et særligt område indenfor arkitektur. Observationerne omhandler alt fra teknologi til penge, kemi, økologi, marketing, kommunikation, klima, tid etc. Vi har valgt at udskrive dem uden prioritering over de følgende sider. Mange af dem overlapper på kryds og tværs, men hver især har de deres eget lille plot. Individuelt rummer de ingen større konklusion, men de kunne tjene som byggeklodser eller holdepunkter for jer, som nu skal til at udtænke og udvikle fremtidens byggekomponenter.

## Penge

Selv om penge er fuldstændig tomme for etik og æstetik, er og bliver de byens og byggeriets primære styresystem. Penge er det protein, som udgør byens energi og byggesten. Prisen på det højtudviklede danske byggeri med dyre komponenter og høje arbejds lønninger, udhuler byggebudgetterne og reducerer vores boligdrømme til en minimalbolig, hvor det ikke er fantasien, men økonomien som sætter grænser. En fed lejlighed = en stor lejlighed! En bolig har brug for spillerum, så der også er plads til uforudsete begivenheder eller uventede gæster. Flere kubikmeter rummer i sagens natur flere muligheder for forskellig brug end en tilsvarende minimalbolig. Billig er på den måde en ideologisk kvalitet i sig selv.



Figur 33. Bedre og billigere bygninger og komponenter vil kun kunne opnås ved at appropriere og manipulere etablerede standarder. Ved sammenføringen af de forskellige systemer vil redundanser kunne elimineres og nye synteser udnyttes.

## Prototyper

Prototyper er dyre. Bedre og billigere bygninger og komponenter vil kun kunne opnås ved at appropriere og manipulere etablerede standarder. Vi foreslår at tage udgangspunkt i at udvælge og sammensætte en række eksisterende systemer og byggeprocesser, som vi mener har attraktive egenskaber inden for hver deres område. Ved sammenføjjningen af de forskellige systemer vil redundanser kunne elimineres og nye synteser udnyttes.

## Fravær

I Danmark er 1 bolig ud af 7 arkitekttegnet. For parcelhuse, som udgør halvdelen af alle danske boliger, er kun 1 ud af 20 opført af arkitekter. Ideen om arkitekten som den, der tegner og bygger enfamiliehuse, er et helt billede undergravet af bygmestre og spekulanter. Forstæderne, som primært udgøres af parcelhuse, er den mest pladskrævende og hurtigst voksende form for urbanitet. Og den vokser stort set i fraværet af arkitekter. Vi er blevet sat på reservebænken i det fag vi har lagt navn til. Hvis vi ønsker nogen indvirkning på fremtidens byer og bygninger, må vi finde metoder til at generobre de restende 95% af boligmarkedet.

## Produktudvikling

Boligernes udvikling er ubegribelig langsom i forhold til andre produkter som fx biler. Dette på trods af en stor produktion – og årtusinders forspring. Billeder af moderne arkitektur fra 20'erne viser hardcore moderne beton voluminer svævende over latterligt uddaterede veteranbiler – idag er det omvendt... Designudgifterne til en ny VW er 20.000 gange prisen på selve produktet. Designudgifterne til et hus er 1/10 af konstruktionsprisen. Hvis huse var masseimplementerbare produkter, som fx biler, i stedet for originale arkitekturværker, ville arkitekterne kunne bruge 200.000 gange så mange ressourcer på at udvikle og bearbejde et design. Tænk hvad man kunne lave med de midler?!

*Den traditionelle insisteren på den arkitektoniske original blokerer for udviklingen af ny og original arkitektur.*

## Utilgængelighed

Arkitekterne (eller i hvert fald deres produkter) er meget fraværende i den ny økonomis globale marked. Forestil dig, hvis du boede i Stockholm, at du kun kunne gå med H&M tøj, kun kunne køre i Volvo og kun kunne lytte til Abba musik.....absurd!

Men hvis du vil bygge et hus, har du intet andet valg end at hyre en lokal arkitekt. Fordi du har ingen steder, du kan finde andre arkitekter. Du har ingen mulighed for at finde ud af, hvad de laver. Og du har ingen mulighed for at kontakte dem.

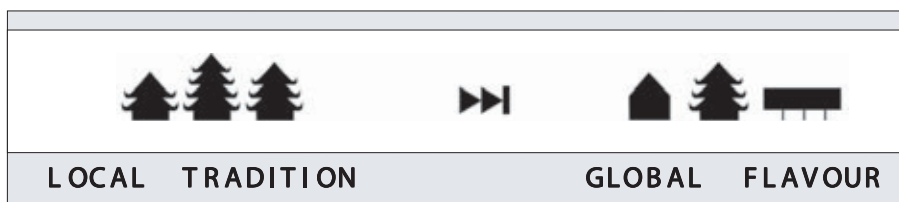
Hvis du vil have en bil, kan du finde alle større bilmærker på gaden, i bilforhandlere og velannonceret i digitale såvel som trykte medier. Tøj kan ses i forretninger, ugeblade og on-line. At finde en arkitekt kan ske på 2 måder: via mund-til-mund-metoden eller gennem de gule sider. Arkitekturpublikationer er begrænset til fagblade eller eksklusive magasiner, som kun kan fås i enkelte boghandlere i større byer. Fremtidens byggekomponenter må indtænke tilgængelighed, tilpasningsdygtighed og distribution som en integreret

del af deres strategi. For det gyldne produkt får ingen effekt, hvis det forbliver på tegnebordet eller på lagerpladsen.

## Ekklusivitet

Masseproduktion og knowledge management er aldrig slået igennem i arkitektur. En grund er, at 60'ernes forsøg med masseproduktion lokalt duplikerede de samme typer med endeløse rækker af identiske anonyme kasser til følge.

Ekklusive tøjmærker som fx GUCCI er ligeså masseproducerede som dårlige tøjmærker – de er bare kun tilgængelige i begrænsede oplag i hver by – så selv om man har et par masseproducerede bukser på kan man stadig føle at man har en unik stil – ligesom det ikke ville genere hvis ens hus også var opført i Odense, Hong Kong og San Francisco....Global masse distribution af unikke produktudviklede boliger ville muliggøre marginale og radikale produkter (huse), som ellers ikke ville kunne slå tilstrækkeligt igennem på de små lokale markeder.



Figur 34. Det ville ikke genere hvis ens hus også var opført i Odense, Hong Kong og San Francisco....Global massedistribution af unikke produktudviklede boliger ville muliggøre marginale og radikale huse.

## Iboende egenskaber

- Smarte materialer som privalite glas kan ændre gennemsigtighed for at regulere dagslys, solopvarmning eller indblik. På den måde erstatter et enkelt materiales særlige egenskaber tidligere generationers gardiner og persienner.
- solar maling omdanner sollys og kan males direkte på bygningens ydre overflader og kobles til elnettet.
- e-blæk kan på en lignende måde transformere en hvilken som helst overflade til display for medie-input.
- husky-crete er superstærk beton, som har iboende høj isolerende egenskaber og er så let at det flyder på vand.
- aero-gel er et højisolierende translucent materiale som muliggør glashuse med bedre varmeregnskab end en højisoleret rockwool-rugekasse.
- nano-teknologi vil i fremtiden anihilere alt hvad vi kender til arkitektur og byggeteknik. Mikroskopiske nanoroboter vil kunne opbygge et hvilket som helst fantasifuldt design fra molekylenniveau. Alt hvad vi i dag kender som special effects fra matrix, terminator og ringenes herre vil blive muligt når nanoteknologi først kommer i gang. Uendelig præcision og samlinger med en brudstyrke som kewlar.

Den nye IT økonomi har erstattet industrisamfundets masseproduktion, med informationssamfundets masse-innovation. Innovative maskiner og materialer bliver sprøjtet ud på samlebånd. En ny race af materialer er på vej, hvor materialet selv kan udføre opgaver som tidligere krævede komplekse kombinationer af forskellige elementer. I stedet for at tegne industrielt fremstillede kompositte komponenter er man ved at brygge nye materialer, som vokser ud af vækstkar eller blandes i kemiske laboratorier. Komponenter som beskrives med kemiske formler i stedet for plan, snit og opstalt.

## Landbrug

Det danske landbrug er et af de mest avancerede i verden. Det er Danmarks ældste og mest raffinerede industri. Landbrugsanlæg er udviklet med henblik på at optimere livs- og vækstbetingelser gennem økonomisk og effektiv kultivering af naturen.

Væksthuse er højtudviklede produkter til meget lave priser. For storgartnere med kæmpe væksthuse, er der mange besparelser at hente i at mindske materialeforbruget, slanke konstruktionerne og effektivisere montage og vedligeholdelse. Samtidig er der udviklet temperatur- og fugtighedsregulerende klimaanlæg med automatisk ventilation og solafskærmning. Ved fx. at anvende drivhusenes produktionsapparat som udgangspunkt for huse til mennesker, får man et stykke moderne arkitektur, som kombinerer lavteknologisk klimamækologi med tektonisk elegance til en pris på ca. 1500 kr. pr. m<sup>2</sup>.

Figur 35. Væksthuse er højtudviklede produkter til meget lave priser. Samtidig er der udviklet temperatur- og fugtighedsregulerende klimaanlæg med automatisk ventilation og solafskærmning. Ved at anvende drivhusenes produktionsapparat som udgangspunkt for huse til mennesker, får man et stykke moderne arkitektur, som kombinerer lavteknologisk klimamækologi med tektonisk elegance.



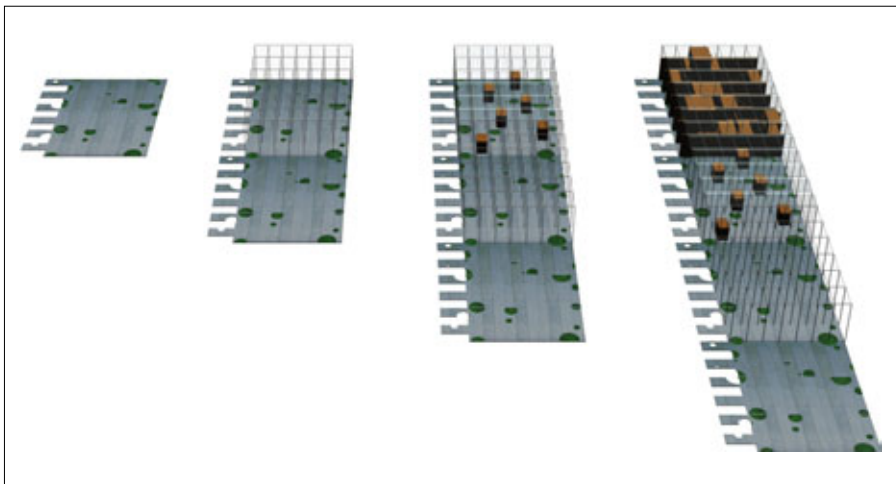
## Tid

Tid = penge. Fremtidens byggekomponenter skal kunne samles hurtigt og enkelt med få midler, så færre ressourcer spildes på udførelsen og i stedet anvendes til at øge tiden til projektudvikling og penge til permanente kvaliteter og kvadratmeter.

## Klima

Det dårlige vejr komplicerer byggeriet. Temperatursvingninger mellem tø og frost samt hårde belastninger fra regn og vind har gjort vores huse til hermetiske rugekasser indespærret i en rockwoolforet plasticpose. Principielt opføres 2 huse for hver bygning, et udendørs hus og et indendørs hus, som adskilles af rockwool og komplicerede gummi- og aluprofiler. De 2 huse har vidt forskellige funktioner og egenskaber, men søges stadig opført og artikuleret som en homogen konstruktion. Udover at hæmme muligheden for arkitektonisk ekspressivitet medfører den uigennemtrængelige klimaskærm et dårligt indeklima med fugt-, svampe- og allergiskader på bygninger og mennesker.





Figur 36. Principielt opføres 2 huse for hver bygning, et udendørs hus og et indendørs hus. Ved at skille de to huse ad, kan der opnås helt nye bygningsformer til gavn for såvel byggeprocessen som slutbrugeren.

Jagten på kuldebroer, højsolerede vægge og supersofistikerede karm- og kantløsninger fordyrer komponenterne og besværliggør montagen. Tabte arbejdstimer, overdækning og opbevaring af materialer, udgifter til skurvogne osv. er en lang række sekundære meromkostninger, som øger byggesummen.

En udfordring til fremtidens byggekomponenter kunne være at eliminere byggeriets principielle tvedeling. Eller idealisere den...

## Tung – let

Det statsstøttede fokus i Danmark på præfabrikerede betonelementer har ført til en særdeles rigid og uflexibel byggeindustri med endeløs repetition af ensartede facadeelementer. Elementets økonomiske fordel er omvendt proportionalt med dets tilpasningsdygtighed og variationsfrihed. Tungt elementbyggeri fører derfor uværgeligt til den laveste fællesnævner. Hele filosofien bag elementbyggeri har gjort én del af byggeprocessen billigere, men ført en lavine ekstraomkostninger med sig. Transport, store kraner og retrotilpasning af rigide elementer udhuler den økonomiske gevinst. Typologisk er boligbyggeriet blevet reduceret til et utal af små variationer over det samme stramme tema. Flexibilitet med tunge elementer kan simuleres ved at foregribe flere og flere varianter på forhånd, med den konsekvens at masseproduktionsfordele bliver stadig mindre. Byggekomponenter som kan håndteres og manipuleres i hånden på stedet, vil lette arbejdet og åbne muligheder for utallige unikke anvendelser af de samme standarder.

## Økologi

Bæredygtighed handler i høj grad om ressourcebesparelse. Jo færre maskiner, der anvendes i produktionsprocessen, jo mindre energiforbrugende forarbejdning og jo mere lettilgængelige råmaterialer desto mere økologisk og økonomisk et produkt. Jo bedre isolationsevne, åndeegenskaber og energibesparelse, jo mere bæredygtigt bliver byggeriet, og jo billigere bliver driftsomkostningerne. Økologi og økonomi er uløseligt forbundne og med disse kvadratmeter og kvalitet. Økologi er derfor en ideologisk kvalitet i sig selv.

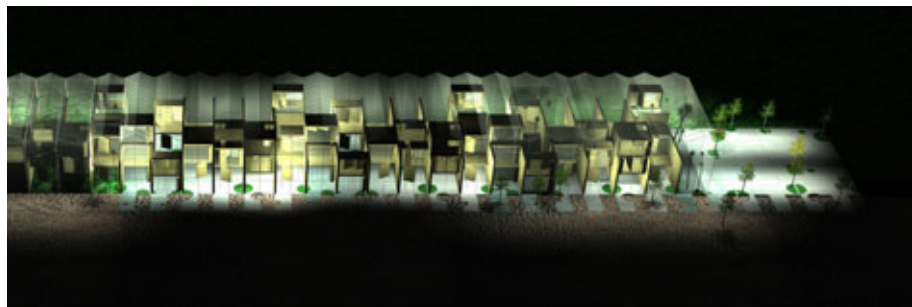
## Redigering

Huse er produkter, som produceres i små oplag, og som holder meget længe. Byggesystemer eller højautomatiserede produktionsformer er derfor svært rentable på grund af utilstrækkelig repetition eller behov for tilpasning.

Arkitekters interesse i at designe byggesystemer tager alt for ofte udgangspunkt i lysten til at designe alt fra bunden. Hvis hvert nyt byggeri nødvendigvis gør nye systemer, ryger alle fordelene ved standardisering. Samtidig eksisterer der en stor byggeindustri, som leverer standardprodukter til boliger, såvel som kontor-, industri- og landbrugsbygninger. Disse standarder raffineres og opdateres løbende af producenterne på det fri markeds betingelser.

Arkitekter kunne indgå proaktivt i anvendelsen og sammensætningen af de eksisterende systemer snarere end at finde på stadig nye utopiske byggesystemer. Ved at flytte produkter fra deres oprindelige marked til nye sammenhænge, kan vi påvirke udviklingen af byggeriet såvel som produktionsapparatet. Ved at udvikle tilgængeligheden af informationer om produkter fra forskellige industrier, vil specialfremstilling kunne erstattes af browsing og shopping. Og arkitektens rolle vil kunne dreje sig i retning af en kurator som udvælger og sammensætter, snarere end en kunstner der specialfremstiller det hele fra bunden. Cut 'n paste istedet for frihåndsskitser. Redigering som kreativ aktivitet.

Figur 37. Ved at udvikle tilgængeligheden af informationer om produkter fra forskellige industrier, vil specialfremstilling kunne erstattes af browsing og shopping. Cut 'n paste istedet for frihåndsskitser. Redigering som kreativ aktivitet.



## Har industrien brug for designere?

### **Søren Rasmussen**

*Søren Rasmussen er direktør for Hudevad Radiatorfabrik A/S, som har 240 medarbejdere og datterselskaber i England, Tyskland, Frankrig og Belgien, samt forhandlere i et antal europæiske lande. Hudevad Radiatorfabrik har med stor succes inddraget danske og udenlandske designere og arkitekter i produktudviklingen af sine radiatorer.*

Alt imens designverdenen frustreres over, at erhvervslivet ikke i højere grad efterspørger industrielt design, befinder erhvervslivet sig i en stadig søgen efter måder at blive dygtigere på. Dette har skabt en veritabel jungle af filosofier og metoder til virksomheders udvikling, som dygtigt markedsført har skabt en hel industri på dette område. Hvorfor er det endnu ikke lykkedes for designverdenen at sikre sig en plads i dette univers, og hvad skal der til, for at det kan lykkes?



Figur 38. Rigtigt anvendt kan radiatorer sagtens indgå i den arkitektoniske helhed. I dette indgangsløse skabes den stramme symmetri af to høje, smalle Hudevad radiatorer, fældet ind i nicher.



Der synes at herske udbredt frustration i designverdenen over erhvervslivets manglende interesse for industrielt design. Der bruges mange penge på at uddanne industrielle designere, ligesom der fra mange sider, ikke mindst fra Dansk Design Center, bruges betydelige summer på at udbrede kendskabet til design som en vigtig brik i virksomhedernes produktudvikling. Ikke desto mindre har designverdenen meget svært ved at få erhvervslivet i tale, og det har været nødvendigt at etablere støtteordninger for overhovedet at kunne få designerne ud i virksomhederne.

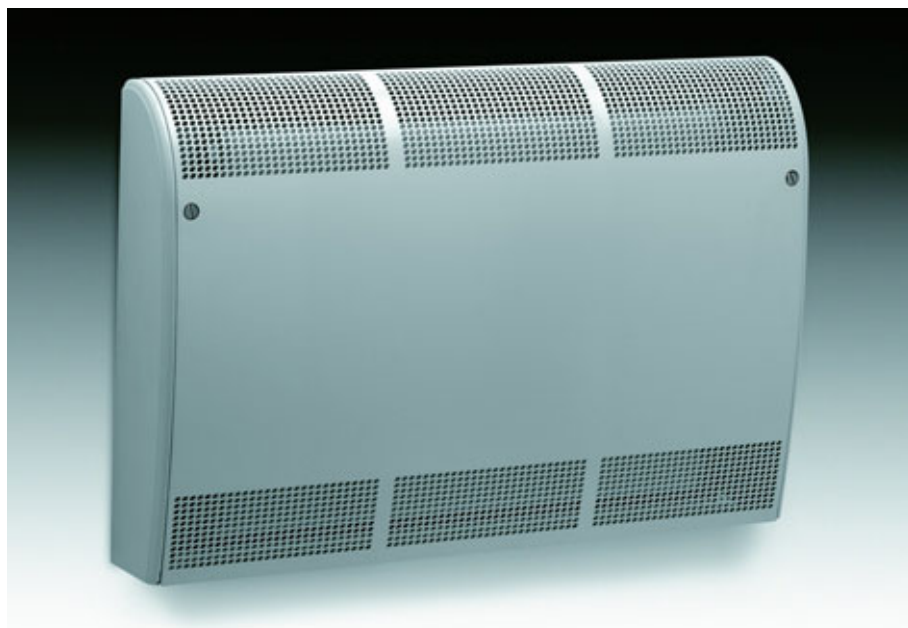
Hvordan kan det så være, at designerne, som givetvis kan bidrage til virksomhedernes succes, har så svært ved at trænge i gennem? Der er ingen tvivl om, at erhvervslivet nærer et stærkt ønske om hele tiden at lave bedre produkter, og der investeres store summer i nye teknologier, rationelle produktionsanlæg og meget andet, for konstant at øge virksomhedernes konkurrenceevne. Det forekommer derfor paradoksalt, at virksomhederne ikke for længst har gjort designerne til faste medlemmer af deres udviklingsteams og gjort brug af deres evner til gavn for firmaet.

Forklaringen skal måske søges i, at virksomhederne og designerne befinder sig i hver sin verden, som ligger så langt fra hinanden, at parterne ikke har kunnet få øje på hinanden, eller mere præcist, at virksomhederne ikke har fået øje på designerne. Det virker besynderligt, når man tænker på, at virksomhederne generelt er meget søgende i forhold til måder at blive dygtige på. Denne søgen har skabt en lukrativ forretning for en lang række konsulentvirksomheder, som regelmæssigt skaber nye, uundværlige ydelser, smukt emballeret som hele koncepter til forbedring af virksomhedernes drift.

E-trade, Value Based Management, Story Telling og Supply Chain Management er fire af de nyeste, men listen over trosretninger er meget lang og suppleres jævnlige. De bliver alle markedsført yderst professionelt, og virksomhederne tager dem til sig og investerer store summer i at implementere filosofier og metoder, som skeptikere kalder "gammel vin på nye flasker" og tilhængerne kalder "revolutionerende". Også på produktudviklingsfronten er der hjælp at hente: "Integreret produktudvikling" er en ikke længere helt ny, men ikke desto mindre yderst fornuftig filosofi, som i øvrigt også kalder på design som en bestanddel.

I lyset af alt dette kan det undre, at der ikke for længst er "opfundet" en filosofi, som placerer design på virksomhedernes landkort og giver designerne den opmærksomhed, som de higer efter og givetvis også har fortjent. Filosofien kunne hedde "Customised Development", "Total Product", "Innovation Management" eller næsten hvad som helst, som kunne skærpe virksomhedernes interesse. Sludder, kunne man sige, det er blot flimmer (hvad

Figur 39. LST Care er et radiatorkabinet, som beskytter mod forbrændinger og skarpe kanter. En designer deltog fra første færd i udviklingen, hvilket var afgørende for det banebrydende resultat.



designere hader) eller prostitution (hvad de heller ikke kan lide). Men hvad skal der så til for at få designerne på banen?

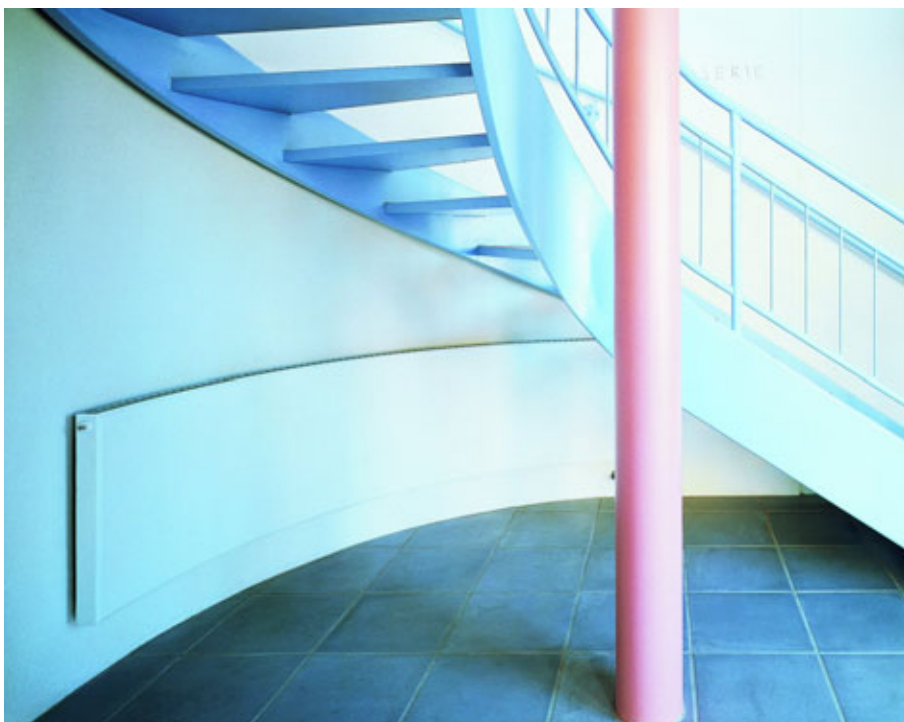
For at kunne besvare det spørgsmål er det nok nødvendigt at se på nogle af erhvervslivets fordomme om designere: Designere tilhører en kunstnerisk subkultur med en stærk selvopfattelse, som helst skal komme tydeligt til udtryk i påklædningen, som gerne er sort og inkluderer mærkelige briller (helst i eget design). De kan være lidt vanskelige at kommunikere med, fordi de bruger underlige ord, og de er meget interesserede i, hvordan et produkt ser ud, hvorimod prisen for at få det til at se sådan ud er mindre afgørende. At en kunde køber produktet for dets funktion kan tolereres, hvilket dog ikke må stille sig i vejen for virkeliggørelsen af de tanker, designeren gik med om produktets udseende. Hertil kommer, at erhvervsfolk slet ikke kan lide tanken om at skulle betale royalty i mange år til en designer for noget, som måske blot tog nogle måneders arbejde at udvikle.

Fjernt fra virkeligheden? Måske, men havde jeg ikke selv haft meget positive erfaringer fra samarbejde med en designer igennem 3 år, kunne jeg godt bekende mig til lidt af det.

Overfor dette står, at erhvervsledere ikke nødvendigvis er meget indstillet på at lytte til designerens budskaber. Vi erhvervsfolk er ikke altid videre kreative af den enkle grund, at kreativitet ikke fremmer karrieren så meget som resultater på bundlinjen. Derfor når de mest resultatskabende ledere til tops – ikke de mest kreative. Mindre kreative, men resultatskabende ledere kunne naturligvis også inddrage designere i langt højere grad, end tilfældet er, men da erhvervslederne ikke har indset, hvad designerne kan gøre for dem (jvf. førnævnte fordomme), vil de hellere kaste sig over nogle af de anerkendte filosofier fra konsulentvirksomhederne. Dette har langt højere accept i såvel bestyrelseslokalerne som i organisationen, uanset om det så går godt eller skidt.

Hertil kommer, at de færreste erhvervsledere kan lide at få kritik. Da de ikke selv tilkalder designeren, må designeren komme til dem og (som oftest) på basis af virksomhedens eksisterende produkter forsøge at forklare, hvad han kan tilbyde. I den situation kommer mange udtalelser let til at lyde som kritik af, hvad erhvervslederen ellers mente, var gode produkter. Det giver ikke et kommende samarbejde de bedste betingelser.

Når alt dette er sagt, er der næppe nogen tvivl om, at erhvervslivet har hårdt brug for designere. Alt for mange produkter bærer præg af at være opstået ud fra de teknologier og produktionsmetoder, den enkelte virksomhed nu rå



Figur 40. Godt design skal ikke altid fremhæves. En diskret, buet Hudevad Plan radiator lader her de øvrige komponenter gøre "arbejdet".

dede over eller af at være dikteret af den funktion, produktet nu skulle opfylde. Kun sjældent er der tænkt på, at produktet kunne have fået en helt anden udformning og løst kundens behov på en helt anden gennemført måde (og måske også løst andre behov), hvis der tidligt i processen havde været stillet en række kritiske spørgsmål til, hvad der egentlig skulle udvikles. At stille disse spørgsmål og finde svarene ligger godt for en designer, men hvis virksomheden stiller sig tilfreds med de produkter, den hidtil har udviklet, vil den næppe søge efter andre og bedre måder at udvikle produkter på, og designeren vil aldrig komme ind i billedet.

Summa summarum: Virksomhederne har et ikke erkendt behov for mere design. Designeren har svaret, men kan ikke få virksomhederne i tale. Alt i mens er virksomhederne stadig på jagt efter måder at blive dygtigere på og køber flittigt ind af de mange filosofier, som markedsføres på dette uudtømmelige marked. Dette er egentlig et såre banalt markedsføringsproblem, som blot består i, at designverdenen ikke har formået at få kunden i tale og vække hans interesse. Men hvorfor så det, når der er gjort så meget for at promovere design?

Inden jeg giver mit bud på det, vil jeg lige berøre én af salgets helt grundliggende mekanismer: Kunden køber produktet på grund af den nytte, det giver ham, ikke på grund af produktets egenskaber eller de fordele, de indebærer. Dette er udtrykt på 100 måder i lige så mange lærebøger, men kort fortalt er pointen: Fortæl ikke kunden om dit produkt eller hvorfor det er bedre end de andres. Fortæl ham om, hvad han vil opnå ved at bruge det.

Hvis vi overfører dette enkle princip til design-debatten, forekommer det mig, at design-verdenen i for høj grad har fastholdt fokus på selve "produktet", nemlig "design" uden at gøre det klart for erhvervslivet, hvad nytten ved at bruge design egentlig er. Hvis den antagelse er korrekt (hvad jeg vover at antage), er designbranchen i meget forståelig kærlighed til sit eget produkt (design) gået ud fra, at alle andre har det på samme måde, og har derfor glemt at pege på nytten ved at bruge design som disciplin. Imod denne teori taler, at vi har så mange design-succeser omkring os (f.eks. B&O), at alle må kunne se nytten ved design. For teorien taler imidlertid det faktum, at design som disciplin stadig ikke har haft sit gennembrud i erhvervslivet, hvori mod et sandt mylder af filosofier og metoder (heraf mange med et mindre konkret indhold end designbudskabet) har gået deres sejrsgang i erhvervslivet.

Jeg vil derfor fastholde, at designverdenen står over for en markedsføringsopgave, som burde have gode chancer for succes. Mine anbefalinger ville være:

- Byg et koncept op, som ikke behøver være videre udviklet, men som tager udgangspunkt i industrielt design som vejen til bedre produkter. Det kan f.eks. bestå af 6-8 punkter, som tilsammen beskriver vejen fra ide til færdigt produkt. Det er den metode, de andre filosofier bruger.
- Giv konceptet et navn og et slogan, som kan være bærere af budskabet og stå i centrum i den efterfølgende markedsføring.
- Find nogle succeshistorier, som fortæller om den succes, forskellige virksomheder har fået efter at have brugt konceptet.
- Formuler succeserne i erhvervslivets sprog, så de resultatskabende leders interesse fanges. Derved er budskabet ikke forbeholdt de få virkelig kreative ledere. "Virksomhed X's salg af produkt Y steg med 87% med Innovation Management", etc. Der er masser af inspiration at hente hos de mange filosofier, som allerede er på markedet.
- Skab opmærksomhed hos medierne omkring konceptet, så f.eks. Børsen eller Børsens Nyhedsmagasin begynder at interessere sig for de succeser, det har skabt.

Der kan tilføjes mange flere tiltag på listen, hvilket jeg dog vil undlade. Hvis først tankegangen accepteres, er der masser af ekspertise tilgængelig, som kunne gøre ideen til virkelighed.

Hvem skal så gennemføre alt dette? Det vil være en for stor mundfuld for den enkelte designer, men ingenlunde for en sammenslutning af design-skoler og andre interesserede instanser, som f.eks. Dansk Design Center. Jeg anser det dog for helt afgørende, at konceptet bringes helt ud til modtageren - erhvervslivet - og får en kraftig eksponering der, hvor erhvervslivet orienterer sig og henter inspiration. Hvis kommunikationen begrænses til designverdenens egne medier i forventning om, at erhvervslivet nok skal komme og hente den, vil det ikke føre til noget. Det har den enkle forklaring, at vi erhvervsfolk udsættes for et så effektivt tæppebombardement fra alle de andre filosofiudbydere, at budskaber, som ikke nærmest proppes ned i halsen på os, vil være usynlige for os.

Hvad kan den enkelte designer så gøre, mens han/hun venter på det afgørende fremstød fra en bred front? Naturligvis ikke helt så meget, men dog en del. Sæt jer ind i erhvervslivets sted, studér konkurrenterne (de andre filosofier) og formulér et budskab, som kan trænge igennem, og gå direkte til virksomhederne med det. Ikke som sælgere af design, men som nogen, som kan bidrage til at give virksomheden større succes.

