

# Styrkelse af dansk byggeris innovationssystem

Rapport udarbejdet af  
**DTU Management, Teknologisk Institut og Aarhus Universitet**

Februar 2011



## Abstract

The construction industry is often characterised as a tradition bound low innovation sector which struggles with low productivity. Consequently, a small but significant strand of research has been conducted around innovation in construction e.g. Clausen (2002), Simonsen (2007) and Vind and Thomassen (2009).

By adopting a theoretical framework from primarily strategic niche management research (SNM) (Schot and Geels 2008) this report presents an analysis of the innovation system of the Danish Construction industry.

Theories within SNM look upon innovation in a sector as a socio-technical phenomenon and identify three levels of socio-technical interaction within which sectorial innovation can be explained (Schot and Geels 2008, p. 545). Niches form the micro-level where radical novelties emerge. The socio-technical regime forms the meso-level, which accounts for the dominating stabilized socio-technical pattern of interaction which is reproduced by institutionalised learning processes. The macro-level is formed by the socio-technical landscape, an exogenous environment beyond the direct influence of niche and regime actors (e.g. macro-economics, deep cultural patterns, macro-political developments).

The analysis shows a multifaceted landscape of innovation around an existing regime, built in the existing ways of working and developing over generations. The regime is challenged from various niches and the socio-technical landscape through trends as globalization. Three niches (Lean Construction, Digitalization and System Deliveries) are subject to a detailed analysis showing partly incompatible rationales and various degrees of innovation potential.

The report discusses how existing policymaking sits between two chairs; That of government and that of governance. A practice which seems inappropriate for nurturing innovation in the current organization of the sector.

Based on the concepts from SNM the report introduces an innovation map in order to support the development of meta-governance policymaking. By mapping some of the most influential trends and promising niche innovations and relate these to the existing paradigm, the innovation map can act as a medium in which policymakers, interest organization and companies can develop and coordinate future innovation activities.

# Indholdsfortegnelse

<b>Abstract</b> .....	<b>3</b>
<b>Indholdsfortegnelse</b> .....	<b>4</b>
<b>Forord</b> .....	<b>6</b>
<b>Introduktion</b> .....	<b>7</b>
<b>Formål</b> .....	<b>8</b>
<b>Teori</b> .....	<b>9</b>
Innovationssystemteorien .....	9
Niveauer af socio-tekniske interaktionsmønstre.....	9
Nicheinnovation.....	11
Nichernes rationalitet .....	12
Grader af radikalitet.....	13
Governance.....	13
Kritik af innovationssystemsteorien .....	14
<b>Metode</b> .....	<b>15</b>
Identifikation af nicher.....	15
Internationalisering.....	17
Empiriindsamling .....	17
Analyseramme .....	17
Et Historisk Perspektiv .....	18
Rationalet.....	18
Parametre .....	18
<b>Analyse af byggeriets innovationssystem</b> .....	<b>20</b>
Kontekst for byggeriets innovationsaktiviteter – det eksisterende regime .....	20
Det præmoderne byggeri (Byggeskik, praksisser og sammenhængskraft).....	20
Det moderne byggeri (Standardiseret og rationelt byggeri).....	24
Det postmoderne byggeri (samarbejde og forhandling) .....	28
Present: Sammenfatning af byggeriets regime .....	33
Trends og samfundsmæssige strømninger.....	35
Bæredygtighed.....	36
Teknologi.....	36
Samfund og mennesker .....	38
Globalisering .....	38
Nicheanalyse.....	40
Resume af de enkelte nicher og innovationer .....	40

Sammenligning mellem nicher og innovationer .....	44
Niche vs regime analyse .....	52
Sammenfatning af de forskellige niveauer.....	59
Makrostrømningers betydning for innovationen.....	59
Nichernes innovationspotentiale (radikalitet og rationalitet) .....	60
<b>Diskussion .....</b>	<b>64</b>
Virksomheder som innovationsdrivere .....	64
Hvor er virksomhederne i dag? ... i det røde hav .....	65
Virksomheder som vækstmotor .....	67
Hvad skal der til? .....	69
Internationalisering .....	70
International konkurrence.....	71
Nye markedsmuligheder .....	72
Overnational regulering .....	73
Konsekvenser for den fremtidige regulering af branchen .....	74
<b>Anbefalinger .....</b>	<b>79</b>
Udvikling af innovationslandkort .....	79
Hvad skal landkortet indeholde.....	79
Hvordan vil landkortet fungere? .....	83
Videreudvikling af innovationsinfrastruktur .....	85
Innovationsreview af regulerings tiltag.....	86
Videre udviklingsopgaver .....	87
<b>Konklusion.....</b>	<b>88</b>
Byggeriets produktionsregime... udviklet gennem generationer.....	88
Samfundsmæssige strømninger sætter nye innovationsdagsordner .....	88
Nicher repræsenterer forskellige kilder til innovation.....	89
Kræver ny reguleringsmæssig praksis (meta-governance) .....	91
Reintroduktion af virksomheden som innovationdriver .....	91
Acceleration af innovationen gennem innovationslandkort og infrastruktur .....	92
<b>Referencer.....</b>	<b>93</b>
<b>Bilag 1: Niche analyse Lean Construction .....</b>	<b>99</b>
<b>Bilag 2: Nicheanalyse Digitalisering.....</b>	<b>124</b>
<b>Bilag 3: Nicheanalyse Systemleverancer .....</b>	<b>147</b>

## Forord

Denne rapport omkring styrkelsen af dansk byggeris innovationssystem er udarbejdet i et samarbejde mellem Teknologisk Institut, Ingeniør højskolen i Herning (Århus Universitet) samt DTU Management.

Rapporten er struktureret i en hovedrapport med selve analysen af innovationssystemet samt 3 bilag med en detaljeret kortlægning af 3 innovationsområder nicher (Lean Construction, Digitalisering samt systemleverancer). De detaljerede analyser af nicherne er udarbejdet af

- Lean Construction (Mette Henriks, Teknologisk institut)
- Digitalisering (Jan Fuglsig Lambrecht, Teknologisk institut)
- Systemleverancer (David Monrad Handels- og Ingeniørhøjskolen, HIH)

Hovedrapporten er primært udarbejdet af Christian Thuesen fra DTU Management med assistance fra Christian Koch fra HIH, Aarhus Universitet. På trods af opdelingen står alle i projektgruppen bag projekts analyser og anbefalinger.

Christian Thuesen, Danmarks Tekniske Universitet, Management

David Monrad, Handels- og Ingeniørhøjskolen Herning, Århus Universitet

Christian Koch, Handels- og Ingeniørhøjskolen Herning, Århus Universitet

Mette Henriks, Teknologisk institut

Jan Fuglsig Lambrecht, Teknologisk institut

Henriette Hall-Andersen, Teknologisk institut

## Introduktion

Byggeriet kritiseres ofte for at være et traditionsbundet og konservativt erhverv, hvor innovation har svære kår.

Byggeriets konsekvente sammenligning med andre brancher f.eks. i forhold til innovationen er imidlertid problematisk, da byggeriet adskiller sig fra andre brancher ved at være projektorienteret med en markant andel af unika-produktion. Således er det byggeproduktet knyttet til en bestemt lokalitet og design- og produktionsteamet sammensættes på ny til hvert projekt. Denne dynamik gør at innovation foregår i sammenhænge, hvor det er svært at skabe kontinuitet i udviklingen, og mange innovationer når af samme grund ikke længere end til et enkelt projekt. Således viser Thuesen (2006), hvordan branchens virksomheder har meget svært ved at lære fra projekterfaringerne og implementere nye initiativer i praksis.

Konsekvensen er at virksomhederne ikke formår at udvikle sig selvstændigt, men er underlagt en branchemæssig udvikling og regulering, der fastholder virksomhederne i deres eksisterende arbejdspraksis og institutionelle rolle.

Ikke desto mindre foregår der kontinuerligt store og små innovationsprocesser på alle niveauer i byggeriet – fra håndværkerne på byggepladsen til de store udviklingsprogrammer. Dette har afstedkommet en forskningsinteresse for at forstå byggeriets innovation f.eks. Clausen (2002), Simonsen (2007) and Vind and Thomassen (2009).

Mange offentlige, halvoftentlige og brancheinitiativer forsøger at hjælpe byggeriet. Bang et al (2003) tæller op at der er omkring 300 organisationer i byggeriet i en skøn blanding mellem små og store institutioner, der forsøgte at hjælpe branchen. Der er ikke noget der tyder på at der er blevet færre siden da. De opstår når der er nogle komplekse interesser i spil, hvor aktørerne er mere eller mindre uenige. Knopskydning med nye institutioner er en reguleringspraksis, hvor det offentlige sammen med private aktører løser udfordringer med en konsensusorientering, hvor eksisterende institutioner samtidig ikke nødvendigvis nedlægges.

På trods af den store interesse for at stimulere innovationen i branchen er det påfaldende hvor svært innovationsprogrammerne har ved at slå igennem. Clausen (2002) konkluderer i hans analyse af udviklingsprogrammerne, at der behov for en ”kortlægning af innovationsaktiviteten i byggeriet og dens fordeling på strategisk orienteret, programsat innovation henholdsvis uformelle forandringsprocesser i form af problemløsning på byggeprojekter. Hvilket samspil mellem de to grundformer for innovationsdynamik i byggeriet kan identificeres og hvordan kan det udbygges?” (side 13) Samtidig er det relevant undersøge hvordan byggeriets innovationsevne kan accelereres, så byggeriets virksomheder står stærkere i den øgede internationale konkurrence? Samt hvordan branchen kan respondere på nye samfundsmæssige udfordringer som ønsket om at blive et CO2 neutralt samfund i 2050 medfører?

## Formål

Ambitionen med projektet er at kortlægge dansk byggeris innovationssystem og de dynamikker og mekanismer, der er drivende for innovation i byggesektoren. Gennem en analyse og diskussion bidrager projektet med forslag til, hvordan byggeriets virksomheder og policymakers kan agere for at accelerere innovationsevnen.

*Overordnet er formålet lave en analyse af det danske bygge-innovationssystem med det sigte at kunne geare byggeriet til at kunne reagere hurtigere på nye innovationsdagsordener*

Projektet vil således undersøge innovationssystemet og innovationsprocesser og herunder blandt andet diskutere, hvordan innovationssystemet spiller sammen med et en øget internationalisering i byggeriet.

Dette gøres gennem følgende struktur på rapporten der behandler en række hovedtemaer:

- Teori: Her præsenteres det teoretiske litteraturstudie af systemiske forandringsstrategier med et særligt fokus på systemiske innovationsstrukturer samt hvordan forandringsprocesser forløber i relation til disse.
- Metode: Her præsenteres den udviklede metode til analysen af byggeriets innovationssystem
- Analyse: Identifikation af innovationssystemets centrale elementer og analyse af igangværende initiativer i dansk byggeri. Herunder analyse af initiativernes betydning for byggeriet og innovationssystemets udvikling.
- Diskussion: Behandler virksomhedernes rolle i innovationssystemet, samt diskutere innovationssystemets og initiativernes betydning for relationen mellem det danske byggeri og et stigende internationaliseringspres. Dette danner grundlag for en diskussion af den eksisterende og fremtidige policymaking.
- Anbefalinger: Her opstilles en række forslag til, hvordan byggeriets virksomheder og policy-makers kan agere for at accelerere innovationsevnen.



## Teori

Som den primære teoretiske ramme for forståelse af det danske byggeris innovationssystem benytter projektet teorierne om innovationssystemer med specielt fokus på Strategic Niche Management (SNM) og Multi Level Perspective (MLP) samt teknologiske innovationssystemer. I det omfang det er meningsfyldt vil disse teorier blive kombineret med en række andre innovationsteorier som f.eks. innovation-brokers, proces- og produktinnovationer, brugerdreven innovation og ledelseskoncepter (i byggeriet).

### Innovationssystemteorien

Innovationssystemteorien er et bud på hvordan innovationsmønstre kan analyseres og udvikles på brancheniveau (Bergek et al 2008). Teorierorienteringen fokuserer dels for det første på elementerne i innovationssystemets samspil forstået som et netværk (Carlsson and Stankiewicz 1991). Dels for det andet, på hvordan generelle socio-tekniske interaktionsmønstre påvirker udviklingen i en branche (Geels 2005). Carlsson and Stankiewicz (1991) definerer deres teknologiske innovationssystem som:

*“... network(s) of agents interacting in a specific technology area under a particular institutional infrastructure to generate, diffuse, and utilize technology.” (ibid 1991, s. 111)*

Og inkluderer altså firmaer og andre organisationer, netværk og institutioner. Geels med flere ser også hvordan de sociotekniske interaktionsmønstre kan udvikles med henblik på at accelerere innovationsraten, gennem begrebet ”strategisk niche-ledelse” (Geels 2005, 2009 og Schot & Geels 2008).

I byggeriet kunne et eksempel på et systemisk interaktionsmønster være evnen eller tilbøjeligheden at etablere konsortier eller strategiske samarbejder på tværs af værdikæden. Dette er et interaktionsmønster med formentlig afgørende konsekvenser for innovationsdynamikken i branchen.

Et sådant interaktionsmønster er socio-teknisk betinget i den forstand, at det både kan være begrundet i normer, materialer, teknologier, faggrænser, markedsdannelsen osv. Ligeledes kan initiativer, der har til hensigt at udvikle og forandre sådanne interaktionsmønstre også være drevet af både ny teknologi, nye regler, nye materialer, og vil ofte bestå af en kombination af disse.

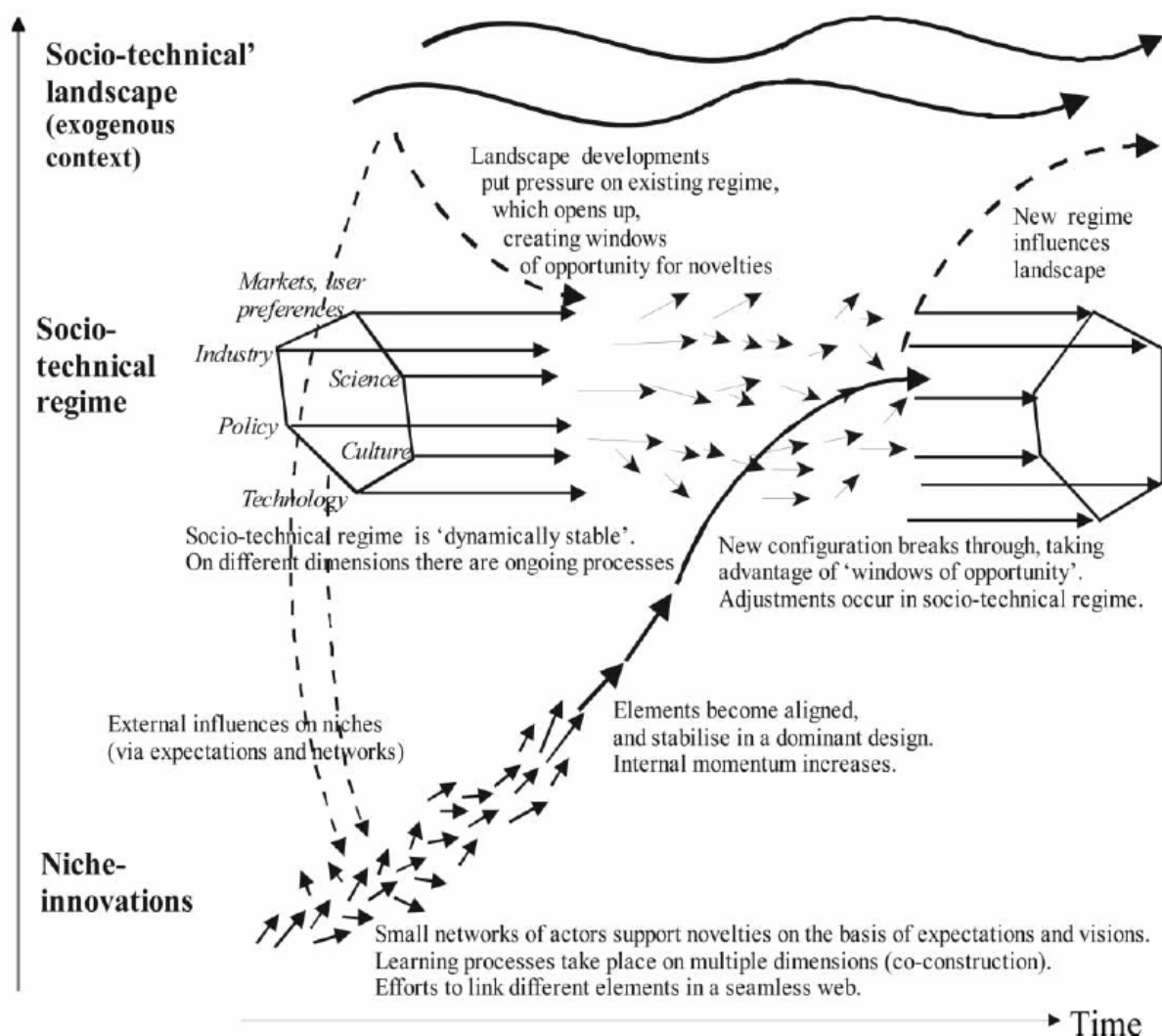
### Niveauer af socio-tekniske interaktionsmønstre

I forsøget på at opbygge en teori for at forstå brancheinnovation skelner Geels (2009) og Geels & Kemp (2007) mellem forskellige typer/kategorier af socio-tekniske interaktionsmønstre.

- Det socio-tekniske landskab: Hele det felt hvori innovation foregår dvs samfundet i al almindelighed. Det inkluderer altså de mekanismer som påvirker/ændrer byggebranchen, men ikke direkte er drevet af branchen selv som f.eks. global opvarmning, Globalisering, Finanskriser, mm.

- Regimer: Det/de fremherskende socio-tekniske interaktionsmønstre der er stabiliseret over tid og som opretholdes ved specifikke institutionelle læreprocesser. I forhold til byggebranchen er dette det altså den eksisterende og dominerende måde at bygge på der er repræsenteret i regimet. Regimerne kan ifølge Geels & Kemp (2009) forstås ud fra en række dimensioner omkring Marked og kundebehov, Videnskab, Kultur, Teknologi, Policy og Industri.
- Nicher: En niche er et socio-teknisk interaktionsmønster der i en vis udstrækning falder udenfor regimet og er inkompatibel med et regimes strukturer og organisering. Nicher kan både relatere sig til et marked (markedsnicher) og teknologier (teknologi niches)

Schor & Geels (2008) forklarer systemiske innovationsprocesser gennem interaktionen mellem disse niveauer som illustreret i følgende figur:



Figur 1: Multilevel perspektiv på transition i et innovationssystem (bl.a. i Schot & Geels 2008, s. 546)

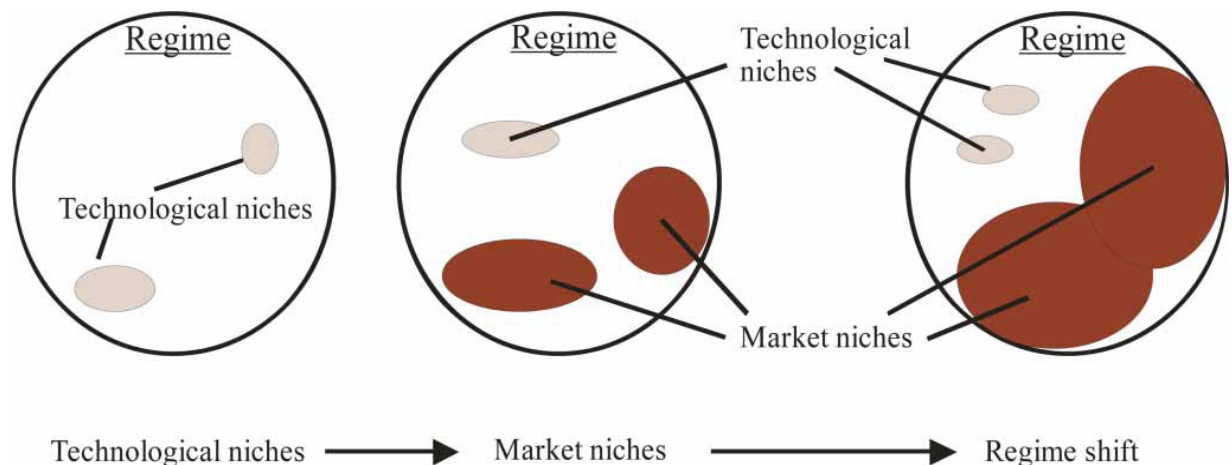
Figuren viser, hvorledes nicheinnovationer under særlige omstændigheder (windows of opportunity) i det socio-tekniske landskab kan medføre en decideret opstrukturering af det eksisterende regime. Det er netop igennem disse processer at en større omstilling af en

branche foregår. Som vi skal se senere var det f.eks. tilfældet i udviklingen af det industrielle byggeri i 60'erne og 70'erne.

### Nicheinnovation

Ifølge Geels og Kemp (2007) har forskere indenfor sociology of technology og evolutionary economics fremhævet vigtigheden af nicher som driver af innovationer, hvorom nye socio-tekniske regimer kan udvikles (Schot 1998 og Livinthal 1998). Nicher fungerer som inkubationsmiljøer for nye ideer og ved at beskytte dem fra det øvrige markeds normale selektionsmekanismer kan de udløse betydelige innovationsprocesser. Nicheerne kan have form af små markedsnicher, der er drevet af andre mekanismer end i det eksisterende regime. Eller de kan være teknologiske nicher, og udviklingen kan være støttet af private eller offentlige midler eller en kombination.

Innovationen i det socio-tekniske landskab kan ifølge Schot & Geels (2008) foregå ved at teknologiske nicher kobles til markedsnicher og igennem institutionelle læreprocesser formår at skabe forandringer. Disse forandringer der potentielt kan føre til regimeskift er skitseret i følgende figur.



Figur 2: Fra nichedynamik til regimeskift (Schot & Geels 2008, 540)

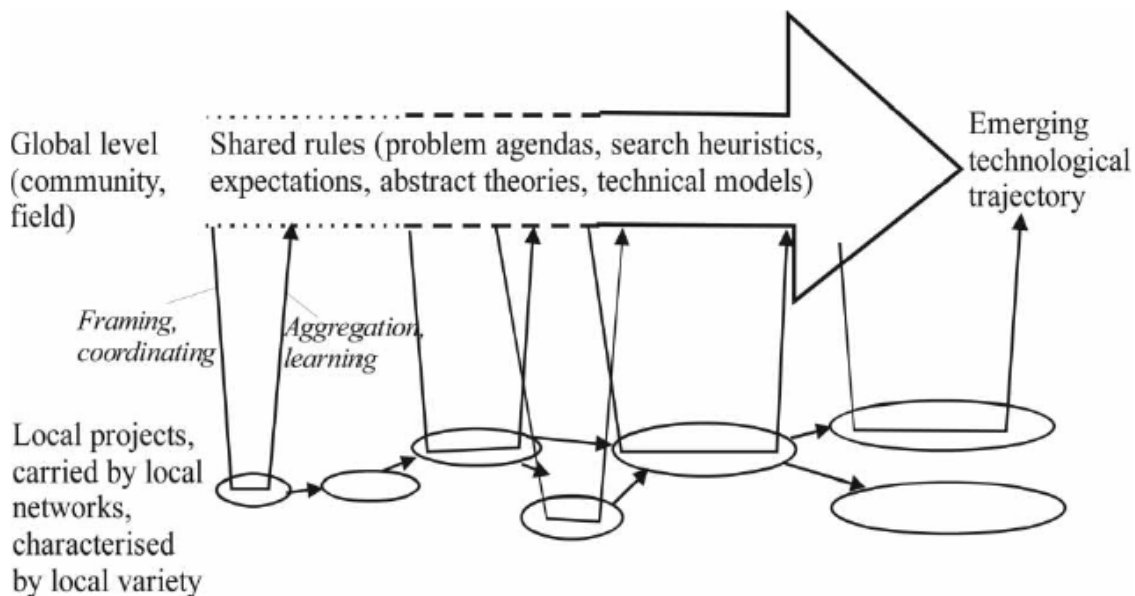
Udfordringen af regimet foregår ved at (1) teknologien modnes i nogle lukkede teknologiske nicher (2) disse tekniske løsninger adresser et markedsmæssigt begrænset behov og (3) gennem væksten af markederne modnes teknologierne yderligere og vinder bredere indpas i hele regimet.

Et vigtigt fundament for udviklingen og modningen af ideer i form af nicher er læringsprocesser og opbygningen af sociale netværk, der supporterer ny innovation og investerer i dens udvikling (Schot et al 1994, Kemp et al 1998 & 2001 og Hoogma et al 2002). Schot og Geels (2008) opstiller følgende centrale elementer i disse udviklingsprocesser (Schot and Geels 2008 side 540):

1. Italesættelse af forventninger og visioner. Disse er centrale for niche udvikling, da de angiver retningen af læreprocesserne, fanger /fastholder opmærksomhed og legitimerer den løbende beskyttelse og stimulering af udviklingen.

2. Opbygningen af sociale netværk. Denne proces er vigtig for at skabe en sammenhængskraft bag teknologien, facilitere interaktionen mellem relevante stakeholders og tilvejebringe de nødvendige ressourcer (penge, mandskab og viden)
3. Egentlige læreprocesser omkring multiple dimensioner som
  - Tekniske aspekter og design specifikationer
  - Marked og kundepræferencer
  - Kulturel og symbolsk mening
  - Infrastruktur og vedligeholdes netværk
  - Industri og produktionsnetværk
  - Regulering og statslige policies
  - Samfunds og miljømæssige konsekvenser

Udviklingen af nicherne igennem disse aktiviteter sker gennem en løbende projektbaseret læring, der over tid danner en bestemt retning / rationalitet som skitseret i følgende figur.



Figur 3: Nichelæreprocesser (bl.a. i Schot & Geels 2008, s. 544)

### Nichernes rationalitet

Netop denne fælles meningstillæggelse virker integrerende for nichen og dens egen forståelse og identitet – en rationalitet der legitimerer aktørernes handlinger selvom de kan være i opposition til det dominerende regime. Jensen et al (forthcoming) forklare denne rationalitet gennem tre gensidigt konstituerende begreber en fortolkende ressource, sektor repræsentation og strategisk orientering. Hermed ønsker de at forklare hvordan et værktøj (den fortolkende ressource), danner et bestemt billede af det eksisterende regime (sektor repræsentation) med en tilhørende praksis (strategisk orientering). Rationaliteten i nichen kan således forklares ved brug af en nøglemetafor, hvor et sæt af problemer (sektor repræsentation) kan låses op med en tilhørende løsning (den strategiske orientering).



