

Titel: Systemleverancer i byggeriet
Undertitel: En udredning til arbejdsbrug
Udgave: 1. udgave
Udgivelsesår: 2005
Forfattere: Hans Mikkelsen, Anne Beim, Lars Hvam, Martin Tølle
Redaktion: Hans Mikkelsen
Sprog: Dansk
Sidetal: 102
Emneord: Systemleverance, byggesystem, systembyggeri, mass customization, produktivitet, produktudvikling, innovation, kvalitet, værdi
ISBN: 87-91035-31-7
Tegninger: Projektmedarbejderne og de medvirkende virksomheder
Fotos: Copyright som anført, de respektive virksomheder
Omslag: Line Eriksen
Udgiver: Institut for Produktion og Ledelse,
DTU, Bygning 424
2800 Kgs. Lyngby

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelse.

Forord

Industrialisering af byggeriet ved anvendelse af storkomponenter og komplekse, multiteknologiske systemprodukter samt udvikling af hertil egnede bygningssystemer, har været på tale i mange år. Der er taget en række skridt i den retning – især i form af præfabrikerede storkomponenter. Men på det seneste synes interessen for at udvikle multiteknologiske og mere innovative systemprodukter at vokse – til dels drevet af ideer om mere udstrakt industrialisering af byggeriets processer.

Det er ikke ligetil. Der er en række udfordringer og behov for nytænkning. Alene ordet industrialisering fremkalder både positive og negative billeder hos byggeriets aktører. For at kaste bedre lys over indhold og muligheder i begrebet byggeri med systemprodukter, har en arbejdsgruppe udarbejdet denne udredning – med håbet om, at den kan medvirke til fælles sprogbrug, til at få overblik over systembyggeriets aspekter og indsatsområder samt til en strategi for udbredelse af anvendelsen af systemprodukter. Den overordnede ide hermed er ikke alene en kvalitets- og produktivitetsudvikling i dansk byggeri, men udvikling af innovative og videnstunge systemprodukter, som kan afsættes internationalt.

Arbejdsgruppens personer er arkitekt, lektor Anne Beim og arkitekt Natalie Mossin, Center for Industriel Arkitektur, Kunstakademiets Arkitektskole, København, civilingeniør, lektor Lars Hvam og civilingeniør, Ph.d. Martin Tølle, Institut for Produktion og Ledelse, DTU, København samt gruppelederen civilingeniør, adj. professor Hans Mikkelsen, Center for Industriel Produktion, Aalborg Universitet. Assisterende forskningsmedarbejder på arkitektureksemplerne har været arkitekt Kasper Vibæk Jensen, som også har kommenteret rapporten sammen med arkitekt Line Mette Eriksen, begge fra Center for Industriel Arkitektur, Kunstakademiets Arkitektskole. Line Mette Eriksen har desuden udarbejdet collagen til rapportens forside.

Udredningsarbejdet er udført i perioden november 2004 til april 2005. Det er finansieret af Fonden Realdania og Erhvervs- og Byggestyrelsen.

Arbejdsgruppen takker de virksomheder og personer, som beredvilligt har stillet op til interviews og samtaler samt leveret oplysninger og materiale til publikationens eksempler.

Indhold

1	INTRODUKTION	1
1.1	IDEGRUNDLAG.....	1
1.2	HVORFOR?	1
1.3	FORMÅLET MED UDREDNINGEN.....	2
1.4	RAPPORTENS STRUKTUR.....	2
2	SYSTEMLEVERANCER I BYGGERIET	3
2.1	SYSTEMER I BYGGERI TIL ALLE TIDER	4
2.2	BYGGESYSTEMER OG SYSTEMBYGGERI	4
2.3	BYGGERIETS PROBLEMER.....	5
2.4	LÆRING FRA ANDEN INDUSTRI	6
2.5	ARKITEKTURBEGREBET OG 'SYSTEMTÆNKNING'	9
2.6	FREMTIDSSCENARIER	10
2.7	OVERBLIKSBILLEDE – SYSTEMLEVERANCENS EMNEOMRÅDER.....	15
3	INTRODUKTION OG KLASSIFICERING AF EKSEMPLER.....	16
3.1	BYGGERIET – SYSTEMET SOM HELHED	17
3.2	BYGGERIET – SYSTEMPRODUKTER	18
3.3	ANDRE INDUSTRIER.....	18
4	SYSTEMLEVERANCER – IDÉ OG PERSPEKTIVER.....	19
4.1	BYGGESYSTEMER OG SYSTEMPRODUKTER	19
4.2	MASS CUSTOMIZATION AF BYGNINGSKONCEPTER OG BYGNINGSDELE	20
4.3	NYE BYGGEPROCESSER	24
4.4	NYORGANISERING	26
4.5	INDUSTRIALISERING VED ANVENDELSE AF SYSTEMPRODUKTER.....	32
4.6	ANVENDELSE AF INFORMATIONS- OG KOMMUNIKATIONSTEKNOLOGIEN.....	34
4.7	PRODUKTUDVIKLING.....	36
4.8	POTENTIALE – VÆRDI OG OMKOSTNINGER.....	38
5	INDSATSOMRÅDER I DET VIDERE UDVIKLINGSARBEJDE	40
5.1	OPMÆRKSOMHEDSOMRÅDER – UDFORDRINGER OG BARRIERER.....	40
5.2	INDSATSOMRÅDER FOR VIDERE UDVIKLING	42
APPENDIKS A BEGREBSLISTE - SYSTEMLEVERANCERS EMNEOMRÅDER		48
A.1	SYSTEMPRODUKT	48
A.2	CUSTOMIZATION	50
A.3	LEVERINGSPROCESSEN – FRA DESIGN TIL DRIFT	52
A.4	BYGGEPROCESSEN – MED SYSTEMLEVERANCER.....	52
A.5	ORGANISERING.....	53
A.6	INDUSTRIALISERING	54
A.7	INFORMATIONS- OG KOMMUNIKATIONSTEKNOLOGI (IKT).....	54
A.8	PRODUKTUDVIKLING.....	55
A.9	FORRETNINGSUDVIKLING OG MARKEDSFØRING	56
A.10	ØKONOMI	57
APPENDIKS B EKSEMPLER.....		58
B.1	BoKLOK - BYGNINGSKONCEPT	58
B.2	ESPANSIVA - BYGGEPRINCIP/BYGNINGSKONCEPT	62
B.3	WILLA NORDIC - BYGGEPRINCIP	67
B.4	ONV-BOLIG – ARKITEKTEGNET TYPEHUS	72
B.5	ROCKFON – FUSION INTEGRERET LOFTSYSTEM.....	76
B.6	E.J. BADEKABINER	79
B.7	YIT – KLIMATAK.....	82
B.8	AMERICAN POWER CONVERSION (APC)	85
B.9	F. L. SMIDTH (FLS).....	87
APPENDIKS C FORSLAG TIL KONKRETE SYSTEMPRODUKTER.....		90

APPENDIKS D	FREM GANGSMÅDE	91
APPENDIKS E	KONTAKTER, REFERENCER.....	92
E.1	STYREGRUPPEN.....	92
E.2	KONTAKTLISTE	92
APPENDIKS F	FORKORTELSER	93
APPENDIKS G	REFERENCER.....	94
G.1	BYGGERIET - DANSKE REFERENCER.....	94
G.2	BYGGERIET - UDENLANDSKE REFERENCER	95
G.3	ANDRE INDUSTRIER - DANSKE REFERENCER	96
G.4	ANDRE INDUSTRIER - UDENLANDSKE REFERENCER	96

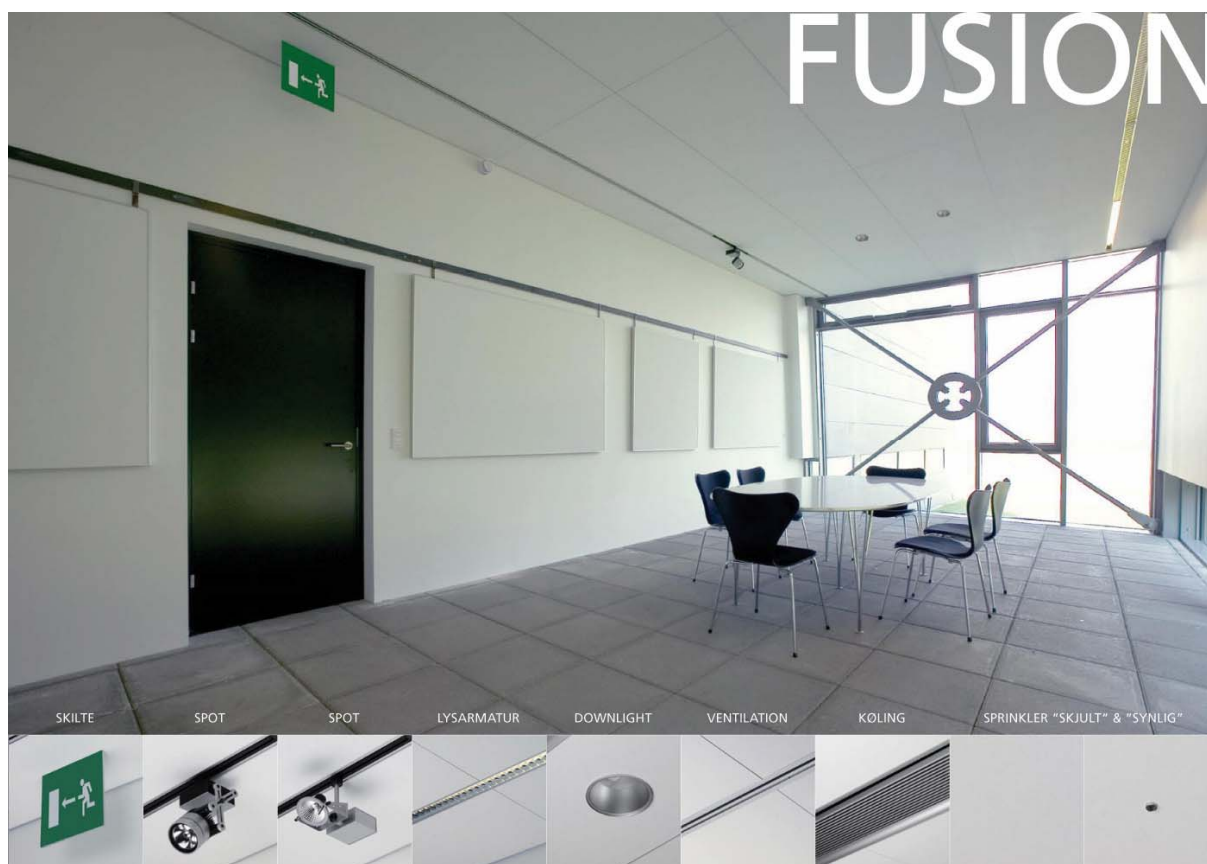
Figur liste

FIGUR 2-1: SYSTEMLEVERANCE OG SYSTEMPRODUKT	3
FIGUR 2-2: SYSTEMPRODUKTER ER MULTI-TEKNOLOGISKE OG KOMPLEKSE	3
FIGUR 2-3: SYSTEM-RUM FOR BYGGESYSTEMER OG SYSTEMBYGGERI	4
FIGUR 2-4: SAMMENFATNING AF PROBLEMER MED RELATION TIL SYSTEMBYGGERI	6
FIGUR 3-1: EKSEMPLER.....	17
FIGUR 4-1: TYPER AF CUSTOMIZATION.....	21
FIGUR 4-2: ANVENDELSE AF SYSTEMPRODUKTER OG BYGNINGSKONCEPTER	23
FIGUR 4-3: SYSTEM LEVERANDØR YDELSER I BYGGEPROCESSENS FASER	26
FIGUR 4-4: EKSEMPEL PÅ ORGANISERING	27
FIGUR 4-5: GRUNDLÆGGENDE KVALITETER VED NETVÆRKS SAMARBEJDE	30
FIGUR 4-6: NOGLE UDFORDRINGER VED ANVENDELSE AF SYSTEMPRODUKTER.....	31
FIGUR 4-7: DIMENSIONER OG PARAMETRE I BEGREBET INDUSTRIALISERING.....	33
FIGUR 4-8: UDFORDRINGER VED UDVIKLING AF KOMPLEKSE SYSTEMPRODUKTER	37
FIGUR 5-1: INDSATSOMRÅDER FOR UDVIKLING AF SYSTEMPRODUKTER	43

1 Introduktion

1.1 Idegrundlag

Denne publikation omhandler systembyggeri og systemleverancer til byggeri og denne byggeforms muligheder for udvikling af nye innovative vidensprodukter samt industrialisering af byggeprodukter og byggeprocessen. Systembyggeri er tænkbart ved byggerier med væsentlige gentagelsestræk. Dens vision er, at en bygning ikke projekteres ud fra det nuværende komponentniveau, men at der anvendes mere sammensatte, komplekse og multiteknologiske (multifaglige) komponenter – såkaldte systemprodukter, som udvikles af systemleverandører. Det kan for eksempel være tagrum, trapperum, badeværelser, køkkener, energiforsyning, indeklimasystem. Disse systemprodukter er ikke standardprodukter, men varierbare produkter ud fra mass customization princippet. De kan tilpasses bygherrens ønsker indenfor visse variationsgrænser, de konfigureres til bygningen og de leveres i en industriel proces, som systemleverandøren leder og udfører.



Som eksempel på et komplekst systemprodukt vises ovenfor et billede af et interaktivt og intelligent loftssystem – Fusion loftet fra Rockfon. Loftet er i sig selv et system. Loftet har indbygget en række funktionelle moduler, som hver især hører til systemer, som forløber i andre dele af bygningen.

1.2 Hvorfor?

Baggrunden for denne udredning om systemprodukter og systembyggeri er til dels de former for pres, som byggeriets parter oplever – bl.a. fusioner til større aktører på markedet; aktører med EU eller international forretningstænkning; konkurrence fra såvel innovationsstærke aktører som lavprisaktører; den fortsatte efterlysning af produktivitetsudvikling i dansk byggeri. Baggrunden er også de muligheder, som EU-markedet og det globale marked tilbyder. Hos en del virksomheder i byggeverdenen er der uro med hensyn til fremtiden og en søgning efter muligheder for forretningsudvikling. Udvikling af produktionsforståelsen fra klassisk præfabrikation af projekterede løsninger under tag til fremstilling af modulariserede produkter ud fra mass customization principper gør anvendelsen af systemprodukter interessant. Udviklingen af informations- og

kommunikationsteknologien skaber nye muligheder for industrialisering af hele byggeprocessen fra første skitsering til færdig bygning

Visionen om systemprodukter åbner perspektiver. Nye produktudviklingsmuligheder med vidensprodukter, som kan afsættes internationalt. Systemleverancer, både som processtrukturer, forretningsmodeller og arkitektoniske designkoncepter af høj kvalitet, kan være et vægtigt middel til en øget international afsætning af dansk byggekompetence.

Anvendelsen af flere systemprodukter kan føre til tydeligere placering af produktansvar, samt til livscyklus overvejelser ved produktvalg til det enkelte byggeri. Der kan blive færre parter på byggepladsen og dermed en mere sikker styring af teknisk kvalitet og forløb. Der åbnes rum for nye roller og forretningsmuligheder for byggeriets parter.

1.3 Formålet med udredningen

Sigtet med publikationen er at inspirere til debat og overvejelser om udvikling af systemleverancer og dertil egnede byggekoncepter og byggeprocesser - samt inspirere til dertil knyttet forretningsudvikling.

Publikationen giver et helhedsbillede af byggeri med systemleverancer og søger derved at levere et grundlag for at kunne diskutere begrebet systemleverance med byggeriets aktører, samt et grundlag for efterfølgende at kunne igangsætte udviklingsprojekter, der bidrager til at implementere systemleverancer i dansk byggeri.

De mere konkrete mål er:

- Opstille et begrebskatalog i relation til systemleverancer
- Udspænde mulige scenarier for byggeprocesser med systemleverancer
- Eksemplificere centrale begreber med eksempler fra byggeriet og andre industrier fra ind og udland
- Opliste perspektiver og udfordringer med systemleverancer og mass customization indenfor byggeriet
- Pege på indsatsområder i det videre udviklingsarbejde

Publikationen tager udgangspunkt i en række eksempler, som udspænder et udfoldelsesrum for systemprodukter. På det grundlag – og på grundlag af interviews med en række aktører samt eksisterende litteratur - leverer publikationen et helhedsbillede af systembyggeriets aspekter og indhold.

1.4 Rapportens struktur

Rapportens grundide er at forklare systemprodukter og systembyggeri gennem et sæt eksempler, som illustrerer et rum med typer af systembyggeri. I tilknytning hertil redegøres for principper og perspektiver ved byggeri med systemprodukter – struktureret på følgende måde. I kapitel 2 introduceres begrebet systemprodukter og systemleverancer i byggeriet, til dels med eksemplificering fra andre industrier. Der opstilles nogle mulige fremtidsscenarier for, hvordan byggeri med systemleverancer kan se ud. I kapitel 3 introduceres og klassificeres de udvalgte eksempler. I kapitel 4 beskrives forskellige perspektiver ved systemleverancer. I det sidste kapitel 5 præsenteres indsatsområder i det videre udviklingsarbejde med systemprodukter.

Appendiks A er en samlet liste over emneområderne ved byggeri med systemprodukter – tænkt som en terminologidannelse og et arbejdsgrundlag for de, som vil arbejde med området. I Appendiks B beskrives de enkelte eksempler udførligt. I tilknytning til indsatsområderne i kapitel 5 lister Appendiks C en række konkrete forslag til systemprodukter – til inspiration for potentielle initiativtagere. Appendiks D beskriver den fremgangsmåde, der er anvendt i udregningsarbejdet og Appendiks E lister de kontakter, som arbejdsgruppen har været i dialog med i forbindelse med udredningen. I Appendiks F listes de anvendte forkortelser og Appendiks G indeholder en liste over referencer – til inspiration for de, som gerne vil vide mere om området.

2 Systemleverancer i byggeriet

I dette kapitel beskrives byggeri med systemleverancer både oversigtligt og i dybden. Der indledes med en beskrivelse af anvendelse af systemtankegangen ved byggeri og den industrialiseringsidé, som er knyttet dertil. Beskrivelsen eksemplificeres ved nogle eksempler fra anden industri – beskrevet kortfattet, fordi de uddybes i Appendiks B. Begrebet industrialisering vækker forestillinger og følelser hos mange aktører, så vi har fundet det formålstjenligt at problematisere systemtænkningen i tilknytning til arkitekturbegrebet. Sidst i kapitlet beskrives tre scenarier for byggeri med systemprodukter – valgt til illustration af, at der er forskellige muligheder for systembyggeri.

Indledningsvis et par begrebsdefinitioner:

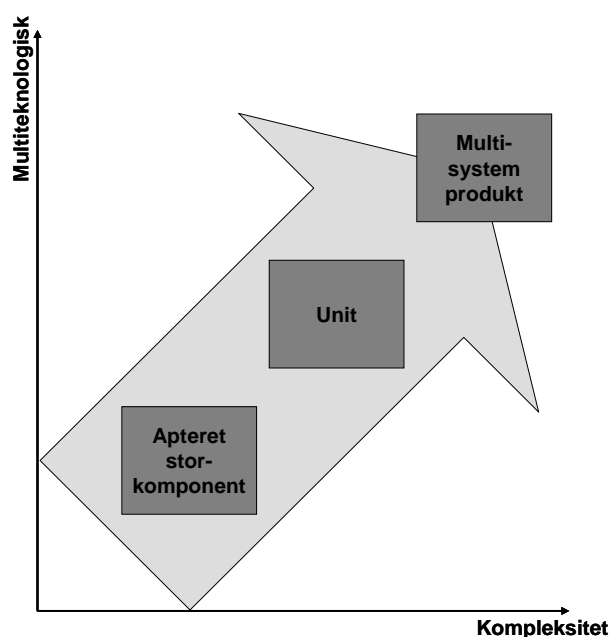
Systemprodukt

- Et systemprodukt er en multiteknologisk kompleks del af en bygning, udviklet som et færdigt modulariseret og varierende produkt
- Systemproduktet er udviklet i en særskilt produktudviklingsproces baseret på principperne i integreret produktudvikling og "udviklet for life cycle" – hvilket betyder tilrettelægning af dets markedsføring, leveringsproces og servicering
- Systemproduktet er udviklet for mass customization. Produktet er udviklet med et variationsrum indenfor hvilket produktet kan konfigureres og individualiseres til det enkelte byggeri

Systemleverance

- Ved systemleverance forstås, at en systemleverandør tilpasser og leverer et systemprodukt til et byggeri
- Systemproduktet tilpasses ud fra principperne for mass customization
- Systemleverandøren tager ansvar for produktets kvalitet ved leveringen og i tiden derefter – i form af kvalitetsgaranti og service
- Systemleverancen foregår i et tilrettelagt industrialiseret forløb fra første forslagsskitser og fremstilling og indbygning til driftsservice
- Systemleverandøren varetager alle aktiviteter i leverings- og serviceprocessen – eventuelt dog via autoriserede udførelsesparter

Figur 2-1: Systemleverance og Systemprodukt



Systemprodukter kan ses som en videreudvikling fra præfabrikation af storkomponenter. Systemprodukter kan være de fuldt apterede storkomponent såsom facadeelementer med vinduer, ledninger, overfladebehandling etc., til færdig apterede rumlige units såsom baderum og videre til mere integrerede multiteknologiske produkter såsom komplette indeklimasystemer. Ideen om systemprodukter rummer dermed potentiale i form af nye multiteknologiske videnstunge byggeprodukter.

Figur 2-2: Systemprodukter er multiteknologiske og komplekse

2.1 Systemer i byggeri til alle tider

Systematiske byggeprincipper har sandsynligvis altid eksisteret. Fra de tidligste tider er naturmaterialer som træ og sten blevet forarbejdet og udformet som modulære eller standardiserede bygningsdele for at indgå i indbyrdes logiske og æstetiske sammenhænge i et givent byggeri.

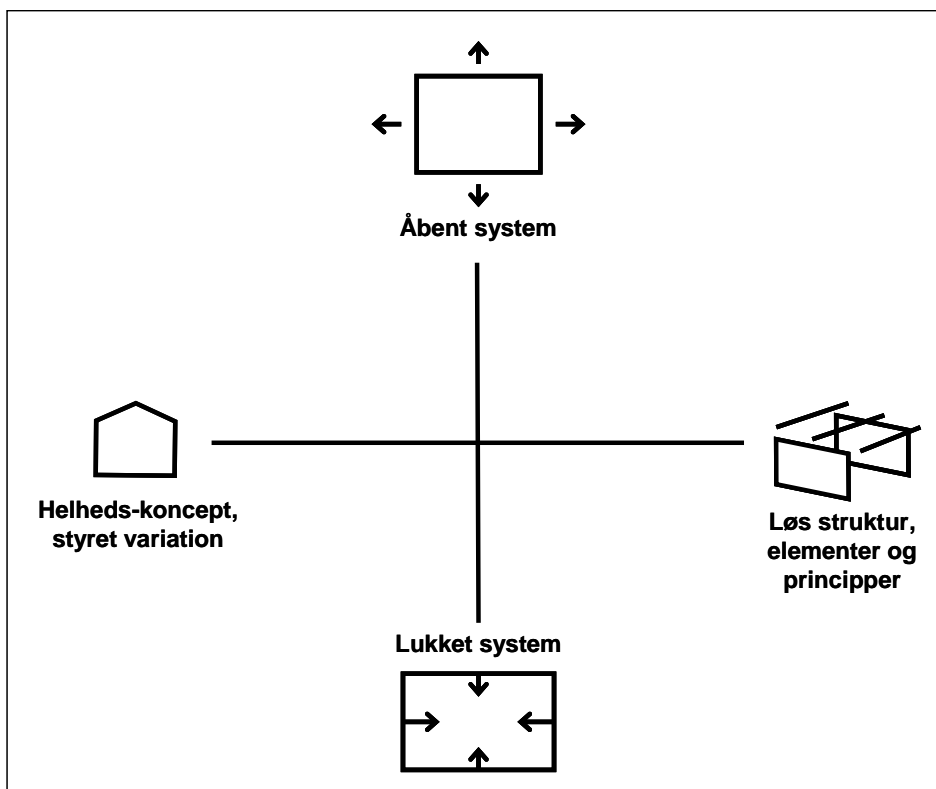
Udvikling og 'masseproduktion' af ensartede eller standardiserede byggelementer, som giver rationelle fordele fremstillingsteknisk og opførelsmæssigt, har således altid været et væsentligt omdrejningspunkt i forbindelse med optimering af selve byggeprocessen. Her skal tilføjes, at i arkitektonisk sammenhæng har andre parametre som byggeelementers proportionering og komposition, samt deres samlingsprincipper og stofflige fremtoning, også været genstand for opmærksomhed og forædling. Det ses eksempelvis i klassikkens græske søjleelementer, i traditionelt muret byggeri, men også i moderne højteknologiske byggesystemer fra bærende konstruktioner til komponentdetaljer.

2.2 Byggesystemer og systembyggeri

2.2.1 Åbne eller lukkede løsningsrum

Byggesystemer kan udvikles med fokus på komponent- og elementniveau (systemprodukter), som kan indgå i mange forskellige konstruktionsløsninger, baseret på klare byggeprincipper – eller udvikles med fokus på komplette systemløsninger til hele bygninger eller byggerier, baseret på faste bygningskoncepter - også kaldet systembyggeri. Således kan byggesystemer beskrives principielt ud fra en vandret akse, hvor byggeprincipper peger på et åbent løsningsrum og bygningskoncepter på et lukket løsningsrum. Ligeledes kan de systemprodukter, der kan indgå i et givent byggeprincip eller bygningskoncept, placeres på en lodret akse med yderpolerne, 'åbent' eller 'lukket' - forstået som systemprodukter der retter sig mod åbne og lukkede løsningsrum.

Nedenstående Figur 2-3 beskriver interaktionen mellem de to nævnte akser og anvendes til kategorisering af udvalgte systemeksempler som beskrives senere i rapporten. I arkitektonisk sammenhæng relaterer de forskellige kategorier også til forskellige grader af frie eller begrænsede muligheder for at opnå forskellige designløsninger.



Figur 2-3: System-rum for byggesystemer og systembyggeri

Ved byggesystemer med et åbent løsningsrum forstås, at komponenter og elementer er udformet med henblik på en fleksibel grænseflade, så de kan tilpasses andre byggeelementer eller byggesystemer. Det åbne byggesystem er i højere grad baseret på en række principper for, hvordan eksempelvis komponenter kan samles (fælles standarder og regler for kombinatorik), end det er betinget af faste kombinationsmuligheder. Dog kan byggesystemer med et åbent løsningsrum indeholde lukkede delsystemer (systemprodukter), som også kan indgå i et præcist defineret design og bygningskoncept. I åbne systemer er der ofte tale om tilpasning og bearbejdning af byggesystemets komponenter i forbindelse med projektering af den konkrete byggesag og montagen på byggepladsen, hvilket giver en relativt stor arkitektonisk frihed. Traditionelt murværk er et arketypisk eksempel på et enkelt byggesystem som, på trods af de få komponenter mursten og mørtel, rummer et væld af forskellige løsningsmuligheder, både konstruktivt, brugsmæssigt og æstetisk.

Åbne byggesystemer bliver ofte tænkt som en del af byggeriets processuelle udviklingsindsats - også kaldet procesvejen. Procesvejens industrielle tankegang, som er beskrevet i PROJEKT HUS, fokuserer på de potentielle udviklingsmuligheder som kan findes ved nye samarbejds- og organisationsformer, som f.eks. Trimmet Byggeri og/eller strategisk partnering, samt en stram planlægning ved øget IT-styring.

I byggesystemer med et lukket løsningsrum er de enkelte byggekomponenter indbyrdes relaterede i faste kombinationsmuligheder, med en klar defineret grænseflade mod 'omverdenen'. De er ofte tænkt som systembyggeri eller som et afrundet bygningskoncept, hvor byggekomponenter og systemprodukter er specialdesignet og udviklet i henhold til konceptet, hvorfor de ikke umiddelbart lader sig anvende i andre systemer. Mange forsøg er set på at forfølge denne konsekvente tankegang, som f.eks. Conbox (1964 – 1968), Habitat (1996-2000) og senest BoKlok (2002-)¹.

Lukkede byggesystemer indgår i højere grad som del af en udviklingsindsats af byggeriets produkter kaldet produktvejen. Mængden af komponenter i produktvejens lukkede industrielle systemer tænkes som en komponentbank baseret på fælles standarder og regler for kombinatorik. Også her ses avanceret IT-styring som et potentielt redskab til løsning af styring og koordinering således, at individuelle løsninger kan produceres industrielt, ligesom det kendes i bilindustrien. Her er det tanken, at et overordnet designkoncept, som definerer og kombinerer bygningskomponenter og -elementer, gør det muligt at producere huse, der er tilpasset den enkelte kunde, så længe varianterne holdes inden for typens rammer. Denne design- og produktionsform ses blandt typehusfabrikanterne, selvom deres industrialiseringsniveau endnu ikke er på højde med f.eks. bilindustrien.

2.3 Byggeriets problemer

Der sagt og skrevet mange beklagelser over utilstrækkelig produktivitetsudvikling i byggeriet – selv om der er tydelige, synlige udviklinger af metoder, processer og teknologier. Ordet industrialisering nævnes ofte som et ønsket virkemiddel, men der er flere udlægninger af, hvad industrialisering kan være i praksis.

Set i relation til ideen om systemleverancer, kan problemstillingerne sammenfattes i udsagnene i Figur 2-4. De er samlet fra interviewene, fra tidligere rapporter om byggesektorens udvikling og fra konferencer om industrialisering af byggeriet.

Alt i alt kan byggeriet siges at være fastlåst i en "lock in" situation, hvor alle holder hinanden fast. Og hvor den, der bryder ud og skaber fornyelse, frygter at blive straffet og ikke belønnet².

Ideen om systemprodukter til byggeriet indebærer muligheder for en produkttænkning og proces-tænkning, som samler alle faserne i byggeprocessen og fagparterne i leveringen af produktet. Altså et tydeligt produktansvar og mulighed for læring og dermed produktudvikling med hensyntagen til alle etaper i produktets livscyklus fra forslagsstillelse og opførelse til drift og anvendelse

¹ Jvf. appendiks B.1

² By- og Boligministeriet, Erhvervsministeriet, Byggeriets fremtid – fra tradition til innovation, Redegørelse fra Byggepolitisk Task Force, December 2000, s. 13

- Byggeriet er en hjemmemarkedsindustri. Parterne anser markedet for at være for lille og for usikkert til investering i produktudvikling.
- Lavteknologisk produktion og ikke tradition for forskning og udvikling – om end der investeres i udstyr, materiel og rationalisering.
- Hvert projekt er en isoleret forretning. Løsning projekteres hver gang – begrebet produkt findes kun på (simpelt) komponentniveau.
- Den konkrete tilrettelægning af byggeriet som et gennemtænkt og samordnet forløb hæmmes af, at der er mange særskilte parter.
- Fagopdelt produktion uden fælles procesoptimering. Hver producent er ansvarlig for sin del. Ingen erfaringsdannelse og fælles procesoptimering på tværs af fag og udførende parter.
- Traditionelle udbudsformer blokerer for strukturudvikling. Ad hoc byggeprojekt organisering og kontraheringsformen fører til en "enhver hytter sit" mentalitet. Gennem kontrakter, regler og forbehold dækker hver part sig ind, i stedet for at samarbejde om at løse problemstillinger, som opstår undervejs.

Figur 2-4: Sammenfatning af problemer med relation til systembyggeri

2.4 Læring fra anden industri

I forbindelse med diskussion af, hvorledes man kan opnå en øget industrialisering af byggeriet, er det naturligt at vende blikket mod andre typer af projektleverance industri for at søge inspiration i deres måder at levere kundetilpassede løsninger på. En industritype, der umiddelbart synes at have mange fælles træk med byggeriet, er skibsværfter, og en anden er virksomheder der sælger, konstruerer og producerer store komplekse procesanlæg som f.eks. spraytørringsanlæg, cementfabrikker eller insulin- og enzymfabrikker. Nogle kendetegn ved denne type af produkter (anlæg) er:

- De er store og komplekse – multiteknologiske og multifaglige med komplekse systemsammenhænge
- Hvert anlæg dimensioneres og konstrueres individuelt til den enkelte kundes behov
- Der indgår en række forskellige synsvinkler i konstruktionen af det enkelte anlæg, f.eks. krav til de processer, som anlægget skal udføre, produktionskapacitet, pris for levering af anlægget, driftsomkostninger, arbejdsmiljøforhold, miljøhensyn, osv. Tydelig fokus på brugers og driftsejers behov
- Der indgår en række forskellige aktører i forbindelse med fremstilling af det samlede anlæg, f.eks. leverandører, rådgivere, montagefirmaer på byggeplads, entreprenører osv.
- Projekterne udføres ofte som turn-key leverancer (svarende til totalentrepriser i byggeriet). Dvs. at producenten af procesanlægget påtager sig det samlede ansvar for konstruktion, produktion og montage på byggeplads af det samlede anlæg, herunder ansvaret for at koordinere med alle de involverede rådgivere og leverandører

Disse kendetegn svarer på mange måder til gennemførelse af et større byggeprojekt, hvor der er tale om en bygning, der er individuelt tilpasset lokale forhold og kundens (brugers) præferencer, og hvor der deltager en række forskellige aktører i gennemførelse af byggeprojektet. Virksomhederne møder krav om konkurrencedygtige priser og industrialiserer derfor produkt og processer i udstrakt grad. De oplever et betydeligt pres fra markedet om hurtigere levering af anlæggene. Et eksempel er Novo Nordisk Engineering, der har en målsætning om at kunne levere et komplet procesanlæg (inkl. bygninger) på 12 mdr.

Det er værd at fremhæve, at en overraskende effekt af at reducere leveringstid er, at produkternes tekniske udførelseskvalitet bliver højere (= færre fejl og mangler). Effekten er dokumenteret i en lang række projekter og velbeskrevet f.eks. i litteraturen vedr. Business Process Reengineering (BPR) og den kendes også fra virksomheder, som har reduceret tiden for produktudvikling drastisk. En af forklaringerne på fænomenet er, at lange gennemløbstider kan dække over et forløb, hvor der er indbygget problemer i form af mange ansvarsskift, uklare instruktioner eller mangelfuld dokumentation af produkter – og der er tid til at løse problemerne. Når gennemløbstiden reduceres,

bliver disse problemer en stærkere trussel mod hastigheden, så man sætter kræfter ind på at undgå dem.

For at kunne honorere kravet om hurtig levering og samtidig øge virksomhedernes indtjening, søger man at blive bedre til systematisk at udnytte erfaringer fra tidligere projekter, når man står overfor en konkret opgave. Man går fra at "udvikle" i projekter til at "producere" i projekter og etablerer en on-going produktudvikling og produktforbedring.

2.4.1 Læring på tværs af kundeprojekter

En metode til at udnytte erfaringer fra tidligere projekter er systematisk at opsamle erfaringer i produktdata-baser, der indeholder informationer om alle tidligere producerede anlæg i form af f.eks. tegninger, styklister, korrespondance med kunder og leverandører, tidsplaner, montagevejledninger osv. Denne type af IT-systemer kaldes Product Data Management (PDM) systemer eller Product Lifecycle Management (PLM) systemer og findes i en eller anden form hos stort set alle producenter af komplekse procesanlæg. En af udfordringerne ved anvendelse af PDM/PLM-systemer er at udvikle en logisk struktur og en række søgemekanismer, der gør det muligt effektivt at søge oplysninger om tidligere gennemførte projekter. En anden udfordring er at få medarbejdere til at arkivere dokumenterne og angive korrekte søgenøgler på de enkelte dokumenter i produktdata-basen i forbindelse med de enkelte projekters afslutning. Medarbejderne fokuserer på arbejdet på det enkelte projekt og afsætter ikke tid og indsats til projektet uvedkommende opgaver – som begrundes i fremtidige forenklinger af arbejdet. At udvikle for fremtiden er en udfordring – det arbejde skal organiseres, budgetteres og værdsættes. Man ser derfor, at disse virksomheder har organisatoriske funktioner, som arbejder på tværs af projekterne.

En anden metode til effektivt at udnytte erfaringer fra tidligere projekter er at udvikle et sæt af principløsninger (også kaldet moduler), der kan tages frem og relativt hurtigt tilpasses det konkrete projekt. Som eksempel kan nævnes F.L. Smidth, der har udviklet et sæt af principløsninger (moduler) for de vigtigste hovedmaskiner i en cementfabrik, jvf. appendiks B.9. Til hver principløsning (eller modul) er knyttet en beskrivelse af de indgående maskiner og deres forbindelse med øvrige maskiner (modulets interface med øvrige moduler). Desuden er der listet, hvilke maskiner der tidligere er leveret indenfor det pågældende modul.

For at holde styr på, hvorledes de enkelte moduler kan sammensættes, og hvilke maskinstørrelser, der tidligere er konstrueret og leveret, anvendes et konfigureringsystem. Systemet gennemfører en overordnet dimensionering af en cementfabrik med udgangspunkt i en række input vedr. råmaterialers egenskaber, miks af færdigvarer, grænseværdier for emissioner, fyringsmaterialer og driftstider. Resultatet er et procesdiagram, der beskriver den samlede proces gennem cementfabrikken, en liste af valgte hovedmaskiner, hjælpeudstyr mv., samt en beregning af anlæggets driftsparametre såsom kapacitet, energiforbrug mv. Endvidere en kalkulation af anlæggets leveringsomkostning.

2.4.2 Industrialisering af vidensarbejde

Udvikling af moduler og anvendelse af produktdata-baser kan opfattes som en måde at arbejdsforberede arbejdet med at konstruere og producere et procesanlæg. Man investerer ressourcer i at udvikle generiske moduler og at systematisk lagre informationer om tidligere producerede anlæg. Til gengæld bliver det lettere og hurtigere at konstruere og producere et procesanlæg til den enkelte kunde.

For at det skal kunne betale sig at arbejdsforberede en proces skal en række forudsætninger være opfyldt:

- Processens output skal være nogenlunde veldefineret. Det betyder ikke at produkterne skal være ens, men der skal være nogle grundstrukturer, der går igen i alle (eller de fleste) produkter. Alle cementfabrikker er forskellige, men den grundlæggende processtruktur går igen i alle cementfabrikker, og går man ned på de enkelte maskiner, vil man kunne se en række fælles træk på tværs af de enkelte cementfabrikker.
- Selve processen skal kunne beskrives entydigt. Dvs. at konstruktionen af en cementfabrik er ikke en nyskabelsesproces, hvor konstruktøren skifter fremgangsmåde hver gang. En cementfabrik

konstrueres i forhold til et grundlæggende koncept og efter en række regler og dimensioneringsprincipper.

- Processen skal gennemføres med en vis hyppighed. Hvis man kun bygger en cementfabrik i virksomhedens levetid, er der selvsagt en grænse for indsatsen til at forberede arbejdet, men hvis man bygger mange cementfabrikker, kan man få glæde af arbejdsforberedelsen i et stort antal projekter.

Man taler om at adskille udvikling og drift, således at processen at skabe det enkelte procesanlæg bliver en driftsopgave (produktionsopgave), der foregår med udgangspunkt i de moduler og fremgangsmåder, der er udviklet på forhånd. Derimod er udvikling af de moduler og principper, der ligger til grund for design af det enkelte procesanlæg i høj grad en kreativ proces, hvor der bl.a. skal fokuseres på at udvikle moduler, der har nogle gode kvaliteter i forhold til f.eks. funktion, emissioner, sikkerhed, vedligeholdelse, produktion, montage osv. Modulet skal på en nem måde kunne tilpasses det aktuelle behov, samtidig med at de grænseflader, der er til de øvrige dele af anlægget, fastholdes. Det forhold, at et modul bruges i en lang række procesanlæg, betyder så til gengæld, at der kan investeres betydeligt flere ressourcer i udvikling af et modul, end hvis man blot skulle konstruere det som en komponent til et enkelt procesanlæg.

2.4.3 Arbejdsforberedelse kræver volumen

Sammenfattende kan man sige, at nøgleordene for at det kan betale sig at arbejdsforberede arbejdet er, at man skal konstruere og producere et (stort) volumen af produkter med ensartede fælles karakteristika og med ensartede fremstillingsprocesser. Det forudsætter også, at virksomheden har et fokuseret og afgrænset produktprogram. Virksomheder som GEA-Niro, F.L. Smidth, MAN B&W Diesel, American Power Conversion og Grundfos har det fælles træk, at de er dominerende på verdensmarkedet indenfor deres produktsegment. F.L. Smidth leverer 60 % af alle cementfabrikker i verden, MAN B&W Diesel konstruerer mere end 2/3 af alle store dieselmotorer i verden – langt hovedparten produceres på licens i Sydøstasien. Derved opnår de et volumen, der retfærdiggør at de kan investere ressourcer i produktudvikling, markedsføring og i at arbejdsforberede processer som salg/ ordrebehandling, konstruktion, fremstilling af produkter og montage/ opførelse på byggeplads.

Ovenstående markedsandele er resultatet af en konsolidering, der gennem en lang årrække har fundet sted indenfor store dele af industrien. I byggeriet er markedet fortsat fordelt på en lang række mindre virksomheder, men man ser den samme tendens - virksomheder køber op og fusionerer for at opnå større markedsandele. Indenfor f.eks. byggematerialeindustrien er der i dag en række store aktører på markedet.

En afgørende forudsætning for, at disse virksomheder kan udnytte fordelene ved det store volumen er, at de arbejder målrettet med at udvikle moduler, der kan anvendes på tværs af de enkelte kundeopgaver. Dvs. at anvendelse af moduler er et middel til at få at større volumen af enslignende opgaver. Det er også middel til at opnå større volumen af ensartede opgaver hos virksomheder, der har en mindre markedsandel.

American Power Conversion, der leverer nødstrømsanlæg, er et eksempel på en virksomhed, der har investeret betydelige ressourcer i arbejdsforberedelse, jvf. appendiks B.8. Det er gjort ved at udvikle et modulopbygget produktprogram og at anvende konfigureringsystemer i forbindelse med salg/ konfigurering af det enkelte kundetilpassede produkt. Dvs. at hvor der tidligere var en række ingeniører/ teknikere beskæftiget med at konstruere kundetilpassede nødstrømsanlæg, udføres denne proces i dag af sælgere, der bruger et af virksomhedens konfigureringsystemer. De kan ved hjælp af systemet konfigurere og dimensionere et nødstrømsanlæg, og udarbejde produktionsgrundlag. Det har bl.a. betydet, at leveringstiden for de store nødstrømsanlæg er blevet reduceret fra ca. 400 dage til 16 dage. Målet er at komme ned på 4 dage.

Nogle vil påpege, at det danske byggemarked er for lille til investering i udvikling af innovative systemprodukter. I denne udredning lægges derfor vægt på en international orientering af afsætningen af vidensprodukter. En afsætningsmæssig fokusering på det danske marked kan måske betyde, at man snarere skal udvikle grænsefladerne mellem mindre enkeltkomponenter - og dermed samtidig sikre en friere konfigurering af de enkelte byggerier.