Og nok vigtigst af alt: Måske findes der hist og her i designverdenen lidt skepsis, blandet med faglig stolthed, som tilsammen yder modstand mod på den måde at skulle gå så kommercielt til værks for at sælge noget, som industrien burde være klog nok til selv at komme og hente. Hvis det er tilfældet, så brug lidt energi på at komme væk fra den tanke. Selv de virksomheder, vi i dag beundrer som de mest raffinerede, succesrige og til tider nærmest kultagtige, har helt bevidst på et tidspunkt taget det første skridt ad den vej, I nu overveje at betræde. Og enhver rejse begynder som bekendt med det første skridt!



Figur 41. Funktion og økonomi bør gå hånd i hånd med det gode design, men gør det ikke altid. Dette radiatorben har endnu ikke været igennem designprocessen!



Figur 42. Grunddesignet i Hudevads radiator Radius er udtænkt af den tysk-amerikanske arkitekt Helmuth Jahn, som ønskede en radiator som en liggende cylinder. Resultatet er nærmest futuristisk.



# Den industrielle designers rolle i produktudvikling

## **Annette Krath Poulsen**

*Annette Krath Poulsen tog afgang som industriel designer fra Kunstakademiets Arkitektskole i 1994. I perioden 1995 til 1997 var hun ansat i produktudviklingsafdelingen ved Hudevad Radiatorfabrik A/S (se også artiklen af Søren Rasmussen her i kompendiet). Mellem 1998 og 2000 var hun ansat i projekt- og produktudviklingsafdelingen hos Zealand Care A/S, som primært tilbyder serviceydelser indenfor hjælpemiddelområdet. Annette Krath Poulsen startede sit eget designfirma – AKP Design – i 2000 (se eventuelt [www.akpdesign.dk](http://www.akpdesign.dk) for mere information).*

## Baggrund

De første erfaringer fra en produktionsvirksomhed fik jeg gennem udviklingsafdelingen på Hudevad Radiatorfabrik, hvor jeg var "in-house" designer i tre år. Jeg var nyuddannet fra Kunstakademiets Arkitektskoles afdeling for Industriel design (1994), og havde hverken lært om procedurer for produktudvikling eller om begrebet logistik i produktionen.

Sammen med udviklingsafdelingen på radiatorfabrikken designede jeg i løbet af de tre år en række forskellige produkter og lærte samtidig meget om de daglige arbejdsgange og kulturen i en produktionsvirksomhed. En af de væsentligste erkendelser jeg gjorde, handlede om vigtigheden af at kunne kommunikere med alle parter i udviklingsteamet.

Lige fra marketingchefen til den store smed i værkstedet og produktionen. Men jeg fandt også min identitet som industriel designer og blev opmærksom på, hvilken rolle jeg skulle udfylde i udviklingsteamet.

For at opnå et godt samarbejde med et udviklingsteam i industrien er det ikke tilstrækkeligt at beherske produktionens begreber og kende processerne. Det er en forudsætning, at designeren besidder evner og egenskaber udover de traditionelle designfærdigheder, for at opnå en vellykket udviklingsproces og dermed et godt slutprodukt.

## Design eller kagepynt – industriens fordom

Jeg oplever jævnligt at begrebet "design" bliver anskuet på samme vis som "kagepynt"; en ingrediens, der kan tilsættes i sidste arbejdsgang for at gøre produktet salgbart.

På trods af at der er tale om en misopfattelse, så er det en fasttømret fordom og en af de barrierer, der står i vejen for industrielle designers udførelser i produktudviklingen.

Oftentimes inddrages designeren, når produktudviklingen er så fremskreden, at der ikke er råderum til at afprøve nye og innovative tanker og idéer. Derved får fordommen ny næring, da det i disse tilfælde kun er muligt for designeren at arbejde med "overfladedesign" såsom farver, teksturer, overflader etc.

Som udgangspunkt kræver det derfor tålmodighed og energi at føre en dialog omkring design med industrien, som forlanger hårdtslående argumenter og beviser, før de vover at inddrage designeren i produktudviklingen.

En direkte konsekvens heraf er bl.a., at nyuddannede designere tilbyder sig uden beregning, for at få lov at trænge igennem til industrien. Det forhold er i særdeleshed underminerende for designfaget.

## Fremtidens produktdesign

Konkurrencen fra internationale markeder betyder, at der vil blive stillet stadig flere krav om nye egenskaber, som produkterne skal besidde. Som en del af designovervejelserne skal der udover form og funktion arbejdes med eksempelvis lyd, ergonomi, historiefortælling og oplevelsesværdi i produkterne, mens der som en del af konstruktions- og produktionsovervejelserne skal arbejdes med eksempelvis miljøregnskaber, som redegør for produktens livscyklus og en rationel masseproduktion.

Derfor vil der i højere grad blive behov for at vi som designere formår at koordinere alle disse krav og sikre, at kravene tilgodeses i fremtidens produkter. Den opgave kan kun løses i tæt samarbejde med andre faggrupper og eksperter.

## Design resulterer i innovativ produktudvikling

Stadig flere produktionsvirksomheder får øjnene op for, at designeren kan tilbyde langt mere end "kagepynt" i produktudviklingen. Takket være Erhvervsfremmestyrelsens initiativer [1] for at fremme design, så er det de seneste år blevet lettere at komme i dialog med industrien omkring design i produktudviklingen.

Jeg har store forventninger til, at alle de gode historier og eksempler medvirker til en bedre dialog med industrien og flere projekter med designrinddragelse i fremtiden.

Toneangivende internationale designtegnestuer som Continuum [2] og IDEO [3] har sat dagsordenen for fremtidens designtegnestuer. Design bliver i højere grad en ekspertise, der integreres på ledelsesniveau, i forbindelse med klientens strategiske overvejelser omkring eksempelvis "Corporate Identity", "branding" og planlægning af mål og visioner.

Disse designtegnestuer arbejder med brugerobservationer og forskning som en naturlig del af en strategisk innovationsproces for klienterne og baserer deres eksistens på at være med i hele forløbet fra den tidligste idéfase hele vejen gennem produktionen.

Både IDEO og Continuum arbejder ud fra filosofier baseret på tværfaglighed og flytter grænsen for designerens traditionelle rolle, så den udvides til også at omfatte videnudvikling.

Hjemme i Danmark er der lidt langt imellem de innovative produktdesigns, selvom konkurrencen fra internationale producenter presser hårdt på hjemmemarkedet. I det lange løb vil det forhåbentlig gå op for producenterne, at en metode til at erobre markedet er innovativ produktudvikling.

Innovativ produktudvikling opstår, når den industrielle designer får mulighed for at træde i karakter i sin rolle som den, der formår at samle alle trådene i et tværfagligt produktudviklingsteam.

Og den rolle kan designeren kun udfylde, såfremt design tænkes med i virksomhedens strategi og integreres i alle udviklingsprocessens faser fra analyse og idéfase over konceptualisering, visualisering og afprøvning til udvikling og markedsføring. Måske er der hos industriens parter en forventning om at innovativ produktudvikling er en bekostelig affære, som kun er mulig i større virksomheder såsom eksempelvis B&O eller Lego.

Større virksomheder benytter sig også i højere grad af designere og af at afholde brainstorming seancer med eksterne designere som inspiratorer for den etablerede in-house design- og produktudviklingsstab.



Ikke desto mindre er det min erfaring, at også mindre virksomheder kan opnå grænsebrydende resultater ved at inddrage en industriel designer i det eksisterende udviklingsteam.

Forudsætningen for innovativ produktudvikling i en hvilken som helst størrelse virksomhed er, at designeren inddrages i den første problemsøgning, fra første brainstorming eller i den første dialog med brugerne. Derved er der plads til at træde et skridt tilbage og anskue problemer og muligheder med et åbent sind.

Når dialogen med virksomhedens udviklingsteam indledes meget tidligt i udviklingsforløbet, opstår nye muligheder og fundamentet til innovative produkter støbes.

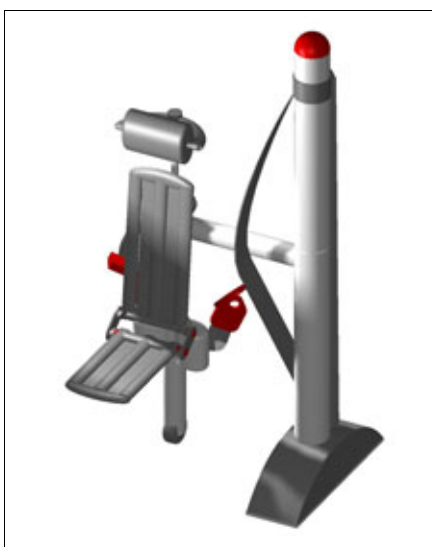
Dette sker dels fordi designeren kommer udefra og alene af den grund formår at stille spørgsmålstejn ved traditionelle metoder og vaner i virksomheden. Det sker også fordi designeren i de tidlige skitser genererer anderledes og udfordrende idéer, hvilket i sig selv kan inspirere de øvrige omkring bordet til at bryde grænser. Og så sker det ikke mindst fordi den dygtige designer evner at omsætte krav og behov til løsningsmodeller og sandsynlige koncepter, som danner udgangspunkt for den videre proces og afprøvning.

## Designers rolle i fremtidens produktudviklingsteam

I mit arbejde som industriel designer har jeg, udover at arbejde med en radiatorproducent, arbejdet med en række små og mellemstore møbel- og hjælpemiddelproducenter [4]. En meget typisk kundegruppe for en dansk industriel design-tegnestue.

Der har været forskellige modeller for udviklingsforløb, størrelse og sammensætning af udviklingsteamet, men i intet tilfælde har jeg arbejdet alene om at frembringe et produkt.

Særligt indenfor hjælpemiddelområdet er der et behov for at arbejde i meget tværfaglige udviklingsteams, idet produkterne er sammensat af meget komplekse egenskaber og indeholder eksempelvis elektronik, lyd, lys, betjeningsflader udover de mekaniske bevæge funktioner.



<< Figur 43. En terrængående udendørs lift til handicappede.

< Figur 44. Et fastspændings- og sikringsystem, der sikrer handicappede i manuelle kørestole, når disse transporterer sig i bus. Designet for Sahva Auto A/S i samarbejde med Zealand Care A/S, Vestsjællands Amts Hjælpemiddelcentral samt Sahva Auto A/S.

I denne type udviklingsprojekter, hvor produkterne udvikles til ældre og handicappede, er det nødvendigt at inddrage videnskaber indenfor eksempelvis ergonomi/fysionomi, lægevidenskab, sygepleje, kognition, psykologi, brugergrænsefladedesign, lyddesign og lysdesign, udover de traditionelle kompetencer indenfor teknologi, produktion, salg, marked etc.

Foruden disse specialister er de ældre og handicappede, brugerne, en meget væsentlig ekspertgruppe. Det er dem, der skal købe og bruge produkterne i den sidste ende. Og da de sjældent er en homogen masse, er det



i sig selv en egenskab at kunne omsætte deres forskelligartede krav og behov til specifikationer og løsningsforslag.

Trods forskelligartede projekter har min rolle i disse udviklingsteams gennemgående været at integrere de respektive specialisters idéer og ekspertise i det endelige produktdesign. Og det har været en forudsætning, at der arbejdes i et fordomsfrit miljø med respekt for samarbejdspartners viden og kompetencer.

På samme måde er der i forbindelse med udvikling af byggekomponenter tale om tværfagligt samarbejde, hvor det er ekspertise og idéer fra specialister, som eksempelvis installatører, arkitekter og ingeniører, der udover de traditionelle kompetencer skal integreres i designerens løsningsrum.

## Designerne skal blive bedre til kommunikation og samarbejde

Desværre er det min opfattelse, at vi designere selv har været medvirkende til at bygge en barriere og skabe fordomme.

Hvis virksomhederne oplever bedrøvelende designere valse ind på fabrikkerne med flotte skitser, som ikke tilnærmelsesvis kan realiseres, efterlader det et dårligt indtryk.

Ligeledes er det ikke befordrende for dialogen, hvis designerne har skyklapper på og ikke evner at lytte til virksomhedernes ønsker og visioner inden de færdige designforslag bliver præsenteret.

I samme ånd kan de færreste designere formentlig sige sig fri for at have fordomme om samarbejdspartnerne i industrien. Eksempelvis får virksomhederne ofte skyld for at være traditionsbundne og uflexible uden forståelse for mulighederne i produktudvikling eller effekten af at bruge designere som kompetence til at opnå merværdi.

I betragtning af, at produktionsvirksomhederne er en uundværlig ressource i forbindelse med designfagets eksistens, er det strengt nødvendigt og i hele fagets interesse, at disse fordomme bliver ryddet af vejen.

Det vil i den sammenhæng være nærliggende at starte i uddannelsesinstitutionerne med at udbrede kendskabet og anerkendelsen af fremmede fag og virksomhedskulturer og allerede tidligt prioritere praktik og industrikontakt meget højt.

Et fælles træk for alle de projekter, jeg har været en del af, har været nødvendigheden af at formidle og synliggøre tanker og idéer. Evnen til at omsætte brugernes ønsker, tanker og idéer til konkrete, håndgribelige forslag er en af designerens fornemmeste færdigheder, som skal bruges flittigt i kommunikationen.

Men jeg deler Continuum's syn på designprocessen og mener, at vi for at blive bedre industrielle designere skal kunne mere end beherske vores grundlæggende kreative designfærdigheder og have talent. Vi skal besidde evner og egenskaber såsom ydmyghed, indlevelse, kollegialitet, intuition, analyse og visioner, der fremmer kommunikationen og dermed evnen til at samarbejde i et tværfagligt udviklingsteam.

Det skal ligeledes erkendes, at godt design ikke opstår takket være den industrielle designer alene. Godt industrielt design bliver til i et samarbejde. Med det udgangspunkt skal vi som designere være med til at udvikle idéer og koncepter i højere grad end at komme med færdige løsninger som ikke står at ændre.

Det lyder meget banalt, men er alligevel nødvendigt at understrege: Hele essensen i begrebet industrielt design er, at produkterne kan produceres rationelt i forhold til produktionens kapacitet, og at de opfylder produktionsvirksomhedens langsigtede mål og strategier. Og så skal brugerne være villige til at aftage produkterne.

Især ved udvikling af produkter som byggekomponenter, der har virkelig mange tværfaglige berøringsflader, handler det om at besidde evnen til at

kommunikere med – og respektere – specialister og interessenter, hvis idéer og ekspertise skal omsættes til produktgenskaber.

Når den industrielle designer træder i karakter i den rolle, kan den omgivende verden se værdien af at invitere designerne med i produktudviklingen. Og så vil der være udsigt til, at nye generationer af byggekomponenter også bliver godt industrielt design!

## Henvisninger:

- [1] Læs evt. om designisbryderordningen på [www.ddc.dk](http://www.ddc.dk)
- [2] Læs evt. om Continuum Processen på [www.dcontinuum.com](http://www.dcontinuum.com) eller læs bogen "Start hvor som helst....men trød et skridt tilbage" udgivet af Dansk Design Center
- [3] Læs evt. om IDEO på [www.ideo.com](http://www.ideo.com)
- [4] Se evt. Annette Krath Poulsen's referencer på [www.akpdesign.dk](http://www.akpdesign.dk)

# Grundbegreber til industriel succes mellem standard og unika

## **Anders Nørgaard**

*Anders Nørgaard er civilingeniør og arbejder med koordinering, udvikling og indføring af metoder til kvalitetsrigtig produkt- og produktionsudvikling hos FOSS Electric A/S. Senest er han medstifter af et aktivt interesseforum for metodisk produktudvikling og har gennem sin specialisering bl.a. erfaring fra bilindustrien.*

*Industrielle produktionsvirksomheder står i dag overfor paradokset Mass Customisation; kunderne kræver varians og unikaprodukter, men virksomhedernes konkurrenceevne afhænger i lige så høj grad af deres evne til at rationalisere og standardisere produktprogrammet. Med basis i dette paradoks og byggebranchens tidligere fejlslagne industrialisering, er der behov for en re-industrialisering af byggeriet. Ingeniører, arkitekter og designere skal derfor indføres i tre væsentlige grundbegreber, der kan øge træfsikkerheden i industrialiseringens designprocesser og produktstrukturer, nemlig "Disponeringseffekter", "Design For Manufacture" og "Modularisering".*

## En lynstatus på det industrialiserede byggeri

Indledningsvis må man spørge sig selv, om det industrialiserede byggeri overhovedet er en god idé? Hvorfor skal bygninger og byggekomponenter fremstilles industrielt som masse- og præfabrikerede produkter og ikke vha. det gode, gamle håndværk ude på byggepladsen?

En del af svaret ligger selvfølgelig i samfundets accelererende krav om hurtigere og billigere projektgennemførelser. Hertil kan industrien tilbyde effektive, automatiserede fremstillingsprocesser, der endog muliggør mere ensartet kvalitet uafhængigt af personlige kvalifikationer og fænomenet "mandag morgen". Sammenholdes disse forhold med knapheden på kvalificeret arbejdskraft, så synes en industrialisering, i samfundsmæssigt perspektiv, umiddelbart at være en god produktionsform for både byggeriet og andre brancher.

Desværre er situationen den, at byggebranchen allerede én gang har forsøgt sig med en fejlslagen industrialisering. I 60'erne og 70'erne optimerede man produktionsapparatet ved bl.a. at udtænke de præfabrikerede betonelementer, men produktionskonceptet slog fejl på både det æstetiske og det sociale plan. Men ærgrelserne stopper ikke her, for selv om branchen er blevet klogere og har videreudviklet det industrialiserede byggeri, byder et opslag i dagspressen ofte på historier om byggeskader og enorme tids- og budgetoverskridelser.

Ser man mere privat på byggeriets problemer, så kender vi nok alle til skævt monterede køkkenlåger og utætte VVS-samlinger, der skyldes produktionsvariationer hos leverandøren og det svingende humør hos håndværkeren. Jo, der er så sandelig behov for en re-industrialisering af byggeriet, med alt hvad det indebærer af omhu i designprocessen og en mere fornuftig strukturering af produktet under hensyntagen til hele dets livscyklus...

## Tre metodiske grundbegreber

I det følgende er grundtesen derfor den, at succesrig produktudvikling bygger på strukturerede og analytiske arbejdsgange. Der skal gås mere metodisk til værks, sådan at indsatsen rammer plet hver gang og hverken over eller under målet.

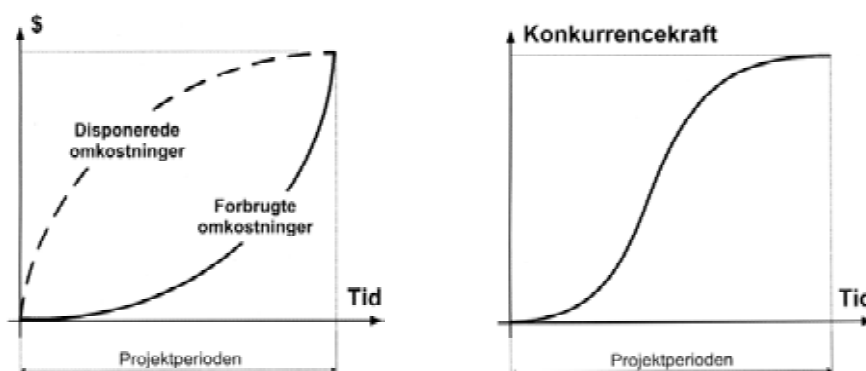
Jeg har tidligere resoneret [1], at det metodiske grundlag for produktudvikling kan overføres fra f.eks. bil- og apparatindustrien til byggeriet, hvis man accepterer, at objektet "hus" er et produkt. Huset består som ethvert andet produkt af (bygge)komponenter og undersamlinger, og trods forskelle i egenskaber og miljømæssig kontekst, så bør huset kunne specificeres og produktudvikles efter samme grundholdninger og metodegrundlag som f.eks. en bil.

Hvis du som læser er med på den baggrund, så kan du trygt fortsætte med min introduktion til tre grundbegreber, der kan være med til at sikre industrialiseringens succes i byggeriet.

### Disponeringseffekter – et uundgåeligt fænomen

Fra min studietid er der især to ting, der har indprentet sig hukommelsen, nemlig figurerne til højre. De illustrerer henholdsvis øverst, hvordan udgifterne planlægges og forbruges uafhængigt af hinanden hen gennem en projektperiode, samt nederst hvordan konkurrencekraften indbygges allerede meget tidligt i projektet. Sagen er den, at produktudvikleren med sine tidlige konceptvalg rask væk disponerer, hvordan op mod 90 procent af projektets samlede omkostninger og kvaliteter skal indbygges i de senere realiseringsfaser. Af den grund betaler det sig såvel økonomisk som kvalitetsmæssigt at gå mere struktureret og analytisk til værks

De branchegeneriske figurer forstærkes yderligere af det faktum, at produktudviklere for sjældent og for sent selv mærker effekten af de valg, som foretages på det taknemlige papir. Uheldige disponeringer kommunikerer eller fastholdes ikke tilstrækkeligt fra projekt til projekt, og man taler i den forbindelse om manglende lukning af den lange kvalitetssløjfe. Ofrene er f.eks. montageafdelingen, servicefolkene og i sidste ende slutbrugerne.



<< Figur 45. Projektomkostninger disponeres tidligt, men forbruges sent i projektet.

< Figur 46 Et produkts konkurrencekraft indbygges primært ved konceptvalgene i projektstarten.

Disponeringseffekter er imidlertid et fænomen, som ikke kan undgås, men kun imødegås. Produktudvikling er i sagens natur underlagt kausale sammenhænge mellem konceptvalg og følgeeffekter i produktets senere livsfaser. Derfor skal produktudvikleren, arkitekten og designeren ikke bare turde, men også have lov at bruge tid og metode til at udforske løsningsrummets alternativer i de tidlige udviklingsfaser. Siden skal konceptforslagene selvfølgelig vurderes ud fra hensyn til hele livscyklus, for derigennem at opnå det bedste kompromis, og her kan anvendes et sæt af universaldyder, der kan kvantificeres og dermed gøres pragmatiske. Det hele handler om den arbejdsmetodiske grundsætning: *"Do the right thing, then do things right"*.

Produktudvikleren, designeren og arkitekten er i dag underlagt et hav af forventninger til deres design- og konstruktionsarbejde. Når produktet er

færdigudviklet og opfylder de funktions- og lovmæssige krav, så står interesserne nærmest i kø for at kritisere og kræve konstruktionen optimeret i forhold til lige netop deres interessefelt. Problemet er bare, at nu er det for sent. Derfor skal man fra starten indbygge kvaliteter som nem montage, høj proceskapabilitet, hurtig servicering, simpel transport, bæredygtig bortskaffelse, osv., osv. Man taler derfor om *Design For X*, hvor "X" står for førnævnte forhold, og oftest erstattes med et "M" for *Manufacture*.

### **Design For Manufacture – at gøre designet produktionsvenligt**

Design For Manufacture – også kaldet DFM – kan på dansk oversættes til *produktionsvenligt design*, hvor design er i betydningen konstruktion. Idéen bag DFM-tankegangen er, at man optimerer produkt og produktion i forhold til hinanden, sådan at produktet kan fremstilles rationelt uden at gå på kompromis med den kundeoplevede kvalitet. DFM har derfor en helt central rolle, når talen falder på industrialisering.

Grunden til at man overhovedet har opfundet DFM-begrebet er, at overvejelserne omkring produktionsrationalisering traditionelt ikke er udviklerens opgave, og derfor er produktionen gang på gang offer for tunge og unødvendige omkostninger og kvalitetsproblemer. Alternativt tager produktionen selv fat og udvikler produktet udelukkende for deres egen skyld, ligesom i byggeriet dengang i 60'erne og 70'erne.

Det manglende ansvar i forhold til DFM skyldes i høj grad, at for få har den nødvendige kompetence til at gribe koordinerende ind i såvel produktudvikling som i produktionsområdet. Derudover vil jeg påstå, at mange nok endnu ikke har forstået at produktion i Danmark er af lige så stor strategisk betydning som udviklings- og salgsopgaven. Al produktudvikling skal jo før eller siden realiseres gennem produktion, og uden integreret produktudvikling (dvs. samtidig udvikling af produkt, produktion og salg/marketing) vil innovative produktidéer nemt risikere at gå til grunde pga. manglende produktionsvenlighed. Og vi har brug for innovationen og differentieringen, ellers mistes konkurrencegrundlaget.

For byggeriets vedkommende besværliggøres DFM-tankegangen imidlertid af, at branchens parter både geografisk og fagligt er længere fra hinanden, end det er tilfældet i f.eks. bil- og apparatindustrien.

Derfor ligger der en klar opgave i, at man tager fat på de tværgående gevinstpotentialer og dykker ned i DFM-arbejdet i byggeriet. Første skridt på vejen handler om at opnå en fælles forståelse for gevinstpotentialet mellem fagene, og man kan nok spørge sig selv, om ikke der er behov for en redefinering eller udvidelse af arkitektens rolle som integrator mellem form, funktion og industrialisering.

Erfaringerne viser i øvrigt [2], at der ved bevidst satsning på DFM faktisk er synergieffekter totalomkostningsmæssigt såvel på udviklingssiden som på produktions- og servicesiden. Personligt oplever jeg det i de udviklingsprojekter, jeg selv deltager i.

### **Modularisering – indkapsling af kompleksitet**

Men hvordan skal produktet så se ud for at være godt i industrielle sammenhænge? Hvordan skal det struktureres, sådan at det kan produceres rationelt og alligevel tilpasses selv den mest kræsne kunde? Hvem skal definere produktstrukturen, og hvordan gør man?

Vi bevæger os nu ud på dybt vand og vender tilbage til denne artikels indledende paradoks, produktionsfilosofien Mass Customisation. Som tidligere nævnt handler det om at finde den rigtige afvejning mellem variantskabelse udadtil og standardisering indadtil. Alle kunder skal have netop *deres* behov opfyldt, men uden at produktionen kvæles i et hav af varianter og bugnende lagre som følge af krav om korte leveringstider.

Et effektivt middel mod de paradoksale forhold i Mass Customisation hedder modularisering, og dette begreb handler både om produktstruktur,

virksomhedens aktiviteter og dens viden. Det er allerede nu vigtigt at understrege, at modularisering ikke er et mål i sig selv, men et middel eller koncept som kun bør anvendes under nøje hensyntagen til den enkelte virksomheds samlede værdikæde.

### Hvad er et modul?

Blandt akademiske eksperter indenfor modularisering findes endnu ikke en generelt accepteret definition på, hvad et modul egentlig er for en størrelse. Flere forfattere har forsøgt sig, og man er da også blevet nogenlunde enige om, at et modul er en veldefineret, funktionel enhed, som oftest indgår som en byggeenhed i et større system sammen med andre moduler. Her er et par af eksperternes indikerende definitioner:

*Modules are physical structures that have a one-to-one correspondence with functional structures. Modular products are machines, assemblies or components that accomplish an overall function through combination of distinct building blocks or modules. [3]*

*A module is an essential and self-contained functional unit in relation to the system it is part of. The module has, in relation to a systems definition, standardized interfaces and interactions, which allows construction by combination. [4]*

Eksempler på moduler, eller hvad folk har *udnævnt* til moduler, er der såmænd også nok af. Vi kender begrebet fra Legoklodserne, fra software og køkkenelementer og fra byggeriets mursten og betonelementer. Der synes ikke at være en grænse for, hvor mange komponenter der indgår i et modul, og det spænder lige fra de simpelt formede emner bestående af ét materiale over til større (del)systemer som f.eks. brusekabiner og togvogne. Fælles træk er dog stadig, at alle moduler har en veldefineret funktion i den helhed hvori de indgår.

### Hvad er modularisering?

Fordi vi mangler en generel accept af modulbegrebet, så findes der selvfølgelig også et væld af mere eller mindre divergerende definitioner på begrebet modularisering. Derudover, så er produkter sjældent sammensat 100 procent af moduler, - der er snarere tale om et miks af såvel moduler som andre mere sammenflettede strukturer [5].

Alligevel, kan man af ordet "modularisering" lidt frækt udlede, at vi har at gøre med den proces, der som slutresultat giver modulære produktstrukturer. Vælger vi ydermere at anskue et modul som en veldefineret og mindre kompleks enhed end den helhed, den indgår i, så kan modularisering udtrykkes som:

*Indkapsling af kompleksitet i funktionelle, veldefinerede enheder.*

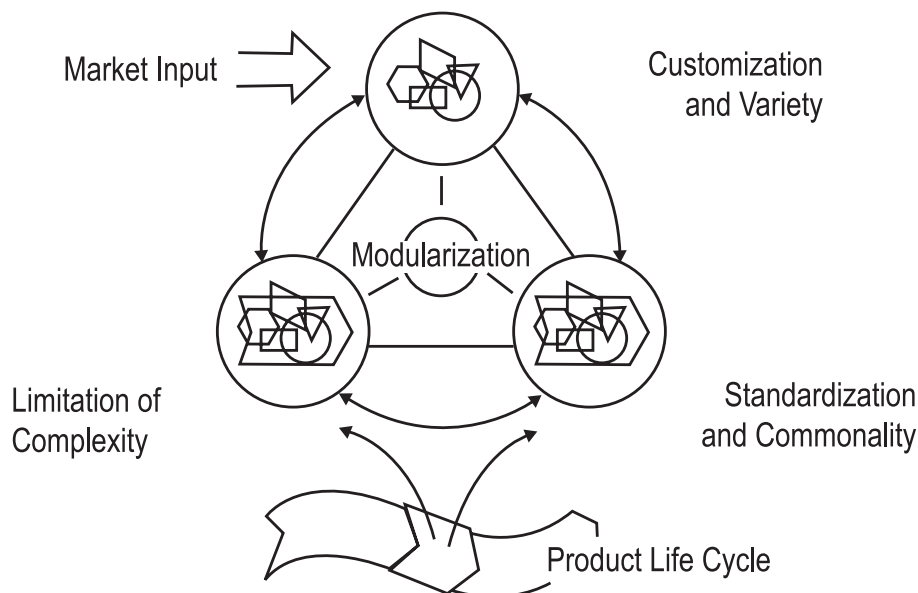
### Hvorfor modularisering – hvor er driverne?

En af hovedidéerne bag modularisering er, at man lader en del af produktet være standard og genbruger denne del på tværs af produktfamilien eller hele produktprogrammet. Derpå modulariserer man de udvalgte funktioner eller egenskaber, som skal variere og skabe tilfredshed i de forskellige kundesegmenter.

Figuren til højre viser således, hvordan man anskuer modularisering som midlet til Mass Customisation.

Figuren indeholder imidlertid også en model af produktets livscyklus, der skal illustrere, at der findes incitamenter for modularisering i andre af produktets livsfaser end dem der "blot" handler om kundehensyn.

Figur 47. Modularisering begrænser virksomhedens kompleksitet og muliggør samtidighed mellem standard og unika [5].



Her skal produktudviklerne holde tungen lige i munden, for ser man på virksomhedens totale forretning, så vil det nok sjældent være hensynet til kundens individualitet, der har størst effekt på virksomhedens bundlinie i forbindelse med modularisering. De såkaldte drivere (eller incitament) til modularisering kan findes alle steder i produktets livscyklus (dvs. inkl. produktion, service, QA, vedligehold, marketing mv.), og den fornuftige modularisering skal altså skabes ud fra den enkelte virksomheds situation og omfatte strategiske og taktiske overvejelser omkring produkt, viden og aktiviteter [6] og [7].

Det er i den forbindelse ikke nogen større opgave at fremdrage et antal af eksempler med kombinerede moduldrivere og opfyldelse af Mass Customisation-situationen – her skal blot nævnes et af de mest kendte:

VW's Skoda, Golf, Passat og Audi (- Her er alle mærker skabt på samme platform, mens lygter, karrosseri og interiør er forskelligt. Modulariseringen er meget bevidst fra VW's side, idet intelligente kunder vil vide, at en Skoda på de fleste punkter er ens med de dyrere Passat'er og Audi'en. Imidlertid opvejes de intelligente kunders Skoda-køb til fulde med besparelserne opnået gennem standardiseret produktion på tværs af produktprogrammet. Blandt de største effekter er hurtig udvikling af nye modeller samt langt lavere lager- og produktionsbindinger).