Figur 4: Nicherationaliteter forstået som en nøgmetafor

Rationaliteten i nichen sameksisterer med flere alternative designs og teknologiske løsninger, en intern variation, der kan ses som afgørende for nichen læreproces (Schot & Geels 2008)

### Grader af radikalitet

Nicherne repræsenterer imidlertid ikke altid det samme innovationspotentiale. Således opererer Geels og Kemp (2007) med tre forskellige grader af radikalitet reproduktion, transformation og transition som skitseret i følgende tabel (side 445)

	Reproduktion	Transformation	Transition
<b>Involverede niveauer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regime dynamik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pres af den socio-tekniske landskab</li> <li>Adoption of re-orientering i regimet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pres af den socio-tekniske landskab</li> <li>Stigende problemer i regimet og forsøg på re-orientering</li> <li>Ny innovation i nicher som bryder igennem</li> </ul>
<b>Aktørenes rolle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etablerede aktører</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pres fra udefrakommende</li> <li>Etablerede aktører reagerer på presset gennem reorientering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pres fra udefrakommende</li> <li>Etablerede aktører formår ikke at løse regimets problemer</li> <li>Udefrakommende udvikler nye innovationer</li> </ul>

Tabel 1: Innovationspotentiale ved forskellig grader af radikalitet

### Governance

Innovationssystemteoriene er en øjenåbner for det brede samspil i byggebranchens innovationsprocesser og sætter enkeltvirksomhedernes indsats ind en større sammenhæng, herunder også betydningen af offentlige initiativer. Innovationssystemteoriene opfatter imidlertid i vid udstrækning den offentlige policy, styring og regulering som given (gennem regimet, landskabet eller institutioner) og har dermed mindre blik for dynamikken i den

offentlige rolle, herunder hvordan offentlige initiativer udvikles og effektueres. Projektet sammentænker derfor innovationssystemteoriene med teorier om public governance (Torfing 2005, Van Heffen et al 2000). Denne slags nyere politologisk teori anerkender vanskeligheder ved at gennemføre offentlig regulering, der detaljeret styrer en udvikling, herunder innovation i en branche. Governance teorierne understreger i stedet vigtigheden af direkte involvering i reguleringen af de berørte parter. Torfing definerer governance netværk som (Torfing 2005)

*"... networks of actors, such as politicians, administrators, interest organisations, private firms, social movements and citizen groups involved in public governance."*

Van Heffen al (2000) benytter begrebet metagovernance om den overordnede ramme som det offentlige kan sætte for netværksudviklingen. Typisk vil en metagovernance ramme bestå af bløde motiverende elementer, snarere end hårde substantielle direktiver.

Igennem disse teorier vil vi forstå hvordan initiativer bliver til gennem alliancer, forhandlinger og politiske processer mellem institutioner i og udenfor branchen.

Sammenlignes med innovationssystemteorien ala Carlson (Bergek et al 2008) og teorien om sociotekniske regimer og nicher (Geels 2005, Schot & Geels 2008), ses at der etableres en samlet interaktiv forståelse for innovationsprocesser og dynamikker og deres komplekse samspil i netværk og med det offentlige som en integreret del af netværksprocessen, dog med et vist element af udefrakommende interventionsmulighed. Det giver en mulighed for at forstå hvilke parametre governanceniveauet kan "skrue på" f.eks. uddannelse, forskningspenge, mv.

## **Kritik af innovationssystemteorien**

Teorien om sociotekniske innovationssystemer kritiseres ofte for at overvurdere niveauopdelingen i dynamikken i et innovationssystem (Genus and Coles 2008, Latour 2005). "landskabs"-metaforen fryser den overordnede ramme unødigt og antagelsen om adskillelse af niveauer er blevet dementeret af flere af fortalernes egne studier (Schot & Geels 2008). Afstanden mellem landskab, dominant regime og nicher kan overvurderes og den gensidige dynamiske påvirkning kan være betydelig. Nogle dynamikker i innovationssystemet kommer desuden ikke fra nicherne, men fra det dominante regime selv (Geels & Schot 2007). Endelig er Carlson-varianten meget optimistisk i sit syn på muligheden for overordnet styring.

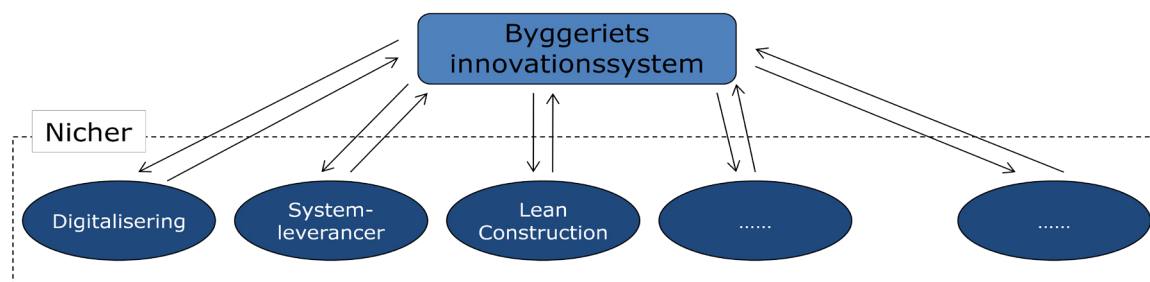
Vi anerkender disse kritikpunkter, men vurderer samtidig at det stadig vil give mening at anvende teorierne til forståelse af byggeriets innovationsdynamikker. Nicheforståelse har således både sine muligheder og sine begrænsninger. I den følgende analyse anskuer vi nogle udvalgte udviklingsområder som nicher. Vi ser således på innovation i byggeriet med et nyt teoretisk perspektiv, der gerne skulle give os nogle nye handlemuligheder.

## Metode

Projektet benytter forskellige metodiske greb, herunder vil de centrale tilgange omfatte kvalitativ sociologisk metode, litteraturstudier, videnhjemtagning, interviews og case-analyser. Vi anerkender at byggeriet er et komplekst heterogent fænomen der er under konstant udvikling og hvor der til stadighed kan findes nye nuancer. Da ambitionen med projektet er at organisere og forstå disse komplekse innovationsprocesser, vil vi ikke alene fokusere på heterogeniteten, men prøve at skabe overblik der kan virke som et grundlag for kvalificeret handling i innovationssystemet. Dette betyder at projektet benytter sig af en konstruktiv men også en delvis reduktionistisk tilgang til forståelsen af byggeriets innovationssystem. Målet er således have blik for flertydigheden af innovationer i byggeriet samtidig med at kompleksiteten reduceres så den bliver produktiv.

Kortlægningen af byggeriets innovationssystem foregår gennem en iterativ proces, hvor vi på baggrund af eksisterende viden om innovationen i byggebranchen, innovationssystemteoriene og governancetilgangen opstiller en analyseramme, der efterfølgende anvendes på udvalgte cases/nicher.

Det eksisterende regime i en branche tillægges stor vægt i innovationssystemteoriene. Det er derfor vigtigt at have en grundig analyse af det eksisterende regime (normaliteten). Vi skal således udfolde, hvad det dominerende regime er – det postmoderne byggeri. Hertil kommer at nicherne i et vist omfang formulerer sig i opposition til det eksisterende regime.



Figur 5: Metode: samspil mellem nicher, innovationsområder og innovationssystem

### Identifikation af nicher

Identifikationen af nicher baserer sig et studie af "innovationsområder". Af disse vælger vi nogen som er eksemplariske og udgør forskelligt innovationspotentiale.

I byggeriet eksisterer der i den studerede periode en række initiativer som i forskellig grad og med forskellige hensigter forsøger at forandre og forbedre branchens systemiske interaktionsmekanismer. Disse omfatter bl.a. (tidsperiode i parentes):

**Byggeriets Innovation:** BI repræsenterer en udviklingsstrategi omkring Systemleverance (SL), der har til formål at accelerere en ny-industrialisering af byggeriet og etablere virksomhedskonsortier på tværs af byggeriets værdikæde (2004-2009)

**Byggeriets Evaluerings Center:** BEC har til formål at etablere et nøgletalssystem, der benchmarker aktørernes performance på en række forskellige parametre, således at de bedste



virksomheders resultater kan sætte udviklings- og konkurrencemæssige standarder for byggebranchen (2002-)

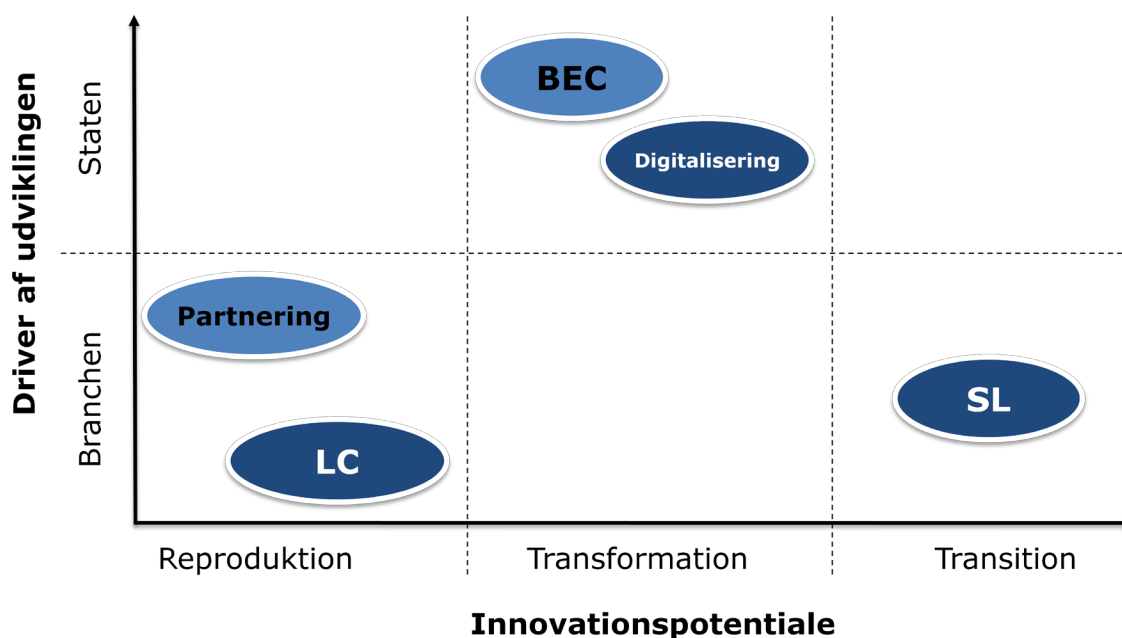
**Det Digitale Byggeri (DDB):** På baggrund af en generel udvikling indenfor digitalisering af byggeriet har DDB har til formål at udvikle en data- og modelstruktur der sikrer en sammenhængende data-anvendelse gennem et byggeris livscyklus. Hensigten er at bl.a. at etablere en bedre kommunikation mellem byggeriets forskellige faser og parter (2003-2007, 2007-2009).

**Lean Construction:** Lean Construction er et produktionskoncept for byggeriet med fokus på at maksimere værdi, minimere spild og skabe flow i byggeprocessen. (1999-)

**Partnering:** Partnering er et ledelses- og organisationskoncept, der har til formål at erstatte en konflikt-orienteret relationsadfærd med en tillids- og en helhedsorienteret samarbejdskultur. (1996-)

**Systemleverancer:** Grundtanken er at byggede produkter burde kunne være masseproducerede og kundetilpassede samtidig, dette gøres via udvikling af grundsystemer, der kan varieres på (2005-)

Hertil kommer en række initiativer der som: Værdiskabende byggeproces, BygSOL, BygLOK og endelig en masse aktiviteter omkring energirigtigt byggeriet som f.eks. netværket LavEbyg og SBIs Green Building Council samt innovationsnetværket InnoByg. De overstående nicher er kategoriseret i nedenstående figur i forhold til deres radikalitet (innovationspotentiale) samt hvem der har været driver af udviklingen.



Figur 6: Udvælgelsen af nicherne

De udviklingsnicher, og -områder vi har valgt at analysere i denne rapport er Lean Construction, Systemleverancer og Digitalisering. Disse er valgt, da de repræsenterer eksemplariske cases på



forskellige grad af innovationspotentiale fra reproduktion til transition samtidig med at de repræsenterer både statslige og privatdrevet udviklingsinitiativer. Vi har altså her valgt at anskue digitalisering som en nicheformation og DDB som en digitaliseringsdynamik heraf.

### Internationalisering

Byggeriet er ikke længere kun et nationalt marked, men et marked, der udfordres af internationale aktører mht. både nye produkter og processer. Der for kan innovationssystemet i det danske byggeri ikke isoleres, men skal sættes i relation til den internationale udvikling (se også Schot & Geels 2008).

Innovationssystemet sætter nogle rammer for byggeriets udvikling som enten åbner nye muligheder eller sætter begrænsninger for byggeriets internationalisering. Dette gælder både i forhold til danske byggevirksomheders muligheder for at agere i udenlandske markeder, men også for udenlandske virksomheders muligheder for at gøre sig gældende i Danmark. For at forstå internationaliserings muligheder og potentialer vil projektet forsøge at kortlægge de innovationssystemets internationale koblinger.

### Empiriindsamling

Grundlaget for analysen i er en indsamling af empiri om de forskellige niches og -områder, samt eksisterende analyser af byggeriet. Hovedvægten i af det empiriske materiale ligger dog primært i forhold til analysen af nicherne. I praksis har indsamlingen af empirien om de forskellige niches foregået på forskellige vis så den tilpasses nichens form f.eks. i en kombination mellem workshops, interviews samt studier af centrale tekster om nichen. Følgende tabel skitserer en oversigt over det materiale nicheanalyserne bygger på.

	Lean Construction	Digitalisering	Systemleverancer
<b>Tekst kilder</b>	Koskela (1992) Simonsen (2007) Thuesen et al(2009) Jørgensen (2006)	Efs (2001) Erhvervsministeriet (2001) Levring et al (2010) Efs (1999) EBST (2003a)	Mikkelsen et al (2005) Vind & Thomassen (2008) Hvam og Mortensen (2007) Beim et al (2009) Hansen (2004) Thuesen and Jonsson (2009)
<b>Interviews</b>	Anni Schmidt (MT Højgaard)	Tage Dræbye (Dræbye Management and Consulting) Jan Karlshøj (DTU.Byg) Peter Hauch, (Implementeringsnetværket) Christian Lerche (Danske Ark.)	Lars Hvam (DTU Management) Anders Thomsen (Center Chef, Ny Industrialisering ved Teknologisk Institut) Mikkel Thomassen (Byggeriets Innovation)
<b>Andet</b>	Workshop med medlemmer fra Lean Construction – DK (september 2009)		Workshop med medlemmer fra industrinetværket.dk (september 2009)

Tabel 2: Oversigt over empirisk materiale

### Analyseramme

Overordnet set baserer analysen af byggeriets innovationssystem sig på tre hovedelementer

1. en analyse af det eksisterende regime
2. en analyse af hvilke overordnede trends der sætter dagsordenen for udviklingen i innovationssystemet
3. samt en analyse af de tre nicher Lean Construction, Det digitale byggeri samt Systemleverancer

Selve analysen af innovationsområderne/nicherne, der er placeret i bilag 1-3, er opdelt i tre hoved områder: en historisk udregning, identifikation af nichens rationalitet samt en uddybende beskrivelse af nichens organisering i forhold til en række parametre.

### Et Historisk Perspektiv

Ifølge Schot og Geels (2008) er en niches udvikling afhængige af sociale netværk og aktørernes interaktion. Hver niche indeholder derfor indledningsvist en historisk oversigt, som har til hensigt at afdække de mest markante milepæle for nichen over de senere år. Det historiske perspektiv beskriver centrale aktører, netværk, projekter mv. som har haft væsentlig indflydelse på udviklingen, deres interesser, interne relationer, samt deres input til nichen (økonomisk, menneskelige, ekspertise mv.).

### Rationalet

Beskriver rationaliteten og forståelsesrammen bag nichen. Afsnittet indeholder en beskrivelse en kerneforståelse af rationalet – altså hvordan nichen ser sig selv i bred forstand? Afsnittet diskuterer efterfølgende, hvordan aktørernes differentierede forståelse af nichen er – altså hvordan adskiller aktørernes forståelse sig fra hinanden og hvilke konsekvenser har det for nichens udvikling?

### Parametre

Denne del af analysen har til hensigt at forstå, hvordan nichen forholder sig til det nuværende regime og omvendt? Analysen er baseret på MPL parametre i det socio-tekniske regime, som beskrevet nedenfor. Iflg. Geels er parametrene internt afhængige, hvilket betyder at hvis en parameter ændres kan det have affekt på de andre. Derfor er der gennem analysen også flere henvisninger til andre parametre.

Teknologi	Fokuserer på nichens teknologiske grundlag. F.eks. hvordan anvendes IT i nichen? Hvordan produceres huset (Fabrik eller byggeplads)? Dækker desuden over teknologi som en udviklingsproces. Hvilke aktører hæmmer/driver den teknologiskudviklingen (byggherren, arkitekten, det offentlige)? Er virksomhederne tilstrækkeligt organiseret til at drive teknologiske udvikling?
Industri	Fokuserer på hvordan nichen forholder sig til den eksisterende organisering i byggeriet, i forhold til professioner, virksomheder, interesseorganisationer, organisering af værdikæden, mm.
Markedet	Er karakteriseret ved hvilke nye markedsmuligheder opstår i nichen? Hvilke nye/eksisterende behov opfylder nichen (pris, kvalitet, leveringstid mv.)? Hvad kendetegner de producerede produkter?

Kultur	Indebærer hvordan den eksisterende kultur, værdier, traditioner, processer, strukturer mv. indvirker på nichens udviklingspotentiale. Fx Hvordan er magt balancen mellem aktørerne? Fokuser man på kortsigtede eller langsigtede mål? Hvordan er relationerne mellem aktørerne?
Policy	Dækker over lovgivning, standarder, normer mv. som influerer (positivt/negativt) på nichens udvikling. Her er EBST og EU centrale spillere, men også byggebranchen og nichens egen politikker indgår her, samt målsætninger, visioner ol. Fx kæmper byggebranchen aktivt mod/for udbredelsen - Hvordan? Er der fælles mål i nichen? Hvilke mål har regimet? Er målsætninger centralt/decentralt bestemt? Bør der defineres nye standarder?
Forskning og Uddannelse	Dækker over hvilke forsknings- og uddannelsesinitiativer er igangsat. Hvem støtter initiativerne? Hvor langt er udviklingen af nichen? Hvilke rationaler/forståelsesramme er fremherskende i blandt videninstitutionerne? Hvor udbredt er nichen på uddannelserne? Er der forskel på hvilke videninstitutioner som er involverede i udviklingen (ingeniører, håndværkere, arkitekter mv)?

De overordnede resultater af nicheanalyserne i bilagene er behandlet i hovedrapporten umiddelbart efter præsentation af de trends og samfundsmæssige strømninger som påvirker byggeriet. Her gives et kort resume af hver enkelt niche i forhold til (1) Nichens historiske udvikling, (2) Nichens bærende ide -rationalitet, (3) nichens kendetegn samt (4) et kort eksemplarisk eksempel.

Efterfølgende sammenholdes nicherne internt i forhold til:

1. Rationaliteten – Hvordan ser nicherne på sig selv og det eksisterende regime?
2. Aktørroller – Hvem driver udviklingen af nichen?
3. Innovation – Hvad er nichens innovationskarakteristika og potentiale?
4. Adoptionsforhold – Hvor moden er nichen i forhold til social, teknologisk og økonomisk modenhed?
5. Ressourcer – Hvilke ressourcer trækker nichen på?
6. Potentialer og udfordringer

Herefter sammenholdes nicherne med det overordnede regime i forhold til parametrene omkring Teknologi, Industri, Marked & Kunder, Policy, Kultur samt Forskning og Uddannelse.

## Analyse af byggeriets innovationssystem

I dette kapitel analyseres byggeriets innovationssystem. Baggrunden for denne kortlægning er en beskrivelse af det eksisterende regime, hvorefter en række samfundsmæssige trends udstikkes. Herefter analyseres udviklingsområderne Lean Construction (LC), Digitalisering (DDB) og Systemleverancer (SL) som nicher. Analyserne sammenfattes afslutningsvis i en tværgående analyse, der samtidig danner grundlag for den efterfølgende diskussion.

### Det eksisterende regime

Byggeriets eksisterende regime, er et resultat af en udviklingsproces gennem flere generationer. Derfor er det vigtigt at have et historisk billede denne udvikling for at forstå de teknologier, organisationsformer og udviklingstendenser der er fremherskende i byggeriet i dag. Vi vil derfor kort analysere den historiske udvikling af byggebranchen med udgangspunkt i innovationssystemteorien. Analysen er bygget op omkring 3 vigtige perioder i byggeriets historie, der har været kendetegnet som værende tre væsentligt forskellige regimer. Disse tre perioder kan populært beskrives som.

- Det "præmoderne" byggeri (byggeskik og håndværkspraksisser)
- Det moderne byggeri (Rationalisering)
- Det postmoderne byggeri (forhandling)

Analysen vil vi kigge nærmere det der konstituerede de forskellige regimer i periodernes samt kortlægge de mellemliggende regimeskift. Analysen tager udgangspunkt i en foucauldiansk analyse af byggeriets udvikling gennemført af Stefan Christoffer Gottlieb (Gottlieb 2010) samt en analyse af de sidste 25 års udvikling af byggeriet ud fra et perspektiv omkring synet på byggeri (Thuesen, Gottlieb og Jensen 2009).

### Det præmoderne byggeri (Byggeskik, praksisser og sammenhængskraft)

Den først periode vi vil se på er perioden op til 2 verdenskrig. Over et tidsrum på flere hundrede år udvikles en række håndværkstraditioner og en organisering, der eksisterer den dag i dag.

#### Organisering

##### Teknologi

De byggetekniske materialer der blev udviklet og anvendt i denne periode var træ fra starten af det 11 århundrede, mursten og tegl vandt indpas i den 15-16 århundrede og sidenhen materialer som kobber og glas.

##### "Industrien"

Udviklingen af nye materialer til byggeriet blev til i en tæt kobling med nye håndværkstraditioner. Materialet og håndværket udvikledes i en gensidig proces, hvor håndværkerne lærte materialet at kende og udviklede og forfinede deres praksis i samspil med materialiteten. Det var således i denne periode at mange af de håndværksmæssige traditioner som vi kender i dag som tømrer, murer og glarmestre opstod. Omkring disse håndværk opstod fællesskaber – lav, hvor mestrer i faget satte dagsordenen for håndværket (Epstein 1998).

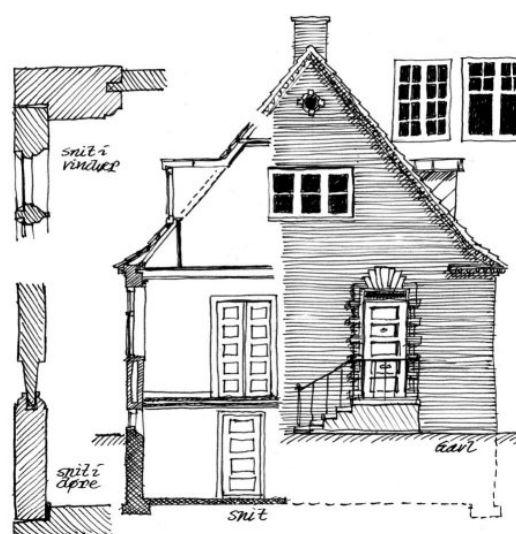
Disse lav udvikles sig med tiden til fagforeninger, der fik en meget stor magt. Så stor at arbejdsgiverne også begyndte at organisere sig i arbejdsgiverforeninger.

### Markedet & kunder

Uviklingen af materialerne var i udgangspunktet drevet af større byggerier som f.eks. kirke, mens de først senere fandt anvendelse for den bredere befolkning. Som eksempel er bl.a. mursten allerede blevet brugt i de 15 århundrede, men det blev først brugt i det 17 pr hundrede i boligbyggeri, hvor det afløste træ som det primære byggemateriale (Burkal og Jensen 1978).

Med udgangspunkt i tegl som det primære byggemateriel blev byerne udbygget som følge af urbaniseringen, i det vi i dag kender som brokvarterene der typisk ligger uden for voldene af den oprindelige middelalderby. Bygningerne var imidlertid ikke altid af særlig høj kvalitet.

Netop på grund af den manglende kvalitet startede en gruppe af arkitekter en ny periode i dansk byggeri fra 1915-1965 benævnt Bedre byggeskik. Målet hermed var at forbedre dansk byggekultur gennem simple huse af gode tekniske løsninger udført af kompetente håndværkere og kunstnere. Det er fra denne periode vi kender byggeforeningshusene og muremester villaerne fra. Denne stilart oplever i dag en genopblomstring dels markeds-mæssigt, men også symboliseret ved bygningen af Bispebjerg Bakke som et forsøg på at genopfriske de gamle klassiske håndværk.



Figur 7: Præmoderne byggeprincipper

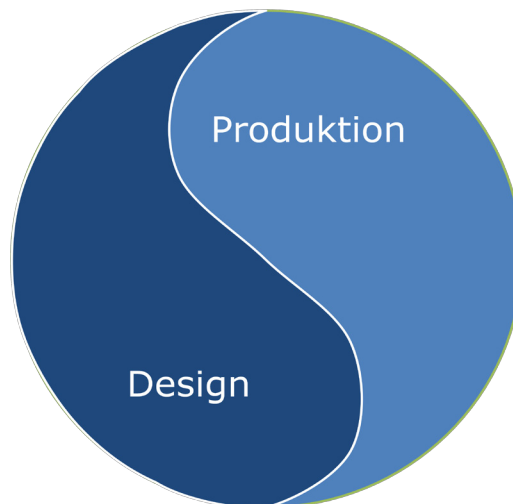
### Policy

Opbygningen af lav omkring håndværkerne var fra starten en af de første reguleringsmekanismer, men de udøvede kun deres indflydelse indenfor et fag. Først senere kommer der en egentlig statslig regulering, da licitationer i 1790 blev gjort lovpligtige. Men det var først i 1915 at den første direkte regulering af byggeriet finder sted da ministeriet for offentligt arbejde udsteder et nyt "Almindelige Betingelser for arbejder og leverancer" der også omfatter byggeriet.

### Kultur

En vigtig del af organiseringen i fagene var de kulturer der opstod omkring dem i form af fagfællesskaber. igennem disse kulturer som vi også kender i dag udvikles fagfeltet gennem mesterlæreprincippet, hvor nye svende ved at følge en erfaren håndværker oplæres gennem sidemandens læring i en proces, hvor de gradvis socialiseres ind i fællesskabet i takt med at de overtager og mestrer håndværket. Denne løbende reproduktion blev samtidig tilføjet gennem input fra en trafik af uddannede svende der gik på valsen og dermed spredte viden om faget. (Burkal og Jensen 1978)

I disse kulturelle læreprocesser tilegnes ikke alene fagtekniske viden, men også kulturelle normer værdier og dermed også ledelseskompetencer. Konsekvensen er at ledelse og håndværket er en integreret del af sammen praksis og dermed umulig at separere. På sammen måde var der ikke en skarp skelnen med designet og udførelsen. Egentlig er hele distinktionen men design og udførelse først noget der er kommet senere. Figuren nedenfor forsøger at illustrere dette.

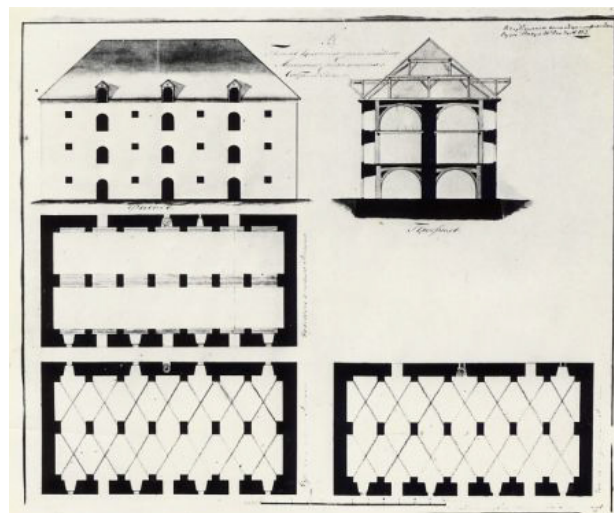


Figur 8: Forholdet mellem design og produktion i det pramoderne byggeri

### Forskning og uddannelse

Netop mesterlære principperne sikrer overførsel af viden fra mester til svend og fra design til produktion. Karakteren af denne viden er at den er tavs og kropslig og ikke er umiddelbar kommunikerbar.