Et andet aspekt knyttet til volumen er kontinuitet. Det vil sige at medarbejderne direkte oplever hyppig gentagelse af arbejdsprocesser og genanvendelse af kendte produktkarakteristika og derved opnår en rutine, som er med til at sikre kvalitet - forstået som korrekt udførelse af aktiviteter.

2.5 Arkitekturbegrebet og 'systemtænkning'

Systemtænkning har som begrebsverden stor betydning i arkitektonisk sammenhæng. Men før vi går videre med en nærmere beskrivelse af arkitektur i forhold til byggesystemer og systembyggeri, må vi indledningsvis definere vores forståelse af arkitekturbegrebet. Arkitekturbegrebet forstås her som den sammenhængskraft, der opstår ved udarbejdelse af overordnede koncepter, principper, fortællinger eller intentioner, gennem udformning, proportionering og indbyrdes komposition af et bygningsværks delelementer. Arkitektur opfattes som (fysiske) fænomener, der indskriver sig i den generelle kulturproduktion, dvs. at arkitektur, som fysisk ramme om menneskelig udfoldelse, både forholder sig til natur og miljø, samfund og økonomi, såvel som menneskets åndelige virke og fysiske behov.

Den arkitektoniske dimension i forbindelse med systemtænkningen i byggeriet kan i korte træk defineres som den bevidst formulerede sammenhæng (indbyrdes), der etableres mellem de forskellige delelementer (det være sig rumforløb, konstruktionselementer, materialevalg, associationer, mv.). Denne indbyrdes kan eksempelvis tænkes som en harmonisk helhed bestående af elementer, der indskriver sig i en hierarkisk orden, eller som en collage af enkeltdefinerede dele der indgår i en dynamisk kompleks sammenhæng.

2.5.1 Systemernes indflydelse på de arkitektoniske løsninger

Industrielt producerede komponenters byggetekniske forenelighed og udvikling af større byggesystemer, har stillet krav til formulering af fælles byggestandarder, idet løsningerne ikke nødvendigvis har taget udgangspunkt i traditionel byggeskik eller fælles normer for definition af grænseflader. Dette standardiseringsarbejde udgør fortsat en central del af produkt- og systemudviklingen inden for byggeriet, men bliver ofte betragtet som et formelt teknisk anliggende der ikke nødvendigvis forholder sig til hvilke arkitektoniske løsninger det resulterer i.

Et overvejende fokus på de tekniske og funktionelle aspekter ved standardisering af byggekomponenter og -systemer og deres indbyrdes grænseflader, har alvorlige konsekvenser for udviklingen af reelt kompatible løsningsmodeller der udgør- eller indgår som dele af en helhedsløsning. Ved at tekniske specifikationer og normer for en stor del bestemmes af specialister inden for enkelte fagområder er der risiko for suboptimering og løsninger, som ikke tager hensyn til hvordan et byggeri vil tage sig ud som helhed eller om de forskellige regulativer og anbefalinger er i konflikt med hinanden.

Tænkes, udvikles og designs byggesystemer som et samlet kompleks af æstetiske, tekniske såvel som funktionelle forhold der skal gå op i en højere enhed er det muligt at fremkomme med systemløsninger der kan imødekomme flere problemstillinger og som kan anvendes i flere typer byggerier og kontekstuelle sammenhænge. Et byggesystem hvor netop denne holistiske tilgang er blevet dyrket, er Comfort House systemet som er udviklet af NCC/ Lundgaard & Tranberg Arkitekter A/S. (Nu markedsført under navnet: 'Åbenhus').

I Comfort House har man modificeret systemtanken, så det på flere punkter end f.eks. i plan og facade kan tilpasses stedsspecifikke forhold. Det drejer sig om et mere fleksibelt møde med terrænet, bedre muligheder for forskydninger i facadeplanet og anvendelse af nye, alternative materialer. Comfort Systemet er fra projekt til projekt blevet forbedret gennem videreudvikling af bygningsdele og detaljer og den måde hvorpå disse forholder sig til helheden. Et væsentligt forhold her er selvfølgelig at flere tilpasningsmuligheder betyder et mere komplekst system, der formentlig bliver mindre rationelt at producere.

2.5.2 Det arkitektoniske moment

Præfabrikerede bygningsdele, byggesystemer og systembyggeri er i mange tilfælde udviklet med henblik på at rationalisere byggeprocessen og billiggøre byggeriet, hvorfor målet er at reducere antallet af forskellige materialer, komponenter og samlingskombinationer. Denne rationelle og reducerende opfattelse af systemtænkning i byggeriet har været den mest dominerende gennem de sidste par århundreder, og har stået i skarp kontrast til især arkitekternes grundlæggende ønske om variations- kombinations- og kompositions muligheder i de arkitektoniske løsninger. Et ønske som i realiteten handler om at kunne tilgodese væsentlige parametre i et givent projekt eller byggesag så som:

- Program (bygherreønsker/samfundskrav – formål – funktion)
- Kontekst (tid – sted – kultur – historik)
- Situation (konstellation, relation og samarbejde mellem aktører)

Disse parametre, som også kan omskrives til intentionelle, kulturelle og sociale størrelser, bevirker at vore fysiske rammer som fænomen både er rundet af, såvel som rummer almene menneskelige værdier og (samfunds)økonomiske hensyn. Dette komplekse forhold mellem de værdier der ønskes skabt og de ressourcer der vurderes nødvendige, er det der skal være plads til i f.eks. et systemkoncept, for at de arkitektoniske hensyn til fulde kan tilgodeses. Det kommer eksempelvis til udtryk de særlige krav og behov (kvaliteter), som bygherren, herunder bruger og samfund, måtte have i forbindelse med udformning og opførelse af et byggeri.”

Flere arkitekter har forsøgt at løse den vanskelige opgave, som består i at definere åbne og fleksible designprincipper som grundlag for præfabrikerede byggekomponenter der indgår i større byggesystemer eller systemkoncepter. Et af de bedste eksempler på en forening af rationelle systemprincipper med varierbare løsninger, såvel som et 'designet' system med konventionelle byggematerialer, komponenter og elementer, er Espansiva-systemet udviklet af Jørn Utzon (jvf. appendiks B.2).

Til Espansiva udviklede Utzon specialdesignede, præfabrikerede byggekomponenter, tænkt som katalogvarer der indgik i et rationelt men fleksibelt byggesystem, som også bestod i et konkret bygningskoncept. Et Espansiva-hus kunne bygges i henhold til kundens ønske, på en given byggegrund og tegnet af vilkårlige arkitekter. Inspireret af naturens strukturelle principper udviklede Utzon en række grundmoduler, som kunne samles og indgå i enhver tænkelig kombination og sammenhæng inden for byggekonceptets rammer - bestående i fast definerede rumformer og kombinationsløsninger. Disse idéer udviklede han til et helt designprogram, det additive princip, som kunne anvendes både i byplanmæssig sammenhæng til boligbyggeri og til møbelsystemer. Espansiva systemets primære styrke er ikke kun det additive grundprincip, men også Utzons præcise skelnen mellem specialdesignede elementer, som udgøres af: rammelementer i limtræ og forskellige, monterbare, væg- og facadepaneler, og de øvrige kompletterende bygningsdele, som består af konventionelle byggematerialer og komponenter. Denne kombination giver byggesystemet høj grad af tilpasningsdygtighed og variation – og dermed mulighed for at udarbejde mange forskellige arkitektoniske løsninger.

2.6 Fremtidsscenarier

Nedenfor beskrives 3 scenarier, som er markant forskellige. De illustrerer et spektrum af frihedsgrader for bygherren og hans hovedrådgiver, og også et spektrum af frihedsgrader for tilbydere af bygningskoncepter og systemprodukter. Der er flere varianter end de 3, men de afspejler spekteret.

Hensigten med at beskrive scenarier er at tydeliggøre ide og konsekvens ved systembyggeri – og at inspirere læseren til egne overvejelser om tiltag for systemleverancer. Scenarierne må ikke opfattes således, at det alene er åbenheden i bygningskonceptet, der giver frihedsgraderne. Det er i lige så høj grad den produktudvikling, der udfoldes til et bygningskoncept. Til både et åbent og et mere lukket bygningskoncept kan der være et stort udvalg af forskellige systemprodukter - eller et mindre udvalg. Omfanget vil være bestemt både af bygningsystemets udformning og af markedskræfterne. Det må forventes at et velfungerende og optimeret bygningskoncept tiltrækker mange systemproduktløsninger.

2.6.1 Scenarie A. Traditionelt byggeri med enkelte systemleverancer

Dette scenarie tager udgangspunkt i et traditionelt byggeforløb, hvor bygherrens rådgivere leverer forslag til byggeriets udformning, men i hensigtsmæssigt omfang benytter tilgængelige systemprodukter. Valget mellem systemprodukt contra specielt projekteret løsning beror på værdier, sikkerhed for kvalitet samt økonomi. Anvendelsen af systemprodukter kan påvirke bygningsløsningen helhed. I dette scenarie er der stor frihedsgrad.

Scenarie A

Indledende design

Bygherren allierer sig med en arkitekt og med fornødne rådgivere i øvrigt. Ledet af arkitekten, men i fællig, gennemfører de en funktionsplanlægning og dimensionering samt formulerer krav, ønsker og værdsatte værdier ved byggeriet.

Dette arbejde fortætter i en skitseprojekteringsfase med sigtet at skabe et udbudsmateriale.

I det forløb søger rådgiverne egnede systemprodukter, indhenter (i dialog) skitse-mæssige konfigureringsforslag fra systemleverandørerne – og indretter hovedløsningen på de accepterede forslag. Hvor der ikke er acceptable systemprodukter skitserer rådgiverne løsninger på traditionel vis.

Systemløsninger er ledsaget af en budgetpris. Prisen er med usikkerhedsangivelser og redegørelse for eventuelle alternativer og yderligere options.

Kontrahering

Skitseringsfasen fører til et stadie, som er grundlag for kontraheringer.

En mulighed er at udbyde i totalleverance. Det vil være på det vilkår, at de allerede valgte systemleverandører skal indgå i totalleverancen med allerede aftalte leverancer. Deres pris forhandles på plads i kontraheringsforløbet og bygherren ser den aftalte pris. Totalleverandøren påtager sig i den relation at styre byggeforløbet.

En anden mulighed er at udbyde i delte leverancer. Bygherren kontraherer med en byggeledelse, som leder udbud, kontrahering og udførelse på vegne af bygherren.

Bygherren og byggeledelsen udarbejder en byggetidsplan og en beslutningsplan for de løsningsbeslutninger som udestår. Det kan være detaljer, som skal vælges eller alternativer, som kan vælges. Kontrakterne indeholder de dertil hørende vilkår for prissætning.

Levering og drift

Byggeledelsen/totalentreprenøren leder hele byggeprocessen (detailkonfigurering hhv. detailprojektering, levering, udførelse etc.) med ansvar for helhed i bygningen.

Systemleverandørerne har produktansvar for hver deres systemleverance. Det må forventes at systemleverandørerne derfor selv forestår alle aktiviteter i deres leveranceforløb – helt til aflevering og garantiperiode.

Hvis de overlader til byggeledelsen at vælge firmaer til udførelsesaktiviteter, er det på det vilkår, at systemleverandøren er helt tryk ved den organisering, og at systemleverandøren også i det tilfælde påtager sig produktansvaret.

Bemærkninger

Rollerne er i denne fase de klassiske og vel kendte fra traditionelt byggeri.

Rådgivernes rolle er i denne fase bl.a. at formulere hovedkravene til systemleverandørerne, at vurdere systemleverandørernes forslag, samt at sørge for de fornødne sammenhænge ved grænseflader.

Hvis systemleverandøren ikke selv vil montere/indbygge, er produktet enten skabt til montering af godkendte montørfirmaer eller forsynet med udførlig montageanvisning. Systemleverandøren må i den situation kontrollere til slut.

Rådgivernes rolle er i denne fase de traditionelle.

2.6.2 Scenarie B. Åbent bygningskoncept

Dette scenarie tager udgangspunkt et mere åbent bygningskoncept, som måske ikke har nogen ejer, men kendes som et anvendt og tilgængeligt udgangspunkt. Konceptet kan varieres og der er en (bred) vifte af systemprodukter på markedet, som er brugbare delløsninger – hvilket er en begrundelse for at tage udgangspunkt i konceptet. Man kan ikke regne med, at bygningen i fuld udstrækning sammenstykket af systemprodukter. Der vil være behov for situationsbestemte projekteringer, og der vil være behov for at løse en række problemer vedrørende systemprodukternes grænseflader og sammenbygning. Bygningskonceptet er et principmæssigt udgangspunkt, men det kan undergå væsentlige situationsbestemte tilpasninger.

Scenarie B

Indledende design

Bygherren allierer sig med en hovedrådgiver, som har et bygningskoncept, som umiddelbart synes egnet – eller som kan arbejde med udgangspunkt i et åbent bygningskoncept.

I fællig gennemfører de en funktionsplanlægning og dimensionering samt formulerer krav, ønsker og værdsatte værdier ved byggeriet.

Hovedrådgiveren leder et skitseringsarbejde, hvor han selv projekterer (tilpasser) bygningskonceptet samt har dialog med systemleverandører, som konfigurerer ideforslag på deres områder. Bygherren er i dialog med hovedrådgiver og systemleverandører hele vejen.

Hovedrådgiveren udfører sideløbende idedesign på byggeriets helhed – evt. assisteret af andre designere.

Løsninger er ledsaget af en budgetpris. Prisen er med usikkerhedsangivelser og redegørelse for eventuelle alternativer og yderligere options.

Kontrahering

Skitseringsfasen fører til et stadie, som er grundlag for kontraheringer.

En mulighed er at udbyde i totalleverance (totalentreprise). Det vil være på det vilkår, at de allerede valgte systemleverandører skal indgå i totalleverancen med allerede aftalte leverancer. Deres pris forhandles på plads i kontraheringsforløbet og bygherren ser den aftalte pris. Totalleverandøren påtager sig i den relation at styre byggeforløbet.

En anden mulighed er at udbyde i delte leverancer. Enten tilsætter hovedrådgiveren en byggeledelse eller der kontraheres med en byggeledelse, som leder udbud, kontrahering og udførelse på vegne af bygherren.

Bygherre, hovedrådgiver og byggeledelsen udarbejder en byggetidsplan og en beslutningsplan for de løsningsbeslutninger som udestår. Det kan være detaljer, som skal vælges eller alternativer, som kan vælges. Kontrakterne indeholder de dertil hørende vilkår for prissætning.

Bemærkninger

Hovedrådgiveren vil typisk være en arkitekt, som har eller supplerer sig med de fornødne kompetencer.

Hovedrådgiverens opgave er at hjælpe bygherren med at formulere behov og krav og de værdier, som bygherren lægger vægt på.

Hvis bygningskonceptet har en ejer, kan der blive tale om en royalty betaling for anvendelsen og eventuelt anvendelse af konceptejeren som rådgiver ved konceptets tilpasning.

Hovedløsningen kan være en kombination af systemprodukter på nogle bygningsdele og direkte designede udformninger af andre dele.

Hovedrådgiveren har i denne fase også en projekteringsopgave.

Totalleverandøren har ikke fuld frihed til at organisere og kontrahere leverancer og ydelser til byggeriet. Der vil være bindinger til allerede truffne valg fra bygherreside.

Der er anledning til at skelne mellem begreberne totalleverance og totalentreprise.

Levering og drift

Byggeledelsen/totalentreprenøren leder hele byggeprocessen (detailkonfigurerer hhv. detailprojektering, levering, udførelse etc.) med ansvar for helhed i bygningen.

Systemleverandørerne har produktansvar for hver deres systemleverance. Det må forventes at systemleverandørerne derfor selv forestår alle aktiviteter i deres leveranceforløb – helt til aflevering og garantiperiode.

Hvis de overlader til byggeledelsen at vælge firmaer til udførelsesaktiviteter, må det forventes, at systemleverandøren er helt tryk ved den organisering, og at systemleverandøren også i det tilfælde påtager sig produktansvaret.

Hovedrådgiveren er i denne fase bygherrens rådgiver med opgaven at sikre, at bygherren får det planlagte byggeri.

Hvis systemleverandøren ikke selv vil montere/indbygge, er produktet enten skabt til montering af godkendte montørfirmaer eller forsynet med udførlig montageanvisning. Systemleverandøren kontrollerer evt. til slut.

2.6.3 Scenarie C. Bygningskoncept – et lukket løsningsrum

Dette scenarie beskriver en næsten alt omfattende systemprodukt tankegang. Udgangspunktet er et ”modelhus” – et bygningskoncept, som er skitseret som en helhed med mulighed for variation, så det kan tilpasses den enkelte byggesituation. Konceptet er forberedt for anvendelse af systemprodukter til forskellige dele af huset, og der er systemleverandører, som har udviklet systemprodukter til konceptet. Der er (forhåbentlig) flere mulige produkter at vælge blandt – plus at det enkelte systemprodukt kan tilpasses. Konceptejeren har projekteringsløsninger til de dele, hvor der ikke findes systemprodukter. Scenariet kan umiddelbart opfattes således, at det repræsenterer et ret lukket og lille løsningsrum. Men det afhænger dog af omfanget af anvendelige systemprodukter fra forskellige systemleverandører.

Scenarie C

Indledende design

Bygherren allierer sig med en hovedrådgiver – og de bliver enige om at lede efter et velegnet bygningskoncept. I fællig gennemfører de en funktionsplanlægning og dimensionering samt formulerer krav, ønsker og værdsatte værdier ved byggeriet. Derpå søger hovedrådgiveren markedsførte bygningskoncepter og udvælger 2-3 som anses for umiddelbart egnede.

Hovedrådgiveren kontakter konceptejerne og etablerer en forslagsdialog, hvor konceptejerne konfigurerer ideforslag til bygningen – ledsaget af en budgetpris. Prisen er med usikkerhedsangivelser og redegørelse for eventuelle alternativer og yderligere options.

I dette forløb har konceptejerne dialog med systemleverandører, som for deres produkt konfigurerer idebidrag til bygningen

Hovedrådgiveren kan sideløbende udføre idedesign på byggeriets helhed og design på de områder, som ikke er med i konceptejernes skitser. Eller disse opgaver kan overlades konceptejerne til forslagsstillelse også.

Bemærkninger

Hovedrådgiveren vil typisk være en arkitekt, som har eller supplerer sig med de fornødne kompetencer – og som er indstillet på at anvende systemløsninger (-produkter).

Hovedrådgiverens opgave er at hjælpe bygherren med at formulere behov og krav og de værdier, som bygherren lægger vægt på, at formidle dem til konceptejerne, at vurdere konceptejernes forslag, at indgå aftale.

Konceptejerne kan være arkitektvirksomheder, developers eller entreprenørvirksomheder. Konceptejernes opgave er, at levere det bedst mulige løsningsforslag til bygherren, samt at sikre bygningens helhed og sammenhængen mellem de anvendte systemprodukter.

Systemleverandørernes opgave er tilsvarende at levere den bedst mulige tilpasning og at medvirke til at skabe den rigtige grænseflade sammenhæng mellem systemprodukterne.

Design på de andre områder udføres evt. af andre (design) rådgivere

Kontrahering

Bygherren og hovedrådgiveren vurderer koncepterne i forhold til programkrav og har dialog med konceptejerne for at opnå bedst mulige ideforslag. Forløbet ender med at bygherren og hovedrådgiveren vælger. For de acceptable forslag anmodes om bindende tilbud og der indgås kontrakt med den endeligt valgte konceptejere, som derved bliver hovedleverandør.

De dele af byggeriet, som hovedrådgiveren (med evt. assistance) har designet, kan enten blive en del af leverancen og kontrakten – eller kontraheres separat til anden side.

Konceptejeren organiserer i den fase udførelsen af byggeriet – det vil sige etablerer byggeledelse og indgår aftaler med systemleverandører og fornødne entreprenører.

Bygherre, hovedrådgiver og hovedleverandør udarbejder en byggetidsplan og en beslutningsplan for de løsningsbeslutninger som udstår. Det kan være detaljer, som skal vælges eller alternativer, som kan vælges. Kontrakten indeholder de dertil hørende vilkår for prissætning.

Kontrakt kan eventuelt indgås på et så skitse-mæssigt stade, at der indskydes en konfigureringsfase (designfase), hvor bygherren, hovedrådgiveren, konceptejeren og nogle af systemleverandørerne i dialog fastlægger endelige udformninger.

Levering og drift

Konceptejerne er herefter hovedleverandør og er ordfører i dialogen med bygherren og dennes hovedrådgiver om yderligere beslutninger. Der kan i det forløb være direkte involvering af systemleverandører i dialogen om endelige udformninger.

Systemleverandørernes aktiviteter i udførelsesforløbet beror på deres aftale med konceptejeren/hovedleverandøren. Nogle udfører (forestår udførelsen af) alle aktiviteter. Andre lader måske hovedleverandøren entrere med (kompetente) montagefirmaer, som udfører efter systemleverandørens anvisninger.

Konceptejeren har produktansvar for bygningen som helhed og må engagere sig med de enkelte systemleverandører således, at de tager fuldt medansvar for hver deres systemprodukt.

Kan være at forslagsdialogen ender med, at der kun er én acceptabel leverandør.

Konceptejeren påtager sig enten selv ledelse af byggeopgaven eller allierer sig med en hovedentreprenør.

Kontrakten indeholder de dertil hørende vilkår for prissætning.

Det må forventes, at hovedleverandøren har en kreds af udførende firmaer (entreprenører, montører, installatører m.fl.) således, at der er kompetence og læring.

Hovedrådgiverens opgave er i denne fase at sikre, at bygherren får det planlagte byggeri.

Dette indebærer, at de arkitektoniske værdier er diskuteret og fastlagt ved valget af hovedløsningen.

2.7 Overbliksbillede – systemleverancens emneområder

Systembyggeri og systemleverancer indebærer en række indsatsområder for aktørerne i byggebranchen. Vi har fundet det formålstjenligt at udarbejde en oversigt over disse indsatsområder – i alt 10, som beskrives i Appendiks A. Oversigten er tænkt som et ”landkort” og et katalog over forhold, som systemleverandører og andre parter i byggeriet må arbejde med ved udvikling af denne byggeform. En supplerende hensigt med overbliksbilledet er at skabe et fælles begrebsapparat.

Det 10 indsatsområder er:

1. Systemprodukt – afgrænsning og integration
2. Customization – produktplatform, tilpasningsrum, konfigurering
3. Leveringsprocessen – fra design til drift
4. Byggeprocessen – med systemleverancer
5. Organisering
6. Industrialisering
7. IT og kommunikationsteknologi
8. Produktudvikling
9. Forretningsudvikling, markedsføring
10. Økonomi

3 Introduktion og klassificering af eksempler

Til at understøtte de forskellige perspektiver præsenteret i kapitel 4 gør udredningen brug af forskellige eksempler. Eksemplerne inddeles i 3 grupper:

- Systemeksempler fra byggeriet
- Eksempler på systemprodukter (delsystemer) fra byggeriet
- Eksempler fra andre industrier

Typehusmarkedet i Danmark er et af de forretningsområder inden for byggeriet, hvor der omsættes og investeres flest penge (der opføres ca. 6.500 typehuse om året). Typehusfirmaerne har højt udviklede forretningskoncepter, som for en stor del baserer deres byggerier på systemprodukter og systemleverancer. Det vil sige, at enfamilieboligen er en af bygningstyper, hvor systemprodukter og systemleverancer med størst 'succes' har ladet sig implementere som et 'totalkoncept'. En tilsvarende udvikling af typehuskoncepter med fokus på de arkitektoniske kvaliteter har været sporadisk eller decideret fraværende, selvom systemgrundtanken ikke nødvendigvis udelukker byggerier af høj arkitektonisk kvalitet.

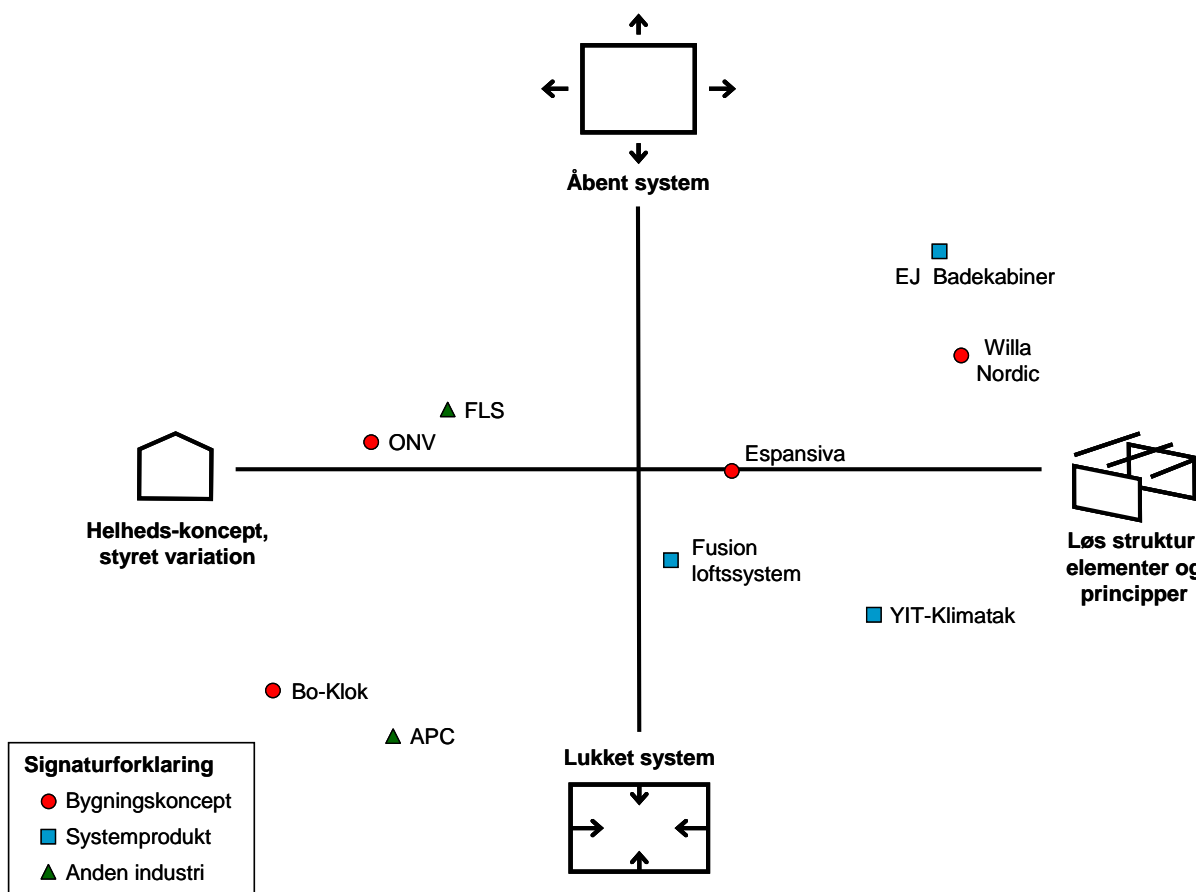
Forsøg på at overføre samme byggepraksis og forretningskoncept (systemprodukter og systemleverancer) til etageboliger er også nået langt og der findes flere gode eksempler. Blandt andet, Comfort House, (Lundgaard & Tranberg Arkitektfirma a/s), Habitat (Vilhelm Lauritzen Arkitektfirma a/s) og Casa Nova (Nova 5 Arkitekter a/s) fra PPB programmet og senest projektforslag og byggerier fra Statens Kunstfonds konkurrencer om Bedre Billigere Boliger. Her kan nævnes: BBB-byggeriet i Ølby (Juil & Frost Arkitekter), Konkurrenceprojektet Megastruktur, (Gitte Juul Arkitekter), Tegnestuen Vandkunstens 1. præmieprojekt til BBB's 2. projektkonkurrence 2004.

Systemeksemplerne fra byggeriet er her valgt med fokus på typehusniveauet og illustrerer fire meget forskellige systemtilgange og forretningskoncepter. Eksemplernes konkrete arkitektoniske kvaliteter har ikke været udslagsgivende for deres udvælgelse, men snarere deres indbyggede mulighed for at tilgodese arkitektonisk kvaliteter. Således kan de alle til en vis grad diskuteres, idet f.eks. BoKlok umiddelbart kan betragtes som etageboliger, men de er i realiteten store villaer, som i deres relation til boligernes indbyrdes kontekst og bebyggelsesplan har mange ligheder til enfamiliehuset. Ligeledes kan Espansiva diskuteres - opfattes som outdated og som et urealistisk forretningskoncept, idet det ikke eksisterer i dag. Her er det vigtigt igen at holde sig for øje, at det er selve systemprincippet, der her er interessant og som rummer et væld af udviklingsperspektiver. Grunden til at Espansiva ikke overlevede som forretningskoncept kan være, at det var *forud for sin tid*, at der af samme grund ikke var et reelt marked, og at der ej heller var et velfungerende organisatorisk set up blandt konsortiedeltagerne til skabe et robust forretningskoncept.

Ud over at rumme systemkoncepter, der peger i forskellige udviklingsretninger, har kriterierne for udvælgelse af eksemplerne været, at de skulle være afprøvede, 'bæredygtige' forretningskoncepter og at de skulle rumme en så høj grad af realistisk udviklingsperspektiv, at de ikke umiddelbart kunne afvises af byggebranchen. Derfor er eksemplerne valgt ud fra, at de i et eller andet omfang beskriver veldefinerede målgrupper/kundesegmenter og har et sigte på volumen, målrettet produktudvikling og produktionstilpasning, afsætnings- og efterspørgselsanalyser. Formålet har som sådan ikke været at finde mange eksempler, men i højere grad at illustrere forskellige muligheder og tilgange ved at anvende/tænke systemleverancer.

Eksemplerne fra andre industrier udvalgt for at vise potentialet ved anvendelse af mass customization og ikke mindst modulariseringstankegangen og anvendelse af produktkonfiguratorer.

Spekteret er illustreret i nedenstående Figur 3-1.



Figur 3-1: Eksempler

I det følgende introduceres de enkelte eksempler kort. Mere udførlige beskrivelser af de enkelte eksempler findes i Appendiks B.

3.1 Byggeriet – systemet som helhed

- **BoKlok** Bo-Klok er et Nordisk selskab – et samarbejde mellem IKEA og SKANSKA. Selskabet udbyder billige andelsboliger, baseret på et 'låst' bygningskoncept, som pt. kun kan varieres minimalt.
- **Espansiva** Espansiva er udviklet, produceret og markedsført som et præfabrikeret byggesystem af trækomponenter til enfamiliehuse og andre mindre pavillonbebyggelser. Inden for rammerne af det angivne bygningskoncept er Espansiva en katalogvare, som kan bygges i henhold til kundens ønske, på en given byggegrund og tegnet af vilkårlige arkitekter. Espansiva er således både et bygningskoncept, (med fast definerede rumformer og kombinationsløsninger) og et additivt byggeprincip bestående af mange forskellige elementer, der indbyrdes kan kombineres. Espansiva-elementerne er desuden tænkt til at kunne bygges sammen med de fleste andre konventionelle byggematerialer og -komponenter.
- **Willa Nordic** Willa Nordic er et svensk ejet aktieselskab med produktion i Stockaryd i Småland. Selskabet udvikler, fremstiller og sælger primært enfamiliehuse med et åbent konstruktionsprincip, der tillader høj grad af individuel tilpasning.
- **ONV** ONV-huset er udviklet af ONV-arkitekter i København i samarbejde med MT-Højgaard og selskabet Scandi Byg i Løgstør. I dag produceres husene af HP-gruppen i Hjørring. Ideen er at tilbyde et prisbilligt arkitekteregnet typehus af høj arkitektonisk kvalitet.

3.2 Byggeriet – systemprodukter

- Fusion Fusion er et loftssystem - et systemprodukt udviklet af Rockfon og Vilhelm Lauritzen Arkitekter. Fusion-loftet er integreret med lysarmatur i samarbejde med Louis Poulsen og ventilation i samarbejde med Lindab. Det er forberedt for integration af flere funktioner.
- E.J. Badekabiner E.J. Badekabiner producerer specielt kundetilpassede badekabiner i store serier. Kabinerne bliver produceret under tag og bliver leveret forseglede til byggepladsen fuldt installeret og rengjort.
- KlimaTak KlimaTak er en hybrid - et indblæsningsarmatur, som samtidig bl.a. fungerer som føringsvej for øvrige tekniske installationer. KlimaTak er udviklet af YIT.

3.3 Andre industrier

- APC American Power Conversion fremstiller nødstrømsanlæg. De har udviklet en modulstruktur for de større nødstrømsanlæg. Baseret på bl.a. denne modulstruktur har virksomheden udviklet et konfigureringsystem, der gør det muligt at konfigurere et større nødstrømsanlæg på 10-20 minutter.
- FLS F.L. Smidth udvikler og fremstiller cementfabrikker og udstyr til cementfabrikker. FLS har opbygget et konfigureringsystem, der kan bruges i forbindelse med udarbejdelse af overordnede tilbud for cementfabrikker.

4 Systemleverancer – idé og perspektiver

I dette kapitel redegøres nærmere for nogle udvalgte emner ud af de 10 nævnt i Appendiks A. Der er prioriteret således, at udplukket fokuserer på systemtankegangen. De ikke omtalte emner anses for behandlet i andre publikationer og sammenhænge.

4.1 Byggesystemer og systemprodukter

Systembyggeriets (arkitektoniske) potentiale består i en mulig udvikling af byggekomponenter og systemprodukter, der principielt egner sig til at indgå i alle mulige former for systemleverancer. Komponenter og systemprodukter der repræsenterer en høj grad af præcision og dermed et (potentielt) højere kvalitetsniveau for slutproduktet.

Systemleverancer egner sig især til byggerier med et stort volumen af enslydende bygningsdele eller funktionsrum. Det er typisk byggerier som institutionsbygninger, kontorbygninger, parcel-, rækkehuse og etagehuse (typehuse). I unikabyggerier kan systemprodukter anvendes i visse situationer. Systemprodukter kan også anvendes ved renovering af huse.

Dette er ikke ensbetydende med at byggeriet skal være ens. Anvendelsen af mass customization principper muliggør dels, at produktet kan varieres i form og materialer dels, at det også er processen (eller dele af processen) og ikke blot produktet, som man industrialiserer på denne måde.

4.1.1 Design af produkter - grænseflader

Når et byggeri nedbrydes i systemprodukter med henblik på, at disse skal varetages af systemleverandører, opstår der en diskussion om nogle generelle strukturmodeller og grænsefladenormer. Udfordringen ligger i at afklare snitflader (grænseflader og sammenhænge) imellem de forskellige delsystemer (produkter hhv. projekterede løsninger). Dvs. at ud over at opnå en hensigtsmæssig funktionel løsning for produktet isoleret set, skal der også tages højde for, at systemproduktet skal være kompatibelt med andre delsystemer.

Standarder og normer kan på sigt afhjælpe sådanne grænseflade problemstillinger, og det bør aftales hvem der tager ansvar for en fælles grænsefladeudvikling. Men normsatte grænseflader kan være en hæmsko for nyudvikling. Det kan være bedre, at systemleverandører selv udvikler grænsefladeløsninger som en del af produktudviklingen – eller løser grænseflade problemer i det enkelte byggeri sammen med de andre grænsefladeparter. Det kan indebære kontraktlig tydeliggørelse af ansvaret for sådanne løsningstiltag i byggeprojektet – evt. med en tilkøbt incitament mekanisme. Længerevarende samarbejder mellem systemleverandører vil medvirke til at opnå mere gennembearbejdede løsninger på grænsefladerne.

Det skal nævnes at nogle systemleverandører kan have interesse i at bevare en slags monopoltilstand omkring sit produkt – med konsekvenser for produktkvaliteten og den fri prisdannelse. Dette rejser spørgsmålet om hvorvidt en incitamentspolitik er tilstrækkelig.

4.1.2 Variansfokus

Hvornår skal man slippe systemet for opnå den ultimative variation? Ambitionen i forhold til det arkitektoniske potentiale må være, at systemet har et stort varianspotentiale. I forhold til de enkelte deles egenskaber vil det i sidste ende være grænsefladerne, der bliver afgørende for hvor og hvilken grad der kan opnås variationer. Med udgangspunkt i Utzon-eksemplet (jvf. appendiks B.2) vil der være tale om, på hvilket niveau man definerer systemet og dets kompatibilitet. Med andre ord hvor man lægger 'system-indsatsen'. Her skal man være opmærksom på problemerne der kan opstå, hvis systemer indeholder for stærkt/dominerende formudtryk. Det kan forhindre udbredelse og generel anvendelse. Ligeledes kan komponenternes størrelse og udformning også begrænse antallet af elementer og deres variationsmuligheder.

4.1.3 Design systemer - integrationsprincipper

Et klassisk eksempel på integration af systemer er Utzons Espansiva system, jvf. appendiks B.2. Utzon designede et lukket råhussystem der i sin proportionering/mål og sammenbygningsmellemrum tager udgangspunkt i normalmurstenens 12 cm., således at tegl, eternit eller træbeklædning kan anvendes til opbygning af skillevægge eller yderbeklædning. Dvs. at han kombinerede et lukket system med et åbent. Han skabte et *bygningskoncept* som integrerede et varierbart *byggekoncept*.

Den nuværende brede opfattelse af *system* bygger tilsyneladende især på det fysiske og strukturelle billede af en bygning. Man ser en mulighed for at skære en unit ud af bygningen og at fremstille den som præfabrikation - typisk at et badeværelse opfattes som en unit. Den funktionsmæssige side må også med – det er en udfordring at skabe multifunktionelle systemprodukter, hvor flere teknologiske systemer integreres og væves ind i hinanden både fysisk/strukturelt og funktionsmæssigt. Som eksempel kan nævnes et dobbelt glasfacadesystem der har dobbelt funktionalitet; dels som klimaskærm, dels som opholdszone. Et andet eksempel er Rockfon loftet, som i sig selv kan opfattes som et multiteknologisk og multifunktionelt systemprodukt. Men nogle af dets systemelementer er en del af andre systemer, som rækker ud over loftets grænser. Det gælder bl.a. loftets ventilationselementer som også hører til ventilationssystemet og loftets brandmeldere, som også hører til brandmeldersystemet.

Det rejser et andet spørgsmål vedr. systemintegration: hvilket system tillægges hvilken betydning? F.eks. integration mellem et mekanisk klimaanlæg og et facadesystem - hvor ligger det klimastyrende element? Altså: Hvordan integreres systemer?

4.2 Mass customization af bygningskoncepter og bygningsdele

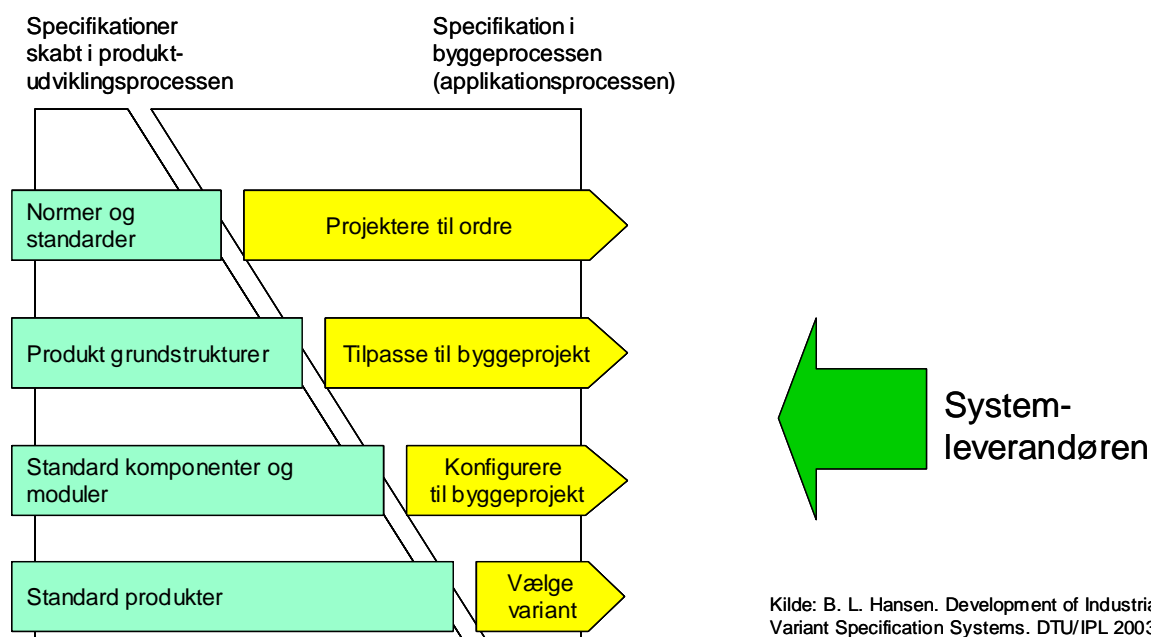
Grundideen ved mass customization er at skabe værdi for kunden ved at tilpasse produktet til dennes specifikke behov og give kunden en oplevelse af at få et skræddersyet produkt. Set fra producentens side fremstår produktet som produktions-ens og kan fremstilles med det eksisterende produktionsapparat.

Dvs. at ideen med customization er at udvikle et produktprogram, der sætter virksomheden i stand til at tilbyde kunden et unikt produkt, der matcher den enkelte kundes behov, samtidig med at produktprogrammet i forhold til f.eks. konstruktion (engineering), produktion og montage/installation har en række fælles træk, der gør at produkterne opfattes som værende ens og dermed lettere at producere, montere og installere.

Begrebet Mass Customization er lanceret af bl.a. B. Joseph Pine i begyndelsen af 90'erne. Begrebet beskriver en tendens, hvor virksomheder, der hidtil har fremstillet masseproducerede og ensartede produkter, begynder at fremstille disse produkter i et stadig stigende antal varianter for derved bedre at kunne opfylde den enkelte kundes behov.

Figur 4-1 viser, hvorledes man kan anvende flere opdelinger mellem generel og overordnet produktudviklingsindsats frigjort fra de enkelte leveranceprojekter (byggeprojekter) hhv. udviklings- og tilpasningsindsats ved det enkelte leveranceprojekt (byggeprojekt). Begrebet systemleverance svarer til de to midterste former, som adskiller sig lidt fra hinanden. Udgangspunkt i produktgrundstrukturer betyder, at tilpasningen kan have karakter af tilpasningsprojektering. Udgangspunkt i komponenter og moduler betyder, at tilpasningen har karakter af konfigurering.

Typer af produkt customization



Figur 4-1: Typer af customization

4.2.1 Customization bygger på anvendelse af moduler og konfigureringsystemer

For at kunne fremstille kundetilpassede produkter effektivt, ændrer man produkternes design i retning mod anvendelse af moduler. Dvs. man udvikler nogle produktdele (moduler), der kan sættes sammen med øvrige produktdele (moduler) efter et sæt af veldefinerede regler. Et eksempel på moduler kan være motor, kobling og gear i en bil. Modulet motor findes i en række forskellige udførelser, der kan beskrives ved f.eks. drivmiddel (benzin/ diesel), motorstørrelse, motorstyring og motorophæng. De enkelte varianter af modulet motor kan sættes sammen med et tilsvarende antal varianter af modulerne gear og kobling efter et sæt af regler, der beskriver, hvilke varianter af moduler det er tilladt at sætte sammen.