### Hvordan udføres modularisering?

Der findes endnu ikke en generel og rigtig god fremgangsmåde til modularisering, men enkelte forfattere har foreslået et par analytiske trædesten. Formålet med disse er at indikere, hvor modularisering kan være fordelagtig i virksomhedens produktprogram:

- Ulrich & Eppinger [8] skelner således mellem integrerede og modulære enheder i et produkt og præsenterer en fire-trins proces til at definere en modulbaseret produktstruktur. Processen starter med en dekomposition af produktet i funktionelle skemastrukturer, hvorefter der defineres "klumper" som mulige moduler. Imidlertid anvises det ikke, hvordan man udvælger de enkelte komponenter, som skal indgå i de funktionelle "klumper".
- Erixon [9] foreslår i stedet en mere operationel analyse med sin Modular Function Deployment metodik. Denne inkluderer en såkaldt Module Indicator Matrix, som bruges til mere konkret at udpege moduler endda i forhold til hvilke effekter virksomheden er på jagt efter med modulariseringen.

## Det hele ligger i interfacet

Særligt vigtigt er det at fremhæve, at modulariseringens nok væsentligste element ligger i selve indkapslingen og dermed i interfacet mellem moduler. Effekterne af dårlige interfaces oplever vi som brugere, når noget ikke passer sammen, f.eks. dørene der ikke kan lukkes fra ny, eller vandrørene som VVS-installatøren skal montere om tre gange pga. utætheder.

Ligeledes er det de klart afgrænsede og velspecificerede interfaces, der mindsker risikoen ved at udvikle moduler parallelt og dermed spare værdifuld udviklingstid. I driftsfasen, dvs. efter udviklingsprojektets afslutning, er det igen de klart afgrænsede og veldefinerede interfaces, som muliggør kvalitetsstyring på modulniveau. Den effektive montage, den intelligente test samt nem servicering og simpel revision af moduler er kun mulig, hvis man kan afkode, hvordan det enkelte modul spiller sammen helheden, dvs. hvilke input og output det har, og hvordan disse varierer.

## Den store overraskelse

Afslutningsvis, midt i denne forherligelse af modulariserings konceptet, må man ikke glemme, at byggeriets parter som tidligere nævnt er underlagt svære, adskilte betingelser. Jeg erkender, at samarbejde omkring fremtidens byggekomponenter er svært pga. stor geografisk og faglig distance. Men her kommer så det interessante, for den øvrige industri – inklusive min egen – er jo netop på vej derhen, hvor byggeriet befinder sig i øjeblikket. Bilindustrien har været der længe, og senest har yndlingseksemplet B&O meddelt, at også de vil anvende langt flere eksterne partnere i bl.a. udlandet. Hensigten er, at være hurtigere med ny teknologi og nye produkter [10]. Midlet hedder selvfølgelig modularisering og teknologisk set bliver virksomhedens nye kernekompetence – at lave stærke interfaces!

## Konklusion

Jeg har i denne artikel foreslået at re-industrialisere byggebranchen via en mere bevidst hensyntagen til branchens forskellige interesser. Der skal ikke sættes ensidigt på hverken kundebehov eller produktionseffektivitet, men høstes fælles gevinster i hele værdikæden. Produktudviklingsopgaven skal angribes på basis af de økonomiske og kvalitetsmæssige spilleregler i hele livscyklus, og der er derfor behov for at udpege og uddanne en slags produktkoordinatorer, som kan stille diagnose og målsætning samt koordinere indsatsen på tværs i byggebranchen.

Arkitekten eller designeren er måske personen, der kan udfylde denne koordinatorrolle i byggeriet, og jeg har foreslået, at man sætter på at forstå grundbegreber som Disponeringseffekter, Design For Manufacture og Modularisering. – Det ser i hvert fald ud til at virke i industrien uden for byggeriet...

## Referencer

- [1] Nørgaard, Anders; "Kvalitetsrigtig industrialisering – kan byggeriet lære af industrien?", Fremsyn - Byggeteknik & Arkitektur, Oplæg til konference mandag den 11. juni 2001, [www.arkitekturnet.dk](http://www.arkitekturnet.dk).
- [2] Fabricius, Finn; "Design For Manufacture – Guide for improving the manufacturability of industrial products", EUREKA / IPU, 1994.
- [3] Crawford, R. H., Stone R. B. & Wood, K. L.; "A Heuristic Method to Identify Modules from a Functional Description of a Product", Proceedings of DECT98, Atlanta, Georgia, 1998.



- [4] Miller, Thomas D.; "Arkitektur og Modularisering", noter fra Produktudviklingsdagen, DTU, 1998.
- [5] Andreasen, Mogens Myrup & Riitahuhta, A; "Hvad er modularisering?", Konstruktionsdagen, DTU 1997.
- [6] Hansen, P. H. K.; "Erfaringer fra CIPs netværksprogram", Produktudviklingsdagen, Multiproduktudvikling, DTU, 2001.
- [7] Nørgaard, Anders; "Potentielle effekter og kritiske hensyn ved modularisering", kombineret produktlivscyklusmodel anvendt i udviklingsprojekt, Foss Electric A/S, 2000/2001.
- [8] Ulrich & Eppinger; "Product Design and Development", McGraw-Hill, International Editions, 1995.
- [9] Erixon, G.; "Modulindela produkten", noter fra Konstruktionsdagen, DTU, 1997.
- [10] Benson, Peter Suppli: "B&O skal finde flere partnere", Politiken Erhverv, 16. januar 2002.

# At optimere teknik og design

## **John Rasmussen**

*Civilingeniør, Ph.D. John Rasmussen er lektor ved Aalborg Universitets Institut for Maskinteknik, hvor han i en årrække har medvirket til opbygningen af gruppen for datamatstøttet konstruktion. Gruppen beskæftiger sig med anvendelse af computere til konstruktion generelt, men den forskningsmæssige tyngde ligger i udviklingen af metoder til designoptimering. Indtil for få år siden var designoptimering synonymt med optimering af styrke- og stivhedsrelaterede egenskaber, men i de seneste år har gruppen udbredt sit felt til andre felter såsom akustiske optimering, ergonomisk optimering, aerodynamisk optimering og endda optimering af visuelt udtryk. Yderligere oplysninger på [www.ime.auc.dk](http://www.ime.auc.dk).*

"Designoptimering". Smag lige på ordet. Er der ikke en lille mislyd et sted? Kritikere af kunst og arkitektur har godt nok altid hævdet at kunne skelne mellem godt og skidt, men kan man ligefrem optimere design? Kan man opfinde målbare størrelser, som objektivt kan afgøre, om det ene er bedre end det andet? Er kreativitet ikke en menneskelig evne, som for altid vil unddrage sig deterministisk behandling?

Humanistisk indstillede personer vil være tilbøjelige til at svare "ja" til det sidste spørgsmål. En del betragter endog den kreative skabelsesproces som noget helligt, man bør omgå med en vis andagt og ikke undersøge for grundigt; kun gennem tro opnår man frelsen.

For en tekniker er studiet af designprocessen knap så problematisk. Tekniske løsninger er ofte kreative og i nogle tilfælde geniale, men de skal opfylde bestemte formål, og i mange tilfælde kan man objektivt afgøre, om løsningen fungerer og i givet fald hvor godt. Derfor har teknikere i fred og ro i en årrække udviklet metoder til designoptimering forstået som tilretning af tekniske løsninger til opfyldelse af et bestemt formål. Nu er teknologien kommet så langt, at det kan være svært at se forskel på kreativitet og determinisme, og det rejser spørgsmålet om kreativitetens rolle som en uudgrundelig menneskelig evne. Det åbner også nogle helt nye muligheder for anvendelse af designoptimering i den kreative skabelsesproces - ikke som erstatning for designerens kreativitet men som et værktøj til inspiration.

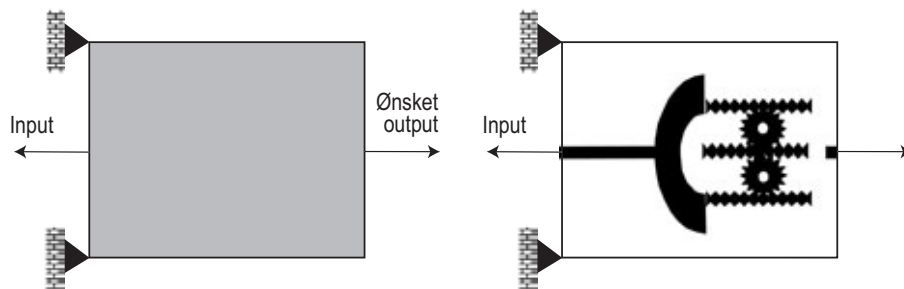
Lad os prøve at løse et teknisk problem ved brug af kreativ tænkning. Fig. 48 viser en kasse, hvori vi skal konstruere en mekanisme, der kan omsætte en kraft virkende mod venstre på kassens venstre kant til højre-rettet bevægelse på kassens højre kant. Lad os nu se...

- *Bevægelse*
- *reversering af bevægelse*
- *noget med tandhjul.*

Aha, mon ikke vi kan hitte på en lille tandhjulsmechanisme, som kan give det ønskede resultat? Fig. 49 viser et muligt resultat af vores anstrengelser.

> Figur 48. Vi skal opfinde en mekanisme med plads i kassen, som omsætter den viste inputkraft til den ønskede output-bevægelse.

>> Figur 49. "Opfindelse" til omdannelse af kraft i én retning til bevægelse i modsat retning.



Var vi nu kreative? Kan man forestille sig, at en deterministisk proces kunne løse det samme problem, eventuelt med en anden og bedre løsning til følge? Det kan man faktisk, men vi lader lige sagen ligge et øjeblik, mens vi kigger på mulighederne for at formulere designproblemer matematisk.

## Optimeringsproblemernes formalisme

I designoptimering opererer man med tre indbyrdes afhængige begreber:

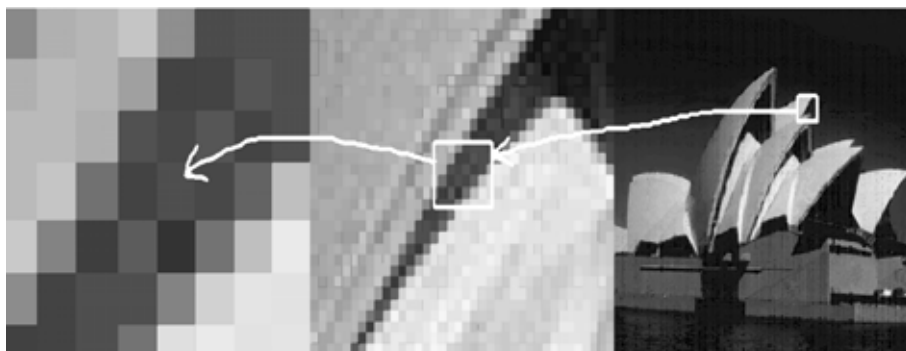
- 1 Designvariable. De bestemmer konstruktionens udformning. Det kunne f.eks. være tykkelserne af nogle plader i skroget af et skib, formen af nogle betonskaller i taget af en kunstpavillion eller antallet af tænder på tandhjulene på Fig.49. I en mere abstrakt form kan designvariable bestemme antallet eller ligefrem tilstedeværelsen af forskellige konstruktions-elementer. Det er en vigtig pointe, at hvis man har nok designvariable, kan man beskrive ethvert designproblem.
- 2 Designkrav, også kaldet bibetingelser. Kravene sikrer konstruktionens funktionalitet i enhver henseende. Det kunne f.eks. være, at der skal trænge en vis mængde dagslys ind i alle rum i en bygning, at akslerne i en motor kan holde til de belastninger, som de skal overføre, eller at den samlede produktionspris ikke må overstige et givet budget. Der er ingen begrænsning af det mulige antal bibetingelser, men det er ikke sikkert, at man kan finde en løsning, der opfylder dem alle. Man kan f.eks. ikke konstruere en maskine, der producerer mere energi, end den forbruger. Hvis man ikke kan opfylde de stillede krav, er man ikke i stand til at løse problemet. Læg mærke til, at kravenes opfyldelse afhænger af designet, altså værdierne af designvariablene. På den måde er bibetingelserne matematisk set funktioner af designvariablene.
- 3 Objektfunktionen definerer målet med konstruktionen og er på samme måde som bibetingelserne funktion af designvariablene. Det viser sig, at man blandt alle de attraktive egenskaber, man kan komme i tanker om, kan vælge netop én, som man kan udnævne til objektfunktion. Objektfunktionen bruges til at vurdere de forskellige løsningsforslag imod hinanden. Der vil sædvanligvis være mange løsningsforslag, som alle opfylder de stillede krav, og blandt disse kan man så vælge den løsning, der bedst muligt tilgodeser objektfunktionen. Det er per definition den optimale løsning.

Man vil ofte i praksis være i tvivl om, hvordan problemet skal defineres. En hurtig gennemtænkning vil bringe en række egenskaber til forsv, som er mere eller mindre vigtige, men det kan være svært at bestemme sig for en endelig opdeling i krav (bibetingelser) og et enkelt ønske (objektfunktion).

Hvis man er i stand til at definere designvariable, bibetingelser og objektfunktion, og man kan evaluere funktionernes værdier for givne valg af designvariable, så er designoptimeringen blot et spørgsmål om matematik og beregninger. Det kan være meget vanskelige beregninger, men med tilstrækkelig computerkraft kan problemet i princippet løses.

## Designrum og topologioptimering

Selvom valget af objektfunktion og bibetingelser er en praktisk forhindring, vil vi lige lade det ligge til fordel for et endnu mere centralt spørgsmål: Hvordan definerer man designvariable, som kan tilvejebringe et så bredt spektrum af løsninger, at kreativiteten har rimelig plads at boltre sig på? Hvis designproblemet f.eks. går ud på at tilvejebringe et transportmiddel fra A til B for en person, så indeholder løsningmængden både rumskibe og æsler, og det er svært at forestille sig et sæt designvariable, som på én gang kan beskrive disse meget forskellige løsninger. I lang tid havde videnskaben ikke nogen bud på en tilstrækkelig generel designbeskrivelse, som samtidig kan føre til løsbare problemer. De sidste 15 år har imidlertid vendt op og ned på dette forhold.



Figur 50. Hvis man har punkter nok i designrummet, er der ingen grænser for konstruktionens kompleksitet.

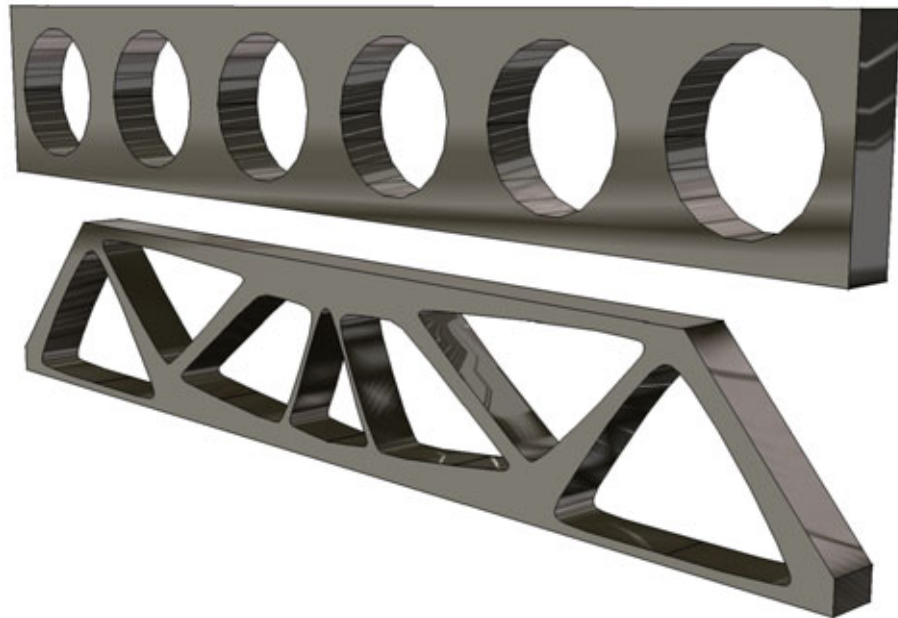
Den skelsættende teknologi kaldes for topologioptimering. Idéen bag er at opfatte design som en delmængde af rummet. Et afgrænset rum er en punktmængde. I hvert punkt kan der være materiale eller tomhed. Hvis man betragter alle kombinationer af materiale og tomhed i alle punkter, så har man alle de konstruktioner, der nogensinde er skabt og nogensinde kan skabes i det pågældende rum. En af kombinationerne af materiale/tomhed i punkterne i kassen på fig. 48 har skabt løsningen på fig.49.

Det er en ret fascinerende tanke, at antallet af konstruktioner på den måde er endeligt. Det er det nu heller ikke, for der er uendeligt mange punkter i et nok så lille rum, så antallet af kombinationer er ubegrænset stort. Vi kan ikke håndtere uendeligheder i computere, så vi foretager straks en simplificering af problemet. Vi inddeler i stedet kassen i et stort antal små rumlige elementer, og vi lader hvert element have en variabel materialetæthed, også kaldet densitet. Det kan i høj grad sammenlignes med et billede bestående af pixels med forskellige gråtoner. Som bekendt er der næsten ingen grænse for, hvad man kan afbilde på fotos, og grænserne for de konstruktioner, der kan komme ud af en topologioptimering er derfor også meget vide.

Nu fik vi pludselig defineret problemets designvariable. Det er nemlig densiteterne i de mange små elementer. Afhængigt af finheden af inddelingen i elementer får vi flere eller færre variable i problemet. En optimeringsproces vil så i reglen føre til, at en del af elementerne får densiteter mellem 0 og 1, altså en form for porøst materiale. Der findes imidlertid teknikker til at fjerne de fleste af disse "grå" løsninger, og vi vil således på magisk vis få en konstruktiv løsning til at vokse frem af billedets gråtoner.

Resultatet af topologioptimeringen er, med mindre der anvendes et meget stort antal punkter, en ret grov tilnærmelse af den endelige løsning. Ofte vil det efterfølgende være nødvendigt at foretage en detailoptimering af løsningens form. Fig. 51 viser resultatet af en sådan proces.

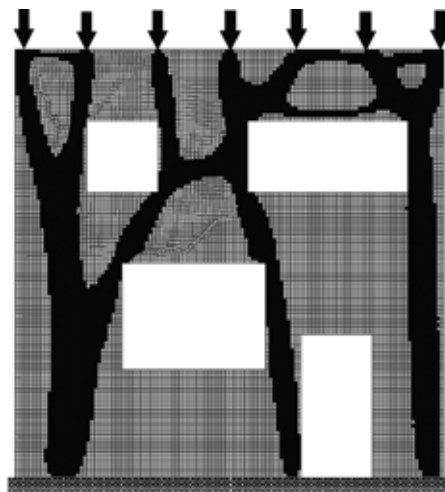
Figur 51. To konstruktive løsninger til bærebjælker i et flyskrog. Øverst konstruktørens forslag. Nederst en topologi- og formoptimeret løsning med samme styrke og stivhed, men kun den halve vægt (fra Olhoff et.al.: On CAD-integrated Structural Topology and Design Optimization. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, vol. 89, pp. 259-279, 1991).



## Designoptimering som konstruktionsværktøj

Anvendelsen af designoptimering som et konstruktionsværktøj begrænses kraftigt af de manglende muligheder for at udføre pålidelige analyser. De fleste tekniske egenskaber lader sig analysere. Det gælder f.eks. mekaniske egenskaber som stivhed og styrke, termiske egenskaber, elektriske og strømningsmæssige egenskaber. Desværre fungerer de færreste af disse i sammenhæng med topologioptimering. Designoptimering er derfor i de fleste tilfælde henvist til at spille en rolle som inspirator til konstruktive løsninger af problemer, f.eks. som vist på fig. 52. Her er anvendt topologioptimering for at give inspiration til den styrkegivende struktur i en facade, som skal bære en tagkonstruktion og tage hensyn til tilstedeværelsen af vinduer og døre.

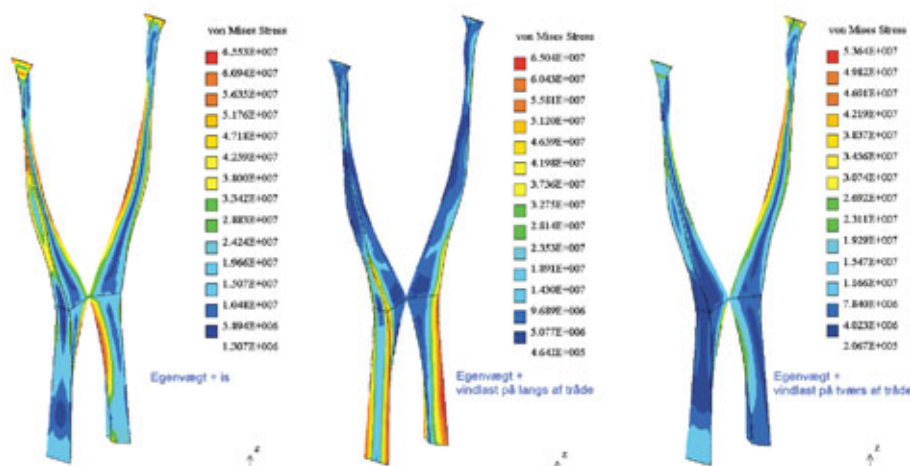
Figur 52. Topologioptimering af en facade, som bærer en tagkonstruktion.



Selvom topologioptimering er langt den mest inspirationsgivende form for designoptimering, kan den såkaldte formoptimering også anvendes som et nyttigt værktøj. I formoptimering defineres konstruktionen ved formen af sine kanter. Kanternes form styres så af et mindre antal parametre, f.eks. positioner af styrepunkter til spline-kurver eller -flader. En stor fordel ved formoptimering er, at klassen af problemer, som kan løses er langt større end ved topologioptimering. En anden kvalitet er, at resultaterne af formoptimering er meget detaljerede og ofte har et organisk udtryk, der kan virke visuelt interessant.

## Topologioptimering af mekanismer

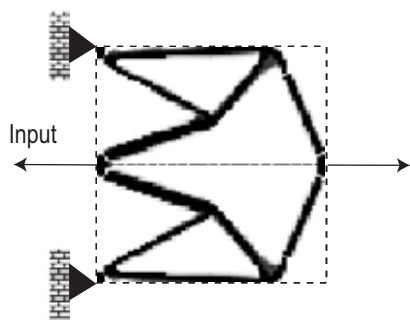
I lang tid var forskningsaktiviteten indenfor designoptimering fokuseret på styrkemæssige problemer. En væsentlig årsag til den fornyede designmæssige interesse for feltet er imidlertid fremkomsten af topologioptimeringsmetoder til mekanismedesign. Når resultatet af optimeringen er en mekanisme, som kan udføre en funktion gennem sin bevægelse, er man tilsyneladende mere tilbøjeligt til at opfatte resultatet af optimeringen som kreativt.



Figur 53. Formoptimeret elmast. Masten er optimeret med hensyn til mindst muligt materialeforbrug, mens spændingsniveauerne intet sted må overstige materialets styrke. Udarbejdet i samarbejde med ingeniørfirmaet Rational Engineering (<http://www.rateng.dk>), arkitekttegnestuen Kollision (<http://www.kollision.dk>) samt Aalborg Universitet.

Idéen bag topologioptimering af mekanismer er forbavsende simpel. Traditionel topologioptimering fokuserer på minimering af strukturens udbøjning under en given last. Hvis man i stedet maksimerer udbøjningen under en given last, bliver resultatet en mekanisme, der så godt som muligt omsætter den påtrykte kraft til en bestemt bevægelse.

Og kan man så løse designproblemet fra fig.48? Det kan man naturligvis. Resultatet bliver et andet end mekanismen på fig.49, men idéen er ikke mindre kreativ.



Figur 54. Topologioptimeret mekanisme til omsætning af en kraft i én retning til en bevægelse i modsat retning. Et træk i input-pilen får den øvre og den nedre halvdel til at nærme sig hinanden og punktet til højre skubbes fremefter (fra <http://www.topopt.dtu.dk>)

## Afsluttende bemærkninger

Der er ingen grund til at lade sig afskrække af informationsteknologiens fremskridt som designværktøj. Resultaterne af optimeringsprocessen ligner til forveksling kreativitet, men intet tyder på, at optimering overflødiggør den menneskelige skabertrang. Dertil er klassen af problemer, som kan behandles med optimering alt for snæver.

Derimod er der god grund til seriøst at overveje mulighederne for at anvende designoptimering som en kilde til inspiration. Optimering fører faktisk ofte frem til løsninger, som man ikke vil finde ved en manuel idégenerering. Teknologien giver os mulighed for at berige verden med kreative, nyttige og funktionelle produkter, som vi ikke ellers ville have hittet på.



# Den tredje vej

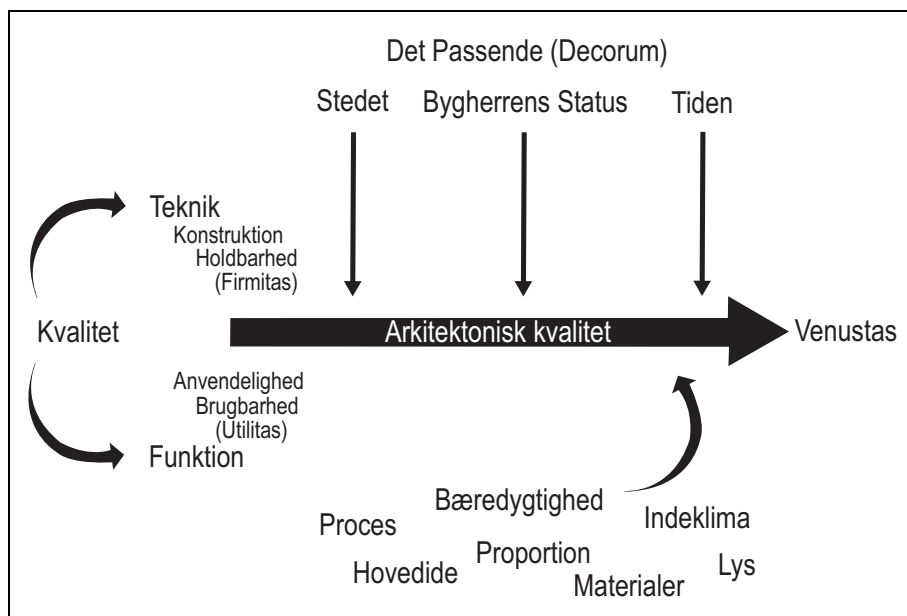
## Nils Lykke Sørensen

Arkitekt M.A.A. ph.d. Nils Lykke Sørensen har siden sit ph.d.-projekt "Den rumlige digitale model som arbejdsredskab for arkitekter" arbejdet med det digitale aspekt i såvel den arkitektfaglige undervisning og forskning som det udøvende erhverv. Han arbejder i dag som seniorforsker på Statens Byggeforskningsinstitut med kvalitet og værdivurdering som parametre i produktivetsbegrebet.

## Begrebsbetragtninger

Firmitas, Utilitas og Venustas (holdbarhed, brugbarhed og skønhed) er begreber, enhver arkitekt og designer har med i bagagen. Holdbarhed og brugbarhed er målbare størrelser. Skønhedsbegrebet er vanskeligere, idet nogle bedømmer arkitektonisk skønhed ud fra funktionelle parametre, mens andre sætter det i sammenhæng med konstruktionen eller vurderer skønheden ud fra personlig oplevelse.

Disse arkitekturens tre ben skal imidlertid forstås som sammenhængende med begrebet "Decorum" – det passende. Bygningen skal passe til sted, tid og bygherrens status. Det passende er et nøglebegreb, der sætter arkitektonisk kvalitet ind i et relativt univers, hvor intet er sandt i mere end et historisk øjeblik. Dette univers er under konstant ændring, og hvad der var "passende" i går, er det ikke i dag! Men hvad der i enhver henseende var "passende" i den tid, en bygning blev opført, er en universel repræsentant for sin tid og kan opnå at blive "klassisk".



Figur 55. Firmitas, Utilitas og Venustas skal forstås som sammenhængende med begrebet "Decorum" – det passende. Bygningen skal passe til sted, tid og bygherrens status.

Bygherrens status kan forstås som sammenhæng mellem det byggede og bygherrens økonomi. I den arkitektoniske kvalitetsforståelse er der derfor ikke forskel på et skur og et palads. Vi skal vide hvilket niveau, vi bedømmer på. Stedsbegrebet er under "angreb" fra globaliseringsbegrebet, og det ses udtrykt i diskussionen om, hvorvidt arkitekturen i dag overhovedet forholder sig til stedet, når et nyopført byggeri ikke kan stedfæstes til at være hjemmehørende i Seoul, Atlanta eller Københavns havnefront. Tidsbegrebet er højere vægtet end stedet, bl.a. fordi fremstillingen af arkitekturens kompo-



nenter er mere afhængig af den teknologiske tidsakse end af den kommende fysiske placering.

## Opgaven

Industriens moderne produktionsmetoder og informationsteknologiens muligheder som formgivende styringsredskab åbner mulighed for en ny byggeskik, der gør brug af den industrielle produktionsform samtidig med, at den tilfredsstillende kravet for en arkitektonisk åbenhed og fleksibilitet. For at nå hertil er det nødvendigt at faget får sat de digitale redskaber på plads. Til at løfte denne opgave er følgende fire udviklingsprojekter er blevet anbefalet:

### *Industriell byggeskik*

Via dekomponering af forskellige bygningstyper etableres et begrebsapparat som teoretisk, operationelt grundlag for et industrielt byggeri. De fremtidige byggekomponenters størrelse, udformning og fleksibilitet skal i forhold til indpasning i industrielle delsystemer forholde sig til industriens produktionsformer, regler for detaljernes udformning, tværfaglige processer og den arkitektoniske frihed.

### *Den 3. vej*

Med udgangspunkt i industriens konventionsregler og IT's muligheder som formgivende styringsredskab bør det undersøges til bunds, om det i en 3. vej er muligt at kombinere produktvejens kontrollerede industrielle metoder med procesvejens arkitektoniske frihed.

### *Redskaber*

Byggekomponenterne er det fysiske bindeled mellem de projekterende og byggematerialerne. Komponenternes arkitektoniske muligheder skal eftervises ved anvendelsen af virtuelle rumlige modeller i deres mest avancerede form i ethvert trin af byggeprocessen. Virtuelle rumlige modeller skal indgå i grundlaget for byggetekniske simuleringer, visuelle vurderinger af arkitektonisk kvalitet og byggekomponenternes produktion.

### *Forskning, efteruddannelse og forsøg*

Et afgørende element for at udvikle en industriel byggeskik er, at byggeriets parter i fællesskab formulerer forsknings-, efteruddannelse- og forsøgsprojekter. Forsøgene bør udformes som serier med laboratorieforsøg, udstrakt brug af virtuelle rumlige modeller og opførelse af forskellige typebyggerier. Viden og erfaring skal systematisk implementeres som fundament for uddannelsernes kundskab- og vidensgrundlag.

Projektet "Den 3. vej", peger på en arkitektonisk metode, der vha. IT's formpotentiale og kommunikationsforhold skaber sammenhæng mellem en kontrolleret industriel metode og behovet for arkitektonisk frihed. Det også er en opfordring til alle studerende indenfor byggeri og design til forskning og udvikling af feltet. Den 3. vej er et alternativ til valget mellem enten det åbne eller det lukkede system. I realiteten er den 3. vej en kombination af de to systemer, der forsøger at udtrække det bedste fra begge verdener. Tesen er at kombinationen kun kan ske med IT som bindeleddet.

### *Det åbne og det lukkede system*

Det åbne system kan forstås i en klassisk opmuringssituation, hvor udgangspunktet groft sagt er en stabel teglsten og en balje mørtel. Tegl og mørtel kan med håndkraft kombineres til en mur. Det åbne system giver frihed og åbenhed for diverse murede detaljer. Det lukkede system kan forklares i montagen, hvor et givet murstykke monteres fiks og færdigt. Murstykket har rod i samme tegl og mørtel, men der er den forskel, at kombinationen ikke sker på stedet. Systemet er lukket, fordi variationsdetaljerne er givet på forhånd. Bindningen ligger i udbuddet hos den industrielle murstykkefabrikant, hvor nuværende produktionsformer ikke leverer samme variationsfrihed som

det åbne system. Fordelene i det lukkede system er henholdsvis lavere fremstillingspris og mindre tolerancer.