Denne integration mellem design og udførelse blev muliggjort ved at bygmestrene der havde kompetencen til at designe byggeri, selv havde en håndværksmæssigbaggrund – præmissen for at få lov til at designe byggerier var altså at man selv kunne håndværket. På den måde sikrede man at designet reelt kunne realiseres gennem de eksisterende praksisser.



Figur 9: Præmoderne tegningsmateriale

Dette skal ses i lyset af at det ikke var planer og detaljeret tegninger der sikrede overførsel af viden. Dette ses bl.a. af det ofte meget begrænset tegningsmateriale der blev brugt i forbindelse med byggerierne. Således kunne langt de fleste byggerier bygges med et grundoversigt samt et facadesnit som illustreret på figuren ved siden af.

Fortolkningen af dette sparsomme tegningsmateriel blev muliggjort af en tavs og kropslige viden, der bl.a. var forankret i form af tommelfingerregler (som f.eks.  $2 \times \text{trin} \text{ højde} + \text{trinlængden} = 2 \text{ fod}$ ).

Senere (samtidig med udviklingen omkring bedre byggeskik) blev gode løsninger samlet og den del af et alment teknisk fælleseje... og samtidig en egentlig en del af reguleringen.

### *Eksempel: Notre Dame*

Et eksempel på et byggeri, der illustrerer principperne i denne periode er bygningen af Notre Dame. Denne kirke blev bygget over en trediveårig periode af mindst ni forskellige bygmestre”, i 29 forskellige etaper og med 13 større designmæssige ændringer. Vel at mærker uden en overordnet designer (Turnbull 1993, 318-319).



Ifølge Turnbull fungerer det præmoderne byggeri som f.eks. katedraler som et laboratorium.

1. Hvor byggerierne tog form af en serie af store forsøg, der mere havde karakter af eksperimenter end at være designet.
2. Hvor lokal, tavs ”messy” viden og praksisser fra forskellige fagtraditioner transformeres gennem fælles arbejde til et færdigt sammenhængende resultat.
3. Hvor der fandt en social transformation sted i spændingsfeltet mellem maskiner, instrumenter, kompetencer, teknikere, teori, råmaterialer og sociale relationer

### *Opsummering: Byggeskik, praksisser og sammenhængskraft*

En række af de centrale elementer, der konstituerede de præmoderne byggeri er skitseret i følgende tabel

Dimension	Karakteristika
<b>Teknologi</b>	Træ (1100), Tegl (15-1600)
<b>Industri</b>	Håndværkstraditioner udviklet omkring materialer, disse udvikles til decideret fagforeninger samt efterfølges af en organisering af arbejdsgiverforeninger
<b>Market/kunder</b>	Kirker som drivere af udviklingen af nye praksisser. Stor bolig efterspørgsel i forbindelse med urbaniseringen medfører opbygning af brokvartererne.
<b>Policy</b>	Meget svag statslig regulering i starten, men gradvist tog staten mere og mere over. Bl.a. med indførslen af krav om licitationer og ”Almindelige Betingelser for arbejder og leverancer”
<b>Kultur</b>	Udvikling af stærke kulturer omkring håndværkene. Professionalisering af håndværket skete gennem mesterlæreprocesser. Af samme årsag er begreber som design, udførelsen og ledelsen en del af praksissen og kulturen omkring faget.
<b>F&amp;U</b>	Tavs og kropslig viden, tommelfingerregler, begrænset anvendelse af tegninger.

Tabel 3: Det præmoderne byggeregime



## **Det moderne byggeri (Standardiseret og rationelt byggeri)**

Udviklingen af det moderne byggeri skal ses i konteksten af en grundlæggende samfundsmæssig ændring.

### *Samfundsmæssig udvikling*

Perioden i efterkrigstiden til midten af 70'erne var kendetegnet ved en stigende tilflytning fra land til by. Som følge heraf opstod en akut mangel på boliger. I 1946 manglede der ca. 50.000 boliger og der var registreret 4000 hjemløse familier alene i København. Da nytilflytterne samtidig var ufaglærte og havde det svært ved at finde jobs, var arbejdsløshed blandt ufaglærte 36% i 1941.

Behovet for nye boliger var så stort at det ikke kunne håndteres af den eksisterende byggepraksis, hvor der bl.a. var mangel på kvalificeret håndværkere. Der var således et udpræget behov for at gentænke byggeriets teknologi, praksisser og organisering.

Den samme periode var i efterkrigstiden påvirket af en stigende optimisme og tro på fremtiden, baseret på det moderne gennembrud indenfor kultur, videnskab, arkitektur, teknologi osv. En vigtig del af denne udvikling var den videnskabelige revolution, der inspirerede udviklingen af scientific management (f.eks. Taylor 1912), der gennem massive effektivisering af industrien muliggjorde en generelt velstandsstigning bredt i samfundet.

### *Niche innovation (beton teknologi)*

Parallelt med det moderne gennembrud vandt beton større og større udbredelse som nicheteknologi i byggeriet. Mens boligmarkedet var organiseret omkring de klassiske håndværk som murer og tømrer, adresserede betontechnologien fra 1920'erne andre markeder f.eks. broer, jernbaneanlæg, havneanlæg og andre store infrastrukturprojekter (Andersen 2005, Idorn 1997).

### *Organisering af den moderne byggeri*

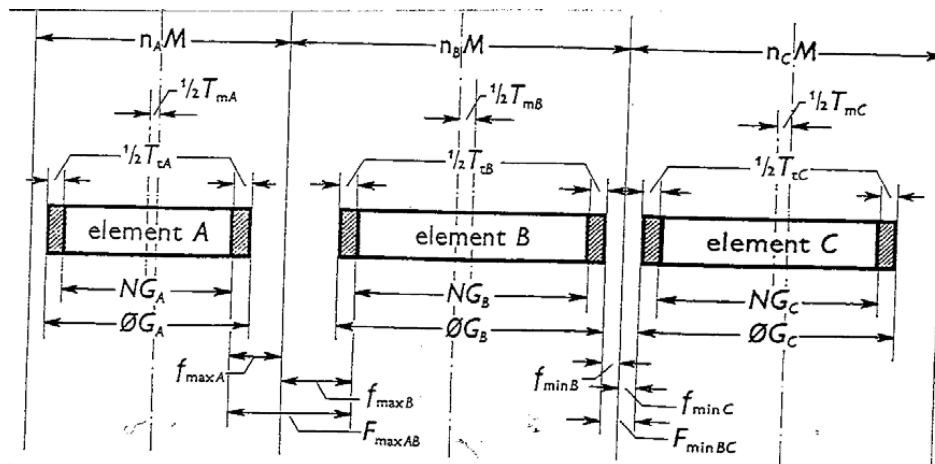
Eksistensen af en række store samfundsmæssige udfordringer samt en modnet betontechnologi skabte rammerne for et regimeskift i byggeriet. Præmissen var at man havde steder at bygge, folk til at bygge og materialer til at bygge med.

### **Teknologi**

Med introduktionen af beton i byggeriet, blev et nyt materiale for alvor introduceret i byggeriet og dermed en del af – for ikke at sige det primære byggemateriale.

Det var imidlertid ikke kun på materialefronten, der skete ændringer. Inspireret af scientific management opbyggedes systemer for standardisering af produkter og komponenter som f.eks. betonelementer. Det af sted kom – i modsætning til tommelfingerreglerne i det præmoderne byggeri – et stort fokus på præcision og tolerancer og måling blev vigtigt som illustreret i følgende figur.

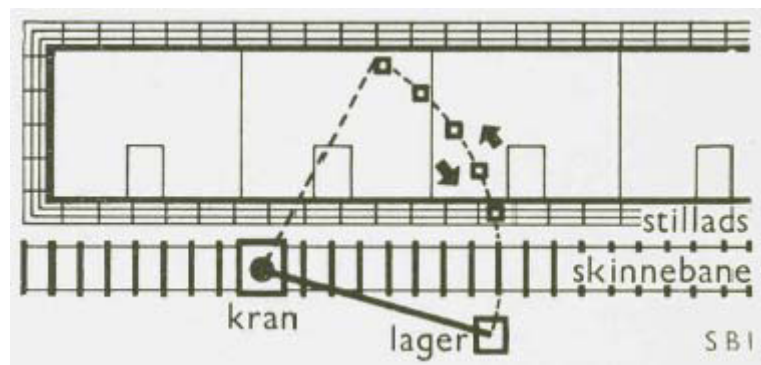




Figur 10: Tolerancer

Scientific management inspirerede også til en fundamental opdeling mellem design og udførelse, symboliseret ved fasemodel som "modellen", der skaber overblik og knytter det rationelle byggeri sammen, gennem entydighed og transparens. Dette medførte tillige at tegninger og dokumentation fra at have spillet en perifær rolle i det præmoderne byggeri blev vigtig for at kommunikere designmæssige beslutninger. Alle beslutninger om designet skulle nemlig træffes i designfasen.

Endelige betød fokuseret på industrialiseringen af byggeriet at byggeprocessen blev genstand for en mekanisering f.eks. gennem brug af kraner. Kranerne var nødvendige for at kunne montere de tunge betonelementer, men konsekvensen blev samtidig at designet af boligerne blev optimeret i forhold til de teknologiske begrænsninger kranerne havde. Resultatet var at boliger blev designet så de fulgte sporene til kranen – kransporsbyggerier (illustreret i figuren nedenfor).



Figur 11: Kransporsbyggerier

### Industri

Også den eksisterende organisering i byggeriet undergik store forandringer i denne periode. Dette var bl.a. tilfældet i introduktion af ufaglært arbejdskraft i byggeriet. De blev organiseret i store entreprenørvirksomheder med tilhørende betonelementfabrikker for at sikre effektive leverancekæder. Samtidig opstod planlægningsingeniøren som profession, der skulle have det store overblik over byggeriet fra designprocessen.

### Market/kunder

Markedet var som førnævnt boliger for den voksende befolkning i byerne – et kæmpe marked. I 1945 skønnede Indenrigsministeriets byggeudvalg, at der i perioden indtil 1976 skulle bygges godt 1,5 mio boliger (Indenrigsministeriet 1946), en vurdering der efterfølgende viste sig at være i underkanten. Således estimerede Ølgaardrapporten i 1988 at behovet nærmere havde været i godt 2 mio. (Bertelsen 1997).

### Policy

Centrum for udviklingen af det moderne byggeri var en stærk statslig indgriben i branchen gennem regulering. Startskuddet var i 1947 med oprettelsen af det første ministerium ”Byggeri og boligvæsen” med byggeri om ressortområde. Ministeriet satte med en stærk central lovgivning (en government strategi), en udviklingsdagorden gennem en lang række love og regler som f.eks. Fast tid/pris cirkulæret i 1960. Med dette blev totalentrepriser introduceret som den primære entrepriseform for det moderne byggeri.

### Kultur

Også kulturelt set sket der ændringer. Med introduktionen af planlægningsingeniøren blev byggeriet akademiseret. Fra at byggeri tidligere havde haft en tæt kobling mellem hoved og hånd, gennem det symbiotiske forhold mellem design og produktion blev designet og produktion klart adskilt som vi kender fra den udprægede brug af fasemodeller og som illustreret i følgende figur



Figur 12: Separation mellem design og produktion

Centralt for industrialisering af byggeriet var at man anså byggerier som noget standardiseret på baggrund af opfyldelse af generelle menneskelig behov for boliger til ”masserne”. Dette er symboliseret ved det arkitektoniske credo ”form follows function” formuleret af den Amerikanske arkitekt Louis Sullivan (Sullivan 1896). Dette var med til at udvikle myten om det standardiserede byggeri, der gjorde byggeprocessen gennemsigtig, med mulighed for at overskue den fra et punkt (hos planlægningsingeniøren), hvorved det blev muligt detaljeret at planlægge byggeriet fra start til slut.

### Forskning og uddannelse

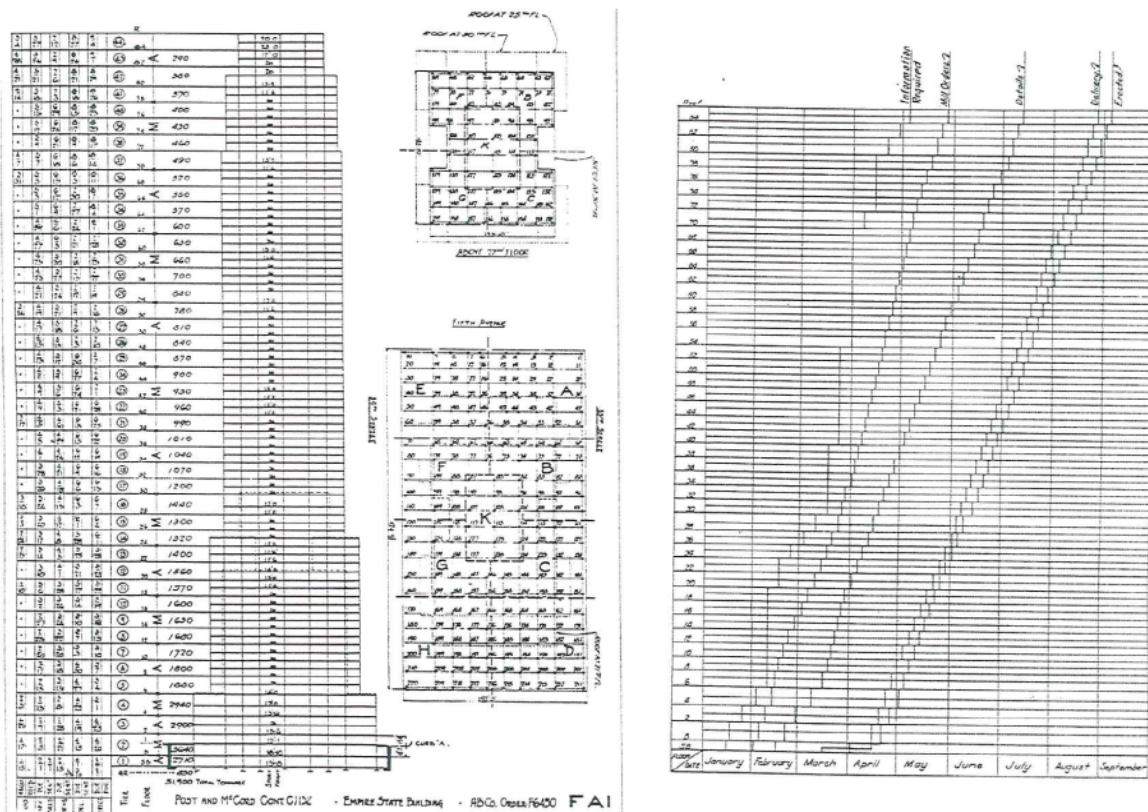
Udviklingen af det moderne byggeri blev drevet af en videnskabeliggørelse af byggeriet med inspiration fra Scientific management. Således skulle systemet understøttes gennem forskning og uddannelse af planlægningsingeniøren baseret på en boglig og teoretisk uddannelse. Til dette formål oprettedes statens byggeforskningsinstitut (SBI).

### Eksempel: Empire State Building

Et af klassiske eksempler på moderne byggeri som ofte bliver nævnet f.eks. i forbindelse med diskussioner omkring effektivisering af byggeriet er Empire State Building. På blot 18 måneder blev denne bygning realiseret fra skitseprojekt til indvielse.



Produktionen foregik efter principperne omkring samlebåndsarbejde blot med den væsentlige forskel at det var arbejderne der bevægede sig i forhold til bygningen (produktet) og ikke produktet, der bevægede sig i forhold til arbejderne som det var ellers var kendt fra bilindustrien. Denne planlægningsmetode som går under det navnet Cyklogram planlægning (Line of balance) er vist nedenfor i forhold til planlægningen af Empire State Building. Læg specielt mærke til hvordan den planlægningsform udover at håndtere tidsaspektet (horisontalt) også inkludere lokationen (vertikalt).



Figur 13: Planlægningen af Empire-state building

Dette kombineret med et stort fokus på at planlægge og kontrollere arbejdet i forhold til tilvejebringelse af materialer og arbejdere på det rette sted og tidspunkt, muliggjorde produktionen en etage om dage samt at de bærende konstruktioner blev færdige på blot 4,5 måneder – en præstation der er svær at gentage i dagens byggeri.

### Opsummering: Standardiseret og rationelt byggeri

En række af de centrale elementer der konstituerede det moderne byggeri er skitseret i følgende tabel.

Dimension	Karakteristika
<b>Teknologi</b>	Beton (beton elementer), standardiserede produkter, fase-model, præcision og tolerancer, mekanisering, kraner, cyklogramplanlægning
<b>Industri</b>	Ufaglært arbejdskraft, planlægningsingeniører, storentreprenører og betonelementfabrikker
<b>Market/kunder</b>	Boliger (standardiserede)
<b>Policy</b>	Stærk regulering (government), Første ministerium, licitationsmodeller, totalentreprise
<b>Kultur</b>	Akademisering, Adskillelse af ledelses og håndværk og design og produktion. Myten om byggeri som noget standard
<b>F&amp;U</b>	Akademisering, Inspiration fra scientific management. SBI oprettes

Tabel 4: Det moderne byggereregime

### Det postmoderne byggeri (samarbejde og forhandling)

Efter at behovet for boliger var blevet dækket, var der ikke længere et centralt samfundsmæssigt problem der skulle løses. Samtidig skete der en udvikling på samfundsmæssigt og græsrodsniveau, der gradvist nedbrød det moderne byggereregime og overtid udviklede sig til et postmoderne regime. Et skift baseret på myten om det unikke byggeri som skitseret i følgende tabel (Thuesen et al 2009).

	Standardized		Unique
<b>Societal frame</b>	Modern	▶	Postmodern
<b>Timeframe</b>	1900 – 1970	▶	1980 ->?
<b>Driver of identity</b>	Classes	▶	Individualism
<b>Architectural credo</b>	Form follows function	▶	Form follows fiction
<b>Perceived nature of the process</b>	Similar - complex	▶	Complex - Chaotic
<b>Production paradigm</b>	Mass production	▶	Individual Customization
<b>Value chain</b>	Integrated	▶	Fragmented
<b>Vehicle for realization</b>	Prefabrication	▶	Project
<b>Management paradigm</b>	Scientific Management	▶	Project management
<b>Cost</b>	Low	▶	High
<b>Implementation of Lean</b>	Long term planning (Line of Balance)	▶	Short term planning (Last Planner System)

Tabel 5: Forskellen mellem moderne og postmoderne byggeri set i lyset af forskellige myter

Tabellens indhold vil blive forklaret igennem den følgende analyse.

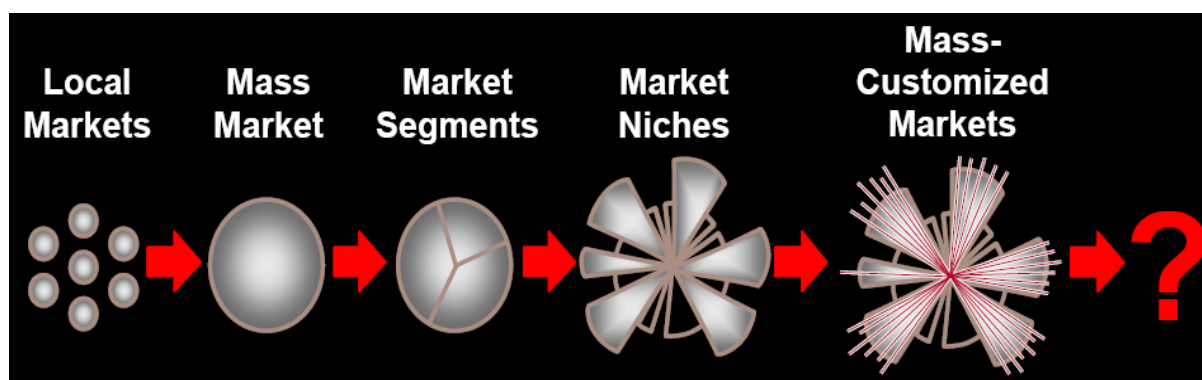
### Samfundsmæssig udvikling

Bang et al. (2001) opsummerer de centrale samfundsmæssige ændringer, der satte rammerne for skiftet fra det moderne til det postmoderne byggeri i tabellen nedenfor (s. 155).

1950-1973	1973-mid 1990s
Expansive economy (continuous growth periods)	Contractive economy (frequent crises)
Keynesianism, subvention economy	Neo-liberalism, market as driving force
Active, radical state intervention	Re-active, adaptive state intervention
National regulation frameworks	National deregulation, globalisation
Scarcity of skilled manpower resources	Scarcity of natural resources
Fulfilment of basic social and material needs	Fulfilment of spiritual demands
Industrialisation as mass production	Consumer oriented production, service society
Collectivism, conformity	Individualism, flexibility

Tabel 6: Forskellige samfundsmæssige trends under det moderne og postmoderne byggeri

En af de fundamentale udviklingstrends var skiftet i identitetsopbyggelse, fra at man i 60-70'erne opbyggede sin identitet i forhold til en sociale klasse blev individualitet en vigtig identitetsdriver. Det har haft store konsekvenser for den generelle markedsudvikling som skitseret i følgende figur (Davis 1987 og Pine 1993)



Figur 14: Markedsudvikling

Figuren viser udviklingen fra et landbrugssamfund karakteriseret ved små lokale markeder, til et industrielt baseret samfund med tilhørende massemarked og efterfølgende den gradvise individualisering der fra af 60'erne og frem betød at kunder begyndte at efterspørge kundetilpassede produkter. Denne blomstrende individualisme sås også i byggeriet, hvor der kølvandet på 68-oprøret opstod græsrodsbevægelser for mange forskellige typer af boformer. Konsekvensen var at der ikke længere var "et" marked for standardiseret byggeri, men mange der gerne ville sætte deres eget præg på deres bolig.

### Niche innovation (arkitektur)

Denne samfundsmæssige strømning blev fanget af flere arkitekter, der gjorde oprør mod den det modernismens hårde og kantede former (Boxenbaum and Daudigeous 2007). Arkitekterne ville ikke længere bygge i solide firkanter og rette vinkler med et fokus på simple og velkendte former. De ville bruge de forme, farver og linjer de havde lyst til gennem inspiration fra historien



og forskellige kulturer i den voksende globale verden. I denne nye postmoderne strømning udfordrede arkitekter som Bernard Tschumi, Jean Nouvel og Frank Gehry, Le Corbusier's ideer om det moderne byggeri og under Tschumis arkitektoniske credo 'form follows fiction' udvikledes arkitektonisk praksisser, der fokuserede på at producere byggeri som var kontekstafhængig og individuel. Resultatet var at byggeri kom til at handle om at skræddersy unikke bygninger til hver enkelt kundes/bygherres individuelle behov og unikke placering. Fra at have været organiseret omkring et Mass Production paradigme i det moderne byggeri, kan det postmoderne byggeri kendetegnes som værende Individual Customization (Thuesen et al 2009).

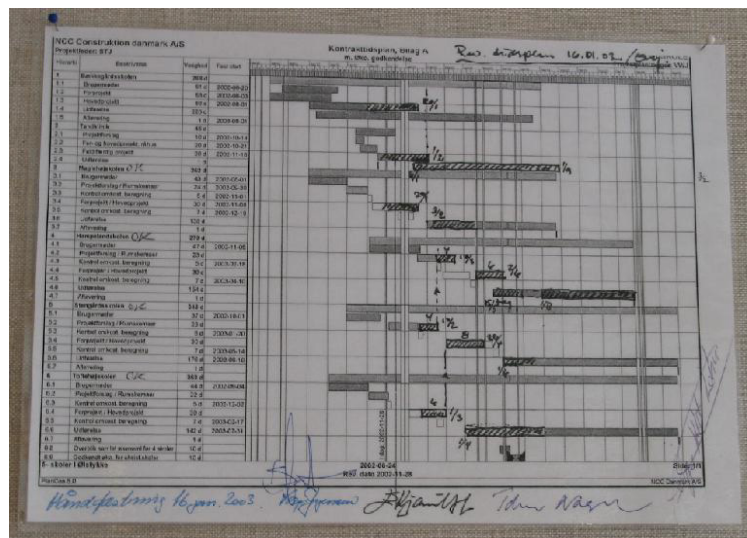
## Organisering

Vi vil i det følgende se nærmere på hvordan denne udvikling har slået igennem i organiseringen af det postmoderne byggeri.

## Teknologi

På den teknologiske front har det postmoderne byggeri været kendetegnet af eksplosion af nye byggematerialer og tekniske og komplekse løsninger, der kan understøtte realiseringen af kundes unikke behov. Konsekvensen er en stadig stigende kompleksitet i byggeriet. En af strategierne for at håndtere denne kompleksitet har været adoptionen af informationsteknologi, som f.eks. CAD og projektweb. Men også sociale teknologier omkring nye samarbejdsformer har været anvendt for at håndtere kompleksitet gennem dialog.

Dette er illustreret i tidsplanen i til højre, der ikke er så detaljeret som den der blev præsenteret i casen for Empire State Building (Figur 13). Til gengæld er den signeret af alle projektlederne fra de deltagende virksomheder som følge af at den eksisterende tidsplan ikke kunne holde og der derfor var behov for at skabe commitment om en nye tidsplan.



Figur 15: Signeret tidsplan

## Industri

Også organiseringen af industrien har været genstand for ændringer i det postmoderne byggeri bl.a. i kraft af nye roller byggeriet som f.eks. bygherrerådgivere. I modsætning til det moderne byggeri, hvor det var entreprenørerne der havde kundekontakten med den professionelle bygherre (staten), sider entreprenørerne i dag sjældent med den første kundekontakt. Den rolle varetages i det postmoderne byggeri primært af arkitekten, der afdækker kundens behov og specialdesigner et byggeri til vedkommende.

Denne udvikling satte de store entreprenører under pres, hvilket betød et frasalg af deres materialeproducerende led samt opkøb fra udlandet som f.eks. NCCs opkøb af Rasmussen &

Schiøtz. Men internationaliseringen er også gået den anden vej ved at rådgivere og arkitekter er begyndt at orientere sig mod internationale konkurrencer og opbygger kontorer i udlandet. Hertil kommer at de store entreprenører i dag begynder at fokusere på internationalisering af indkøb.

Konsekvensen af de nye roller og entreprenørens frasalg af de materialeproducerende led har fået den integrerede værdikæde fra det moderne byggeri til langsomt at disintegrere. Resultatet er at byggeriet i dag er kendetegnet ved at have en fragmenteret værdikæde.

### **Market/kunder**

Fra at markedet i det moderne byggeri var styret af produktion af store boligkomplekser i flere etager, blev produktionen af boliger i starten af det postmoderne byggeri baseret på tæt/lav byggeri med stor variation. Efterfølgende er markedet i byggeriet kendetegnet ved at være meget mere heterogent præget af store konjunkturudsving.

### **Policy**

Efter opfyldelsen af det samfundsmæssige behov for at beskæftige en stor gruppe ufaglærte og tilvejebringelse af boliger til voksende bybefolkning, var byggeriet ikke længere et vigtigt samfundsmæssigt redskab. Det betød samtidig at arbejdet med at regulere branchen ikke alene kunne fokusere på boligbyggeri, men måtte fokusere på hele branchen. Dette nye fokus blev bl.a. illustreret gennem ressourceområdeanalyserne op gennem 90'erne (Efs 1993 og 2000). Gennem disse analyser blev branchen italesat som et samfundsmæssigt område, der ikke fulgte med udviklingen i andre områder f.eks. i forhold til produktivitet. Dette afstedkom flere statslige initierede initiativer med fokus på at styrke produktiviteten som f.eks. PPU- initiativet (Efs 2001) og projektHus (se bilag 1), uden at det dog nævneværdigt forbedrede produktiviteten. En af årsagerne hertil skyldtes i følge områdeanalysen (Efs 2000) samt projektet "fra tradition til innovation" (Efs 1999) en lang række barrierer i byggeriets rammebetingelser. Dette afstedkom foruden en fortsat fokus på at forbedre produktiviteten f.eks. gennem Det Digitale Byggeri, et nyt fokus på at regulere byggeriet som et marked med behov for skabelse af gennemsigtighed. Det er netop i denne markedsliggørelse af byggeriet at oprettelsen af Byggeriets Evalueringscenter skal ses.