Som eksemplet antyder, kan antallet af varianter af de enkelte moduler og deres mulige sammensætning til et bestemt produkt hurtigt blive uoverskueligt stort. For at kunne håndtere denne kompleksitet anvender man et såkaldt konfigureringsystem. Det er et ekspertsystem, der er i stand til at sammensætte moduler, der hver især er beskrevet ved et antal karakteristika. Det gøres ved hjælp af regler (constraints), som beskriver hvilke moduler, der lovligt kan sættes sammen og regler for komponenters sikkerhedsafstande mm. Grundlaget for at kunne udvikle et konfigureringsystem er altså, at der findes et sæt af veldefinerede moduler med tilhørende regler for, hvorledes disse moduler kan sættes sammen.

Modularisering og konfigurering anvendes i stigende grad i industrien. B&O, Grundfos, SCANIA og American Power Conversion er eksempler på masseproducerende virksomheder, der anvender modularisering og konfigurering til effektivt at kunne skabe et kundetilpasset produkt.

4.2.2 Anvendelse af moduler og konfigurering ved masseproduktion

Et eksempel på et modulariseret produktprogram er virksomheden SCANIA, der fremstiller lastbiler. Hos SCANIA har man gennem en lang årrække udviklet en modulstruktur for lastbilerne, der betyder at man i dag kan konfigurere en lastbil til den enkelte kundes behov baseret på en udvælgelse og kombination af moduler. Et eksempel på et sådant modul er gearkasser, der findes i ca. 2000 forskellige varianter. For at lette tilpasningen til de øvrige moduler findes der kun to forskellige gearhuse. Dvs. at der kun er to forskellige måder hvorpå de 2000 forskellige gearkasser skal tilpasses de øvrige moduler chassis, motor, kobling og driv-aksel.

Ved at standardisere gear-huset opnår man et større styktal, hvilket betyder at man kan producere gear-husene mere effektivt. Til gengæld stiger materialeomkostningerne og f.eks. vægten af gear-huset, da man i nogle tilfælde får et gear-hus, der er lidt større end nødvendigt. Hvis man ser på det enkelte gear-hus, vil der således være en række forhold, der ikke er helt optimale i forhold til det konkrete behov. Når SCANIA alligevel anvender et standardiseret gear-hus, er det dels for at opnå et større styktal og dermed en mere effektiv produktion af gear-huse, og – hvad der er det vigtigste – ved at standardisere gear-husene bliver det betydeligt lettere og dermed billigere at tilpasse gear-kassen til de øvrige dele af lastbilen.

Man kan formulere det på den måde, at ved at anvende moduler i dette eksempel stiger omkostningerne på det enkelte modul, og i forhold til en række øvrige forhold som f.eks. vægt eller materialeforbrug kan et modul virke overdimensioneret eller ikke helt optimalt. Til gengæld falder totalomkostningerne, idet arbejdet med at kombinere og tilpasse de enkelte dele af produktet til et samlet produkt bliver betydeligt lettere og fremstillingen bliver enklere og billigere. Desuden er der en række administrative omkostninger forbundet med at introducere en ny variant i virksomheden, da en produktvariant skal oprettes i ERP-systemet med f.eks. stykliste, operationsliste, priser osv., hvilket er forbundet med betydelige omkostninger. Sådanne omkostninger minimeres ved konfigurerings af mass customization produkter.

Ovenstående omkostningsbetragtning betyder bl.a., at en af de største udfordringer ved anvendelse af moduler er, at de enkelte konstruktionsmedarbejdere vælger at suboptimere og udvikler en individuel variant/ løsning i stedet for at anvende et standardiseret modul. Anvendelse af moduler kræver en betydelig disciplin i virksomheden og en stærk bevidsthed om fordelingen mellem stykomkostninger og totalomkostninger.

4.2.3 Anvendelse af moduler og konfigurerings ved store enkelt projekter

F.L. Smidth og GEA Niro er eksempler på virksomheder, der udvikler og fremstiller store komplekse procesanlæg og som også anvender modularisering og konfigurerings, jvf. appendiks B.9.

Hos F.L. Smidth og GEA Niro har man altid leveret kundetilpassede produkter. Her ses modularisering og konfigurerings som et middel til at reducere kompleksitet - ikke kun i produkterne men i hele virksomheden. Populært sagt ses modularisering og konfigurerings som et middel til at sikre, at man ikke skal ”opfinde det hele” til hver ny ordre.

I denne type af virksomheder ses modularisering og konfigurerings som et middel til at effektivisere arbejdet med at skabe et kundetilpasset proces-anlæg. Dvs. at man udvikler moduler (eller delsystemer), der kan sættes sammen til et procesanlæg efter nogle veldefinerede regler. For en cementfabrik kan et modul f.eks. omfatte lagring af råmateriale eller formaling af klinker. For det enkelte modul fastlægges grænsefladen til de øvrige moduler, samt hvorledes de forskellige moduler kan sættes sammen. En af udfordringerne ved at udvikle moduler er netop udvikling af grænseflader til øvrige moduler, da denne grænseflade helst skal være fast over længere tid. Samtidig skal det være muligt løbende at videreudvikle de enkelte moduler.

Udvikling og produktion af større procesanlæg har en række karakteristika med paralleller til byggeindustrien. Der er tale om store komplekse produkter. Alle procesanlæg er forskellige og bygges specifikt til den enkelte kundes behov. Der er en række forskellige leverandører involveret i den samlede proces med udvikling, produktion, opførelse på site og indkøring. Af afgørende karakteristika kan nævnes, at der som regel er en hovedaktør, f.eks. F.L. Smidth eller GEA-Niro, der har det samlede ansvar for procesanlægget overfor kunden.

I dette eksempel har begreber som design/æstetik kun har ringe betydning, men funktionalitet og hensyn til omverdenen (bl.a. miljø) har stor betydning.

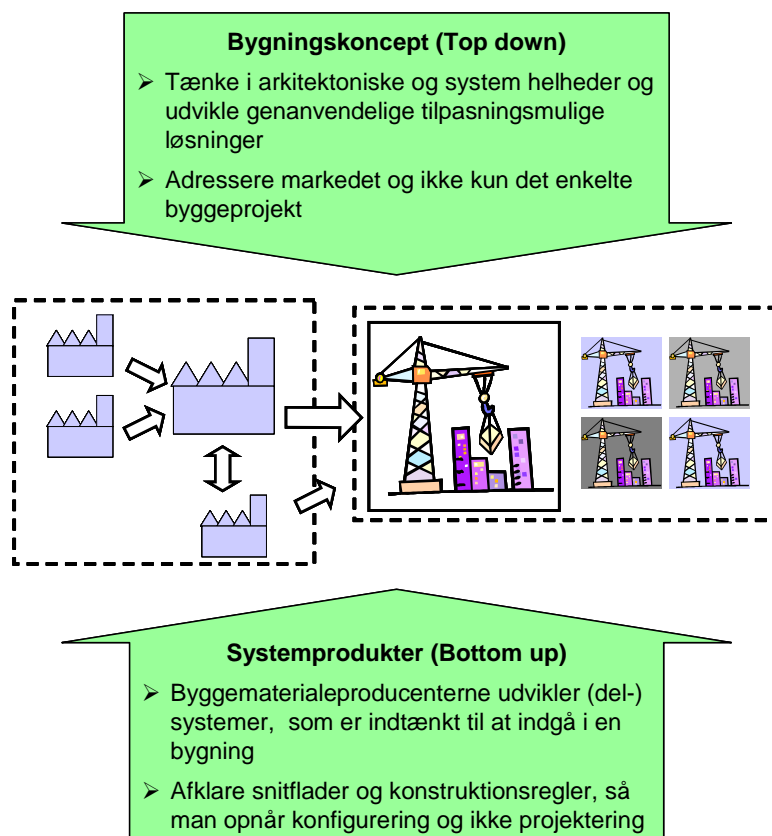
4.2.4 Anvendelse af modularisering og konfigurerings i byggeriet

Man kan sammenfatte de grundlæggende principper ved modularisering og konfigurerings i, at man søger at udvikle moduler, der har en række fælles karakteristika i forhold til virksomhedens interne arbejdsgange - som f.eks. konstruktion/ kundetilpasning, produktion, montage og installation - og som samtidig kan varieres, så de bliver i stand til at opfylde kundens behov. I den forbindelse er den store udfordring at udvikle moduler, der kan varieres i forhold til de parametre, som kunder ligger vægt på

og som tilfører kunden værdi. Som eksempel kan nævnes at bilfabrikkerne søger at standardisere alle dele, der er ”skjult” og som ikke har nogen direkte betydning for kunden, hvorimod man søger at skabe variationsmuligheder ved de dele, der er synlige og vigtige for kundens værdiopfattelse af bilen.

Hvis man skal forsøge at overføre nogle af ideerne i customization til byggeriet, kan man forestille sig en ”bottom up” proces, hvor producenter af byggekomponenter som f.eks. el-installationer, væg-elementer, lofteelementer, vådrum, tagkonstruktioner mv., udvikler deres produkter i retning mod mere komplekse system-produkter. En anden eller supplerende mulighed er en ”top down” proces, hvor man i forbindelse med den samlede projektering af bygninger udvikler koncepter for typer af bygninger - f.eks. kontorbyggeri, fabriksbyggeri eller en bestemt type af boligbyggerier.

I nedenstående Figur 4-2 er skitseret de to principielle anvendelser af customization. Den ene retning (bottom up) viser byggematerialeproducenters udvikling af systemprodukter, mens den modsatte retning (top down) viser udvikling af bygningskoncepter – eller koncepter for dele af bygninger.



Figur 4-2: Anvendelse af systemprodukter og bygningskoncepter.

4.2.5 Udvikling af systemprodukter

Som eksempel på systemprodukter kan nævnes loftsystemet Fusion udviklet af virksomheden Rockfon, jvf. illustrationen i afsnit 1.1 samt beskrivelsen i appendiks B.5. Rockfon har i samarbejde med 6-7 andre virksomheder, der leverer tekniske installationer til lofter - eksempelvis Lindab, der leverer ventilation og Louis Poulsen, der leverer lys - udviklet et samlet loftsystem inklusive alle relevante installationer. Dvs. at hvor kunden tidligere skulle i dialog med 6-7 forskellige leverandører af loftsplader, ventilation, lys mv. får kunden i stedet leveret et samlet systemprodukt, hvor alle installationer er indbygget.

Ved at udvikle, markedsføre og producere et samlet loftsystem opnår man, at alle installationer i loftet er gennemtænkt og bygget ind i loftet allerede når loftet og de enkelte installationsdele forlader fabrikken. Derved bliver det lettere og hurtigere at montere loftet og de tilhørende installationer på byggepladsen. Man opnår et produkt med korrekt udførelseskvalitet, med hurtigere levering og med en lavere omkostning, som muligvis kan føre til en lavere pris for køber. Desuden bliver der færre aktører på byggepladsen – kun 1 leverandør, der leverer et samlet loftssystem inkl. installationer. Opgaven med koordinering og tilpasning på byggepladsen bliver reduceret betydeligt

De vigtigste udfordringer ved udvikling af systemprodukter er at gennemføre en koordineret og sammenhængende udvikling af selve systemproduktet og dets bestanddele (moduler) - med udvikling af forretningsmodeller og alliancer mellem virksomheder, samt udvikling af forretningsprocesser og konfigureringsystemer, der gør det muligt at sammensætte (konfigurere) et systemprodukt til det enkelte byggeris behov. Specielt det sidste punkt er vigtigt i den forstand, at hvis konsortier, der leverer systemprodukter, virkelig skal blive konkurrencedygtige, skal produkterne til de enkelte kunder kunne konfigureres frem for - som det er tilfældet i dag - at blive udviklet gennem en projekteringsproces, hvor der anvendes mange ingeniør- og arkitekttimer, og hvor der er risiko for, at de projekterende skaber specielle detaljer.

4.2.6 Udvikling af bygningskoncepter

Figur 4-2 viser en "top down" tilgang til industrialisering af byggeriet. Denne tilgang er inspireret af det arbejde vedr. modularisering og konfigurering, der foregår i virksomheder, der leverer store procesanlæg som f.eks. cementfabrikker, spraytørringsanlæg eller insulinfabrikker. Udfordringen er her at udnytte erfaringer på tværs af de enkelte kunderettede projekter. Dette gøres dels ved at udvikle løsninger (moduler eller bygningskoncepter), der kan genbruges i flere kunderettede projekter, dels ved systematisk at opsamle og lagre erfaringer fra tidligere projekter i dokumentdatabaser med strukturerede søgemekanismer.

En af forudsætningerne for at det skal kunne betale sig at udvikle moduler eller koncepter på bygningsniveau er, at der er et marked for at kunne sælge bygninger, der har så mange fælles træk, at det vil kunne betale sig at udvikle et bygningskoncept, der kan genbruges i flere kunderettede projekter. Fælles træk betyder ikke, at bygninger skal være ens, men at der skal være nogle strukturer og/ eller elementer der går igen.

En anden afgørende forudsætning er, at der er nogle ildsjæle i organisationen, der kan og vil påtage sig opgaven med at udvikle bygningskoncepter. Det kræver medarbejdere med stor indsigt i den pågældende virksomheds bygge knowhow og kundernes præferencer, og med evne til at tænke abstrakt i bygningskoncepter. Endvidere at ledelsen fokuserer på udvikling af bygningskoncepter og afsætter midler til udviklingen. Udvikling af bygningskoncepter er en langsigtet investering og et sejt træk, der skal gennemføres over en årrække.

En afgørende forudsætning for at udvikle og anvende bygningskoncepter er, at det er en del af den pågældende virksomheds forretningsstrategi, herunder at man har gennemtænkt og besluttet, hvor mange ressourcer man vil investere i udviklingen af bygningskoncepter, og hvordan man vil realisere og måle de forventede gevinster ved anvendelse af bygningskoncepter. Desuden skal virksomhedens medarbejdere tilføres de nødvendige kompetencer for at kunne udvikle og anvende bygningskoncepter.

4.3 Nye byggeprocesser

Fremtidsbilledet af hvordan et byggeri med anvendelse af systemprodukter kan indledes er, at bygherren – sammen med en hovedrådgiver - shopper rundt mellem forskellige systemleverandørers tilbud/muligheder. For eksempel ved at finde mulige systemprodukter i leverandørers databaser og at prøve sammenstillinger af dem. Systemleverandørerne har måske et konfigureringsystem, som hovedrådgiveren kan benytte eller der er en dialog, hvor systemleverandørerne konfigurerer forslag med løsning på grænseflader til andre systemprodukter. Bygningens helhed projekteres af en arkitekt, som kan være hovedrådgiveren selv, enten ud fra et kendt bygningskoncept eller som arkitektens primære ide. Men helheden revurderes i lyset af de enkelte systemprodukter, som bliver medbestemmende om byggeriets endelige form. På de dele af bygningen, hvor der ikke findes egnede systemprodukter udformer arkitekten eller andre rådgivere løsningerne. Sideløbende er der overvejelser om, hvordan byggeforløbet kan blive, og vilkår fra den side kan også påvirke anvendelsen af systemprodukter versus situationsbestemt projektering.

Denne indledning kan foregå virtuelt med kommunikation over internettet eller måske endnu bedre i form af en række koncept workshops, hvor parterne er sammen om udformningsarbejdet og anvender IKT teknologiens afbildningsværktøjer. I det hele taget er anvendelse af IKT og fælles tegninger og specifikationer i IT-systemer, som er kompatible, et vigtigt virkemiddel i hele byggeprocessen.

En anden del af fremtidsbilledet er, at systemleverandører tager ansvar for deres produkt helt til dets anvendelses- og driftsfase. Det betyder, at hver systemleverandør ideelt selv udfører alle processerne i byggeforløbet. En procesleder og systemintegratorer koordinerer forløbet og helheden. Umiddelbart kan man forvente en maksimering af omfanget af præfabrikation, men delingen mellem præfabrikation og udførelse på byggepladsen må reelt bero på, hvad systemleverandøren anser for mest hensigtsmæssigt. Begge dele kan industrialiseres.

Byggeprocessen synes hidtil at være præget af åbenhed for kombination af mange produkter og for situationsbestemt udvikling af løsninger. Anvendelsen af systemprodukter betyder, at løsningsrummet begrænses, om end systemprodukterne har tilpasningsmuligheder. Beslutningen om anvendelse af et systemprodukt eller en projekteret løsning beror på, om beslutningstageren finder, at et tilpasset systemprodukt er godt nok til formålet. Det indebærer, at bygherren og hans rådgivere ikke overspecificerer krav til udformninger så langt, at de allerede har beskrevet løsningen i detaljer, men i stedet beskriver funktionskrav og krav til sammenhænge mellem systemprodukterne. Det er systemleverandøren der leverer forslag. Et opmærksomhedspunkt ved vurderingen af forslag kan være, at der argumenteres for værdier således, at der skelnes mellem hvad er en bedre løsning og hvad der er en anderledes løsning, som ikke nødvendigvis tilfører en højere kvalitet eller værdi til systemproduktet.

Integrationen mellem systemer er tilsvarende et opmærksomhedspunkt. Der kan udmærket – som nu – være arbejde for rådgivere med at skabe disse sammenhænge i hver byggeopgave. Men det bør primært være systemleverandørernes opgave at skabe de fornødne sammenhænge i samarbejde – for at sikre hensigtsmæssige løsninger, som kan genbruges af leverandørerne.

Arkitekter og andre rådgivere kan være usikre på deres rådgiveransvar, når de anbefaler eller selv beslutter anvendelsen af systemprodukter. Umiddelbart må det være betryggende, at en systemleverandør påtager sig et reelt produktansvar helt ind i systemproduktets anvendelsesfase. I industrien er kvalitetsstyringen udviklet til, at leverandørens dokumenterede kvalitetssikringsaktiviteter kun sjældent suppleres med købers produktkontrol. Der synes at være behov for en belysning af kvalitetssikring i byggeprocessen med systemleverancer – ikke mindst kvalitetssikringen omkring systemproduktets grænseflader og bygningens helhed. Plus en hertil hørende belysning af rådgiveransvar.

På den baggrund kan forløbet for byggeprocessen med anvendelse af et væsentligt omfang af systemprodukter se således ud:

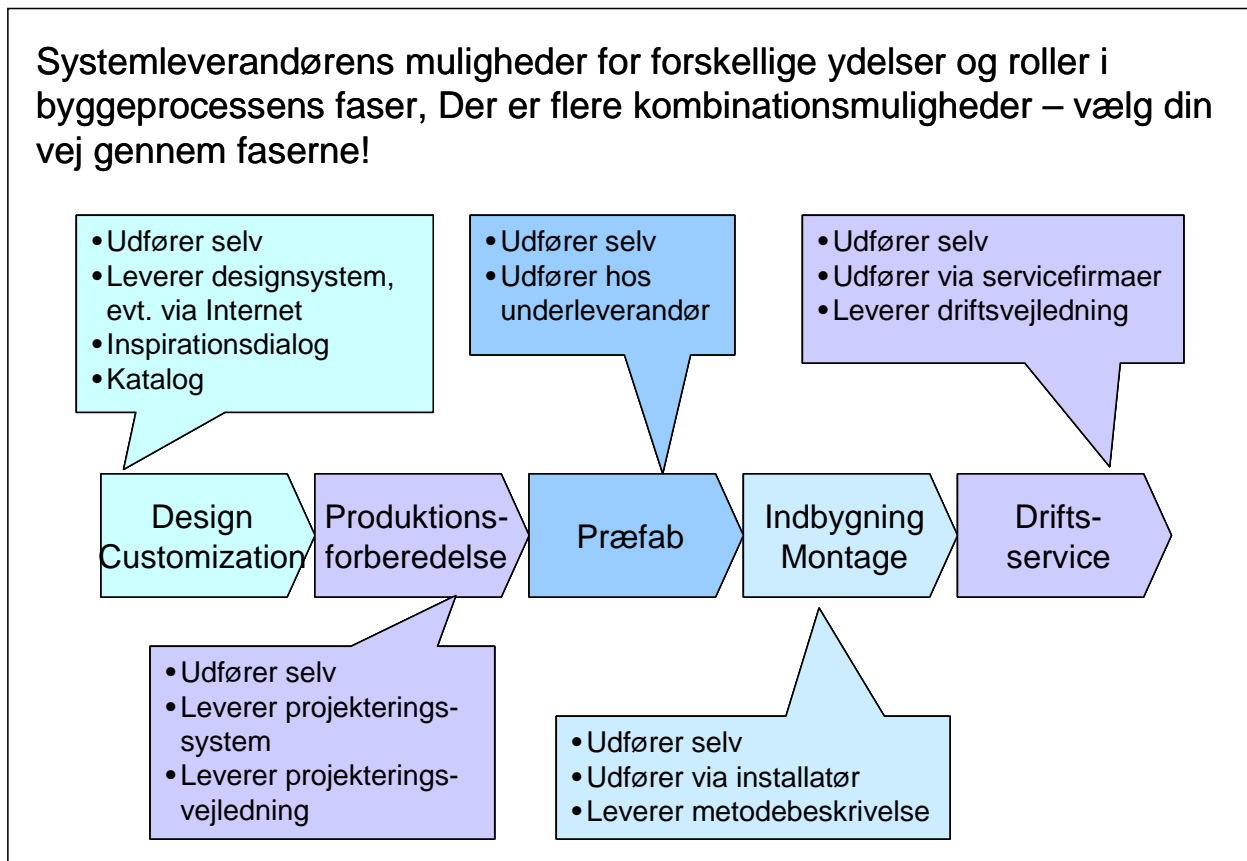
<i>Fase</i>	<i>Udførelsesforløb</i>	<i>Styringsforløb</i>
Konceptfase Skitseforslagsfase	Udformning i hovedtræk	Udførelsesplan
Leveringsfase	Detailudformning Fremstilling Transport Byggeudførelse Indbygning, montage	Udførelsesplan Arbejdsforberedelse Logistikstyring Aktivitetsstyring og koordination Kvalitetsstyring
Afleveringsfase	Slutkontrol og –afprøvninger Mangel- og fejlrettelse	Kvalitetsstyring Projektafslutning
Anvendelses- og driftsfase	Driftsservice Vedligeholdelse	Serviceadministration Facility Management

Et væsentligt forhold ved forløbet er, at tilrettelægning af leveringsforløbet sker sideløbende med konceptudformningen således, at det indgår i beslutningerne om systemprodukterne. Et andet forhold

er, at hovedaktiviteterne i leveringsfasen udføres overlappende – styret af gennemført arbejdsforberedelse og tilrettelagt udførelsesmetode. Leverandørerne af systemprodukterne deltager aktivt i denne planlægning.

Kontraktindgåelse er udeladt i forløbet, fordi der er alternative muligheder – tidlig eller sen kontrahering.

Nedenstående Figur 4-3 illustrerer, hvorledes en systemleverandør kan vælge blandt forskellige aktiviteter og ydelser (rolle) i de enkelte faser i byggeprocessen. Figuren er udtryk for at en systemleverandør ikke er én bestemt form for virksomhed. Der er mange muligheder.



Figur 4-3: System leverandør ydelser i byggeprocessens faser

4.4 Nyorganisering

4.4.1 Byggeorganisationen

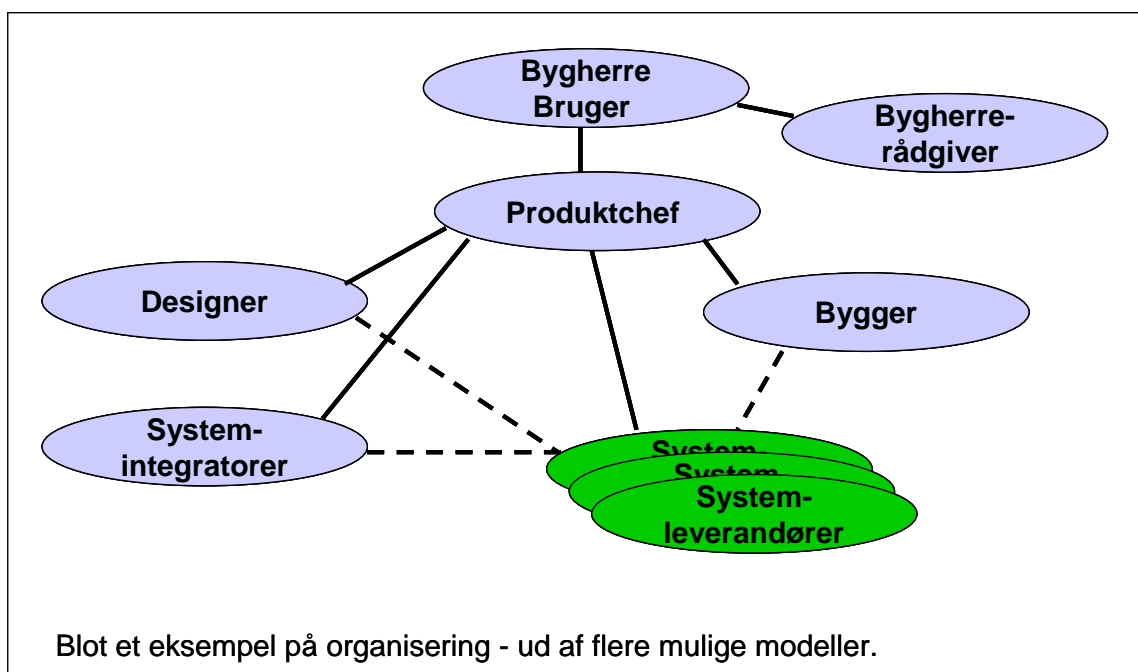
De tre scenarier i afsnit 2.6 indikerer, at byggeri med systemleverancer kan organiseres på flere måder. En ideel organisationsmodel kan tænkes – i det mindste til scenarie C - men vil måske betyde en u hensigtsmæssig styring af diskussionerne om organisering. Vi vil derfor i stedet formulere nogle principper og gøre nogle overvejelser om byggeprojekters organisering.

Det primære aspekt ved anvendelsen af systemprodukter i et byggeri er, at systemleverandøren tager ansvar for produktet – også når bygningen er taget i brug. Ideelt betyder det, at systemleverandøren selv tager vare på alle processer i produktets livscyklus – fra indledende konfigurationsforslag til drifts- og vedligeholdelsesservice. Hertil knyttede principper kan være:

- Køberen af systemproduktet og dennes rådgivere accepterer produktet med dets tilpasningsmuligheder og afstår fra at forlange specielle udformninger, som kompromitterer den industrielle proces
- Køberen af systemproduktet og dennes rådgivere argumenterer eksplicit og åbent omkring systemprodukters egenskaber og værdier

- Systemleverandøren er udførende i alle faser og processer – eventuelt med anvendelse af faste partnere til processerne. Systemleverandøren tillader kun, at andre udfører processer under forudsætning af, at de anvender en af systemleverandøren fastlagt metode og evt. er autoriseret dertil
- Systemproduktet inddrages så tidligt i udarbejdelse af forslag til (design af) hele bygningen, at der bliver gensidig tilpasning med andre dele af bygningen
- Systemproduktet overvejes og købes ud fra en vurdering af såvel værdier og omkostninger i bygningens livscyklus som anskaffelses- og driftsomkostninger

Det indebærer at det er bygherren (vejledet af en hovedrådgiver/arkitekt/teknisk rådgiver), der vælger systemprodukterne – i det mindste nogle af dem. Systemleverandørernes kunder bliver bygherrer, developers og disses hovedrådgivere/arkitekter/tekniske rådgivere. Systemleverancer bliver et krav til den udførende bygger (hovedentreprenør). I klassisk opfattelse en bygherreleverance, men hensynet til den bygningsmæssige helhed kan tale for, at man organiserer udførelsesforløbet med en procesleder. Det gælder forløbet fra detailudformning, produktionsforberedelse, fremstilling, levering, bygning til aflevering. Hovedentreprenøren bliver derved udfører af visse dele af byggearbejdet. Figur 4-4 illustrerer strukturen.



Figur 4-4: Eksempel på organisering

Ansvarsforholdene er – som før nævnt - et tema til videre behandling. Anvendelsen af systemprodukter kan som nævnt bidrage til et tydeligere produktansvar og et bedre grundlag for, at leverandører påtager sig ansvaret. Men det vil være nyttigt at få modeller og eksempler. Der er behov for modeller, som tager hånd om totalansvaret kombineret med systemleverandørernes produktansvar. Problemstillingen er næppe vanskelig – der er allerede tradition for, at leverandører projekterer løsninger til byggeri, og der er i industrien tradition for, at leverandører har kvalitetssikrende handlinger, som dokumenteres.

Anvendelsen af systemprodukter, med udgangspunkt i et bygningskoncept, betyder en ændret arbejdsopgave for bygherrens rådgivere i forløbet efter beskrivelsen af funktionskrav og ønskede egenskaber. Rådgivernes design- og projekteringsarbejde ændres til at finde og applikere egnede systemprodukter – i dialog med systemleverandørerne og bygherren. De vil i højere grad fungere som systemintegratorer – sikre systemers sammenhænge (grænseflader) og udføre en række helhedsberegninger vedrørende bygningen. Der kan fortsat være traditionelle projekteringsopgaver på de dele af bygningen, som ikke er systemprodukter og der vil være opgaver vedrørende sikring af

bygningens helhed på flere områder. Det kan muligvis være interessant at belyse anvendelsen af delt rådgivning versus anvendelse af én multifaglig hovedrådgiver.

Principielt er arkitektens og andre rådgiveres rolle egentlig uændret – de anvender blot større og mere sammensatte komponenter ved udformningen af bygningen. Men praktisk betyder det selvsagt, at omfanget af detaljeret design- og projekteringsarbejde reduceres. Ændringen handler dermed mere om holdning og adfærd – samt om metode ved applikeringen af systemprodukter og samtidig helhedsdesign. Ikke mindst dialogen med både bygherre og systemleverandører og håndteringen af værdisæt og økonomi ud fra en livscyklus betragtning. De må definere skillelinierne mellem standard og det individuelle - de må definere, hvad der skal udvikles/projekteres. De må medvirke til at definere hvad (arkitektonisk) kvalitet er – og for hvem.

Det tema behøver en diskussion og eksemplificering for at tydeliggøre ny praksis. Der er ikke mening i at udvande rådgivernes roller, men snarere at styrke og tydeliggøre deres ageren for at fremme industrialisering af byggeriet ved anvendelse af varierende systemprodukter. Andetsteds i publikationen peger vi på, at rådgiverne kan engagere sig i udviklingen af systemprodukter og derved tilføre markedet værdifulde produkter.

Anvendelsen af systemprodukter åbner for visse produkters vedkommende muligheder for, at systemleverandøren påtager sig driftsopgaven (facility management) og service og vedligeholdelse. Systemleverancen betales måske ikke som en byggeentreprise, men som et driftshonorar over en aftalt årrække. Disse muligheder har behov for nærmere belysning og eksemplificering hvad angår både aftaleformer og aftaletidspunkter i byggeforløbet. De kan også fordre nye finansieringsformer.

Et hertil knyttet tema er bygherrerollen og entreprenørrollen, når disse parter bygger for at sælge. De vil naturligt søge at maksimere deres fortjeneste og om end bygningens anvendelsesværdier og driftsomkostninger påvirker salgsprisen, vil de fokusere på at minimere selve byggeomkostningen. En klassisk problematik som vel skal accepteres som en naturlig forretningsmæssig adfærd. Men den kan også være et opmærksomhedspunkt for brugerne/driftsherrerne og for arkitekterne. Da byggeriet rækker ind i fremtiden og ind i det fælles miljø, er det afgørende, at alle byggeriets aktører retter opmærksomhed mod det ansvar man har for den arkitektoniske kvalitet. Det er ikke tilstrækkeligt, at man udelukkende svarer på kortsigtede behov og betragter det enkelte byggeri som isoleret fra sin kontekst - man har et ansvar for at indtænke den driftsmæssige, økologiske og økonomiske bæredygtighed på lang sigt - og funktionel og æstetisk robusthed i designet (berøres i afsnit 4.7).

Hovedentreprenørens rolle i byggeorganisationen er berørt ovenfor. Kollisionspunkter synes at være, at hovedentreprenøren vil beskæftige sine egne byggeressourcer og vil entrere med udførende til byggepladsen. Der er grund til at se nærmere på en adskillelse mellem entreprenøropgaverne i et systembyggeri og selve byggeledelsen. Det kan være hensigtsmæssigt, at udvide byggelederrollen til at øve indflydelse på byggegrundlaget og at inddrage byggelederen tidligt for tilrettelægning af hele byggeprocessen. Hertil knytter sig muligvis vurderinger af byggelederens beføjelser og styringsmuligheder – og kravene til byggeleders ledelses- og styringskompetence.

Systemleverandørernes placering i byggeorganisationen, med dialog med bygherren og dennes rådgiver og efterfølgende udførelse af alle processer i leveringsforløbet, indebærer for det første at agere kompetent i alle aktiviteter og relationer. For det andet at den systemleverandør, som er sammensat af flere virksomheder i en strategisk partnering koalition, optræder med ét ansigt og konsistens hele vejen. Der er peget på, at systemleverandører bl.a. må øge deres kompetence til at agere på byggepladsen – ikke mindst når byggeledelsen ikke udøves kvalificeret.

Byggeri med anvendelse af flere systemleverancer til bygningen må få den virkning, at der er færre parter på byggepladsen (og i byggeforløbet), hvilket burde betyde nemmere håndtering af grænseflader og arbejdsmæssig koordination. Men den eksisterende fagopdeling med autorisation til udførelse og fagorganisatoriske territorier kan være en hæmsko. Det må forventes, at systemleverandører vil beskæftige montører, som er flerfagligt kompetente til montageopgaven eller beskæftige multifaglige montageteam. Der er behov for at arbejde med de politiske og organisationsmæssige aspekter af dette.

Den tidlige inddragelse af systemprodukter og dialog med systemleverandører om tilpasning har konsekvenser for aftaleformerne. Konkurrerende tilbud (løsningsforslag med pris) vil være muligt, hvor der er alternative systemprodukter at vælge iblandt, men valget må træffes allerede i forslagsstillelsesfasen og valg af systemløsninger kan være forbundne, fordi løsningerne skal passe

sammen. Der må arbejdes med åbenhed og tydelige prisparametre således at både bygherren og systemleverandøren forhandler en fair prissætning.

4.4.2 Systemleverandørens organisation

Egentlig kan man tale om systemleverandører på 2 niveauer:

- Leverandører af hele bygningskoncepter
- Leverandører af bygningsdele som systemprodukter

4.4.2.1 Leverandør af hele bygningskoncepter

En organisationsform kan være *Totalleverandøren*, som kan levere den komplette bygning. Totalleverandøren leverer store dele af bygningen som egen produktion og benytter sig af faste systemleverandører på visse dele af bygningen. Alle systemprodukter er udviklet til totalleverandørens koncept og totalleverandøren har måske endda rettigheden til dem.

Den organisationsform kan umiddelbart opfattes som ensbetydende med et meget standardiseret byggeri. Men det behøver ikke at være tilfældet – variationsmuligheder og tilpasninger bestemmes af totalleverandørens produktudvikling.

Det synes nærliggende, at det er arkitekt- og rådgivervirksomheder såvel som entreprenører, som har kernekompetencen til at skabe bygningskoncepter. Men de kan have brug for at supplere med kunnen om produktion og international markedsføring. En anden relevant organisationsform er derfor *Strategisk Partnering*, som kan antage flere praktiske skikkelser. En er *Netværket*, hvor rådgivervirksomheder, en developer virksomhed, evt. en entreprenørvirksomhed sammen skaber et bygningskoncept, som de alle markedsfører på bedste vis, og hvor de har forpligtet sig til at dele hvert solgt projekt udførelsesmæssigt og/eller royaltymæssigt. Parterne opfatter sig som ligeværdige i samarbejdet og lige forpligtede til at arbejde for den fælles forretning. En anden er dannelse af et *Joint Venture*, et markedsførings- og salgsselskab, som alene har som incitament og livsgrundlag at sælge konceptet til byggeprojekter og at skaffe udførelsesopgaver til partnerne.

4.4.2.2 Leverandør af systemprodukter

En systemleverandør leverer et produkt - med hvad det indebærer mht. produktudvikling, markedsføring, konfigurerings, levering og service.

Også her kan vi se *Totalleverandøren*, som leverer systemproduktet ved selv at varetage alle processer – og ved at anvende faste underleverandører. Produktet ejes af og er udviklet af totalleverandøren.

Totalleverandøren kan opfatte samarbejdet med leverandørerne som en art *Strategisk Partnering* forstået således, at der er et fast leverandørnetværk og dermed en læring og erfaringsdannelse i samarbejdet. Betegnelsen *Supply Chain Samarbejde* anvendes ind imellem på den form.

En anden variant af *Strategisk Partnering* er, at en kreds af virksomheder indgår et samarbejde om produktudvikling, markedsføring, salg og levering – et *Forretningsmæssigt Supply Chain samarbejde*. Industriens erfaringer med sådanne dannelser er, at der skal være en stærk driver af forretningen – enten en *Lead Virksomhed* eller et *Joint Venture Selskab* som et fælles ejet selskab. Udviklingssamarbejdet betyder, at der hele tiden er en fælles indsats for opsamling og anvendelse af erfaringerne fra hele produkt livscyklus, at der er en fælles aktivitet for produktudvikling, produktforbedring og omkostningsreduktion. Det indebærer åben økonomi – fælles indsigt i hele omkostningsstrukturen og aftale om deling af dækningsbidrag. Parterne i et sådant samarbejde er de virksomheder, som leverer kernen i produktets funktionalitet og de aktiviteter i leveringsprocessen, som rummer særlig kompetence, sikring af produktkvaliteten samt den direkte kundekontakt. I det samarbejde er ligeværdighed gensidig respekt og loyalitet, men *Lead Virksomheden* tegner fællesskabet udadtil.

Der kan derudover være leverandører, som indtager den mere traditionelle leverandørrolle. Når der skal tages hensyn til stor geografisk spredning af byggeprojekterne – og også af kunderne til drifts- og vedligeholdelsesservice - kan lead virksomheden alliere sig med et sæt af alternative (eller snarere lokale leverandører) og således danne et *Leveranceteam* til hver byggeopgave.

4.4.2.3 Om forretningsbaseret samarbejde

Begrebet forretningsbaserede samarbejdsformer for virksomheder har det klare kendetegn, at samarbejdet er på længere sigt, fordi parterne ser en forretningsmulighed, som de kun kan løfte i fællig. De vil udnytte potentialerne i integreret produktudvikling og i organiseret læring fra levering og servicering af produktet og de må alle investere og dermed have udsigt til at hjemtjene investeringen.

Erfaringerne med netværksagtige samarbejder mellem virksomheder peger på, at nogle grundlæggende kvaliteter skal kendetegne samarbejdet – jvf. Figur 4-5.

- Der er gensidig sympati, respekt og loyalitet (håndslag) hos de nøglepersoner, som tegner samarbejdet – først og fremmest topcheferne
- Cheferne skal have fuld opbakning oppefra – fra bestyrelse og ejer
- Der skal være en tydelig forretningside, som differentierer samarbejdsvirksomhedens produkt, ydelser og kundebetjening i forhold til konkurrerende virksomheder – og dermed er basis for tro på forretningsmæssig bæredygtighed. Det omfatter også visionen for produktet og processerne
- Der skal være en fælles vision for samarbejdet på sigt – virksomheden, dens position i markedet og udbyttet

Figur 4-5: Grundlæggende kvaliteter ved netværks samarbejde

Samarbejdet er dermed væsensforskellig fra den traditionelle ad hoc organisering af byggeprojekter, hvor samarbejdet kun gælder det aktuelle projekt. Partnering i den sidst nævnte sammenhæng er mere et virkemiddel til at skabe en positiv samarbejdskultur med incitamenter til fælles indsats for det gode resultat.

4.4.2.4 Om multifaglighed

Ideen i systemprodukter og dermed systemleverandør virksomheder er at integrere flere teknologier og dermed fagdiscipliner, samt at integrere på langs ad leveringsprocessen helt til og med driftsservice. Systemprodukter må således betyde et nyt syn på fagopdeling. Det gælder i produktudviklingsprocesserne og i konfigureringsprocesserne, hvor integrationshensyn er primære. Det gælder i præfabrikationsprocesserne og i montageprocesserne – hvor industriens tradition for produkt-specialarbejdere og multifaglige team må forventes anvendt.

4.4.3 Nye roller for byggeriets parter

Et primært aspekt ved anvendelsen af systemprodukter i et byggeri er (som nævnt flere gange), at systemleverandøren tager ansvar for produktet – for at det er korrekt, at det indbygges korrekt, at der er drifts- og vedligeholdelsesservice til produktet, at det kan suppleres, at det kan udskiftes. Det indebærer nogle forandringer i byggeorganisationen som beskrevet. Det kan indebære forandringer hos byggeriets parter mht. deres forretningsområde og deres aktiviteter – og holdninger.

Arkitekter og andre rådgivervirksomheder kan som nævnt udvikle bygningskoncepter og især medvirke ved udvikling af systemprodukter til byggeriet. Bygningskoncepter kan udvikles til developers eller i rådgiverkonsortier - eventuelt med developers som partner. Der er behov for at finde bæredygtige forretningsformer, hvor koncepterne ejes og ikke uden videre kan kopieres.

Rådgivervirksomhederne har gode forudsætninger for at udvikle komplekse systemprodukter – med blik for kompleksiteten og for kombinatorik. Det har ligeledes de større installationsvirksomheder, samt de industrivirksomheder, som leverer hovedkomponenter til bygninger og installationer – f.eks. ventilationskomponenter. Dannelse af strategiske og forretningsmæssige samarbejder mellem rådgivervirksomheder, industrivirksomheder og installations-/montagevirksomheder kan imidlertid skabe kompetenceklynger, som kan frembringe mere innovative multifunktionelle systemprodukter. De tekniske rådgivervirksomheder har her mulighed for at omsætte deres innovative kompetencer til økonomisk bæredygtige produkter ved at skabe produktplatforme og varierbarhed.

Arkitekterne kan bidrage til disse produkters æstetiske og funktionelle egenskaber. Her er en mulighed for at bibringe de industrielle systemprodukter de værdier, som netop arkitekterne efterlyser.

Arkitekterne kan på deres side bidrage med de variationsbredder, som de kunne ønske mht. den formmæssige og æstetiske tilpasning til det enkelte byggeri.

Samarbejdsformerne kan variere fra konsortiedannelser til royalty honorering. Men samvirke om produktudvikling mellem de parter, som traditionelt arbejder i hver fase i et byggeri, indebærer muligheder for læring og kompetenceudvikling, som også kan nyttiggøres i mere traditionelle byggerier.

Entreprenører, som traditionelt arbejder for en hovedentreprenør eller for bygherren, vil opleve, at de kan indgå i supply chain til en lead virksomhed med et systemprodukt.

Hovedentreprenører vil opleve, at en række systemprodukter er besluttet af bygherren og at deres frihedsgrader mht. at købe produkter hhv. at entrere med underentreprenører indskrænkes. Men på den anden side kan de være udviklere og ejere af systemprodukter.