*Den 3. vej med udgangspunkt i det åbne og lukkede system.*

Erstattes håndkraften i det åbne system med et endnu ikke opfundet apparat, hæves den hastighed og præcision, hvormed stenene lægges, i princippet uden at give køb på variationsfriheden. Et sådant apparat er, af en lang række årsager, næppe særlig realistisk, men det er heller ikke nødvendigt. Apparatet eksisterer allerede som produktionssystem i det lukkede system. Apparatet eller systemet mangler "kun" en opgradering - nemlig friheden til variation. Vejen til denne opgradering af det lukkede system går over en justering af forholdet mellem produktion, planlægning og forståelse for den fysiske sammensætning af byggeriets elementer til en arkitektonisk helhed. Det er ikke en opgave, der løses ved at fokusere på ændringer i produktionsformerne, på rådgiverens arbejdsmetode eller ved at fuldautomatisere håndværket. Løsningen ligger i en samarbejdsform, der erstatter det nuværende snævre udbud med et i princippet uendeligt antal variationsmuligheder. Altså at få det lukkede system gjort åbent vha. manipulerende variationsfleksibilitet.

Problemet med det lukkede system er, at udbuddet opleves som begrænsende for den arkitektoniske udfoldelse. Det betyder ikke nødvendigvis, at producenten er problemet. Hvis det lukkede system skal producere få enheder uden ekstraordinære produktionsomkostninger, er det en forudsætning, at designet kan manipuleres fra skitsebordet samtidig med, at produktet stadig kan kvalitetssikres i produktionsleddet. Et nøglebegreb for en ny interaktionsmodel ligger i en optimeret udnyttelse af det industrielle produktionsapparats omstillingsevne, og af at arkitekten og designeren har kendskab til bindingerne.

For at udnytte de muligheder, som numerisk styrede produktionsanlæg giver, kræves forståelse for metodens fleksibilitet mht. form. En rationel omlægning af den industrielle produktion kræver det derfor, at brugerne af systemet (her arkitekterne og designerne) er i samspil med systemet. Der skal skabes tegninger og modeller, som med så få mellemlid som muligt kan skabe grundlaget for produktionsgangen. Industriens behov for en produktionsmæssig kvalitetssikring gør imidlertid, at processen ikke kan ske helt uden mellemlid.



Figur 56. En rationel omlægning af den industrielle produktion kræver derfor, at brugerne af systemet (her arkitekterne og designerne) er i samspil med systemet. Der skal skabes tegninger og modeller, som med så få mellemlid som muligt kan skabe grundlaget for produktionsgangen.

Grundlaget for en kontrolleret og bevidst omlægning mod en ny byggeskik, der i sidste ende skal skabe vores fælles kulturelle værdier, kan opnås ved at give de projekterende mulighed for at indgå aktivt i designet af de industrielle fremstillede komponenter og ved, at de udnytter produktionsapparatets variationsmuligheder. Desuden skal den industrielle produktion have mulighed for at trække på designprocessens værdiforøgelse og øge sit produktionsapparats produktivitet gennem udnyttelse af den indbyggede omstillingsevne.

### **IT som metode**

Vi har længe stået foran et paradigmeskift i byggeriet. Den tekniske udvikling har allerede forårsaget teoridannelser og bud på nye arkitektoniske begreber. Der er tale om en radikal ændring af den pragmatik, hvormed arkitekturen tilvirkes fra idé over udførelse til drift og vedligehold. Implementeringen af en grundlæggende anderledes redskabsdisciplin som IT, vil uden tvivl resultere i nye udtryk og retninger, men det er først nu, det skal prøves.

IT har været udbredt og anvendt i den danske byggesektor i godt og vel 10 år. Anvendelsen har imidlertid ikke været jævnt fordelt. Det er mest blevet brugt i forbindelse med administrative systemer og automatiserede tegnemaskiner end som en ny metode. Nye redskaber medfører ændringer af det samfund, der benytter dem, uanset om de udmøntes i et apparat, i en metode eller i et verdenssyn – og det er ændringer, der kan antage en radikal karakter. Bilen blev jo ikke bare en effektiv hestevogn. Den ændrer det enkelte menneskes mulighed for at frigøre sig fra lokalsamfundet med globaliseringen, oplevelsessamfund og forurening til følge – altså både godt og skidt.

IT er uden diskussion det redskabet, der kan skabe den 3. vej. Det er imidlertid også en forførende teknologi, og det er de kommende generationers pligt ikke at lade sig forføre til glemsel af arkitektfagets egentlige virke. Tilsvarende er det de tidligere generationers pligt at stille al deres viden til rådighed, så den kommende generation kan bringes med over trinnet til den nye udvikling. Den skjulte viden, der gemmer sig i generationernes erfaringsoverførelse, herunder århundreders håndværkstraditioner, må ikke gå tabt pga. af noget så banalt som et generationsskifte, der ikke skal forveksles med en generationskløft.

Det banebrydende ved IT som redskab er muligheden for at simulere en genstand, en metode eller en ide så tæt på virkeligheden, at vi med stor sandsynlighed kan sige: Sådan vil det se ud, sådan vil det virke - eller det er et sandsynlig resultat heraf.

### **Den digitale simuleringsmodel**

Formgivere har altid udøvet deres metier gennem simuleringer. Arkitekten og designeren benytter tegning og model til at simulere en kommende fysisk virkelighed enten som en anvisning i arbejdets udførelse (dobbelt retvinklet projektionstegning) eller som en betragtnings og vurderingsmæssig størrelse (perspektiv og model). Trods begrænsningerne har visuelle simuleringer været kendt og benyttet siden Arilds tid. Den digitale model har ikke samme begrænsninger som tegningen, idet den både er målfast og perspektivisk, derudover kan den animeres, underlægges stereovirkninger etc. Det er vel netop derfor, de formgivende fagdiscipliner har taget den digitale model til sig med stor begejstring. Men hvis det endelige resultat kun udgør et billede eller en billedserie, er den computergenererede model ikke specielt afvigende fra tidligere metoder. Selv hastigheden, hvormed tilvirkningen foretages, kan diskuteres, idet den tid og økonomi, der er gået, inden udstyret er anskaffet og de fornødne evner er opnået, skal inddrages i regnestykket. Det forhold er værd at betænke, når vi møder argumentet om IT's rationaliseringseffekt. Der er meget mere i den digitale simuleringsmodel end den fotorealistiske målfaste afbildning.



Figur 57. Den digitale model har ikke samme begrænsninger som tegningen, idet den både er målfast og perspektivisk, derudover kan den animeres, underlægges stereovirkninger etc. Illustration fra renoveringssag "Vedbæksgade". (Illustration: By og Byg).

Selve afbildningen og bevidstheden om de bagvedliggende data, får de fleste til at ane, at vi har at gøre med noget andet og mere end et billede. Vi må derfor finde en definition på den digitale model. En definition, der nok dækker den generelle opfattelse, kunne være følgende:

*Den ultimative digitale model er en model af virkeligheden, der er så virkelig, at vi ikke kan skelne mellem model og virkelighed. Forskellen er alene, at kun den ene eksisterer i den fysiske verden.*

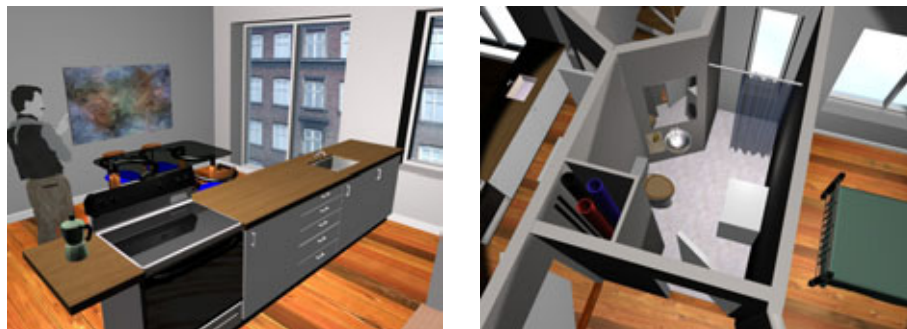
Med denne definition løber vi ind i et problem. For skal den virtuelle model ikke kunne skelnes fra virkeligheden, er det nødvendigt at modellere så detaljeret, at modelleringsindsatsen nærmer sig den faktisk opførelse. Typen af superrealistiske modeller tager en så uforholdsmæssig stor del af det samlede tilgængelige tidsforbrug, at modellens æstetiske værdi overgår dets formål. Når opgaven er en professionel formgivning af vores fysiske verden, må definitionen derfor strammes:

*Den ultimative digitale model er en model af virkeligheden, der ligger så tæt herpå, at vi kan simulere processen og dennes resultat med en faglig kvalitetssikring for den endelige udførelse som formål. Forskellen er, at modellen ligger i et højere abstraktionsniveau end virkeligheden.*

I den professionelle formgivning af den fysiske verden er det nødvendigt at kunne andet end at afbilde resultatet på digital form. Det vil eksempelvis være hensigtsmæssigt at kende materialernes egenskaber på andet end deres refleksion af lyset. Det kunne være de vilkår, hvorunder de produceres, eller hvorunder de eventuelt interagerer i en samlet tilstand. Med andre ord er alle de egenskaber, der ikke kan visualiseres i billedmæssig forstand, også vigtige at kunne håndtere i en proces, der sigter på overgangen fra idé til realitet.

Computerteknik er der ikke noget nyt i disse tanker. Simulerede vindtunnelforsøg er i dag standard indenfor flyvemaskineproduktionen. Og mon ikke disse simuleringer uden nævneværdige problemer vil kunne afvikles på enhver dansk tegnestue med behov for vindbelastningsberegninger. Forudsætningen er, at computermodeellen (det simulerede byggeri) udføres som en vektorgrafisk 3-D model, og at programmerne interagerer med formgiverens programmel. Opgaven med at få byggefagene til at modellere i 3-D er sandsynligvis en større udfordring end implementering af diverse beregningsprogrammer.

Figur 58 og 59. I den professionelle formgivning af den fysiske verden er det nødvendigt at kunne andet end at afbilde resultatet på digital form. "Screen dumps" fra interaktiv 3D-model ifbm. renoveringssag "Vedbækgade" (Illustration: By og Byg).

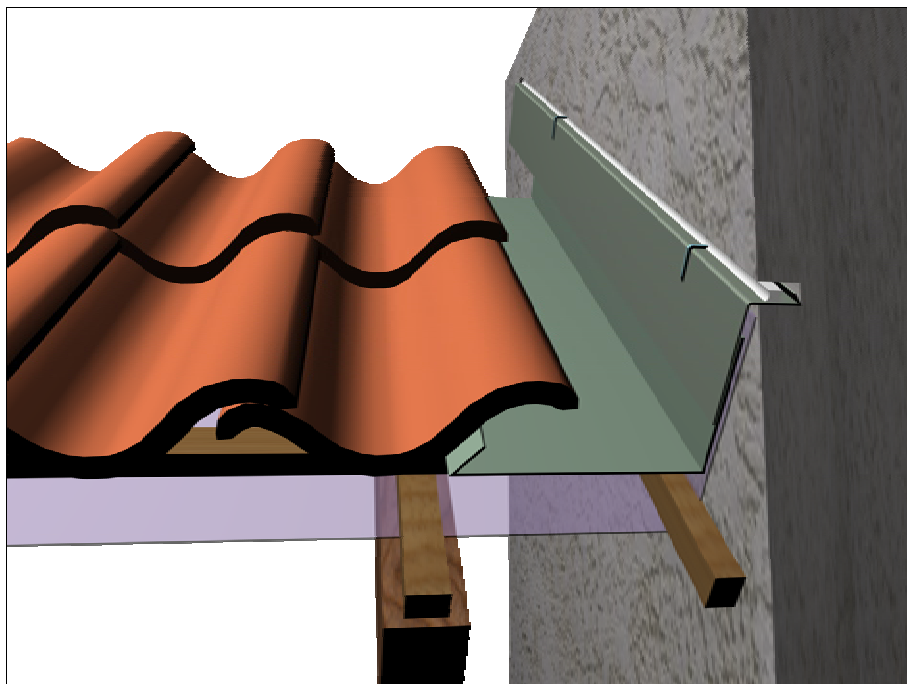


### Visionen

Den digitale bygningsmodel åbner en ny arkitektoniske virkelighed, frigjort for mange tænkte eller virkelige hindringer, der har oprindelse i en stadig mere teknisk kompliceret verden. Det er ikke arkitekternes opgave at blive tekniske programmører, men det er deres opgave at kende mulighederne og kræve dem implementeret i deres faglige disciplin.

Andre IT-faciliteter end dem, der udspringer af datafletningen, er ligeså udfordrende. Understøttelse af vores fælles faglige viden gennem velstrukturerede databaser giver mulighed for at overføre og fastholde viden - og undgå de byggefejl, der syntes at være uundgåelige i den nuværende metode. Tilgang til den arkitektoniske brugbarhed i interaktive visualiseringsformer, hvor modellering med fysiske objekter erstattes af et funktionelt betinget modelleringsprincip, er én af mange nye udfordringer, der venter på et anvendeligt interface. Fælles adgang til et "byggeriets digitale byggevarekatalog" med indbygget "viden" om de enkelte produkter, er i dag kun et spørgsmål om vilje.

Figur 60. Andre IT-faciliteter end dem, der udspringer af datafletningen, er lige så udfordrende. Understøttelse af vores fælles faglige viden gennem velstrukturerede databaser giver mulighed for at overføre og fastholde viden - og undgå de byggefejl, der syntes at være uundgåelige i den nuværende metode.



Det er i sidste ende byggeriets parter, der vælger byggeriets metode. Det gælder uanset hvilken sti, der betrædes af den enkelte, om den er drevet af interesse, behov eller krav. I dette øjeblik må den primære arkitekt- og designfaglige vision derfor være, at faget undersøger ethvert redskab, der udvikles som konsekvens af IT's eksistens, og evt. bruger dem til at formgive en fysisk verden, der støtter og bærer menneskets drøm om en bedre og smukkere verden.



# Samlingens rum

## – et oplæg til workshopen ”Kontakt”

### **Charlotte Bundgaard, Anne Beim og Natalie Mossin**

*Arkitekt Charlotte Bundgaard er ph.d.-studerende ved Arkitektskolen i Aarhus med projektet ”Montage i fremtidens industrielle byggeskik”.*

*Arkitekt Anne Beim er seniorforsker ved Statens Byggeforskningsinstitut og arbejder med produktivitet og kvalitet i byggeriet.*

*Arkitekt Natalie Mossin er ph.d.-studerende ved hhv. Statens Byggeforskningsinstitut og Kunstakademiets Arkitektskole med projektet ”Arkitektonisk kvalitet i det industrialiserede byggeri”.*

**Under seminaret i Aarhus blev der for de studerende i Prisopgaven afholdt en workshop med titlen ”Kontakt”. Dette er oplægget til workshopen.**

Vi står over for en ny industrialisering, baseret på avanceret IT og højteknologiske fremstillingsprocesser. Den danske byggesektor diskuterer nye industrielle produktionsmetoder, nye organisationsformer og samarbejdsstrukturer, nye industrialiseringsniveauer mm. – men kun sjældent diskuteres arkitektoniske visioner. Den nye industrialisering handler ikke mindst om konceptuel tænkning på et radikalt forandret arkitektonisk grundlag. Den industrialiserede arkitektur er en sammenstillingens arkitektur, der i sit væsen gør op med den klassiske forestilling om det fuldendte arkitekturværk. Den klassiske arkitekturopfattelse bygger på harmoni og sammenhæng fra helhed til detalje og på arkitekten som skaber, ”geni”. Med montage som centralt begreb gør industrialiseringen i princippet op med disse forestillinger. Industrialiseringstanken lægger op til en sammensat arkitektur, der relaterer sig til begreber som dynamik, foranderlighed og fleksibilitet. Bygningen sættes sammen af ”ready-mades” – af fabriksproducerede byggekomponenter, der leveres og monteres hurtigt og effektivt. I kraft af montagetanken kan byggekomponenterne principielt skiftes ud og erstattes af andre, hvorved arkitekturen tilføres åbenhed over tid.

Denne radikalt forandrede situation medfører et afgørende skift i arkitektens rolle. Med den præfabrikerede byggekomponent som omdrejningspunkt er arkitektens rolle ikke længere primært at skabe, men i lige så høj grad at programmere i samarbejde med et tværfagligt team. Hvor arkitekten traditionelt programmerer eksempelvis bygningens funktion, får den programatiske tænkning nu nye tyngdepunkter, især omkring strategier for sammenstilling af komponenter og for mulig forandring over tid. Fra at fokusere på værket som produkt sker der en forskydning mod værket som proces.

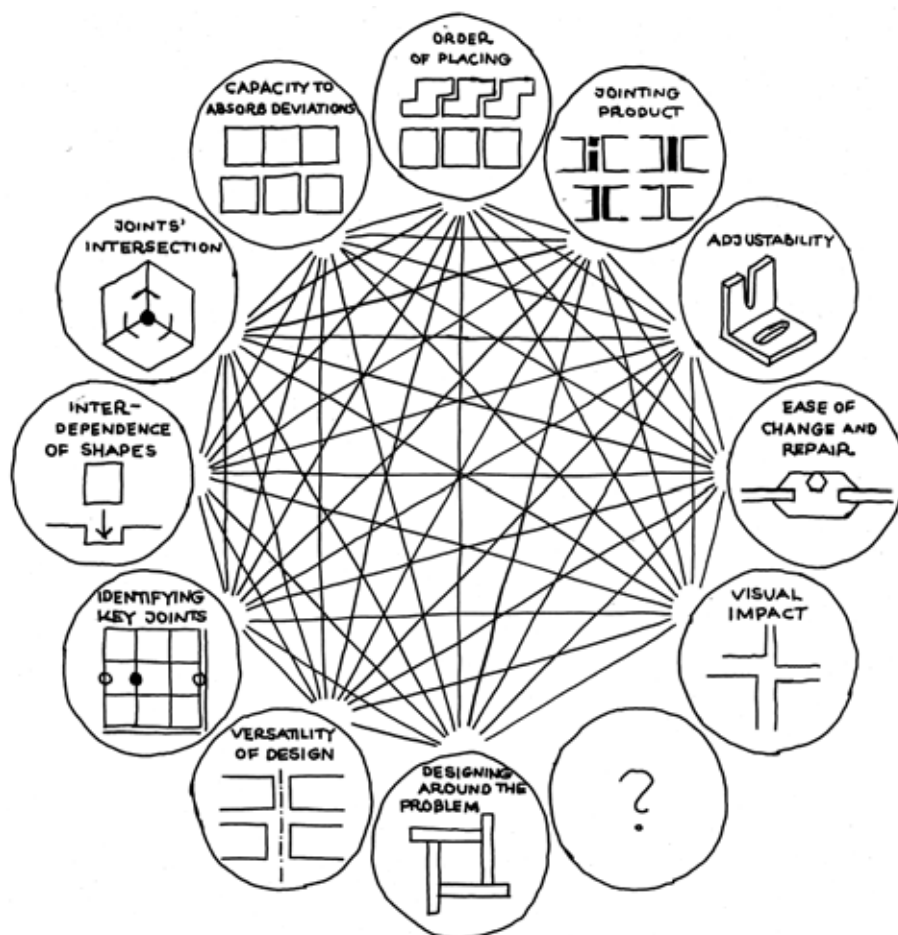
Workshopen ”Kontakt” tager afsæt i dette forandrede arkitektoniske grundlag. En række problemstillinger knyttet til byggekomponenten som fænomen og fysisk realitet berøres igennem arbejdet med en niveaudelt designopgave. I centrum står et central dimension i den industrialiserede arkitekturs univers: Samlingen.

## Samlingen

I arkitekturhistorien er samlingen blevet fremhævet som et primært arkitektonisk element. Den tyske arkitekturteoretiker Gottfried Semper (1803-1897) taler om samlingen som det fundamentale knudepunkt, omkring hvilket bygningen bliver til. Han betragter samlingen som den primære betydningsbærer og indikator, hvorigennem en kultur adskiller sig fra en anden. Samlingen fortæller ikke alene om sammenstillingen af bygningsdele, om hvordan materialer stødes sammen, men også om holdninger og tankestrukturer bag bygningen. Indikerer samlingen kollision eller tilpasning? Er den eksponeret eller skjult?

I artiklen *The Tell-the Tale Detail* beskriver den italienske arkitekturteoretiker Marco Frascari, som en nutidig parallel til Semper, detaljen som selve bygningsværkets "fortæller". På lignende måde kan man betragte samlingen som fortælleren, som essensen i det aktuelle arkitektursyn. Traditionelt var samlingens funktion indenfor arkitekturen at dække konstruktionens uregelmæssigheder og skabe illusionen om en æstetisk helhed. Samlingen havde således rollen som sammenbindende og samlende i ordets bogstaveligste forstand. I jagten på den eftertragtede harmonitilstand, som den udtrykkes eksempelvis hos Alberti, er samlingens rolle at formidle og etablere smidige overgange med henblik på at skabe helhed. I montagesituationen, hvor elementer sammenstilles, vil den modsatte holdning typisk dominere. Her forvandles relationen fra sammenhæng til brud – her er det snarere den uformidlede overgang, der skal fortælle historien om montageakten som en sammenstilling af bevidst forskellige elementer. Man kan endog tale om samlingens ("the joint") modsætning: "the dis-joint", anti-samlingen. Hvor den artikulerede, formidlende samling naturligvis udspringer af en præcis bearbejdning, kan anti-samlingen ligeledes være et bevidst valg. Ud fra den tankegang lægges der op til to mulige måder at skabe samlingen – enten som den eksponerede samling, der tydeligt viser hængselfunktionen, der hægter noget sammen med noget helt andet – eller som den fraværende samling, der end ikke forsøger at skabe en kobling men blot uformidlet støder elementerne sammen.

I det industrialiserede byggeri spiller samlingen en central rolle både konceptuelt og materielt. Samlingen er hængslet, der låser elementerne sammen, og den bliver derfor et vigtigt element i artikulering af et montageprincip. På det konceptuelle plan er samlingen således kernen i sammenstillingsakten. Det er samlingen, der eksponerer elementerne både som separate dele og som dele, der samlet udgør et bygningsværk. Ligeledes er det rent fysisk samlingen, der muliggør sammenlåsningen af præfabrikerede byggekomponenter. Netop samlingens evne til at sammenbygge komponenter, der måske hidrører fra forskellige systemer, er et springende punkt i byggekomponentens designproblematik. Industrielt udviklede bygningskomponenter sammenbygges ofte med andre komponenter vha. ad hoc løsninger på byggepladsen. Der mangler en fælles forståelse for, hvordan man sammenbygger komponenter, og sammenbygningen må derfor etableres som en individuel løsning på stedet. Man kan tale om et "samlingernes torum", hvor komponenterne udvikles og produceres "hver for sig" uden at løse spørgsmålet om – endsige tage ansvaret for – selve sammenkoblingen med de tilstødende komponenter. Ud fra det politisk erklærede mål om øget produktivitet og mere avancerede produkter med højere kvalitet, er denne praksis problematisk. Lidt firkantet kan man sige, at hvis der indsniger sig ad hoc løsninger i montageprocessen, falder produktionstempoet og risikoen for fejl eller uhensigtsmæssige løsninger vokser. Montagesituationen er afhængig af, at alle dele uden yderligere tilretning så at sige kan "klikkes" sammen. Der er altså et kvalitetsmæssigt, men også produktivetsmæssigt og dermed økonomisk, incitament til at forbedre tænkningen omkring "samlingens rum".



Figur 61. Samlingen er hængslet, der låser elementerne sammen, og den bliver derfor et vigtigt element i artikulering af et montageprincip. På det konceptuelle plan er samlingen således kernen i sammenstillingsakten.

Men vigtigst er den manglende artikulering af samlingens rum problematisk ud fra en arkitektonisk konceptuel idé om fremtidens industrialiserede byggeri som en foranderlig og dynamisk arkitektur, hvor bygningskomponenter kan udskiftes og bygningen tilpasse sig skiftende krav over tid. Etablering af udskiftelighed kræver ikke alene, at samlingen som problem løses ved at standardiseringsorganer, i Danmark DS (Dansk Standard), udarbejder en række standarder for samlingsdetaljer. Det kræver også en grundlæggende metodisk tænkning omkring samlingens rum og potentiale for at opnå en konsekvent, designmæssig dimension.

## Reference

Marco Fracari: *The Tell-the-Tale Detail*. VIA 7. The building Architectural Journal of the Graduate School of Fine Arts, University of Pennsylvania, USA (1984), pp. 23-37.





## **Præsentation af de studerendes opgavebesvarelser**



# Dommerbetænkning

Prisopgaven er udskrevet for at sætte fokus på industriel fremstilling af byggekomponenter blandt studerende på arkitekt- og designuddannelserne. Initiativet har til formål at styrke den industrielle tankegang i uddannelsen af kommende arkitekter og designere. Målet er at initiere en udvikling mod større arkitektonisk og designmæssig kvalitet i fremtidens byggekomponenter. Opgaven er stillet med ønske om fokus på følgende seks kriterier, som er vurderet væsentlige i forbindelse med design af industrialiserede byggekomponenter:

- Samarbejde med en eller flere virksomheder.
- Nytænkning af samspillet mellem design og produktion.
- Komponentens designmæssige og arkitektoniske kvalitet.
- Komponentens rolle som element i en arkitektonisk og byggeteknisk helhed.
- Komponentens evne til at indgå i væsensforskellige byggerier og sammenstillinger.
- En nytænkning af montagebegrebet.

Opgaven synes således meget konkret om end vidtfavnende.

## Overordnet bedømmelse

Den aktive deltagelse i prisopgavens afvikling viser, at de studerende er parate til at tage udfordringen om ny industrialisering op. Trods de studerendes ihærdighed, er det imidlertid tydeligt, at de ikke er rustet til en opgave af denne art. Mange projekter udviser ikke arkitektonisk overblik, hvilket kan skyldes, at de studerende er blevet forført i processen, og at de ikke har været i stand til at holde individualiteten i forhold til virksomhedskontakterne. Der er desuden bekymrende få grupper, der forholder sig til miljømæssige aspekter i udviklingen af produkter.

Dommerne må konstatere, at de studerende mangler en række nødvendige færdigheder for at videreføre en industriel tankegang med arkitektonisk og designmæssig høj kvalitet. En del besvarelser tyder desuden på manglende engagement eller kvalitet i vejledningen fra de respektive skolers side. Dommerkomitéen må således konstatere, at der er behov for øget opmærksomhed og styrkelse af undervisning og forskning på området.

Dommerkomitéen finder ikke, at der blandt de indleverede projekter er forslag, der på tilstrækkeligt overbevisende måde fremlægger bud på fremtidens byggekomponenter. Der vil derfor ikke blive uddelt nogen 1. præmie.

De indleverede procesbeskrivelser og de tilknyttede virksomheders indflydelse på projekterne viser dog eksempler på processer, der peger den rigtige vej. En udvikling af de viste arbejdsmetoder sammen med tilegnelse af en større sikkerhed i forhold til samarbejde med industrielle og teknologiske udviklingsmiljøer vil give de studerende en god baggrund for at medvirke til udvikling af kommende generationer af byggekomponenter.

Prisopgavens faglige sigte for såvel arkitekt- som designuddannelserne er afvigende fra den traditionelle studietilgang. Dommerkomitéen har valgt at præmiere de projekter, der udviser mod, engagement og opfindsomhed i arbejdet, og som opfylder ét af følgende kriterier:

- Inddragelse af nødvendige tekniske discipliner og processuelle overvejelser.

- Fastholdelse af fagets rumlige og stoflige kvalitetsnormer i forhold til et industrielt koncept.
- Fremsættelse af visioner, der binder et industrielt koncept sammen med arkitekt- og designfagets helhedsorienterede værdinormer.

Disse kriterier dækker kun en del af de oprindelige opgavekrav – men samlet dækker de netop de discipliner, der må forventes af en industrielt orienteret arkitekt eller designer.

69762 – Myrna

tildeles en andenpræmie på kr. 30.000 for sit tekniske og velbearbejdede projekt.

0347 – Rummets opbremsning

tildeles en andenpræmie på kr. 30.000 for sin rumlige og arkitektoniske idérigdom.

47619 – Box Bad, 22292 – Arkilift og 02517 – Composition

tildeles hver en trediepræmie á kr. 20.000 for gode bearbejdnings med bærende idéer.

55555 – Genforbrug

tildeles en særpris på kr. 30.000 for sin visionære og velargumenterede angrebsvinkel.

**Dommerkomitéen bestod af:**

*Seniorforsker Nils Lykke Sørensen, By og Byg (formand)*

*Professor Per Heiselberg, Aalborg Universitet*

*Lektor Uffe Lentz, Aarhus Arkitektskole*

*Instituttleder Snorre Stephensen, Danmarks Designskole*

*Lektor Kjeld Vindum, Kunstakademiets Arkitektskole*

*Arkitekt Per Arnold Andersen, Velux (ekstern fagdommer)*

*Industriel designer Mikael Koch, Erik Herløws Tegneste (ekstern fagdommer)*

*Arkitekt Lene Tranberg, Lundgaard og Tranberg ApS, (ekstern fagdommer)*

# Rummets opbremsning

**Ida Flarup**  
**Lene Foder**  
**Jesper Kort**  
**Stine Mogensen**

Kunstakademiets Arkitektskole

## 2. præmie kr. 30.000

### **Dommerbetænkning:**

Projektet forholder sig radikalt anderledes til sted, tid og rum end 'den klassiske' angrebsvinkel. Projektet er perspektivrigt og udviser gode arkitektoniske kvaliteter.

Projektet er især stærkt på det idemæssige plan.

Bevægelsen fra landskab til boligens intime sfære er klart demonstreret og er i god sammenhæng med det klare koncept for en rumopdelende komponent, der ud fra få varianter kan føre til en stor rumlig diversitet. Projektets idé og de skildrede rumlige scenarier yder modstand i en arkitektonisk diskussion. Projektets indre styrke skaber lyst til at se en yderligere bearbejdning.

Projektets konkrete bearbejdning af materialevalg, elementopbygning, samlinger og montage er ikke overbevisende. Valget af termohærdede plantefibre er for unanceret og burde være diskuteret med eksempler på forskellige overfladevalg i forhold til varierende brugssituationer og oplevelseskvaliteter. Der er heller ikke i projektet nogen klar stillingtagen til, hvorledes komponenten forholder sig til integration med eventuelle installationer. Manglen på detaljering af komponenten skyldes muligvis en utilstrækkelig virksomhedskontakt.

Projektet tildeles en 2. præmie for sin rumlige og arkitektoniske iderigdom.

*På de følgende sider vises et uddrag af gruppens projektbeskrivelse. En fuld præsentation af projektet kan hentes på: [www.nyindustrialisering.dk](http://www.nyindustrialisering.dk)*

## Strukturelt niveau - Verden er opstribet

Jordkloden er opstribet helt ned til byen, der er underdelt i matrikler, der er underdelt i etager og lejligheder. Disse er igen underdelt i rum. Intet er opstået som formgivning, som selvstændige figurer. Verden behøver ikke at blive set gennem et grid. Det at skabe rum er ikke bare en underdeling af større rum.

Figur 62. Model 1:100:  
Ligger i overgangen mellem landskabet og bygningen, det kompositoriske niveau og den begyndende opbremsning, der møder bygningen.



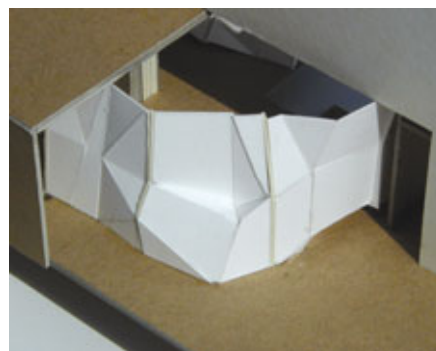
Bygningen forsøger ikke at fylde matriklens ramme, men at være åben for en gensidig udveksling med landskabet, således at de store træk kan flyde gennem bygningens rammer (matriklens, bygningens, boligens og rummets). Modellen sætter et felt af muligheder op der samtidig beskriver en rumlig intention. Den befinder sig i et mellemværende mellem det virtuelle og det aktuelle felt.

Vi har arbejdet med nye måder at forme de rum, vi lever i. Man kunne opfatte dannelsen af struktur og rum som en begyndende opbremsning. Fra det virtuelle landskab med høj hastighed og mindst kode, flimrer, til komponentniveauets tætte informationer og langsomhed. Vi har udsat fladen for begyndende kurvaturer, en variation af tid, et landskabs opståen. Disse landskabelige formationer er skitseret og udviklet på et rumligt kompositionsniveau. I landskab opstår de første krusninger på overfladen, en første opbremsning. Denne opbremsning er omsat i vores arbejde med at optage tid og bevægelse rumligt i en struktur, der går forud for en mulig beboelse.