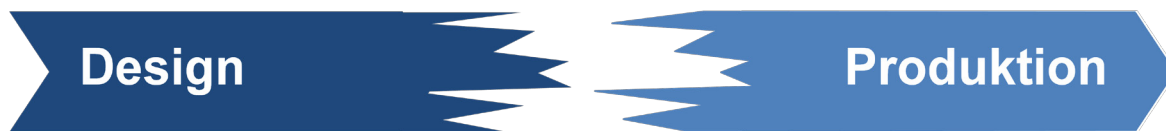
Denne udvikling havde også organisatoriske konsekvenser. Fra at have været et stærkt ministerium med en samfundsmæssig dagsorden i det moderne byggeri blev boligministeriets vigtighed sat under pres op gennem 80 og 90'erne. Resultatet blev at boligministeriet blev nedlagt i 2001 efter regeringsskiftet og de nye reguleringsmæssige dagsordener omkring udvikling af ressourceområdet samt regulering gennem rammebetingelser blev videreført i Erhvervs og Byggestyrelsen (EBST).

Parallelt med denne udvikling opstod en governance praksis for reguleringen af branchen, der siden hed har fokuseret på at skabe konsensus mellem byggeriets parter omkring en fælles retning for byggeriets udvikling.

### **Kultur**

Myten om det unikke byggeri har haft central rolle i forhold til byggeriets kulturer i det postmoderne byggeri.

Som vi så i nichen frigjorde arkitekter sig fra modernismens rationalitet, hvilket betød et fokus på udvikling af byggeri, der var styret af fantasi frem for funktion. Konsekvensen har været at designere ikke længere har haft en føling med udførelsen, men at der har været en drift mod konstant at afsøge nye arkitektoniske muligheder. Arkitekterne er således blevet mere og mere kreative i deres udtryk. Den mere frie arkitektur kombineret med introduktionen af nye professioner og en eksplosion og nye teknologier betyder den centrale udfordring for det postmoderne byggeri er at håndtere kompleksitet. Resultatet er at designprocessen og produktionsprocessen i dag er gledet fra hinanden (Thuesen 2007)



Figur 16: Postmoderne forhold mellem design og produktion

Som en konsekvens heraf er der udviklet problemløsningspraksisser, der sikrer at byggeri realiseres uafhængigt af hvor kreativt det end måtte være designet (Schultz forthcoming).

### Forskning og uddannelse

Det postmoderne byggeri sætter også krav til nye kompetencer i byggeriet. Mens det moderne byggeri i 60'erne videnskabliggjorde byggeriet med inspiration fra Scientific Management har det postmoderne krævet evnen til at kunne styre og navigere i den kaotiske /komplekse byggeproces. Dette har resulteret i at projektledelse har afløst Scientific Management som ledelsesfilosofi f.eks. gennem (Kreiner 1991). Udviklingen har fortsat i den retning med fokus på at realisere det unikke byggeri gennem samarbejde og forhandling. Initiativer som Partnering og LC er gode eksempler herpå.

Samtidig har vidensinstitutionernes rolle som rådgivere for policy udviklingen ændret sig. Dette er sidst set med universitetsreformen, hvor sektorforskningen blev lagt ind under universiteterne f.eks. blev SBI lagt sammen med Ålborg universitet.

### Eksempel: DR-byen

Et velkendt eksempel på et postmoderne byggeri er DR-byen koncertsal tegnet af Jean Nouvel og bygget i perioden fra 2002-2009. Den unikke arkitektur forestillende en meteor, der er faldet ned fra himlen, klædt i store skaller, landet på tre ben og indpakket i en blå semitransparent facade, er et klassisk eksempel på credoet "form follows fiction". For at kunne realisere denne ide, har der været arbejdet med helt nye materialer og løsninger, hvilket har gjort byggeriet overordentligt komplekst. For at styre processen blev det besluttet at anvende Partnering for igennem samarbejde at kunne realisere det komplekse byggeri. Resultatet: et unikt byggeri der blev 250% dyrere end forventet.





### Sammenfatning: postmoderne byggeri

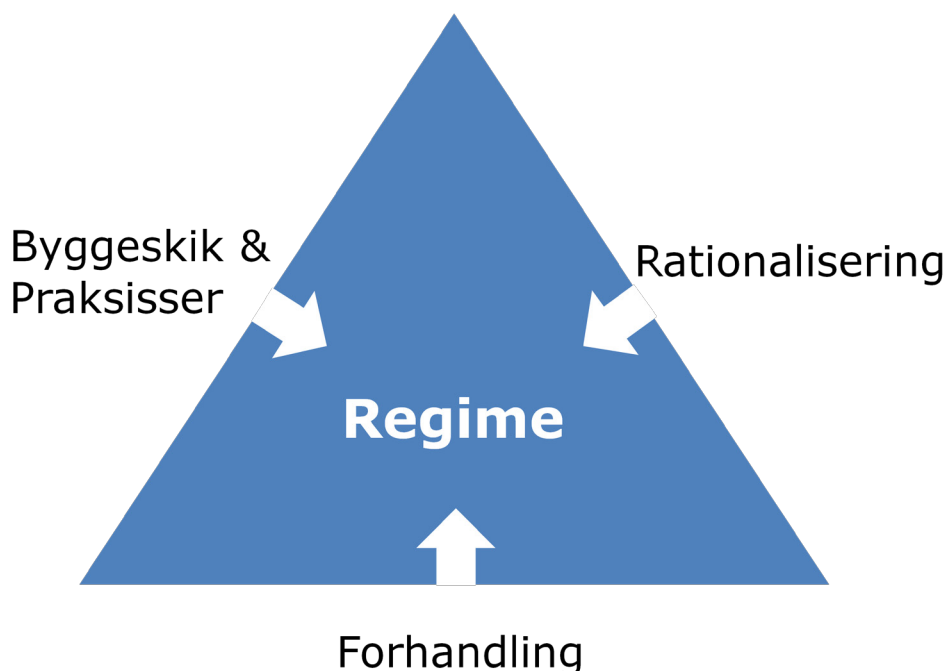
En række af de centrale elementer der konstituerede de postmoderne byggeri er skitseret i følgende tabel

Dimension	Karakteristika
<b>Teknologi</b>	Ekspllosion i byggematerialer, komplekse systemprodukter, fokus på sociale teknologier og IT.
<b>Industri</b>	Arkitekten/bygherrerådgiveren har kontakten til kunden, Storentreprenører sælger deres materialeproducerende led, fragmenteret værdikæde, internationalisering
<b>Market/kunder</b>	Heterogent, konjunkturafhængigt, alt hvad kunde vil ha'
<b>Policy</b>	Byggeriet som ressourceområde, styret gennem rammebetingelser og fælles standarder, Svag regulering, deregulering af branchen, udviklingen foregår i samspil mellem byggeriets parter, fra ministerium til styrelse
<b>Kultur</b>	Myten om det unikke byggeri, løsrevet design proces, opbygning af problemløsningskultur, fokus på samarbejde
<b>F&amp;U</b>	Projektledelse som ledelsesparadigme. Udvikling af initiativer omkring teamwork (LC & partnering)

Tabel 7: Det postmoderne byggeregime

### Present: Sammenfatning af byggeriets regime

Nu er det imidlertid ikke sådan at en periode bare har afløst en anden ved en form for revolution, hvor hele regimet blev udskiftet. Således co-eksisterede de klassiske håndværk med det moderne byggeri og selvom vi i dag er i den postmoderne periode, er der stadig elementer fra de tidligere perioder som har overlevet. De tidligere regimer er således stadig i spil som skitseret i følgende figur (Gottlieb 2010).



Figur 17: Det fremherskende regime i dansk byggeri

Samler vi elementerne fra de enkelte perioder, der stadig eksisterer i dag, får vi følgende karakteristik af det dominerende regime i dansk byggeri

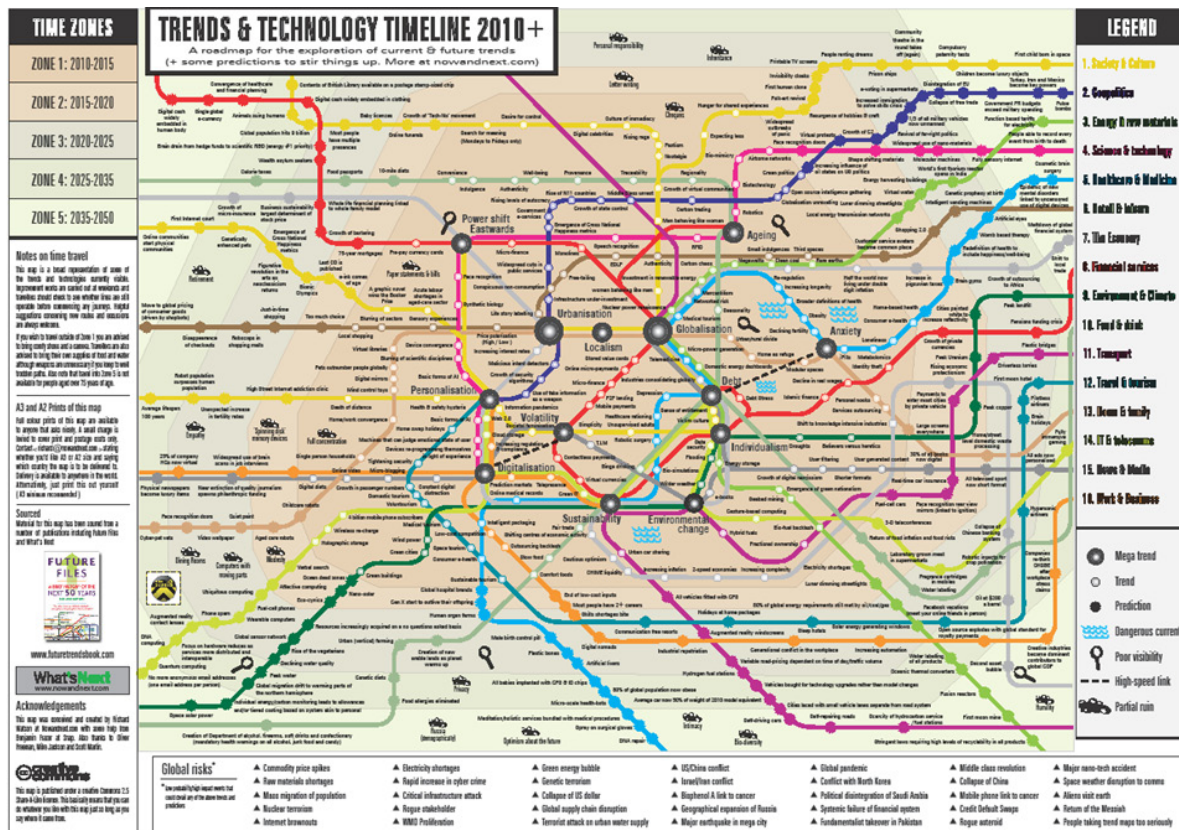
Dimension	Karakteristika
<b>Teknologi</b>	Materialer: Træ, Tegl, beton, og mange flere Fasemodeller, mekanisering, tidsplanlægning, insitu projekt produktion Fokus på udvikling gennem sociale teknologier på projektniveau
<b>Industri</b>	Stærke interesseorganisationer driver udviklingen med udgangspunkt i mange forskellige professioner roller (Håndværker, ingeniører, arkitekter, entreprenører, materialeproducenter). Separation af design og udførelsen samt en fragmenteret værdikæde. Arkitekten har kundekontakten
<b>Market/kunder</b>	Heterogent og konjunkturfølsomt. Designet og produktionen tager udgangspunkt i kundes individuelle behov (Specifikt)
<b>Policy</b>	Licitationer, "Almindelige Betingelser for arbejder og leverancer", entrepriserformer, licitationsmodeller, udviklingen foregår i samspil mellem byggeriets parter, EBST, Byggeriet som ressourceområde, styret gennem rammebetingelser og fællesstandarder, Svag regulering,
<b>Kultur</b>	Håndværkskultur, mesterlæreprocesser. Løsrevet design og udførelse. Syn på byggeri som noget unikt => kompleks/kaotisk byggeproces. Opbygning af problemløsningskultur. Fokus på tværfagligt samarbejde. Forankring af læring på individ niveau. Udviklingskultur omkring dialog i branchen.
<b>F&amp;U</b>	Tavs og kropslig viden, tommelfingerregler, stor brug af tegninger, men kvalitet af det tegnede er stærk begrænset, projektledelse, teamwork initiativer (LC & partnering). Den eksisterende organisering reproduceres gennem uddannelsessystemet. Kort udviklings horisont. National forskning.

Tabel 8: Karakteristik af det postmoderne byggeri

Som vi har set gennem denne historiske analyse er udviklingen af byggeriet sket gennem gennembrud i en eller anden niche kombineret med et window of opportunity . Udviklingen mod en fremtidig byggeproces kan altså komme fra nogle af de nicher, der eksisterer i dag. Vil vi i det følgende se nærmere på tre af disse indenfor Lean Construction (LC), Digitalisering (DDB) og Systemleverancer (SL). Men inden vi når der til, vil vi se nærmere på de samfundsmæssige strømninger, der påvirker byggeriet og skaber nye "window of opportunities"

## Trends og samfundsmæssige strømninger

Verden er under kontinuerlig forandring. Samfundet ændrer sig, nye teknologier kommer til mens andre udfases, de menneskelige behov ændrer sig osv. Komplexiteten af udvikling er illustreret i det følgende kort over centrale globale udviklingstrends (Nowandnext 2010).



Figur 18: Oversigt over globale trends og teknologiudvikling

Dette afsnit vil introducere nogle af de trends og tendenser som kan få indflydelse på hvordan vi bygger i fremtiden. Det er ikke hensigten, at skabe en dyb forståelse af, hvordan en specifik trend kan eller vil influere på byggebranchen. Til gengæld er det meningen at skabe et overblik over de trends som kan adopteres af byggebranchen og potentielt omsættes i nye innovationer. Diskussionerne af de forskellige trends skal derfor ses som pejlemærker til nye innovationsmuligheder, som på sigt kan omsættes til nye markeder, nicher mv.

Diskussionen er baseret på eksisterende trendanalyser og er en kvalitativ opsamling af de trends som syntes af have størst indflydelse på byggebranchen. Heraf vil nogle trends have direkte indflydelse på byggebranchen, mens andre vil have en mere indirekte påvirkning. Diskussionen er grundlæggende baseret på ca. 25 trends som er blevet identificeret med udgangspunkt i en række teknologiske fremsyn kombineret med andre publikationer som f.eks. Watson (2008). For at understøtte overskueligheden er alle trends inddelt i 4 overordnede afsnit. Hver trend er listet i boksen til højre i deres pågældende afsnit.

## Bæredygtighed

Som resultat af den globale opvarmning er der i de senere år blevet sat øget fokus på at nedbringe CO2 emissionen i atmosfæren. Som følge heraf har Klimakommission på vegne af regeringen fremlagt forslag til, hvordan Danmark kan opfylde regeringens mål om at blive uafhængig af fossile brændsler i 2050 (klimakommissionen 2010). Dette har blandt andet medført at regeringen har sat sig som mål at nedbringe energiforbruget i nybyggeri med 75 % i 2020 i forhold til i dag. For at opnå denne målsætning forventes det, at alt nybyggeri skal overholde klasse 1 standarden fra det danske bygningsreglement (som bygger på tilsvarende EU-direktiver). Det er klart at en sådan udvikling vil have en mærkbar indvirkning på de nuværende bygge- metoder, materialer, processer mv. En regulering af byggereglementet som understøtter 75 % energi reduktion på nybyggeri, repræsenterer derfor et betydeligt udviklings- og økonomisk potentiale for branchen. Hvis målet imidlertid skal nås kræver det ikke alene et fokus på nybyggeri, men også at den eksisterende bygningsmasse energirenoveres.

- Bæredygtighed
- Økologi
- Energi og CO2 reduktion
- Olie mangel og stigende olie priser
- Fokus på livscyklus økonomi i byggeri
- Cradle-to-cradle
- 2020 målene
- Bæredygtige teknologier

Bæredygtigt byggeri er ikke udelukkende en politisk drevet trend. Det er en mere generel samfundsmæssig udvikling – generelt drevet af en erkendelse af at vi som samfund bliver nødt til at nedbringe vores energiforbrug. Dette har medført en holdningsændring og en gryende interesse for at bygge bæredygtigt, blandt andet fordi det er en livsstil, man identificerer sig med. Bæredygtigt og energirigtigt byggeri er for mange også en investering med forventet afkast. Før i tiden var fokus på de engangsudgifter som var forbundet med selve byggeriet. Men i dag tænker virksomhederne og bygherrerne i højere grad på de totaløkonomiske udgifter – altså også driftsudgifterne af bygningen, bl.a. foranlediget af en forventning til højere energipriser. Denne udvikling har foranlediget en videreudvikling af en lang række energiteknologier som blandt andet solvarme, jordvarme, genvindingsanlæg, vindmøller. Også klimaskærmen er objekt for udvikling og der investeres derfor store summer i f.eks. nye vinduesteknologier, isoleringsmaterialer, lufttætning mv.

Et resultat af den bæredygtige bevægelse som syntes at have haft fremgang de senere år er cradle-to-cradle (Braungart et al. 2006). Principperne bag er grundlæggende drevet af en vilje til at skabe produkter som mindst muligt påvirker miljøet i hele produktets livscyklus. Dette gælder blandt andet i produktionen hvor man forsøger at minimere spild eller produktafskaffelse som kan være biologisknedbrydelig. Cradle-to-cradle er ikke udelukkende et socialt fænomen som virksomheder udfører af good-will, men er en forretning hvor man forsøger at differentiere sine produkter fra andre og dermed blive mere konkurrencedygtig.

## Teknologi

Teknologisk er der en række trends som kan have indflydelse på hvordan vi opfatter byggeri og byggeprocessen i fremtiden. Digitalisering af byggeprocessen er en trend som efterhånden er udbredt til en stor del af byggeriet – både nationalt men også internationalt. Automation og robotstyring er andre trends som har haft stor indflydelse på andre industriens måde at organisere sig på. Automation er derfor en teknologisk udvikling som kan være oplagt for

byggeriet at søge inspiration i. Tankerne omkring automation er da heller ikke helt fjerne fra industrien og anvendes allerede i Systemleverancer (Mikkelsen et al 2005). Robotter får også større indflydelse i vores dagligdag. Blandt andet har robotstøvsugere blevet almindelige i de senere år. Desuden overvejer flere danske plejehjem muligheden for at integrere robotter i den daglige pleje af ældre. Et af de senere eksempler er robotstyrede bade, hvor den ældre kan blive vasket, med minimalt manuelt arbejde. Hvis denne udvikling vinder større indpas vil det på sigt betyde at vi må redefinere vores måde at se på badeværelset – hvert fald i ældre sektoren.

- Digitalt byggeri
- Intelligent byggeri
- Nye materialer
  - Nano-teknologi
  - Bio-teknologi
  - Plastic
- Robot æra
- Automation

Den intelligente bygning er et andet resultat af en social og teknologisk udvikling, som kan adopteres i bygningen. Trenden er ikke ny, men der syntes stadigvæk at være mange muligheder for at i større grad at implementere IT i byggeriet. Udvikling af trådløse enheder giver den enkelte bruger mulighed for at styre sin bolig mobilt, hvad enten vedkommende ønsker at skrue op for musikken i et rum, styre el forbruget til det tidspunkt af døgnet, hvor det er billigst eller styre belysningen i boligen så det ser ud til at huset er beboet mens man er på ferie. Også andre elektroniske enheder spås at få en ny rolle i boligen. Dette gælder både for TV, vaskemaskiner, køleskabe mv. Køleskabet vil f.eks. i fremtiden være i stand til at identificere gammelt mad og drikke, eller være i stand til at generere en indkøbsseddel over produkter du mangler eller skal anvende i en ret samtidig vil de være i stand til at optimere deres forbrug af energi så de bruger den når der er et overskud af energi. Der syntes altså at være en tendens til at IT i stadig større grad vil blive implementeret i byggeriet, hvilket giver brugeren mulighed for at interagere og styre de enkelte enheder efter behov. Denne udvikling vil desuden kunne understøtte bæredygtigt byggeri, da det vil gøre det nemmere at kontrollere og styre sit varme, vand og el forbrug.

Nye materialeteknologier bliver kontinuerligt udviklet, som på sigt også kan få indflydelse på byggeriet (Andersen og Molin 2007). Nano teknologier er en af de overordnede teknologier som spås at have en stor fremtid i mange forskellige industrier (VTU 2004). Byggebranchen er så småt også begyndt at tage denne trend til sig. Aspen Aerogel<sup>1</sup> er et eksempel på et nano-isoleringsmateriale som i mindre udstrækning har fundet indpas i den amerikanske byggeindustri. Phase Change Materials (PCM)<sup>2</sup> er et andet højteknologisk materiale som har fundet anvendelse i byggebranchen ved aktivt at afgive og optage varme i et byggeri. Der investeres desuden intenst i biologisk forskning, som på sigt måske også kan blive adapteret af

<sup>1</sup> Aspen Aerogel er et nanoporøst og brandhæmmende materiale med ekstrem lav massefylde og højisoleringsevne.

<sup>2</sup> Phase Change Material (PCM) er et stof, der ved stuetemperatur har fast form, men ved højere temperaturer bliver flydende og dermed oplagrer store mængder varme. Dette sker typisk i dagtimerne ved bestråling af solen. Når temperaturen falder, får materialet atter fast form og afgiver dermed den lagrede varme. PCM har således kølende effekt i dagtimerne og opvarmende effekt i aften- og nattetimerne. PCM oplagrer alt efter fabrikat fra 5 til 14 gange så meget varme som vand, beton og mursten. PCM er anvendt i enkelte danske byggerier bl.a. KU green light house.



byggeriet – fx er det tænkeligt at huse på sigt kan ånde gennem igennem biologiske membraner, som kan styre indeklimaet.

Endelig sker der også en rivende udvikling inden for lokationsteknologier som GPS og RFID. En udvikling der også er ved at finde sin vej til byggeriet.

### Samfund og mennesker

Samfundet er under kontinuerlig forandring – en forandring som også har betydning for vores måde at se og bruge et byggeri på. Tidligere har et køkken været et sted til at forberede og eventuelt spise mad. I dag karakteriseres det som et 'samtale-køkken' hvor en familie kan mødes og snakke sammen – ofte som en integreret del af stuen. Det er svært at give et entydigt svar på hvilke trends der vil få indflydelse på hvordan den generelle samfundsudvikling vil påvirke byggeriet, men en gennemgående trend over de senere år har været at tingene konstant skal udføres hurtigere og hurtigere – Speeding-up. Med en sådan udvikling er det tænkeligt at en bolig på sigt 'blot' er et sted, som man opholder sig i inden man skal videre. Denne udvikling kan understøttes af at mennesker i stigende grad benytter sig af fast-food, som letter byrden med at foretage indkøb og forberede maden – eller går ud og spiser som man ofte gør i Sydeuropa. Som konsekvens kan det tænkes at køkkenet bliver et anonymt rum, som kun sjældent eller ved særlige lejligheder anvendes til at forberede mad, hvorfor betydningen heraf også vil falde. Omvendt er køkkenet for mange stadig et status symbol, som blandt andet illustrerer overfor omverdenen at man har overskud til selv at kokkerere og at man prioriterer kvalitetstid med sin familie. Svaret på udviklingen er altså ikke givet på forhånd og det er meget muligt at begge scenarier eller andre vil blive gældende også i fremtiden.

- 9 mia. mennesker i 2050
- Ældreboom
- Health care og wellness
- Urbanisering
- Netværk (sociale)
- Speeding up
- Terror og trusler
- Corporate Social Responsibility
- Individualitet
- GoGlocal
- Story Telling
- Autensitet
- Lykke
- Leasing

Andre trends som muligvis får indflydelse på vores måde at se verden på og vores måde at benytte boligen på er sociale netværk, der i stigende grad bliver implementeret i forbrugerteknik som mobiltelefoner, fjernsyn mv. De seneste års fokus på hjemmerøverier kombineret med det nuværende terrorbillede kan potentielt også få en afsmittende effekt på byggeriet – fx ved at folk i stigende grad har behov for sikkerhed i hjemmet med alarmer, sikkerhedsrum ol. Danmark oplever desuden et ældreboom i befolkningen som resultat af højere velfærd – Denne udviklingstendens vil ligeledes stille nye krav til byggeriet om, at boliger bygges og indrettes så de nemt kan tilgås med fx gangstativer, elevatorer mv. (DSF 2006)

### Globalisering

Globalisering bliver af nogle byggeaktører anset for en ny mulighed for at udvide markederne, skabe større volumener i deres produkter, optimere indtjening eller sprede risici til andre markeder. Andre anser globalisering som en trussel, da den blandt andet åbner op for arbejdets frie bevægelighed og truer danske arbejdspladser. Økonomisk er konsekvenserne for byggeriet umiddelbare at få øjeblik på, og byggeriet har været et af de hårdest ramte erhverv i finanskrisen da den i 2008 hurtigt spredte sig fra USA mod Europa og videre øst på. Omvendt

kan finanskrisen anvendes proaktivt til at udvide forretningen med nye produkter eller markeder, mens konkurrenterne er i knæ.

Danmark har gennem de senere år udmærket sig med at udvikle nye bæredygtige teknologier til byggeriet. På trods af det, er en lang række lande godt med i udviklingskapløbet hvor blandt andet Tyskland og Østrig har ført an i udvikling af passivhusstandarder. Udviklingen er dog ikke forbeholdt Vesteuropa og lande som Japan, Kina og Singapore har udmærket sig ved at investere intensivt i nye bæredygtige teknologier til byggeriet. Hvis Danmark stadig skal fastholde en førende position er det derfor væsentligt at vi også samarbejder på tværs af lande og kulturer. Omvendt giver globalisering også mulighed for at danske virksomheder i stigende grad kan afsætte sine produkter på globale markeder.

- Globalisering
- Arbejdsmarkedets fire bevægelighed
- Global økonomi: Finanskrisen
- Ny verdensmagt: Med Kina og Indien som nye vækstcentre og politiske stor magter
- International lovgivning
- Multikulturelt samfund
- Fødevareangel

Andre globale trends som på sigt kan få sigt på byggeriet er, den nye globale magt balance, der i stigende grad ændres til også at inkludere Kina og Indien. Dette kan fx få betydning for hvordan globale CO2 reduktions mål og dermed også påvirke de CO2 mål som sættes i Danmark og EU. International lovgivning og fælles standarder er en anden tendens som ser ud til at fortsætte. Senest har EU meldt ud at de vil reducere CO2 udledningen med 20 % i 2020 i forhold til 1990 niveau.

### Sammenfatning (Window of opportunity)

Sammenfattende kan trendene opsummeres i følgende mulighedsvindue

**Bæredygtighed:** En forudsigelig fossil ressourcemangel og den globale opvarmning med efterfølgende fokus på vedvarende energiformer og nedbringelse af CO2 emissionen samt en større bevidsthed blandt forbrugere har afstedkommet et stort behov for at gøre byggeriet grønnere, da byggeriets står for 40 % af udledningen. Det betyder at der kommer et stort behov for renovering af den eksisterende boligmasse.