Grossistvirksomhederne må finde en anden placering i den totale forsyningskæde. I andre brancher er grossist aktiviteten forsvundet, når den ikke tilfører slutproduktet værdi – men alene udgør en omkostning. I den nye byggeproces må bygherren og dennes rådgiver kommunikere direkte med systemleverandørerne – og ikke via en grossist. I systemleverandørens supply chain må der være direkte samvirke mellem leverandører af nøglekomponenter til systemproduktet og lead virksomheden. Grossisternes muligheder synes at være:

- Forsyningsled for den systemleverandør, som anvender et bredt spektrum af alternative komponenter ved produktkonfigureringen, og hvor disse komponenter er standard-/katalog udførelser
- Materialeleverandør til første produktionsled i systemleverandørens supply chain
- Udvikle og markedsføre systemprodukter i alliance med producenter

De hidtil kendte roller i byggeriet forsvinder ikke, men deres indhold ændres ved systembyggeri. Og så skal det nævnes, at systembyggeri kun vil udgøre en delmængde af det samlede byggemarked. Der er en række udfordringer jvf. Figur 4-6. Nogle af dem kan bearbejdes gennem påvirkning af opfattelserne og gennem incitamenter til udvikling og anvendelse af systemprodukter. Men nogle må også overvindes ved, at progressive virksomheder tager initiativ.

- Systembyggeri er i nogles opfattelse lig med meget standardiseret og ens byggeri og ens systemprodukter. Kendskabet til mass customization er ikke udbredt
- Et udbredt ønske om, at hvert byggeri skal tilpasses det specifikke program og den specifikke situation, spærrer for udsynet til systemprodukter med mass customization muligheder – på trods af, at de fleste rådgivere genbruger dele af deres tidligere løsninger
- Der er ofte mistillid mellem parterne i et byggeprojekt. Hver hytter eget skind. Tillid kræver samarbejdstid. Historiske traditioner og fagskel skal overvindes. Reelt og loyalt samarbejde skal vise, at tillid er mulig
- Mistilliden har sammenhæng med en ansvarsproblematik, hvor der bruges for mange kræfter på at fralægge sig ansvar frem for at påtage sig ansvar i det enkelte byggeprojekt
- Byggeriets parter er ret fastlåst i deres roller og forretningsgrundlag og har svært ved at se sig i nye forretningsroller. De er usikre på muligheder, risici og økonomiske virkninger – og især på hvordan en overgang skal gennemføres
- Byggeriets parter arbejder projektorganiseret og har ikke industrivirksomhedens organisation, kultur og kompetence mht. integreret produktudvikling og (international) markedsføring
- Den traditionelle fagorganisering (med autorisationer) på medarbejderplan og virksomhedsplan er tilsyneladende vanskelig at omstille til flerfaglige medarbejdere, team hhv. virksomheder. For megen kamp i stedet for samvirke og kompetenceudvikling
- Eksisterende samarbejdsformer er bindinger. Bevæger man sig ud i en ny rolle og et nyt forretningsgrundlag kan man blive konkurrent til sine kunder og leverandører og blive frosset ud

Figur 4-6: Nogle udfordringer ved anvendelse af systemprodukter

Der er peget på, at det kan være nyttigt at finde nogle videndelingsmodeller både vedrørende organisering og teknologisk udvikling. Hvorfor anvender arkitekter og ingeniører ikke hinandens gode og afprøvede løsninger? Hvordan kan der skabes incitament til videndeling? Hvordan skabes det synlige vidensmarked - ligesom komponentmarkedet?

Sproget og velprøvede traditioner mht. byggeprojekters faseforløb, parternes indøvede roller, kommunikationsmidler og specifikationsformer, organisationsmodeller med tilknyttede aftaleformer er med til at fastholde de gamle roller. Der kunne være behov for at få nye begreber/roller på banen til at hjælpe processen. Der er behov for en debat om udvikling af nye aktører (virksomhedstyper/faglige profiler) – og især konkrete nyskabelser.

Systemleverandørens rolle er til dels belyst i afsnit 4.4.1 men det er væsentlig at pege på, at det danske byggemarked næppe har volumen til, at virksomheder investerer stort i innovative nye multifunktionelle systemprodukter. Vidensprodukter skal skabes for international afsætning, så systemleverandør virksomheden må have (eller opbygge) kompetencen og netværket til international afsætning.

4.5 Industrialisering ved anvendelse af systemprodukter

Ordet industrialisering synes at være kodeordet til enhver forbedring af byggeriets produktivitet og kvalitet. Der er adskillige opfattelser og udlægninger af begrebet – nogle under betegnelsen ny-industrialisering. Den enkle opfattelse er typisk, at industrialisering er lig mere præfabrikation under tag. Men vi har konstateret, at det i mange tilfælde foregår lige så håndværkspræget, som arbejdet på byggepladsen. Oftest fordi produkterne er projekteret (tilpasset/konstrueret) specielt til det enkelte byggeri og arbejdsforberedelse og etablering af et særligt produktionsapparat derved ikke er rentabelt. Der er dog eksempler på, at processer kan effektiviseres og samtidig være anvendelige til meget varierende byggeopgaver. En anden enkel opfattelse er masseproduktions billedet - at industrialisering er at skabe et standard produkt og et dertil indrettet produktionsapparat.

Umiddelbart synes det nyttigt at få en samlet fremstilling af de virkemidler og former, som indgår i et facetteret billede af industrialisering af byggeprocesser. Der er især behov for at se teori om industrialisering omsat til praktiske eksempler, som sætter folk i byggesektoren bedre i stand til at udvikle egne industrielle løsninger.

Fokus i dette kapitel er alene industrialisering via anvendelse af systemprodukter og industrialiseringsvenlige bygningskoncepter. Vi vil indledningsvis tilkendegive, at de senere års bestræbelser på udvikling af præfab, på styring af logistikprocessen, på trimmet byggeri, på partnering på byggepladsen alle er glimrende tiltag, som kan nyttiggøres i systembyggeri.

Systembyggeri kan ses som industrialisering af hele processen fra de første konfigurationsforslag til driftsservice. En total industrialisering som omhandler både fremstillings-, transport- og montage-/udførelsesprocesser og konfiguration, specifikation, arbejdsforberedelse og teknisk kommunikation. IKT er således et væsentligt virkemiddel i industrialiseringen.

Vi har konstateret, at mange finder det svært at skelne mellem håndværksarbejde og industriel udførelse – der er en gråzone. Vi vil derfor ikke forsøge med endnu en forenklet definition på begrebet industrialisering, men i stedet beskrive en række dimensioner og parametre, som indgår i begrebet. De vises i Figur 4-7.

At produktionsapparatet er til mass customization er egentlig kun en særlig egenskab ved processerne og faciliteterne. Men mass customization indebærer identifikation af moduler og formelementer og proceselementer og metoder, som kan gentages, og dermed en indsats for at udvikle det produktionsapparat, som nemt omstilles til den enkelte produktvariant. For eksempel kan en leverandør af betontrapper konfigurere trapper ud fra mass customization principper, men støbeprocessen bygges til hver trappe. Skridtet til yderligere industrialisering vil være at konstruere en "multi" støbeprocess, sammensat af formelementer, som kan genbruges ved at blive sammenstillet i kombination til hver trappevariant. Det fodrer sammentænkning af produktudformning og støbeprocess og støbeprocess som et tilpasningsbart værktøj.

- *Viden om produkt og proces er explicit dokumenteret*
Produktet er beskrevet/specificeret som det skal være ved leveringen samt som det er opbygget. Alle processer (konfigurering af produktet, anskaffelse af dets materialer og komponenter, fremstilling, transport, indbygning, afprøvning, anvendelse/drift, vedligeholdelse) er gennemarbejdet og beskrevet
- *Metodefasthed og gentagelse*
Arbejdsprocessernes metodeforskrifter følges konsekvent. Gentagelsen af operationer skaber rutine
- *Styret udfaldsrum*
Produktet og processerne er gennemtænkt med hensyn til sikkerheden for gentagelse. Tolerancer er analyseret og fastlagt som krav – under hensyn til realiteterne
- *Kvalitet via processen*
Metodefastheden og rutinen betyder, at den tekniske kvalitet bliver som specificeret. Kvalitetssikrende tiltag – herunder fornødne kontroller – er planlagt som aktiviteter i processen. Målemetoder og kvalitetsdokumentation er indbygget i processen
- *Tilpasset, rigtigt produktionsapparat*
Systemer, produktionsapparat og faciliteter er tilpasset produktet og processerne. Dels af rationaliseringsgrunde, dels for at sikre metode og kvalitet
- *Tillært og trænet arbejdskraft*
Arbejdskraften er uddannet i at anvende metoderne og værktøjerne. I nogle tilfælde endda som specialarbejdere med den multifaglighed, som produktet fordrer
- *Reproducerbar teknologi*
Der er valgt teknologier og udformninger, som opfylder krav om sikkerhed for gentagelse, overholdelse af tolerancer og korrekt kvalitet
- *Produktudvikling integreret med procesudvikling*
Fortsat produktudvikling og produktforbedring organiseret for produktets hele livscyklus og integration af fagdiscipliner og teknologier
- *Kompetence*
Gedigen indsigt i produktets funktionalitet og teknologi samt i alle processerne og deres forudsætninger. Denne kompetence udvikles til stadighed gennem organiseret videntilførsel udefra og gennem udviklingstiltag
- *Læring*
Alle arbejdsprocesser – og produktet i dets brugsfase – overvåges og evalueres med henblik på opsamling af erfaringer, som kan føre til forbedringer og omkostningsreduktion. Læringsprocessen er organiseret
- *Markedsorientering*
Produktet skabes til et marked behov og med sigte på udbredt anvendelse

Figur 4-7: Dimensioner og parametre i begrebet industrialisering

EJ Badekabiner har bragt fremstillingen af en badekabine under tag, men EJ Badekabiner oplever, at bygherrer og deres rådgivere hver gang har specielle ønsker, jvf. appendiks B.6. Derfor projekteres badekabinerne til hvert enkelt byggeri og denne individualisering hindrer adskillige gentagelsesmuligheder. Det præger fremstillingsprocessen, som rummer mange operationer med klassisk håndværkspræg. Men det er uafklaret, om EJ Badekabiner ved at udvikle et varierende produkt og at tilbyde konfigurering i stedet for projektering, vil erfare, at køberne vil acceptere produktets tilpasningsmuligheder. En videre produktudvikling kunne indebære et mere modulopbygget produkt med adskillige tilpasningsretninger.

Industrialisering indebærer en investering i tilrettelæggelsen af processer og metoder. En investering som genvindes i form af kvalitetssikkerhed, færre fejl samt færre ikke værdiskabende arbejdsoperationer. Den gør ikke den faglærte arbejder overflødig, men kan betyde en multifaglighed hos personer og i team og en særlig faglighed knyttet til produkt og processer.

4.6 Anvendelse af Informations- og kommunikationsteknologien

I byggeriet anvendes – i lighed med en lang række brancher - en række forskellige IKT-systemer. Man anvender CAD-systemer til produktudvikling/ konstruktion, ERP-systemer til planlægning og økonomistyring og diverse projektstyringsværktøjer, for blot at nævne nogle eksempler. På dette sted vil vi ikke minutiøst gå igennem alle eksisterende anvendelser, men i stedet forsøge at pege på nogle af de seneste trends indenfor anvendelse af IKT og prøve at sætte disse udviklingstrends i relation til behovet for udvikling af IKT-systemer indenfor byggeriet.

Man søger at udnytte mulighederne for kommunikation via internettet bl.a. ved at gøre eksisterende systemer WEB-baserede og ved at udvikle standarder for udveksling af informationer mellem forskellige IT applikationer. Produktkatalog og produktspecifikationer gøres tilgængelig via Internettet og kunder kan via produktkonfiguratorer selv specificere det ønskede produkt. Indenfor ERP-systemer sker der i disse år en udvikling i retning mod at disse systemer udbygges med WEB-faciliteter, så kunder kan afgive bestillinger og kunder og leverandører får mulighed for at ”kigge ind” og følge med i f.eks. produktionsplaner. Denne udvikling er bl.a. båret af, at virksomheder i dag arbejder globalt med samarbejdspartnere i mange lande.

Man udvikler applikationer til intern fil-delning og projektledelse. Disse systemer går under betegnelsen PDM/ PLM systemer og anvendes i stigende grad i virksomheder som f.eks. F.L. Smidth eller MAN B&W Diesel, der fremstiller store komplekse produkter, hvor der er et omfattende ingeniørarbejde forbundet med de enkelte kundeprojekter. Et PDM/ PLM system anvendes til at lagre dokumenter med en række søgeord, så de kan findes igen. Desuden indeholder et PDM/ PLM system faciliteter til udveksling af filer mellem forskellige applikationer og projektstyring. Denne type af systemer vil også være relevante i virksomheder med bygningskoncepter og systemprodukter.

Konfigureringsystemer anvendes i stigende grad - især til konfigurering af produkter i salgsprocessen. Dvs. en sammensætning og dimensionering af moduler til et samlet produkt baseret på en række kundeinput vedr. produktets ønskede karakteristika. De fleste store udbydere af ERP-systemer som f.eks. SAP eller Oracle har i dag et konfigureringsystem som en del af deres programpakke. Grundfos anvender f.eks. SAP's konfigureringsmodul, GEA Niro anvender konfigureringsystemet fra Oracle. I tekstboksen nedenfor findes en mere detaljeret beskrivelse af konfigureringsystemet.

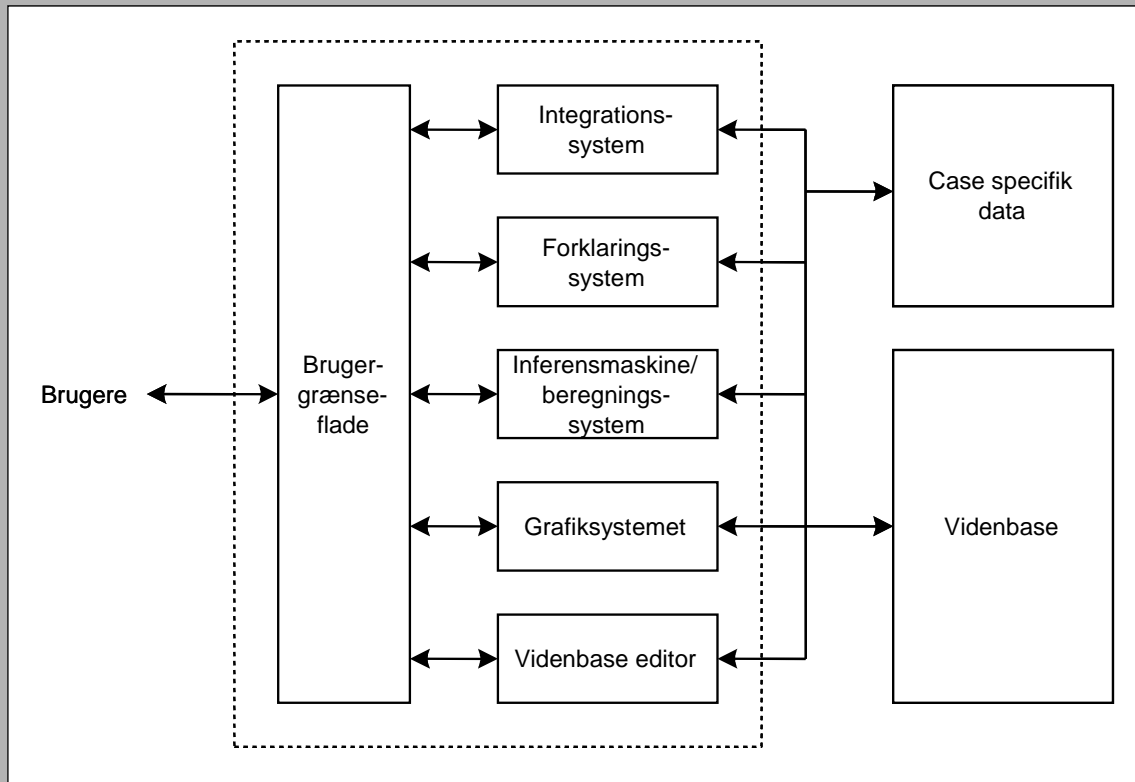
Indenfor geometri-orienterede systemer har den stigende computerkraft gjort det muligt at bevæge sig fra 2D til 3D systemer. Samtidig begynder man at indbygge intelligens i CAD-systemerne, bl.a. ved at gøre det muligt at udvikle modeller eller mindre konfigureringsystemer i CAD-systemet. En model er f.eks. en tegning af et emne, hvor tegningens dimensioner og sammensætning kan ændres af CAD-systemet på baggrund af et sæt af tegningsparametre, der indtastes af systemets bruger. Et eksempel på denne udvikling er Inventor CAD-systemet, hvor der er lavet et link til Array konfigureringsystemet. Desuden er der i dag enkelte udbydere på markedet, der udbyder egentlige 3D konfigureringsystemer som f.eks. Engineering Intent, der i Danmark forhandles af Factotech eller Virtubuild fra 3D Facto.

Man søger at udvikle et sæt af standarder for udveksling af tegninger og øvrige dokumenter mellem forskellige IT-applikationer. I byggeriet er det først og fremmest IFC standarden, der er baseret på STEP standarden.

I forbindelse med customization af systemprodukter og bygningskoncepter kan konfigureringsystemer anvendes til at kombinere og tilpasse moduler. I det følgende gives en kort introduktion til, hvorledes et konfigureringsystem er opbygget.

Introduktion til konfigureringsystemer

Et konfigureringsystem er et ekspertsystem. Dvs. at systemet er i stand til at ræsonnere på baggrund af data og regler (formuleret i videnbasen) og derved kan udlede ny viden. I nedenstående vises elementerne i et konfigureringsystem.



- *Brugergrænsefladen* varetager brugerens dialog med ekspertsystemet. Brugergrænsefladen omfatter skærbilleder til indtastning i systemet og visning af resultater, samt udskrivning af dokumenter. Brugergrænsefladen anvendes både til at lægge data og regler ind i konfigureringsystemet og til at anvende konfigureringsystemet.
- *Integrationssystemet* varetager konfigureringsystemets integration til andre systemer - f.eks. kundemodul, ERP- eller CAD-systemer.
- *Forklaringssystemet* giver brugeren af systemet en begrundelse for de valg ekspertsystemets inferensmaskine har foretaget.
- *Inferensmaskinen* er ekspertsystemets beregningssystem, der kan betragtes som en fortolker, der arbejder på grundlag af videnbasen og de data, som brugeren indtaster via brugergrænsefladen.
- *Grafik systemet* håndterer visning af 2D eller 3D grafik på brugergrænsefladen.
- *Videnbase editor* bruges til at indlægge og redigere regler mv. i videnbasen.
- *Case specifik data* lagrer aktuelle data fra brugergrænsefladen, inferensmaskinen og videnbasen, mens brugeren anvender systemet.
- *Videnbasen* indeholder regler, beregningsformler mv., der er beskrevet med en veldefineret syntaks og semantik, der passer til inferensmaskinen.

De fleste konfigureringsystemer, der i dag tilbydes på markedet er ekspertsystemer opbygget som beskrevet ovenfor. Der findes imidlertid også konfigureringsystemer, der ikke er egentlige ekspertsystemer, men bygger på procedural kode, f.eks. Visual Basic, Java eller C++. På adressen www.produktmodeller.dk er der formuleret en række kriterier for valg af konfigureringsystemer. Kriterierne er formuleret som spørgsmål, der er besvaret af en række af udbydere af konfigureringsystemer.

De foreløbige erfaringer med anvendelse af konfigureringsystemer er, at effekten af at implementere et konfigureringsystem kan være betydelig - jvf. eksemplerne fra APC (appendiks B.8) og F.L. Smidth (appendiks B.9). Disse virksomheder ser bl.a. et konfigureringsystem som et virkemiddel til at implementere anvendelse af moduler i organisationen. Status for anvendelse af

konfigureringsystemer er, at systemerne i dag anvendes hos en række store danske industrivirksomheder. Det er overvejende ikke visuelle konfigureringsystemer, der anvendes i dag, hvilket bl.a. hænger sammen med, at der kun er ganske få visuelle konfigureringsystemer tilgængelige på markedet. Udbudet af visuelle konfigureringsystemer i dag er nogenlunde som udbudet af ikke visuelle konfigureringsystemer for 10 år siden. Så i forhold til visuel konfigurering står vi stadig overfor en betydelig udviklingsopgave.

En anden vigtig erfaring er, at de virksomheder, der har haft størst succes med anvendelse af konfigureringsystemer, har arbejdet med udvikling af produkterne (udvikling af et modulært produktprogram) og udvikling af forretningsprocesser og deres organisation forud for eller parallelt med opbygning og implementering af et konfigureringsystem. Det er således vigtigt ikke at se anvendelse af produktkonfigurering som et IT-projekt. De største udfordringer ligger i at gøre produkter, forretningsgange og organisationen "klar" til konfigurering.

De største udfordringer for anvendelse af produktkonfigurering i byggeriet er således, udover at videreudvikle teknologien med visuel konfigurering, at udvikle et metodegrundlag for udvikling af moduler, der kan anvendes i byggeprocessen, metoder for udvikling af projekterings-/konfigureringsprocesser i sammenhæng med den samlede byggeproces og endelig metoder for modellering og dokumentation af konfigureringsystemer, der gør det muligt at kommunikere og forpligte alle relevante aktører på de produktkarakteristika og regler, der lægges ind i et konfigureringsystem.

4.7 Produktudvikling

Der synes umiddelbart at være to mulige spor for udviklingen af systemprodukter. Det ene er at de eksisterende produkter (badekabiner, køkkener, trapper, facadeelementer, lofter, klimaanlæg etc.) videreudvikles til at være konfigurerbare produkter og ikke blot koncepter, som projekteres til det enkelte byggeri på traditionel vis. Den videreudvikling vil være basis for yderligere industrialisering af hele leveringsprocessen. Det andet spor er udvikling af nye systemprodukter, som er multifunktionelle, multifaglige og integrerede (krydsende) delsystemer.

De hidtidige tiltag for udvikling af byggeriet har haft overskriften "produktivitetsforbedring" og "billigere" – forstået billigere for bygningens brugere og driftsejere. Den pris som driftsejer og brugere betaler for en bygning er grundlæggende bestemt af markedsmekanismer. Incitamentet til produktudvikling er imidlertid, at den produktudviklende systemleverandør virksomhed kan skabe et produkt, som har tilfredsstillende økonomi for virksomheden - forstået som indtjeningsmulighed og styret af parametrene positioneringsegenskaber, afsætningsvolumen, pris og fremstillingsomkostning. Produktudvikling bedrives som regel for at øge produkters attraktivitet mht. egenskaber og dermed for at få høj indtjening – bestemt ved fremstillingsomkostning, pris og afsætningsmængde. Udvikling for at reducere produktets fremstillingsomkostning bedrives især, når markedsmekanismen presser pris og afsætningsmulighed.

Ideelt burde et systemprodukt skabes således, at det har et afbalanceret sæt værdier for hver fase i dets livscyklus – og med vægt på slutbrugers værdikrav og omkostninger i hele dets brugsperiode. Men systemleverandøren må tilpasse sig markedssystemet. En levering til endelig driftsherre kan rumme en balanceret diskussion om initial investering hhv. driftsomkostninger hhv. værdier. Men mange bygninger bygges for videresalg og for byggeren er initialomkostningen (byggeprisen) oftest mere afgørende. Det vil være interessant at få en mere tydelig argumentation med byggeriets værdier i hele dets livscyklus.

Produkter udvikles sjældent fordi en kunde efterspørger et ikke eksisterende produkt. Det er produktudviklere, der ser et behov hos bestemte brugergrupper og ser ideen til et produkt, som opfylder behovet. Efterspørgsel efter produktet opstår (måske), når disse brugergrupper ser produktet – og dets pris. Systemprodukter skabes sikkert på samme måde, men usikkerheden er pt., om de vil blive efterspurgt.

Der er grund til at diskutere produktudviklingsperspektiverne og de bæredygtige incitamenter til udvikling af systemprodukter – som nødvendigvis må positioneres på det internationale marked. Der er en række udfordringer ved at udvikle nye systemprodukter – jvf. Figur 4-8.

- Produktudvikling til et potentielt marked og dets kundesegmenter – i modsætning til projektprojektering til en bestemt byggekunde
- Produktudvikling for life cycle – skabt for hensigtsmæssighed i alle faser fra konfigurering til anvendelse, vedligeholdelse, service og fornyelse
- Multifaglig og multifunktionel udvikling – teknologiske nyskabelser og tekniske sammenbygninger
- Udvikling for mass customization – skabe produktplatform, modularisere produktet og skabe dets variationsretninger og –muligheder
- Udvikling af markedsføring og branding af systemproduktet
- Virksomhedssamarbejde om produktudvikling – åbent kreativt og forretningsbaseret samarbejde med fokus på det fælles slutprodukt og slutkunde

Figur 4-8: Udfordringer ved udvikling af komplekse systemprodukter

Det varierende produkt er for mange lig med at kunne tilpasse produktet i projekteringsfasen – til at opfylde bygherrens og rådgiverens ønsker. Men det kunne lige så vel være at skabe et systemprodukt, som kan varieres og tilpasses under bygningens anvendelse. Det kan være i form af, at produktet kan udskiftes på enkel måde eller i form af, at dets funktioner kan udbygges med flere og nye elementer.

Produktudvikling omfatter blandt andet at tilrettelægge leveringsprocessens metoder således, at der spares tid i byggeprocessen og især således, at produktkvaliteten bliver korrekt, når metoderne anvendes. Det indebærer at parterne, som repræsenterer byggeprocessens faser/aktiviteter, kan samvirke med respekt for hinandens behov - en læringsproces som er gennemført for flere år siden i industrivirksomheder. Erfaringen derfra er, at den tager tid. Industrien har skabt metoder til specifikation af interessenternes ønsker og krav og til prioritering af dem. Det er måske især specifikationen, der er virkemidlet til fornuftig dialog, fordi den betyder et fælles sprog, og at man er tvunget til at beskrive og argumentere. Hertil knytter sig modeller for værdisætning bredt ud på alle faser i livscyklus og for kalkulation af livscyklus økonomi. Nogle peger på, at udfordringer ved et samarbejde omkring produktudvikling bl.a. er værdiparametre som æstetik, miljøhensyn, etik, boligmæssige ideologier, samt at arkitekten ikke altid begrundes sine værdipræferencer, men beslutter udformninger på baggrund af tavs viden. Det er aspekter, som ikke er ukendt i industriel produktudvikling – men der er behov for at arbejde med forbedring af såvel modeller som beskrivelsessprog ved udvikling af systemprodukter til byggeriet.

Der er i industrien og IT branchen erfaringer med virksomhedssamarbejde om produktudvikling. Byggesektorens virksomheder er vant til projektsamarbejde, men uvant med udviklingssamarbejde på sigt. Det vil være nyttigt at samle erfaringerne fra nogle industrivirksomheder. Det gælder såvel den formelle aftaleside som den praktiske samarbejdsside.

Om udvikling for mass customization har arkitekter sagt, at idealet er masseproduceret individualisme – valgfrihed frem for pris! De undrer samtidig på det arkitektoniske potentiale i anvendelse af systemleverancer. Hvilke nye muligheder, arkitekturer, arbejdsmetoder, designstrategier bliver mulige? Hvilke nye produkter kan det føre til? Det afgørende synes at være, at arkitekter går aktivt ind i produktudviklingen på lige fod med de andre parter i produktudvikling for life cycle. Her er det væsentligt, at arkitekten ikke begrænser sig til at tage vare på æstetik, men også tager vare på byggeriets funktionalitet af enhver art – med andre ord de forhold, som vi opfatter med alle vore sanser.

Det mere tekniske aspekt ved produktudvikling for mass customization er krævende. Det er, ved at se tilbage på udførte projektleverancer, forholdsvis nemt at se, hvordan et eksisterende produkt kunne være konstrueret for mass customization – og adskillige industrielle produkter er da også omkonstrueret flere gange for at gøre dem konfigurerbare. Udviklingen har været iterativ. Det er ulige vanskeligere at se fremefter og forestille sig variationsbehovet for et nyt produkt.

Customization løsninger bygger oftest på modularisering af systemproduktet og dermed variantdannelse gennem forskellig sammenstilling af moduler, samt på modulers variation i størrelse, form, funktioner mm. Der findes udviklingsmiljøer med metode og erfaring til produktudvikling for mass customization, men der er behov for at kanalisere den til byggeriets produktudvikling. Der også rum for yderligere udvikling af udviklingsmetoderne.

Det andet aspekt er flerheden af teknologier i systemproduktet. Den produktinterne integration er en klassisk produktudviklingsopgave. Udfordringen er snarere sammenhængen med andre systemprodukter (systemer) – der er grænseflader og koblinger. For eksempel har baderummets vægge en yderside, som skal tilpasses tilstødende rum. I det aktive loft er der ventilation og brandslukningssystem, som er dele af hele ventilationssystemet hhv. brandslukningssystemet. Der kan vise sig behov for normer og standarder vedrørende grænsefladerne – men det er formentlig bedst at lade systemleverandørerne tage initiativet til sådanne tiltag via de eksisterende normsætningskanaler. Standarder skulle gerne være et resultat af den frie produktudvikling og ikke en hæmsko for fornyelser.

Produktudvikling af nye byggeprodukter fordrer afprøvning. Det synes oplagt, at forsknings- og udviklingsinstitutionerne medvirker i en række udviklingsprojekter – både med konceptudviklingen og afprøvningen. Den indsats kunne være i form af finansieret produktudviklingsstøtte.

En udfordring ved udvikling af systemprodukter er at gennemføre en koordineret og sammenhængende udvikling af selve systemproduktet og dets bestanddele (moduler) sideløbende med udvikling af forretningsmodeller og alliancer mellem virksomheder, samt udvikling af forretningsprocesser og konfigureringsystemer, der gør det muligt at sammensætte (konfigurere) systemproduktet til det enkelte byggeris behov. Specielt det sidste punkt er vigtigt i den forstand, at hvis konsortier, der leverer systemprodukter, virkelig skal blive konkurrencedygtige, skal produkterne til de enkelte kunder kunne konfigureres, frem for - som det er tilfældet i dag - at blive udviklet gennem en projekteringsproces, hvor der anvendes mange ingeniør- og arkitekttimer til at konstruere de enkelte systemprodukter til de enkelte kunder og hvor resultatet ofte er, at den efterfølgende leveringsproces ikke kan industrialiseres fuldt ud.

Det vil sige at der skal udvikles et modulopbygget systemprodukt, hvor det i detaljer er specificeret, hvorledes systemproduktet kan sammensættes til den enkelte kundes behov. Samtidig skal der udvikles en række klart definerede forretningsprocesser, der beskriver hvorledes de forskellige typer af salgs- og leveringsprocesser skal gennemføres, og hvordan man sikrer koordineringen mellem de enkelte virksomheder, der bidrager til levering af systemproduktet. Endelig skal der udvikles et eller flere konfigureringsystemer, der kan understøtte forretningsprocesserne salg, produktion, installation, anvendelse og vedligeholdelse af systemproduktet.

4.8 Potentiale – Værdi og omkostninger

I erhvervsøkonomisk sammenhæng vurderes værdien af et produkt i forhold omkostningerne ved køb, dvs. de fordele som køberen oplever ved et produkt i forhold til prisen. På den baggrund har Henrik Bang redegjort for værdiskabelses i byggeriet i PPB-rapporten *Bygherrens rolle og byggeriets udvikling*, (Bang, 2000) således:

Fordele (værdi):pris = (for)brugerproduktivitet = flest mulige fordele ved lavest mulige pris

I denne sammenhæng skal 'fordele' forstås som den sum af værdier, køberen eller brugeren tillægger produktet eller det byggede. Det vil sige den nytteværdi som et givent byggeri repræsenterer, f.eks. i form af en høj byggeteknisk standard, rumlige kvaliteter eller arkitektonisk signalværdi eller alle parametrene på en gang. Her fremmes produktiviteten og dermed værditilvæksten fra et (for)brugersynspunkt ved enten at øge fordelene eller sænke prisen. Men værdier kan defineres som mere end en prismæssig værdiansættelse, f.eks. i form af byggeriets brugsværdi eller æstetiske værdi, som også rummer kulturbærende dimensioner. Produktivitet og værdiskabelse inden for byggeriet må derfor ses på baggrund af en meget bred værdiopfattelse, der rækker ud over snævre økonomiske definitioner, hvis ønsket er at opnå en øget konkurrence på kvalitet - samt at fremme bæredygtige, brugsfleksible og æstetisk gennearbejdede systemløsninger og systembyggerier på et højt niveau.

Et øget fokus på værdisiden og nogle mere præcise definitioner på, hvad værdierne dækker over eller indeholder og for hvem de har betydning, synes nødvendig. Ved udvikling af systembyggeri er det især vigtigt at få bygherrenes, arkitekternes og slutbrugernes værdier gjort 'synlige', så de kan holdes op imod den rationalitet, som argumenteres med fra producenternes side. Dette behov adskiller sig ikke væsentligt fra et stigende behov som kommer til udtryk i det traditionelle byggeri - hvilket taler for, at der etableres udviklings- og forskningsprojekter, der kan tilvejebringe denne viden, så den ikke beror på tilfældige antagelser og markedstendenser. Her kender f.eks. ejendomsmæglerne til nogle af de værdier, som køberne sætter pris på, men de tager primært udgangspunkt i det folk allerede kender

eller forventer. Et konkret eksempel, hvor en sådan 'værdiurdering' har slået fejl, er i Juul & Frost' boligprojekt til den Kgl. Porcelænsfabrik, hvor ejendomsmægleren forsøgte at lancere nogle åbne lejligheder under titlen 'New Yorker lejligheder'. Her blev problemet at lejlighederne blev opfattet som håndværkertilbud af slutbrugerne, som havde andre forventninger.

Arkitekterne besidder, i kraft af deres innovative arbejdsmetoder og brede samarbejdserfaring fra forskellige projektsammenhænge, mulighed for at være aktiv deltager i formuleringen og udviklingen af de værdisæt, som fremtidens systembyggerier skal rumme. De kan være med til at definere nye markedsområder. 'Det er innovation og det at udfordre markedet, der ligger i arkitekternes metier', siger arkitekt Flemming Frost.

5 Indsatsområder i det videre udviklingsarbejde

I dette kapitel fremlægges en oversigt over de vigtige indsatsområder for en videre udvikling af systemprodukter og deres anvendelse i byggeriet. Der indledes med en opsummering af de væsentligste udfordringer.

Den efterfølgende oversigt over indsats er formet som en strategi – et forsøg på en sammenhængende indsats på flere fronter. Forslag til tiltag er holdt på et overordnet plan og de nævnte mere konkrete tiltag må ses som vigtige initiativer, men ikke en komplet liste. Fra interviews og konferencer foreligger en liste over mere konkrete forslag til systemprodukter. Den gengives i Appendiks C.

5.1 Opmærksomhedsområder – udfordringer og barrierer

5.1.1 Holdninger og traditioner

Mange af de interviewede og konferencedeltagerne nævner traditioner og fordomme som en væsentlig barriere. En af dem er opfattelsen af, at begrebet industrialisering er lig med massefabrikerede standardhuse og en begrænsning af individualiseringen af det enkelte byggeri, som er i modstrid med arkitektens ønske om fuldstændig design frihed. Der er tradition for et meget åbent løsningsrum, og systembyggeri opfattes umiddelbart som et for snævert løsningsrum. Men det er en forestilling! Det er muligt at udvikle systemprodukter, som er varierbare og det er muligt at skabe et marked med flere systemprodukter. Der er brug for både en debat i arkitektkredse om de arkitektoniske muligheder og konsekvenser af anvendelsen af systemprodukter – og samtidig konkrete byggeinitiativer, hvor myterne kan aflives.

Et andet forhold er: Hvem beslutter byggeriets udformning og ud fra hvilke værdikriterier og præferencer? Når bygherren selv er bruger af bygningen, kan der besluttes med en livscyklus betragtning på værdier og økonomi. Når bygherren bygger for at sælge og brugeren er ukendt, træffes løsningsbeslutningerne ud fra en anden vægtning af kriterierne og måske med lav byggeomkostning, som det tungt vejende. Tilsvarende ses når byggeopgaven overlades til en totalentreprenør, som vil maksimere sin indtjening på byggeentreprisen. Nogle systemprodukter (bør) tilbydes ud fra en livscyklus betragtning på deres værdi, så hvordan får vi det aspekt mere frem i lyset?

Den nuværende struktur i byggebranchen og dermed den klassiske rollefordeling i byggeorganisationen er en barriere. En interviewet systemproducent pointerer kraftigt, at projekteringsprocessen er det vigtige indsatsområde – for der lægges grunden til fejl, mangler og omkostninger. Hvordan kan arkitekten designe bygningens helhed med udgangspunkt i systemprodukter og lade dem få indflydelse på helheden? Hvordan kan rådgiverne og bygherren beslutte på grundlag af systemleverandørernes belysning af livscyklusomkostninger og værdier? Hvordan kan rådgiverne specificere krav på en måde, hvor systemleverandørerne leverer attraktive, inspirerende og kvalitetsrigtige løsningsforslag? Hvordan kan rådgiverne sammen med systemleverandører sikre helhed og løse grænseflade problemer?

Systembyggeri betyder et andet indhold i nogle af rollerne i byggeprojektorganisationen – og det betyder tværfagligt samvirke. En udfordring kan være, at nogle af byggeriets parter finder nye forretningsmuligheder og dertil knyttet rolle - blandt andet at arkitekter, rådgivere og developers udvikler bygningskoncepter, hvortil materiale- og komponentleverandørerne udvikler systemprodukter. Og at få arkitekter og rådgivere til at se sig som systemleverandørernes forretnings- og arbejds partnere ved produktudviklingen.

Hertil knytter sig udfordringer:

- At udvikle systemprodukter i en særskilt udviklingsproces frigjort fra de enkelte byggeprojekt processer
- At udvikle i den samarbejdsform med det værdisæt, som er anvendt i industrien i mange år under betegnelsen ”integreret produktudvikling”
- At udvikle til et potentielt marked og ikke en bestemt kunde. At markedsføre og brande produktet. Efter manges opfattelse uvante opgaver i byggeriets virksomheder

Der findes eksempler på mangeårigt samarbejde mellem aktører i branchen – men oftest et samarbejde fra projekt til projekt og ikke et forretningsmæssigt fast samarbejde på langt sigt. Branchens tradition for samarbejde fra projekt til projekt, organisering med skiftende parter, stærkt kontraktstyring - plus erfaringen om vekslende og uforudsigelige markedsforhold på det danske marked, gør at virksomhederne kan være skeptiske overfor forpligtende samarbejdskonstellationer på sigt.

Nogle aktører fastholder andre i deres position og hindrer udvikling. F.eks. sætter nogle af distributørerne hindringer for opbygning af direkte supply chain samarbejder mellem systemleverandører og deres materiale- og komponentleverandører samt mellem systemleverandører og bygherrer. Truslen er boycott, hvis de går uden om distributionsleddet. Fra flere sider er nævnt, at tilsvarende forhold findes i fagopdelingen. Man må ikke bryde faggrænserne og man må ikke finde utraditionelle samarbejdskonstellationer.

Der synes især at være barrierer i installationsfagene. Autorisationer og faggrænser er en hindring for multifaglige/multiteknologiske løsninger. Priskuranter/akkordaftaler blokerer af og til det økonomiske incitament i nye tekniske løsninger. Et mere radikalt skift, i form af åbning for bredere adgang til at udføre, og i form af, at virksomheder udvikler multiteknologiske systemprodukter, som ikke fordrer fagautorisation til fremstilling og indbygning, kan måske nedbryde barriererne.

5.1.2 Rammebetingelser

Der er peget på at direktiver vedrørende udbud og aftaler – især de EU besluttede regelsæt - blokerer for de samarbejdsformer mellem bygherre og leverandør, som systembyggeri lægger op til. Det kan være et problem, at offentlige bygherrer regulerer meget stramt og detaljeret i udbud, hvilket kan bremse det langvarige samarbejde og den tidlige inddragelse af systemproducenter. Realiteten er dog nok, at regulativerne kun er en vis barriere, specielt i den offentlige sektor, men der er udveje for tidlig inddragelse og rammeaftaler.

En række potentielle systemprodukter – f.eks. på energiforsyningsområdet - indebærer muligheder for at husets driftsherre betaler systemleverancen gennem en driftsbetaling over et vist åremål, knyttet til en facility management aftale. Der er peget på, at realkreditinstitutionerne og andre af byggeriets finansieringsvirksomheder bør udvikle finansieringsprodukter, som fremmer sådanne økonomiløsninger.

5.1.3 Markedsforhold og økonomi

Der burde være mange gode grunde til at kunne sælge systemprodukter, men traditionen er der ikke. En stor developer og entreprenør siger, at de ikke særlig ofte oplever, at bygherrer efterspørger effektive byggekoncepter, så de kan bygge hurtigere, opnå mere sikker kvalitet - eller få det lidt billigere. Det kan undre, at entreprenøren ikke selv tager initiativet til at udvikle og tilbyde bygherrerne systemløsninger. Hvor er incitamentet?

Mange potentielle systemleverandører er usikre på, om der vil være en efterspørgsel, som er tilstrækkelig stor til, at investering i produktudvikling og markedsføring betaler sig. Det danske marked opfattes som for lille til en nyskabende produktudvikling – men for eksempel markedet på ca. 6.500 enfamiliehuse pr. år synes dog at kunne være basis for systemprodukter på installationsområderne. Tilsvarende er der et stort marked for nye totale energiløsninger til den eksisterende bygningsbestand, når den skal leve op til de skærpede krav til bygningers energieffektivitet, som kommer i det nye bygningsreglement. Kun nogle af de større virksomheder er orienteret mod international afsætning af vidensprodukter – men de bør formentlig finde sammen i alliancer, for at udvikle komplekse produkter.

For rådgivernes vedkommende er der usikkerhed om mulighederne for at få indtjening fra levering af bygningskoncepter. De ses som vidensprodukter, der nemt kan kopieres. Royalties er en af udfordringerne. Tilsvarende kan der være overvejelser om indtægter fra at gå med i konsortiedannelser om systemprodukter.

Byggeriets tradition for udbud og kontrakter betyder, at hver part skjuler sin egen økonomi. Samvirke om fælles produkter og deres markedsføring fordrer en åben økonomi – og tillid til loyalt samarbejde om økonomien. Der er tøven overfor at indgå i fast samarbejde. Man frygter at fraskrive sig andre leverancemuligheder. Den frygt overskygger troen på den fælles forretning. Der er frygt for at blive

boycottet hos de aktuelle samarbejdspartnere, hvis man etablerer direkte samarbejde med leverandører (bryder den nuværende værdikæde).

Hvor er den politiske vilje, spørger en del konferencedeltagere. Man savner de ”politiske” deltagere og organisationer – bl.a. BIPS³.

Der efterlyses en mere tydelig balance mellem omkostningsbetragtning, prisbetragtning og værdibetragtning – og dette på hele bygningens livscyklus. Det hævdes fra flere systemproducenter, at laveste pris oftest vinder, fordi køberen ikke er slutbrugeren, men en handelsvirksomhed, som vil bygge billigt og derpå sælge bygningen dyrt. Den nuværende markedsmechanisme hæmmer i nogen grad udviklingen af systemprodukter med nye værdier.

Men den gennemgående udtalelse er, at byggeriets parter holder fast i deres etablerede og kendte forretning. De er bange for at miste den og har ikke tiltro, til at den enten kan udvikles til eller erstattes af en anden forretning. De er bange for at investere. Det er dels begrundet i usikkerheden om efterspørgsel, dels begrundet i førnævnte frygt for boykot.