Ud af dette arbejde med den begyndende opbremsning af landskabets hastighed, opstår strukturer af større udsving og rammer, der med sin yderligere opbremsning begynder at minde om en første organisering/matrikulering. Denne struktur begynder at blive konstruktiv og beboelig samtidig med, at landskabets store træk indfanges heri. I den konkrete sammenstilling af landskab og model trækkes landskabet op omkring rammerne som et begyndende fundament samtidig med, at signaturens bevægelse optager/ optages af landskabets kurvaturer. Modellen afspejler såvel den overordnede kompositoriske formulering som den begyndende beboelse.

> Figur 63. Model 1:50.  
Ligger i grænsefeltet mellem den oprøllede krusning, der skaber beboelsen samt det store flows indtrængning heri.

>> Figur 64. Model 1:10.  
Udsnit af de rumlige vægpaneler, der vidner om den langsomste bevægelse og dermed det mest kropsnære. Modellen indeholder boligens ramme, som igen fører tilbage i det strukturelle niveau ramme.



Det store flow er bremset op, krøllet sammen og danner beboelige lommer. Her er bevægelsen langsom, tæt på stilstand. Næste zoom er væggen



rum. Her defineres små nicher til ophold og andre helt specifikke og skarpe rumligheder – her er der mest information.

Det strukturelle niveau og komponent niveauet har udviklet sig parallelt - med konstant udveksling undervejs. De har samme rumlige intention, men udspringer fra to forskellige angrebepunkter; gipspladen, den mindste brik i byggeriet, og landskabet som det største træk. Vores modelmateriale afspejler de flydende overlap der spænder fra landskabet til komponenten.

## Komponentens niveau - deformation af gipsvæggen

Gipsvæggen finder udbredt anvendelse i dagens boligbyggeri. Hvorfor kan den ikke noget mere? Selv ved den simpleste deformation – som at kurve den lidt - er effekten markant. Vi har arbejdet med en produktudvikling og optimering af gipsvæggen. Vi har deformeret den drastisk. Det handler om at give væggen flere muligheder. Der er behov for andre rumforløb og andre zoner. Der er behov for at optimere gipspladen arkitektonisk.

### Rumlige overvejelser

Vores intention er at øge den rumlige kvalitet af boliger. Det handler om at rumliggøre væggen. Rummene skal differentieres og deres indbyrdes relation styrkes og specificeres. Boligen skal have mere karakter, ikke mindre. Vi skal væk fra den afpillede og sterile bolig og væk fra tendensen, der går mod mere fleksibilitet. Noget der forandrer sig ustandseligt i forhold til omgivelserne har ingen karakter. Flexibiliteten skal ikke foregå i hverdagen, men lægges i hænderne på arkitekten - ikke brugeren. Der skal i højere grad indtænkes en cyklustanke og en langsom tilpasning til omskiftelige forhold. Komponentens skal i højere grad tænkes som et selvstændigt objekt i forhold til montage, reparation, udskiftelighed og levetid.

Kroppens skala og nærværet må indtænkes i det industrialiserede byggeri på en ny måde. Det er arkitekten, der skal varetage nærværet og kroppens skala i det industrialiserede byggeri. Det skal ligge i projekteringen, formgivningen og detaljeringen.

### Komponenten

Vi har udformet en forholdsvis lille serie af vægkomponenter. Komponenterne varierer fra helt lige til meget krølledede, for til sidst at slippe loftet helt. Transformationen/deformationen fra glat til krøllet giver et udtryk, der spænder fra dynamik og fart til stilstand, niche og ophold. Der foregår en opbremsning - en anden måde at danne rum og forløb på. I boligen fungerer nogle rum som fordelingsarealer og andre som ophold. Vores komponentserie skaber en mere flydende overgang mellem disse forskellige zoner. Samtidigt kan væggen veksle mellem ret og vrang, og giver derfor fornemmelsen af at være på enten ydersiden eller indersiden af et rum. Dette giver helt nye opfattelser af de rum vi opholder os i og ikke mindst relationerne mellem dem.



I takt med at væggen bliver mere krøllet bliver den også mere rumlig og begynder at forme 'møbelfunktioner'. Steder hvor man kan hvile, sidde mm. Her er der konkret tale om aftryk af kroppen. Disse virkemidler kan kombineres til at give en unik karakter til alle rum og elementet kan benyttes i både renovering og nybyggeri.

Figur 65. Transformationen/deformationen fra glat til krøllet giver et udtryk, der spænder fra dynamik og fart til stilstand, niche og ophold. Der foregår en opbremsning - en anden måde at danne rum og forløb på.

## Materialet

Plantefibre kan anvendes i kompositmaterialer. Materialets struktur er skilt fra det ydre volumen, opløst i dets bestanddele. Gruppen af 'designede' materialer, der vinder stor fremgang i dag, har ofte en usikker identitet - de er hverken helt naturlige eller helt kunstige. Nye kombinationer og fusioner af materialer foregår hele tiden, og det skaber nye ustabile og diffuse grupperinger af materialer. Der opstår materialer, som modsiger begreber som materiel homogenitet, brug og værdi. De nye generationer af 'designede' materialer er uundgåelige og er blevet en konstant i arkitekturen. Disse nye grupper af materialer har brug for nye individuelle udtryk. Vi må bevæge os væk fra de nye materials forsøg på at efterligne de traditionelle byggematerialer. Plantefibre kan mere end at bruges til fyldningsdøre og paneler.

Kompositter af plantefibre har generelt høj styrke i forhold til vægt og god lyd- og varmeisolering. Plantefibrene er CO<sub>2</sub>-neutrale og kan derfor nedbrydes biologisk. Materialet indgår i en cyklus fra produktion til destruktion eller genanvendelse.

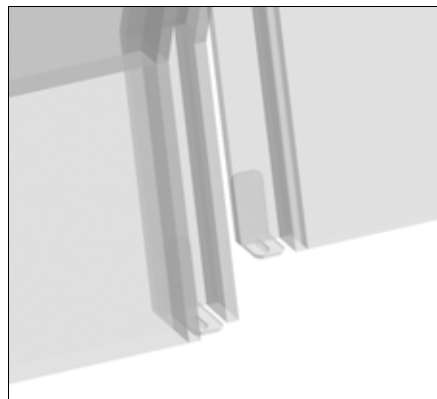
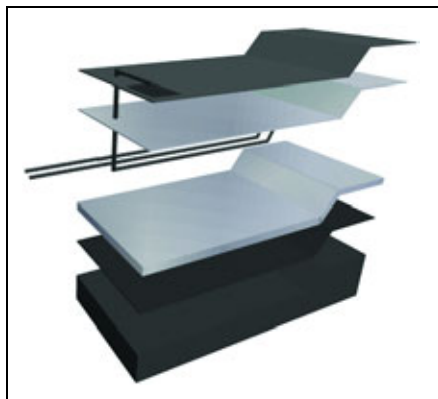
Med materialet vil vi indføre en ny materialitet i byggeriet. Kompositternes overflade kræver absolut ingen efterbehandling. Det er et skift væk fra illusionen, mod en mere direkte og intens repræsentation af materialet. Vores bygningskomponenter er færdige produkter mere end de er råmateriel, der skal bearbejdes og gemmes bag adskillige kosmetiske lag.

## Produktion

En enkelt komposit vil bestå af flere lag måtter. Sammensætningen af lag og overflader bestemmes for hver enkelt komponent. Dette giver muligheder for opgraderinger ud fra den samme halvfabrikata. Væggen kan ændre egenskaber gradvist og forandre sig fra panel til panel. Elektriske føringer og beslag til samlinger indgår alle i lamineringen. Derved er bygningskomponenten færdiggjort fra fabrikken, så der på byggepladsen kun foregår en simpel montering. Hvis man vil opnå ekstra styrke kan et af lagene i lamineringen være fibervævet. Her væves meget lange fibre i trækkets retning og hele pladen styrkes.

Med dette nye produktionsapparat har vi indført et redskab til arkitekten, som ikke distancerer designprocessen og formgivningen fra produktionsapparatet. Det er et produktionsapparat arkitekten kan relatere til som formgiver. Samtidigt ligger begrebet gentagelse indbygget heri. Det er ikke produktionsapparatet der former objektet, og det er heller ikke fri formgivning fra arkitektens side. Det er et kompromis mellem den kreative udfoldelse og industrien. Når først der er investeret i formene, er det et billigt produkt, selv om de kun bliver brugt til relativt små serier.

> Figur 66. En enkelt komposit vil bestå af flere lag måtter. Sammensætningen af lag og overflader bestemmes for hver enkelt komponent. Dette giver muligheder for opgraderinger ud fra den samme halvfabrikata.



>> Figur 67. Overgangen mellem komponenterne er løst som en overlappning. Samlingen består af et overlap af de to panelers kanter, der danner en rille.

## Samlingen

Overgangen mellem komponenterne er løst som en overlappning. Samlingen består af et overlap af de to panelers kanter, der danner en rille. De konkav-konvekse former og den dobbeltkrumme 'fold' giver komponenten dens styrke og afstivende egenskaber. Pladerne afstiver hinanden yderligere ved

montering. Mellem de to kanter, inde i rillen findes et hulrum, hvor de to plader fastgøres i hinanden. Rillen gør at pladerne kan lægges ind i hinanden og holdes der, før de bliver endeligt fastgjort til hinanden.

Inde i hulrummet sidder der en række plastbeslag, der er monteret fra fabrikkens. Ved hvert knæk i samlingen er der placeret to beslag med kort afstand, men monteret på hver sin plade. Gennem disse beslag trækkes en wire, der syer pladerne sammen. Den trækkes skiftevis gennem beslaget på den ene plade og den anden, af de to plader man vil samle. Pladen fæstnes i loftet, og herefter strammes wiren til og fæstnes under den skrue, der samtidigt fæstner pladen i gulvet. Derved fastholdes de to plader til hinanden i adskillige punkter. Herefter klippes det overskydende af wiren af. Denne montering gør at væggene kan tages ned og skilles ad uden at tage skade.

## **Industrialiseringen**

Det handler om at industrialisere det frie rumlige forløb. Masseproduktion dikterer, at man arbejder med serier, gentagelse og standart, det peger på en bevidstløs ensretning. Masseproduktionen repræsenterer økonomiseringen og effektiviseringen. Udfordringen ligger i at masseproducere kompleksitet, forskelle og variation. Det vi vil opnå er ufordyrende kompleksitet - et industrielt individuelt udtryk.

Det repeterede er ikke nødvendigvis lig det stedsløse. Den universelle komponent skal være en del af den stedsbundne arkitektur. Komponenten skal kunne tilpasse sig til stedet, og anvendes forskelligt i forskellige situationer. En ny industrialisering skal ikke resultere i standardiserede bygninger, men i standardiserede fremstillingsprocesser.

## **Kombinatorik**

Vores komponentserie har indbyggede variationer og kombinationsmuligheder. Arkitekten arbejder med produktet, der tilpasser det til den givne situation. To vægge behøver aldrig blive ens.

Systemet er baseret på tre forskelligt formede samlinger af samme type. Systemet fungerer som dominobrikker; til samling 1 kan kobles en anden samling 1. Med tre forskelligt formede samlinger kan der dannes 6 forskellige paneler; 12 21 13 31 23 32. Ud over de seks paneler er der et lige panel og to paneler, der fungerer som forbindelse til samling 1. Vi har også indført et panel, der hedder 43, som kobler samling 4 tilbage til rækken igen. Dette panel drejer samtidigt samling 3 i en vinkel på 90°, så den ligger vandret. Dette åbner for nye muligheder, nu kan systemet også bevæge sig som gulv og loft.

I dette system bliver snittet akkurat lige så vigtig som planen. Rummet kan ikke beskrives ved plan alene. Det rum arkitekten beskriver bliver meget mere skarpt og udtryksfuldt.



# Myrna

**Frederik Andersen**

**Lise Bækhoj**

**Mikkel Leth**

**Jesper Olsen**

**Jacob Rudbeck**

Kunstakademiets Arkitektskole

## 2. præmie kr. 30.000

### **Dommerbetænkning**

Projektet stiller forslag til en ny byggeproces efter princippet „Product on Demand“.

Projektets idé om en komponent, der virker som et „Byggeriets Print-kort“, er en god indgangsvinkel til opgaven. Product on Demand er ligeledes et interessant koncept, der viser teknologiens muligheder i forhold til nye produktionsformer og arbejdsmetoder. Projektets nyskabelse vedrører især installations-siden og forsøger at løse nogle konkrete og komplekse problemstillinger. Projektet er gennemarbejdet, men får ikke på overbevisende måde implementeret løsninger i en bygningsmæssig helhed.

Projektets anvisning til en fræseteknik i skum virker problematisk, og spørgsmål om statik og samlinger er ikke overbevisende besvaret. Systemet oppebærer desuden ikke den fornødne fleksibilitet. Eksempelvis er det vanskeligt at se, hvordan en ny tilslutning foretages, når komponenten er lagt. Det anviste plug-in program giver ikke en klar præsentation af programmets funktion.

Projektet tildes en 2. præmie for sit bud på en komponent med byggetekniske, materiale- og produktionsmæssige overvejelser.

*På de følgende sider vises et uddrag af gruppens projektbeskrivelse. En fuld præsentation af projektet kan hentes på: [www.nyindustrialisering.dk](http://www.nyindustrialisering.dk)*

## Analyse af byggeriets proces

Byggeriet kan drage nytte af højere standarder indenfor byggekomponenter. MYRNA-elementet giver arkitekten mulighed for at formgive og behandle de horisontale dæk i en bygning på en måde som kan give mere varierende, kvalitative og spændende rumligheder, samtidigt med at det giver en større frihed i valg og anvendelse af husets øvrige materialer og udformning.

Projektets grundidé baserer sig på to led. Dels et fabriksled som står for produktionen og samling af faglige kompetencer. Dels et digitalt led, der forbinder arkitekt og produktion og tager hånd om kommunikationen.

Ud fra vores analyse er det vores overbevisning, at byggeriet har behov for værktøjer og produktionsmetoder, der kan optimere processerne omkring bygningernes infrastruktur. Vores videre arbejde med denne tese har vist os, at dette også skaber et behov for en ændret kommunikationsform mellem faggrupper, ligesom det vil gribe kraftigt ind i logistikken omkring fremtidens byggerier. Ligeledes har vi registreret et behov fra arkitektens side for at arbejde med nye rumlige kvaliteter gennem total fleksibilitet i opbygningen af etageplanerne.

## Product on demand

MYRNA er udviklet i samarbejde med en af landets førende producenter af sandwichpaneler. Virksomhedens forskning har hjulpet os til at arbejde meget præcist med vores elementer. I vores proces samler man kompetencer i det samme produktionsled og får dermed endnu større kontrol og flere muligheder med MYRNA elementerne.

### Transport og montage

De færdige elementers størrelse bliver defineret i dialogen mellem arkitekt, plug in og producent, alt efter om der skal tages særlige hensyn til projektets koncept, omkostninger eller transport. Elementerne skæres derfor så de kan fragtes med lastbil, i container eller med zeppelin.

På byggepladsen bliver elementerne samlet af producentens egne montagetfolk. Det resulterer i en hurtig og effektiv byggeproces med minimum risici for fejl. Sandwichelementerne er lette, og er derfor håndterbare samt billigere at transportere.

## Materialer

### *Kernematerialer*

EPS og XPS er begge navne på højsolerende polystyren produkter. Polyuretans skum er et tokomponent produkt som enten kan leveres i væskeform eller som færdigt plademateriale. PURs opskummende egenskab kan bruges konstruktivt ved at lade PUR væsken skumme op mellem to fastholdte skindmaterialer. Derved opnås en sammenhæftning uden yderligere limning. Kernematerialets forskydningsfasthed og højde/tykkelse, konstruktionernes tryk/træk styrke og limens vedhæftning er de grundlæggende faktorer for sandwichpanelets konstruktive styrke.

### *Lim*

Limen, der anvendes, skal matche de berørte flader. Følgende limtyper er anbefalet af en polystyren producent: Polyuretanlim, silikone- og speciallim for styrencelleplast

### *Hudmaterialer*

Træ: Der findes forskellige opbygninger af træbaserede plader, hver med deres specielle egenskaber.

### *Fiberarmerede plastplader*

Fiberkompositternes store force ligger i, at man kan sammenbygge kompositter med meget specifikke egenskaber. Ved at blande forskellige typer af fibre og ved en retningsstyret oplægning af fibre kan man opnå meget stærke og lette materialer. Som binder kan f.eks. polyester eller epoxy benyttes. Inden for udviklingen af plantefibre forskes der i jute, hør, halm og hamp til brug i fiberkompositter.

### *Lydisolering*

Ligger i kernematerialet. Ønskes der akustisk regulering limes det på konstruktionen som et ekstra lag.

## **Indsatsområder**

Vores bosætningsmønstre har ændret sig fra at være overvejende stabil familiestruktur til at være omkringflyttende. Ud af den ene sammenhæng og ind i den anden. Specielt de unge og ældre lever i lange perioder i egen enebolig. Boligmassen skal tilpasse sig dette ændrede livsmønster. Tilsvarende former vores arbejdsliv sig efter nye parametre. Der er behov for fleksible rammer omkring erhvervslivet. Der ekspanderes og reduceres og bygningsmassen skal kunne følge med og transformere sig. Vi fortolker boligen som en tilføjelse i eksisterende kvarterer og arbejdspladsen som et princip for nybyggede etageejendomme.

### **Boliger under byens tage**

Der er en stigende fokusering og interesse for det potentiale, der knytter sig til ideen om at bebygge de uudnyttede loftskvadratmeter rundt om i landet. Boligerne bygges i forbindelse med allerede etablerede bebyggelse. Derfor er omkostningerne til infrastrukturelle krav minimale set i forhold til nybyggeri.

Med anlægningen af tagboligerne følger, at taget og forbindelsen til det underliggende hus renoveres. Arbejdet kan på denne måde være med til at forlænge husets samlede levetid. De boliger, der laves, etableres i områder som allerede er en del af et miljø. Der er butikker, daginstitutioner og liv.

I de store byer springer en særlig befolkningssammensætning i øjnene. I København bebos 50 % af boligmassen af en person. 47 % af københavnere er mellem 17 og 40 år.

### **Fortætning og omdannelse**

Hvordan bliver familiehuse frigivet til nye familier samtidig med, at de ejere, der ønsker at blive i kvarteret, får mulighed for det? Nye boliger kan opføres i skel og danne en fortætning i dele af kvarteret - evt. som ældreklaver med fælleshuse og flere boliger i de oprindelige huse.

Det er muligt og realistisk at gennemføre en fortætning og omdannelse af et parcelhuskvarter inden for de eksisterende finansieringsformer. Projektet kan gennemføres inden for de rammebeløb, som er gældende for andelsboliger og almennyttige ældreboliger, når et engangsbeløb indkalkuleres til køb- og anlægsudgifter.

### **Innovative mennesker på arbejde**

I innovative miljøer er der gode betingelser for udviklingen af nye tankesæt, nye tilgange til kendte problemstillinger, nye produkter, serviceydelser og forretningsområder etc. Her bliver arbejde til en fælles, projektorienteret udviklingsproces med flydende grænser mellem fritid og arbejde. Når udformningen af de fysiske rammer for et innovationsmiljø skal planlægges og projekteres, sker det ud fra den formodning, at al kreativ virksomhed er betinget af ideelle fysiske arbejdsbetingelser og den bedst mulige interaktion mellem

samarbejdspartnerne. Som eksempler på innovationsmiljøer ses IT-virksomheder, entreprenørkuvøser, bioteknologiudviklere samt design-virksomheder.

Figur 68. Princippet for kontorets planløsning er skabt ud fra et ønske om en åbenhed. Med en rig og markant differentiering af oplevelsesrummet. Medarbejderne skal kunne kommunikere i et frit miljø med rumdelinger, som giver privathed uden at stoppe den visuelle forbindelse til storrummet.



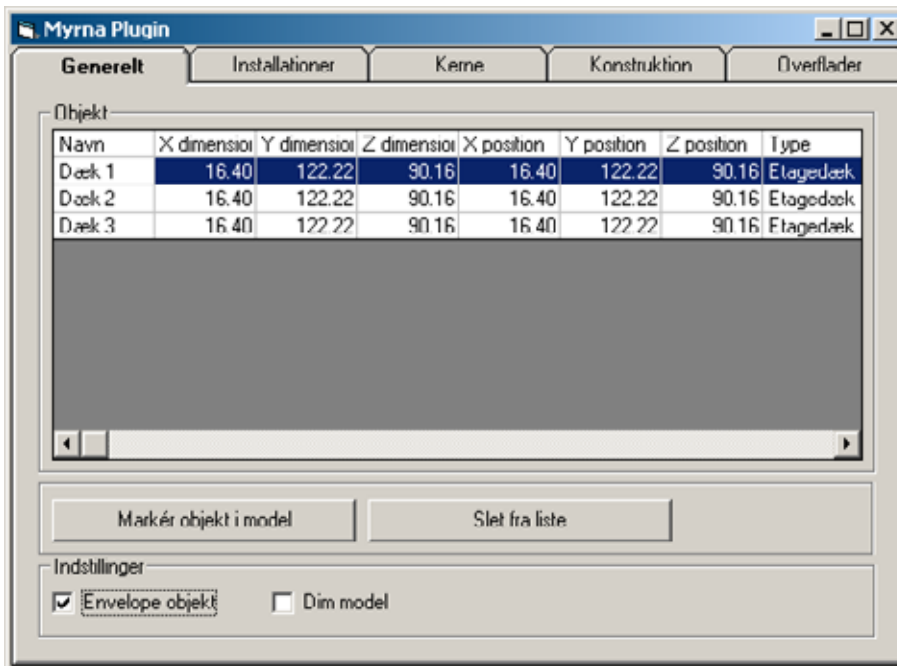
## Introduktion til MYRNA Plugin



### Det digitale led

Det digitale led i MYRNA processen er udformet som et plug-in. Et plug-in (fra engelsk: stikke ind, tilslutte) er et stykke software som indlæses i et andet program, f.eks. et CAD program, og som udvider mulighederne i moderprogrammet. Et plug-in er som regel et ekstra værktøjssæt, som moderprogrammet ikke havde med, da det oprindeligt blev udgivet.





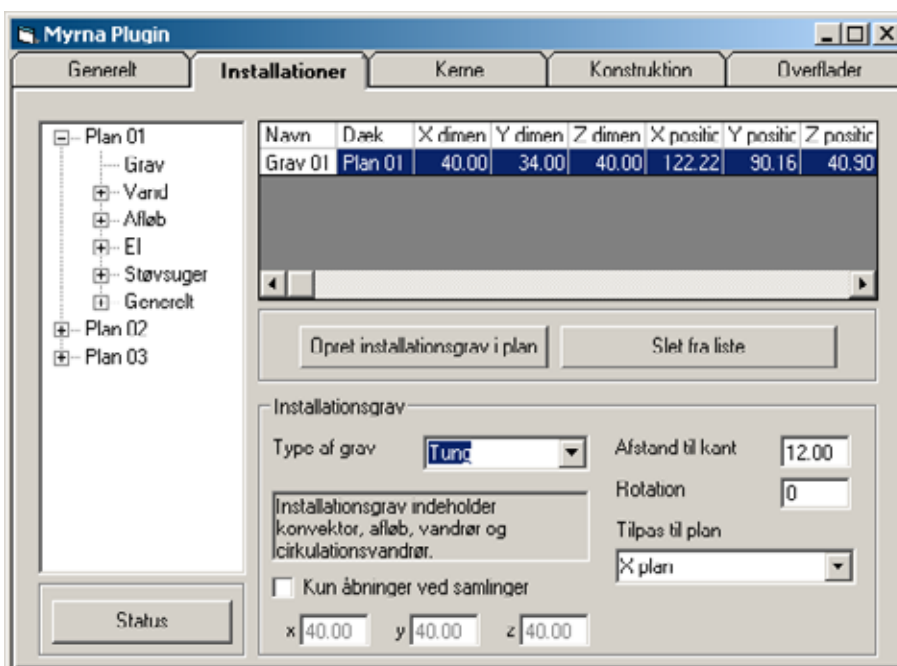
Figur 69. Et plug-in er et stykke software, som indlæses i et andet program, f.eks. et CAD program, og som udvider mulighederne i moderprogrammet.

### Myrna plug-in's primære opgave

Myrnas primære opgave er at holde styr på:

- Etageplanets konstruktion
- Etageplanets installationer
- Materialer
- Samspillet mellem a, b og c.

Det skal derudover holde styr på kommunikationen og formidlingen af filer mellem arkitekt og producent. På en måde kan man sige at plug-in'et skal fungere som en kæmpemæssig checkliste, der holder øje med forskellige områder af et bygningsværk i en CAD-tegning. Når plug-in'et har fået nok input fra brugeren, kan det udskrive de nødvendige filer, der skal bruges af producenten til at fræse og samle de forskellige paneler.



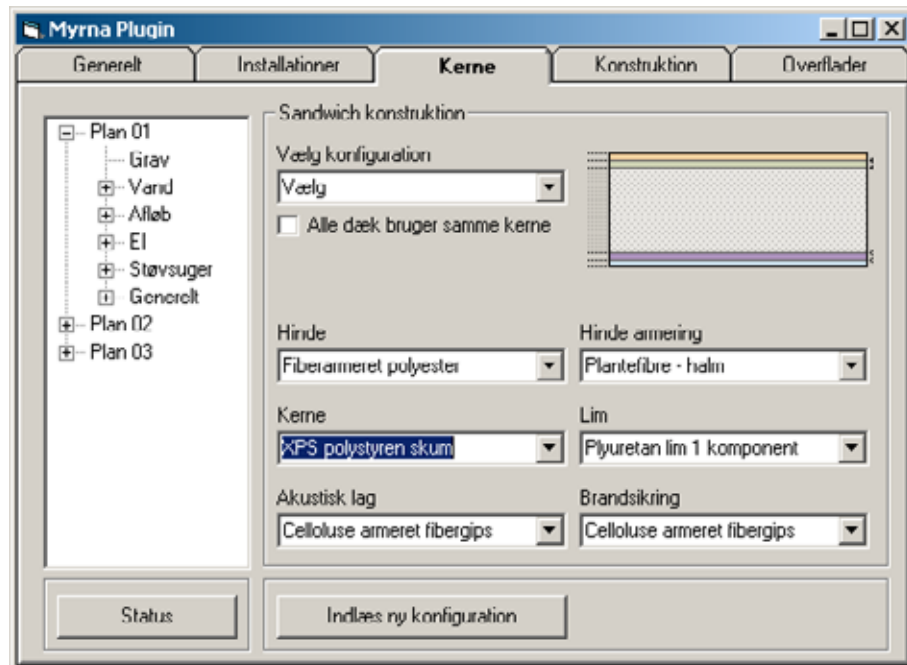
Figur 70. Når plug-in'et har fået nok input fra brugeren, kan det udskrive de nødvendige filer, der skal bruges af producenten til at fræse og samle de forskellige paneler.

### Processen

Vi lægger til grund at det aktuelle bygningsværk er blevet digitaliseret og ligger som en CAD tegning. I denne CAD tegning definerer brugeren et eller

flere objekter, der skal fungere som MYRNA-elementer - altså terræn-, etage- eller lofts-dæk. Disse objekter defineres yderligere via et simpelt grafisk interface, der er bygget op således, at brugeren reviderer de mest relevante informationer for elementet og de informationer, som er kritiske for at modulerne siden hen kan produceres. Når objekterne er tilstrækkeligt definerede bliver de verificerede af MYRNA Plug-in, således at brugeren kan se, at alle informationer omkring CAD tegningen er registreret korrekt.

Figur 71. Elementer (terræn-, etage- eller lofts-dæk) defineres yderligere via et simpelt grafisk interface, der er bygget op således, at brugeren reviderer de mest relevante informationer for elementet.

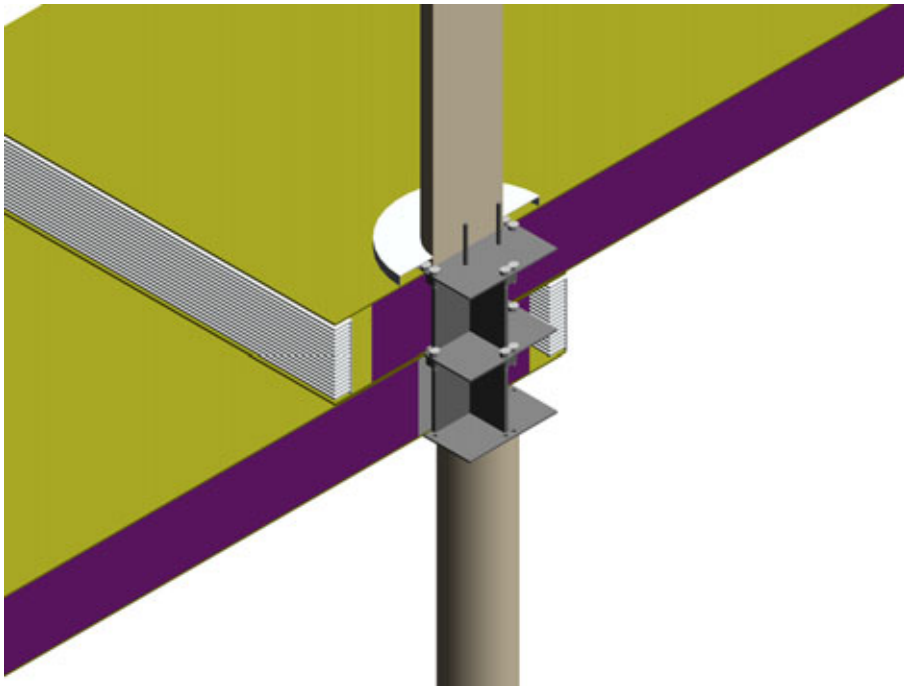


Herefter kan MYRNA Plug-In bistå med forslag til, hvorledes etageplanet skal opdeles i moduler og føringsveje skal lægges eller flyttes. Disse forslag tilrettes af brugeren, således at der tages hensyn til logistik og transport af enhederne fra producent til byggeplads. Forslaget sendes til producenten, der under hele processen har haft mulighed for at deltage i definitionen af MYRNA elementerne. Producenten kan samle op på brugerens input og giver løbende en tilbagemelding på de forskellige områder.

### Etagen som et nyt sted

MYRNA tilføjer nye kvaliteter til etagebyggeriet, idet de horisontale dæk bliver tildelt en aktiv rolle i rumdannelsen. Med de nye muligheder for industriel bearbejdning af form og overflader skabes et sammenhængende flow mellem form, installationer og rumlighed såvel i bolig- som i arbejdsituationer.

Med MYRNA er det muligt at flytte sig fra den rigide søjle/plade tradition og arbejde med niveauforskelle i gulv og loft samt eliminere gennemgående vådrums- og installationskerner. I større byggerier bliver der stillet store krav til indeklimaet og til de tunge installationer, der ofte kræver store dimensioner. Det bliver ofte løst i form af eksterne elementer, der bliver tilført byggeriet. For at opnå total frihed i den endelige rumlige formgivning bliver de eksterne elementer og klimatiske forhold integreret i MYRNA. Ved at arbejde med niveauspring, åbner det muligheden for at bearbejde kanten af MYRNA, hvor der f.eks. kan være udtag til ventilation, el og lys mm. Det kan lade sig gøre idet MYRNA-elementerne 'hænger' i specielt designede profiler, som bliver støbt sammen med søjlerne (boltet ved stålsøjler), og udgør derved en rammekonstruktion, der stabiliseres med kryds. Profilerne vil være skjulte, men kan tegnes så de bliver synlige og får en arkitektonisk værdi. Facaden hænges på profilerne således at MYRNA elementerne kun bærer sig selv og den belastning som påvirkes direkte på dækket. I situationer hvor facaden bliver trukket ind på dækket, bliver der indlagt forstærkninger i MYRNA.



Figur 72. Ved at arbejde med niveauspring åbnes muligheden for at bearbejde kanten af MYRNA, hvor der f.eks. kan være udtag til ventilation, el og lys mm.

Det lette sandwichpanel kan tilføre byggeriet nye udtryk. Sandwichpanelet er et forholdsvis nyt materiale i byggeindustrien og nuværende produktionsmetode er derfor endnu ikke indstillet til at opfylde byggeriets krav. I blandt andet vindmølle- og flyindustrien har sandwichpanelet vist sine mange kvaliteter og med omstilling af produktionen kan den indfri de nye krav, samt gøre det muligt at arbejde med krumme flader, som både har styrke og lethed.