**Den teknologiske udvikling:** Nye materialer, IT udbredelse, Nano og grønne teknologier som solceller vil muliggøre nye løsninger på eksisterende og nye udfordringer som f.eks. energirenoveringen.

**Samfund:** Den fortsatte befolkningstilvækst kombineret med mindre familier vil skabe behov for flere boliger på verdensplan. Dette vil dog ikke være tilfældet i DK, hvor udfordringer bliver at skabe boliger for den stigende andel af ældre. Parallelt hermed har igennem de sidste årtier været vidne til en stigende individualisering sidst repræsenteret ved udbredelse af sociale medier. Det betyder en stigende efterspørgsel efter brugertilpasset byggeri.

**Globalisering:** Globaliseringen har skabt større sammenhæng mellem verdens økonomier, hvilket har betydet at dansk byggeri ikke kan isolere sig lokalt men er under påvirkning af globale tendenser på godt og ondt. Globaliseringen rummer således både muligheder (nye markeder) og trusler (stigende konkurrence) for byggeriet.

## Nicheanalyse

Efter denne beskrivelse af de overordnede samfundsmæssige strømninger vil vi se nærmere på tre udvalgte innovationsområder tolket ud fra et nicheperspektiv. Målet hermed er at identificere betydningen af nicher og deres innovationspotentiale for byggeriet. Analysen er opbygget i et resume af de enkelte nicher, en samstilling af nicherne i forhold en række forskellige parametre samt en samstilling mellem nicherne og det eksisterende regime.

### Resume af de enkelte nicher og innovationer

Vi vil i det følgende kort introducere de enkelte nicher: LC, DDB og SL. De mere udførlige gennemgange af de enkelte nicher, der ligger til grund for analysen, findes i bilag 1-3.

### Lean (analysen findes i bilag 1)

#### Historisk udvikling

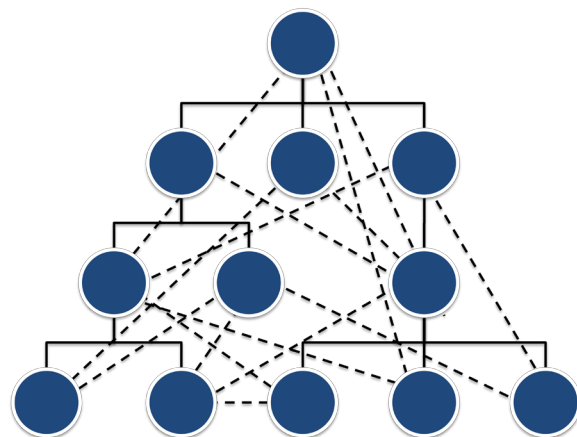
LC er en afart af Lean Production, der er tilpasset til byggebranchen. Lean begrebet kom frem med bogen *The Machine That Changed The World* (Womack et al. 1990), der sammenlignede bilindustrier i hele verden og specielt fokuserede på, hvorfor den japanske industri var væsentlig bedre end resten af verdens.

Lauri Koskela fra VTT i Finland bidrog til en tidlig videnskabelig konceptualisering af LC i 1992 i rapporten "Application of the New Production Philosophy to the Construction Industry" (Koskela 1992) og har arbejdet indgående med principperne siden. Glenn Ballard og Gregory Howell udviklede planlægningsværktøjet Last Planner System (LPS) på Lean Construction Institute. Last Planner System tager udgangspunkt i at arbejdet på byggepladsen er komplekst og derfor næsten umuligt at planlægge. Indenfor LC argumenterer nogle for at byggeri er kaotisk og denne forståelse blev indflydelsesrig i Danmark.

I Danmark blev LC introduceret af Sven Bertelsen i slutningen af 1990'erne. Sven Bertelsen skabte en "undergrundsbevægelse" i branchen som ønskede at bygge mere effektivt. Samtidig ønskede den politiske scene i Danmark at undersøge, hvordan effektiviteten i byggeriet kunne forbedres og tog dermed initiativ til en række projekter på tværs af branchen.

#### Rationalitet - den bærende ide

LC tager ganske som Lean Production udgangspunkt i at maksimere værdi for kunden og minimere spild i enhver form. LC sættes i Danmark lig med Last Planner System, som hovedsageligt benyttes på selve byggepladsen, hvor det inden for de eksisterende rammer i byggeriet prøver at forbedre planlægningen, kommunikation og samarbejde i mellem partnere således, at byggeriet afleveres til aftalt tid, pris og kvalitet. Derved arbejder LC med at forbedre branchen på et allerede eksisterende grundlag frem for at reformere selve branchen.



Figur 19: LC rationalitet



### Særlige kendetegn

Branchens arbejde med LC er begyndt at dele sig i to strømninger: Den der stadig fastholder teorien om at bevare byggebranchen, som den er, og lære at håndtere den ud fra eksisterende lovgivning og holdninger blandt aktørerne (se bilag 1). Og så er der den nye gren som ser procesoptimering som et begreb der gennemsyrrer hele værdikæden og materialekæden i branchen (se bilag 1)

### Kort eksemplarisk eksempel

MT Højgaard har i snart 10 år arbejdet med LC på virksomhedsplan. Implementeringen af LC har ikke været problemfri; op til 2005 voksede brugen af LC gradvist (Thomassen et al 2003) – brugen anhang delvist af hvilken projektleder, der var på de forskellige sager. Men i 2005 besluttede ledelsen i MTH, at alle pladser skulle gøre brug af tankegangen og værktøjerne i LC, hvilket har haft et meget positivt resultat for indtjeningen på sagerne. Der udkom en intern "Best Practice" rapport i 2009, som viste at de sager, som gjorde brug af LC blev afleveret til tiden og til aftalt pris og kvalitet, og med en god indtjening til MTH.

### Digitalisering (analysen findes i bilag 2)

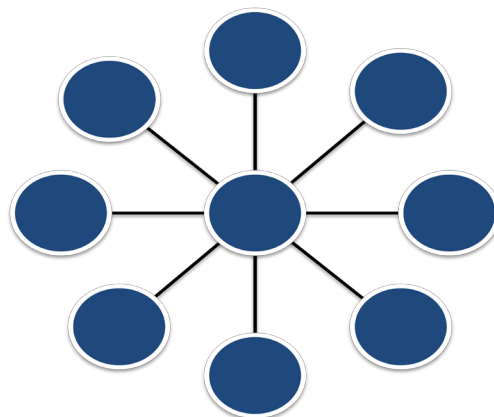
#### Historisk udvikling

Tidligere har byggebranchen via initiativerne 'TR-initiativet' i 1980'erne og senere 'Proces- og Produktudvikling i byggeriet' i slut 1990'erne fokuseret på hvordan byggeriets digitalisering kan stimulere og understøtte byggeriets produktivtetsudvikling. I 2003 igangsatte Erhvervs- og Byggestyrelsen sammen med branchens ledende aktører initiativet 'Det Digitale Byggeri' (DDB), hvor formålet var at løfte byggeriets anvendelse af IKT, således at den igennem en længere årrække stagnerende produktivtetsudvikling i byggeriet kunne brydes positivt. I DDB, der blev gennemført i perioden 2003-2007, blev en række virksomheder og institutioner sat sammen for at opstille et krav sæt til hvordan byggebranchen skulle øge sin digitaliseringsgrad. Projektet afsluttedes med en bekendtgørelse om de regler som de statslige bygherrer skulle følge i det offentligt igangsatte byggeri (se bilag 2).

I årene 2007-2009 blev implementeringsnetværket, en sammenslutning af branchens organisationer, etableret for at understøtte implementeringen af de krav, som var resultatet af DDB. I denne periode gennemførtes også de første statslige byggerier, hvor man forsøgte at følge kravene i bekendtgørelsen og benytte implementeringsmaterialet.

#### Rationalitet - den bærende ide

Den bærende idé bag Digitalisering – herunder også DDB - er at løfte graden af IT-anvendelsen hos alle byggeriets parter (bygherren, arkitekten, ingeniøren og entreprenøren), således at både processen og teknologianvendelsen kan understøtte dataoverførelsen og -udnyttelsen igennem byggeprojektet på tværs af byggeriets traditionelle faggrænser.



Figur 20: Digitaliseringens rationalitet

De primære virkemidler hertil var at benytte den statslige byggherre som forandringsagent for hele byggeriet og dels at (a) påvirke efterspørgslen af digitale ydelser, (b) øge IKT-anvendelsen hos alle byggebranchens parter og (c) øge incitamentet hos byggebranchens virksomheder til at anvende digitale værktøjer til dataoverførelse og -anvendelse. Hovedfokusset i Det Digitale Byggeris digitaliseringsindsats var dels (a) øge standardiseringen af den digitale anvendelse hos alle byggebranchens parter og (b) at øge IKT-anvendelsen i de byggeprocesser, der går på tværs af byggeriets parter.

### **Særlige kendetegn**

Digitaliseringer, indenfor perioden 2002 – 2010, kendetegnet ved at tage udgangspunkt i primært 2 virkemidler til innovation; (a) regulering og (b) efterspørgsel på markedet. Begge disse virkemidler har i perioden 2007+ dog været svækket i kraft en generelt negativ konjunkturudvikling.

Generelt set eksisterer der 2 rivaliserende grupperinger indenfor Digitaliserings-nichen; dem der mener at teknologiudviklingen er en væsentlig drivkraft for byggeriets innovation og dem der mener Byggebranchen står overfor, som følge af Digitaliserings-innovationen, at skulle (a) gennemføre en omfattende digital kompetenceopgradering, (b) ændre aftalegrundlaget, der fastholder en gammel og ineffektiv proces, i byggebranchen, (c) øge den langsigtede forskningsindsats indenfor Digitaliserings-nichen, (d) udvide Digitaliserings-nichens målgruppe, således at eksempelvis driftsherren, byggematerialeleverandører/-producenter og mindre entreprenører i højere grad end hidtil inkluderes og (e) etablering af en fælles (for branchen) målsætning for digitaliseringen af dansk byggeri, hvori alle faggrupper kan identificere sig selv.

### **Kort eksemplarisk eksempel**

I byggeprojektet 'Nyt Himmelev Behandlingshjem' valgte den vindende totalentreprenør B. Nygaard Sørensen at byggeprojektet skulle gennemføres med udgangspunkt i de krav, der var resultatet af Det Digitale Byggeri (dette selvom at byggherren, en kommune, formelt ikke var underlagt kravene fra Det Digitale Byggeri)

Alle byggeprojektets parter havde generelt set, før byggeprojektet startede, en lav grad af IKT-anvendelse, men totalentreprenøren havde en forventning om at det digitalt gennemførte byggeprojekt kunne åbne op for nye muligheder for virksomheden.

I evalueringen af byggeprojektet blev det vurderet, at byggeprojektet var en succes - trods at der skulle overvindes en række væsentlige udfordringer undervejs. B. Nygaard Sørensen har allerede i 2010 både høstet væsentlige gevinster og erklærer, at de vil arbejde videre med digitaliseringen.

### ***Systemleverancer (analysen findes i bilag 3)***

#### **Historisk udvikling**

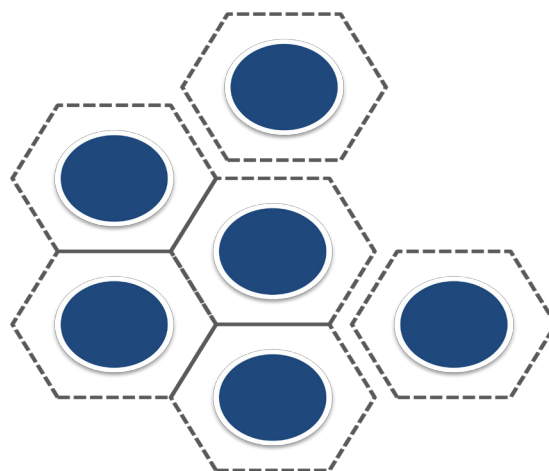
SL har sin oprindelse fra tankerne bag industrialisering og mass-customization (Piller et al 2010). Begrebet er relativt nyt for industrien, men historisk har principperne været anvendt helt tilbage til det moderne byggeri i 60'erne og 70'erne, hvor bl.a. brugen af betonelementer

revolutionerede byggeriet. Netop betonelementer er et eksempel på en SL, der har formået at overleve helt op i det postmoderne byggeri.

En af de væsentligste drivkræfter bag systemleverancer har været udbredelsen af IT de seneste årtier. IT har muliggjort en meget mere styret proces fra ordre til levering. Endvidere har IT givet mulighed for at arbejde med variation i et produkt indenfor en forudbestemt ramme, som ikke var mulig hidtil. På trods af at teknologierne og principperne bag systemleverancer har været kendte gennem de seneste årtier har det endnu ikke fået rodfæste i den danske byggebranche. Der er dog tegn på at branchen de senere år i stigende grad er begyndt at se væk fra traditionelle byggemetoder. Der er således en række aktører som er begyndt at deltage aktivt i at drive udviklingen mod større grad af systemleverancer – Heriblandt Byggeriets Innovation, DTU Management, CINARK og en lang række virksomheder.

### **Rationalitet – den bærende ide**

Som sådan er der ingen fælles definition på begrebet og der er derfor stor frihed for den enkelte aktør til at fortolke det som det ofte er tilfældet med nicher (Schot & Geels 2008). Fælles for begrebet synes dog at være at systemproduktet er kendetegnet ved at systemleverandøreren påtager sig et større ansvar for;



Figur 21: Systemleverances rationalitet

**Produktet** er generisk, hvilket betyder, at det er udviklet til at kunne indgå i mange typer af byggerier. En systemleverance er et multiteknologisk produkt som er opbygget af mange forskellige delkomponenter – ofte med forskellige fagområder og teknologier. Det er konfigurerbart så det kan tilpasses kundens individuelle behov, men inden for et specifikt produktkoncept. Kunden kan derfor tilpasse produktet ud fra specifikke parametre som fx konstruktionstype, design, materialer og farver. En systemleverance kan både være en komplet præfabrikeret bygning eller mindre delsystemer som en altan eller installationsskakt.

**Processen** er ofte domineret af én eller få systemleverandører som har ansvaret produktudvikling, produktion, montering, salg og endda efter-salg og service. Produktionen foregår primært på fabrik. Udviklingen, produktionen, montage mv. kræver ofte stor tværfaglig sammensætning. Montagedelen på byggepladsen er baseret på en plug-and-play løsning, som kræver minimalt manuelt arbejde.

**Forretningen** adskiller sig fra det eksisterende byggeri ved at systemleverandøren kan etablere et brand omkring systemproduktet eller virksomheden. Dette grundet at virksomheden i højere grad tager ansvaret for hele systemet. Et brand giver mulighed for at differentiere sig fra konkurrerende virksomheder og hæve prisen på produktet. Produktprisen er fast og uafhængig af timer brugt i produktionen eller monteringen – i modsætning til i dag, hvor pris primært er

baseret på antal timer. Salg sker primært direkte til bygherre eller totalentreprenør, men kan også gå gennem en grossist. Systemleverandøren er ofte involveret i projekteringsfasen for at sikre kvalitet, levering og pris.

### **Kort eksemplarisk eksempel**

Altan.dk er oprindeligt et projekt mellem Byggeriets Innovation og Ringsted Byggeentreprise – I dag udskilt i det selvstændige selskab Altan.dk. Altan.dk præfabrikerer altaner efter kundens behov, men indenfor visse variansmuligheder som materialer, konstruktion, design mv. Markedet er typisk renoveringsbyggerier, hvor der ikke i forvejen er altan. Altan.dk projekterer og monterer selv altanen til bygningen.



### **Sammenligning mellem nicher og innovationer**

Som det fremgår af resuméerne (og de uddybende analyser i bilag 1-3) har de 3 nicher og innovationer både fællestræk og differentierede tilgange til at arbejde med innovation i byggeriet. Netop på grund af deres forskellighed har de et varierende innovationspotentiale. Men hvordan adskiller de sig mere præcist fra hinanden?

I dette afsnit er de tre innovationer/nicher sammenlignet for at se hvordan de forholder sig til udvikling og innovation. Der sammenlignes på baggrund af forståelsen af

1. Rationaliteten – Hvordan ser nicherne på sig selv og det eksisterende regime?
2. Aktørroller – Hvem driver udviklingen af nichen?
3. Innovation – Hvad er nichens innovationskarakteristika og potentiale?
4. Adoptionsforhold – Hvor moden er nichen i forhold til social, teknologisk og økonomiske modenhed?
5. Ressourcer – Hvilke ressourcer trækker nichen på?

Afslutningsvist er der en opsamling af nicherne, som gennemgår nogle af de fordele og ulemper, hver enkelt niche tilbyder relativt i forhold til hinanden.

### **Rationalitet**

Naturligt er rationalerne bag nicherne forskellige, idet de repræsenterer 3 forskellige tilgange til innovation i byggeriet. Men hvad er kendetegnende ved deres forståelsesramme og deres udvikling? Dette er skitseret i følgende tabel der bl.a. er baseret på (Jensen et al forthcoming).

	LC	Digitalisering	SL
Fortolkningsnøgle	Procesplanlægningsværktøjer omkring LPS	Objektorienteret 3D modeller Processtøtte med IT Interoperabilitet med Klassifikation	Mass-customization og modularitet
Forståelse af det eksisterende regime	En kompleks og kaotisk byggeproces, der umuliggør langsigtet planlægning. Kræver involvering af håndværkerne der står med problemerne Projekt orienteret	Byggeriet som en samling af tvetydige og ukoordinerede informationsstrømme Projektorienteret	Byggeri produceres som unika og er karakteriseret af projektspecifik problemløsning og kortsigtet samarbejde der forhindrer innovation og organisatorisk specialisering.
Strategisk orientering	Udvikling af værktøjer og processer til optimering af flow og værdi i en kaotisk byggeproces. Kortsigtet planlægning på projektet.	Udvikling af en fælles objektorienteret klassifikation, standarder og infrastruktur for at sikre tvetydig information til håndtering af byggeprocessens kompleksitet	Konfigurerbare systemleverancer udviklet og produceret i integrerede leverancekæder (længerevarende partnerskaber) gennem standardiseret produkt grænseflader
Illustration			

Tabel 9: Nicherationaliteter

LC er præget af en meget veldefineret forståelsesramme, som i stor grad er blevet præget og formuleret af Svend Bertelsen som central meningsdanner. Forståelsen er baseret på et meget velafgrænset værktøj, LPS, som har været fælles standard for de virksomheder, der tog konceptet op. For Det Digitale Byggeri er der tilsvarende en meget velafgrænset forståelse blandt branchens medlemmer. Det er ofte afgrænset til IT værktøjer som projektweb, objektorienteret 3D modeller og klassifikation mhp interoperabilitet. Branchens medlemmer tiltager sig dog større fortolkningsfrihed og bliver af nogle opfattet som selv meget simple IT værktøjer som dokumentstyringsværktøjer. Udviklingen af Det Digitale Byggeri har været præget af en styret proces initieret af det offentlige (EBST), som også har været tovholder, via et typisk konsensus setup med en række brancherepræsentanter inddraget. Dette har betydet at branchens medlemmer har haft mulighed for at give deres input til definitionen og gennemførselen af Det Digitale Byggeri. Systemleverancer adskiller sig fra de andre to ved at være drevet af forståelsen bag mass-customization, som oprindeligt er udviklet af personer udenfor byggebranchen og til produktionsvirksomheder. Systemleverancer har vist sig at tilbyde den enkelte aktør meget store fortolkningsfrihedsgrader af rationalet – Der er altså ikke én entydig og klar definition på begrebet, hvilket omvendt er typisk for en niche. Dette underbygges af, at begrebet er nært beslægtet med begreber som præfabrikation, typehuse mv. – begreber

som relaterer sig til principperne bag mass-customization og overlapper hinanden, uden at tilbyde en klar afgrænsning for hvornår det ene begreb er mest passende. Systemleverancer kan heller ikke siges at have en patenteret definition, som er udviklet af enkelt personer eller organisationer. Begrebet må dog siges at have været under stor påvirkning af Byggeriets Innovation (Vind og Thomassen 2007) og Realdania (Mikkelsen et al 2005), men syntes trods det at bevare sin fortolkningsfrihed, hvor virksomheder frit fortolker hvad systemleverancer er for dem og hvordan de kan få det mest mulige ud af det. Systemleverancer syntes derfor at gennemgå en sporadisk proces hvor forskellige meningsdannere er med til at sætte dagsorden og forståelsen af begrebet.

Nicherne anskuer også det eksisterende regime fra forskellige synsvinkler og antaster forskellige problematikker som det ønsker at løse. For LC gælder det at byggeriet anses som en kompleks og kaotisk byggeproces, der umuliggør langsigtet planlægning og styring af processerne. Som resultat forsøger LC af løse den kortsigtede planlægning på byggepladsen ved hjælp af LPS. LPS anses derfor for redskabet – her kaldet fortolkningsnøglen. DDB og SL anerkender, at byggeriet kan tæmmes og standardiseres så informationsstrømme og processer i større grad koordineres. Systemleverancer påpeger desuden at de kortsigtede samarbejdskonstellationer ofte forhindrer branchen i at udvikle sig, og søger derfor at skabe en bedre procesforståelse ved i højere grad at samle værdikæden. De forskellige nicher har derfor ikke enslydende forståelser af byggeriet og derfor er deres diagnose af byggeriets problemer også forskellige.

Deres forskellige diagnoser og fortolkningsnøgler giver også forskellig strategiske udviklingsretninger. Mens LC forsøger at håndtere kompleksiteten i byggeriet gennem kortsigtet planlægning, søger DDB at styre kompleksiteten gennem fælles standarder for informationsudveksling og endelige forsøger Systemleverancer at reducere kompleksitet gennem modularisering.

### Aktører

Der er også store forskelle på aktørernes rolle i forhold til udviklingen af nichen som illustreret i den følgende tabel.

	LC	Digitalisering	SL
Hvem anvender det?	Store eller specialiserede virksomheder, specielt entreprenører	Store virksomheder, specielt rådgivere, arkitekter og større entreprenører	Store entreprenører, byggemateriale leverandører, få rådgivere og arkitekter
Hvem driver udviklingen? Små / store virksomheder, vidensinstitutioner?	Virksomheder (entreprenører) og Interesseorganisationer (håndværksorganisationer)	Rådgivere, arkitekter og store entreprenører, interesseorganisationer	Realdania, virksomheder, DTU, CINARK
Meningsdannere	Enkeltperson (Svend Bertelsen)	Det offentlige som "styre kraft" og input fra branchen	Sporadisk med mange meningsdannere
Dannelsesproces	Centralt styret	Centralt styret	Decentralt styret

Tabel 10: Aktører i nicherne

Ser vi nærmere på hvem der driver udviklingen af nicherne, er der stor forskel på hvem der bidrager til udviklingen. I LC har interesseorganisationer spillet en hel central rolle i udviklingen



af en dansk variant af LC, der har stor fokus på involvering af de udførende i planlægningsprocesserne. I modsætning her til spiller interesseorganisationerne ikke den store rolle omkring SL, hvilket formodentligt skyldes som vi skal senere at SL fokuserer på en reorganisering af værdikæden og dermed i sagens natur er inkompatibel med interesseorganisationernes fokus på et fag. I forhold til DDB spiller interesseorganisationer også en rolle som varetager af deres fags interesse i digitaliseringen af byggeriet. På grund af fokuset på at skabe enighed omkring en fælles løsning, laves der derfor ikke grundlæggende om ved byggebranchens regime. Fokuset på enighed mellem interesseorganisationerne kan altså have en konserverende effekt.

Udover interesseorganisationerne er udviklingen præget af forskellige konfigurationer af meningsdannere. Her har LC og Digitaliseringen med DDB være kendetegnet ved en centralt styret proces drevet af en persons ihærdighed i LCs tilfælde og med staten som central driver hos DDB. Omvendt har udviklingen omkring SL været kendetegnet ved at være mere løs - baseret på lokale initiativer. Fælles for nogle af disse lokale initiativer er at de har været muliggjort af midler fra Realdania, der dermed kan siges at have haft en afgørende betydning for udviklingen omkring SL.

Den sidst og måske vigtigste aktør er virksomhederne, da det jo er dem der i sidste ende omsætter de forskellige nicheteknologier til nye byggepraksisser. Også her er der forskelle, da det typisk er entreprenørerne der implementeret LC, mens rådgiverne er toneangivende indenfor udviklingen af Digitaliseringen, måske fordi de to nicher adresserer henholdsvis udførelsen og projekteringen. I modsætning er aktørgruppen omkring SL mere fragmenteret, hvilket kan skyldes fokuset på hele værdikæden, samt at det stadig er åbent for fortolkninger.

Hvad analysen imidlertid også viser er at det generelt er de store virksomheder, der er aktive i nicheudviklingsaktiviteterne. Der er således et stort potentiale i at få mobiliseret små og mellemstore virksomheder mere i innovationsprocesserne.

### **Innovationskarakteristika**

Alle tre nicher har til hensigt at kunne tilbyde hurtigere leveringstider, bedre kvalitet til en billigere pris, men deres vej til målet adskiller sig fra hinanden som illustreret i følgende tabel.

	LC	Digitalisering	SL
Radikalitet	Reproduktion	Transformation	Transition
Innovationsfokus	Projekt	Branche	Virksomhed(er)
Innovationsmål	Optimere den udførende del af byggeprocessen	Styrke samarbejdet på tværs af værdikæden	Effektivisering

**Tabel 11: Innovationskarakteristik**

LC er en inkrementiel ændring, som kun minimalt ændrer ved de eksisterende måder at arbejde på. Det er kendetegnet ved, at det er små forbedringer som sker på byggepladsen som resultat af at kortsigtede opgaver bliver bedre koordineret. Udbyttet af denne rationalitet vil for nogle aktører – især entreprenørvirksomheder – sandsynligvis være mærkbart, men set ud fra et branche perspektiv vil denne type af tiltag kun have mindre effekt på branchens forståelse af sig selv. Radikaliteten af nichen er derfor lav og kan siges at være *reproduktion*, idet rationaliteten



ikke ændrer fundamentalt ved branchens opbygning. Innovationen er projektfokuseret, idet innovationerne er forbeholdt det enkelte projekt. Nichen stiller derfor heller intet krav til at branchen eller virksomhederne ændrer sig markant, men stiller krav til det enkelte projekts gennemførelse.

I modsætning til LC repræsenterer SL større radikalitet i måden at tænke innovation. Rationaliteten søger at ændre den fundamentale måde at arbejde på i industrien ved at flytte størstedelen af byggeriet ind i fabrikshaller. Dette ændre arbejdsprocesser som hidtil er kendte fra byggeriet og vil kræve at virksomhederne i større grad arbejder på tværs af værdikæden. Som resultat vil aktørrollerne og magtbalancen i branchen også blive redefineret. Denne type af innovation er derfor et opgør med det eksisterende og kan karakteriseres som en overgang eller *transition* til et radikalt anderledes regime. Innovationsfokusset adskiller sig også fra LC ved at fokusere på virksomheden frem for det enkelte projekt. Det er derfor virksomheden, der skal drive udviklingen ved at udvikle systemprodukter, som kan præfabrikeres.