Det peger på, at der skal arbejdes med incitamenterne til systembyggeri – både byggeri som helhed og anvendelsen af systemprodukter. Der er fremsat ønske om analyser af, hvordan et byggeris totaløkonomi vil forandre sig og hvordan parternes økonomi kan forandre sig. Det omfatter også bygningens driftsfase.

5.1.4 Kompetencer

Der er ringe kunnen mht. koncipering og konfigurering af bygninger med omfattende brug af systemprodukter. Det gælder både processen, holdningerne og adfærden hos parterne. Der er tilsvarende ikke tradition for, at arkitekter indgår i et ligeværdigt samarbejde med andre parter om udvikling af systemprodukter. Der er peget på, at arkitekterne mangler teknisk kunnen og har afgrænset sig for stærkt til at tage vare på æstetikken. Der er ringe kunnen mht. produktudvikling med integration af de tekniske systemer. Virksomhederne har meget at lære på det område.

Der er peget på, at byggeledere i for stort omfang ikke er tilstrækkeligt uddannede – eller snarere ikke er tilstrækkelig kompetente til at agere som procesledere gennem en hel byggeproces og ej heller til at styre byggeforløbet med en samarbejdskultur.

5.2 Indsatsområder for videre udvikling

Situationen synes at være, at der er en vis interesse og nysgerrighed og nogle føler stærkt, at der må ske noget, men de fleste er usikre og afventende. Byggeriets virksomheder venter på hinanden – en låst situation og hvem bryder den? Der er ikke incitament, som er så tydelige og stærke, at flere virksomheder tager initiativ til at overvinde de mange barrierer og udfordringer. Måske er det ikke så svært – et produktinitiativ, som markedsføres godt og er attraktivt på såvel værdier som pris, kan være et gennembrud.

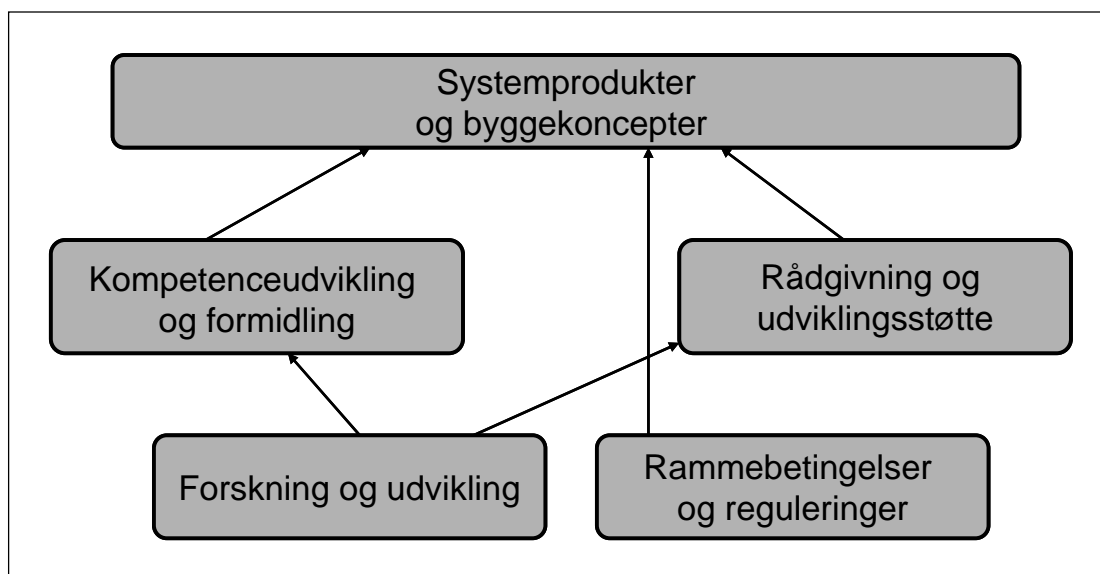
De helt dominerende udsagn om strategien er, at der nu må arbejdes med helt konkrete udviklingstiltag og anvendelse i byggerier. De andre indsatsområder anses for sekundære i forhold hertil. Potentielle udviklere af systemprodukter må tage initiativ, men samtidig skal der arbejdes for modning af markedet – bygherrer, developers og deres hovedrådgivere skal byde velkommen og agere som professionelle brugere og købere. Den fortsatte debat om temaet bør drejes fra barrierer til incitament og potentialer.

En strategi for den videre udvikling kan struktureres som vist i Figur 5-1. Hovedindsatsen lægges på konkrete produktinitiativer og deres anvendelse. De øvrige områder er:

- Udvikling af metoder til virksomhederne
- Organisering af fortsat formidlings- og påvirkningsindsats samt kompetenceudvikling
- Forbedring af rammebetingelser

³ Byggeri - Informationsteknologi - Produktivitet – Samarbejde, www.bips.dk

- Formering af et netværk af rådgivere, som kan assistere virksomheder med produkt- og forretningsudvikling



Figur 5-1: Indsatsområder for udvikling af systemprodukter

5.2.1 Konkrete byggetiltag og produkttiltag

Der er som nævnt et udbredt ønske om fuld skala forsøgsprojekter og prototyper – både som hele byggerier og som systemprodukter. Der har været tilstrækkeligt mange rapporter og "papir" projekter. Nu efterlyses gode illustrative og forretningsduelige eksempler.

Det vil være spændende at arbejde med udvikling af systemprodukter på to planer. Det ene kan være at videreudvikle eksisterende tilløb til systemprodukter – bl.a. ved at forbedre deres integrationsforhold og ved at bygge konfigurationssystemer til dem. Det vil være hurtige og meget synlige og pædagogiske tiltag. De kan udvikles til den traditionelle byggeform og forudsætter ikke nødvendigvis et industrialiseret bygningskoncept. Incitamentet bør findes hos progressive virksomheder, som kender fordelene ved at være den hurtige "first mover" på markedet. Den igangværende "kampagne" for ideen er med til at modne markedet hos bygherrer, developers og deres rådgivere. Den bør fortsætte med opbakning fra byggeriets organisationer.

Det andet plan kan være at skabe systemprodukter, som er teknologisk mere innovative med sådanne positioneringsegenskaber, at de kan markedsføres internationalt. Det vil være spændende at se nogle "dreamteam" sammensat af arkitekt, ingeniør, producent, bygherre m.fl., der i fællesskab kunne udvikle gode eksempler på et bygningskoncept og/eller systemleverance. Alliancer og fusioner, som kan blive så store, at de kan løfte investeringen i produktudvikling og markedsføring (også internationalt), kan fremmes ved at fonde og andre finansieringskilder (venture kapital) går med i dannelsen. Støtteordninger i form af risikovillig lånekapital, som det er set omkring iværksættere, kan også være et virkemiddel. Ret beset bør byggeriets virksomheder kunne løfte opgaven, ligesom andre brancher kan finansiere egen udvikling - også uden af have kontrakter i hus, men alene på baggrund af et forventet marked. Udover de nævnte økonomiske virkemidler vil en værdifuld støtte bestå i vejledning ved systematisk og samarbejdsbaseret produktudvikling for mass customization, ved udvikling af konfigurationssystemer og ved forretningsudvikling i strategiske partnerskaber. Den støtte kan også bestå i hjælp til de forsøg og afprøvninger, som skal godtgøre nye produkters bæredygtighed i bygningers hele livsperiode. Etablering af en forskningsklynge og en rådgiverklynge og økonomisk fundament i form af forsknings- og udviklingsmidler vil befordre virksomheders udviklingstiltag.

I referaterne fra konferencerne om Industrialisering af Byggeriet i 2004 og vinteren 2005 er der flere ideer til konkrete systemprodukter. Der er et marked for systemløsninger "i det små" - bl.a. til parcelhuse, men nøglen dertil kan være en fusion af en række virksomheder i det marked. Der er som

før nævnt et potentiale i at udvikle innovative systemløsninger på installationsområdet – bl.a. indeklimate og energi – ikke mindst i lyset af de nye krav til energiforbrug for at mindske CO2 udslip.

Også på det klassiske komponentniveau må der ske en udvikling hos producentvirksomhederne. Hvis de vil indgå i forsynings- og udviklingskæden til et systemprodukt, må de udvikle komponentprodukterne til at være varierende, de må skabe produktkonfiguratorer og de må etablere den IKT bårne kommunikation. Det sidst nævnte skal de for øvrigt også gøre til det traditionelle byggeri.

Der skal i forskellige typer af virksomheder indenfor byggeriet gennemføres projekter, der kan virke som inspirator og igangsætter for de øvrige virksomheder. Desuden skal virksomhederne i byggeriet knyttes til forskningsmiljøerne via studerendes afgangsprojekter og ph.d. projekter i virksomhederne, samt gennem kurser. Det vigtigste succeskriterium er, at det lykkes at etablere et antal konsortier, der konkret udvikler og implementerer systemprodukter/ bygningskoncepter og konfigureringsystemer, samt at der opnås dokumenterede forretningsmæssige gevinster.

En del virksomheder bør kunne finde sammen qua deres hidtidige samarbejde i byggeprojekter. Den anden kanal til dannelse af samarbejdskonstellationer er det af Teknologisk Institut, Byggeri administrerede initiativ til dannelse af samarbejdsnetværk mellem virksomheder. Se www.industrinetvaerk.dk.

5.2.2 Metodegrundlag

Der skal udvikles et metodegrundlag til virksomhederne for at gennemføre en udvikling frem mod anvendelse af systemprodukter og bygningskoncepter. Byggeriets virksomheder har ikke de tilstrækkelige kompetencer og det nødvendige metodegrundlag. Det må udvikles i et samarbejde mellem forskere, konsulenter og virksomheder – helst i tilknytning til ovennævnte konkrete udviklingstiltag. Der er en række indsatsområder.

5.2.2.1 Byggeproces og organisation

Ansvarsforholdene er et tema til videre behandling. Anvendelsen af systemprodukter kan som nævnt bidrage til et tydeligere produktansvar og et bedre grundlag for, at leverandører påtager sig ansvaret. Men det vil være nyttigt at få modeller og eksempler – bl.a. modeller, som tager hånd om totalansvaret kombineret med systemleverandørernes produktansvar.

Rådgivernes rolle behøver en diskussion og eksemplificering for at tydeliggøre ny praksis. Der er ikke mening i at udvande rådgivernes roller, men snarere at styrke og tydeliggøre deres ageren for at fremme industrialisering af byggeriet ved anvendelse af varierende systemprodukter.

I den forbindelse kan der være behov for at belyse, hvorledes rådgiverne kan håndtere (med-) ejerskabet til systemkoncepter og systemprodukter og samtidig agere som den uvildige rådgiver i byggeprojekter, hvor det ikke er udgangspunktet, at deres produkter skal anvendes.

En nøgle til begge områder kan være videreudvikling af scenarierne for byggeproces med systemleverancer – helst i tilknytning til byggerier således, at scenarierne er koblet til et eksempel. Det vil være interessant at kunne beskrive den til scenarierne knyttede nye økonomifordeling blandt parterne.

5.2.2.2 Produktmetodik

Udviklingen af systembyggeri indebærer anvendelse af en række metoder og systematiske fremgangsmåder, som må tilpasses byggeriets verden:

- Metode for udvikling af systemprodukter og bygningskoncepter for mass customization - baseret på erfaringer med udvikling af moduler/platforme i beslægtede industrier og baseret på et helhedsbillede af produktværdier
- Metode for udvikling, implementering og drift/anvendelse af konfigureringsystemer, herunder udvikling af en fremgangsmåde for opbygning af konfigureringsystemer indenfor byggeriet, der sikrer involvering/commitment fra alle relevante aktører i bygningens og systemproduktets livscyklus

- Metode for udvikling af de projekterings-/konfigureringsprocesser, hvori der anvendes konfigureringsystemer, herunder hvorledes en projekteringsproces, der involverer flere virksomheders systemprodukter, kan gennemføres

Der skal udvikles et videnskabeligt baseret metodegrundlag for udvikling og anvendelse af systemprodukter/ bygningskoncepter og konfigureringsystemer. Dette arbejde må foregå i et samarbejde mellem universiteterne, arkitektskolerne, handelshøjskolerne, udviklingsinstitutioner m.fl. – gerne ved dannelse af en forskningsklynge. De vigtigste succeskriterier for dette arbejde er, at der udvikles et operationelt metodegrundlag baseret på resultater og erfaringer med anvendelse af modularisering og konfigurering fra de bedste forskningsmiljøer i verden. Forskningsmiljøet skal levere de operationelle metoder til brug i virksomhederne. På den lange bane skal forskningsmiljøerne sikre, at de arkitekter og ingeniører, der uddannes, er trænet i udvikling og anvendelse af systemprodukter, bygningskoncepter og konfigureringsystemer.

Men innovativ udvikling af nye systemprodukter med ny teknologi betyder også, at universiteternes mere teknologisk rettede afdelinger samt byggeriets udviklingsinstitutioner må anvendes.

5.2.2.3 IKT tiltag

Der er behov for at få udviklet et bæredygtigt sæt af nye specifikationsprincipper for fremtidens bygningsdels- og komponentmodeller. Det kræver en forskningsmæssig indsats, som kan supplere arbejdet med Det Digitale Fundament. Den skal formulere et systematisk grundlag for en fremtidig strukturering af bygningsdeles egenskaber og beskrivelsesformer, der fremmer og understøtter en IFC-kompatibel produktkonfigurering. Den skal udvikle principper for åbne digitale bygningsmodeller. Der må arbejdes med udvikling af værktøjer, som kan håndtere parametrisering.

Tilsvarende synes der at være behov for en mere eksplicit og fælles design- og projekteringsmetode til byggeprojekter. Arbejdet hos arkitektskolen i Århus med den såkaldte B-processor kan føre til en sådan metode – som indebærer, at systemleverandørerne skal præsentere deres systemprodukter på flere detaljeringsniveauer, som svarer til trin i projekteringsprocessen. Der er dog behov for at udvikle den fremgangsmåde således, at der kan vælges mellem flere angrebsmåder.

Byggeriets virksomheder må arbejde på, at dokumentere deres produkter på digital form, så de kan levere intelligente produkter til byggeprocessen og den senere driftsfase. Det indebærer supplerende af produktet ikke bare med dets data, men med anvisning på fremstilling, indbygning, anvendelse, vedligeholdelse osv. De må som nævnt ovenfor også udvikle konfigureringsystemer.

På den pædagogiske side til brug ved formidlingen af fremtidsvisionen er det ønskeligt at få en vision for det digitale element i hele byggeprocessen og den efterfølgende drift og brug af bygningen – plus et illustrativt eksempel.

5.2.2.4 Forretningsudvikling

Arkitekter og andre rådgivervirksomheder kan udvikle bygningskoncepter og især systemprodukter til byggeriet. Bygningskoncepter kan udvikles til developere eller i rådgiverkonsortier - eventuelt med developere som partner. Der er behov for at finde bæredygtige forretningsformer, hvor koncepterne ejes og ikke uden videre kan kopieres. Hvordan kan der skabes incitament til videndeling? Hvordan skabes det synlige vidensmarked - ligesom komponentmarkedet?

I tilknytning til, at der sættes på konkrete produktudviklinger, er der behov for at arbejde med dannelsen af strategiske forretningsbaserede partnerskaber, som bliver nye aktører (aktørkonstellationer) på byggemarkedet. Det igangsatte initiativ til dannelse af erfarings- og diskussionsnetværk (-grupper) på tværs af byggebranchens virksomheder bør stimuleres og det bør støttes specielt med henblik på, at disse netværk kan finde fælles forretningsmuligheder og innovationsmuligheder.

Til disse forretningsnetværk vil det være nyttigt at beskrive nogle relevante forretningsmodeller – belyst ved eksempler. Forretningsmodellerne kan omfatte organisatoriske konstruktioner for flere parter i strategisk forretningsbaseret partnering. De bør indeholde mønstre for strukturering af systemleverandørvirksomhedens forretningsprocesser og støtteprocesser, samt beskrive systemleverandørens forskellige rollemuligheder i byggeprocessens faser.

5.2.3 Konsulent/ rådgiver støtte

Der kan samles en klynge af konsulentvirksomheder/rådgivere, der har de fornødne kompetencer til at rådgive virksomhederne i udvikling af systemprodukter, forretningsudvikling mv. Konsulenterne skal have en tæt tilknytning til forskningsmiljøerne og bidrage til at bygge bro mellem forskningsmiljøerne og virksomhederne. Det vigtigste succeskriterium for konsulentvirksomhederne er, at de får opbygget et metodeapparat og en referenceliste over gennemførte projekter, der gør dem attraktive ved gennemførelse af virksomhedernes udvikling og omstilling.

Rådgivningsområderne er teknologi- og produktudvikling, udvikling af konfigurerbare produkter, forretningsprocesser, anvendelse af IKT, forretnings- og samarbejdsudvikling, markedsføring internationalt, strategi m.v.

Byggeriets rådgivningsinstitutioner, universiteterne, visse private konsulentvirksomheder m.fl. er potentielle parter i rådgiverklyngen.

5.2.4 Formidling og uddannelse

Formidlingssiden har 3 spor:

- Påvirkning af byggeriets parter
- Efteruddannelse
- De videregående uddannelser

Det forventes at interesseorganisationerne i byggesektoren fortsætter og udbygger den påvirknings- og debataktivitet, som allerede er i gang. Påvirkningen er tosidig. På den ene side må der arbejdes for modning af markedet for systemprodukter. Det er en påvirkning af bygherrer, developers og deres rådgivere til at efterspørge systembyggeri og til at organisere den byggeproces, som fremmer systembyggeri. På den anden side må der arbejdes på at inspirere og animere potentielle systemproducenter til at udvikle og markedsføre systemprodukter. Det er ikke nødvendigt at vente på bygningskoncepter. Der er et marked for systemprodukter til de nuværende byggeformer. Det er heller ikke nødvendigt at vente på IKT faciliteter, på metodegrundlag og regelsæt. Disse områder bør udvikles sideløbende.

Efteruddannelse retter sig mod de virksomheder, som vil udvikle til systembyggeri. Det vil være ønskeligt at samle de institutioner, som i dag udbyder efteruddannelse til byggeriets virksomheder til en drøftelse af uddannelsestemaer og organisering af et samordnet uddannelsestilbud. IAI⁴ organisationen kan være interessant i denne sammenhæng, fordi den har interesse i at formidle udbud af efteruddannelser internationalt.

Det er en forventning, at de nu involverede universiteter anvender deres forsknings- og rådgivningsresultater i uddannelsen af arkitekter, ingeniører og mellemteknikere og derved opbygger kompetence hos den næste generation af aktører.

5.2.5 Rammebetingelser

I det private byggeri er mulighederne for at anvende systembyggeri åbne – aktørerne kan anvende de samarbejds- og organiseringsformer og dertil knyttede aftaleformer, som er mest hensigtsmæssige for ideen i systembyggeri.

I den offentlige sektor er vilkårene ikke umiddelbart fremmede for systembyggeri. Der må arbejdes på at vi får udbuds- og aftaleregler, som fremmer reelt samarbejde og fremmer helhedsorienteringen og sammenhængen ved disponering og læring i byggeprocessen. Dette omfatter også en påvirkning af EU reglerne.

Byggeriets norm- og regeldannende organer må aktivt medvirke til udvikling af hensigtsmæssige normsæt – men styret af behov og hensyntagen til produktmæssige innovationer. Der bl.a. peget på systemstrukturer og sammenbygningsforhold. Der er behov for at arbejde med forbedring af såvel modeller som beskrivelsessprog ved udvikling af systemprodukter til byggeriet.

⁴ International Alliance for Interoperability, www.iai-international.org

Der bør organiseres en påvirkning af byggeriets finansieringsinstitutioner til udvikling af finansieringsprodukter, som understøtter facility management aftaler i tilknytning til indbygning af visse systemprodukter.

Appendiks A Begrebsliste - systemleverancers emneområder

I det følgende opregnes de elementer og aspekter, som må varetages, når man vil udvikle og levere systemprodukter, samt de forudsætninger systemleverancer baserer sig på.

Hensigten er at give et fælles begrebsapparat og et katalog over forhold, som systemleverandører og andre parter i byggeriet må arbejde med. Den nedenstående liste kan ses som et landkort og overbliksbillede for aktørerne.

Overbliksbilledet består af følgende 10 områder:

1. Systemprodukt – afgrænsning og integration
2. Customization – produktplatform, tilpasningsrum, konfigurering
3. Leveringsprocessen – fra design til drift
4. Byggeprocessen – med systemleverancer
5. Organisering
6. Industrialisering
7. IT og kommunikationsteknologi
8. Produktudvikling
9. Forretningsudvikling, markedsføring
10. Økonomi

A.1 Systemprodukt

<i>Begreber</i>	<i>Beskrivelse/definition</i>
System	<p>Et system er et sæt af indbyrdes forbundne eller sammenspillende elementer (komponenter) - et sammensat og ordnet hele. Et system består således af flere bygningskomponenter og omfatter flere fagdiscipliner og teknologier.</p> <p>Et system kan opfattes både som en funktionsmæssig størrelse og som en fysisk størrelse. Systemet har en indre funktionsmæssig (procesmæssig) struktur og en fysisk udformning, men ligeså vigtigt er dets grænseflader til og integration med andre systemer. Både dets funktions-/procesflader og dets fysiske flader – og dets æstetik.</p> <p>Eksempler på den funktionsmæssige betragtning er indeklimate systemet, vandforsyningssystemet, el-systemet, baderummet.</p> <p>Eksempler på den fysiske betragtning er fundament, råhus, facader, installationer, baderum.</p> <p>(Betegnelsen system anvendes på flere niveauer. Derfor anvendes betegnelsen delsystem ind imellem).</p> <p><i>Referencer:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Erhvervs- og Byggestyrelsen (2004), <i>Byggeriet Begrebskatalog</i>, Det Digitale Fundament, Klassifikation, rev. 17. august 2004 ➤ Zeleny, M. (1986) "High Technology Management", <i>Human Systems Management</i>, Volume 6, pp. 109-120, Elsevier Science Publishers B.V.

<p>Bygningen som system</p>	<p>En bygning kan betragtes som et samlet system bestående af forskellige delsystemer. Der er en funktionsmæssig betragtning hhv. en fysisk betragtning.</p> <p>En klassisk og nem betragtning er at se bygningens delsystemer som moduler eller units, som kan præfabrikeres og transporteres til byggepladsen for indbygning/montage. Men et spørgsmål er hvor komplekse sådanne units kan være – hvilke funktioner kan kombineres? For eksempel: hvordan kan et loftssystem indeholde ventilation, belysning, brandslukningsudstyr etc. Hvordan kan ventilationssystemet håndteres som et samlet system integreret i flere af bygningens dele? Hvordan kan et komplet indeklimasystem opfattes og ses som kombination af mange dele – f.eks. klimaskærmen?</p> <p>Alternative betragtningsmåder åbner hver især muligheder for produktudvikling og nyskabelser.</p> <p>En normdannelse i form af fælles mønstre for strukturering af bygninger og udformning af grænseflader mellem systemer kan lette og fremme systemleverandørers produktudvikling – men kan på den anden side udelukke eller begrænse helt andre løsningsrum for produktudviklere.</p>
<p>Bygningskoncept</p>	<p>Et bygningskoncept er en grundstamme og fælles referenceramme og integrationsramme for en række systemløsninger. Sigtet med bygningskoncepter er at udvikle gennemtænkte bygningsløsninger, hvor bygningens forskellige delsystemer passer sammen. Afhængig af graden af varierbarhed vil et bygningskoncept fremstå som et forholdsvis afgrænset løsningsrum. Et bygningskoncept kan således være så lukket, at det ikke kan anvende systemprodukter, som er skabt til et andet bygningskoncept. Eller et bygningskoncept er åbent for flere systemprodukter til samme delsystem – f.eks. flere forskellige facadeløsninger.</p> <p>Et bygningskoncept kan knytte sig til en bestemt type bygninger, f.eks. etageboliger.</p> <p><i>Referencer:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ONV-Huset (jvf. appendiks B.4) ➤ Børneinstitutionerne: Møllegade, KBH, Grøndalsvænge Allé, Vanløse (Er opført som individuelle tilpassede bygninger efter faste modulære principper). ➤ Et klassisk eksempel er Utzons Espansiva system (jvf. appendiks B.2)
<p>Systemintegration</p>	<p>Integration af delsystemer er i sin enkle form at kunne samle/sammenbygge dem på byggepladsen – f.eks. placere baderummet i bygningen og tilslutte dets forbindelser. I sin mere komplekse form er det at kunne udvikle komplekse delsystemer bestående af elementer fra flere andre systemer – f.eks. et loft med belysning, el, ventilation, brandslukning eller baderummet med alle dets installationer.</p> <p>Udfordringen ved systemintegration er ikke alene at skabe det komplekse produkt, men også (og især) at gøre det varierbart på flere elementer.</p>
<p>Systemberegninger</p>	<p>Systemberegninger er i denne sammenhæng de beregninger, som må gøres på bygningen som helhed for at opnå helhedsoptimeringer og kvalitetssikringer. F.eks. statikberegninger og energiberegninger.</p>

<p>Systemprodukt</p>	<p>Et systemprodukt er et kompleks (del-)system i en bygning udviklet som et færdigt produkt, som kan købes og indbygges i en bygning. Et systemprodukt er analogt med et delsystem i en bygning – men har form af en bestemt leverandørs version af dette delsystem.</p> <p>Systemproduktet er et industrialiseret produkt – produktudviklet og procesudviklet og leveret via en industriel proces fra tilpasningsdesign til drifts-/brugsservice.</p> <p>Systemproduktet kan i et eller andet omfang tilpasses til den enkelte anvendelse. Tilpasningen sker ved customization og konfigurerings – anvendelse af bestemte tilpasningsregler og indenfor en givet tilpasningsramme.</p> <p>Et systemprodukt er et udviklet produkt, som derpå markedsføres som mulig systemløsning i byggerier. Konsekvensen er at produktet købes som det er – det vil sige med dets tilpasningsmuligheder. Hvis køber ønsker, at produktet modificeres ud over disse muligheder, bryder man industrialiseringsgrundlaget og er ovre i en klassisk projekteringsløsning.</p> <p>Ideen med systemprodukter er bl.a. at integrere flere teknologier og fagdiscipliner i produktet for derved dels at skabe bedre grænsefladeløsninger end ved traditionel projektering, dels at opnå en videreudvikling af byggeriets teknologier. Ideen er også at industrialisere alle faser i leveringen af systemløsninger fra den designmæssige udformning til udførelsen og senere drifts- og brugerservice. Formålet hermed er at opnå et mere gennemarbejdet og kvalitetssikkert produkt og en rationaliseret leveringsproces.</p>
<p>Systemleverance</p>	<p>Ved systemleverance forstås, at en systemleverandør leverer et systemprodukt til et byggeri og tager ansvar for produktets kvalitet (produktansvar).</p> <p>Ideen heri er at systemleverandøren tager ansvar for, at produktet leveres korrekt samt ansvar for service til produktet efter afleveret byggeri. Systemleverancen foregår i en industrialiseret proces omfattende alle faser i leveringen - fra den designmæssige udformning til udførelse og senere drifts- og brugerservice.</p> <p>Der bliver færre grænseflader at tage vare på ved opførelsen og der bliver færre aktører på byggepladsen.</p>

A.2 Customization

<p>Begreber</p>	<p>Beskrivelse/definition</p>
<p>Customization</p>	<p>Customization er at tilpasse systemet/systemproduktet til den enkelte byggeopgave.</p> <p>Egentlig er ideen mass customization. Herved forstås, at tilpasningen til den enkelte byggeopgave foregår med en række betingelser, som sikrer sådanne gentagelsesmomenter, at leverandøren kan anvende industrialiserede processer og opnå fornuftig økonomi i forsyningen af materialer og komponenter til systemproduktet. Det ideelle udgangspunkt er at skabe produktet, som kan tilpasses alle forekommende eller tænkelige kundebehov. Men praktiske og økonomiske vilkår sætter grænser systemproduktets varierbarhed.</p> <p>Typer af tilpasningsmuligheder er:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ En række varianter af systemproduktet. Der vælges fra kataloget af

	<p>varianter</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Et sæt af moduler og komponenter, som kan sammensættes individuelt til den enkelte byggeopgave. Der konfigureres et produkt ved valg fra modulkataloget og ved brug af et regelsæt for kombination ➤ En (eller flere) produkt grundstruktur(er), som kan tilpasses individuelt til den enkelte byggeopgave. Strukturernes tillader parametrisk, formmæssig og materialemæssig og komponentmæssig tilpasning. <p>Customization gælder såvel hele bygningskoncepter som systemprodukter og deres moduler og komponenter.</p> <p>Tilpasningen kan også foregå efter byggeriets færdiggørelse. Der kan bl.a. være tale om levering af yderligere features og moduler til systemproduktet, om vedligeholdelse og om senere udskiftning for fornyelse.</p> <p><i>Referencer:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pine, B. Joseph II (1993) <i>Mass Customization - The New Frontier in Business Competition</i>, Harvard Business School Press, Boston, Mass. ➤ Miller, Thomas D (2000) <i>Modular Engineering - An approach to structuring business with coherent, modular architectures of artifacts, activities, and knowledge</i>, Ph.D Thesis, Dept. of Control and engineering Design, DTU
Konfigurering	<p>Konfigurering er at tilpasse et systemprodukt til den enkelte byggeopgave – med andre ord at sammensætte moduler og komponenter til den pågældende udformning.</p> <p>Antallet af varianter af de enkelte moduler og komponenter og deres mulige sammensætning til et bestemt produkt kan hurtigt blive uoverskueligt stort. For at kunne håndtere denne kompleksitet anvender man et såkaldt <i>konfigureringssystem</i>. Det er et ekspertsystem, der er i stand til at sammensætte moduler og komponenter ved hjælp af regler (constraints), der beskriver hvilke moduler hhv. komponenter, der lovligt kan sættes sammen og hvordan det gøres. Grundlaget for at kunne udvikle et konfigureringssystem er, at der findes en <i>produktplatform</i> - et sæt af veldefinerede moduler og komponenter med tilhørende regler for, hvorledes de moduler kan sættes sammen.</p> <p><i>Referencer:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Hvam, Lars (2004), <i>En introduktion til Produktkonfigurering</i>, Center for Produktmodeller, Institut for Produktion og Ledelse, Danmarks Tekniske Universitet, Juni 2004 ➤ www.produktmodeller.dk
Produktplatform.	<p>Ved en produktplatform forstås systemproduktets funktion og dets grundlæggende struktur i form af modularisering, samt modulernes variationsmuligheder og –grænser.</p> <p>Produktplatformen udtrykker med andre ord produktets muligheder og principperne i dets opbygning (struktur) og ved dets tilpasning.</p>
Modularisering	<p>For at kunne kundetilpasse komplekse systemprodukter, kan man konstruere produkterne med anvendelse af <i>moduler</i>, som består af komponenter. Dvs. at man udvikler nogle sammensatte produktdele (moduler), der kan sættes sammen med øvrige produktdele (moduler)</p>

	<p>efter et sæt af veldefinerede regler. Et modul kan opfattes som indkapsling af kompleksitet i funktionelle, veldefinerede enheder.</p> <p>Produktvariationen opnås ved at hvert modul findes i flere varianter og at produktet kan dannes af forskellige kombinationer af disse varianter.</p> <p><i>Referencer:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ By og Byg, Statens Bygge-forskningsinstitut (2003) <i>Nye generationer af byggekomponenter</i>
--	--

A.3 Leveringsprocessen – fra design til drift

<i>Begreber</i>	<i>Beskrivelse/definition</i>
<i>Leveringsprocessen</i>	<p>Leveringsprocessen er systemleverandørens totale proces fra første kontakt med en byggekunde til leveret systemprodukt og videre til senere drifts- og brugerservice.</p> <p>Processens output er de leverancer og ydelser, som systemleverandøren kan levere i hele forløbet. Processen består af de dertil knyttede aktiviteter.</p> <p>Et opmærksomhedspunkt er de kvalitetssikrende handlinger og dertil knyttet dokumentation gennem hele processen. Det gælder ikke bare systemleverancens (produktets) kvalitet, men også dets grænseflader til og sammenbygning med andre systemer.</p>

A.4 Byggeprocessen – med systemleverancer

<i>Begreber</i>	<i>Beskrivelse/definition</i>
<i>Byggeprocessen</i>	<p>Byggeprocessen er byggesagens forløb set fra bygherrens side – fra første beskrivelse af funktionskrav og andre krav til byggeriet og til drift. Det interessante aspekt i denne sammenhæng er, hvordan byggeprocessen påvirkes af eller hensigtsmæssigt tilrettelægges, når der bygges med systemleverancer.</p>
<i>Aftaleformer</i>	<p>I og med, at systemleverandører naturligt bør levere produktforslag på grundlag af funktionskrav, samt indgå i en dialog med bygherren for inspiration og for balancering af værdier og økonomi, vil der blive et andet aftaleforløb for deciderede systembyggeriprojekter.</p> <p>Visse typer systemprodukter er egnede til facility management aftaler og til levering mod betaling over driftsårene i stedet for betaling for leveringen.</p>
<i>Designproces</i>	<p>Ordet <i>design</i> er analogt til ordene bygningsplanlægning, forslagsstillelse, projektering og konstruktion i traditionelle byggeprocesser, men er valgt for at tilkendegive den forskel, som systembyggeri kan indebære.</p> <p>Ved <i>bygningsdesign</i> forstås for det første udformningen af byggeriet som helhed og valg af en bygningsstruktur, som tillader anvendelse af systemprodukter i bygningen. For det andet er det valg og indpasning af systemprodukter i bygningen, så den får sin endelige form.</p> <p>Ved <i>systemprodukt design</i> forstås systemleverandørens tilpasning (konfigurering) af systemproduktet til den pågældende bygningsløsning. Det foregår i dialog med ønsker og forslag, indtil der er en tilfredsstillende systemløsning – som bliver systemleverancen.</p>

A.5 Organisering

Begreber	Beskrivelse/definition
<p>Ny byggeorganisation</p>	<p>Anvendelse af systemleverancer og systemleverandører i byggeriet kan betyde, at systemleverandøren optræder som én organisatorisk enhed og kontraktholder for leverancen. I den traditionelle byggeorganisation betyder det, at systemleverandøren udfører tilpasningsarbejde i stedet for rådgiveres projekteringsarbejde, og at systemleverandøren er én leverandør og udførende på byggepladsen i stedet for en række håndværkere.</p> <p>Denne organisation kan varieres, afhængig af mulighederne for at andre aktører udfører systemleveranceaktiviteter. Det kan være at rådgiverne udfører systemtilpasningen ved brug af systemleverandørens konfigureringsystem eller at hovedentreprenørens håndværkere udfører indbygningen efter systemleverandørens metode og forskrift.</p> <p>Mulighederne vil bl.a. afhænge af systemleverandørens ansvar for systemproduktet og ansvar for dets integration med andre bygningsdele.</p> <p><i>Referencer:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ By- og Boligministeriet, Erhvervsministeriet (2000), <i>Byggeriets fremtid – fra tradition til innovation</i>, Redegørelse fra Byggepolitisk Task Force, December 2000 ➤ By- og Boligministeriet (2001), <i>Tæt samarbejde i byggedelen – et bedre byggemarked</i>, Projekt Hus
<p>Forsynings- og leverancekæden for systemleverandøren.</p>	<p>I og med at der er tale om et udviklet og markedsført systemprodukt vil den fra industrien kendte form være at foretrække. En virksomhed er produktejer og produktudvikler – og ansvarlig leverandør. Denne virksomhed kan alliere sig i et fast samarbejde med andre virksomheder, som har de fornødne kompetencer og varer til den samlede leverance. Et såkaldt supply-chain samarbejde.</p> <p>Samarbejdet vil i den ene ende være de forsyningskanaler, som forsyner systemleverandøren med materialer, komponenter og moduler til systemproduktet og i den anden ende de producenter og montører, som fremstiller og indbygger systemproduktet.</p> <p>Hvordan en systemleverandør vælger at udføre selv hhv. at lade samarbejdspartnere udføre, afhænger af flere forhold – ikke mindst sikring af ejerskab, læring og fortsat udvikling samt stabilitet i afsætning og levering.</p> <p>Ad hoc samarbejde i løse netværk samt ad hoc partnering fra projekt til projekt er ikke forenelig med ideen i en systemleverandørs organisation.</p>
<p>Organisering omkring bygningskoncepter</p>	<p>Bygningskoncepter kan skabes af en enkelt virksomhed, men meget vel også være udviklet i et samarbejde mellem virksomheder, som tilsammen har kompetencen til at skabe og markedsføre konceptet.</p> <p>Disse partnere har behov for at have en stærk forretningsorganisation. Egnede former kan være Strategisk Partnering, konsortium, dannelse af en fælles ny virksomhed.</p>

A.6 Industrialisering

Begreber	Beskrivelse/definition
Industrialisering	<p>Ordet industrialisering er tæt knyttet til systemleverancer - men det er ikke bare præfabrikation under fabrikstag. Industrialiseringen omfatter alle processer fra produktmodellering, tilpasningen til det enkelte byggeri, fremstillingen, indbygningen på byggepladsen, vedligeholdelse og service ved husets brug - en totalindustrialisering. Industrialiseringen omfatter også anvendelse af IKT ved visualiseret bygningsdesign, ved produktkonfigurering og applikationstilpasning (i stedet for klassisk projektering), samt ved fremtagning af alle specifikationer til forsyning, fremstilling, indbygning og vedligeholdelse, samtidig med at systemproduktet konfigureres. Industrialisering er en organiseret og veldefineret opdeling af udførelse off site og on site, med gennemarbejdede metoder og metodefasthed. Industrialiseringen betyder, at produktets udførelseskvalitet sikres gennem processen - og ikke ved kontroltilsyn på byggepladsen.</p> <p>Man kan tale om den industrialiserede proces og det industrialiserede produkt. Den industrialiserede proces vil sige, at systemleverandørens leveringsproces som helhed er gennemarbejdet og tilrettelagt samt forsynet med fornødne udførelsesværktøjer. Processen vedrører et delsystem/systemprodukt og kan håndtere det variationsrum, som gælder for systemet. Det industrialiserede systemprodukt er udviklet med henblik på levering i en industrialiseret proces.</p> <p><i>Referencer:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ By- og Boligministeriet (2000), <i>Industrielle processer</i>, Temagrupper 4, Projekt Hus ➤ By- og Boligministeriet (2001), <i>Ny Industrialisering – et bedre produktmarked</i>, Debathæfte 3, Projekt Hus

A.7 Informations- og kommunikationsteknologi (IKT)

Begreber	Beskrivelse/definition
Intelligent model	<p>En model er et billede af et udsnit af virkeligheden. En IT-model er digitaliserede informationer (viden) om et udsnit af virkeligheden (domæne). En <i>intelligent model</i> er strukturerede informationer om et domæne, f.eks. en bygningsdel, der i implementeret form kan virke som et IT-system – og dermed understøtte, automatisere og integrere processer.</p> <p><i>Referencer:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Erhvervsministeriet (2001), <i>Det digitale byggeri - rapport fra en arbejdsgruppe</i>, Oktober 2001
IFC	<p>IFC (Industrial Foundation Classes) er et sæt internationalt standardiserede klasser af bygningsobjekter - i form af intelligente modeller af rum & bygningsdele - til brug ved produktmodellering og dataudveksling i byggeriet.</p>

Produktkonfigurator	<p>En <i>produktkonfigurator</i> er en logisk struktureret fremgangsmåde, hvormed man, ved at vælge en række parametre (besvare en række spørgsmål), specificerer en tilpasset udgave af et produkt (systemprodukt, bygningsdel). Konfiguratoren specificerer samtidig processer og dokumentation knyttet til produktets fremstilling, levering, anvendelse og servicering. En produktkonfigurator har typisk konkret form af et IT-system – et såkaldt <i>konfigureringsystem</i>. Det er et ekspertsystem, der er i stand til at sammensætte moduler og komponenter ved hjælp af regler (constraints), der beskriver hvilke moduler hhv. komponenter, der lovligt kan sættes sammen og hvordan det gøres.</p> <p>Produktkonfiguratoren forudsætter <i>produktmodel</i> med informationer om produktet i forskellige faser af dets livscyklus.</p>
PDM - Product Data Management.	<p><i>Product Data Management</i> systemer er IT-systemer til styring og håndtering af produktdata.</p>
ERP-system	<p><i>Enterprise Resource Planning</i> systemer er IT-systemer til styring og håndtering af data i virksomheders samlede sæt af salgs-, leverings- og serviceprocesser. ERP-systemer søger at dække flest mulige af virksomhedens forretningsprocesser – at integrere dem for at opnå forenkling og sikkerhed (kvalitet) i databehandling og informationsflow.</p>
IT-netværk	<p>Koblede IT-systemer, hvori parterne kan kommunikere, koordinere og dele opgaver og viden. IT-samarbejdet kan foregå mere eller mindre integreret via lokalnet og Internettet.</p> <p>Koblingen forudsætter anvendelse af standarder for såvel datakommunikationen som de dataformater, der beskriver kommunikationsindholdet.</p>

A.8 Produktudvikling

Begreber	Beskrivelse/definition
<p>Produktudvikling for mass customization.</p>	<p>Produktudvikling for mass customization kan ses som at standardisere produkters moduler, komponenter, formelementer, fremstillingsprocesser m.m. indadtil, samtidig med, at produktet er varierbart udadtil (ved applikation til et byggeri og ved den senere anvendelse)</p> <p>Udfordringen ved at udvikle et systemprodukt for mass customization er for det første at definere dets ønskede variationer og en dertil passende modulstruktur. For det andet at udvikle modulernes indbyrdes grænseflader således, at det er muligt at samle modulerne i deres forskellige udgaver. For det tredje at skabe modul grænseflader, som tillader videreudvikling af de enkelte moduler. For det fjerde at skabe systemets grænseflader til omgivende delsystemer – under hensyn til disses variationsmuligheder.</p>

<p>Værdibegreber og design for life cycle value</p>	<p>Sigtet med systemleverancer er ikke at standardisere byggeriet i form af at udvikle standardsystemer, men tværtom gennem udvikling af gennemtænkte varierbare og konfigurerbare komponenter at opnå funktionalitet og design af høj kvalitet. Sigtet er at varierbarheden kan skabe byggerier, som tilfredsstillende den enkelte bygherres behov og værdier.</p> <p>Det fordrer, at systemprodukter udvikles med et tydeligt værdisæt for øje og at systemleverandør, bygherre og dennes hovedrådgiver samarbejder på grundlag af tydelige værdimodeller, som rummer de aspekter og parametre, som bygherre, bruger og arkitekt anvender ved det grundlæggende design af byggeriet.</p>
<p>Normer og standarder for bygningsstruktur og systemsammenhænge.</p>	<p>Ligesom der i dag er normer og standarder på komponentniveau, er der behov for normer og standarder, som gør det muligt at sammenbygge systemer i en bygning.</p>
<p>Læringsprocesser i systemleverandørens organisation.</p>	<p>Systemleverance som et helt procesforløb, gennemført af en systemleverandørorganisation, skal bl.a. sikre, at erfaringer fra hver del af processen – herunder ikke mindst drift, brug og vedligeholdelse – opsamles og bruges til produktforbedring og procesforbedring.</p> <p>Denne læringsproces må iscenesættes af systemleverandøren.</p>
<p>Produktudvikling i netværk.</p>	<p>Udvikling af systemprodukter vil i adskillige tilfælde foregå bedst i et samvirke mellem flere parter – som tilsammen besidder det sæt af kompetencer, som skal til for at skabe og levere et systemprodukt. Det er nødvendigt at organisere produktudvikling og procesudvikling i et integreret samvirke.</p> <p>Hertil knytter sig en række mulige aftaleløsninger og organisationsløsninger.</p>
<p>Integreret produktudvikling</p>	<p>Produktudvikling (og også projektering) indebærer, at aktører foretager løsningsvalg, som har konsekvens for aktører i alle efterfølgende faser i produktets livsløb. Udviklingsaktørerne disponerer på andre aktørers vegne, men mærker ikke selv disponeringens virkninger.</p> <p>Integreret produktudvikling er at skabe det produkt, som er hensigtsmæssigt i alle faser fra konfigurering til anvendelse, vedligeholdelse, service og fornyelse. Det indebærer (ideelt) dialog og medvirken fra alle aktører i livscyklus, samt erfaringsopsamling og læring fra hver fase.</p>

A.9 Forretningsudvikling og markedsføring

<p>Begreber</p>	<p>Beskrivelse/definition</p>
<p>Forretningsudvikling, markedsføring</p>	<p>Når der investeres i produktudvikling er det med sigtet at kunne afsætte produktet til flere byggerier – og det endda i udlandet for at opnå rimeligt afsætningsvolumen. Til udviklingen hører derfor en plan for markedsføring, for afsætningskanaler og for forretningsudviklingen. Den plan omfatter også organisering af markedsføringen.</p>

Forretningsudvikling, markedsføring for bygningskoncepter	Konceptejers aktiviteter og organisation for forretningsudvikling - herunder internationalisering.
Forretningsudvikling, markedsføring for systemprodukter	Systemleverandørens aktiviteter og organisation for forretningsudvikling - herunder internationalisering.
Branchestruktur	Systembyggeri og systemprodukter betyder bygge- og leveringsprocesser, som er rationaliseret og omlagt således, at non value adding aktiviteter er fjernet fra processerne. Det betyder tilsvarende, at aktører kun finder plads i processerne, hvis deres aktiviteter og ydelser tillægger værdi. Processerne vil endvidere være tilrettelagt med færrest mulige organisatoriske grænseflader og direkte kommunikation mellem parterne i supply chain kæder. Det vil influere på rollefordelingen og muligvis også på branchestrukturen.