# Composition

**Tinna Jensen**  
**Kasper Nielsen**  
**Mette Byskov Ovesen**  
Aalborg Universitet

## 3. præmie kr. 20.000

### **Dommerbetænkning**

Projektets koncept er baseret på et byggesystem i glasfiberarmeret umættet polyester (GUP) og er eksemplificeret gennem "et modernistisk udtryk"

Projektet har foretaget en grundig undersøgelse af en virksomheds eksisterende produktion og omsat analysen til et forslag til en ny byggekomponent. Projektet søger at udnytte et nyt materiale og en særlig produktionsform til et bygningsmæssigt koncept. Projektet demonstrerer en engageret og teknisk velfunderet proces.

Projektets vision vedr. arkitekters og designeres fremtidige virke i byggeindustrien er ikke inddraget klart i opgavebesvarelsen. Spørgsmål om materialets indvirkning på form og funktionalitet er ikke overbevisende. Problemer som afgangning, samlingsproblemer og isoleringsdetaljer burde været inddraget bedre i opgaven.

Projektdelegerne synes forførte af et virksomhedssamarbejde. Fascinationen af GUP har måske medvirket til en ukritisk anvendelse af materialet. Det er ikke lykkedes overbevisende at dokumentere komponenternes arkitektoniske og stofflige potentialer. Projektets udsagn, at systemets genkendelighed vil sikre arkitektoniske kvalitet, er ikke overbevisende.

Projektet tildeles en 3. præmie for sin gode bearbejdning og bærende ideer.

*På de følgende sider vises et uddrag af gruppens projektbeskrivelse. En fuld præsentation af projektet kan hentes på: [www.nyindustrialisering.dk](http://www.nyindustrialisering.dk)*

## Koncept

Composition er et byggesystem med høj arkitektonisk kvalitet på alle niveauer inden for det modernistiske udtryk. Udtrykket er svævende eksklusive enfamiliehuse med et enkelt, elegant og minimalistisk udtryk. Konceptet er en nytænkning af boliger kombineret med et byggesystem med integreret fleksibilitet lavet i et "nyt" materiale i byggebranchen. Personal branding integreret i det arkitektoniske udtryk og i planen. Composition imødekommer det stigende krav om individualisme og er let at bygge ud og bygge til, hvilket opretholder boligens værdi for fremtidens brugere. Der kan skabes individuelle planer og arkitektoniske løsninger til hver bolig. Ydervægge i 2/3 tykkelse af traditionelle ydervægge, der kan bære flere etager og de klimamæssige egenskaber lever op til normkravene. I takt med at disse krav ændres, tilpasses fremstillingen af nye komponenter uproblematisk.

Figur 73. Composition er et byggesystem med høj arkitektonisk kvalitet på alle niveauer inden for det modernistiske udtryk. Udtrykket er svævende eksklusive enfamiliehuse med et enkelt, elegant og minimalistisk udtryk.



Composition er let og hurtig at montere - en lille kran, tre mand, to dage og huset er lukket af! Ingen hensyntagen til vejrlig under montage. Det består af industrielt fremstillede komponenter med øget produktivitet og minimalt spild til følge.

- Punktfundamenter minimerer gravearbejde og annullerer fundamentsstøbning.
- Standardiserede løsninger til minimering af byggesjusk.
- Komponenter som bestillingsvare, evt. lager hos byggemarkeder.
- Mulighed for at købe reservedele til Composition hos disse.

Alle komponenter kan efterbearbejdes med traditionelt håndværktøj. Bærende vægelementer udskiftes let, enkeltvis eller flere samtidig, i takt med brugernes skiftende behov. Derudover er mængden minimal samtidig med lavt energiforbrug under fremstilling og transport. Næsten intet vedligehold. Lavere totalomkostninger end ved konstruktioner i stål og beton. Composition er løsningen til værdioptimerede industrielt fremstillede énfamiliehuse i fremtiden!

## Komponentserie

Systemet giver utallige muligheder for arkitektoniske udtryk, men den præsenterede arkitektur er tiltænkt at vise det smukkeste formsprog. Der er tale

om modernistisk stil med hvide vægge, fladt tag osv. Bygningskroppenes længde varierer, mens højde og bredde er fast. Den indvendige bredde er 7,2 meter, da dette giver mulighed for at placere to værelser i bredden med en gang i mellem. Den indvendige højde er 2,7 meter da dette mål, sammen med de 7,2 meter skaber smukke proportioner. Såvel tag- som vægelementer er 1,2 meter brede, da dette mål passer i modul og samtidig giver tilfredsstillende fleksibilitet i udbygning af huset.



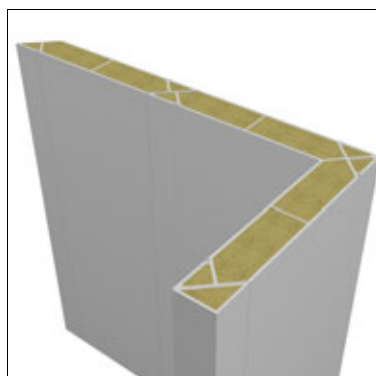
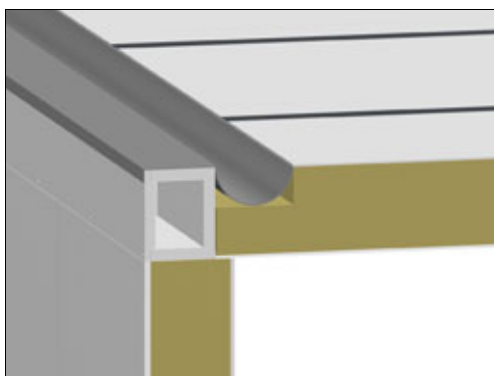
Figur 74. Muligheden for udvidelse er essentiel med hensyn til mulighed for værdiopretholdelse i fremtidens boliger. Et Composition-hus kan nemt udvides, da det står på søjler, så der ikke skal støbes fundament under hele huset.

### System

Gennem standardiserede løsninger fremstilles komponenter, der enkelt og hurtigt samles på byggepladsen. Risikoen for byggesjusk mindskes, der bliver mindre spild, færre fejl og derved højnes effektiviteten. Langt de fleste traditionelle arbejdsgange, der medfører risiko for nedsættelse af effektiviteten, undgås. Bidragende hertil er også, at systemet kan monteres uden hensyntagen til vejrlig, da isolering er pakket ind og GUP ikke kan optage vand. Når et hus bestilles, fremstilles det nøjagtige antal komponenter hurtigt på fabrikken og fragtes til byggepladsen

### Komposit - Fiber - Polyester

Der er en række gode egenskaber ved GUP, der gør det optimalt at bygge med dette materiale. Det har en lav egenvægt (1/5 af stål), og god termisk isolering. Varmeledningsevnen ligger nede omkring træ, hvilket betyder at der ikke opstår kuldebroer ved brug af materialet. Derudover er der heller ikke behov for dampspærre, da materialet ikke kan optage eller transportere fugt. Den lave egenvægt og store styrke gør, at det er let at montere og bevirker, at det kan spænde langt.



<< Figur 75. Der skæres en udsparring i dækkomponenten, der fungerer som tag, og der placeres et GUP-tagrendeprofil.

< Figur 76. Da væg- og dækkomponenterne fremstilles med vinklede sider, er det nødvendigt at afslutte en vægflade med en trekant, der bevirker at enden er vinkelret.

### Sampling - Hus

Composition er et system til opførelse af råhus. Til færdiggørelsen af huset bruges sampling-princippet, da der ikke er noget formål med at designe nye komponenter, der allerede eksisterer og fungerer godt.

### Materialebeskrivelse

Kompositmaterialer har i de seneste årtier vundet stadig større terræn indenfor stort set alle brancher. Dette kan forklares ved at basismaterialernes generelle egenskaber er blevet forbedret gennem produktudvikling, som har

muliggjort en mere målrettet anvendelse, hvor sikkerhedsfaktorerne kan reduceres til realistiske niveauer.

Materialet har en række egenskaber der gør det fordelagtigt at benytte i byggeri. F.eks.:

- stor styrke og lav vægt
- lav varmeledningsevne
- gode brandtekniske egenskaber
- gode miljømæssige egenskaber
- let at bearbejde.

Det nødvendige energiforbrug ved fremstilling er kun  $\frac{1}{4}$  af energiforbruget ved fremstilling af stål. Matrixmaterialerne er stabile og svært nedbrydelige og udgør ikke nogen trussel for miljøet. Miljøet bliver samtidigt sparet for belastninger på grund af materialets ringe vægt og ringe behov for vedligehold. Matrixmaterialet polyester er et biprodukt fra oliefremstilling.

## Idégrundlag

Ideen om byggesystemet udspringer fra et tidligere udarbejdet projekt, der arbejder med By og Boligministeriets Projekt Hus og vigtigheden af værdiopretholdelse. I projektet udvikles et koncept, som skal sikre værdiopretholdelse af fremtidens enfamiliehus gennem et byggesystem kombineret med multifunktionalitet.

### Baggrund

Fremtidens brugere analyseres for at klarlægge deres krav og værdier, og der gives et bud på fremtidens samfund. Ud fra de forskellige analyser fastlægges kravene til fremtidens enfamiliehus. Det handler om muligheden for individualisme og personal branding, samt muligheden for at dele større boliger op i mindre enheder for at imødekomme en bymæssig udvikling.

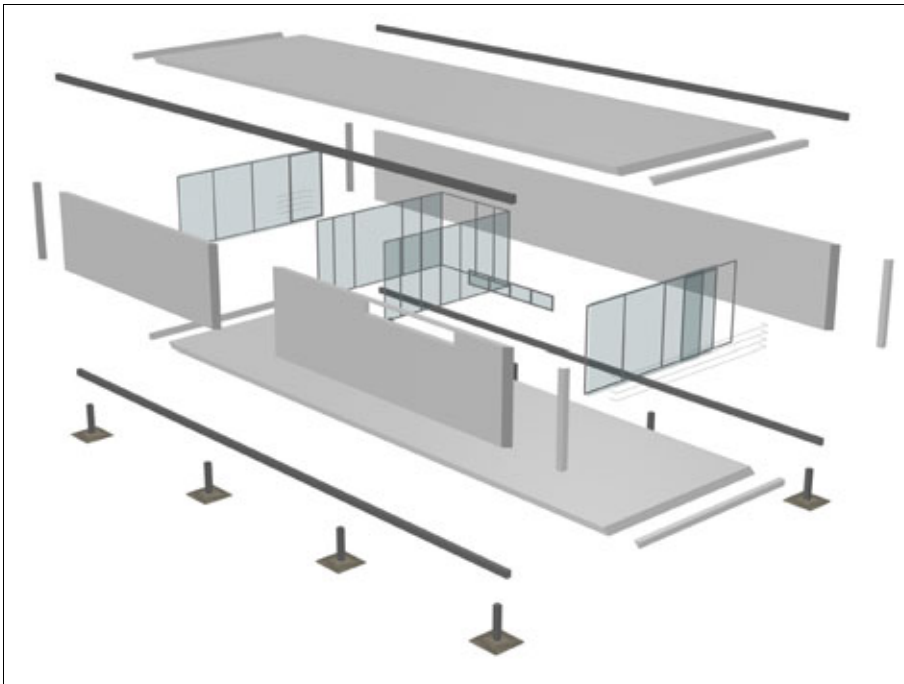
Figur 77. Systemet skal give talrige muligheder for individuelle plan og facadeløsninger.



### Arkitektoniske krav

Systemet skal give talrige muligheder for individuelle plan- og facadeløsninger, samtidig med at boligens samlede areal, facader, indretning og funktionalitet kan ændres med brugerens ændrede behov. Gennem et stort spekter af muligheder indenfor valg af rums sammensætninger og facadeåbninger skal det være muligt at skabe et individuelt hus til hver bruger. Uanset hvordan systemet er anvendt til at bygge et hus, skal der være en tydelig stil, der gør systemet genkendeligt. Dette skal bevirke, at der opnås generel høj arkitektonisk kvalitet.





Figur 78. Gennem et stort spekter af muligheder indenfor valg af rumsamensætninger og facadeåbninger skal det være muligt at skabe et individuelt hus til hver bruger.

### **Tekniske krav**

De forskellige muligheder, systemet skal kunne opfylde, stiller en række krav til de mere tekniske detaljer, som udformning af de enkelte komponenter. Især kravet om, at vægelementerne skal kunne skiftes enkeltvis, sætter specielle krav til deres samling med de resterende komponenter. Alle komponenterne skal være lette at producere og transportere, og selve monteringen skal kunne håndteres af to-tre mand og brug af mindre maskiner. Antallet af forskellige komponenter skal være så lavt som muligt, hvilket resulterer i standardisering. Standardiseringen fordrer mulighederne for industriel produktion af systemet, og er derved medvirkende til at sænke prisen. En anden prisreducerende faktor er enkelheden i forbindelse med monteringen og håndteringen af de forskellige komponenter. Det skal være nemmere og derved også hurtigere at bygge med systemet i forhold til traditionelle byggematerialer.

### **Virksomhedssamarbejde**

Virksomheden Fiberline og deres produkter kom meget hurtigt ind i projektet, og det betød at skitseprocessen kunne målrettes mod det specifikke materiale. Vi forklarede firmaet om vores opgave og de ideer som allerede var på bordet. Tilgængæld hjælp de os med at forstå mulighederne og begrænsningerne i selve materialet og produktionsprocessen.



# Box Bad

**Anette Rahbek Hansen**  
**Rikke Oksbjerg Ullersted**

Arkitektskolen i Aarhus

## 3. præmie kr. 20.000

### **Dommerbetænkning**

Projektet er baseret på en optimering af badeværelset som en komponent.

Der er tale om et gør-det-selv koncept baseret på ønsker om at optimere et kompliceret og sammensat produkt. Projektets særlige pointe er, at komponenten skal kunne købes og sammensættes af mindre enheder. Overvejelserne om komponentens størrelse i forhold til transportforhold er gode, og det virker overbevisende, at samlesættets dimensionering er detaljeret i forhold til en vinduesåbning. Desuden bør projektet fremhæves for sit materialevalg samt for den grafisk tydelige beskrivelse af montagen og den industrielle proces. Projektet belønnes derfor med en 3. præmie.

I komponentens specifikationer er der imidlertid en række udeståender: Bundkarret, der kun forefindes i tre størrelser, giver ikke tilstrækkeligt individuelle muligheder, ligesom de tre planløsninger ikke virker overbevisende. De tekniske installationers efterfølgende montage forekommer ikke velovervejet, alternativt burde montagesituationen være uddybet. Sandblæsning i bruseområdet til modvirkning af glat overflade, virker ikke som værende tilstrækkelig, og krydsfinerplader i loftet er et uhensigtsmæssigt valg.

Projektet tildes en 3. præmie for sin gode bearbejdning og sine bærende ideer.

*På de følgende sider vises et uddrag af gruppens projektbeskrivelse. En fuld præsentation af projektet kan hentes på: [www.nyindustrialisering.dk](http://www.nyindustrialisering.dk)*

Der er i Danmark ca. 200. 000 boliger uden egentligt badeværelse, og en stor mængde eksisterende badeværelser trænger til at blive fornyet. Renovering er et stort marked med mange muligheder. Det skønnes, at der indenfor sanering, byfornyelse, reparation og vedligehold omsættes for 49 mia. kr. årligt. Hertil kommer, at der desuden er et stort potentielt marked i Østeuropa, hvor mange boliger er nedslidte og trænger til renovering.

## Baggrund

I dag anvendes elementbadeværelser primært i etageboligbyggerier i forbindelse med nybyggeri og renoveringsopgaver, og oftest kun ved større byggerier. Dette skyldes, at produktionsomkostningerne ved mindre leveringer giver en høj stykpris. En af de mange fordele ved det præfabrikerede elementbadeværelse er, at kvaliteten er ensartet og produktionen er rationel og effektiv.

## Problemstilling

### Præfabrikation kontra tradition

En undersøgelse af vådrum produceret på traditionel vis peger på, at der i hovedparten af baderummene er svigt i vægge og gulvkonstruktioner eller ved installationsgennemføringerne, hvilket giver fugtskader mm. Igennem mange år har det været god byggetradition at udføre vådrumsgulve i beton. Gulvene er tætte men tunge, hvilket ved renoveringssager ofte kræver en forstærkning af de eksisterende konstruktioner. Ved støbning af betongulve i eksisterende byggerier tilføres der desuden fugt, hvilket kan være til skade for etageadskillelserne og de eksisterende konstruktioner. Et andet problem ved beton er behovet for tid til hærkning, hvilket giver en lang byggetid.

Figur 79. Opgavens overordnede mål har været at udvikle et funktionelt baderum af høj kvalitet, som samtidig har en designmæssig kvalitet og identitet.



### Målsætning

Det er vores ønske, at det endelige produkt kommer til at fremstå velproportioneret og harmonisk. Et produkt som både kombinerer slutbrugerens krav og behov og opfylder de funktionelle, produktionsmæssige og konstruktive krav. Opgavens overordnede mål har været at udvikle et funktionelt baderum af høj kvalitet, som samtidig har en designmæssig kvalitet og identitet på »trods af«, at det er præfabrikeret. Baderummet skal kunne bruges til både nybyggeri og renoveringsopgaver - og kunne sælges i mindre serier.

Det har været vigtigt at designe et præfabrikeret badeværelse, som kombinerer egenskaberne i de tunge baderum (vandtæthed mm.) med vægten i de lette baderum, og som kan anvendes i såvel nybyggeri som ved renovering. Under udviklingen af elementbadeværelset har vi desuden arbejdet på at reducere udgifter i så mange led som muligt. For at kunne reducere transportudgifterne er badeværelset udviklet, så det kan pakkes i en kasse på 150x250x50 cm. Dette giver plads til op til 30 kasser (usamlede badekabiner) på en blokvogn, hvilket er op til 5 gange så meget som de eksisterende. Ved indføring af et standardiseret system, vil man kunne producere til lager, og dermed forkorte leveringstiden væsentligt. Det har været en forudsætning for opgaven, at arbejde med standardisering og præfabrikation, da der som tidligere nævnt er mange fordele herved.

## Koncept

Mange forbinder ofte ordet »præfabrikation« med noget negativt. En stor del af projektets »succes« afhænger derfor af at få overbevist hovedsageligt arkitekterne/entreprenørerne om, at der er mange muligheder og fordele ved at vælge præfabrikerede badeværelser til et byggeri eller en renoveringsopgave.

Fleksibilitet og individualisering er stadig muligt omend inden for visse grænser. Valgfriheden for arkitekten/entreprenøren består i at sammensætte elementerne og vælge overflader, materialer og sanitet. Vi har derfor gjort os nogle overvejelser omkring, hvordan distribution og salg af BOX BAD kunne foregå:

Indkøb gennem 3D-program, hvor arkitekten guides igennem via ledende spørgsmål. Den valgte sammensætning, endelig pris og vægt vises desuden. 3D programmet kunne principielt minde om Ikeas "indret dit eget køkken", hvor der er en planlægningservice og nogle indretningsværktøjer.

## Produktbeskrivelse

Badekabinen kan leveres usamlet, delvis samlet eller færdigsamlet. Usamlet er den lettere at transportere, idet den fylder mindre. Usamlet vil kassen desuden kunne komme ind i en eksisterende bygning gennem et vindueshul der passer med højden af et dannebrogsvindue, når kassen stilles på højkant. Det vil dog kræve en kran for at få kassen op og ind i rummet. Kassen kan også åbnes på jorden, og de enkelte dele kan bæres ind del for del. Om man vælger den usamlede, den delvis samlede eller den færdige udgave vil afhænge af pris, antal styk, byggepladsens karakter samt hvor langt den skal transporteres. Vi forestiller os, at der uddannes et specialsjak på 2 mand, som sendes med og samler og monterer produktet på stedet. Den usamlede model vil i de fleste tilfælde være den billigste løsning, idet vi skønner, at selve monterings-tiden på sigt vil komme ned på 3-4 timer.

### Bundkaret

Bundkaret er det element, som kræver flest opstartsomkostninger, idet der kræves et værktøj per størrelse kar, der produceres. Vi anskuer, at der vil blive produceret 3 standard bundkar, hvor hver bund er dimensioneret således, at det passer i et bestemt modul, der går op med vægmodulets 100 cm. De indvendige mål på det mindste kar er 140x140 cm, det mellemste er 140x240 cm, og det største er 240x240 cm. Det største kar er desuden stort nok til, at der kan laves handicapvenlig indretning. Karet er dybtrukket i rustfrit stål og lagt ned i en polyuretan skum, hvor der er ilagt gulvvarme. Skummet virker både varmeisolerende, stabiliserende og lyddæmpende. Karet placeres vandret på den eksisterende gulvflade, oven på strøer der virker

nivellerede og løfter bunden således, at der er plads til gulv afløbet og vandlåsen. Karret har følgende egenskaber:

- Styrke og stivhed
- Brandhæmmende
- Sikrer mod fugtgennemtrængning eller fugtnedbrydning
- Billigt ved masseproduktion
- Lav egenvægt på 76 kg
- Vandtæt idet der ingen samlinger er.

Bruseområdet og den yderste skal af gulv afløbet er trukket i fremstillingsprocessen. Bunden er formet således, at der er et fald mod gulv afløbet (1 % hældning for hele fladen samt yderligere 1 % hældning i bruseområdet). I bruseområdet er overfladen desuden sandblæst og formet således, at gulvet ikke er glat, når det er vådt. I karet er der desuden indstøbt en afsats samt huller/samlinger, hvori skelettet til vægmodulerne placeres og stabiliseres.

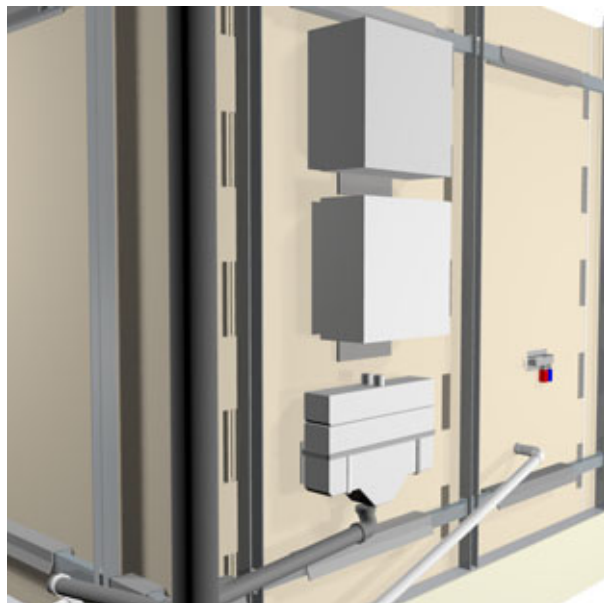
Af hensyn til montage og evt. rotation af karet ved placeringen på gulvet kræves der en bufferzone på 30 cm langs den ene side. Denne zone udgør et hulrum mellem badeværelset og den eksisterende væg, hvor alle installationer og cisterne placeres. Der indbygges desuden 2 skabe, som kan bruges til opbevaring. Fjerner man en kile, kan det nederste skab tages ud af væggen, således at man kan servicere cisterne, vandfordeler og øvrige installationer.

### Vægmodulet

Alle vægelementerne har indvendige mål på 220x100 cm og en vægt på 70 kg. Hjørneelementet har indvendige mål på 20x20x220 cm. Elementerne er opbygget af 6 mm fiberbetonskaller med en 5 cm opskumning i midten. Forduden at have en stor styrke og en lav egenvægt har fiberbetonen den fordel, at den hæmmer brand, ikke rådner og kan leveres med mange forskellige overflader (glat, struktureret, malet, indfarvet, sandblæst, afsyret, poleret).

Fordelen ved fiberbetonmodulerne er, at de er lette at efterbearbejde, så der efterfølgende kan skæres ud til vinduer eller andet. Der er desuden indlagt 10 cm overlap gulv og vægge imellem. Elementerne leveres med monterede beslag og kobling til sanitet. Vask og toilet tilkobles installationerne bag den væg, hvorpå de er monteret. I det mindste badeværelse placeres cisternen til det væghængte toilet på samme væg som de øvrige installationer. I de større badeværelser er der flere variationsmuligheder for placering af saniteten. Ventilation og udsugning placeres på loftet.

Figur 80. Elementerne leveres med monterede beslag og kobling til sanitet. Vask og toilet tilkobles installationerne bag den væg, hvorpå de er monteret.



## Fordele ved produktet

Udbyttet ved anvendelse af det lette præfabrikerede baderum er et funktionelt, flot badeværelse af høj kvalitet, som er vandtæt, slidsstærkt og hurtigt at montere. Hvis en effektiv produktion og distribution opbygges, vil badeværelset kunne leveres til en pris, der totaløkonomisk er konkurrencedygtig og til dels billigere end tilsvarende badeværelser udført på stedet. Det præfabrikerede badeværelse har desuden væsentlige funktionelle og æstetiske gevinster.

### *Brugeren:*

- Funktionelt badeværelse
- Ingen sundhedsskadelige materialer
- Materialer med lang levetid og lille vedligeholdelse
- Mulighed for udskiftning af et eller flere elementer
- Minimalistisk og tidløst design.

### *Arkitekten/entreprenøren/bygherren:*

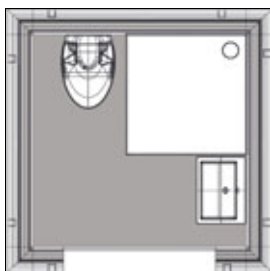
- Variation og kombinationsmuligheder
- Enkel projektering
- Lavere pris (pga. rationel produktion og øget konkurrence)
- Indsamlet erfaring kan anvendes næste gang.

### *Producenten:*

- Større marked idet produktet kan eksporteres
- Transportbilligt pga. lavt volumen
- Muligt at udbygge systemet.

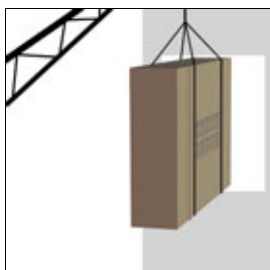
## Scenario

BX arkitekter har fået en renoveringsopgave af en ældre ejendom med 10 lejemål, hvor der skal installeres badeværelser på den tidligere bagtrappe. BX har gode erfaringer med BOX BAD 3D, der er et specialdesignet computerprogram, som kan finde den mest optimale baderumsløsning ud fra nogle givne kriterier:



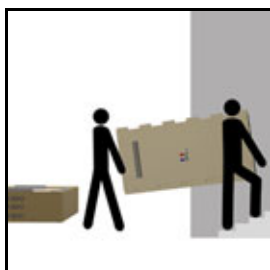
Størrelse, vægt og materialer vælges. Samlet pris gives. BX oplyses om leverings- og monterings-tid.

Ordren sendes til producenten. Alle delene ligger på lager. Evt. ændringer justeres, og de pakkes i et bundkar og en transportkasse.

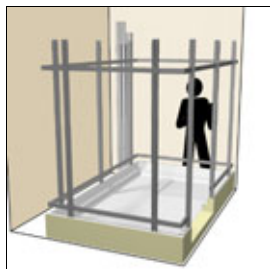


De ti kasser pakkes og køres på en blokvogn til stedet. Ved samme lejlighed leveres 15 kasser til et andet sted.

En kran løfter BOX BAD ind af en vinduesåbning. En enkelt kasse åbnes på jorden, og herfra bæres delene ind i lejligheden.

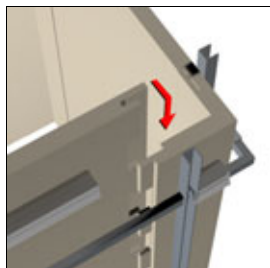


To BOX BAD medarbejdere skiller transportkassen ad. Delene pakkes ud og lægges uden for rummet.

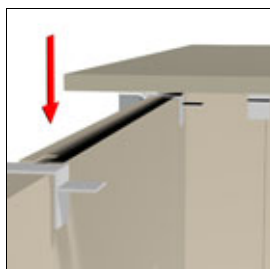


Bunden placeres i rummet. Afløbet tilsluttes og åbninger tilpasses. Hovedvandfordeleren monteres på den eksisterende væg i installationsiden.

Stålskelettet monteres i bundkaret. Alle dele er nummereret således, at delene monteres de rigtige steder.



Montering af hjørne- og vægmoduler. Der startes i et hjørne og derefter monteres der høje om. Installationerne tilsluttes løbende.



Den ene loftsplade monteres. Ventilationen placeres herpå og tilsluttes. Den anden loftsplade monteres.



Sanitet og armatur skrues fast på de formonterede dele. Tilbehøret sættes op. BOX BAD er nu klar til brug.



# Arkilift

**Anders Lou Bendtsen**  
**Jeppe Christiansen**  
**Brian Scanni**  
**Mikkel Voldbjerg**

Kunstakademiets Arkitektskole

## 3. præmie kr. 20.000

### **Dommerbetænkning:**

Projektet foreslår et „Byggeriets samlingspunkt“, hvor komponenter samles til rumstore konstruktioner. Projektet forestiller sig, at byggefabrikken bliver et videnscenter for byggeriets udøvende parter, og at det vil virke rationelt og ressourcebesparende gennem sin kontrollerede proces.

Projektets grundlæggende idé med byggefabrikken og de rumstore komponenter bedømmes af dommerkomiteen som værende i overensstemmelse med prisopgavens intentioner. Projektet er fantasifuldt, men har en utilstrækkelig bearbejdning af både komponenterne og deres tilvirkning.

Projektets inddragelse af IT-teknologi i form af en www-komponentbank er kendt og kunne være udbygget ved at vise bud på, hvordan eksistensen af sådan en bank kunne have påvirket designprocessen. Yderligere kunne sammenhængen mellem materialevalg og arkitektonisk kvalitet være bedre beskrevet.

Projektet tildes en 3. præmie for sin gode bearbejdning med sine bærende ideer.

*På de følgende sider vises et uddrag af gruppens projektbeskrivelse. En fuld præsentation af projektet kan hentes på: [www.nyindustrialisering.dk](http://www.nyindustrialisering.dk)*

## Rummet som byggekomponent

Denne besvarelse på opgaven baserer sig på at introducere en ny platform, hvorfra arkitekten i samarbejde med byggeriets øvrige parter, kan finde sammen om at udvikle en ny arkitektur, hvor fokus er lagt på rummet – med rummet som byggekomponent. I besvarelsen har vi bl.a. søgt at kombinere så forskellige "virkemidler" som luftskibe (Cargoliftere), der konstrueres med det formål at transportere store volumener over lange afstande, byggematerialer i nye lette, stærke og ressourceøkonomiske plantefibermaterialer og naturligvis IT.

Figur 81. Kan vi producere hele rum eller rumforløb som komponenter, åbner der sig nye muligheder for arkitekturen. Vi forestiller os en arkitektur, der hverken er en sammenstilling af traditionelle byggeelementer eller et på forhånd afrundet bygningsvolumen, men derimod en addition af rumlige byggekomponenter.



### *Rummets helstøbthed*

Med industrialiseringen er helstøbtheden i bygningsmassen gået tabt. Resultatet af industrialiseringen har indtil nu været, at opbyrningen og sammenstykningsen af rummet sker på industriens præmisser. Vi ønsker igen at producere helstøbte rum. Rum på rummets præmisser.

### *Rumbehov fremfor ydre form*

Fremtidens arkitekter bør tænke mere i brugerens rumbehov end den afgrænsede bygningskrop. Arkitekturen bliver sammenstillinger af rum frem for huse.

### *Fra m<sup>2</sup> til m<sup>3</sup>*

Tænker man arkitekturen som stabling af rumlige volumener, åbner der sig nye muligheder for at tænke og bearbejde rum og bystrukturer i 3 dimensioner. 3D lokalplaner kan sørge for at funktioner mixes, og at byen i stigende grad tænkes kompakt og i højden.

### *Fra rum til rumforløb*

Rumkomponenter som f. eks. Conbox er begrænsede af vejbredder med meget få rumlige variationer og muligheder til følge. Med nye transportformer som Cargoliftere åbnes muligheden for rumlige komponenter i en ny skala.