Digitaliseringen ligger imellem LC og SL. Indenfor Digitaliseringen repræsenterer DDB en ny måde at arbejde på og stiller krav til aktørernes samarbejdsformer og kommunikationsevner. Innovationsfokusset er på hele branchen, hvor et stærkere samarbejde på tværs af værdikæden skal være med til at optimere hele den eksisterende byggeproces (både den projekterende og udførende del). Udviklingen er i høj grad drevet af det offentlige og stiller krav til størstedelen af branchen. Nichen syntes dog ikke at være helt så radikal som Systemleverancer, da de eksisterende organisationsformer, aktørroller mv. bibeholdes – man kan sige at Digitaliseringen udvider den nuværende forståelse af byggeriet, uden dog at ændre fundamentet for det. Denne type af innovation kaldes *transformation*, da den ændrer den overordnede måde at se byggeriet på, dog uden at ændre det radikalt.

### Adaptionsforhold

For at forstå hvor nicherne er i deres udvikling er det væsentligt at forstå deres adaptionsforhold. Adaptionsforhold fortæller noget om nichernes teknologiske, sociale og økonomiske modenhed og hvor langt nichen er i sit udviklingsforløb. For at en niche kan slå igennem kræver det at alle tre områder er modne. I det følgende er adaptionsforholdet beskrevet ud fra disse tre perspektiver samt, hvor nichen placerer sig i udviklingsforløbet.

	LC	Digitalisering	SL
Modenhed – teknologi Er nichens teknologier modne til at blive anvendt?	Høj modenhed	Middel modent og Umodne områder	Middel modent
Modenhed – social Hvor socialt accepteret er nichen?	Høj modenhed	Høj modenhed	Umodent
Modenhed – økonomisk Er nichen økonomisk rentabel?	Umodent	Umodent	Middel modenhed
Placering i udviklingsforløbet Introduktion/vækst/stagnation/nedgang	Ver 1.0: stagnation/nedgang Ver2.0: introduktion	Vækst	Introduktion

Tabel 12: Innovationskarakteristik

### **Teknologisk Modenhed**

Set ud fra et teknologisk perspektiv er der stor forskel på hvor modne nicherne er. LC udmærker sig ved at have en høj modenhed, da LPS som teknologi og værktøj anses for at være et gennemtestet og afprøvet produkt, som kun kræver mindre forbedringer. Det samme kan siges om SL som baserer sig på principperne bag mass-customization – et teoretisk og praktisk felt som har været kendt og undersøgt i mange årtier. Kombinationen af mass-customization og byggeri er dog nyere og der er derfor stadig en række uafklarede spørgsmål som relaterer sig til SL i forhold til, hvordan principperne i mass-customization kan adopteres direkte af byggeriet eller i hvor høj grad de skal tilpasses. Det samme gør sig gældende omkring de IT-værktøjer som tilknytter sig til mass-customization. SL er derfor karakteriseret ved at have en middel modenhed, med plads til forbedringer og yderligere forskning. Digitaliseringen her med fokus på DDB – i modsætning – er karakteriseret ved at være teknologisk middelmodent (IT værktøjer til processtøtte) og umodent (klassifikation og 3D). Principperne bag er stadig nye og synes endnu ikke at være forankret blandt de virksomheder der anvender dem. En del af forklaringen skal sandsynligvis findes i at de IT-værktøjer (BIM og DBK) som skal understøtte DDB stadig ikke er færdigudviklede og gennemtestede.

### **Social Modenhed**

At en niche er teknologisk moden er ikke nødvendigvis ensbetydende med at nichen vil opnå succes. Det er derfor væsentligt at se hvordan nichen interagerer i en social sammenhæng. LC og Digitaliseringen syntes i den sammenhæng at være socialt modne. Kendskabet til de to områder er generelt stort blandt branchens aktører, om end ikke alle har adopteret dem endnu. Det syntes også at være en generel velvilje overfor disse nicher, på trods af der også findes mindre modstand blandt branchens medlemmer, da de uundgåeligt vil ændre eksisterende arbejdsrutiner mv. Den sociale modenhed af disse to områder må derfor karakteriseres som høj grundet den store velvilje blandt aktørerne og den relativt lave modstand. Det modsatte syntes at gøre sig gældende for SL som er kendetegnet ved at have generelt lavt kendskab blandt industriens aktører. Der syntes desuden at være en vis skepsis og modstand omkring SL. En del af forklaringen kan skyldes, at nichen er et opgør med den eksisterende tankegang i branchen og at den fundamentalt forsøger at ændre strukturen – i modsætning til de LC og Digitaliseringen.

### **Økonomisk Modenhed**

I et økonomisk perspektiv er alle tre nicher og innovationer omgæret med en vis usikkerhed. På trods af at LC både socialt og teknologisk har vist sig modent og at LC generelt anses for at have en kort ROI, syntes nichen ikke at have fået det gennembrud som kunne forventes. En væsentlig del af forklaringen skal måske findes i at nichen ikke har vist sit økonomiske potentiale – resultaterne ved at anvende LC har altså ikke vist et tilstrækkeligt udbytte i forhold til den tid og de ressourcer som bruges på at implementere systemet. En anden forklaring kan være at det er svært at skelne mellem om resultaterne ved at anvende LC skyldes systemet selv (LPS) eller generel god ledelse i de konkrete projekter. LC må derfor siges at være økonomisk umoden, da udbyttet ved at anvende det simpelthen er for usikkert og potentialet ikke syntes tilstrækkeligt stort.

Den radikale del af Digitaliseringsnichen omkring DDB er ligeledes økonomisk umoden. Der er en generel overbevisning blandt byggeriets aktører om at større grad af anvendelse af IT i

byggeriet vil lede til bedre styring af processen – med styrket konkurrenceevne som resultat. Problemet i denne sammenhæng er midlertidigt at centrale IT systemer (BIM og DBK) endnu ikke er tilstrækkeligt udviklede (teknologisk modenhed) til at vurdere hvad branchen mere konkret kan få ud af dem. DDB vurderes derfor til at være økonomisk umodent, men med det forbehold at potentialet syntes større og at der er en generel tro på at det økonomiske potentiale vil stige, i takt med at teknologien bliver mere moden.

SL spås at kunne give et betydeligt økonomisk udbytte, som langt vil kunne overstige udbyttet af de to andre. Der er dog også større risici forbundet ved at omlægge til SL (social modenhed) og der er fortsat usikkerhed omkring de teknologiske muligheder, samt økonomiske resultater mangler fortsat i en bredere forstand end blot enkelte eksempler. Derfor vurderes SL økonomiske modenhed her til at være middel forbeholdt mange usikkerhedsfaktorer og med potentiale for et betydeligt større økonomisk potentiale end 'middel modenhed' giver udtryk for.

### Ressourcer

En væsentlig forudsætning for at en niche kan opnå succes er adgangen til ressourcer. Denne rapport vil ikke tage stilling til om de enkelte nicher har modtaget tilstrækkeligt med ressourcer, men forsøger at skitsere hvordan ressourcerne fordeler sig – det er klart at jo flere ressourcer der er til rådighed for nichen, des mere forskning og udvikling kan der ske i og af nichen. Tabellen nedenfor skitserer nichernes adgang til ressourcer.

	LC	Digitalisering	SL
Økonomiske ressourcer (ca.)	DKK 20 mio.	DKK +300 mio.	DKK 100 mio.
Bidragyder(e)	Private virksomheder	Offentligt (og privat)	Fonde og virksomheder
Uddannelsesressourcer	Middel	Middel	Lille

**Tabel 13: ressourcer for nichen**

Ressourcerne tildelt til nicherne har i undersøgelsen vist sig at variere meget. LC er den niche som har modtaget mindst støtte med ca. DKK 20 mio. gennem de seneste år. Dette kan syntes som et relativt beskedent beløb set i sammenhæng med de andre nicher, men det er vigtigt at holde for øje, at nichen trods det har formået at udvikle sig og har vist sig moden – med undtagelse af det økonomiske potentiale. De tildelte ressourcer er derfor ikke nødvendigvis en rettesnor for om nichen bliver succesfuld, men viser noget om interessen for nichen i industrien. Nichen har desuden primært udviklet sig på baggrund af private virksomhedsmidler med støttet af universiteterne og ildsjæle som Svend Bertelsen.

I modsatte ende findes Digitaliseringen som er vurderet til at have modtaget over DKK 300 mio. over de seneste 10 år – primært pga. støtten til DDB. Denne støtte udgør primært offentlige midler fra blandt andet EBST, men også private virksomheder har støttet udviklingen. På trods af det relativt store beløb syntes DDB stadig at have problemer med reelt at skabe et innovationsmæssigt gennembrud bl.a. på grund af kravet om enighed blandt byggeriets parter. Der er derfor fortsat behov for at nichen støttes, hvis den skal opnå den forventede succes i branchen.

SL ligger sig mellem de to andre nicher og har modtaget hvad der svarer til ca. DKK 100 mio. over de seneste 5-6 år. Udviklingen er primært finansieret af Realdania som direkte har støttet

Byggeriets Innovation med DKK 50 mio., mens resten er finansieret af deltagende virksomheder hvilket udgør ca. DKK 30 mio. Foruden Byggeriets Innovation vurderes det at andre projekter udgør en værdi af ca. 20 mio. – dog med en vis usikkerhedsfaktor.

Dertil skal lægges at alle tre nicher har været støttet af universiteterne og andre højere læreanstalter igennem løbende forsknings-, udviklings- og uddannelsesaktiviteter. I den sammenhæng syntes fordelingen af ressourcer igen fokuseret på Digitalisering, efterfulgt af SL og LC. Netop adgangen er uddannelsesmæssige ressourcer er vigtige i innovationsprocesserne for at sikre kendskabet til nye teknologier.

### *Potentialer og udfordringer*

Som vi har set af ovenstående samstilling af de 3 nicher er der stor forskel på deres fokus og innovationsmæssige potentiale. Som opsummering har vi i tabellen nedenfor kort skitseret hvilke potentialer og udfordringer de enkelte nicher har.

	LC	Digitalisering	SL
Potentialer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan styrke effektivitet og værdi-produktionen indenfor det eksisterende regime</li> <li>• Kort ROI – kan implementeres på projekt niveau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skaber en mere effektiv informationsudveksling mellem byggeriets parter.</li> <li>• Muliggør en større kompleksitetsgrad i byggeriet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adresserer byggeriets produktivets-udfordring.</li> <li>• Stort potentiale: Kvalitetsforbedring, hurtigere leveringstid og billigere</li> </ul>
Udfordringer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan ikke optimere på tværs af projekter, da den er udarbejdet til at optimere projektprocesserne.</li> <li>• Kræver kulturændring</li> <li>• Svært at vurdere det reelle økonomiske afkast</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Svært at få alle parter til at blive enige =&gt; implementering er besværlig.</li> <li>• Optimere ikke på tværs af værdikæde.</li> <li>• Lang ROI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lang ROI</li> <li>• Kan ikke realiseres på projekt niveau, men kræver et marked af en vis størrelse og at virksomheden har indgående kendskab til kundens behov</li> <li>• Kræver omorganisering af arbejdsfordelingen i byggeriet.</li> </ul>

**Table 14: potentialer og udfordringer ved de forskellige nicher**

## Niche vs regime analyse

Efter at have studeret forskelle mellem de tre nicher/innovationsområder vil vi se nærmere på, hvordan de forholder sig til det fremherskende byggregime. Mere specifik vil vi se nærmere på forhold, hvor der er indbyggede modsætninger mellem regimet og en eller flere af nicherne. Det betyder, at vi har udeladt forhold som der ikke er modstridende som f.eks. valg af byggemateriale.

## Teknologi

Den følgende tabel viser en sammenfatning over teknologiske forhold der differentierer nicherne fra det overordnede regime.

	Regimet	LC	Digitalisering	SL
<b>Produktion</b>	On-site Lav automationsgrad	On site Lav automationsgrad	On site Lav automationsgrad	Off-site Evt. høj automationsgrad
<b>Optimering af design /produktion</b>	Lidt	Mellem	Mellem	Meget
<b>Sociale/tekniske teknologier</b>	Overvægt på sociale teknologier (mesterlærer)	Overvægt på sociale teknologier (procesfacilitering)	Overvægt på teknik (BIM)	Overvægt på teknik (modellerings-teknikker)
<b>Anvendelse af IT</b> Lidt/mellem/meget	Lidt	Lidt Last Planer System	Meget BIM, projektweb,...	Mellem-meget Konfiguratorer, CAD/BIM

Tabel 15: Differentierende faktorer (Teknologi). Gult/Orange = mellem

Den første parameter vi vil se nærmere på er, hvilke teknologier der primært anvendes i forbindelse med produktionen og udførelsen af byggeriet. Her er LC og DDB kompatible med det eksisterende regime, idet de begge bygger videre på regimes in-situ produktion med en lav automationsgrad. I modsætning hertil benytter systemleverancer sig ofte offsite / industriel – produktion, med mulighed for høj automationsgrad.

Et forhold hvor der imidlertid er mere forskellighed er omkring optimering af design- og produktion forholdet – specifikt i forhold til i hvor høj grad der anvendes værktøjer til at integrere design og produktion. I udgangspunktet fokusere LC optimering af udførelsesprocesser, men med introduktionen af LC ver 2.0 er der kommet fokus på Lean Design igennem anvendelse af værktøjer som f.eks. target costing. Derfor er feltet markeret med gult/orange (mellem). Digitaliseringen er også markeret med gult/orange på trods af værktøjerne i DDB som f.eks. BIM giver muligheder for optimering af designet, planlægning og udførelsen. En radikal integration af design og udførelser kræver imidlertid at fasemodellen udfordres, hvilket DDB ikke gør. Det gør systemleverancer imidlertid, der med værktøjer som target costing, value engineering, design for X, søger integration af design og produktion på tværs af projekter.

Kigger vi mere generelt på, hvilke teknologier der er fremherskende i nicherne og i hvor høj grad der fokuseres på sociale / tekniske aspekter af niche teknologien, er der også ganske store forskelle. Mens LC med fokus på involvering gennem formandsmøder og procesfacilitering har en overvægt på sociale teknologier, har Digitalisering og SL en overvægt på den tekniske side, med Digitaliseringens fokus på BIM, projektweb og standarder og SLs typiske fokus på specielle modellerings-teknikker. Forholdet mellem sociale teknologier ses også anvendelsen af IT, i

forhold til i hvor høj grad der stilles krav til IT i byggeprocessen? Her vurderes det at alle niches i større eller mindre grad bidrager til en øget digitalisering af regimet f.eks. gennem LC værktøjer som LPS og cyklogrammer, SLs konfigurationssystemer samt alle de værktøjer, der er indskrevet i DDB.

## Industri

Det næste vi vil se nærmere på er nichernes kompatibilitet i forhold til industridimensionen, altså hvordan industrien er organiseret omkring produktionen af byggeri. Følgende tabel opsummerer en række centrale områder.

	Regimet	LC	Digitalisering	SL
Værdikæde	Fragmenteret med mange aktører	Fragmenteret med mange aktører	Fragmenteret med mange aktører	Sammenhængende styret er én eller få leverandør
Design og udførelse forhold Integration / separation	Separation	Separation	Separation	Integration
Driver af udviklingen	Interesseorganisationer	Entreprenører, interesseorganisationer	Rådgiver, interesseorganisationer	Entreprenører, materiale producenter, arkitekter
Centrum for udviklingen	Projektet	Projektet	Projektet	Virksomheden/produktet

Tabel 16: Differentierende faktorer (Industri)

Det første forhold vi vil se nærmere på er organiseringen af værdikæden / arbejdsdelingen, altså hvordan værdikæden typisk er opbygget? Fragmenteret m. mange aktører eller sammenhængende styret er en leverandør. Her er både LC og Digitaliseringen kompatible med den eksisterende fragmenterede organisering baseret på stærke institutionelle roller. På denne måde udfordrer LC og Digitaliseringen ikke det eksisterende regime. Det gør SL nichen derimod, da de kræver en radikal ændring af værdikæden, hvor aktørernes ansvarsområder redefineres.

Et delområde omkring organiseringen af værdikæden er forholdet mellem design og produktion. Som vi så et kortlægningen af regimet er dette kendetegnet ved være separeret i det moderne byggeri og i det postmoderne byggeri endda gledet fra hinanden. Da LC traditionelt har fokuseret på udførelsen med undtagen af LC ver 2.0 fastholder LC separationen og den øgede afstand mellem design og produktion. Det samme gør sig glædende i DDB. Selvom hensigten oprindeligt var at skabe bro mellem de to faser, gennem ideen og beskrivende mængdefortegnelser, har det vist sig svært at realisere. Samtidig ligger der fortsat en skarp adskillelse mellem design og udførelsen. Systemleverance arbejde derimod med at integrere design og udførelses på tværs af projekter gennem brug af forskellige modelleringsteknikker.

Ser vi nærmere på hvem der driver udviklingen og hvilket udviklingsfokus de har, er interesseorganisationer en centralspiller i den generelle brancheudvikling i regimet med et stærkt udviklingsfokus på projektet. Denne udviklingsorganisering reproduceres i stor udstrækning i LC og Digitaliseringen, der dog begge også har et virksomhedsfokus – omend forskellig. Således er udviklingen LC mere drevet af entreprenører, mens Digitaliseringen primært er rådgiverdrevet. Systemleverancer står i kontrast hertil ved interesseorganisationernes fravær og med et udviklingsfokus på virksomheden/leveranceteams i modsætning til "projektet".

## Marked og kunder

Også i forhold til markeder og kundedimensionen er der forskelle mellem nicherne og regimet, hvilket er skitseret i følgende tabel.

	Regimet	LC	Digitalisering	SL
<b>Produktvarians</b> Unika/mass-customization/standard	Unika	Unika	Unika	Unik og standard
<b>Udvikling (Design-produktion forhold)</b>	Specifik	Specifik	Specifik	Generisk

Tabel 17: Differentierende faktorer (Markeder og kunder)

Et helt centralt beskrivelsesområde er i forhold til variansen af det producerede. Altså i hvor høj grad produktet kan varieres i henhold til forskellige egenskaber/attributter i forhold til kundernes behov. Her er regimet kendetegnet ved at være fokuseret på at realisere unikke produkter, som vi så i det postmoderne byggeri. Byggeri bliver altså til med udgangspunkt i den enkelte kundes behov. LC og Digitaliseringen er her kompatibelt med regimet, i det de er udviklet med henblik på at realisere unikt byggeri. I modsætning her til søger SL at adressere generelle kundebehov ved at udvikle koncepter/platform, der kan anvendes på tværs af projekter. Da systemleverancer samtidig indbygger en fleksibilitet i forhold til kunden kan produkterne kendetegnes ved at være "mass customized", hvorved de adskiller sig fra det moderne byggeri.

Et andet lignende forhold, der virker differentierende, er forholdet mellem design og produktion. Er udviklingen rettet mod et enkelt byggeri (specifikt) eller flere byggerier (generisk)? Også her er der overensstemmelse mellem LC, Digitaliseringen og regimet. Da udviklingen i byggeriet qua den projektorienteret proces med det individuelle kundefokus har et specifikt udviklingsfokus – altså i forhold til den enkelte kunde. Systemleverancer har med fokuset på koncept- og platformsudvikling derimod et generisk udviklingsfokus, der i højere grad fokuserer flere kunder (et marked).

## Policy

Vender vi os mod den politiske dimension er der også store forskelle på, hvordan nicherne integreres i den overordnede policyudvikling som skitseret i følgende tabel.

	Regimet	LC	Digitalisering	SL
<b>Regulering</b> Lidt/mellem/meget	Meget	Meget	Meget	Lidt
<b>Politisk bevågenhed</b> (Lille/mellem/stor)	Stor	Lille	Stor	Lille
<b>Branchestandarder</b> (Lille/mellem/stor)	Stor	Lille	Stor	Lille
<b>Deltagelse af interesseorganisationer</b> (Lille/mellem/stor)	Stor	Mellem	Stor	Lille

Tabel 18: Differentierende faktorer (Policy)

Den første parameter vi vil se nærmere på, er hvorvidt den eksisterende regulering er kompatibel med nicherne. Altså i hvor høj grad understøtter eksisterende regulativer, regler, normer, standarder mv. nichen/regimet? Udgangspunktet er at regimet i



udgangspunktet er understøttet af reguleringen. Det samme gør sig glædende med DDB i Digitaliseringen, hvor der er stor fokus på at reguleringen og udviklingen går hånd i hånd. Således er DDB direkte understøttet af bekendtgørelse 1365 (og dens efterfølger 1381), der udstikker retningslinjer for anvendelse af IKT i statens byggeaktiviteter. Samtidig tager udviklingen af DDB i stor udstrækning den eksisterende arbejdsdeling for givet, hvilket gør at der ikke skal ændres fundamentalt på det reguleringsmæssige. På samme måde tager LC eksisterende regulering som præmis i udviklingsarbejdet, hvilket gør den kompatibel med reguleringen uden at reguleringen decideret understøtter nichen. Dog oplever LC at licitationsmodeller umuliggør fortsættelse af team- og videnoverførsel fra projekt til projekt, hvilket er et stort ønske fra nichens side. I modsætning hertil står systemleverancer, da den udfordrer den eksisterende arbejdsdeling og regulering omkring projektorganiseringen og separationen omkring design og produktion. Dette er med til at besværliggør udviklingen af SL omkring processerne, produkterne og forretningen. Ifølge interessenter i nichen vil det dog kunne afhjælpes med en større brug af funktionsudbud. Endelig betyder forskelle i national lovgivning at det ofte er svært udvikle systemleverancer til international brug.

Også i forhold til i hvor høj grad området er genstand for politisk bevågenhed, er der store forskelle. Mens digitaliseringen igennem den sidste dekade har haft en stor politisk bevågenhed, da DDB i meget stor udstrækning har været statslig styret, har LC og SL udviklet sig under den politiske radar.

Udviklingen i regimet og nicher beror også i varierende grad på udviklingen af branchestandarder. I DDB har udviklingen af den digitale bygningsklassifikation været et eksempel på, hvor svært det er at skabe sådanne fælles branchestandarder. Udviklingen af en fælles standard italesættes dog fortsat som helt centralt for digitaliseringen for udveksling af data (IKT-broer) mellem byggeriets parter. I modsætning her til har LC ikke et specifikt fokus på at udvikle en fælles standard, men mere på udviklingen af værktøjer og processer, der kan finde anvendelse uden eksistensen af fælles branchestandarder. Selvom SL ikke skriver sig ind i udviklingen af en fælles standard, da fokuset ligger på at skabe standarder i et netværk mellem virksomheder, er der dog visse aktører, der efterlyser fælles standarder for, hvordan de fysiske grænsefald, skal være mellem forskellige systemprodukter.

Som vi har berørt tidligere er der stor forskel på interesseorganisationernes involvering. Dette gælder også i særdeleshed i forhold til det politiske niveau. Som i den generelle udvikling af branchen er interesseorganisationer også meget involveret i udviklingen af Digitaliseringen. Dette forhold skyldes formodentlig ambitionen omkring at blive enig om en fællesløsning omkring DDB. Ved at EBST har været initiativtager i udviklingen af DDB, har det automatisk involveret interesseorganisationerne, da et sådan initiativ potentielt kunne reorganisere branchen og dermed har store interessekonflikter indbygget. Også de håndværksmæssige interesseorganisationers involvering i LC kan tilskrives ønsket om at give håndværkerne en stærkere magtbase i forhold til planlægningen, så deres kompetencer blev reintroduceret i planlægningen som i det præmoderne byggeri.

## Kultur

Vi vil nu vende blikket mod den kulturelle dimension og se nærmere på, hvordan nicherne adoptere eller forkaster regimets fremherskende kulturelle markører.

	Regimet	LC	Digitaliseringen	SL
<b>Syn på byggeri</b> (unik, standard, en kombination)	Unikt	Unikt	Unikt	En kombination
<b>Forståelse af byggeprocessen</b> (kaotisk, kompleks, standard)	Kompleks/kaotisk	Kompleks/kaotisk	Kompleks	Standard/kompleks
<b>Tværfagligt samarbejde</b> Lav/mellem/høj	Lidt	Meget	Mellem	Meget
<b>Læringsfokus</b> (lille/stort)	Lille	Stor	Stor	Stor
<b>Forankring af læring</b>	Individet	Individet/projektet	Individet/systemet	Virksomheden
<b>Udviklingskultur</b> (Branche, Projekt, virksomhed)	Dialog i branchen	Dialog i virksomheder i et projekt	Dialog i branchen	Dialog mellem virksomheder i på tværs af projekter

Tabel 19: Differentierende faktorer (Kultur)

Som vi så i analysen af regimet er det fremherskende syn på byggeri, at det er unikt. Et syn der har store konsekvenser for udviklingen af byggepraksisser. Både LC og Digitaliseringen fastholder dette syn, mens det fremherskende syn inden for SL-nichen er, at se byggeri som både standardiseret og noget unikt.

Dette syn hænger sammen med forståelsen af byggeprocessen i den forstand at hvis man skal producere noget som er unikt må processen være kendetegnet med at være uforudsigelig, kaotisk eller i bedste fald kompleks. Det komplekse og kaotiske syn på byggeprocessen er fremherskende i regimet, LC og i en vis grad i Digitaliseringen. Således har LC med udviklingen af Last planer værktøjet udviklet en planlægningsmetode, der kan håndtere kaos og ændringer i projektet lang tid ind i udførelsen. I Digitaliseringen ligger der dog en overvægt på at se processen som noget komplekst, da der ligger en ambition om at byggeri kan modelleres virtuelt f.eks. gennem BIM. SL har også en forståelse af processerne som noget komplekst, men ser dem også som noget standardiseret, i det der ligger en forståelse af at byggeprocessen kan gøres kontrollerbar, hvis produktet designes rigtig.

I forhold til tværfagligt samarbejde er der også stor forskel. Mens regimet i udgangspunktet ikke har et stort fokus på tværfagligt samarbejde er det fremherskende i nicher som LC og Partnering (som vi dog ikke beskæftiger os med her). Således har LC et stort fokus på samarbejde mellem fag på projektet specielt i udførelsesfasen. Fokus for dette samarbejde, er dog de lokale projektprocesser, hvilket adskiller LC fra Digitaliseringen. I Digitaliseringen ligger fokuset på samarbejde mellem rollerne i udformningen af DDB, da forståelsen er, at hvis rollerne koordineres på brancheniveau, behøver man ikke at skulle bruge tid på det på projektet. SL har også fokus på tværfagligt samarbejde i arbejdet med samtænkning af roller og ændre arbejdsdelingen. I modsætningen til LC og DDB fokus på projekt projektniveau ligger fokuset omkring SL på længerevarende samarbejde mellem virksomheder.

Også i forhold til læring er der store forskelle på mellem nicherne og regimet. Mens der i regimet ikke er et stort fokus på læring, har de tre nicher et specifikt læringsfokus dog indenfor forskellige områder. Således har LC et udpræget fokus på den løbende læring på projekter, med

udpræget vægtning af individuelle og kulturelle forhold. Dette ses bl.a. i dagsordnen omkring en generel holdningsændring mod at se muligheder i optimering af flow gennem fokus på projektprocesser og reduktion af spild. Indenfor LC ligger forankringen af læring dog på individniveau qua reproduktionen af projektorganiseringen. Inden for Digitaliseringen er der også stor fokus på læring, da læring ses om et vigtigt element til forbedring af byggeriet. Fokuset her er i modsætning til LC, på hvordan læringen kan understøttes af IT infrastruktur. Det betyder at læringen forankres i et generelt branchemæssigt system kombineret med individet. Også SL har et indbygget læringsfokus, da en løbende læring ses som en vigtig del af udviklingen af SL. Forankringen af læring ligger dog her hverken på individet, projektet er generelt i branchen. På grund af opgøret med projektorganiseringen er lærerprocesserne her primært struktureret omkring virksomheden, i et tæt samspil mellem medarbejdere, teknologier, mm.