A.10 Økonomi

Begreber	Beskrivelse/definition
Byggeprojektets helhedsøkonomi. <i>Life cycle value and cost.</i>	I og med, at systemprodukter udvikles og leveres af produktansvarlige virksomheder, vil disse virksomheder have mulighed for at opsamle erfaringer med produktets livscyklus omkostninger. Det vil også være naturligt, at virksomhederne tager livscyklus omkostninger i betragtning ved produktudviklingen. Systemprodukter kan sælges på pris alene, men netop omfanget af produktudvikling og indsatsen for sikring af kvalitet og drifts-/brugsværdier betyder, at systemprodukter sælges på life cycle værdi og omkostninger. Det må anvendes som argumentation i markedsføringen og tilpasningen til det enkelte byggeri.
Økonomi for byggepartnerne - effekt af systemleverancer.	Systemprodukter flytter arbejdsindsats fra projektering til produktudvikling og fra byggeplads til fremstillingssted. Det betyder ændring af pengefordelingen i et byggeprojekt og dermed ændring af forretningsøkonomien for byggeriets parter. Ikke blot som en konsekvens, men også som potentielle nye forretningsmuligheder.
Økonomi i systemleverandørens supply chain	Samarbejdet i en supply chain for et systemprodukt har som hovedsigte at kunne præstere en attraktiv købspris for køber (bygherre, developer, byggeentreprenør). Alle virksomheder i forsyningskæden har den interesse og må finde et samarbejde, hvor de identificerer muligheder for omkostningsreduktion og for værdiforøgelse. Det kan betyde åben kalkulation og aftale om fair fordeling af fortjeneste til hver enkelt part i kæden.

Appendiks B Eksempler

B.1 BoKlok - Bygningskoncept

B.1.1 Generelle data

Bo-Klok er et Nordisk selskab i et samarbejde mellem IKEA og SKANSKA. Selskabet udbyder billige (andels-)boliger, baseret på et 'låst' bygningskoncept, som p.t. kun kan varieres minimalt.

B.1.1.1 Klassificering

	Helheds-koncept, styret variation	Løs struktur, elementer og principper
Åbent system		
Lukket system		

I nedenstående tabel er klassificering markeret vha. grå fyldning af den respektive celle og evt. angivelse af industri/byggeår/antal.

Industri:	Byggeri		Anden industri: _____	
Niveau:	Bygningssystem		Delsystem	
Organisation	'Traditionel' / ad hoc		Partnering / kontinuerlig	
Customization type	Projektering	Tilpasse moduler	Sammensætte moduler	Katalog med færdig løsninger
Produktudviklings niveau	Lav		Middel	Høj
Procesudvikling	Engineering & Design	Fremstillings-proces	Leveringsproces	Byggeproces
Status	På skrivebordet	I gang	Opført: byggerier påbegyndt i 1999 i SE	Antal: opført over 1.700 stk. lejl. i SE, DK, NO, FI
Ordrevolumen	Enkeltstyk		Flere: Bebyggelser af 18- 84 stk.	

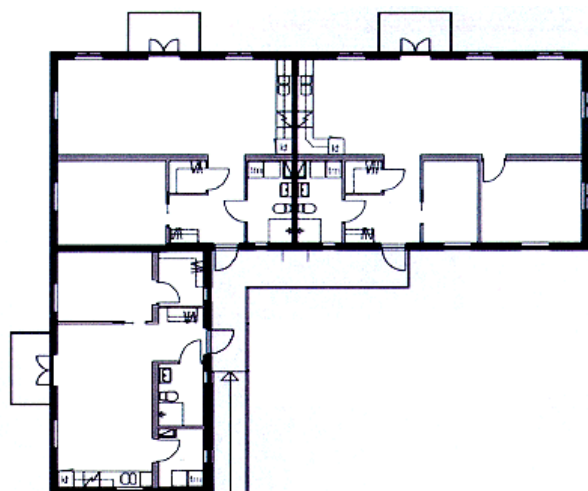
B.1.1.2 Data

Systemets navn:	BoKlok
Arkitekt og ingeniør:	Arkitekt/DK: Tegnestuen Vandkunsten, øvrige Norden: IKEAs Arkitekter Ingeniør: Skanska Danmark A/S
Administration og producent:	Administration: BoKlok A/S. Producent: Moelven Byggmodul AS
Kilder:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ www.boklok.dk ➤ www.skanska.dk ➤ www.moelven.com ➤ vot.teknologisk.dk/11677

B.1.2 Beskrivelse af produktet/systemet

BoKlok er præfabrikerede etagehuse i træ, som er baseret på et prisbilligt og klart defineret bygningskoncept. Boligtyperne er udviklet med henblik på salg og er rettet mod et købersegment, der normalt ikke har mulighed for at komme ind på boligmarkedet. Denne gruppe er vokset i de senere år på grund af den stigende prisudvikling på ejendomsmarkedet, hvilket ses som en international tendens. (Gruppen kaldes 'Key Workers' og består af; sygeplejersker, lærer, politifunktionærer, pædagoger o. lign.)

Boligerne sælges som ejerboliger i henholdsvis Sverige, Danmark, Norge og Finland. Bolighederne produceres på fabrik og leveres som rumstore volumener, hvor hver bolig udgøres af to rummoduler. Boligerne er sammenbygget til vinkelhuse som består af i alt 6 lejligheder med 2, 3 og 4 værelser på hhv. 62, 75 og 87 kvm. Alle lejlighederne har udgang til det fri enten i form af have eller altan.⁵



SophienborgBo, Hillerød. Facader: af Tegnestuen Vandkunsten, 2004.

Arkitektonisk varierer husene ikke meget fra land til land og det er tydeligt, at svensk bygningskultur (traditionelle svenske træhusløsninger) præger udformning af boligbebyggelserne, både på bygningsniveau og i detaljen. Dette gør sig dog ikke gældende i Danmark, hvor man først havde svært ved at sælge konceptet og derfor måtte alliere sig med en af Danmarks fremmeste arkitektfirmaer mht. boligbyggeri, Tegnestuen Vandkunsten.

Planløsningen kan varieres, men kun i begrænset omfang, idet de lodrette installationsføringer betinger placering af køkken og toiletter, ligesom adgangsforholdene også altid er samlet ved bolighusets indadgående hjørne. Mest afgørende sætter den lave prisramme en grænse for variationsmuligheder og individuelle løsninger. For at kunne holde prisen nede, er det nødvendigt med så få og så små justeringer i fabriksproduktionen. Derfor er alle bygningsdetaljer fastlagt på forhånd. Det eneste der kan ændres er farven og beklædningsstypen på facaden. Tilpasning og projektbearbejdning i forhold til de forskellige landes byggetradition og købermarked vil være begrænset og mere af teknisk karakter.

⁵ Boligerne og bebyggelsernes udformning er baseret på en Svensk markedsundersøgelse, som kortlægger forskellige lavindkomstgruppers krav og behov til den moderne familiebolig. Undersøgelsen viste en række meget ensartede ønsker: 1. Boligerne må gerne være små, bare de er velfungerende; 2. Rummene skal være lyse, med mange og store vinduer og være af god kvalitet, bygget af naturlige materialer som tegl, træ og zink; 3. Ingen ønsker at bo i højhuse med asfalterede udearealer omkring, men husene må gerne ligge tæt og der skal være adgang til det fri. Dette har resulteret i, at de fleste BoKlok-bebyggelser tilstræbes at være på ca. 36-48 boliger; 4. Husene skal ligge i nærheden af skoler og transportmuligheder. Til gengæld har det mindre betydning om boligen ligger langt fra en bykerne. Undersøgelsesresultaterne blev bearbejdet af IKEAs arkitekter, hvilket resulterede i nogle boligløsninger som blev inkorporeret i 2 forskellige hustyper: 1 type til landlig bebyggelse (Ålmhult) med træfacader og 1 type til bymæssig bebyggelse (Helsingborg) med pudsede facader. kilde: <http://vot.teknologisk.dk/11677>

B.1.3 Produktion (industrialisering)

Som ide er BoKlok et industrialiseret byggeri, som stræber mod rummoduler – men i visse tilfælde anvendes sandwichelementer. Dette varierer dog fra land til land (forskellige licenstagere). I Sverige og Danmark arbejdes med hele moduler, mens Finland og England er plade/sandwich-elementer (i Nordsverige dog også disse). Transportreglerne fra land til land, samt den store varians i bygningsreglement på tværs af grænserne, forhindrer international stordrift – bl.a. derfor franchise-konstruktionen. BoKlok har aktuelt et tidsforbrug på 1½ måned på pladsen for modulbyggeri og 6 måneder for sandwichelementer.

BoKlok-husene i Hillerød er produceret som rumstore bygningsmoduler på fabrik, med en høj færdighedsgrad, dvs. at der er indlagt diverse installationer, døre og vinduer er isat, bad og køkkenelementer er monteret og vægoverflader er færdigbehandlet. Ca. 90 % af byggearbejdet færdiggøres på fabrikken. Der er kun få tilretninger i forbindelse med den endelige sammenbygning og montage på byggepladsen. Efter samling skal el og VVS blot tilkobles. Bygningsmodulerne måler ca. 4x9 meter og hver lejlighed består af 2-3 moduler/enheder.

Fabrikationen af de rumstore bygningsmoduler til de danske og svenske udgaver af BoKlok foregår p.t. hos Moelven Byggmodul AS i Gullringen, der er Skandinaviens største producent af præfabrikerede bygningsmoduler. Produktionen foregår indendørs i store haller. Vægge, gulv og tag produceres som selvstændige isolerede træskeletkonstruktioner, der forberedes til diverse installationer. Herefter samles de til hele, rumlige bygningsmoduler der føres frem på samlebånd, hvor der trækkes el, vand og varme, spartles og males og installeres færdigt køkken og bad. Endelig forsegles bygningsmodulerne og de transporteres til byggepladsen. Der er ikke tale om fuldautomatiseret robotproduktion, men om specialuddannede byggearbejdere med specialværktøj, specifikt tilpasset netop denne produktionsform. Præparering af byggegrunden kan foregå sideløbende med fabriksproduktionen, hvorved den samlede opførelsestid reduceres betydeligt.

BoKlok-konceptet er færdige typeløsninger, hvor detaljer, materialevalg og det meste af indretningen er bestemt fra fabrikantens side, hvilket forenkler produktionen og muliggør egentlig serieproduktion. Der produceres dog ikke til lager.

Det industrielle i BoKlok konceptet kan opsummeres i følgende punkter:

- Fabriksproducerede rumstore bygningsmoduler i fastlagte typer med meget begrænset mulighed for individuel tilpasning (serieproduktion)
- Bebyggelser af et vist volumen (18-84 boliger) med mulighed for samling af leverancer af alle bygningsdele på ét sted (store indkøb til lavere priser)
- Maksimal grad af færdiggørelse på fabrikken med mulighed for ensartet kvalitetskontrol, koordineret med samtidig forberedelse på byggepladsen (kort leveringstid)



Bebyggelsesplan, SophienborgBo - Hillerød

B.1.4 Markedsmæssige og organisatoriske aspekter

BoKlok ejes 50/50 af IKEA og Skanska og er organiseret som et franchise-koncept på linie med McDonald's. Entreprenører i forskellige lande køber sig til en licensaftale, der giver ret til at producere konceptet, der så får en særlig lokal/national tilrettet udformning. I Danmark har Tegnstuen Vandkunsten som nævnt tilpasset konceptet til det danske marked. De nationale datterselskaber af Skanska har umiddelbart forkøbsret på licensaftalerne, men i eksempelvis England er en alternativ entreprenør kommet på banen. Entreprenøren udarbejder i samarbejde med BoKlok den nationale variant, der så vidt muligt baseres på den oprindelige, og finder selv en producent, der dog skal godkendes.

I Sverige findes en selvstændig salgsorganisation, mens det i de øvrige lande er entreprenøren som licenstagere, der står for salg og markedsføring. I Danmark har Skanska Danmark truffet en aftale med IKEA og har opstillet salgsstand i IKEA-butikkerne. Licenstagere er behjælpelig med detaljerne omkring oprettelse af andelsforening og opstilling af foreløbigt driftsbudget.

BoKlok-konceptet er kun indirekte rettet mod enfamiliehusmarkedet. Der arbejdes udelukkende med større bebyggelser efter tætlav-modellen, hvor boligtyper og antal er fastlagt inden slutbrugeren, i form af andelshaveren, kommer ind i billedet. Denne konstruktion er en forudsætning for at kunne tilbyde den lave produktions- og salgspris, der jo netop opnås gennem de stordriftsfordele, der ligger i en egentlig serieproduktion. Gennem den lave pris, i kombination med udgangspunktet om at placere bebyggelserne i grønne omgivelser, forsøger man dog at henvende sig til et segment, der måske nok drømmer om eget hus, men ikke besidder de økonomiske midler.

B.1.5 Muligheder og udfordringer

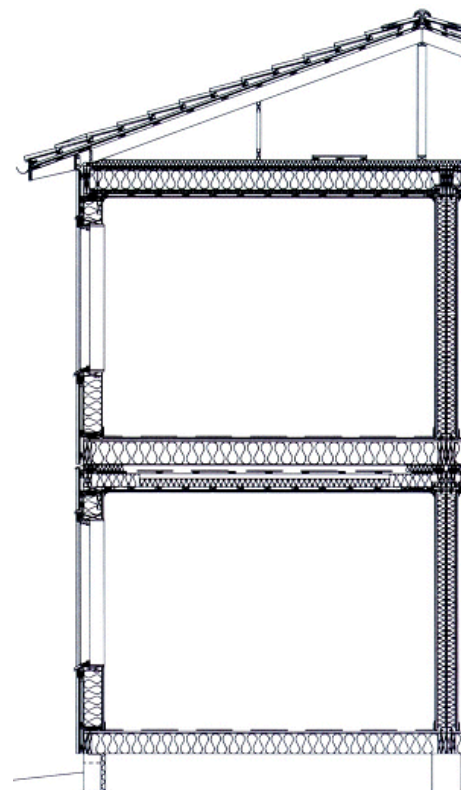
B.1.5.1 BoKlok som bygningskoncept

Som bygningskoncept indeholder BoKlok en række begrænsninger, idet de økonomiske betingelser, ønsket om at følge nogle ufravigelige, forudbestemte principper for bygningskonceptets fysiske udformning og bygningsmodulernes produktionstekniske vilkår gør konceptet meget fastlåst. Dette kommer særligt til udtryk i bebyggelsesplanen, hvor bygningsenhedernes ensartethed ikke giver mulighed for særlig mange løsningsvarianter. Dette har klare arkitektoniske og boligsociale følger, såvel som at muligheden for at opfylde særlige topografiske eller byplanmæssige behov er begrænset.

Samme forhold gør sig gældende på bygningsdelsniveau, hvor alle konstruktionsløsninger, overflader og finish er tilstræbt defineret efter de samme standarder fra byggesag til byggesag. Dette betyder, at tilpasning af bygningskonceptet til en specifik kulturel byggeskik og særlige kundepræferencer ikke kan imødekommes i fuldt omfang. Således opleves BoKlok's politik med hensyn til customization som statisk; idet hovedkonceptet forsøges fastholdt uændret - i modsætning til et organisk koncept, som giver mulighed for løbende at ændre, udvikle og forbedre konceptet.

B.1.5.2 BoKlok i forhold til markedet

BoKlok har som eksplicit mål at skabe adgang til boligmarkedet for en række mellemindkomstgrupper, der i dag ikke har mulighed for at anskaffe egen bolig. Dette forsøges opnået bl.a. gennem et skarpt fokus på rationelle produktionsmetoder. Et faktum er dog, at der ikke nødvendigvis er sammenhæng mellem produktionsomkostning og salgspris. I Sverige har man allerede oplevet, hvordan BoKlok-boliger i Stockholmområdet, hvor boligpriserne er særligt høje, blev købt til



den lave pris for blot kort tid efter at blive solgt videre til almindelig markedspris. Man har nu forsøgt at dæmpe spekulatjonen ved at sætte en 5-års servitut på videresalg.

En alternativ strategi er at oversvømme markedet og presse prisen den vej. I Danmark opføres byggerierne (et enkelt til dato) som andelsforeninger, der giver lavere udbetalinger i form af indskud i andelsforeningen og ikke på samme måde som ejerboligerne følger markedsprisen.

BoKlok er som nævnt opbygget som et franchise-koncept med nationale licenstagere. Dette skyldes dels markedshensyn (kundeønskerne varierer fra land til land), dels de vidt forskellige bygningsreglementer. Hermed sætter man dog samtidig en stor begrænsning op i forhold til at opnå et produktionsvolumen, der for alvor kan drage fordel af industriel serieproduktion og stordrift. Man har tilsyneladende vurderet, at der ikke er basis for at samordne hele eller blot dele af produktion i et samlet anlæg, før man begynder at få fælles standarder på det europæiske marked. En udfordring bliver at holde et tilstrækkeligt produktionsvolumen på de nationale markeder, der jo i hvert fald i de skandinaviske lande er ret begrænsede, og samtidig være opmærksom på, om en international harmonisering vil muliggøre forskellige former for samordning af produktionen.

B.2 Espansiva - Byggeprincip/bygningskoncept

B.2.1 Generelle data

Espansiva-systemet blev udbudt af en gruppe danske tømmerhandlere, som dannede det lille firma Espansiva Byg A/S. Hensigten var at udvikle, producere og markedsføre et præfabrikeret byggesystem af trækomponenter til enfamiliehuse og andre mindre pavillonbebyggelser. Inden for rammerne af det angivne bygningskoncept var Espansiva en katalogvare, som kunne bygges i henhold til kundens ønske, på en given byggegrund og tegnet af vilkårlige arkitekter. Espansiva er således både et bygningskoncept, (med fast definerede rumformer og kombinationsløsninger) og et additivt byggeprincip bestående af mange forskellige elementer, der kan kombineres indbyrdes. Espansiva-elementerne var desuden tænkt til at kunne bygges sammen med de fleste andre konventionelle byggematerialer og -elementer.

B.2.1.1 Klassificering

	<i>Helheds-koncept, styret variation</i>	<i>Løs struktur, elementer og principper</i>
<i>Åbent system</i>		
<i>Lukket system</i>		

I nedenstående tabel er klassificering markeret vha. grå fyldning af den respektive celle og evt. angivelse af industri/byggeår/antal.

<i>Industri:</i>	Byggeri		Anden industri: _____	
<i>Niveau:</i>	Bygningssystem		Delsystem	
<i>Organisation</i>	'Traditionel' / ad hoc		Partnering / kontinuerlig	
<i>Customization type</i>	Projektering	Tilpasse moduler	Sammensætte moduler	Katalog med færdig løsninger
<i>Produktudviklings niveau</i>	Lav	Middel	Høj	
<i>Procesudvikling</i>	Engineering & Design	Fremstillings-proces	Leveringsproces	Byggeproces
<i>Status</i>	På skrivebordet	I gang	Opført: 1969-71	Antal: 3-5 enfamiliehuse i DK
<i>Ordrevolumen</i>	Enkeltstykk		Flere (antal):	

B.2.1.2 Data

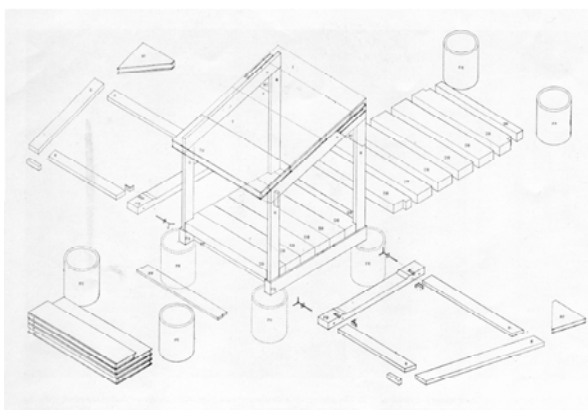
Systemets navn:	Espansiva
Arkitekt og ingeniør:	Jørn Utzon
Administration og producent:	Espansiva Byg A/S
Kilder:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Beim, Anne, Tektoniske visioner i arkitektur, Kunstakademiets Arkitektskoles Forlag, 2004; ➤ Byggesystemer – En registrering, Udarbejdet af studerende ved Afd. F, Kunstakademiets Arkitektskole, 1973; ➤ Espansiva – Et Jørn Utzon byggesystem, Brochuremateriale fra Espansiva Byg, 1970; ➤ Utzon, Jørn, 'Additive Architecture', Arkitektur <u>DK</u>, No.1, 1970

B.2.2 Beskrivelse af produktet/systemet

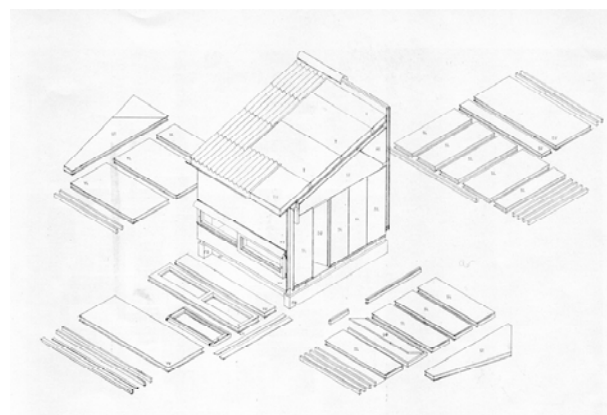
Kernen i Espansiva-systemet er: standardiserede og alligevel fleksible byggelementer og bygningmoduler, som giver uendelig mange designløsninger.

B.2.2.1 Espansiva-systemets konstruktive elementer

Espansiva-systemets konstruktive principper udspringer af Utzons store interesse for traditionelle danske bindingsværkshuse og bulkonstruktioner. I Espansiva gentolker han disse konstruktionstyper og udtænker et basisbygningssystem, som tager udgangspunkt i en rammekonstruktion af limtræ. Rammekonstruktionen etableres på byggepladsen og består af søjler og spær der boltes sammen med et afstivende trekantelement. Rammekonstruktionen er løftet op fra grunden og placeret på to betonbjælker, som er boltet på udstøbte betonrør, der fungerer som punktfundering, en i hvert hjørne. Taget er af præfabrikerede, stressed-skin-krydsfinér-elementer, med en taghældning på 17°. Gulvkonstruktionen består af letbetonplader. Den bærende konstruktion bevirker, at tag- og gulvkonstruktion kan være faste og ubrudte flader og ydermere, at de ikke-bærende ydervægge og skillevægge mellem rammerne er fuldstændig fleksible med hensyn til udfyldning. Vægpanelerne er tænkt som præfabrikerede ydervægs- og skillevægselementer. Diverse el- og vvs-installationer var ikke tænkt som en del af systemet.

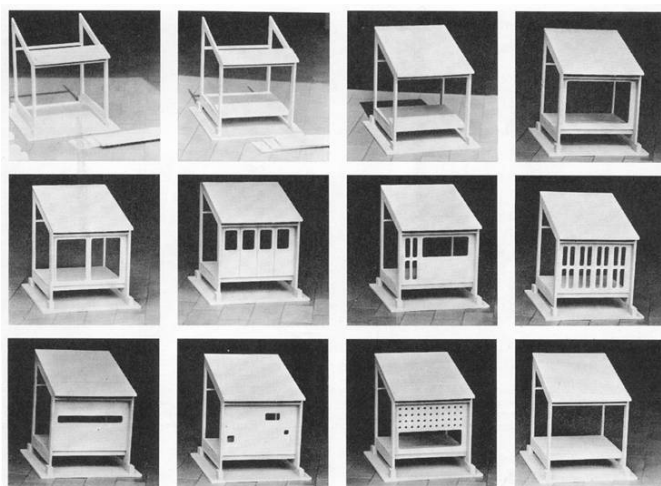


Espansiva-systemets primære konstruktionselementer.



Espansiva-systemets sekundære byggelementer.

De rumstore bygningsmoduler er af tre forskellige størrelser, med samme bredde (300 cm), men af forskellig længde (201,6; 321,6 og 501,6 cm), proportioneret i forhold til at modsvare forskellig rumlige funktioner. Målene på bygningsmodulerne svarer til det gyldne snits geometriske principper. At samle bygningsmodulerne uden brug af bærende vægge gør det muligt at udlægge rum efter ethvert ønske og med stor variation. Den eneste rumlige begrænsning er spændet mellem rammerne, som bestemte længden af bygningsmodulet.

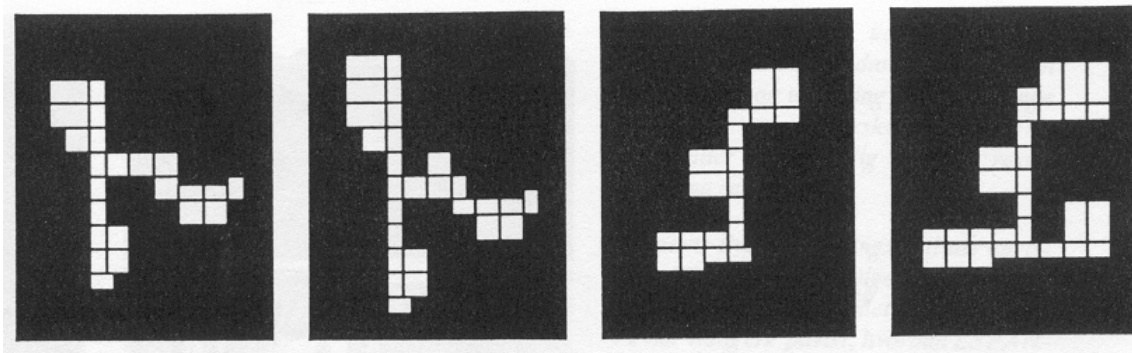


Tilsvarende variationsrigdom kendetegner byggesystemets beklædningsmaterialer. Eksempelvis er forskellige materialer/produkter indarbejdet i prototypen i Hellebæk. Til taget: tegl, asbest-cementplader, metalplader og tagpap. Ydervæggens beklædningsmaterialer består af: krydsfinér, asbest-cement-plader, glas eller metalindækkede paneler. Derudover tegnede Utzon standardvinduer og -døre til systemet.

Eksempler på forskellige facadeinddækningspaneler.

B.2.2.2 *Espansiva*-systemets additionsprincip

Nøglen til *Espansiva*-systemets konsistente additionsprincip er betydningen af mellemrummet mellem bygningsmodulerne. Utzon opfattede dette 'tilovers-værende rum' som et byggelement i sig selv, og afhængigt af husets arkitektoniske udformning kunne det fyldes ud (inddækkes) eller efterlades åbent.



Sammenbygningsprincipper for bygningsmodulerne.

Mellemrummet måler 12 cm, hvilket er standardmåleenheden for alle systemets komponenter, og væsentligt er det, at dette standardmål relaterer til målene på en dansk normalmursten. I princippet er det mellemrummet, som gør byggesystemet til et sandt additivt konstruktionsprincip. Utzon sammenligner det således med det almindeligt brugte målbaserede, lineære modulsystem:

I systemet er der indført en afstand på 12 cm mellem komponenterne, lige meget i hvilken form de sammenbygges. Denne afstand er opstået efter nøje studier af additionsprincippet. I modsætning til modullinie-systemet, hvor der ikke er taget hensyn til skillerumstykkelser, er skillerummet her i sig selv et modul, et element, en komponent [...], som man føjer til pavilloner eller skyder ind mellem pavillonerne.

Utzon peger på en vigtig forskel mellem de to systemer: Vægtykkelsen kan forstås som del af moduleringsystemet; eller modulsystemet kan bestå af 'uafhængige' komponenter, der hver især er et modul eller 'bygningseenhed'. Utzon fandt ganske enkelt frem til, at det målbaserede, lineære modulsystem – betragtet som et rationelt redskab til organisation og standardisering af industrielt byggeri – ikke er egnet til at skabe varierede arkitektoniske former på grund af dets begrebsmæssige udgangspunkt.

B.2.3 Produktion (industrialisering)

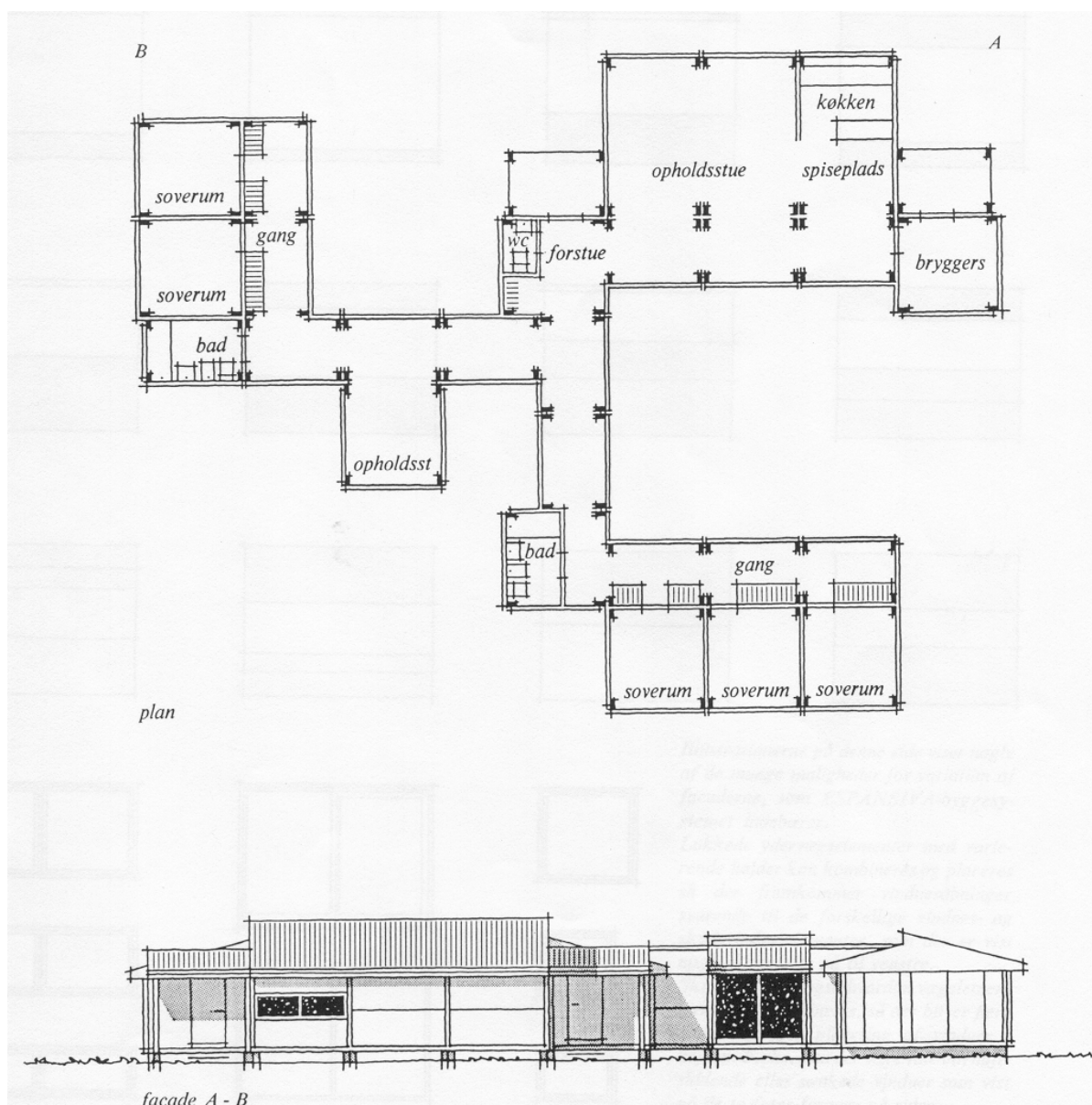
Espansiva er tænkt som et semi-præfabrikeret byggesystem. Rameelementer i limtræ og forskellige, monterbare, væg- og facadepaneler udgør den præfabrikerede del. Alle øvrige kompletterende bygningsdele består i princippet af konventionelle byggematerialer og komponenter, hvilket giver

systemet høj grad af tilpasningsdygtighed og variation. En grundlæggende idé med systemet er desuden, at alle byggelementer skal kunne håndteres og monteres af et par håndværkere uden omfattende brug af løftemaskiner og specialværktøj.

Industrialiseringsgraden af byggesystemet kan hermed siges at være ret begrænset, idet den reelle sammenbygning og færdiggørelse af den overvejende del af konstruktionerne sker på byggepladsen. Dog kunne systemet med lethed være videreudviklet til i højere grad at bestå af få præfabrikerede systemelementer og -leverancer, hvor mange af de arbejdsprocesser, som ligger på byggepladsen, kunne være udført som fabriksbaseret produktion. En industriel proces som i dag kendes fra en producent som f.eks. Willa Nordic, jvf. appendiks B.3. Denne produktionsform ville ikke nødvendigvis have ændret på mulighederne for at tilgodese forskellige arkitektoniske løsninger.

B.2.4 Markedsmæssige og organisatoriske aspekter

Idet Espansiva Byg A/S blev dannet af en gruppe danske tømmerhandlere (140 forhandlere i alt), var Espansiva-systemet tænkt som et byggesystem, der kunne købes af private bygherrer eller entreprenører gennem trælasthandlerne. Systemet var tænkt så enkelt og håndterbart, at det var overkommeligt at bygge som privatperson eller af få håndværkere.



Eksempel på en standardtype udarbejdet af Espansiva Byg A/S.

I produktions- og leveringsleddet var Espansiva-Byg tænkt som et strategisk samarbejde mellem diverse byggematerialeproducenter og Espansiva Byg A/S, hvorimod projekteringsleddet

hovedsageligt var tænkt som ad hoc samarbejder mellem forskellige arkitekturrådgivere og diverse entreprenører og håndværker teams.

Hvis man ønskede at erhverve sig et Espansiva-hus, kunne man enten kontakte en arkitekt og bede ham projektere et hus af Espansiva komponenter, eller henvende sig direkte til Espansiva-forhandleren og gennem ham få teknikerassistance til at finde et allerede foreslået typehus med systemet.

Når man som kunde havde bestilt et Espansiva-hus, ville dialogen hovedsagelig foregå med arkitekturrådgiveren. Huset ville blive udarbejdet efter kundens kravspecifikation og derefter projekteret med bygningskonceptets basis-systemelementer, evt. i kombination med andre delkomponenter og materialer, der lå uden for systemet. Arkitekten ville stå for hele byggesagen, som ville blive udbudt som almindelig fagentreprise. Espansiva-komponenterne ville blive leveret direkte til håndværkerne og arkitekten ville stå for tilsyn af byggeriet. Espansiva Byg A/S havde som en alternativ mulighed udarbejdet forskellige hustyper, hvor færdigt tegningsmateriale forelå.

B.2.5 Muligheder og udfordringer

Espansiva-systemet forener de tekniske og økonomiske fordele ved den industrielt fremstillede bygning med den individuelt tegnede familiebolig. Idéerne bag bygningskonceptet (få rummoduler efterprøvet og udformet i forhold funktionalitet) og selve byggeprincippet (et sandt additionsprincip) sikrer, at både rationalitet og variation kan opnås.

Hvert bygningsmodul er udformet som en selvstændig rumenhed, og på grund af det specielle samlingssystem er systemet fleksibelt og muliggør ændringer i brugen af boligens forskellige rum. Til- og ombygninger kan ligeledes ske uden, at den arkitektoniske helhed i det oprindelige hus forstyrres. Espansiva-systemet er således fremtidsrettet i mere end én forstand. Et gængs problem i forhold de fleste bygningskoncepter og systembyggerier er ofte, at der indgår specialdesignede komponenter og elementer, som på sigt kan være svære at fastholde produktionen af ved svingende eller vigende efterspørgsel. Idet Espansiva inkorporerer mulighed for at anvende konventionelle byggelementer, imødekommes dette problem. Espansiva-systemet har sin største styrke som samlings- og kombinationsprincip, idet der således kan indtænkes andre løsninger og konstruktionsmaterialer. Som eksempel er idéerne bag Espansiva-systemet i dag ved at blive reformuleret og nyfortolket af Kim Utzon, i forbindelse med udvikling af et betonelement system.

På grund af det fleksible organiske additionsprincip er det muligt, at en større bebyggelse, med flere huse baseret på Espansiva-systemet og i varierende størrelse, virker som et harmonisk miljø uden den triste enformighed, der er risiko for i sådanne bebyggelser. Dog har systemet, som det er udformet i de opførte prototyper, også nogle indbyggede problemer.

Espansiva-systemets formalitet bevirker, at nogle af de anviste konstruktionsløsninger fremstår irrationelle og tvetydige (f.eks. sammenstilling af fire 'søjler' i situationer, hvor fire bygningsmoduler mødes). Også trækonstruktionernes dimensioner set i forhold til bygningsmodulernes relativt små rumligheder synes overdrevne statisk set og uhensigtsmæssige rumligt set, ved at de optager en betydelig del af boligarealet.

Espansiva-systemet kan i en nyfortolkning tænkes langt mere rationelt produktionsmæssigt og projekteringsmæssigt. Systemets forskellige dele kan bestå af langt flere præfabrikerede delelementer (inkl. el- og vvs-installationer), som fremstilles med henblik på montage på byggepladsen. Samtidig kan dele af den traditionelle projekteringsindsats omlægges til en form for produktkonfigurering, men da systemet er åbent for andre systemer og komponenter uden for Espansiva-systemet, vil der her altid være behov for en traditionel projekteringsindsats.

Espansiva er ikke på markedet i dag, men Kim Utzon arbejder på at videreudvikle byggeprincippet grundtanker i forhold til et betonbaseret system. Byggeprincippet rummer mange uudnyttede potentialer, som kun venter på at blive udforsket og afprøvet i forhold til en nutidig kontekst.

B.3 Willa Nordic - Byggeprincip

B.3.1 Generelle data

Willa Nordic er et svenskejet aktieselskab med produktion i Stockaryd i Småland. Selskabet udvikler, fremstiller og sælger primært enfamiliehuse med et åbent konstruktionsprincip, der tillader høj grad af individuel tilpasning.

B.3.1.1 Klassificering

	<i>Helheds-koncept, styret variation</i>	<i>Løs struktur, elementer og principper</i>
Åbent system		
Lukket system		

I nedenstående tabel er klassificering markeret vha. grå fyldning af den respektive celle og evt. angivelse af industri/byggeår/antal.

<i>Industri:</i>	Byggeri		Anden industri: _____	
<i>Niveau:</i>	Bygningssystem		Delsystem	
<i>Organisation</i>	'Traditionel' / ad hoc		Partnering / kontinuerlig	
<i>Customization type</i>	Projektering	Tilpasse moduler	Sammensætte moduler	Katalog med færdig løsninger
<i>Produktudviklings niveau</i>	Lav		Middel	Høj
<i>Procesudvikling</i>	Engineering & Design	Fremstillings-proces	Leveringsproces	Byggeproces
<i>Status</i>	På skrivebordet	I gang	Opført: 1989	Antal opført: ca. 2000
<i>Ordrevolumen</i>	(Ofte) enkeltstyk		Flere (antal): er p.t. ved at levere en større bebyggelse i DK på ca. 20 enheder	

B.3.1.2 Data

Systemets navn:	Willa Nordic
Arkitekt:	Diverse med og uden fast tilknytning til Willa Nordic
Ingeniør:	Willa Nordics egen projekteringsafdeling
Administration og producent:	Willa Nordic AB
Kilder:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ www.willanordic.se ➤ Interview med ansvarlig for salgssupport Mattias Hjalmeby v. CINARK, december 2004 ➤ Dansk katalog fra Willa Nordic

B.3.2 Beskrivelse af produktet/systemet

Willa Nordic leverer delvist præfabrikerede huse i træ. Der er primært tale om enfamiliehuse, men også tæt-lav bebyggelser, institutioner og forsamlingshuse kan findes på referencelisten. Willa Nordic har ikke en egentlig typehusproduktion, men tilbyder snarere et fleksibelt og dog ensartet konstruktionsprincip. Udgangspunktet er individuelt tilpassede arkitekteregnede huse og i princippet kan alt det, det traditionelle byggeri tilbyder, også lade sig gøre hos Willa Nordic. Via et gennemeffektiviseret produktionsapparat, hvor en stor del af produktionen flyttes under tag på Willa Nordics egen fabrik i Stockaryd, opnås en betydelig nedbringelse af produktionspris og tid, samt bedre muligheder for systematisk kvalitetskontrol.

Willa Nordic har et nøje tilrettelagt procesforløb fra den tidlige kundekontakt til den endelige bygningslevering, der giver høj grad af gennemsækelighed i forhold til pris, tidsramme og færdigt produkt, og som specielt er rettet mod privatkunden. Gennem faste samarbejder med en række arkitekter, tilbydes hjælp i skitseringsfasen, men kunden kan også hyre egen arkitekt. Selve detailprojekteringen foregår dog hos Willa Nordic, hvor huset indpasses i den særlige produktionsmetode, hvor det er muligt.