## Byggeriets Samlingspunkt

Stedet hvor bygningsdele af forskellig forarbejdningsgrad bliver samlet til et hele. Skabelsen af rumligheder, samarbejde og innovation vil være nøgleord på dette sted. Det er stedet hvor byggeriets parter kan mødes på neutral

grund og sammen udvikle arkitekturen og de tekniske løsninger til gavn for brugerne. Det, vi ønsker at skabe, er et nyt sted for idéudvikling og produktion af rumkomponenter - et enhedsværksted eller et "Byggeriets samlingspunkt". Her skal komponenter af forskellig forarbejdningsgrad samles til helstøbte rum og rumforløb. Som inspirationskilder bør nævnes skibsværfts- og bilindustrien, hvor netop design og produktion er samlet under en hat.

Samlingsstedet fungerer som et nyt forum for vidensdeling og rumudvikling mellem arkitekter, ingeniører, bygherrer og øvrige deltagere i designprocessen. Det kunne danne ramme om skiftende arbejds teams til skiftende opgaver, men med en praktisk ledelse som fast tilknyttet sted. Dette garanterer en erfaringslagring og vidensdeling på stedet. En lang række organisationsformer for dette byggeriets videnscenter kunne tænkes. Staten og byggeriets parter kunne gå sammen om dette projekt. Alle har interesse i en rationalisering af byggeprocessen, da der både er store samfundsøkonomiske gevinster og muligheden for en forøget kvalitet i byggeriet at hente. En deling af ledelsen kunne resultere i, at alle parter mødes på så at sige neutral grund.

#### *Arkitekten på sidelinien*

Arkitekten er i rationaliserings- og standardiseringsprocessen blevet udfaset af byggeprocessen. For at vinde den tabte indflydelse tilbage, må han kende produktionsapparatets muligheder og begrænsninger og indgå i et tættere samarbejde med byggeriets øvrige parter.

#### *Energiforbrug*

Byggeriets energiforbrug er stort. I Fremtiden bør produktion og byggeplads i højere grad forsynes via alternative energikilder og energispild minimeres.

#### *Byggesjusk*

Den uigennemtænkte sammenføjning mellem industrielle byggekomponenter og det håndværksmæssige samt de dårlige arbejdsforhold på byggepladsen resulterer alt for ofte i byggesjusk.

#### *Fleksibilitet i produktionsapparatet*

Industrialiseringen har hidtil medført en ensartethed og monoton i arkitekturen, da byggekomponenterne skulle fremstilles i store serier for at være prisbillige. Dette er på vej til at ændre sig med indførelsen af IT i produktionen. Der er dog lang vej endnu og arkitekten bør presse på denne udvikling.

#### *Økonomi*

Byggeriet er i dag i høj grad styret af økonomien. Arkitekten er nødt til at arbejde indenfor en begrænset økonomis rammer. Kan vi finde nye måder, hvorpå økonomien holdes, men en bedre kvalitet af produktet opnås?

#### *Markedsføring*

Arkitekten har mistet sit fingeraftryk på store dele af bygningsmassen. Dette kan til dels tilskrives arkitektens manglende evne til markedsføring. Typehusene kan bygherren umiddelbart forholde sig til, da det endelige produkt kan bedømmes før det købes. Arkitekten har brug for en platform, hvorfra han ved hjælp af IT og 1:1 modeller kan markedsføre sit produkt

## De nye rumskabende materialer

Rumkomponenterne vil blive udformet som konstruktioner i nye materialer. Nye lette og superstærke kompositmaterialer er allerede i produktion og videreudvikles stadig i en mere ressourceøkonomisk retning.

Fiberplast er et materiale, som besidder disse egenskaber. Fiberline Composites A/S i Kolding er en af de førende virksomheder i verden på dette felt. De producerer fiberarmerede plastprofiler med samme styrke som stål, men med en vægt på kun en femtedel heraf. Deres profiler er primært brugt på boreplatforme, transformerstationer og transportable broer i alperne. Disse broer flyves væk i vintersæsonen på grund af lavinefaren.

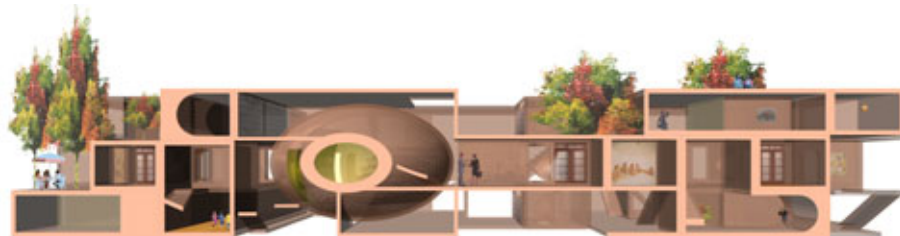
På Risø forskes i brug af plantefibre, som med tiden vil erstatte kul- og glasfibre. Plantefiberprodukter i mere eller mindre forarbejdet form vil blive et af fremtidens materiale. Den store formbarhed og høje styrke udnyttes allerede i bilindustrien. Således er interiøret i de nye Mercedes biler formpresset i plantefibre. Også plasten udvikles i en miljørigtig retning - i løbet af de kommende år vil bioplast overtage konventionel plasts rolle.

Brug af tekstiler som sejldug og pneumatiske konstruktioner som nye byggekomponenter er oplagte på grund af deres lethed. Solceller integreret i glasfacader kan give store reduktioner i bygningens energiforbrug. De kan bruges på en arkitektonisk bevidst måde. På langt sigt vil nanoteknologien muliggøre mikroskopiske celler, som integreres i glassets molekylstruktur.

Der ligger et stort potentiale i at kombinere high tech med low tech i byggeriet, så man på passende vis prioriterer, hvor de dyre intelligente komponenter indbygges, og den billige letforarbejdede masse skal fyldes ind. Halm kunne for eksempel kombineres med en bærende konstruktion af fiberplast – resultatet ville blive rumvoluminer i flere etager, med et bærende skelet og dæk i fiberplast og flytbare skillevægge/møbler i halm. Vægpanelerne kunne udformes i formpressede plantefibre, som giver nye muligheder for en frihed i rummets udformning – krumme flader, som giver styrke etc.

Med den nye lette arkitektur rejses diskussionen om tyngde kontra lethed. Hvordan er det at opholde sig i et meget let rum. Er der et basalt tryghedsbehov hos mennesker som bedst opfyldes i det tunge murede rum? Man kunne tænke sig, at de nye rumkomponenter er udformede med hulrum, som alt efter deres placering kunne påfyldes med "tungt" materiale. Jord, sand eller vand kunne virke som varmelagre og skabe tyngde i rummet.

Figur 82. Rummet kunne i højere grad opfattes som et stort møbel, hvor nicher af forskellige størrelser formpresses og danner ramme om forskellige aktiviteter.



Også nye intelligente glasfacader vil blive en del af fremtidens bygningsmasse. Nanoteknologi og flydende krystaller kan på langt sigt muliggøre levende interaktive facader, som danner interface mellem det enkelte rum og bystrukturen.

## De nye redskaber, IT i rummets tjeneste

I Erhvervsfremmestyrelsens rapport fra 2001, "IT i byggeriets fremtid" slås det fast, at der er brug for en koordineret IT-infrastruktur i byggeriet. I denne rapport fokuseres i særligt grad på produktkvalitet, fejlfrie byggerier og byggerier med individuelt tilpassede byggekomponenter. At vellykket byggeri til lige består af gode rumligheder og forløb omtales ikke.

Der ligger mange spændende perspektiver i tanken om at få fælles standarder for programmer i byggesektoren. Tanken om at alle parter involveret i byggeprocessen arbejder på en fælles 3D model, som løbende opdateres, lanceres i rapporten. Det bliver også foreslået, at man arbejder med de såkaldte 4D og 5D modeller, hvor komponenterne i modellen tillægges værdier såsom materialeegenskaber og pris samt simulering af tidsfaktorer, så man

allerede tidligt i processen får de afgørende oplysninger, som har så stor betydning for det endelige resultat.

Hvad rapporten ikke nævner, er de muligheder, som åbnes for at arbejde mere bevidst med rumligheder og opnå en større overensstemmelse mellem de rum vi drømmer om og det endelige resultat. Byggeriets Samlingspunkt er en katalysator for en koordineret brug af IT

Muligheden for overførsel af viden fra hele verden til det lokale samlingspunkt foreligger via internettet. Hvis en arkitekt ønsker at bruge et produkt, som produceres i USA kunne man forestille sig at downloade tegninger til produktet fra nettet, og via licensaftaler producere det lokalt. Byggevarer, som man i dag må transportere over store afstande, kan i fremtiden produceres tæt på samlingspunktet. Internettet bliver altså en global komponentbank med øgede muligheder og en minimering af transporten til følge.

#### *Informations teknologi*

Flere CAD programmer kæmper i dag om markedet indenfor objektorienteret projektering, som er et marked der er spået stor vækst i de kommende år. Architectural desktop er nok det mest kendte og Catia (IBM) det mest frem-synede programeksempel.

I Catia kan man tillægge materialer egenskaber som vil ændre sig hvis man ændrer topologien på objektet. Programmet melder så at sige tilbage med pris, vægt, energiforbrug, miljø.....

Architectural desktop er et program som med sin lille indvirkning på arbejdsmetoden er ved at vinde udbredelse på tegnestuerne. Man arbejder også i objekter i programmet, men man arbejder stadig i plantegninger, hvis det er den foretrukne arbejdsmåde, som et biprodukt har man så en 3D tegning af ens bygning.

CAVE teknologi giver hidtil usete muligheder for visualisering af rumligheder. CAVE er et rum med projekterede billeder på alle flader i rummet, hvilket giver et meget virkelighedsnært billede af det endelige rum.

IT bruges i dag på tegnestuerne mest som en avanceret paralellineal. IT's potentiale for at forkorte vejen fra design til færdigt produkt er i sin grøde. Der er brug for en ny strategi for IT's indflydelse på design og produktionsprocessen.

## Den nye transportform

Samlingspunktet skal placeres optimalt i forhold til infrastruktur: Jernbane, havne og vejnet med henblik på at minimere transport til stedet. Hvad angår transporten fra samlingspunktet af rumkomponenter anvendes Cargolifere, som allerede næste år introduceres som transportmiddel. Cargolifere er luftskibe udviklet til at transportere store voluminer over lange afstande på en miljømæssig forsvarlig måde. Den første model vil have en lastkapacitet på 160 tons, og lastrummet har målene 8x12x50 meter. Den engelske Sky Cat, som er under udvikling, vil få en forventet lastkapacitet på 1000 tons.

De nye komponenter består som sagt af rumforløb. Man opnår helt nye muligheder for at transportere store rumlige voluminer med Cargolifterne. Man kan producere store enheder, som stables og samles i meget få punkter. Ved vejtransport drejer det sig om at transportere så meget materiale på så lidt plads som muligt. Rummet bliver derfor opbrudt i skivekomponenter, som kan pakkes tæt. Ved transport med Cargolifere bliver det derimod fornuftigt at transportere færdige rumlige enheder. Det er en nødvendighed at transportere rum, for hvis man pakkede en Cargolifter helt med skivekomponenter, ville man hurtigt nå vægtgrænsen.

Den afgørende forskel fra eksisterende rumkomponenter som Conboxsystemet, der var begrænset af containerstørrelsen, er at rumlighederne kan være større og friere udformet, med færre mere gennemtænkte samlinger.

Man kan herved opnå en større helstøbthed og frihed i udformning af rumkomponenterne. Variation og ikke-lineære rumforløb og forbindelser er nøgleord. Med den nye måde at tænke rum på, aktiveres de 3 dimensioner. Rummene forbindes med hinanden i flere retninger i netværk, som er transport- og installationsførende. Der åbnes op for flere halvprivate zoner i arkitekturen i forbindelse med dette netværk. Rummet vil i stigende grad bringes i kontakt med og sammenflettes med bystrukturen.

## Bystrukturen som sammenstillinger af rum

Kan vi producere rum eller rumforløb som komponenter, åbner der sig nye muligheder for at tænke arkitekturen som et hele. Fremtidens arkitektur vil i højere grad tænke i rumbehov end det afgrænsede areal, som bygningskroppen udgør. Byerne vil blive en sammenstilling af rum og rumforløb fremfor huse. Herved skabes en arkitektur som er rig på uderum i form af mellemrum i og imellem komponenterne. Disse mellemrum vil være identitetsskabende for lokalmiljøet og danne ramme for det uformelle møde mellem mennesker. Et væsentligt styringsredskab vil være en processuel 3D lokalplanlægning, hvor man tænker arkitekturen i kubikmeter snarere end kvadratmeter. Rumkomponenterne vil blive gensidigt forbundne i få store samlinger fastlagt i 3D lokalplanerne. Disse koblingsled forbinder voluminerne i et bynetværk.

Bystrukturene kunne således fremstå som den samlede sum af samfundets rumbehov. Med den eksplosive befolkningstilvækst, som primært finder sted i byerne er det oplagt at tænke by fremfor bygning.

# Genforbrug

**Meduna Dalsgaard**  
**Maria Keinicke Davidsen**  
**Rasmus Groth**  
**Johanna Rossbach**  
**Pelle Brydegaard Sørensen**

Kunstakademiets Arkitektskole

Specialpris: 30.000 kr.

## **Dommerbetænkning:**

Projektet fokuserer på langsigtede globale udviklingsperspektiver og forsøger at sætte lighedstegn mellem ny industrialisering og bæredygtighed. Komponenten er bevidst valgt i lille skala (atomar størrelse) ud fra ideer om stor alsidighed og genbrugseffektivitet, idet „atomerne er vores allesammens byggesten“.

Projektet er visionært og radikalt. Det giver en velargumenteret fremstilling af bæredygtighedsproblematikken i et forbrugssamfund. Problemet er ikke kun produktionens energiforbrug, men i lige så høj grad hurtig og ren genanvendelse. Projektet diskuterer klart denne problemstilling i forhold til alternative opfattelser af bosætning og byggeri. Med projektets originale formulering af dogmer for bæredygtighed fremsættes en dagsorden, der placerer projektet i sin egen kategori.

Det ville have været ønskeligt, at projektet var kommet længere i eksemplificering af den materielle konsekvens af dogmerne. Beskrivelse af de teknologier, der kan samle og adskille, er meget overordnede og når ikke til at diskutere nano-komponenternes designmæssige eller arkitektoniske potentialer.

Inden for projektets egne præmisser burde en etisk diskussion af den menneskelige manipulation af naturens stof ned til DNA eller atomart niveau være indeholdt i beskrivelsen.

Projektet tildeles en særpris for sin visionære, originale og velargumenterede beskrivelse.

*På de følgende sider vises et uddrag af gruppens projektbeskrivelse. En fuld præsentation af projektet kan hentes på: [www.nyindustrialisering.dk](http://www.nyindustrialisering.dk)*

## Strategi for en ny bæredygtighed i industrialiseringen af byggeriet

Forslaget er bygget op som en bred fortælling om komponentens historie og mulige fremtid. Nærværende tekst giver en analyse af den nutidige bæredygtigheds definitioner og argumenterer herefter for en ny opfattelse af bæredygtighed som grundlag for fortsat global vækst.

### Udgangspunkt

Vi har i vores opgavebesvarelse GENFORBRUG valgt at fokusere på et langsigtet udviklingsperspektiv. For at opretholde dette perspektiv, har vi arbejdet med udviklingsmuligheder, der ligger ud over det dagsaktuelle, frem for at skabe et enkelt produkt, der i en kort periode løser et specifikt problem. Dermed mener vi at have givet et visionært forslag, der kan rykke ved hele byggebranchen, nu og i fremtiden. Vi har antaget et synspunkt om at skabe et bæredygtigt grundlag for global vækst. Det har vi, fordi vi mener, at arkitekter og designere må have mere at tilbyde verden en blot endnu en ny komponent. Derudover vil det i fremtiden blive et uomgængeligt spørgsmål, hvordan man skaber bæredygtighed og lige muligheder for hele verdens befolkning, uden at bremse den vækst, der holder samfundet i gang. Perspektivet i vores synspunkt er samtidig, at de ikke industrialiserede lande kan springe nogle af de meget forurenende udviklingstrin over og videreudvikle sig på et bæredygtigt grundlag.

### Analyse af bæredygtighed

Bæredygtighed afhænger af kredsløb. I naturens kredsløb er udgangspunktet for alle organismer, at der foregår en effektiv udveksling af ressourcer imellem arterne. Der er ingen ressourcestilstande som er uønskede eller ubrugelige i dette kredsløb. Det nutidige menneske adskiller sig i høj grad fra dette kredsløb fordi nogle processer afkaster uønskede materialer eller materialetilstande. Uønskede fordi de er svære eller umulige at genbruge, eller direkte sundhedsskadelige for levende organismer. Hvis disse uønskede materialetilstande ikke kan bortskaffes og omdannes til noget brugbart, hober de sig op i bjerge af giftighed og ubrugelighed.

Vores produktionsapparat kræver tilførsel af mange råmaterialer til energiproduktion og produktfremstilling. Disse udvindes fra jorden, hurtigere end det er muligt for os selv eller naturen at genopbygge dem. I denne forbindelse fremstår det nødvendigt at omdanne dette lineære forløb til at indeholde en vis grad af recirkulering. Der arbejdes i øjeblikket primært med separering sidst i produkternes levetid. Beboer- og miljøgrupper søger at blive mere bevidste om forøget genanvendelse, og ingeniører arbejder på at minimere de uønskede materialetilstande gennem tekniske løsninger. Som arkitekter og designere kan vi sørge for at materialerne forbliver adskilt i så høj grad som muligt, så de er lettere at udskifte i takt med deres levetid. Bæredygtighedsbegrebet indebærer i øjeblikket, at vi fokuserer på komponenter med så lang levetid som muligt, og at energi-investeringen i komponenter skal begrænses. Denne fremgangsmåde er direkte afledt af vores måder at håndtere affald og indvinde energi på. I det perspektiv er det fornuftigt at producere komponenter, som holder lang tid, før de bliver til uhåndterbart affald, og at minimere energiforbrug til produktion og vedligeholdelse, da vores primære energikilder, olie og kul, er stærkt begrænsede og også kaster uhåndterbare biprodukter af sig.



## Menneskets natur

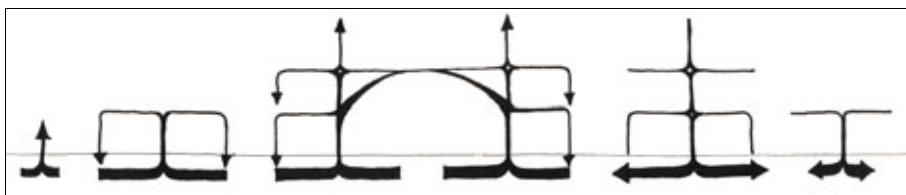
Som et led i kampen for overlevelse forsøger mennesker, ligesom andre organismer, at forbedre deres livsbetingelser. Det skaber forbrug, idet mennesket bliver nødt til at tilegne sig nye objekter, der gør dem i stand til at konkurrere på et stadig højere niveau. Samfundet er bygget op om væksten af dette forbrug og uden vækst går samfundet i stå. Den menneskelige tidshorisont resulterer ofte i beslutninger, som umiddelbart gavner mennesker, men som slider på det globale økosystem og dermed ødelægger mulighederne for andre mennesker.

Fremtiden vil sandsynligvis blive mere omskiftelig. Vi træder mere og mere ind i drømmesamfundet hvor det er følelser, der sælger, som Rolf Jensen beskriver det i sin bog "The Dream Society". For at kunne agere i denne nye verden må mennesker hurtigt kunne tilpasse sig nye behov og tilegne sig andre udtryk.

Da det ligger i menneskers natur at udvikle sig og skabe forbrug kan det ikke antages at mennesker i fremtiden vil stoppe udviklingen og begrænse deres forbrug for at gavne det fælles vel. For at forhindre, at vi i om en år-række bliver tvunget til at begrænse vores udvikling, må vi indføre et nyt tankesæt omkring bæredygtighedsbegrebet. Det ville være fornuftigt, hvis man kunne indpasse et mere ubegrænset ressourceforbrug i dette nye bæredygtighedsbegreb.

## Ny industrialisering = Ny bæredygtighed

Vores forbrugsniveau og sammensætningen af vores affald gør, at naturen reelt ikke har mulighed for at optage vores affald i det tempo vi afleverer det. Samtidig bruger vi elementer fra naturen i vores produktion, eksempelvis malkekvæg, taget ud af deres oprindelige kontekst. Generelt er der en tendens til at vi bliver mindre afhængige af den oprindelige natur, fordi vores egne teknologier giver os flere muligheder end de naturlige processer. Vi skal som konsekvens heraf skabe vort eget lukkede kredsløb og dermed i højere grad frigøre os fra naturens kredsløb. Det betyder ikke, at vi ikke længere skal kunne interagere med naturen, men at vi skal skabe en mere afbalanceret udveksling med naturen ved at holde de produkter, vi skaber inden for vores eget kontrollerede kredsløb.



Ud over den belastning vi repræsenterer for økosystemet fungerer udvekslingen i naturen uden problemer. Når en plante lever, lagrer den solenergi ved at bruge den oplagrede energi og materialer fra jorden til at opbygge sig selv yderligere. Når planten dør, bliver den optaget og brugt som ressource i andre organismer. Der opstår ingen spildprodukter i naturen, og nedbrydningsprocesserne er tidsmæssigt afstemt med opbygningsprocesserne. Sådant forholdet det sig på nuværende tidspunkt kun i meget ringe grad hos os. Vi prøver at tilnærme os denne cyklus ved at kompostere haveaffald og genanvende papiraffald, men stort set alt andet bliver brændt af, med enorme mængder slagter og ubrugbart affald som slutprodukt.

Vi skal sørge for, at den teknologi vi bruger til at skabe produkter med, også gør os i stand til at opdele disse til nye brugbare ressourcer når produktets levetid er ovre. Herved opnår vi tre ting – for det første belaster vi ikke naturen med affaldsprodukter. For det andet frigør vi os fra den afhæn-

Figur 83. Når en plante lever, lagrer den solenergi ved at bruge den oplagrede energi og materialer fra jorden til at opbygge sig selv yderligere. Når planten dør, bliver den optaget og brugt som ressource i andre organismer. Vi skal sørge for, at den teknologi vi bruger til at skabe produkter med, også gør os i stand til at opdele disse til nye brugbare ressourcer, når produktets levetid er ovre.

gighed, der i samspil med krav til øget forbrug gør, at vi udtømmer naturens ressourcer til skade for os selv og andre organismer. For det tredje vil mængden af affald konverteret til brugbare ressourcer understøtte et ubegrænset forbrug.

Denne indgangsvinkel kræver adgang til store energiressourcer. Dem har vi, hvis vi kan indsamle noget af den vedvarende energi, som er til stede i rigelige mængder, f.eks. sol, vind og vand. Det vil kræve enorme investeringer at omlægge vores energiproduktion fra bearbejdning af naturens råmaterialer til indsamling af vedvarende energi – men det er nødvendigt. Vi skal, for at skabe vort eget kredsløb, udvikle teknologier til at indsamle og lagre energien i et tempo, der passer til det menneskelige forbrug. Derved kan vi indgå i et mere respektfuldt partnerskab med jorden. Denne fremgangsmåde ved udvinding af energi vil give os mulighed for at forbruge mere uhæmmet af både materiale og energi, hvilket kan understøtte en global teknologisk udvikling.

### **Den nye bæredygtigheds ∞ dogmer**

- Det forbrugende menneske erkendes
- Energien er ubegrænset og vedvarende
- Affald er en ressource
- Det vi med en teknologi samler, skal vi med denne teknologi også kunne adskille
- Produkter opbygges af affald og energi
- Mennesket har sit eget kredsløb og er i kontrol med sin udveksling med naturen
- Kredsløb for komponenter er tidsvariable og uden spildprodukter
- Bæredygtighed skal være rentabelt også på kort sigt

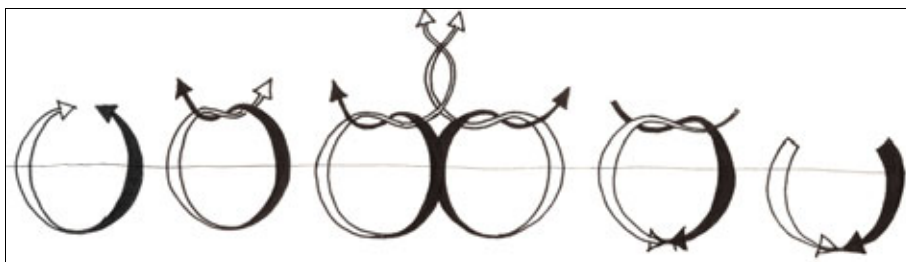
## **Strategi**

Vi må arbejde hen imod stadig mindre byggekomponenter for at opfylde kravet om mindre spild i forbindelse med genbrug. Jo større en komponent er, jo sværere er den at genbruge direkte, og desto mere spild bliver der ved tilpasninger. Den ene yderlighed er rumstore komponenter og den anden et atom. Jo mere formbearbejdet en komponent er, desto mindre fleksibel er den i genbrugsøjemed. Hvis man bruger atomer direkte som komponenter, giver det en fremgangsmåde, hvor komponenten i sig selv ikke bliver forarbejdet, men hvor det er sammenstillingen af disse komponenter, der giver formen. En parallel kunne drages til computerverdenen. Her bliver al repræsentation af data vist ved hjælp af sammenstilling af meget små, udelelige enheder, som f.eks. pixels på en skærm, eller tal i en binær kode. Jo mindre enheder med størst mulig funktionalitet, man arbejder med, jo bedre og mere alsidigt bliver billedet. Når vi bevæger os fra tanken om produktionseffektiviteten i store komponenter til at tænke så små komponenter som muligt, vil vi opnå en alsidighed og genbrugseffektivitet, som mere og mere ligner atomernes – vores allesammens byggekomponenter.

Dette kræver selvfølgelig en fuldstændig omstilling af vores produktionsapparat, men er det ikke også på tide at vi holder op med at ekstrudere, bøje, skære og lime komponenter sammen – disse fremgangsmåder er en direkte konsekvens af en teknologi som hørte forrige århundrede til. Siden da er vores teknologi avanceret utroligt meget, og der foreligger en teknologisk revolution i fusioneringen af de traditionelle videnskaber til mere altfavnende felter som genmanipulation og nanoteknologi – begge opererer i en skala som giver fantastiske muligheder for at eftergøre naturens produktionsapparat. Erstatningen af de traditionelle produktionsprocesser med en slags vækstproces, giver et udvalg af nye muligheder inden for alle former for bearbejdning af materialer og energi – ikke mindst i byggebranchen.

## Beskrivelser af teknologier, der kan samle og adskille

Da vi går mod en verden, hvor det er vigtigt at kunne adskille ting for at holde dem rene, bliver samlingerne mellem elementerne essentielle. Metoder til at samle og adskille har til alle tider eksisteret, men først når mennesker har kontrol over hvad der foregår kan vi bruge metoden aktivt. Derfor er man startet med en flintøkse og er nu på vej mod at manipulere atomerne enkeltvis. Vi har altid kunnet observere naturen og undre os over dens fantastiske metoder. Nu er vi på vej mod et stadie hvor vi kan eftergøre naturens værk. Men vi må dog forsæt bibeholde tidligere teknologier og erkende at intet udskiftes pludseligt. Teknologier har parallelle forløb.



I første stadium mod at holde ting adskilt i deres bestanddele må komponenterne være samlet med simple mekaniske samlinger, som vi med den nuværende teknologi kan separere igen. Komponenterne er rene materialeklumper, der kan håndteres af menneskets hænder. Efterhånden som vi når til at kontrollere en teknologi, der kan arbejde i en mindre skala, giver det os mulighed for at lave mere komplicerede mekaniske samlinger, hvor mennesket bruger mindre maskiner til at gøre det præcise arbejde. F.eks. kan man filtrere eller sy komponenter sammen, bare man holder sig til et niveau, hvor man kan pille det op igen, eller hvor sammenbindingen per kommando opløser sig selv og lader de oprindelige komponenter tilbage i ren form. Denne teknologi kunne i forbindelse med kravet om foranderlighed skabe tekstiler eller organismer, der er foranderlige i sig selv. Det kan lede os til et trin, hvor vi kontrollerer biologiske processer og samler og adskiller komponenter ved hjælp af kemi. I det stadium, hvor vi bliver i stand til at skille komponenter til et niveau, hvor der lades rene atomer tilbage, er samlingen igen blevet mekanisk, for når kortlægningen af de kemiske reaktioner skrider frem, vil vi i større og større grad kunne kontrollere og manipulere kemiske samlinger. Det er allerede nu muligt i skanning tunnel mikroskop at se enkelte atomer og sammensætte dem i simple opbygninger. I sidste instans bliver det muligt at kontrollere opbygninger af mere avancerede strukturer. Operationer på dette niveau kaldes nanoteknologi og er et højt budgetteret forskningsområde.

## Politik

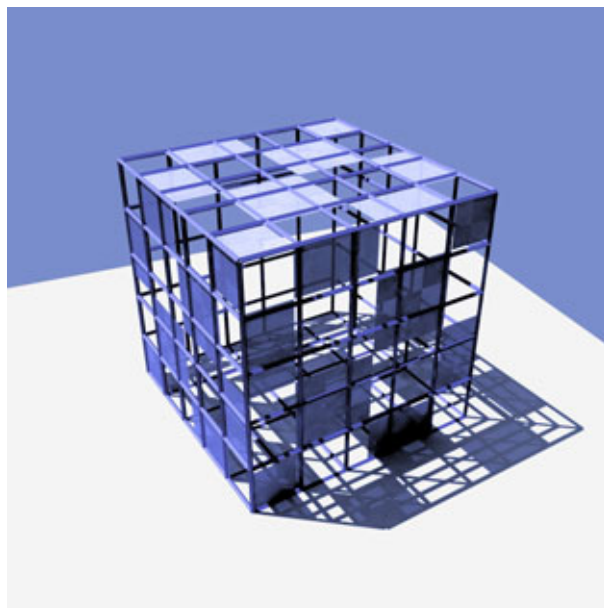
Strategien for en ny bæredygtighed indebærer også nødvendige politiske, kulturelle og etiske overvejelser. Som det fremgår af vores analyse af den menneskelige natur, hænger bæredygtigheden nøje sammen med menneskers motivation for at være bæredygtige. Nye teknologier som f.eks. nanoteknologien giver perspektiver i retning af en miljømæssig katastrofe på den ene side og velfunderet bæredygtighed på den anden, alt efter hvilket økonomisk og politisk grundlag denne teknologi hviler på. I dag er der, ifølge vores samarbejdspartner på MIC, DTU, ingen fokus på adskillelsen af de produkter som nanoteknologien kan frembringe. Simpelthen fordi det ikke kan betale sig

Figur 84. Denne teknologi kunne i forbindelse med kravet om foranderlighed skabe tekstiler eller organismer der er foranderlige i sig selv. Det kan lede os til et trin hvor vi kontrollerer biologiske processer og samler og adskiller komponenter ved hjælp af kemi.

## Konsekvenser

Det sætter nye perspektiver for vores arkitektur, at den skal være foranderlig, og at materialerne skal være rene i adskillelsen. Det, der indsamler energi i en verden, hvor energi er en ubegrænset ressource, vil blive dominerende i vores fysiske omgivelser og genstand for udvikling.

Figur 85. Husene kan udformes mere uafhængigt af energiforbrug til opvarmning. Denne nye frihed kunne resultere i en leg med arkitekturen på byggepladsen - med arkitekten som deltager.



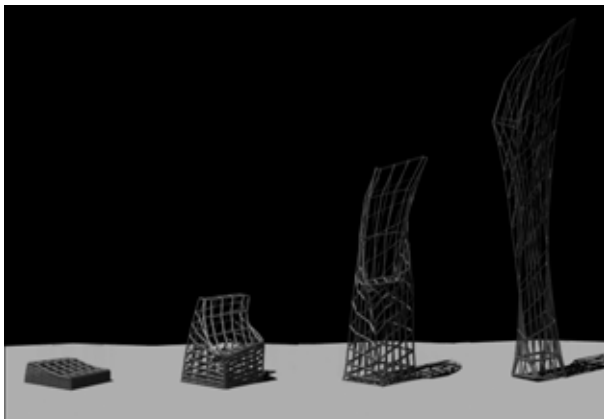
Den forventede vækst i energiressourcerne gør, at vi kan tillade os at udskifte og forandre i takt med nye behov. Forældede komponenter og bygninger omdannes til nye, brugbare former. Samtidig vil det også give os langt større frihed til at eksperimentere, fordi vi kan bygge en verden af ting, der forgår når vi ikke ønsker dem mere. På samme måde kan husene udformes mere uafhængigt af energiforbrug til opvarmning. Denne nye frihed kunne resultere i en leg med arkitekturen på byggepladsen - med arkitekten som deltager.