Endelig er der også store forskelle på udviklingskulturerne omkring nicherne i forhold til på hvilket niveau samarbejdspartnerne skal blive enige om at adoptere en given udviklingsretning. Her ligger Digitaliseringen med DDB tæt op af udviklingskulturen i regimet, med fokus på dialog og konsensus på brancheniveau. LC fokuserer også på dialogprocesser men niveauet er anderledes, idet dialogen skal foregå på projektniveau, og iblandt Lean Construction Danmark-foreningens aktive medlemmer. Endelig har SL også fokus på dialog, men kun mellem en række nøje udvalgte partnere på tværs af projektet. Dette fokus er med til skabe klynger, der kan differentiere sig og dermed konkurrere med hinanden i forhold til anvendelse af forskellige løsninger indenfor et marked.

### Forskning og uddannelse

Den sidste dimension vi se undersøge er forhold omkring forskning og uddannelse.

	Regimet	LC	Digitaliseringen	SL
<b>Forskningsaktiviteter</b> Høj/mellem/lav	-	Lav	Mellem	Høj
<b>Udviklingshorisont</b> (Kort/mellem/lang)	Kort	kort	Kort	Lang
<b>Forskningsmiljø</b> (Indenfor/udenfor)	Indenfor	Indenfor	Indenfor	Udenfor
<b>International/national Forskning</b>	Nationalt	Internationalt -> nationalt	Internationalt -> nationalt	Nationalt-> Internationalt
<b>Uddannelsesaktiviteter</b> Stort /Begrænset kendskab	Stort kendskab	Stort kendskab	Noget kendskab	Begrænset kendskab

Tabel 20: Differentierende faktorer (Forskning og uddannelse)

Ser vi nærmere på forskningsaktiviteterne, og ser på i hvor høj grad nicherne er understøttet at igangværende forsknings og udviklingsaktiviteter, er der også betydelige forskelle. Generelt har nicherne forskellig modenhed i forhold til videnopbygningen i nichen, således er mange af de teknologier som LC arbejder med meget velbeskrevet – praktisk og forskningsmæssigt. I modsætning hertil står SL svagere, da værktøjerne her er under udvikling/ tilpasning fra den klassiske industri. Konsekvensen er at SL pt har gang i de fleste forskningsmæssige aktiviteter, hvis man ikke kategoriserer det nye videncenter som opfølger på DDB som forskning. Således er der 3 nuværende/igangværende Ph.D. projekter med en digitaliseringsdagsorden, mens der 6

omkring SL. Pt ligger den nationale forskningsmæssige indsats indenfor LC lavt, hvilket den ikke altid har gjort. Dog er der et potentiale i en styrket forskningsmæssig indsats omkring LC ver 2.0.

Omfanget af den forskningsmæssige indsats afspejles i nichens udviklingshorisont. Således har DDB med fokus på realisering af de lavt hængende frugter primært fokus på den korte bane. Det samme gør sig gældende for LC, der dog står i en situation, hvor der er behov for en ny retning i nichen. SL har derimod et længere udviklingssigte, hvilket bl.a. er illustreret af de mere end 20 virksomhedsbaserede udviklingsprojekter støttet af Byggeriets Innovation (Realdania). Resultaterne herfra er dog at disse udviklingsaktiviteter ofte efterlades kort før prototypen og derfor er de haft svært ved i tilstrækkelig grad at blive kommercialiseret.

Der er også forskelle i forhold til i hvor høj grad foregår forskningen indenfor/udenfor eksisterende byggeforskningsmiljøer. Her ligger forskningsaktiviteterne omkring LC og Digitaliseringen indenfor de eksisterende byggeforskningsinstitutioner som f.eks. SBi, DTU.Byg og TI. I modsætning hertil har SL drevet af miljøer, der har været mere perifere og decideret udenfor den eksisterende byggeforskning, dette er seneste illustreret med Sysbyg netværket der involverer arkitektskolen i Århus, Center for industrialiseret arkitektur og DTU Management. Således repræsenterer SL er et bud på løsningen af byggeriets udfordringer af nogen, der ikke er centrale meningsdanner i byggeriet, men i et vist omfang kommer udefra. Således trækker SL intenst på forskning indenfor klassiks produkt og produktionsudvikling i industrien. Der er dog noget der tyder på at SL tanken er ved at blive integreret i den øvrige byggeforskning, f.eks. gennem et sammenfald af aktører i Digitaliseringen og SL samt samlingen af ledelsesgrupperne i DTU Management.

Et andet forhold omkring forskningen er koblingen til den internationale forskning. Her har LC formået på baggrund af internationale forskningsaktiviteter, at udvikle en speciel dansk variant af LC, der er kompatibel med det eksisterende danske byggeregime. LC er således udviklet på baggrund af internationale forskningsmæssige strømninger. Det samme gør sig gældende omkring DDB, hvor forskningen primært er af national karakter, men som tydeligt er påvirket af signifikante udviklinger i det internationale forskningsmiljø. Sammenlignet hermed har SL taget udgangspunkt i et dansk forskningsmiljø, der står stærkt internationalt. Der er således potentiale for en overførsel af dansk knowhow internationalt. Her indskriver SL sig ikke kun i byggeforskningen omkring temaer som Modern Methods of Construction og Off-Site Manufacturing, men også i forskningsfællesskabet omkring mass-customization. Overordnet set er forskningen altså et af de områder, hvor branchens internationaliseres igennem.

Det sidste punkt vi vil beskæftige os med er udbredelsen af nichen/regimet i uddannelserne. Her er der også store forskelle. Da det eksisterende bygget omkring stærke institutionelle roller som vedligeholdes gennem uddannelsessystemet, er der stor fokus på fra nicherne at blive integreret i uddannelsessystemet – med varierende held. Således tilbydes i dag masser af AMU kurser omkring LC som efteruddannelse, uden det dog benyttes i særlig stor grad. Omvendt har LC godt fat i de kommende generationer, hvilket ses på den store interesse fra studerende og de mange afgangsprojekter. Det betyder, at der generelt er et stort kendskab til LC i uddannelsessystemet. Digitaliseringen har ikke helt det samme kendskab selv om der er et stærkt fokus på uddannelse i nichen, da virksomhederne mangler at opgradere deres IKT kompetenceniveau. Omvendt er

kursusudbuddet omkring SL stærk begrænset, hvilket formodentlig skyldes den manglende modenhed. Således er de primært de højere uddannelsesinstitutioner som underviser i systemleverancer som f.eks. DTU Man, hvilket skal ses i lyset af, at det bl.a. er her forskningsaktører sidder.

## Sammenfatning af de forskellige niveauer

Vi vil afslutningsvis sammenfatte de forskellige niveauer i analysen af byggeriets innovationssystem. Vi vil nærmere se på, hvordan regimet kan forandres gennem ændringer de samfundsmæssige strømninger samt nichernes innovationspotentiale. Vi vil undervejs i sammenfatningen markere, centralt pointer der efterfølgende vil behandles i diskussionen.

## Makrostrømningers betydning for innovationen

Som vi så af trendanalysen, er der store makropåvirkninger af byggeriet omkring globalisering, teknologiudvikling, bæredygtighed og samfundsmæssige forhold. Schot og Geels (2008) argumenterer for at disse potentielt kan have store konsekvenser innovationen i en sektor, da de dels repræsenterer et mulighedsvindue og en potentiel trussel. I byggeriet så vi det bl.a. i forbindelse med oliekrisen, der fik en stor betydning for udviklingen af mere energibesparede løsninger. Det er imidlertid ikke altid sikkert at kriser skaber udvikling.

Branchens struktur i DK, med en masse små virksomheder gør det svært at skabe forandring, da de små virksomheder har svært ved at bryde ud af det eksisterende regime. Selvom den seneste krise på boligmarkedet har skabt en brændende platform og der samtidig eksisterer et ikke ubetydelig mulighedsvindue i forbindelse med udviklingen af bæredygtigt byggeri, har det ikke medført en prioritering af innovation i virksomhederne (Nielsen, Thuesen og Koch 2010).

Udfordringer er at de slag som krisen giver til branchen optages let, i kraft af de stærke institutionelle rolle kombineret med det fleksible arbejdsmarked, der muliggør at virksomhederne let kan hyre fyre folk. Krisen påvirker med andre ord branchen som at slå i spand med små bolde, de flytter sig blot for hinanden derefter at falde tilbage på de samme pladser. Konsekvensen er at grundlæggende forandringer ikke bare sker i branchen... den skal stimuleres.

Samtidig har vi i denne analyse set på en historisk periode, hvor der har været massiv opgang i byggeriet. Selv i denne periode har virksomhedernes udviklingsindsats været begrænset. Det er sjældent virksomhederne selv der bærer risikoen for udviklingen alene. Ofte er udviklingen af nicheerne sponsoreret af eksterne midler enten fra EBST eller Realdania.

Konsekvensen er innovation i branchens virksomheder har det svært. Eller som det ofte siges "at opgangstider har vi ikke tid til udvikling og i nedgangstider har vi ikke råd".

## Konklusionen er at der er behov for

1. at synliggøre samfundsmæssige trends som mulighedsvinduer og trusler som innovationsaktører i byggeriet kan orientere sig i forhold til.
2. at forstå virksomhedernes rolle innovationssystemet

## Nichernes innovationspotentiale (radikalitet og rationalitet)

Som vi så af analysen af nicherne er de store forskelle mellem de nichernes rationalitet og radikalitet. Dette understøttes af en sammensætning af de forskellige dimensioner af kompatibilitet mellem nicherne og det overordnede regime som illustreret i følgende tabel

	Regimet	LC	Digitalisering	SL
<b>Teknologi</b>				
Produktion	On-site	On site	On site	Off-site
Optimering af design-produktion	Lidt	Mellem	Mellem	Meget
Sociale/tekniske teknologier	sociale	Overvægt på det sociale	Overvægt på teknik	Overvægt på teknik
Anvendelse af IT	Lidt	Lidt	Meget	Mellem-meget
<b>Industri</b>				
Værdikæde	Fragmenteret	Fragmenteret	Fragmenteret	Sammenhængende
Design og udførelse	Separation	Separation	Separation	Integration
Driver af udviklingen	IO	IO, Entreprenører	IO, Rådg.	Entr. Ark, Producenter
Centrum for udviklingen	Projektet	Projektet	Projektet	Virksomheden/produktet
<b>Marked og Kunder</b>				
Produktvarians	Unika	Unika	Unika	Unik og standard
Design-produktion forhold	Specifik	Specifik	Specifik	Generisk
<b>Kultur</b>				
Regulering fokus	Meget	Meget	Meget	Lidt
Politisk bevågenhed	Stor	Lille	Stor	Lille
Branche standarder	Stor	Lille	Stor	Lille
Deltagelse af interesseorganisationer	Stor	Mellem	Stor	Lille
<b>Kultur</b>				
Syn på byggeri	Unikt	Unikt	Unikt	En kombination
Forståelse af byggeprocessen	Kompleks/kaotisk	Kompleks/kaotisk	Kompleks	Standard/kompleks
Tværfagligt samarbejde	Lidt	Meget	Mellem	Meget
Læringsfokus	Lille	Stor	Stor	Stor
Forankring af læring	Individet	Individet/projektet	Individet/systemet	Virksomheden
Udviklingskultur	Dialog i branchen	Projekt dialog	Dialog i branchen	Virksomheds dialog
<b>F&amp;U</b>				
Forskningsaktiviteter	-	Lav	Mellem	Høj
Udviklingshorisont	Kort	kort	Kort	Lang
Forskningsmiljø 1	Indenfor	Indenfor	Indenfor	Udenfor
International/national Forskning	Nationalt	Internationalt → nationalt	Internationalt → nationalt	Nationalt → Internationalt
Uddannelsesaktiviteter	Stort kendskab	Stort kendskab	Noget kendskab	Begrænset kendskab

Tabel 21: Opsummering af kompatibilitet

### Radikalitet

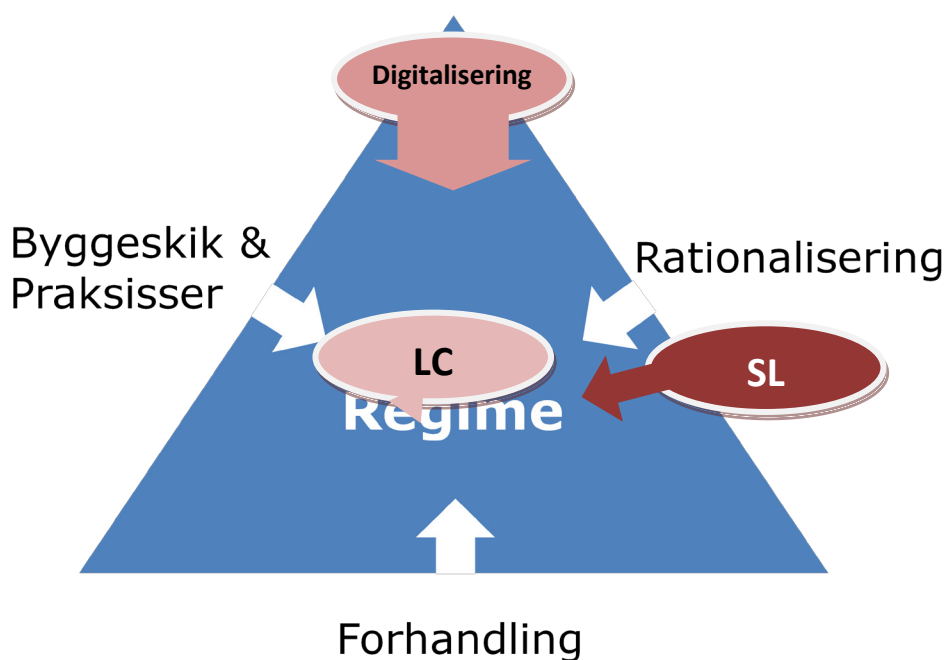
Tabellen viser, hvordan SL på langt de fleste områder er forskellig fra det fremherskende regime og de andre nicher. Man kan således sig at Digitaliseringen med DDB og LC indskrives sig i den eksisterende regimes produktionsparadigme omkring individual customization, karakteriseret ved projektbaseret produktion af unika produkter, adhoc projekt organisering, kortvarige samarbejdsrelationer, projektledelse samt en fragmenteret værdikæde bl.a. opretholdt af licitationsmodeller og stærke institutionelle roller. I modsætning hertil indskrives SL sig mere i et mass-customization paradigme, der søger at fokusere på offsite produktion af systemprodukter, gennem integrerede værdikæder, langvarige samarbejder relationer, samt virksomhedsbaseret læreprocesser.

De forskellige nicher tiltrækker forskellige interesser fra branchens aktører, herunder branchens institutioner. DDB er et eksempel på, at alle institutionerne bliver inddraget for at skabe konsensus om en bestemt udvikling. Konsekvenser er, at de kun kan blive enige om de lavt hængende frugter og dermed ikke ændre nævneværdigt på branchens organisering. I LC er det udviklet i samarbejde med de håndværksmæssige institutioner ... med den konsekvens at vi har fået en speciel dansk variant af LC. Endelig er SL-nichen kendetegnet ved ikke at involvere nogen af interesseorganisationerne. Den skriver sig nærmest sig ud af dem. Det er med til at gøre den mere radikal, men også meget mere sårbar. Eksempelvis er der ikke nogen af institutionerne, der har taget bolden op efter Byggeriets Innovation, da der ikke er nogen eksisterende identiteter, der kan skrive sig ind i den, da den netop opererer på tværs af den eksisterende konstellation. Således har SL ikke involveret de eksisterende interesseorganisationer, da de nærmest ser dem som en del af problemet. Det er præcis det der repræsenterer radikaliteten i nichen.

Nicherne repræsenterer derfor forskellige muligheder for branchemæssig innovation. Mens LC og Digitaliseringen søger at skabe innovation indefra søger SL at skabe den udefra. LC skriver sig ind i det eksisterende regime (reproduktion), DDB forsøger at digitalisere regimet ved at ændre teknologi dimensionen i regimet (transformation) og endelig søger SL at lave grundlæggende om på byggeriet (transition).

### *Rationalitet*

Samtidig abonnerer nicherne på grundlæggende forskellige historiske rationaliteter i forhold til de udviklingsbrud, der er centralt konstruerende for dansk byggeri i dag. Dette er søgt illustreret i følgende figur, farverne på nicherne viser radikaliteten af nichen og pilene søger at anskueliggøre styrken af påvirkningen.



Figur 22: Nichernes relation til det fremherskende regime

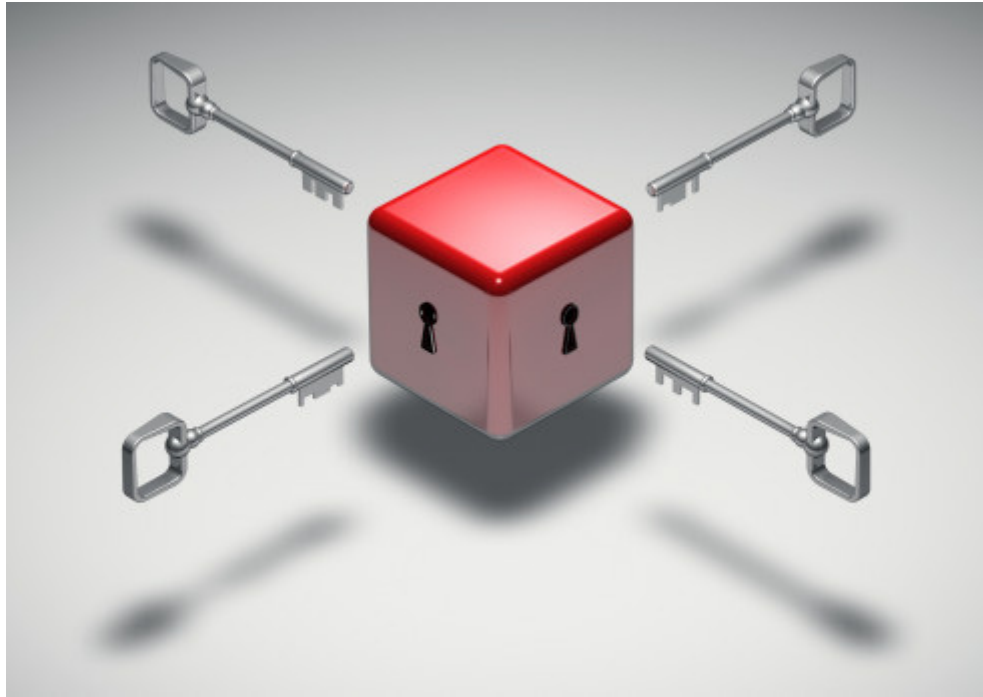


Figuren viser hvordan LC (i den danske variant) placerer sig i midten af regimet ved, dels at trække på de klassiske byggepraksisser og roller, dels er fokuset på procesoptimering direkte inspireret af rationaliseringstænkningen i det moderne byggeri og endelig lægger fokuset på involvering og forhandling som centralt for planlægning og udførelsesprocessen i klar forlængelse af forhandlingsregimet i det postmoderne byggeri. DDB i digitaliseringen abonnerer også på den klassiske institutionelle opdeling, men forhandlingsdimensionen er her lang mere nedtonet, i hvert fald hvad angår klassifikation, BIM og beskrivende mængdefortegnelser. Til gengæld ligger Digitaliseringen meget op ad rationaliseringsdiskursen fra 60'erne grundet fokuset på at skabe transparens i planlægningen gennem digitale værktøjer. I modsætning hertil skriver SL sig alene i rationaliseringsdiskursen. Konsekvensen er at innovationer i byggeriet er en effekt af regimet – det er noget, der foregår både indenfor og udenfor regimet.

Der eksisterer således forskellige rationaliteter baseret på nye og gamle forhold. Disse rationaliteter sameksisterer i byggeriets innovationssystem og har betydning for innovationsaktiviteterne. Hver niche har sin egen forståelse af regimerne – og en gang i mellem flere rationaliteter som bl.a. er tilfældet i det Digitaliseringen. Analysen viser at rationaliteterne kan være mere eller mindre radikale og inde i nichen kan der være forskellige grader af radikalitet. Der er nogen der abonnerer på hele pakken, mens nogen kun abonnerer på en lille del af det. Ser vi nærmere på eksemplet DDB har der været store diskussioner man f.eks. skulle kunne lave reversible designprocesser, men det har de lukket fuldstændig af for. Man har indført steps hvor man låser modellen – ganske som man gør med fasemodellen. I modsætning hertil står en gruppen (BIM gruppen), der gerne vil have man skal kunne operere reversibelt, med forskellige detaljeringsgrader i bygningen. Men denne rationalitet blev bare banket på plads fordi man ville fastholde milepælene fra fasemodellen. Det er blot et eksempel på de slåskampe der foregår inden i nicherne. I dette tilfælde blev et stærkt radikalt i nichen forbigået til fordel for "de lavt hængende frugter".

Det betyder at nicherne på nogen områder dels hænger sammen, mens de på andre er dybt splittet. Nicherne er således ikke en homogen størrelse. Når man kigger nærmere på nichen kan man se alle nuancerne og forskellighederne. Dermed bliver det svært at vurdere, hvad der reelt integrerer nichen. Denne forståelse kan først opbygges, når man har et overblik over regimet og andre nicher – da træder nichens integrationsmekanismer tydeligere frem.

Fælles for nicherne er at de ofte italesætter de samme problemer i branchen, men problemerne ser forskellige ud alt afhængig hvilke rationalitet problemet ses igennem. Det betyder samtidig at der eksisterer forskellige diagnoser af byggeriets problemer og dermed forskellige behandlinger som skitseret i følgende figur, hvor forskellige nøgler prøver at lukke den sammen boks op.



Figur 23: Nichernes forskellige rationaliteter og radikaliteter

Selvom de forskellige rationaliteter og radikaliteter som nicherne repræsenterer, er inkompatible som f.eks. konflikten mellem DDB og systemleverancer pga fasemodellen, kan der godt opstå synergi mellem de forskellige nicher. Således er der potentielle mulige sammenfald af rationaliteter mellem BIM gruppen i Digitaliseringen og systemleverancer, samt LC 2.0 og systemleverancer.

Konsekvensen af nichernes forskellige rationaliteter og radikaliteter er at:

- 3. der er behov for at udvikle en reguleringsmæssig praksis, der understøtter forskellige rationaliteter og radikaliteter.**

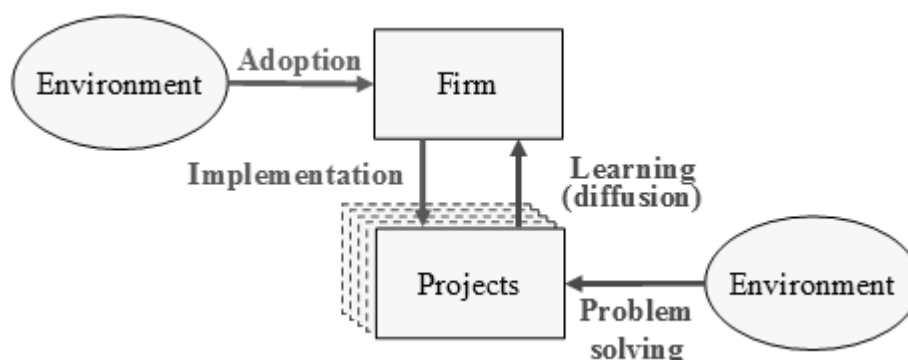
## Diskussion

Vi har i analysen set hvordan innovation i byggeriet kan forstås som et samspil mellem et eksisterende regime, en række udviklingsnicher og nogle overordnede samfundsmæssige trends. Vi vil nu diskutere resultaterne af analysen, et internationaliseringsperspektiv og diskutere konsekvenser for den fremtidige regulering af branchen. Men inden vi når der til, vil vi diskutere virksomhedernes nuværende og potentielle fremtidige rolle i byggeriets innovationssystem, da det i analysen blev identificeret som centralt udviklingsområde.

### Virksomheder som innovationsdrivere

En central del af byggeriets aktører er de virksomheder som hver dag, står for den praktiske realisering af byggeopgaver på tværs af landet. Men hvad er deres rolle forhold til innovation i byggeriet?

Som set i analysen af det eksisterende regime i byggeriet er byggeriet kendetegnet ved at være en projektbaseret industri, med en meget stærk autonomi for projekterne. Dette har stor betydning for innovationen i branchen og udviklingen af virksomhederne. Winch (1998) har formuleret følgende model til at forstå samspillet mellem projekterne og virksomhedernes udvikling.



Figur 24: Winch's model for innovation i byggeriet

Figuren viser hvordan innovationen foregår ved, at virksomheden dels lærer af projekterne og dermed kan implementere denne viden på nye projekter, og dels implementere helt nye teknologier og arbejdsmetoder i projekterne. Ifølge Winch påvirkes denne udvikling af omgivelserne dels på virksomhedsniveau, og dels på projektniveau. Selvom figuren er logisk og giver et ønskværdigt billede af udviklingsprocesserne i byggeriet, viser Thuesen (2006) at lærings- og implementeringsprocesserne i den grad bliver besværliggjort af byggebranchens projektproduktionsparadigme (individual customization).

I dette fremherskende projektproduktionsparadigme realiseres byggerier igennem projekter baseret på

1. En fragmenteret værdikæde med mange institutionelle roller, der alle optimerer deres egen del af værdikæden

2. En stærk statslig regulering gennem udbudsformer/licitationsmodeller (f.eks. AB92) og produkt- og proceskrav (f.eks. BR)
3. Projektledelse som grundlæggende ledelsespraksis

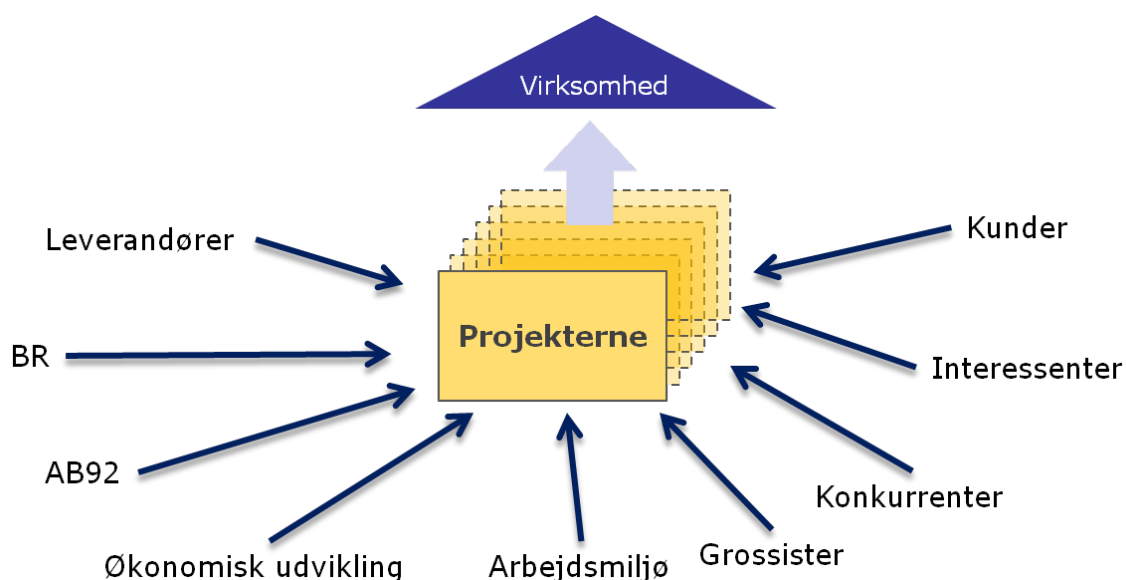
Konsekvensen er, at fokuset for langt den største del af udviklingen af byggeriet er på "projektet". I forhold Winchs figur betyder det, at langt den største påvirkning fra omgivelsernes adresserer projektet og at virksomheden bare er et restprodukt af projektorganiseringen. Udviklingsmæssigt kan man sige, at virksomheden er et appendiks til projekterne. Et appendiks der har en juridisk og administrativ funktion, samt noget salg, når sagerne ikke kommer af sig selv.