Det arkitektoniske udtryk varierer selvsagt meget med de forskellige arkitekter, købernes personlige præferencer og valget af f.eks. facadebeklædning. Willa Nordic har intet katalog over færdige huse men arbejder ved hvert nyt projekt ud fra en arkitektskitse. Inspirationsmateriale, i form af billeder og skitser, anvendes til at præsentere forskellige løsninger og detaljer for deres kunder. I detaljeringen findes en vis national tilpasning; I Danmark er vægelementerne således tykkere end f.eks. den svenske standard, ud fra et ønske om solide løsninger, der ikke signalerer sommerhus. I Sverige anvender man ofte vendevinduer med aftagelige pyntesprosser, mens man i Danmark ofte vælger dannebrogsvinduer eller bondevinduer med faste sprosser. Herudover stiller forskellen i de nationale bygningsreglementer også krav om forskellige konstruktionsløsninger og teknisk udførelse.

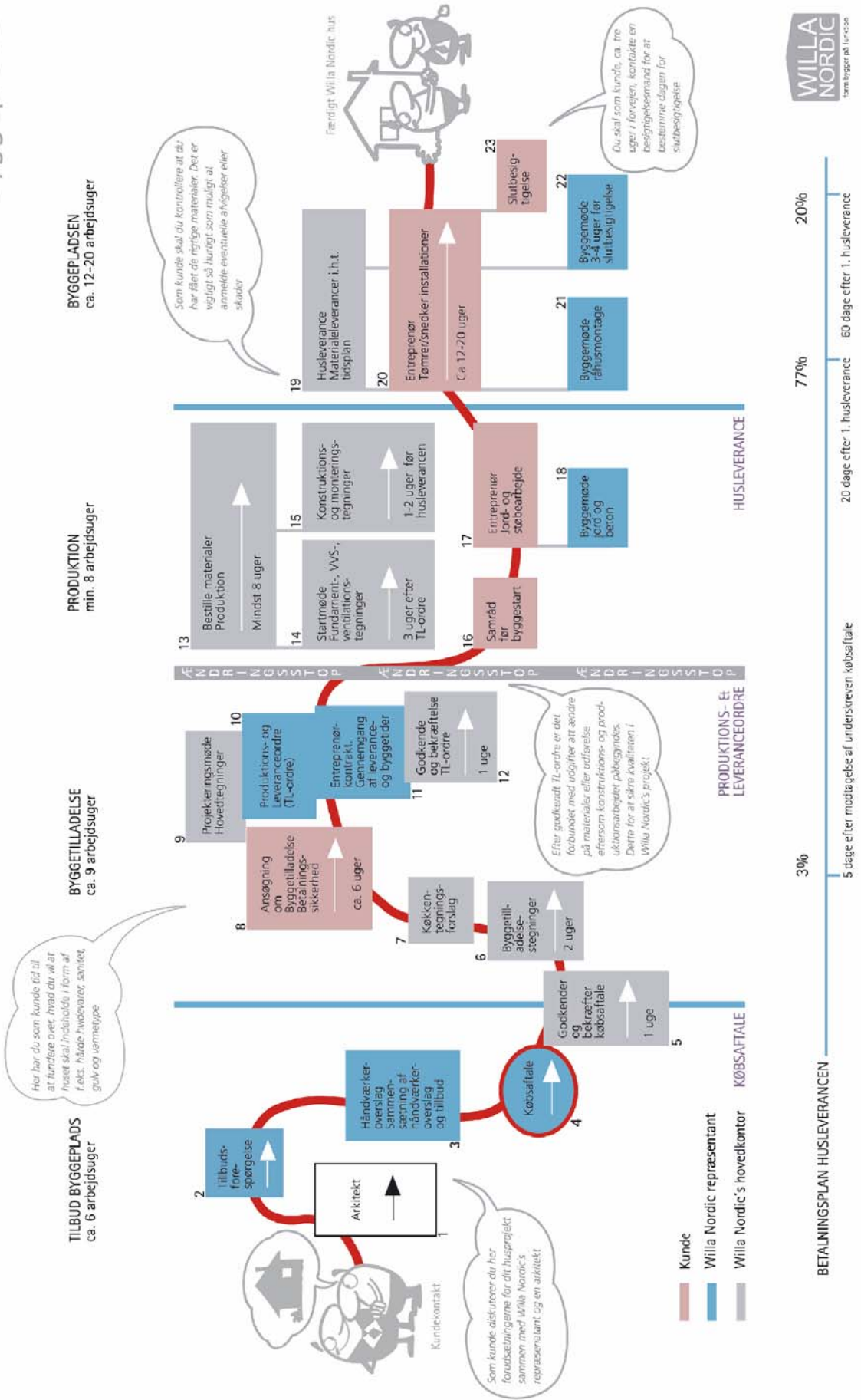


Eksempler hentet fra www.willanordic.se

B.3.3 Produktion (industrialisering)

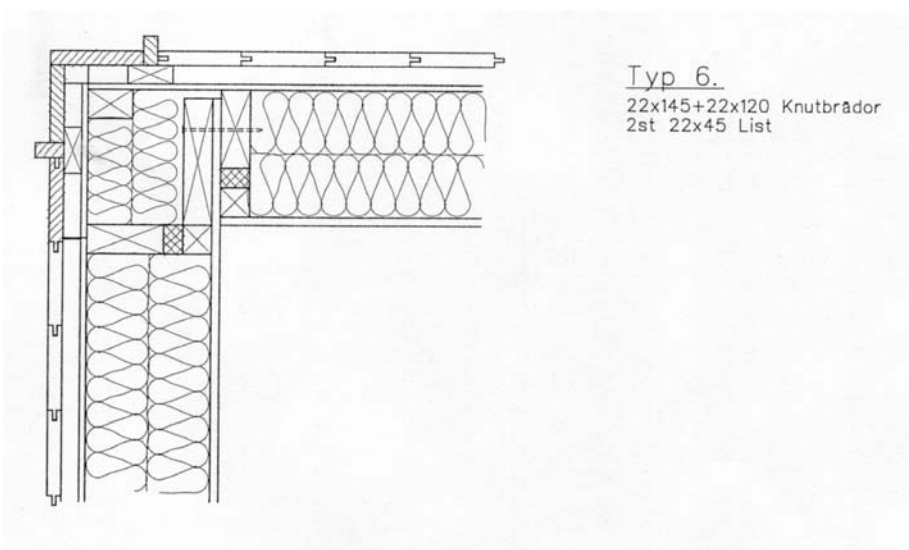
Bygningssystemet består af præfabrikeret sandwichelementer i form af ydervægge og bærende indervægge samt spær. Der isoleres, trækkes installationsføringer, isættes vinduer og monteres så vidt muligt facadebeklædning på elementerne fra fabrikken. Produktionstiden er ca. 8 uger. På pladsen rejses huset på et forstøbt fundament, et punktfundament eller hævet bjælkelag (torparbjælklag). Hjørnerne samles og taget lægges, hvorefter den indre aptering færdiggøres. Byggetiden på pladsen er 12-20 uger. Fra første kundekontakt til slutbesigtigelse regnes 35-50 uger, alt efter hvor meget der skal udføres på pladsen.

Byggeproces



Willia Nordics procesdiagram som de præsenterer for kunden.

Detaljeløsningerne er i det omfang det er muligt standarder hentet fra Willa Nordics eget detaljebibliotek. Biblioteket udleveres gerne til eksterne arkitekter og bruges i dialog med privatkunden til specificering af det endelige hus. Der udvikles dog løbende nye løsninger, når behovet opstår.



Eksempel på detaljløsning på udadgående elementsamling.
Der findes en række andre løsningsmodeller i Willa Nordic's katalog.

Der arbejdes med faste samarbejdspartnere⁶ i forbindelse med materiale- og komponentleverancer. Det sikrer en ensartet kvalitet og finish både når det gælder den industrielle standard og specielle håndværksbaserede produkter.

Det industrielle i Willa Nordic koncept kan opsummeres i følgende punkter:

- Fabriksproducerede sandwichelementer med fleksibel tilpasning (man kan få, hvad man vil have)
- Nøje fastlagt proces med fast pris, kvalitet og tidsramme (man ved, hvad man får)
- Udstrakt genbrug af detaljeløsninger i projektering (kort projekteringstid)
- Hurtig opførelsestid og høj grad af kvalitetskontrol af leverede elementer

B.3.4 Markedsmæssige og organisatoriske aspekter

Willa Nordic henvender sig til et segment af primært private enkeltkunder, der ønsker en individuel løsning til en overkommelig pris. De placerer sig hermed som et reelt alternativ til det store typehusmarked, der findes både i Sverige og Danmark. Selskabet har egne salgskontorer i Sverige, Danmark, Norge og Island og står altså selv for markedsføringen og salg helt til brugerniveau. Også via selskabets hjemmeside hentes en del interesserede ind, hvilket alt i alt kræver et stort salgsapparat set i forhold til omsætningen, da selv den mindste detalje i princippet kan diskuteres med kunden.

Ledelse og produktion er centralt placeret på én fabrik, hvorfra bygningselementerne køres og/eller sejles til byggepladserne i hele Norden. Kapaciteten er begrænset i forbindelse med større opgaver, men samlingen af produktionen giver samtidig en mere jævnt udnyttet produktionskapacitet og gør det nemmere at opretholde et ensartet kvalitetsniveau. Produktionsaktiviteten udjævnes yderligere ved hjælp af en strategi om at have en baggrundsproduktion i form af en række større bebyggelser (f.eks. rækkehuse) med et længere tidsperspektiv.

At have det individuelt arkitekttegnede enfamiliehus som hovedprodukt stiller indlysende store begrænsninger til, hvad der kan standardiseres. Industrialisering bliver derfor i Willa Nordics tilfælde mere et spørgsmål om at organisere hele processen mere effektivt og kontrolleret, end det er tilfældet for traditionelt byggeri. Dette sker bl.a. ved at flytte så stor en del af produktionen som muligt ind på fabrik.

⁶ For at tilgodese markedets behov undersøges kontinuerligt nye materialer og leverandører



B.3.5 Muligheder og udfordringer

Willa Nordics byggeprincip og produktionsmetode kombinerer stor varians i løsningerne med de standardiserede produktionsprocesser, uden at det går ud over det lave prisniveau eller en mulighed for en høj arkitektonisk kvalitet. Bygge- og organisationsprincippet giver en masse muligheder for kundetilpasning i forhold til de typehuse, der oplagt konkurreres med og som også prismæssigt ligger i nærheden. Den lave svenske kronekurs forbedrer yderligere konkurrencedygtigheden på det danske marked. Samtidig er netop ønsket om de fuldt fleksible individuelle løsninger imidlertid en hindring for yderligere industrialisering af proces og produkt. Der finjusteres på detaljerne, f.eks. arbejder man med at gøre hjørneløsningen enklere, med færre arbejdstimer på pladsen til følge, men en egentlig automatisering af fabriksproduktionen er nok ikke indenfor rækkevidde. Den investering et sådan højteknologisk produktionsapparat vil koste, står ikke mål med størrelsen af det trods alt ret lokale marked, der kan afsættes til, og som produktionen fortsat vil være rettet mod. En af udfordringerne bliver, om den udprægede anvendelse af mandetimer på fabrikken fortsat vil kunne konkurrere med typehusfirmaernes standardløsninger samlet på pladsen.



Eksempel på et arkitekttegnet skitseprojekt fra Willa Nordic. Ud fra skitsen laves en prisberegning til kunden.

Senest har Willa Nordic lavet en samarbejdsaftale med ONV Arkitekter (jvf. appendiks B.4) omkring produktion af ONV-typehuse til det svenske og norske marked. Derved komplementeres Willa Nordic's åbne produktstrukturer med ONV's arkitekttegnede typehuse.

B.4 ONV-Bolig – Arkitektnet typehus

B.4.1 Generelle data

ONV-huset er udviklet af ONV-arkitekter i København i samarbejde med MT-Højgaard og selskabet Scandibyg i Løgstør. I dag produceres husene af HP-gruppen i Hjørring. Ideen er at tilbyde et prisbilligt arkitektnet typehus af høj arkitektonisk kvalitet.

B.4.1.1 Klassificering

	<i>Helheds-koncept, styret variation</i>	<i>Løs struktur, elementer og principper</i>
Åbent system		
Lukket system		

I nedenstående tabel er klassificering markeret vha. grå fyldning af den respektive celle og evt. angivelse af industri/byggeår/antal.

Industri:	Byggeri		Anden industri: _____	
Niveau:	Bygningssystem		Delsystem	
Organisation	'Traditionel' / ad hoc		Partnering / kontinuerlig	
Customization type	Projektering	Tilpasse moduler	Sammensætte moduler	Katalog med færdig løsninger
Produktudviklings niveau	Lav	Middel	Høj	
Procesudvikling	Engineering & Design	Fremstillings-proces	Leveringsproces	Byggeproces
Status	På skrivebordet	I gang	Opført:	Antal opført: ca. 10
Ordrevolumen	Enkeltstyk		Flere (antal): ____	

B.4.1.2 Data

Systemets navn:	ONV-bolig
Arkitekt:	ONV-arkitekter, København v./Søren Rasmussen
Ingeniør:	Scandibyg/HP-Gruppen
Administration og producent:	HP-Gruppen, Hjørring (Salg øst for Storebælt: ONV Arkitekter)
Kilder:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ www.onv-bolig.dk ➤ Arkitekten nr. 6, 2004 ➤ Berlingske Tidende 12/9 2004 ➤ Bo Bedre nr. 5, 2004 ➤ Interview med ONV-arkitekter, Søren Rasmussen v. CINARK, november 2004.

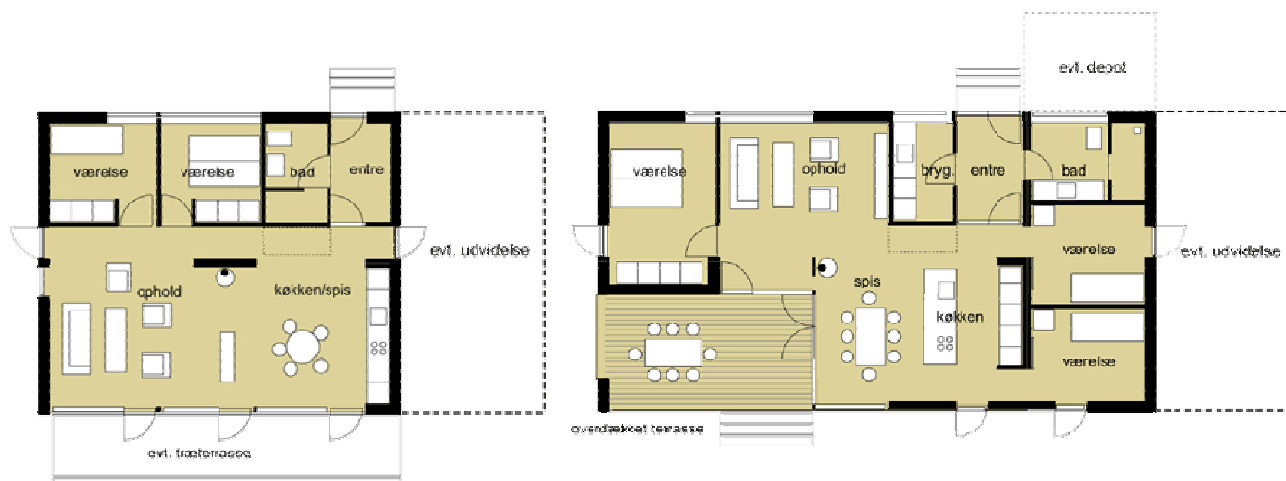
B.4.2 Beskrivelse af produktet/systemet

Ud fra et ønske om at kunne tilbyde et både pris- og kvalitetsmæssigt konkurrencedygtigt alternativ til de store danske typehusproducenters produkter har ONV-arkitekter udviklet en række hustyper i træ baseret på rumstore fabriksproducerede bygningsmoduler.

ONV-bolig er et enfamiliehuskoncept, men samme modulprincip er også anvendt i en række institutionsbyggerier, der dog ikke direkte kan henregnes under det system, der beskrives her.

De enkelte bygningsmoduler samles på fabrik som isolerede træskeletkonstruktioner. Arkitektonisk fremtræder husene som enkle modernistiske kasser beklædt med oliebehandlede lærketræslister og med tagpap på et ensidigt let faldende tag. Indvendig er vægge og lofter som standard beklædt med hvidmalede spartlede og filtbeklædte fibergipsplader og på gulvene ligger asketræsparket. Huset leveres fuldt apteret med sanitet, hårde hvidevarer, brændeovn og indbygget loftsbelysning. Varmesystemet forudsættes tilsluttet et fjernvarmenet.

Planløsningerne i de forskellige boligtyper ligger i princippet fast og er baseret på forskellige kombinationer af en række basis- og tillægsmoduler, mens der i den konkrete aptering indendørs er givet større frihed til, at kunden selv kan vælge. Én af ideerne er, at man kan starte med en mindre basisbolig, der siden kan udvides med ekstra tillægsmoduler, der leveres fra fabrikken og kobles på. En anden ide, der endnu ikke er ført ud i livet, er et konfigureringsprogram a la det man finder på Dell Computers hjemmeside, hvor folk i princippet via Internettet selv kan sammensætte og bestille deres individuelle løsning indenfor rammer, som bygningsmodulerne og byggesystemet giver. I dag sælges husene af producenten HP-gruppen vest for Storebælt, mens ONV-Arkitekter står for salget øst for Storebælt.



Eksempler hentet fra www.onv-bolig.dk

B.4.3 Produktion (industrialisering)

Bygningsystemet produceres som rumstore bygningsmoduler. Bygningsmoduler frem for sandwichelementer betyder større færdighedsgrad fra fabrikken og mindre arbejdstid på pladsen. Ydermere kan forberedelsen på pladsen foregå samtidig med, at bygningsmodulerne færdigproduceres i fabrikkshallen. Fra bygningsmodulerne ankommer til byggepladsen, er der ca. 3 uger til det færdige hus kan overdrages til indflytning.

Fabriksfremstillingen må betegnes som lavteknologisk og er i vid udstrækning håndværksbaseret. Vægge, gulve og lofter produceres liggende på hævede borde, ved hjælp af traditionelt snedker- og tømrværktøj og maskiner som rundsave og sømpistoler. Herefter rejses væggene på gulvelementerne og taget lægges på. Der sættes vinduer i, trækkes el, vægge og loft malerbehandles, og der lægges gulv, hvorefter modulet nummereres og forsejles og er klar til transport. Der produceres ikke til lager, da hver bestilling trods en udpræget standardisering, alligevel har individuelle forskelle. Herudover er afsætningsvolumenet så lille, at en egentlig serieproduktion næppe ville give mening.



Billede hentet fra www.onv-bolig.dk

Detaljeløsningerne er fastlagt i det oprindelige typedesign og er bl.a. optimeret i forhold til fabrikantens produktionsapparat. Materiale- og komponentleverandørerne er faste samarbejdspartnere, hvilket sikrer en ensartet kvalitet

Det industrielle i ONV-Bolig-konceptet kan opsummeres i følgende punkter:

- Fabriksproducerede rumstore moduler i faste typer med en vis grad af individuel tilpasning (konfigurerbar løsning)
- Nøje fastlagt proces med fast pris, kvalitet og tidsramme (man ved, hvad man får)
- Maksimal grad af færdiggørelse på fabrikken koordineret med samtidig forberedelse på byggepladsen (kort leveringstid)

B.4.4 Markedsmæssige og organisatoriske aspekter

Organisationen af byggeriet er i vid udstrækning traditionelt organiseret med en klar opdeling af rollerne. På grund af den høje grad af præfabrikation er der dog ingen selvstændig entreprenør til opførelsen på pladsen. Arkitekten tegner og designer, producenten producerer og monterer og bygherren er typisk en privatkunde. Endelig er salg og markedsføring delt mellem arkitekt og producent.

ONV-boligen henvender sig i sin rene version udelukkende til private. Principperne er dog som tidligere nævnt ført videre i bl.a. institutionsbyggeri. Målgruppen er den unge familie, der eksempelvis skal bygge den første bolig. Konceptet går i direkte konkurrence med eksisterende typehusprodukter, men forsøger med et mere rendyrket arkitektonisk udtryk at appellere til den noget mere kræsne kunde, der mener, at arkitekten gør en forskel. Standardiseringsgraden er på linie med typehusenes hvis ikke endnu højere, men den gennemarbejdede detalje og de gedigne materialer signalerer en anden *arkitektonisk* kvalitet.

Konkurrencedygtigheden ligger bl.a. i den prisbesparelse, der ligger i at flytte en maksimal andel af forbruget af mandetimer ind i en fabriksdal med kontrollerede leverancer og processer og ensartet kvalitet til følge.

Der er indtil videre kun solgt og opført et meget begrænset antal huse. Et problem i forhold til afsætningen er manglen på velegnede tilgængelige byggegrunde – specielt i hovedstadsområdet, hvor efterspørgslen på netop den type huse ellers er den største. Her har de traditionelle typehusfirmaer ofte et volumen, der sætter dem i stand til at opkøbe og tilbyde byggegrunde sammen med husleverancen. Et andet problem er organisatorisk - at sælge huse direkte til privatkunden; Hvor de traditionelle typehusproducenter er veltrimmede salgsorganisationer med stor erfaring med kundekontakt, er

udgangspunktet et helt andet for både ONV-Arkitekter og producenten HP-gruppen. Med et utal af henvendelser og kun ganske få solgte huse i sidste ende, flyttes fokus fra at udvikle og producere huse til i stedet at skulle markedsføre et koncept og et produkt. Den oprindelige partner og producent, Scandibyg forlod af netop denne årsag enfamiliehusdelen, skønt de fortsat producerer f.eks. institutionsbyggeri tegnet af ONV-arkitekter.



Billede hentet fra www.onv-bolig.dk

B.4.5 Muligheder og udfordringer

ONV-boligen kombinerer ved hjælp af bygningsmodulkonceptet det prismæssigt tilgængelige enfamiliehus med en arkitektonisk gennemarbejdning af detaljen, der ikke normalt findes i andet typehusbyggeri. For at kunne tilbyde denne grad af bearbejdning fordres en strammere typificering, der umiddelbart lægger store bånd på mulighederne for individuel tilpasning. Energien er altså lagt i få, men gennemtænkte løsninger frem for mange og tilfældige løsninger. Spørgsmålet er, om ikke netop denne stramme typificering, kombineret med et smallere markedssegment end for andre typehuse og det meget begrænsede danske marked, er forhold, der til sammen gør det svært at lave en fornuftig forretning.

Et enkelt hus er opført udenfor Danmark – i Sverige. Men uden etablering af nationale salgskontorer, er der nok ikke udsigt til at ONV-boligen bliver en egentlig eksportvare. Den meget enkle moderne stil med skandinavisk islæt kunne ellers godt tænkes at kunne begå sig på det internationale marked.

B.5 Rockfon – Fusion Integreret loftsystem

Fusion er et eksempel på et systemprodukt – et loftssystem udviklet af Rockfon og Vilhelm Lauritzen Arkitekter. Fusion er et loftsystem med integreret belysning i samarbejde med Louis Poulsen og ventilation i samarbejde med Lindab.

B.5.1 Generelle data

B.5.1.1 Klassificering

	Helheds-koncept, styret variation	Løs struktur, elementer og principper
Åbent system		
Lukket system		

I nedenstående tabel er klassificering markeret vha. grå fyldning af den respektive celle og evt. angivelse af industri/byggeår/antal.

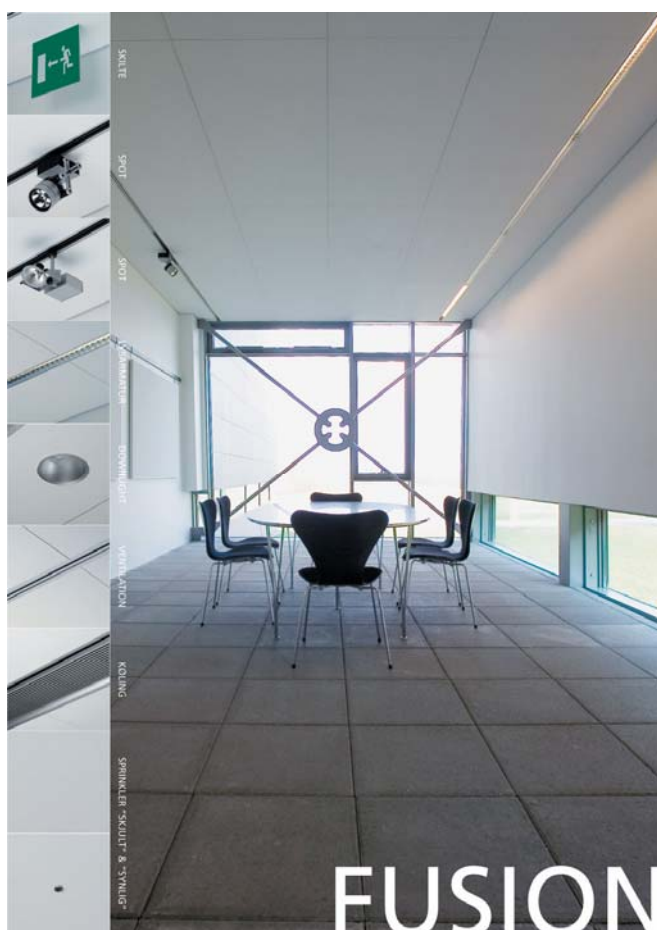
Industri:	Byggeri		Anden industri: _____	
Niveau:	Bygningssystem		Delsystem	
Organisation	'Traditionel' / ad hoc		Partnering / kontinuerlig	
Customization type	Projektering	Tilpasse moduler	Sammensætte moduler	Katalog med færdig løsninger
Produktudviklings niveau	Lav	Middel	Høj	
Procesudvikling	Engineering & Design	Fremstillings-proces	Leveringsproces	Byggeproces
Status	På skrivebordet	I gang	Opført: ~ 2002	Antal: ~ 80.000 m ² i DK og SV
Ordrevolumen	Enkeltstyk		~ 400-10.000 m ²	

B.5.1.2 Data

Systemets navn:	Fusion
Arkitekt:	Vilhelm Lauritzen Arkitekter
Administration og producent:	Rockfon
Kilder:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ www.rockfon.dk ➤ Interview med salgsdirektør Carsten Hoeck, Rockfon.

B.5.2 Beskrivelse af systemet

Fusion er et integreret loftssystem med belysning i samarbejde med Louis Poulsen og ventilation i samarbejde med Lindab. Vilhelm Lauritzen Arkitekter (VLA) har udviklet loftdesignet i samarbejde med Rockfon, belysningskoncepter er udviklet i samarbejde med Rockfon, VLA og Louis Poulsen, og ventilationskonceptet er udviklet i samarbejde med Rockfon, VLA og Lindab.



Baggrunden for loftsystemet er, at Rockfon ønskede at udvikle en integreret løsning, der kunne komme ind tidligere i byggeprocessen. Typisk ligger beslutningen vedrørende valg af lofløsning meget sent i byggeprocessen, hvor indflydelsesmulighederne ikke er store. Endvidere er lofløsningen ikke særlig integreret i det samlede projekt og kan derfor nemt skiftes ud med en anden løsning.

På baggrund af en fokusgruppeanalyse med arkitekter blev Rockfon klar over, at arkitekter opfatter loftplanen som en af de mest komplekse dele i byggeriet. Al logistik omkring installationer går gennem loftplanen. Loftsdesign er tidskrævende, kaotisk og kedeligt, hvorimod overfladen, skinnesystemet og belysning er interessant for arkitekter. Ydermere passer de forskellige dele fra forskellige leverandører ikke altid sammen.

Konklusionen var, at det ville styrke Rockfon's position, hvis de, på baggrund af en designløsning godkendt af arkitekterne, kunne udvikle en integreret løsning for loftplanen, der var koordineret med de forskellige installationsleverandører.

VL Arkitekter fik til opgave, i samarbejde med Rockfon, at udvikle et unikt design, som vil være banebrydende indenfor branchen. Til at starte med identificerede de 3 hovedaktører i loftplanen: loft, lys og ventilation. Hvilket resulterede i samarbejdet med Louis Poulsen og Lindab.

På sigt vil de udvikle et loftssystem der også integrerer køleunit, kantudsugning, skilte, højtalere, sprinklere, pirmeldere (censorer der kan justere ventilation og lys på baggrund af antal af personer i rummet) og el-komponenter.

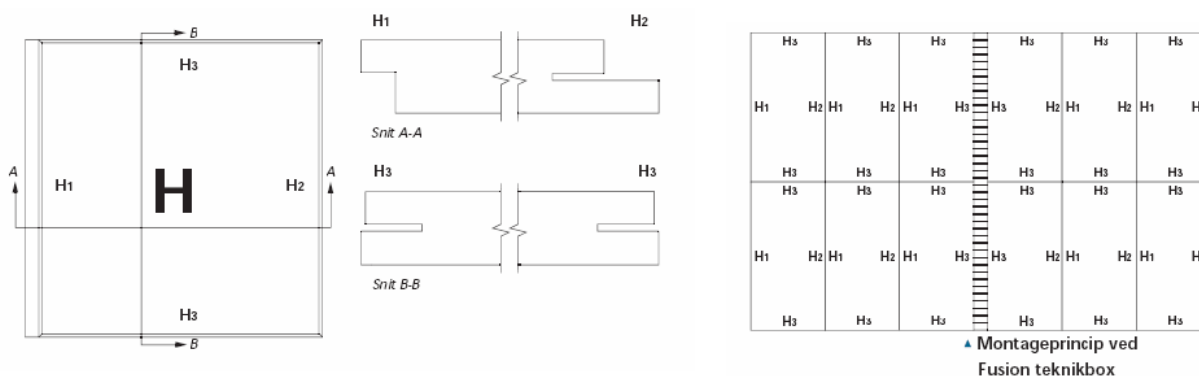
Rockfon System Fusion® kan monteres direkte på etageadskillelsen eller i et standard T24 skinnesystem med bæreprøfer i galvaniseret stål og aluminium. System Fusion® kombinerer forskellige modulmål med fremhævede eller tilbagetrunkne alulister. Pladerne fås med 3 overflader: malet overflade; glat hvid; eller dramatisk sort. Pladerne leveres i 2 standard modulmål: 1200 x 600 og 1800 x 600. Udover ovenstående standard modulmål kan Rockfon producere specialmål op til 2100 x 800 mm

B.5.3 Produktion (industrialisering)

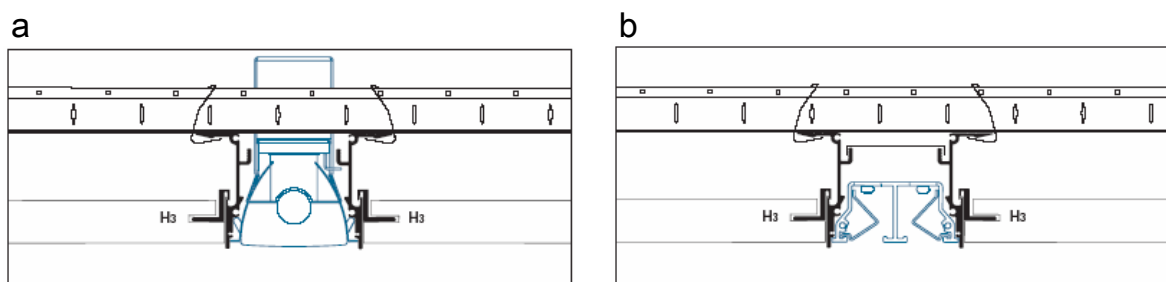
De enkelte elementer bliver fremstillet industrialiseret hos de respektive partnere. Loftsystemet bliver produceret af Rockfon, lysindsatsen bliver produceret og leveret af Louis Poulsen og ventilationsarmatur bliver produceret og leveret af Lindab.

B.5.3.1 Montage

Fusion pladerne har 3 forskellige kantudformninger fordelt på pladens 4 sider: H1, H2 og H3 - se fordelingen til venstre på illustrationen. Ved montage af Fusion loftet mod Fusion Teknikbox eller flådeprofil anvendes to specialplader (Fusion H2 og Fusion H3), hvor kantkombinationen er anderledes end på standardpladen - se til højre på illustrationen.



Montering af ventilationskanaler samt indregulering skal foretages, før loftpladerne monteres. Armaturene monteres i loftprofilen (teknikprofil) uden brug af værktøj (clips). Armaturet monteres direkte i Fusion Teknikbox som vist på tegningen, og uden brug af værktøj.



Fusion Teknikbox med a) lysindsats fra Louis Poulsen eller b) ventilationsarmatur fra Lindab, www.rockfon.dk.

Ved starten troede Rockfon, at tømrerne kunne montere armaturene, men det kunne ikke lade sig gøre, fordi der skal autoriserede elektrikere til at installere de elektriske komponenter. Rockfon vil gerne arbejde videre med at integrere de forskellige kompetencer i montagefasen

B.5.4 Markedsmæssige og organisatoriske aspekter

B.5.4.1 Royalties & partnerskaber

Rockfon ejer samtlige rettigheder til at producere, markedsføre og sælge loftsyste­met i hele verden. VLA har fået et honorar for at udvikle det integrerede loftsyste­met. Endvidere får VLA royalties af salget, så VLA er også interesseret i at få volumen. Det er et livslangt ægteskab. Medens Rockfon ejer konceptet har VLA ophavsretten til designet, og de andre partnere er i juridisk forstand *preferred suppliers*.

Løsningen kan ikke patenteres, men er beskyttet iht. loven om designmæssig ophavsret.

B.5.4.2 Styregruppe

I fællesskab har de medvirkende partnere nedsat en styregruppe, der har udarbejdet en alliancestruktur og defineret beslutningsprocessen. For at fremme projektkulturen og kommunikationen har de endvidere lanceret et fælles intranet og udgiver månedlige nyhedsbreve. De sætter også megen fokus på relationsopbygning på tværs af virksomhederne.

B.5.4.3 Opstart i Danmark og Sverige

I første omgang er Danmark og Sverige testmarked. Det ligger ikke fast endnu, hvordan det skal rulles ud, men på sigt skal det rulles ud som et Europæisk projekt for at få den fornødne volumen til at bære udviklingen. De skal lære at gå i takt med deres partnere, inden at de lancerer det som et europæisk projekt.

B.5.5 Muligheder og udfordringer

B.5.5.1 Fusion

Den ultimative drøm er at Fusion bliver et koncept, der står på arkitektens reol. Konceptet skal være en løsning hvor alt (lys, lyd, ventilation, osv.) er integreret, og arkitektens incitament til at bruge det skal være, at det er en gennemtænkt og designmæssig god løsning til en fornuftig pris, hvor tingene passer sammen.

B.5.5.2 Andre muligheder med alliancen

Ud over lofts løsningen kan de udnytte hinandens styrker og dele omkostningerne ved blandt andet at lave fælles markedsføring. De kan også dele viden omkring innovation, branding, salg, proces og ledelse, såvel som andre synergier.

B.5.5.3 Hindringer for succes

- Generelt vil arkitekter gerne selv designe. De har svært ved at anvende færdige løsninger udformet af en (konkurrerende) arkitekt.
- Entreprenører vil ikke låses til specifikke partnere. F.eks. var der en entreprenørvirksomhed, der ikke ville bruge Louis Poulsens armaturer, da de har en fast aftale med en anden lampeleverandør. Det endte med en sag om plagiat. Entreprenørerne er reelt ikke villige til at dele besparelserne.
- Faggrænser er en barriere – loftet kan med fordel monteres af en specialmontør og ikke af flere forskellige fagautoriserede. Det vil tilføre yderligere værdi i byggeprocessen.

B.6 E.J. Badekabiner

B.6.1 Generelle data

E.J. Badekabiner producerer specielt kundetilpassede badekabiner i store serier. Kabinerne bliver produceret under tag og bliver leveret forseglede på byggepladsen fuldt installeret og rengjort.

B.6.1.1 Klassificering

	<i>Helheds-koncept, styret variation</i>	<i>Løs struktur, elementer og principper</i>
Åbent system		
Lukket system		

I nedenstående tabel er klassificering markeret vha. grå fyldning af den respektive celle og evt. angivelse af industri/byggeår/antal.

<i>Industri:</i>	Byggeri		Anden industri: _____	
<i>Niveau:</i>	Bygningssystem		Delsystem	
<i>Organisation</i>	'Traditionel' / ad hoc		Partnering / kontinuerlig	
<i>Customization type</i>	Projektering	Tilpasse moduler	Sammensætte moduler	Katalog med færdig løsninger
<i>Produktudviklings niveau</i>	Lav		Middel	Høj
<i>Procesudvikling</i>	Engineering & Design	Fremstillings-proces	Leveringsproces	Byggeproces
<i>Status</i>	På skrivebordet	I gang	Opført: 1963	Antal:
<i>Ordrevolumen</i>	Enkeltstyk		Store serier	

B.6.1.2 Data

Systemets navn:	E.J. Badekabiner
Arkitekt og ingeniør:	Afhænger af det enkelte projekt
Administration og producent:	E.J. Badekabiner A/S Spettrupvej 1-3 8722 Hedensted
Kilder:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Interview med adm. Direktør Niels Sandahl Sørensen ➤ By og Boligministeriet (2001) <i>Ny Industrialisering – et bedre produktmarked</i>, Debathæfte 3, ”Artikel 2 Baderum som køkkenproduktion”, Projekt Hus ➤ E.J. Badekabiners hjemmeside: www.ej-badekabiner.dk

B.6.2 Beskrivelse af produktet/systemet

E.J. Badekabiner (EJB) producerer specielt kundetilpassede badekabiner i serier. Det primære marked er nybyggeri, renovering udgør omkring 10% af den samlede omsætning.

EJB leverer bl.a. til hoteller, bolig (fra almennyttigt byggeri til luksus lejligheder), plejehjem, hospitalet, kollegier, kontorbyggeri o. lign.

Badekabinerne bliver projekteret og produceret fra grunden hver gang - specielt tilpasset kundens ønsker. Der opereres ikke med standardstørrelser, støbeformene bliver bygget efter mål. I princippet kan alt varieres. Arkitekter og bygherrer kan – og vil – selv vælge, hvilke klinker og installationer, der skal være i kabinen, herunder hvilke leverandører, der skal anvendes.



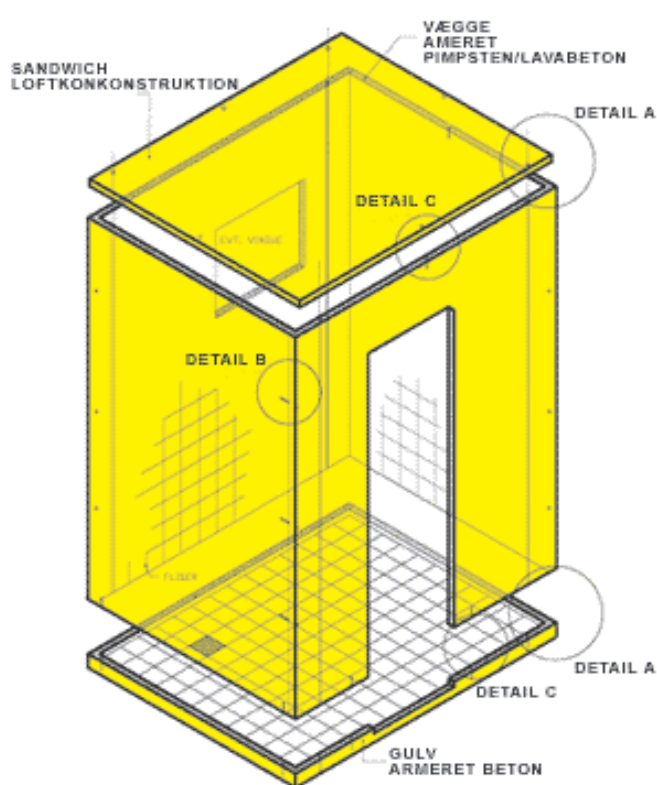
B.6.3 Produktion

B.6.3.1 Tilbudsgivning

Tilbudsgivningen tager en halv dag, hvis de har alle informationerne. Det tidskrævende, er at kunden/arkitekten har specificeret nogle installationer/komponenter, hvor EJB ikke har den fornødne information. Deres grundkoncept er selve råkabinen, i den kan de i princippet aptere alt. Råkabinen kan de projektere på en enkel og simpel måde. Dertil kommer det kunden har valgt.

B.6.3.2 Produktion

Produktionen er meget fleksibel. Overordnet set har EJB flyttet den traditionelle produktion ind i en fabriksal. Fordelen herved er, at man udgår at gå i vejen for andre på byggepladsen, og at man i en opvarmet og specialindrettet hal har langt bedre mulighed for at arbejde systematisk med eksempelvis sikkerhed og arbejdsmiljø. Alt i alt opnår man en specialisering, der gør at produktet bliver produceret i en bedre og mere ensartet kvalitet.



ingen egenproduktion, udover elementerne betonelementer. Klinker og installationer væsentligste og største problem er, at ligegyldigt hvad der er specificeret, er det i princippet EJB, der skal tage ansvar for det.

Produktionen består af et sæt af operationer. Inden støbning bygges de skræddersyede støbeforme til gulv- og vægelementerne. For at elementerne kan nå at tørre i løbet af natten, tørres de på et opvarmet gulv. Herefter samles råkabinen, væggene bliver grundet, klinker opsat, kabinen apteret, installationerne afprøvet, og inden slutinspektionen bliver kabinen rengjort, hvorefter den bliver forseglet.

Ved afslutningen af hver arbejdsdag bliver de forseglede kabiner flyttet ud, så de er klar til afhentning. Efterfølgende bliver alle kabiner rykket frem – en efter en – vha. gaffeltrucks, så de er klar til næste procestrin den efterfølgende dag, og således at der bliver plads i montagehallen til samling af nye råkabiner den efterfølgende dag. Gennemløbstiden for en kabine er 12-15 arbejdsdage, den effektive procestid er omkring 40 timer.

til råkabinen, der kan bestå enten af lette vægge eller fra underleverandører bliver monteret hos EJB. Det



EJB har gennem flere år prøvet at lave standardløsninger, men markedet er ikke klar, da kunden og dennes rådgivere ikke er parat til at fraskrive sig retten til selv at detailspecificere kabinen. I stedet har EJB i første omgang standardiseret processen omkring projekteringen. Niels Sandahl vurderer, at de udnytter omkring 80% af effektiviseringspotentialiet, ved at anlægge en standard tankegang gennem processen, med viden om produktionsprocesserne og erfaring med sammenbygning af de forskellige komponenter.

Produktionen foregår generelt i serier, og der ligger en stor gevinst i gentagelseeffekten, som de indkalkulerer, således at prisen bliver lavere jo større serie. Gentagelsen betyder meget for kvaliteten, og for kommunikationen mellem projektering, indkøb, produktion m.fl.

EJB er systemleverandør, de leverer badekabinen til byggepladsen rengjort og fuldt apteret som et samlet system. EJB har

B.6.3.3 Levering og inspektion

Kabinerne leveres forseglede på byggepladsen fuldt installeret og rengjort. Kabinerne åbnes i fællesskab med kunden af en EJBs servicemontør. Herefter gennemgås hver enkelt kabine som sikkerhed for, at kabinerne lever op til forventningerne.