Mange af de naturskabte former, som er opstået ud fra et vækstprincip, finder vi tidløst skønne eller fascinerende, fordi de åbenlyst og på en intuitivt forståelig måde adlyder de betingelser, som naturlove og lokalt miljø repræsenterer. Man kan forestille sig, at lignende betingelser for arkitekturen også ville give smukke resultater. Fordelen ved naturens beregningsmetode er, at den er ufejlbarlig. Det, der ikke kan holde, dør! Ulempen er, at den er for langsom til, at vi kan vente på den.

En fremgangsmåde, der er umiddelbart tilgængelig for at designe bygninger ud fra samme vækstprincipper, er topologioptimering. Teknikken går ud på, at man i et computerprogram stiller en række krav, som programmet så forholder sig til og skaber den ideelle form i forhold til kravene. Resultaterne af denne metode giver strukturer, der har stor lighed med former der forekommer i naturen. Det nuværende problem i forhold til at bygge topologioptimerede bygninger er, at de giver konstruktioner, der er svære at passe ind i et traditionelt produktionsapparat, fordi det overordnet formmæssigt ikke er baseret på enkle geometriske forhold, men derimod på en enkel, gentagne geometri. Derimod er topologioptimering perfekt egnet til at "vokse" bygninger frem af små komponenter.

I stedet for at skære, bøje, lime, og i det hele taget tildanne materialer i standardstørrelse og vægt, benytter vi os af nanoteknologien til at fremdyrke vores bygninger. Fokus bliver flyttet fra komponenten til produktionsapparatet, som i højere grad indgår som en del af det færdige byggeri. I stedet for at transportere komponenter fra en fabrik til byggepladsen, vil tendensen i højere grad være, at man transporterer en programmérbar "byggeenhed" til pladsen, et "nanofrø", som vi føder med energi og råmaterialer i form af af-

fald. Denne enhed bygger en struktur, der svarer til det instruktionssæt, den har fået.



Figur 86. Man transporterer en programmerbar "byggeenhed" til pladsen, et "nanofrø", som vi føder med energi og råmaterialer i form af affald. Denne enhed bygger en struktur, der svarer til det instruktionssæt, den har fået.

Affaldsprodukter kan med nanoteknologi adskilles på det atomare plan, hvilket betyder at de lossepladser, vi har ophobet ubrugeligt materiale på, bliver store ressourcer for byggematerialeindustrien. Med nanoteknologi vil man kunne adskille kompositmaterialer, der er et stort problem på nuværende tidspunkt, da de som navnet antyder består af flere forskellige materialer, der som oftest er bundet kemisk sammen. Det er meget besværligt og tidskrævende at adskille sådanne materialer med den nuværende teknologi. Når vi bliver i stand til at adskille og samle kompositmaterialer på det atomare plan, vil bygningerne kunne optimeres på mange måder, f.eks. med hensyn til bæreevne, isolering, vandafvisning, fugtregulering og indbygget intelligens. Nye materialer med nye egenskaber vil opstå. I fremtiden vil affald ikke længere være ophobet, og man vil kunne genbruge ressourcerne i et ubrudt kredsløb så ofte, som man ønsker det.



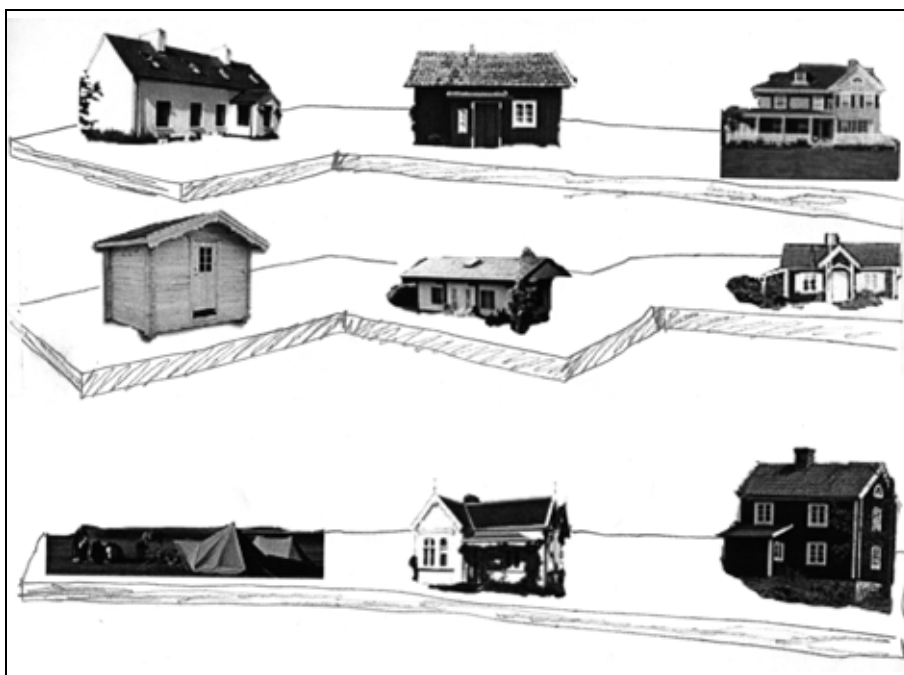
# Autlain

**Rasmus Bay Barlby**  
**Anders Egedal**  
**Agnes Fries**  
**Anders Mørk Lyngsø Winther**

Danmarks Designskole

*Nedenfor vises et uddrag af gruppens projektbeskrivelse. En fuld præsentation af projektet kan hentes på: [www.nyindustrialisering.dk](http://www.nyindustrialisering.dk)*

Gruppens navn, ['autlain], har fungeret som grundlag for vores arbejde med "nye generationer af byggekomponenter". Vi har valgt at arbejde med en vision for fremtidens byggeri. Vores overordnede mål har været at rykke ved vanetænkningen og grundforestillingerne, som vi oplever eksisterer i nutidens byggeri. For at opnå det har vi arbejdet med helheden i modsætning til detaljen.



Figur 87. Vi har valgt at arbejde med en vision for fremtidens byggeri. Vores overordnede mål har været at rykke ved vanetænkningen og grundforestillingerne som vi oplever eksisterer i nutidens byggeri.

Vi anvender de kendte byggesystemer således, at der gives mulighed for mangfoldighed, fleksibilitet og valgfrihed. Vi ønsker, at byggeriet udvikles af de mennesker, der bebor det. Intet menneske er statisk, og boligen bør rette sig efter individet. Ikke omvendt.

Den åbne struktur består af dæk, som er byggegrunde, eksempelvis for boliger. Dækkene fungerer som det bærende grundlag for det bårne. De indeholder alt det, der er fælles i en bygning, hvorimod boligen, det private rum, skabes af den enkelte. Her kan man vælge og præge sine fysiske rammer.

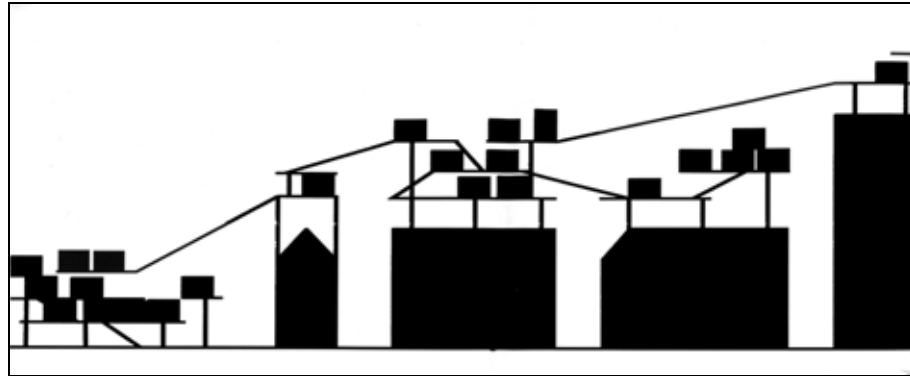
Da dækkene skal have stor bæreevne og lang levetid, et beton et materiale, der vil udmærke sig til det formål. Betondækkene fremstilles på en sådan måde, at de kommer til at opfylde gældende byggelovgivning.

En rationaliseringsgevinst kan opnås ved at producere dækkene og søjlerne på fabrikken og ikke på selve byggepladsen. Således er det kun opsætningen af komponenter, som finder sted på byggepladsen. Det handler om at udnytte produktionsapparatets muligheder. Dels for at mindske fejl og dels for at kunne bruge IT-baseret teknologi, så selve produktionen bliver mere præcis, økonomisk rentabel samt tidsbesparende.

Søjler og dæk støbes med hul kerne, så dette rum kan bruges til indføring af installationerne. Ved montering af søjler kan der laves hul til at føre installationerne igennem fra søjle til boligheden. Grundmodningen under fundamentet er samlet i understrukturen og føres op igennem de søjler, der er i forbindelse med, eller i nær tilknytning til boligen.

Den åbne struktur lægger op til, at blive udnyttet til mere end boliger. Dækkene vil kunne bruges til offentlige arealer, butikker, arbejdspladser og institutioner. Dæk uden bebyggelse kan bruges til eksempelvis parker, cykelparkering eller opmagasinering af komponentdele.

Figur 88. Den åbne struktur lægger op til, at blive udnyttet til mere end boliger. Dækkene vil kunne bruges til offentlige arealer, butikker, arbejdspladser og institutioner.



Individualiteten hos indbyggerne i strukturens kvarterer vil blive synliggjort gennem den vilkårlige blanding af bindingsværkshuse, futuristiske bo-bobler, skurvogne, telte, luksusvillaer, lerhytter et cetera.

Industrien sammensætter og tilpasser kundens valg, hvorpå det sammensatte modul transporteres ud til kunden. For øget præcision udstyres delene med en identifikationskode, der viser hvor de skal hen. Produktionsmetoden bygger på princippet "production on demand". De lagerførende byggekomponenter udvikles med design og arkitektur som en væsentlig delparameter.

Vi opfatter at vores rolle som forslagsstillere er at visualisere omridsene i udviklingen af fremtidens byggeri. Vi ønsker et byggeri, der er i konstant udvikling og forandring, som giver plads til mangfoldighed og individuelt udtryk. Vi må forholde os til byggeriet, som vi forholder os til mennesker. Vi må begynde at bygge mennesker. Det er de nye generationer af byggekomponenter.



# CliMate

**Christina Askløf**  
**Thomas Thrane Carlsen**  
**Søren Buus Christensen**  
**Camilla Toft Kragh**  
**Pelle Søren Larsen**

Aalborg Universitet

*Nedenfor vises et uddrag af gruppens projektbeskrivelse. En fuld præsentation af projektet kan hentes på: [www.nyindustrialisering.dk](http://www.nyindustrialisering.dk)*

Et byggesystem med nye muligheder til huset. Størstedelen kan opføres uafhængigt af vejrliget. Det er så fleksibelt, at det løbende kan tilpasses aktuelle behov og med middelhavsklima i haven. Byggesystemet CliMate har drivhusets simpelhed, men større fleksibilitet og bedre finish. CliMate danner grundlag for en ny slags typehus.

CliMate skaber forbedringer både i forhold til effektivitet i byggeriets byggeproces og kvalitet ved at nytænke måden, vi bor og bygger på i dag. Den grundlæggende idé bag konceptet CliMate er en nytænkning af "rummet", der skaber grænsen mellem ude og inde. I stedet for den kompakte lagdelte murepbygning, der typisk benyttes i dag, dannes en funktionsopdelt murepbygning, hvor lagene trækkes fra hinanden og behandles individuelt. Fremover betegnes den nye ydermur som klimaskærm.

CliMate er en modulbaseret konstruktion, som muliggør en effektiv industriel fremstilling samt hurtig opstilling. Desuden tilstræbes en høj grad af transparens for at tillade solens lys og varme at trænge ind i mellemzonen, hvorved der opnås et betydeligt tilskud til den samlede bygnings varmekonsum. Det vil sige med solens opvarmning af mellemzonen udvides boligen i overgangsperioderne mellem sommer og vinter, så der skabes et grønt rum med middelhavsklima.



Figur 89. Mellemzonen har et utal af indretningsmuligheder alt efter beboernes behov og ønsker.

Der er indbygget en række variationsmuligheder i profilet. Bl.a. kan dækpladen i yderfacaden og selve profilet varieres i lakering. På profilets side mod mellemzonen er der som udgangspunkt monteret et træmodul, som udtryksmæssigt vil tilføre konstruktionen varme, og virke som kontrast til aluminium og glas. Træmodulet kan udskiftes til andre variationsmuligheder med f.eks. en aluminiumkappe af forskellig lakering, montering af lysarmaturer eller ledningsføring.

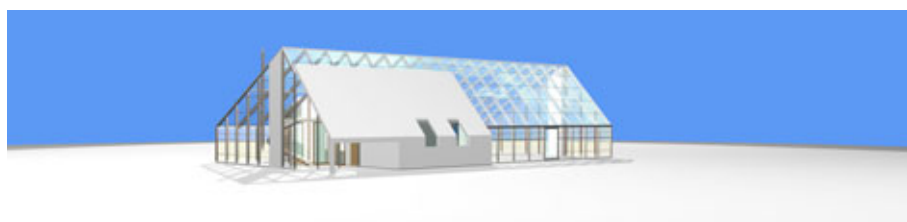
Figur 90. På profilets side mod mellemzonen er der som udgangspunkt monteret et træmodul, som udtryksmæssigt vil tilføre konstruktionen varme, og virke som kontrast til aluminium og glas.



Frodig plantevækst med eksotiske blomster - også om vinteren. Højere livskvalitet og komfort i kraft af en sundere bolig med behagelig temperatur og stort dagslysindfald størstedelen af året samt et lavere energiforbrug.

Solen kan udnyttes stort set hele året rundt i mellemzonen, da den mindste lysstråle giver varme på en vinterdag og mulighed for ophold og aktiviteter uden for boligen. For at reducere lyset kan skyggegardiner anvendes. De anvendes i det tidsrum, hvor sollyset er særligt stærkt. Sammenlignet med et almindeligt typehus spares en del energi ved brugen af CliiMate. Solens varme bliver opmagasineret i den indre boligs vægge samt jorden under klimaskærmen. Når solen forsvinder afgives varmen til boligen og giver et tilskud til opvarmningen.

Figur 91. Solen kan udnyttes stort set hele året rundt i mellemzonen, da den mindste lysstråle giver varme på en vinterdag og mulighed for ophold og aktiviteter uden for boligen.



# Facadekomponenter

**Gudlaug Fridgeirsdóttir**  
**Maria Juul Løhde**  
**Anna Mälstad**  
**Cecilia Petersson**

*Nedenfor vises et uddrag af gruppens projektbeskrivelse. En fuld præsentation af projektet kan hentes på: [www.nyindustrialisering.dk](http://www.nyindustrialisering.dk)*

Hvordan designer man masseproducerede boliger, som giver høj livskvalitet? Vi har designet en præfabrikeret facadekomponentserie, som monteres på en eksisterende bærende konstruktion af letstålmoduler. En facadekomponentserie, som gennem sin æstetiske og funktionelle egenkvalitet stimulerer menneskets sanselige behov og velbefindende. Komponentseriens form står i relation til menneskets kropslige proportioner, byrummets æstetiske udtryk, boligens øgede rumlige kvalitet og komponentseriens sammenbygningskvalitet. Komponentserien er designet, så enkeltdelene forholder sig til hinanden, til bygningskroppen og til produktionen. Materialerne puds, lav, træ, ler og glas er valgt med fokus på menneskets ret til at leve i gode boligmiljøer.



Figur 92. Vi har designet en præfabrikeret facadekomponentserie, som gennem sin æstetiske og funktionelle egenkvalitet stimulerer menneskets sanselige behov og velbefindende.

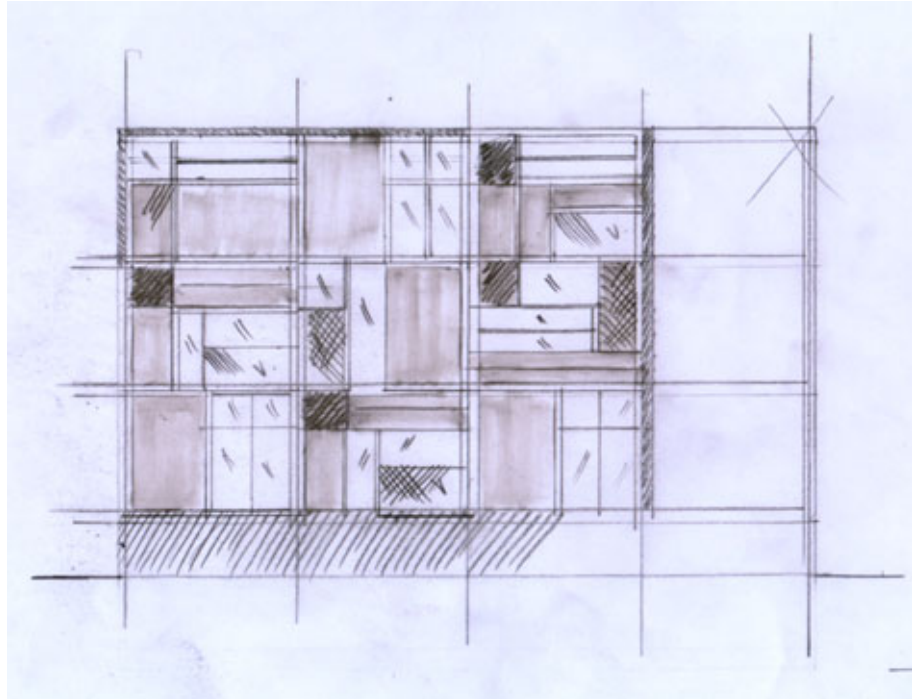
Vores vision er at skabe livskvalitet i masseproducerede boligområder. Med livskvalitet mener vi boliger og boligområder, der formes med udgangspunkt i mennesket, rummet og miljøet. Et sted som skaber bedre tilhørsforhold og viser spor af kultur og historie. Et sted som bevarer stedets ånd og som fortæller en historie om tid og magi.

Vores komponentserie skal præfabrikeres, fordi det vil optimere produktionen. Gennem præfabrikationen i lange serier, som f.eks. i bilindustrien, øges effektiviteten, fragtomkostningerne minimeres og materialeforbruget optimeres. Vi vil investere ressourcerne i håndværkets kvalitet i byggeriet og i høj grad på bedre materialevalg. Derfor betyder præfabrikation bl.a. en tidsbesparelse, som resulterer i at færre ressourcer spildes. Det giver flere ressourcer til projekt og produktudvikling.

Et fremtidigt samarbejde mellem designere, arkitekter og ingeniører vil medføre byggekomponenter som pga. den effektive præfabrikation, kan tilfredsstillende brugeren på et højere niveau. Ved at flytte byggepladsen ind i en fabrik, opnår man en sundere og mere ergonomisk arbejdsplads. Dertil kommer en reduktion af de menneskelige omkostninger som f.eks. arbejds-skader.

Vi bruger et eksisterende system, "Open House System" af arkitekt Peter Broberg fra Landskronagruppen AB. "Open House System" er en bærende konstruktion af letstølsmoduler som færdigproduceres og monteres på fabrik og placeres på byggepladsen. De enkelte moduler går matematisk op i hinanden, hvilket medfører uendelige kombinationsmuligheder.

Figur 93. De enkelte moduler går matematisk op i hinanden, hvilket medfører uendelige kombinationsmuligheder.



Vores facadekomponenter er beregnet på nybyggeri i tæt bymæssig bebyggelse. Vi arbejder med individets interaktion, med byen og rummet, dels i facadens udtryk, materialer og gennem en funktionel og æstetisk fleksibilitet. Facademodulerne indeholder et volumen på  $1 \times 1 \times 2 \text{ m}^3$  som kan bruges frit af beboerne, f.eks. til opbevaring eller væksthus. Dette volumen er med til at bryde grænsen mellem det private og det offentlige rum og skaber en 3-dimensionel rytme i facaden. Voluminet har glasklædte sider og kan fungere som et visitkort i facaden for det enkelte individ og dermed skabe tilhørsforhold. Beboeren vinder ekstra og billigere plads.

Facaderne er opbygget af lerplader inderst, isoleringsplader af naturmaterialer som er diffusionsåbne holdt sammen med galvaniserede letprofiler, udvendige gipsplader i form af glad, puds, lav og træ. Det betyder at facadens udtryk er meget varieret og at den enkelte bolig kan få sit eget individuelle udtryk og rumlige karakter.

Når den industrielt designede komponent bringes i fokus, bliver det således muligt at arbejde med en erfaringstilbageføring og beskæftige sig med dens livscyklus. Vi har designet en platform ud fra en drøm, en vision som vi har om fremtidens byggeri. Dette projekt inspirerer forhåbentligt til nye drømme og en videreudvikling.

# Formika

**Morten Degner Dahl**  
**Laila Feldthaus**  
**Eva Harlou**  
**Morten Nymann Nielsen**

Arkitektskolen i Aarhus

*Nedenfor vises et uddrag af gruppens projektbeskrivelse. En fuld præsentation af projektet kan hentes på: [www.nyindustrialisering.dk](http://www.nyindustrialisering.dk)*

Byggeindustrien er i dag i høj grad med til at standardisere byggeriet, hvor den i højere grad kunne udnyttes til at effektivisere processen og kvalitets-sikre resultatet. Der ligger i industrien store potentialer, men på grund af byggebranchens manglende overblik, dårlige kommunikation og vanetænkning udnyttes de ikke.

Udsagnet: "Intet godt komponentdesign uden gode redskaber" har dannet grundlaget for vores arbejde med konkurrenceopgaven. Det har resulteret i et forslag til et nyt redskab til byggebranchen i form af en internetportal, med navnet FORMIKA. FORMIKA skal betragtes som en slags "information-highway" og et redskab som gør det lettere at forene den industrielle byggeproces med individuelt design.

FORMIKA er tænkt som en offentlig tilgængelig internetportal, som formidler information, inspiration og kommunikation på en enkel og overskuelig måde. Den henvender sig til byggebranchen som helhed, men i udarbejdelsen har vi dog valgt at fokusere mest på forholdet mellem arkitekt/designer og producent. FORMIKA kan enten benyttes alene eller sammen med objektbaserede 3D-tegneprogrammer som ADT og Archicad.



Figur 94. FORMIKA er tænkt som en offentlig tilgængelig internetportal, som formidler information, inspiration og kommunikation på en enkel og overskuelig måde.



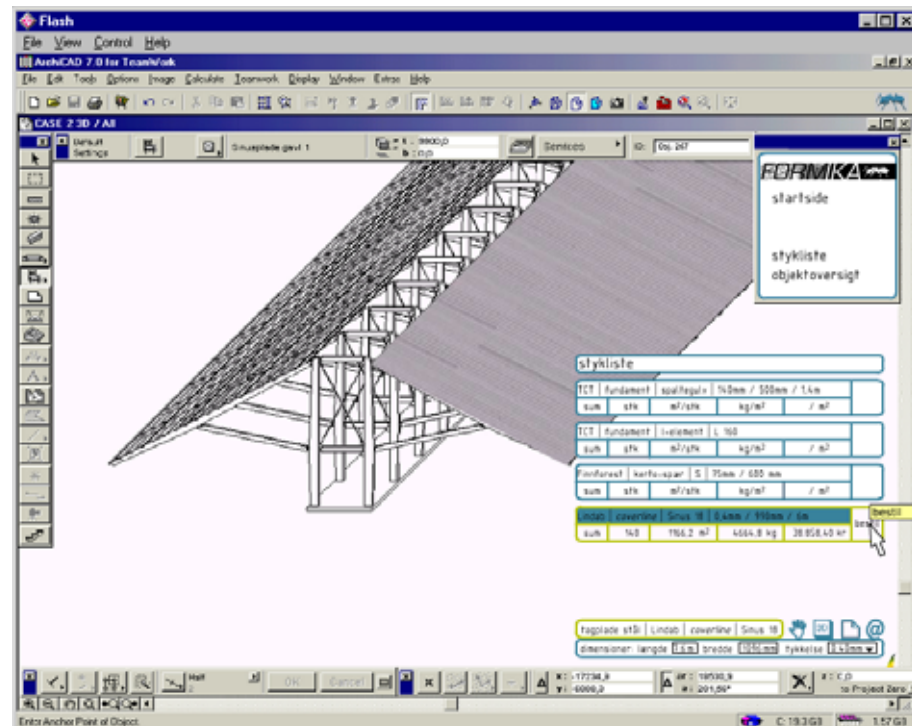
FORMIKA er, i modsætning til de fleste almindelige byggesøgebaser på Internettet, et enkelt og nemt anvendeligt redskab, som er let tilgængeligt og gratis at anvende. Det giver også den fordel, at man allerede som studerende ville kunne benytte sig af det. Der kan nævnes flere modeller for, hvordan FORMIKA kan udvikles, distribueres, styres og opdateres:

- 1 FORMIKA ejes og styres af Staten. Det vil sikre portalens objektivitet og forhindre interesse-konflikter.
- 2 FORMIKA er privatejet. Dette vil sikre at portalen holdes "up to date", idet ejerne altid vil være interesserede i at være konkurrencedygtige i forhold til lignende produkter.
- 3 FORMIKA er delvis privatejet og opbygges som et aktieselskab, hvor Staten er medaktionær. Hermed sikres både førnævnte objektivitet, kvalitet og effektivitet.

FORMIKA præsenterer alle byggesystemer, -komponenter og -materialer objektivt og på de samme vilkår – uden smarte reklametricks – så de er lette at sammenligne indbyrdes. Alle produkterne ligger i portalen som objekter, der kan hentes direkte ind i en computertegning og med det samme afprøves sammen med de relevante oplysninger om produktets dimensioner, pris, vægt, levering og indbyggede muligheder for ændringer.

I de indledende faser af en byggeproces vil arkitekten/designeren have mulighed for at hente inspiration – gennem FORMIKA – om eksempelvis bæredygtige materialer, nye produktudviklinger eller kommunikere on-line med en producent om, hvilke muligheder der findes.

Figur 95. Via FORMIKA er det muligt at komme i kontakt med alle byggeriets parter – man kan skrive eller tale sammen on-line, sende tegninger og holde møder.



Med FORMIKA bliver brugen af industrielt fremstillede byggekomponenter en nem og naturlig del af designprocessen, så arkitekter og designere ikke længere ser produktionsmetoden som en hindring for at skabe unika.

# Setup

**Leif Andersson**  
**Peder Hesselbjerg Pedersen**  
**Mia Sinding**

Danmarks Designskole

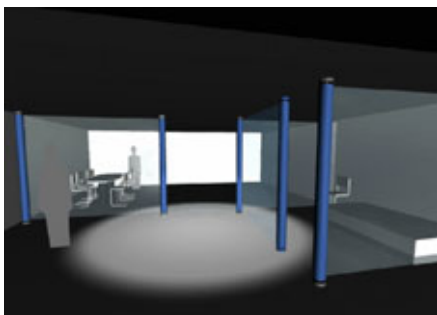
*Nedenfor vises et uddrag af gruppens projektbeskrivelse. En fuld præsentation af projektet kan hentes på: [www.nyindustrialisering.dk](http://www.nyindustrialisering.dk)*

Der er et behov for større fleksibilitet i boligens rumopdeling. Dette er ikke umiddelbart et alment erkendt behov, da de fleste ikke har oplevet nogen fleksibilitet i boligens rumopdeling og derfor ikke har nogen reference til det. Med vores produkt vil vi pege på anden måde at bo på og dermed en ny type af byggekomponenter. Vi foreslår, at der skal bygges boliger uden den faste rumopdeling mellem værelser, køkken og stuer. Der skal i stedet bygges rene hovedkonstruktioner, hvor opdelingen kan skabes af den nye type komponenter, der efter brugerens skiftende behov og ønsker, kan opdele boligen i de ønskede funktionsområder. En komponent uafhængig af bygningens hovedkonstruktion og tættere på brugeren.

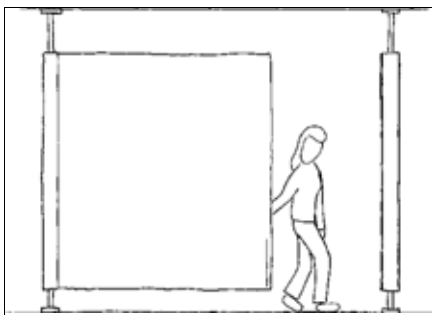
Det er rent byggeteknisk ikke nødvendigt, at en boligs loft understøttes af andet end de 4 ydervægge. Det er derfor uden større problemer at flytte arbejdet med at skabe en bygnings indvendige struktur fra en byggeplads til kontrollerede forhold inde i en virksomhed, hvor der er mulighed for en mere rationel og rentabel produktion.

"Setup" er en rumdelende søjle, der sættes i spænd mellem gulv og loft. Den har en stofrulle indbygget og virker i princippet som et lodret rullegardin. Stoffet kan trækkes fra den ene søjle til den næste, hvorpå den hægtes fast. Produktet er modulopbygget og består i sin enkelthed af en inder søjle og en yderskal. Imellem disse er der plads til en stofrulle, der trækkes ud som et rullegardin. Skallen og rullen vælges i de farver og stoftyper brugeren ønsker og kan nemt skiftes ud af brugeren selv.

Nye materialer til rullen, som elektrisk ledende plast, der er på vej til at blive realiseret, giver mulighed for visuelt at åbne og lukke rum ved at "tænde" eller "slukke" for det udtrukne stof. Virkningen vil være, at man ved et enkelt tryk på en knap kan "åbne" boligen til et stort rum.



Nu kan man starte med opdele boligen i brugsområder. "Dér vil jeg have min seng stående og der vil jeg have mit bord!" Når møblerne er placeret sættes væggene op.



<< Figur 96. Vi har med vores komponent "Setup" fokuseret på en løsning, der kan vise mulighederne ved en flytbar væg mere end den egentlig erstatning af en almindelig væg med dens egen skaber.

< Figur 97. Den flytbare søjle giver en helt anden fleksibel måde at indrette en bolig på

Vi har haft kontakt til producenter af disse lette systemer for i samarbejde at udvikle konceptet. De ser ikke umiddelbart de private boliger som et marked for deres produkter og vore interesser var for forskellige til et så kortfristet projekt. Vi valgte da at fokusere på den idemæssigt fundamentale løsning, frem for den traditionelt praktiske, som firmaerne foretrak.

Vi har med vores produkt vist en løsning til at give brugeren en betydende ekstra frihedsgrad i boligen. For både boligbyggerne og brugerne, vil produktet være både hurtigt og nemt at introducere. Omkostningerne er næppe større end ved traditionelt byggeri, hvor størstedelen af væggene alligevel ikke er styrkemæssigt begrundet.

Det kræver blot en holdningsmæssig omstilling til et nyt koncept, en ny måde at bo. Vægkonstruktion flyttes fra byggepladsen og bliver et standardiseret fabriksfremstillet produkt med tilhørende fordele som masseproduktion og fri konkurrence på et globalt marked. For brugerne et større udvalg.



I efteråret 2001 udskrev Erhvervs- og Boligstyrelsen og Kulturministeriet i samarbejde med By og Byg en prisopgave om nye generationer af byggekomponenter. Deltagere i prisopgaven var studerende på arkitekt- og designuddannelserne.

Udskriverne ønskede med prisopgaven at medvirke til en øget interesse for og viden om industriel fremstilling af byggekomponenter blandt de kommende formgivere. På længere sigt var ønsket at bidrage til en udvikling mod større arkitektonisk og designmæssig kvalitet i fremtidens byggekomponenter. Prisopgaven skulle ligeledes give en værdifuld inspiration til byggevareproducenter, arkitekter og designere om perspektiverne i en industriel udvikling. Med denne rapport ønsker By og Byg at vise det umiddelbart tilgængelige resultat af prisopgaven. Rapporten indeholder 14 artikler skrevet af lærere og repræsentanter fra erhvervet til et introduktionsseminar for deltagerne i prisopgaven. Seminaret var en væsentlig del af det fundament, som de studerende fik forud for deres projektperiode. Samtidig giver artiklerne et indblik i holdninger, muligheder og visioner for industrialiseret fremstilling af byggekomponenter anno 2002.

Desuden indeholder rapporten uddrag af de studerendes opgavebesvarelser samt dommernes betænkning.

ISBN 87-563-1166-4

1. udgave, 2003