B.6.4 Markedsmæssige og organisatoriske aspekter

B.6.4.1 Organisering

En del af udfordringen for EJB ligger i det åbne løsningsrum, idet det er arkitekten/bygherren, der vælger leverandører og ikke EJB selv. Det giver den fornødne fleksibilitet i forhold til kunden, men gør også at EJB ikke ved, hvem de skal ”træne med”, da de ikke selv ”sætter holdet”. Dvs. graden af integration mellem EJB og leverandørerne er i udgangspunktet lav.

B.6.4.2 Netværkssamarbejde

En del af problemet ligger i, at bygherren ikke umiddelbart vil give afkald på den store fleksibilitet. EJB ved ikke hvad bygherren vil have i morgen. På forsøgsbasis og i miniformat har EJB valgt at gå ind i tætte netværkssamarbejder. De vil fokusere på nogle af deres nøglekunder, og forsøge at få et tættere samarbejde op at stå. Ideen er, at de ikke skal bibeholde den brede fleksibilitet, men identificere nogle standard løsninger i fællesskab med nøglekunderne.

Da de ikke kan fjerne fleksibiliteten fra den ene dag til den anden, vil de skille det ud fra den øvrige produktion, og derved forhåbentlig få et klarere billede af, hvad det egentlig koster at opretholde den høje fleksibilitet.

Sideløbende har EJB etableret et tættere samarbejde med udvalgte komponentleverandører (fliser, spejle, armaturer, mm.). I samarbejdet lægger de vægt på, at leverandører har et velfungerende logistiksystem, så EJB ikke selv skal råde over et stort varelager. Derudover består samarbejdet i, at leverandørerne uddanner EJBs medarbejdere, og løbende informerer om nyskabelser og ændringer.

B.6.4.3 Livscyklusomkostninger

Der er meget lidt fokus på driftsomkostningerne. Det er ikke noget der efterspørges; og når man ikke bliver målt på det, er det ikke der man lægger indsatsen.

B.6.4.4 Tæt samspil med produktion

Der er et mellem projektering og produktion. Konstruktørerne har den fordel, at produktionen finder sted lige på den anden side af væggen, så hvis der er noget, der ikke passer, skal de nok få det at vide. Når der er et problem, er de ude at se på det med det samme i produktionen.

B.7 YIT – KlimaTak

B.7.1 Generelle data

KlimaTak er et patenteret indeklimaprodukt, et såkaldt indblæsningsarmatursystem. Derudover kan armaturet samtidig fungere som føringsvej for øvrige tekniske installationer.

B.7.1.1 Klassificering

	<i>Helheds-koncept, styret variation</i>	<i>Løs struktur, elementer og principper</i>
<i>Åbent system</i>		
<i>Lukket system</i>		

I nedenstående tabel er klassificering markeret vha. grå fyldning af den respektive celle og evt. angivelse af industri/byggeår/antal.

<i>Industri:</i>	Byggeri		Anden industri: _____	
<i>Niveau:</i>	Bygningssystem		Delsystem	
<i>Organisation</i>	'Traditionel' / ad hoc		Partnering / kontinuerlig	
<i>Customization type</i>	Projektering	Tilpasse moduler	Sammensætte moduler	Katalog med færdig løsninger
<i>Produktudviklings niveau</i>	Lav		Middel	Høj
<i>Procesudvikling</i>	Engineering & Design	Fremstillingsproces	Leveringsproces	Byggeproces
<i>Status</i>	På skrivebordet	I gang	Opført: ~1999	Antal: ~ 50.000 m ² i DK og 1 mio m ² i Norge
<i>Ordrevolumen</i>	Enkeltstyk		Flere (antal): _____	

B.7.1.2 Data

Systemets navn: KlimaTak

Arkitekt og ingeniør: Afhængig af opgaven

Administration og producent: YIT

Kilder:

- www.yit.dk
- Interview med salgsdirektør Kim Kronby, YIT
- Kim Kronby, "Nytænkning skaber merværdi for alle", HVAC Magasinet nr. 7, 2004
- Kim Kronby, "KlimaTak - sikrer stor fleksibilitet", HVAC Magasinet nr. 10, 2004

B.7.2 Beskrivelse af systemet

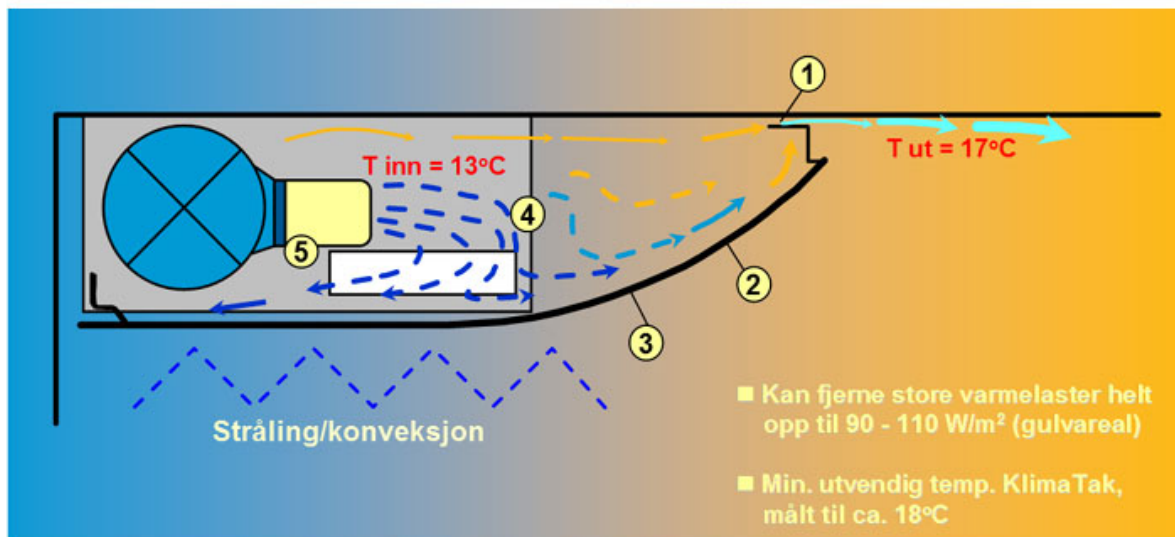
YIT i Norge (tidl. ABB) har udviklet og patenteret et indeklimaprodukt, et såkaldt indblæsningsarmatursystem.

Konceptet er en hybrid - KlimaTak (norsk for klimatag) - et indblæsningsarmatur, som samtidig bl.a. fungerer som føringsvej for øvrige tekniske installationer. KlimaTak overholder klimateknisk overholder alle komfort krav – selv ved høje ydelser som køleydelse på 80 W/m². KlimaTak er også en integreret enhed, som spiller en væsentlig rolle i både teknikentrepriser og byggeentrepriser. Der er ingen støj og luftkvaliteten er i top.

Det er et system, der kan erstatte kølevafler med vandbårnesystemer. Det kan bruges overalt. Med systemet kan man indrette rummet som man ønsker, uden at skulle tage hensyn til gangarealer og vægge. Det kan integreres og bruges som føringsvej for kabelbakker og andre installationer, der kan ligge inde i KlimaTak armaturet.

Systemproduktet fik i 1999 udmærkelsen "Godt Design" af det Norske Designråd.

KlimaTak, prinsipp



- ① Spalte ved tak for frisklufttilførsel
- ② Tett aluminiumstak (ingen støvsamling i himling pga. overtrykk)
- ③ Akustisk demping (1/2 himling er nok for vanlig cellekontor)
- ④ Temperaturstigning inne i taket før luft strømmer ut i rommet
- ⑤ Trykkventil (lydsvak struping)

I renoveringsoppgaver er det en riktig god løsning, da den kræver minimum integration med og ombygning af de eksisterende systemer. Man skal ikke have fat i eksisterende installationer. Dem kan man i princippet blot klippe fra og lade henge. Armaturet kan monteres op under det eksisterende loft og alle installationer og ventilationen kan indlægges. I modsætning til andre systemer der kræver, at man skal have loftet ned og bygge noget nyt op.



Armaturet kan hægtes af med hænderne, så man let kan komme op og trække nye installationer uden at skulle bruge værktøj. Det er nemt og tilgængeligt, og installationerne kan trækkes i hele rummets bredde.

Derudover er det muligt lave driftsøkonomisk optimering med det, for man kan lave individuel styring i hvert enkelt rum. Med installation af peer-føler og rumføler i hvert rum, har man opnået en besparelse på mere end 40% på driftsomkostningerne.

Der er nogle grundformer på armaturene, men formen ligger ikke fast. KlimaTak kan udformes, som det måtte ønskes. Det kan eksempelvis opsættes, så det dækker de tekniske installationer og samtidig virke klimateknisk optimalt. KlimaTak kan

udformes som et helt fladt armatur, som en ¼, ½ eller hel bue eller som en variant. Der er et utal af muligheder.

B.7.3 Produktion (industrialisering)

Byggeprocessen med KlimaTak er på en hel anden måde, fordi teknikentreprenøren kommer ind som den første i stedet for den sidste. Ved traditionelt nybyggeri venter teknikentreprenøren på, at gulvene og alle væggene er sat op. Før kan teknikentreprenøren ikke komme til, fordi en tømrer ikke kan sætte gipsplader rundt omkring kanaler. Så traditionelt, sætter tømreren gipspladerne op, hvorefter teknikentreprenøren kommer og skærer hul til kanaler.

Med KlimaTak sætter tømreren alle bæringerne op, der hvor der skal være (eller i fremtiden kan tænkes) en væg for indretning med cellekontorer. KlimaTak er designet til at sikre den ønskede fleksibilitet, der bør være i et byggeri. Det er løst ved, at alle bæringer er en integreret del af en væggennemføring. De enkelte væggennemføringer placeres, hvor der ønskes opstilling af vægge i byggefasen eller ved en eventuel senere ombygning. Væggennemføringerne er udformet, så de har samme brandklasse som de vægge, de placeres i. Dette udføres i byggefasen og er derfor ikke en merudgift for bygherren ved en eventuel senere ombygning.

Når tømreren har sat skørter op, kommer YIT ud og hænger kanaler op. YIT leverer bæringerne, kanalen og, hvis de også får ordren på el, også kabelbakkerne. Men de kan også blive leveret og monteret af en anden entreprenør.

De kan hænge alle hovedkanaler op, og elektrikerne kan hænge alle deres kabelbakker op med rullestilladser. Dvs. det kan gøres hurtigt, effektivt og ergonomisk korrekt. Derefter kan gulvene gøres færdig og gipsvægge sættes op. Derefter, medens maleren er der, sætter de KlimaTak op med reguleringsenheder og de sidste ting. Det er en anden måde at tænke på. De kan lave byggeriet på kortere tid, og ikke mindst spare penge.

B.7.4 Markedsmæssige og organisatoriske aspekter

Ved at opbygge samarbejdsrelationer med rådgiverne kan YIT overtage en del af det tekniske specificeringsarbejde. I stedet for at rådgiverne bruger tid på at opbygge egne kompetencer, kan de tilbyde kunderne løsninger, hvor YIT's bidrager med teknisk kompetence. Det kan godt opfattes som om de træder rådgiverne over tæerne, men det er rådgiveren, der skal "sælge" produktet.

Man skal være tidligt ude, for at få kunden til at forstå det i den tidlige fase. Det gælder om at have rådgiveren, arkitekten, og byggeentreprenørerne omkring bordet. De skal hjælpe bygherren med at finde det rigtige alternativ, inklusiv en total livscyklus betragtning. Det er en forudsætning, at YIT leverer, hvis det skal være KlimaTak. Det behøver ikke at være officielle partnerskaber.

B.7.5 Muligheder og udfordringer

En af de største udfordringer er, at branchen er meget konservativ. Den er bange for at prøve noget nyt. Der er eksempler på, at rådgivere, efter at have set budgetpris og talt med norske brugere, alligevel endte med kun at udbyde en traditionel løsning med kølevaflere. Det på trods af, at der ikke kunne påpeges svagheder ved KlimaTak. Men rådgiverne ville helst ikke være de første til at prøve systemet af i Danmark - og det var i den sammenhæng underordnet, at systemet er installeret mange steder i Norge.

B.8 American Power Conversion (APC)

B.8.1 Generelle data

American Power Conversion (APC) producere datacenter infrastruktur herunder nødstrøms- og airconditionanlæg. Virksomheden har en omsætning på ca. 1,4 mia U.S. \$.

B.8.1.1 Klassificering

	<i>Helheds-koncept, styret variation</i>	<i>Løs struktur, elementer og principper</i>
<i>Åbent system</i>		
<i>Lukket system</i>		

I nedenstående tabel er klassificering markeret vha. grå fyldning af den respektive celle og evt. angivelse af industri/byggeår/antal.

Industri:	Byggeri		Anden industri: Nødstrømsanlæg	
Niveau:	Bygningssystem		Delsystem	
Organisation	'Traditionel' / ad hoc		Partnering / kontinuerlig	
Customization type	Projektering	Tilpasse moduler	Sammensætte moduler	Katalog med færdig løsninger
Produktudviklings niveau	Lav		Middel	Høj
Procesudvikling	Engineering & Design	Fremstillings-proces	Leveringsproces	Byggeproces
Status	På skrivebordet	I gang	Opført:	Antal:
Ordrevolumen	Enkeltstyk		Flere (antal): _____	

B.8.1.2 Data

- Systemets navn: Nødstrømsanlæg
- Arkitekt og ingeniør: American Power Conversion
- Administration og producent: American Power Conversion og deres leverandører
- Kilder:
- www.apc.com
 - Benjamin Loer Hansen; Development of Industrial Variant Specification Systems, 2004, kap 9. (Beskriver air condition udstyr).

B.8.2 Beskrivelse af produktet/systemet

American Power Conversion (APC) (APC) producere datacenter infrastruktur herunder nødstrøms- og airconditionanlæg. Virksomheden har en omsætning på ca. 1,4 mia U.S. \$. Virksomhedens konfigureringssteam og en del af udviklingsfunktionen er placeret i Kolding. Virksomheden er etableret i begyndelsen af firserne og startede med at producere små nødstrømsanlæg til PC'ere og mindre mainframe computere. De små nødstrømsanlæg blev fremstillet i store styktal og relativt få varianter. I takt med virksomhedens ekspansion begyndte antallet af produktvarianter at vokse, dels da der er forskellige el-standarder i forskellige lande, dels da forskellige typer af computere krævede tilpasninger af nødstrømsanlægget. For at styre de mange varianter har APC på et tidligt tidspunkt foretaget en modulopbygning af nødstrømsanlæggene og anvendt konfigureringsystemer til at sikre det korrekte valg af nødstrømsanlæg til en given kundes behov. De enkelte dele (moduler) i nødstrømsanlægget blev fremstillet i store styktal.

Senere er APC også begyndt at fremstille større nødstrømsanlæg til store mainframe-systemer og datacentre. Som en del af denne udvikling har APC købt den danske virksomhed Silcon i Kolding, der fremstiller store nødstrømsanlæg.

B.8.3 Produktion (industrialisering)

På grund af den øgede efterspørgsel var der brug for at forenkle produkterne og udvikle et værktøj, der kunne støtte sælgerne i salgsfasen. APC har i samarbejde med Institutet for Produktudvikling (IPU) udviklet en modulstruktur for de større nødstrømsanlæg. Baseret på bl.a. denne modulstruktur har virksomheden derefter, i samarbejde med Institut for Produktion og Ledelse, DTU, udviklet et konfigureringsystem, der gør det muligt at konfigurere et større nødstrømsanlæg på 10-20 minutter. En proces der tidligere tog fra 3-4 dage til 3-4 uger. Konfigureringsystemet er integreret med virksomhedens ERP-system, der bl.a. modtager styk- og operationslister fra konfigureringsystemet, mens priser og vareoplysninger overføres fra ERP-systemet til konfigureringsystemet. APC har i dag

11-12 konfigureringsystemer, der omfatter langt hovedparten af de større nødstrømsanlæg og tilhørende udstyr som f.eks. air-condition anlæg.

Effekten af at anvende modularisering og konfigurering er for de store nødstrømsanlæg sammenfattet ved:

- 30 % reduktion af variable omkostninger.
- 60 % reduktion af faste omkostninger.
- Halvering af gennemløbstiden i produktionen.
- Leveringstiden er reduceret fra 400 dage til 16 dage.

Den korte leveringstid har resulteret i et betydeligt mersalg af de store nødstrømsanlæg, da kort leveringstid ofte er afgørende for kundens valg af leverandør.

B.8.4 Markedsmæssige og organisatoriske aspekter

Anvendelse af konfigurering hos APC medfører bl.a., at salgsprocessen og samarbejdet med salgsselskaber (der ofte er selvstændige virksomheder) er blevet markant anderledes. Et eksempel er ved introduktion af nye produkter. Når et nyt produkt lanceres, opbygges et konfigureringsystem, og produktet indkøres i produktionen og hos leverandørerne. Sælgerne uddannes i det nye produktprogram og i konfigureringsystemet. Når det nye produktprogram er blevet lanceret fjernes de gamle produkter, der nu er erstattet af nye fra APC's konfigureringsystem. Dvs. at det er blevet lettere for APC at introducere nye produkter overfor salgsselskaberne, og samtidig fjerne gamle produkter.

B.9 F. L. Smidth (FLS)

B.9.1 Generelle data

F.L. Smidth (FLS) udvikler og fremstiller cementfabrikker og udstyr til cementfabrikker. FLS har ca. 50-60 % af verdensmarkedet for cementfabrikker målt på ovenkapacitet.

B.9.1.1 Klassificering

	<i>Helheds-koncept, styret variation</i>	<i>Løs struktur, elementer og principper</i>
Åbent system		
Lukket system		

I nedenstående tabel er klassificering markeret vha. grå fyldning af den respektive celle og evt. angivelse af industri/byggeår/antal.

<i>Industri:</i>	Byggeri		Anden industri: Cementfabrikker	
<i>Niveau:</i>	Bygningssystem		Delsystem	
<i>Organisation</i>	'Traditionel' / ad hoc		Partnering / kontinuerlig	
<i>Customization type</i>	Projektering	Tilpasse moduler	Sammensætte moduler	Katalog med færdig løsninger
<i>Produktudviklings niveau</i>	Lav		Middel	Høj
<i>Procesudvikling</i>	Engineering & Design	Fremstillings-proces	Leveringsproces	Byggeproces
<i>Status</i>	På skrivebordet	I gang	Opført:	Antal:
<i>Ordrevolumen</i>	Enkeltstyk		Flere (antal): _____	

B.9.1.2 Data

Systemets navn:	Cementfabrik
Arkitekt og ingeniør:	F.L. Smidth
Administration og producent:	F.L. Smidth og F.L. Smidth's leverandører
Kilder:	<ul style="list-style-type: none">➤ www.fl.s.dk➤ Lars Hvam, Simon Pape and Michael K. Nielsen; <i>Optimizing the quotation process with product configuration</i>

B.9.2 Beskrivelse af produktet/systemet

En cementfabrik konstrueres specifikt til den enkelte kundes behov. Cementfabrikken konstrueres på baggrund af en række kundespecifikke forhold som f.eks. de råmaterialer, der er tilgængelige lokalt, lokale lovkrav vedr. f.eks. miljøbelastning, krav til driftsforhold som f.eks. energiforbrug eller driftstider (antal skift, kørsel i weekender mv. og prisen på arbejdskraft.)

I en cementfabrik indgår en række maskiner, styringer og bygninger, hvoraf en del konstrueres og leveres af andre virksomheder end FLS . Ofte bliver FLS mødt med et krav om, at en del af cementfabrikken skal produceres af lokale virksomheder. Dvs. at en del af cementfabrikken produceres hos leverandører, der kun bruges til dette ene projekt.

B.9.3 Produktion (industrialisering)

F.L. Smidth oplever i disse år et markant markedskrav om at reducere gennemløbstiden fra kunden henvender sig til cementfabrikken er klar til drift. For at leve op til dette krav, forsøger man at genbruge løsninger på tværs af de enkelte projekter. Dette gøres ved at udvikle dele (moduler) til cementfabrikken, som er konstrueret på en måde, så de let kan tilpasses det enkelte projekt.

Desuden har FLS i samarbejde med Institut for Produktion og Ledelse ved Danmarks Tekniske Universitet, opbygget et ekspertsystem (konfigureringsystem), der kan sætte disse moduler sammen i forhold til de konkrete krav til cementfabrikken. Konfigureringsystemet bruges i forbindelse med udarbejdelse af overordnede tilbud for cementfabrikker, såkaldte budgettilbud. Systemet gennemfører en overordnet dimensionering af ovne, råmøller, kulmøller, pakkeri, lagerfaciliteter m.v. med angivelse af hoveddimensioner, kapacitet, energiforbrug, emissioner osv. Input til systemet er i alt ca. 300 spørgsmål vedr. f.eks. råmaterialers egenskaber, miks af færdigvarer, grænseværdier for emissioner, fyringsmateriale og driftstider. Systemets output er et tilbudsbrev på typisk 100-150 sider, der blandt andet indeholder de valgte input-parametre, procesdiagram, maskinliste med beskrivelse af hovedmaskiner, prisberegning, liste over hjælpeudstyr og tidsplan.

Tidligere har FLS's ingeniører og sælgere brugt 3 til 5 uger til, i samarbejde med kunden og FLS's leverandører, at foretage en overordnet dimensionering af en cementfabrik og beregne en pris. I dag kan virksomhedens sælgere, ved at anvende det opbyggede ekspertsystem, selv gennemføre denne proces ude hos kunden i løbet af 4 til 8 timer.

Hos FLS er en del af ingeniørernes viden vedr. den overordnede dimensionering af cementfabrikker formaliseret og "frosset" fast i et IT-system. Dette har kun været muligt, fordi en cementfabrik består af en række hovedmoduler, der kan sammensættes efter en række veldefinerede regler. Det er således en forudsætning for formalisering af viden- og informationsarbejdet med frembringelse af specifikationer for kundetilpassede produkter, at virksomhedens produktsortiment (og relevante livsfasesystemer, som f.eks. produktion, montage og service) har en struktur, der muliggør en sådan formalisering.

Erfaringerne fra FLS og andre virksomheder viser, at der er stort potentiale ved anvendelse af konfigureringsystemer, baseret på en modulopbygning af produktsortimentet. Desuden har det vist sig, at et konfigureringsystem er et værdifuldt redskab til at implementere en modulstruktur i virksomhedens produktsortiment. Endelig har projektet hos FLS vist, at der fortsat er store uudnyttede

muligheder i at gennemføre en yderligere modularisering af FLS's produktsortiment, samt at en modularisering af produktsortimentet er en forudsætning for at kunne høste det fulde udbytte af et konfigureringsystem. Konfigureringsystemerne har afsløret, at der stadig er langt igen, inden virksomhedens produkter er fuldt modulariserede.

De beskrevne erfaringer fra FLS er typisk for en stor del af de danske industrivirksomheder, der netop i disse år arbejder målrettet mod at skabe en hensigtsmæssig modulstruktur i deres produktsortiment, og som samtidig anvender konfigureringsystemer, som et middel til at sikre anvendelse af de opbyggede moduler.

B.9.4 Markedsmæssige og organisatoriske aspekter

Der kan i hovedtræk være tale om enten Turn-key anlæg, hvor FLS leverer hele cementfabrikken inklusive bygninger og evt. også forestår indkøring af fabrikken, eller leverancer, hvor FLS leverer dele af en cementfabrik, f.eks. alle maskiner eller enkelte maskiner, hvis der er tale om renovering af en eksisterende fabrik. Ved den sidste type af projekter er FLS ansvarlig for de maskiner de leverer, mens det f.eks. er kunden, eller andre af kundens leverandører, der har ansvaret for at koordinere mellem de enkelte leverandører.

Kunden har som regel en eller flere rådgivere tilknyttet, som deltager i dialogen mellem kunden og FLS. FLS opfatter ofte disse rådgivere som et unødvendigt og fordyrende led, der forsøger at give kunden tryghed, men ikke tilføjer projektet værdi. Ved anvendelse af konfigureringsystemet oplever FLS, at dialogen med kunden bliver mere struktureret, og at det er betydeligt lettere for FLS at simulere forskellige løsninger for kunden. En anden vigtig gevinst ved brug af konfigureringsystemet er, at tidsforløbet fra den første kundehenvendelse til indgåelse af kontrakt er blevet væsentligt reduceret. Desuden er det nu muligt for FLS at besvare alle kundehenvendelse med et tilbud. Tidligere måtte man sortere i henvendelserne, da man i gennemsnit kun havde kapacitet til at besvare 50 % af henvendelserne med et tilbud. Erfaringer har vist, at det er umuligt at vurdere, hvilke henvendelser der var seriøse og ville resultere i en ordre.

På leverandørsiden har FLS dels en kreds af faste leverandører, der leverer bestemte dele til cementfabrikken, dels en række leverandører, der kun bruges i et enkelt projekt. For den sidste gruppe af leverandører foretager FLS hele konstruktionsarbejdet og sender medarbejdere ud til den pågældende leverandør, for at instruere og overvåge produktionen. Ved de faste leverandører har FLS i nogle tilfælde valgt også at lægge konstruktionsarbejdet ud til leverandøren, således at leverandøren blot modtager en kravspecifikation og derefter konstruerer og producerer den pågældende maskindel.

Udgifter til drift af cementfabrikken, emissioner mv. indgår som en del af de parametre, der indgår i konfigureringsystemet. Ved valg af løsning foretages i samarbejde med kunden en afvejning af driftsforhold og den samlede anlægssum for cementfabrikken.

B.9.5 Muligheder og udfordringer

FLS har oprettet en separat afdeling for modularisering og konfigurering, der bl.a. har til opgave at udvikle moduler, der kan genbruges på tværs af de enkelte projekter. Dette arbejde udføres i samarbejde med de enkelte maskinspecialister hos FLS. En erfaring har været, at arbejdet med at udvikle moduler, der kan bruges på tværs af de enkelte projekter og arbejdet med at levere input til konfigureringsystemet, nedprioriteres i forhold til arbejdet på de enkelte kundeprojekter. Man har en virksomhedskultur, hvor arbejdet på de konkrete kundeprojekter som regel altid har højere prioritet end udviklingsarbejde.

Appendiks C Forslag til konkrete systemprodukter

Til videre inspiration listes her en række forslag til konkrete systemprodukter opsamlet fra meldinger fra deltagere i konferencer samt interviews. Forslagene er grupperet:

- Hele konceptbyggerier, f.eks. skolebyggeri evt. boligbyggeri. Udvikling af "individuelle standard" koncepter.
- Standard råhuse - systemer med bærende råhuse, standard byggetider.
- Råhus- og tag-konstruktioner

- Alle installationsfag i samme systemleverance inkl. projektering, installation og vedligeholdelse.
- Komplet varme og el produktion for større brugere som karreer, industrier.
- Komponenter af høj grad af design som basisinstallation (vand, el, afløb, ventilation, varme) bad og køkken i fbm. byfornyelse og renovering.
- Når der bygges parcelhus, dobbelthus eller rækkehus er en stor del af arbejdet badeværelse, gas/olie/fjernvarme, elmåler med sikringsskab, installationer til tørretumbler, vaskemaskine m.v. Ønsker et modul, der består af bryggers og badeværelse, hvor installationer er lavet færdige, lige til at koble til resten af huset med et begrænset antal rør og ledninger.
- Badekabiner er i hastig fremgang. Producenterne er dog ikke alle klar til at håndtere mange varianter. Det er ikke håndværket, der skal flyttes ind på fabrikken, men derimod større automatisering i stedet. (f.eks. fræsning/skæring efter CAD tegninger!) Projektering vha. modeller i stedet for streger i CAD program vil gøre automatisering oplagt.

- At få afdækket potentielle muligheder for system & procesleverandører inden for aptering, som f.eks. præfab eller semipræfab af indvendige vægge og etageadskillelser.

- Betonelementer. Bygherrernes indgang til etageboligbyggeri. At få belyst om design- og udvikling af betonelementer kan indgå på et tidligere tidspunkt i udviklingsfasen, så beton bliver andet end katalogvarer.
- Katalog med færdige facadeelementer savnes! Dette vil understøtte projektering ud fra bygningsdele.
- Komplette facadeelementer: Der er langt endnu, da mange springer over hvor gærdet er lavest - producenterne tænker mest på at optimere egen produktion. Eksempelvis mener producenter, at vinduesmontage med fordel kan foretages på pladsen i stedet for i produktionen af facadeelementerne. Netværkstankegangen kan forbedre dette problem.
- Tag- og facadeelementer baseret på *Lean Construction*,
- Konstruktioner hvor der indgår isolering

- Færdigfremstillede rumstore/boligstore elementer.

- Øget brug af træ i præfab byggeri. Herunder muligheder for forbedring af indeklima og reduceret energibehov til opvarmning af boliger.
- Der er et stort marked for systemløsninger "i det små" - bl.a. til parcelhuse. Men ingen synes at få øje på det marked.

Appendiks D Fremgangsmåde

Udredningen har haft karakter af at være et klassisk empirisk studie. Fremgangsmåden har været, gennem samtaler med aktører indenfor branchen, at udrede udfordringerne og perspektiver ved anvendelse af systemleverancer indenfor byggeriet samt at finde illustrative eksempler på systemleverancer.

Udredningen er et resultat af følgende aktiviteter:

1. Interviews med aktører indenfor byggeriet, herunder med nøglepersoner i relation til eksemplerne i Appendiks B
2. Rundbordsdiskussion med arkitekter
3. Deltagelse og præsentationer af foreløbige resultater ved konferencer omkring 'Industrialisering af byggeriet' organiseret af Teknologisk Institut i samarbejde med Byggematerialeindustrien og Akademisk Arkitektforening i hhv. april 2004, november 2004 og februar 2005
4. Supplerende litteraturstudie

Den primære kilde til publikationen har således været interaktion med personer indenfor byggeriet. Personer, der har bidraget til udredningen gennem interviews, møder og rundbordsdiskussionen, er listet i Appendiks E. Udredningen er suppleret med litteratur fra ind- og udland, relateret både til byggeriet specifikt og til andre industrier mere generelt, jvf. referenceliste i Appendiks G.

Appendiks E Kontakter, referencer

E.1 Styregruppen

- Ib Steen Olsen, Erhvervs- og Byggestyrelsen
- Lennie Clausen, Fonden Realdania
- Mikkel A. Thomassen, Fonden Realdania
- Søren Clausen, Erhvervs- og Byggestyrelsen

E.2 Kontaktliste

Projektgruppen har i løbet af udredningen haft interviews og/eller været i dialog med nedenstående personer indenfor byggeriet:

- Birgitte Juul-Sørensen, arkitekt, leder, NNE a/s
- Carsten Hoeck, salgsdirektør, Rockfon
- David Badger, director, Arup
- Flemming Frost, arkitekt, medejer, Juul & Frost Arkitekter
- Frede Rasmussen, direktør, Danhaus a/s
- Gitte Juul, arkitekt, ejer, Gitte Juul Arkitekter
- Graves Simonsen, udviklingschef, sbs
- Hans Blinkilde, sektionsdirektør, NCC
- Jacob Norvig Larsen, seniorforsker, Statens Byggeforskningsinstitut
- Jens E. Staalby, bygherrerådgiver, civilingeniør, Birch og Krogboe
- Jens Pedersen, direktør, Icopal a/s
- Jesper Vaupel, civilingeniør, økonom, ledelses- & IT-rådgiver, Byggeinformatik
- Jon Brøcker, Arkitekt, Arkitektfirmaet C.F. Møller
- Jonas Møller, Konsulent, Dansk Byggeri
- Kaj Fischer Madsen, direktør, innovation og marked, Lauritz Knudsen a/s
- Kim Kronby, salgsdirektør, YIT a/s
- Klaus Lange, arkitekt, teknisk direktør, KANT Arkitekter a/s
- Kristian Kristiansen, lektor, BYG-DTU
- Lars Blaaberg, afdelingschef, NCC
- Lars Børjeson, arkitekt, Vilhelm Lauritzen Tegnestue
- Mads Søndergaard, sektorchef, Birch og Krogboe
- Mattias Hjalmeby, ansvarlig for salgssupport, Willa Nordic
- Michael H. Møller, Direktør, Dansk Byggeri
- Niels Sandahl Sørensen, adm. Direktør, E.J. Badekabiner
- Peter Ishøj, konsulent, tidligere direktør, Carl Christian & Co.
- Søren Rasmussen, arkitekt, ONV-Arkitekter
- Vibeke Prah, civilingeniør, Birch og Krogboe

Appendiks F Forkortelser

APC	American Power Conversion
BIPS	Byggeri - Informationsteknologi - Produktivitet – Samarbejde, www.bips.dk
BPR	Business Process Reengineering
EJB	E.J. Badekabiner
ERP	Enterprise Resource Planning
FLS	F.L. Smidth
IAI	International Alliance for Interoperability, www.iai-international.org
IFC	Industry Foundation Classes
IKT	Informations- og Kommunikations Teknologi
PDM	Product Data Management
PLM	Product Lifecycle Management
STEP	Standard for Product data representation and exchange, ISO 10303
VLT	Vilhelm Lauritzen Tegnestue

Appendiks G Referencer

G.1 Byggeriet - Danske referencer

- Akademiet for de Tekniske Videnskaber (1999) *Byggeriet i det 21. århundrede - industriel reorganisering af byggeprocessen*, ISBN 87-7836-009-9
- Arctander, Philip (1955). *Byggeriet kan industrialiseres. Byggeindustrien nr. 15*, august 1955.
- ArkitekturNet.dk, *Den nye industrialisering*, April 2001 (<http://www.arkitektturnet.dk>)
- Beim, Anne & Charlotte Bundgaard m.fl. (2001) *Fremsyn – Byggeteknik og Arkitektur, Den nye industrialisering – Standard versus Unika*, BYG-ERFA, marts 2001
- Beim, Anne (1999) *Tectonic Visions in Architecture*, The Royal Danish Academy of Fine Arts, School of Architecture, Copenhagen
- Beim, Anne m.fl. (1997) *Homogen mur*, Beim, Dahl & Sørensen Arkitekter MAA, København. ISBN 87-7830-034-7
- Bertelsen, Sven (1995) 'Byggepolitik: En ny form for samarbejde', *Arkitekten*/10, 333-334
- Bertelsen, Sven (1997) *Bellahøj, Ballerup, Brøndby Strand – 25 år der industrialiserede byggeriet*, SBI, Hørsholm
- Bertelsen, Sven (2000) *Byggeriets dilemma – Syv essays*, NIRAS, København
- Bertelsen, Sven (2000) *Louise - En beretning om Trimmet Byggeri*, NIRAS, København
- Bertelsen, Sven et al. (2002). *Bygherren som forandringsagent*. Byggecentrum, København. ISBN 87-91211-17-4
- Bindselev, Knud (2003), *Informationsstrukturer i byggeprojekters dokumentation*, Centerkontrakt vedr. byggeklassifikation, marts 2003,
<http://www.snedkersektionen.dk/C1256D1D00312001/0/7F00B6764B7A2887C1256D240036BBAF?OpenDocument>
- Boligbyggeriet og industrialiseringen, *Forventninger til den ny virkelighed - har vi den politik og den byggeindustri der kan indfri forventningerne*, Særtryk af "Byggeindustrien", nr. 17, 18, 19 og 21, 1964 - Teknisk Forlag
- BPS (1972) *Byggeriets Planlægningsystem*, 12. juni, SBI
- BPS (1973) *Konstruktive delsystemer for en-etages haller - en dokumentation*, SBI, 1973
- BPS (1983) *Vejledning: produktudvikling inden for byggeriet*, BPS Publikation 34, dec. 1983, BPS-Centret
- By- og Boligministeriet (2000) *Bygherrens rolle og byggeriets udvikling*, PPB-rapport
- By- og Boligministeriet (2000) *Industrielle processer*, Temagruppe 4, Projekt Hus, http://www.ebst.dk/file/1211/industrielle_processer_midtvejsrap
- By- og Boligministeriet (2000) *Nye Byggekomponenter, Slutrapport + Bilag*, Temagruppe 5, Projekt Hus, okt. 2000, http://www.ebst.dk/file/1214/byggekomponenter_slutrap
- By- og Boligministeriet (2001) *Ny Industrialisering – et bedre produktmarked*, Debathæfte 3, Projekt Hus, http://www.ebst.dk/file/1164/debathæfte_3
- By- og Boligministeriet (2001) *Tæt samarbejde i byggedelen – et bedre byggemarked*, Debathæfte 2, Projekt Hus, http://www.ebst.dk/file/1163/debathæfte_2
- By- og Boligministeriet, Erhvervsministeriet (2000) *Byggeriets fremtid – fra tradition til innovation*, Redegørelse fra Byggepolitisk Task Force, December 2000,
http://www.ebst.dk/publikationer/rapporter/byg_frem/index.html

- By og Byg, Statens Bygge-forskningsinstitut (2003) *Nye generationer af byggekomponenter*, www.sbi.dk
- Christensen, J.D. & Nielsen, C. (2000) *Effektivisering af byggebranchen*, projektrapport, Aalborg Universitet, Institut for Produktion, maj 2000, <http://www.itorg.auc.dk/vsbyg/>
- Clausen, Lennie & Mikkel Andreas Thomassen (2001) *Byggevareleverandørens rolle i byggeriets udvikling*. Erhvervsfremmestyrelsen, København. ISBN 87-90147-73-1
- Dahl, Torben (2004) "Et arkitektonisk anliggende", *Arkitekten*, nr. 6, ss. 16 – 19
- Erhvervs- og Byggestyrelsen (2002) *ID-konceptet, Udviklings- og demonstrationsprojekt for industriel baseret kvalitetsrenovering*, Projekt nr 255, august 2002
- Erhvervs- og Byggestyrelsen (2003) *PPB-evaluering af standard og kvalitet*, Sammenfattet rapport, Januar 2003, <http://www.ebst.dk/file/1982/rapportsammenfatning.pdf>
- Erhvervs- og Byggestyrelsen (2004) *Byggeriet Begrebskatalog*, Det Digitale Fundament, Klassifikation, rev. 17. august 2004, <http://www.detdigitalebyggeri.dk/>
- Erhvervsministeriet (2001) *Det digitale byggeri - rapport fra en arbejdsgruppe*, Oktober 2001, http://www.ebst.dk/file/1143/det_digitale_byggeri
- Ingeniøren (2003) Slankere og stærkere. 21. november 2003. (Sænummer om ny udviklinger i dansk byggeri)
- Johanneson, Niels O. (2003) "Tænk i hele byggeløsninger", *Byg-Tek* nr. 8, september 2003
- Kindt, Svend (2004) "God arkitektur i seriel fremstilling", *Arkitekten*, nr. 6, 2004, ss. 44 – 45
- Kunstakademiets Arkitektskole (1973), *Byggesystemer, en registrering udarbejdet af afd. A*. Kunstakademiets Arkitektskole, Afdeling for byggeteknik
- Mossin, Natalie (2004) "Post-standard", *Arkitekten*, nr. 6, 2004, ss. 12 – 15
- Miller, Thomas D (2000) *Modular Engineering - An approach to structuring business with coherent, modular architectures of artifacts, activities, and knowledge*, Ph.D Thesis, Dept. of Control and engineering Design, DTU
- Mossin, Natalie (ed.) (1998). *Building Science*. Kunstakademiets Arkitektskole, København. ISBN 87-7830-051-7
- Nygaard, Erik (1984) *Tag over hovedet; Dansk boligbyggeri fra 1945 til 1982*, Arkitektens Forlag, København
- Systemleverancer i byggeriet (2004), *Projektbeskrivelse*, udredningsprojekt, august 2004
- Sørensen, Peter (2003) *Industriel arkitektur*, Kunstakademiets Arkitektskole afd. 9, København
- Thomassen, Mikkel Andreas (2004) *Fornuft og ufornuft i byggeriets organisering*, By og Byg, <http://www.by-og-byg.dk>

G.2 Byggeriet - Udenlandske referencer

- Arieff, Allison & Bryan Burkhart (2002) *Prefab*, Gibbs Smith, Layton, Utah
- Bennett, John & Sara Jayes (1998). *The seven pillars of partnering*, Thomas Telford Publishing, UK. ISBN 0-7277-2690-0
- Daniels, Klaus (1998) *Low-tech, Light-tech, High-tech; Building in the Information Age*, Birkhäuser, Berlin
- European Productivity (1957) *Building Number, no. 25, mar.-apr. 1957*, EPA - OEEC, Rue André Pascal, Paris
- Foug, Ann & Sharon L. Joyce (eds.) (2000) *Reading Structures*, Perspecta 31, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts

- Frampton, Kenneth (1995) *Studies in Tectonic Culture; The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts
- Friedman, Milred, (ed.) (2002) *Gehry Talks; Architecture + Process*, Universe Publishing, New York
- Giedion, Siegfried (1948) *Mechanization Takes Command; a contribution to anonymous history*, Oxford University Press, Oxford
- Groak, Steven (1992) *The Idea of Building: Thought and Action in the Design and Production of Buildings*, E & FN Spon, London
- Parry, Thomas m.fl. (2003) *Off Site Fabrication*, BSRIA Ltd. UK. Se www.bsria.co.uk
- Venture, Robert, Denise Scott Brown & Steven Izenour (2001) *Learning from Las Vegas*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts
- Venturi, Robert (1966) *Complexity and Contradiction in Architecture*, The Museum of Modern Art, New York

G.3 Andre industrier - Danske referencer

- Hansen, B. L. (2003) *Development of Industrial Variant Specification Systems*. DTU/IPL
- Hansen, Benjamin & Lars Hvam (2004) *Kriterier for valg af software til 3D-konfigurering*, Institut for Produktion og Ledelse, DTU, oktober 2004
- Hvam, Lars (1998) *Agile Manufacturing – en rejserapport fra USA*, <http://www.produktmodeller.dk/centeret/litteratur/egne/artikler/AgileManufact.pdf>
- Hvam, Lars (2004) *En introduktion til Produktkonfigurering*, Center for Produktmodellering, Institut for Produktion og Ledelse, Danmarks Tekniske Universitet, Juni 2004, <http://www.produktmodeller.dk/>
- Hvam, Lars, Niels Henrik Mortensen & Jesper Riis (2004) *Produktkonfigurering* kap 7 og 8, Institut for Produktion og Ledelse, DTU, januar 2004
- Malis, Martin og Lars Hvam (2003) *Konfigurering – specifikation af produkter i et netværk af virksomheder*, *Driftsteknikerbogen*, IPL, DTU

G.4 Andre industrier - Udenlandske referencer

- Pine, B. Joseph II (1993) *Mass Customization - The New Frontier in Business Competition*, Harvard Business School Press, Boston, Mass.
- Rogoll Timm & Frank Piller (2004) "Product configuration from the customer's perspective: A comparison of configuration systems in the apparel industry", *International Conference on Economic, Technical and Organisational aspects of Product Configuration Systems*, June 28-29, 2004, <http://www.produktmodeller.dk/>
- Sako, Mari (2003) *Supplier Development at Honda, Nissan and Toyota: Comparative Case Studies of Organizational Capability Enhancement*, November 2003 (Forthcoming in *Industrial and Corporate Change*) http://imvp.mit.edu/papers/0304/sako_supplierdevelopment.pdf
- Zeleny, M. (1986) "High Technology Management", *Human Systems Management*, Volume 6, pp. 109-120., Elsevier Science Publishers B.V.