Denne indsigt er vigtig at have med som baggrund for at forstå konsekvensen af virksomhedernes innovations og forretningsudviklingspraksis.

### Hvor er virksomhederne i dag? ... i det røde hav

Netop dette spørgsmål blev igennem 19 interviews med MMV besvaret i en parallel undersøgelse af praksisserne for forretningsudvikling i byggeriets virksomheder (Thuesen, Koch og Nielsen 2010).

En af hovedkonklusionerne i undersøgelsen er, at udviklingen i virksomhederne er præget af en ubevidst praksis, hvor virksomhedens udvikling er et resultat af lederens daglige praksis. Da lederne er meget involveret i den daglige drift, bliver strategierne et ubevidst resultat heraf. Inputtene til denne "strategiretning" er alle de input de får i deres daglige arbejde med kunder, projekter og leverandører samt input fra den statslige regulering – dette er søgt skitseret i følgende figur.



Figur 25: Forretningsudvikling som ubevidst resultat af input på projektniveau

Hvis denne form for udvikling står alene, betyder det at forretningsudviklingen går langsomt, at udviklingen er afhængig af, hvilke projekter man deltager i og det medfører et ensidigt fokus på projekterne og ikke forretningen som sådan.

En anden konsekvens er, at inputtene til strategiretningen ikke adskiller sig nævneværdigt fra konkurrenternes input. Det betyder, at virksomheden ubevidst går i samme retning som konkurrenterne, da de ikke er bevidste om de input de får og den retning de implicit lægger. Hermed opbygges de samme kompetencer som hos konkurrenterne og de reproducerer den eksisterende arbejdsdeling i branchen. Konsekvensen er at alle leverer det samme produkt og dermed kommer til at konkurrere på dækningsbidrag i stedet for at konkurrere på omkostninger og værdiskabelse. Denne konkurrencemæssige situation benævnes ofte som det røde hav.

Som illustrativt billede kan man sige at byggeriet fungerer ved at der er mange Toyota Hi-aces (virksomheder), der er fanget i byggeriets projektparadigme med fokus på kortsigtede resultater og overlevelse frem for udvikling og innovation. Virksomhederne svømmer således rundt i et rødt hav, hvor alle kæmper mod alle om de fede projekter.

Det tyder imidlertid på, at det røde hav ikke kun er et problem for mindre og mellemstore virksomheder, men at store virksomheder også kæmper med problemet. Der er så at sige både små og store Toyota Hiace-s, der producerer på samme måde. Således organiserer store entreprenører deres værdikæde internt i overensstemmelse med produktionsregimet. For hvis en totalentreprenør, ikke har nok arbejde til deres råhusafdeling, må denne byde sig til på det eksterne marked med licitationer, hvor de bliver nødt til at byde ind på opgaverne på markedsvilkår som fagentreprenør.

Denne konkurrencemæssige situation kan man sagtens overleve i, hvis der er føde nok. Men når projekterne forsvinder, bliver virksomhederne nødt til at kannibalisere på hinanden. Det er derfor primært i kriser, når opgaverne ikke kommer af sig selv, at potentialet for udvikling er til stede. Spørgsmålet er imidlertid om deres udviklingssyn i disse perioder alene kan drive udviklingen af virksomheden? Meget tyder på, at de fleste virksomheder skærer ned i stedet for at udvikle i krisetider – da det fleksible arbejdsmarked muliggør dette.

### **Reaktiv udvikling i det røde hav**

Thuesen, Koch og Nielsen (2010) viser, at store dele af udviklingen i virksomhederne sker reaktivt som følge af krav eller trusler fra omverdenen og projekterne.

Samtidig viser undersøgelsen, at virksomhederne ikke arbejder struktureret med at analysere deres omverden og, de har dermed ikke mulighed for bevidst at kunne udnytte muligheder eller imødegå trusler. Virksomhederne er delvis bevidste om øjeblikbilledet enten fordi virkeligheden allerede har ramt dem, eller den er så tæt på at de ikke kan undgå at se den.

Det betyder, at virksomhederne typisk reagerer på bagkant og typisk defensivt, da der ikke er tid til andet når man er sent ude. Med virksomhedernes høje gennemsnitsalder taget i betragtning (45 år) er konklusionen, at det er de ret gode til – de er ret gode til problemknusning og brandslukning. Måske er det årsagen til at virksomhederne fortsat agerer på den måde – det går jo meget godt?

I tabellen nedenfor sammenholdes resultaterne fra Thuesen, Koch og Nielsen (2010)<sup>3</sup> med en lignende undersøgelse af MMV'er blandt Dansk Industris medlemmer (DI 2011)<sup>4</sup>.

Virksomheder der...	Industrivirksomheder (DI)	Byggeriet
ingen strategi har	19%	39%
har en strategi	81%	61%
har en strategi der er bredt kommunikeret / forankret	27%	17%

Tabel 22: Forskelle mellem industri og byggevirksomheders forretningsudvikling

Sammenstilling af de to analyser viser at forretningsudvikling blandt byggeriets virksomheder ikke er nær så formaliseret og bevidst som i industrien. Når det imidlertid er sagt står industriens virksomheder med de samme udfordringer som byggeriet omkring vækst... i byggeriet er den blot større. DI undersøgelsen viser desuden at 48% af virksomhederne som har en nedskrevet strategi forventer vækst i de kommende år, mens det blot er 12% af den der ikke har en strategi der forventer vækst (side 3). Der er altså noget der tyder på at der er en sammenhæng mellem bevidst forretningsudvikling og vækst.

### Virksomheder som vækstmotor

Der er et stort potentiale i at arbejde mere bevidst med virksomhederne som driver at innovationen i byggeriet. Dels for virksomhederne men også for samfundet som helhed.

### Potentiale for virksomhederne

Eksistensen af det røde hav repræsenterer en oplagt mulighed for at undslippe konkurrencen, ved at opsøge et blåt hav og lade konkurrenterne blive i det røde. Kim and Mauborgne (2004, 81) sammenfatter forskellen mellem det røde og blå hav som følger:

Rødt hav	Blåt hav
Compete in existing market space.	Create uncontested market space.
Beat the competition.	Make the competition irrelevant.
Exploit existing demand.	Create and capture new demand.
Make the value/cost trade-off.	Break the value/cost trade-off.
Align the whole system of a company's activities with its strategic choice of differentiation or low cost.	Align the whole system of a company's activities in pursuit of differentiation and low cost.

Tabel 23: Rødt og blåt hav

Arbejdet med at opsøge det blå hav kræver imidlertid en bevidst forretningsudviklingspraksis.

En vigtig del af blå hav strategier er en grundlæggende separation mellem salgpris/værdi og omkostninger. Set med forretningsudviklingsøjne betyder det et samtidigt fokus på effektivitet og udvikling af ydelser/produkter, der har nogle særlige egenskaber, som kunden er villig til at betale mere for end det det koster at producere.

<sup>3</sup> Undersøgelsen baserer sig på kvalitative interviews af 19 mindre og mellemstore virksomheder i byggeriet omfattende både arkitekt, rådgivnings og entreprenørvirksomheder.

<sup>4</sup> Undersøgelsen baserer sig på en kvantitativ undersøgelse af 172 respondenter

### *Potentiale for samfundet*

Det er imidlertid ikke kun virksomhederne, der har glæde af at arbejde med forretningsudvikling og innovation. De afledte konsekvenser af et sådant arbejde vil potentielt få stor samfundsmæssig betydning.

Indledningsvis vil ændringen af den konkurrencemæssige situation fra en konkurrence på overhead til at konkurrere på evnen til at skabe værdi for kunden og reducere omkostninger betyde, at virksomhederne vil forbedre deres indtjeningsgrad. Men i takt med at flere virksomheder søger ud af det røde hav mod de blå, vil konkurrencen i de blå intensiveres med lavere omkostninger og højere værdi til gavn for forbrugerne. Konsekvensen er at byggeriet vil forbedre sin effektivitet og knække sin omkostningskurve.

### *Identifikation af de rigtige virksomheder*

Langt hovedparten af dansk byggeri bliver lavet af små og mellemstore virksomheder, så hvis vi kan stimulere udviklingen i disse, vil vi kunne frigive et innovationspotentiale. Det er altså bl.a. de mindre og mellemstore virksomheder der er vækstdrivere.

Tidligere undersøgelser har identificeret, at ca. 1/3 af byggevirksomhederne gerne vil vækst (Bønnelykke 2003). Det betyder omvendt, at 2/3 har det fint som de har det i det røde hav. Det er jo hæmmende når en så stor gruppe af virksomheder ikke er en del af de radikale innovationsprocesser. Den afledede konsekvens heraf vil være at hvis man som branche vil være mere innovativ skal nogen af de små virksomheder udraderes... et provokerende statement. Omvendt ligger vækstpotentialet netop i de små virksomheder. Det betyder at det er interessant at finde ud af, hvilke virksomheder af de små og mellemstore man skal satse på for hvis man ser nærmere på de MMV'er vil man se et helt spektrum af virksomheder, fra de meget konservative (plejer og søn) til vækstiværksætterne.

Der eksisterer flere eksempel på vækst virksomheder et er f.eks. Engsøgruppen som startede med at være et maskinværksted (industrisnedker) med et rygte på at kunne lave gode receptionsdiske. De fik så en professionel leder fra Skanska, der havde erfaringer med at drive store virksomheder. Han har efterfølgende ekspanderet det lille firma til en stor virksomhed, ved at købe op så de kan lave hele systemløsninger. Han har så at sige vidst hvad der skulle til for at vokse i branchen. Et andet positivt eksempel er Niras der er vokset gennem løbende opkøb af små rådgivere. Det er sådan nogle der vil kunne skabe det nødvendige drive omkring udviklingen af virksomhederne og dermed og branchen.

Man skal imidlertid være forsigtig med at sige at der er for mange små virksomheder, da små virksomheder sagtens kan være innovative og konkurrencedygtige uden at nødvendigvis at være store. Et eksempel her på er Altan.dk, der har gået i mod strømmen ved at skabe sin egen niche omkring altanløsninger. Ved at kombinere nye kompetencer omkring systemleverancer med et niche marked altanløsninger, har de været med til at sætte en helt ny dagsorden altanløsninger. Altan.dk er således et skoleeksempel på en vellykket nicheinnovationsproces.

Der er et imidlertid et potentiale i at dyrke innovationen i virksomhederne systematisk. Ved i først omgang at fokusere på dem der allerede arbejder systematisk med udviklingen, vil man efterfølgende kunne styrke interessen for virksomhederne i Plejer og Søn segmentet.



## Hvad skal der til?

Udfordringerne i at opsøge blå hav for virksomhederne og derigennem at styrke innovationen i byggeriet er imidlertid, at det kræver bevidst forretningsudvikling og med fokus på interne styrker og svagheder og udsyn for at spotte nye teknologiske og markedsræssige muligheder. Dette vil kunne faciliteres gennem en kompetencemæssig opbygning i virksomhederne samt assistance til at orientere sig i innovationssystemet.

### *Kompetence opbygning til eksperimentel aktivitet*

Thuesen, Koch og Nielsen (2010) viser at de fleste af de interviewede ledere har været ledere så længe, at de har haft mulighed for at organisere sig anderledes og dermed skabe tid til innovation og nytænkning af forretningsudvikling. Det har de tilsyneladende ikke gjort. Derfor må det antages, at ikke de ikke ser mulighederne i forretningsudvikling eller ikke interesserer sig tilstrækkeligt for den langsigtede udvikling af virksomheden til. Samtidig viser undersøgelsen, at størstedelen af de interviewede har en byggefaglig baggrund og ikke kommerciel baggrund. Det betyder alt andet lige, at der ikke er de nødvendige kompetencer i virksomhederne til strategisk forretningsudvikling, hvilket også det kan være årsagen til at interessen mangler.

Der er derfor behov for et større fokus på (efter)uddannelse med fokus på at forstå innovation og forretningsudvikling. Her er det vigtigt at forstå, hvilket miljø MMV'erne kommer fra. Hvilket netværk de har? hvilken grunduddannelse har de? Fokus på innovation og forretningsudvikling, burde være placeret der hvor de er... dvs. på de lokale tekniske skoler, ingeniørskoler og i efteruddannelsessystemet generelt. En hurtig analyse af uddannelsesudbuddet på entreprenørskolen viser imidlertid, at der kun i meget begrænset undervises i disse områder.

Ved at sætte ind igennem uddannelsessystemet og systematisk efteruddannelse vil "Plejer og Søn" virksomhederne også rammes. Ved at give dem et overblik og værktøjer kan de begynde en udvikling af virksomheden – så de bliver opmærksomme på, at de ikke kan kombinere det hele efter forgodtbefindende fra projekt til projekt, men at de formår at se, hvilke nicheteknologier og kompetencer, der kan kombineres på hvilke måder med et specifikt marked for øje.

Hvis vi kan få opkvalificeret kompetencerne hos lederne i de eksisterende virksomheder og samtidig give dem overblik og de samfundsmæssige opgaver der skal løses og hvilke værktøjer de kan anvende, vil vi kunne være med til at realisere branchens uudnyttede innovationspotentiale.

### *Assistance til orientering i innovationssystemet*

Parallelt med opbygningen af kompetencer omkring innovation og forretningsudvikling, skal der fokus på, hvordan vi kan guide dem til at være innovative. Da virksomhederne ikke selv har overblik over udviklingen i deres innovationsprocesser, vil der være et behov for at trække på et institutionaliseret fremsyn.

De virksomheder som skal trække innovationer frem er hverken store eller små, men en kombination af forskellige størrelser og typer, på tværs af sektorer og roller. Det betyder at virksomheder ikke har det samme setup og dermed heller ikke skal træffe de samme strategiske valg. F.eks. vil det være svært for en lille virksomhed at arbejde med Systemleverancer pga. kravet til investeret kapital. Det er derfor essentielt, at der skabes rammer for virksomhederne som sikrer en eksperimentel aktivitet i den forstand, at det skal være op til virksomhederne,

hvilke markeder de vil adressere med hvilke teknologier. Da det imidlertid ikke er alle teknologier og markeder, der er lige kompatible, er det vigtigt at den eksperimentelle aktivitet er styret.

F.eks. hvis man gerne vil bygge operahuse, skal på nok ikke alene fokusere på SL, men her vil det være mere relevant at interessere sig for LC og BIM, hvorimod arbejdet med energirenoveringer både kan adresseres med SL og LC eller noget hele tredje. Omvendte vil et projekt med at energirenovere et operahus heller ikke lægge op til en stor anvendelse af systemleverancer. Det kan derfor være fordelagtigt at virksomhederne hjælpes til at vurdere, hvilke teknologier der kan anvendes på hvilke markeder som skitseret i følgende tabel (En sådan analyse kunne evt kombineres med en decideret markedsanalyse, der viser en vurdering af de fremtidige markeder indenfor byggeri). Eksempliceret med markederne omkring energirenovering, viser tabellen forventede gode match mellem teknologiske nicher og markedsnicher. F.eks. vil det ikke være særlig smart at energirenovere enfamiliehuse med udgangspunkt i LC, da disse typiske er små og projekterne derfor ikke er tilstrækkelige store til at kunne bære omkostningerne ved at implementere LC på det enkelte projekt. Omvendt vil det være oplagt at angribe et stort marked omkring energirenovering af enfamiliehuse med systemleverance tankegangen (f.eks. 60-70 parcelhuse samlet), da markedet er så stort at det lettere vil kunne dække udviklingsomkostningerne på tværs af projekterne.

Analysen er selvfølgelig en grov simplificering, men forsøger at beskrive, hvad der udgør gode kombinationer. Derfor kan det være hensigtsmæssigt at opdele "nicherne" som det f.eks. er gjort omkring SL, da systemleverancers anvendelighed er meget forskellige i forhold til hvis de fokuserer på bygningskomponenter eller koncepter for hele bygninger.

Markeder	Energirenovering								
	Enfamiliehuse		Boligblokke		Erhverv	Simpelt		Komplekst	
Delmarked/-kompleksitet	Lille	Stort	Lille	Stort		Lille	Stort	Lille	Stort
Størrelse									
Nicher / kompetencer									
Lean Construction	-	-	+	+	+	-	-	+	+
SL (komponent)	-	+	-	+	+	-	+	-	+
SL (koncept)	+	+	+	+	-	+	+	-	-
Digitaliseringen	-	-	+	+	+	-	-	+	+
...									

Tabel 24: Kombination af markeder og nicher

Det betyder, at der er en fleksibilitet, i hvilken virksomhederne kan eksperimentere med at koble forskellige tekniske kompetencer med potentielle markeder... en fleksibilitet der vil stimulere innovationsniveauet i branchen. På den måde får vi afprøvet forskellige kombinationer af markeder og kompetencer, hvor nogle kombinationer vil være mere succesfulde end andre.

## Internationalisering

Innovationssystemet i det danske byggeri kan ikke isoleres, men er vigtig at forstå i et internationalt perspektiv. Selvom byggeriet ofte ses som lokalt, eksisterer der også flere fælles træk. Således viser Thuesen, Jensen og Gottlieb (2010) med udgangspunkt i forskellige

beskrivelser af byggeri i Kina, Vesteuropa og USA (Langford and Hughes 2009), at byggeriet på tværs af disse geografiske og sociale områder er karakteriseret ved at være en heterogen organisering af forskellige professioner, der realiserer byggeri gennem projekter, under kraftig statslig regulering og med projektledelse som det grundlæggende ledelsesprincip. De udfordringer dansk byggeri står overfor bl.a. i form af en stigende effektivitet, ikke kun er et dansk fænomen, men en global udfordring.

For at kunne konkurrere i det voksende globaliserede marked er det vigtigt, at danske policy-makers og virksomhederne i byggeriet, indhenter viden fra udlandet for at kunne måle sig mod internationale aktører. Dette betyder noget for virksomhedernes måde at tænke innovation på, hvor videnhjemtagning fra udlandet bliver vigtigere for at kunne positionere sig i hastigt forandrende markeder. Samtidig må man på byggepolitisk niveau også inkorporere overnationale policies for at kunne forberede innovationssystemet på nye dagsordener.

I denne udviklingsdynamik er udfordringen for aktørerne i det danske innovationssystem at kunne identificere relevant international viden og herefter løbende transformere denne viden til teknologiske og forretningsmæssige målsætninger, som kan adopteres i dansk byggeris institutionelle og erhvervsstrukturelle kontekst. Problemet er imidlertid at branchens virksomheder ikke har ressourcer til at følge med i den internationale udviklingen og slet ikke de små, der knapt kan følge med udviklingen internt i den danske branche. Dermed forankres relevante internationale strømninger ikke umiddelbart i branchens virksomheder.

Dog har vi i analysen set hvorledes de enkelte niches har en stærk udenlandsk dimension i deres udvikling, men det står også klart at nicherne ikke blot er en afspejling af den internationale udvikling, men også er blevet formuleret ind i en dansk kontekst. Dette har i særdeleshed været tilfældet omkring LC, hvor håndværksorganisationerne har været meget toneangivende i formuleringen af en dansk variant af LC, der fokuserer på dialog og inddragelse af håndværkerne i byggeriets planlægningsprocesser. Samtidig har det stærke akademiske miljø i Danmark omkring systemleverancer muligheder for at bidrage til den internationale udviklingsdagorden omkring Modern Methods of Construction og Off-Site Manufacturing.

Nichernes internationale forankring viser at byggeriet ikke længere kun er en specifik, national markedsaktivitet, men i dag indgår i en bredere generel markedsudvikling, der udfordres af internationale aktører mht. både nye produkter og processer.

Internationaliseringen sætter således rammer for byggeriets udvikling enten i form af nye markeds-mæssige muligheder eller sætter begrænsninger for udviklingen. Dette gælder både i forhold til danske byggevirksomheders muligheder for at agere i udenlandske markeder, men også for udenlandske virksomheders muligheder for at gøre sig gældende i Danmark.

### **International konkurrence**

Internationaliseringen har i de seneste par år medført en stigende konkurrence på arbejdskraft fra lavtlønslande, hvilket har været genstand for intens debat blandt byggeriets meningsdannere. Flere og flere håndværkere kommer til Danmark som følge af direktivet om arbejdskraftens frie bevægelighed, hvilket udfordrer de danske håndværkspraksisser og traditioner.

Den øgede konkurrence slår imidlertid ikke kun igennem på arbejdskraften, men er også begyndt at gøre sig gældende i forhold til byggematerialer. Netop produktionen af byggematerialer har været et stærkt område i den danske byggebranche. Måske for stærk, da mange af virksomhederne har haft held til at beskytte markedet. Med uhensigtsmæssige prisstrukturer, bl.a. på grund af den fragmenterede værdikæde har byggematerialeproducenterne været i stand til at opretholde et højt prisniveau internationalt set. En grundsætning i prissætning er at prisen på et produkt er hvad kunder vil betale for det, det betyder bl.a. prisen på den samme vandpumpe er forskelligt fra land til land.

Disse prissætningsmekanismer er imidlertid ved at blive udfordret igennem de store entreprenørers arbejder med at koordinere og internationalisere deres indkøb. Store entreprenører har traditionelt levet af deres evne til at generere et cashflow igennem deres byggeprojekter. Da langt hovedparten af cashflowet i entreprenørvirksomheder udgøres af indkøb af en eller anden slags, er de store virksomheder som Mt Højgaard og NCC begyndt systematiske at satse på koordination af indkøb (Thuesen 2010). En del af denne strategi, er at købe produkter på det internationale marked. Således har NCC flere ansatte i Kina, blot for at købe produkter ind til byggerier i Skandinavien. Konsekvensen er at den danske byggematerialeindustri og i særdeleshed grossisterne udfordres. De store entreprenørers fokus på at styrke deres indkøbsmæssige position i værdikæde, skal samtidig ses i relation til at de tidligere har opbygget ejendomsudviklingselskaber, de store entreprenører sidder således på en større og større del af værdikæden.

Endelig vil vi se en at flere udenlandske firmaer byder på opgaver i DK. Det er allerede tilfældet omkring banearbejde og vil sikkert blive relevant i forbindelse med Femerenbælt forbindelsen. Umiddelbart er denne udvikling ikke ny. Således har specielt entreprenørmarkedet været genstand for en international konsolidering symboliseret ved Skanska og NCC har gået ind på det danske marked gennem opkøb af danske entreprenører – en strategi Skanska har måtte inkassere store tab på og NCC ikke rigtig har formået at vende til en fordel. De nye synes imidlertid at være at flere og flere udenlandske virksomheder byder på danske opgave, hvorefter de flytter produktionsapparatet med sig.

Vi er således vidne til en løbende ændringer af branchens strukturelle organisering. Således kan vi formodentligt forvente at der vil ske en brancheglidning i at de store entreprenører vil blive endnu større de vil få mere og mere projektering inhouse og vil kunne levere hele pakker af systemløsninger (Onestop shopping). Samtidig vil der fortsat være en stor gruppe mindre fagentreprenører, der dels levere arbejdskraft til de store entreprenører og samtidig vil adressere private kundemarkeder f.eks. indenfor den løbende vedligeholdelse af bygningsmassen. Denne integration af værdikæden er ikke alene et dansk fænomen, men ses i den større udbredelse af AEC firmaer f.eks. i USA, der integrerer og samler arkitektoniske, ingeniør og entreprenørmæssige kompetencer i store firmaer.

### Nye markedsmuligheder

Men internationalisering repræsenterer også nye markedsmæssige muligheder. Danmark har traditionelt set haft en stærk position internationalt i forhold til byggeri – lige fra et stærkt designmæssigt brand blandt arkitekter til en stor eksport af byggematerialer som Danfoss,

Grundfos, Rockwool osv. Vi har således et godt udgangspunkt for at adressere eksisterende og nye internationale markeder. Her repræsenterer bæredygtighed og energirigtige løsninger et globalt marked, hvor Danmark med fordel kan positionere sig i fremtiden.

De danske ressourcer for at udnytte disse muligheder omfatter:

- Et fleksibelt arbejdsmarked med hurtig omstilling til nye markedsmæssige niches
- Veduddannet arbejdsstyrke
- God tradition for industriproduktion med fokus på effektivitet
- Stærk design og rådgivningskompetencer
- Godt design brand.

Arbejdet med at adressere disse markeder kræver imidlertid

- En mobilisering af virksomhedernes innovationsevne
- En kombination af evnerne indenfor design og produktion
- Samt at virksomhederne forstår at sætte sig på værdikæden

Her er nichen omkring systemleverancer en oplagt teknologi at bygge virksomhedernes strategi op omkring, da den netop muliggør opbygningen af systemløsninger, der adresserer et globalt marked. Samtidig er det en oplagt platform for at kunne styre værdikæden. Det er dog vigtigt at en sådan satsning ikke kun fokuserer på at kunne konkurrere på at bygge effektivt, men snarere hurtigt at kunne spotte markedsmæssige muligheder som vi kan adressere qua vores arbejdsmarkeds agilitet.

Samtidig er det oplagt at undersøge mulighederne for at integrere vores kompetencer fra byggematerialeindustrien og rådgivningsbranchen, så den sammen rådgivningstime kan sælges flere gange.

Her kan vi med fordel arbejde sammen med landende omkring os for i fællesskab at skabe bevægelighed over grænserne for byggeløsninger dels inden for byggemateriale industrien, men også rådgivning og systemleverancer (interreg).

### **Overnational regulering**

En tredje vigtig internationaliseringsdimension er i forhold til reguleringen af branchen. Dansk lovgivning er ikke isoleret, men en del af et større reguleringsmæssigt kompleks med EU og internationale standardiseringsorganer som centrale spillere.

I forhold til udviklingen spiller EU en helt central rolle på flere niveauer. På et overordnet udviklingsniveau sætter forskningsdagsordnerne, der indskrevet i de forskellige ramme programmer, en dagsorden for udvikling af byggeri. Dette er bl.a. tilfældet omkring EU-construction technology platform, og initiativer som leadmarket, eco innovation, erabuild, eracobuild, samt projekter som Manubuild – alle initiativer, der sætter en udviklingsdagsorden omkring byggeriet f.eks. omkring udvikling og anvendelse af IT og en højere grad af industrialisering.

På et mere direkte niveau spiller EU en rolle i forbindelse med nye stramninger til byggeriet, hvor der fra centralt side er fastlagt at nybyggerier fra 2020 skal være lavenergi (EU 2010). Danmarks medlemskab i EU betyder, at også disse krav skal efterleves i Danmark, men samtidig sikrer det også en harmonisering af markedet, der vil gøre det lettere for danske virksomheder at få fodfæste i andre EU lande.

Denne harmonisering finder også sted indenfor standardiseringsarbejdet. Standardiseringsarbejder har generelt været et tveægget svær, på den ene side er et forsøg på at styrke konkurrencen indenfor et marked ved at sikre compatible systemer mens på den anden side også er en strategi for at udelukke konkurrence på et marked. Et eksempel på sidstnævnte har bl.a. været LK dominans på det danske marked for EL-artikler som følge af danske standarder på området.

Det er samtidig vigtigt at være opmærksomme på disse processer ikke foregår i et policyfrit område. Således har DS igennem mange år været genstand for massiv lobbyarbejder... for at varetage danske virksomheders interesse. En praksis som også ses på EU niveau hvor f.eks. Rockwool og Grundfos har lobbyister arbejdende i EU for at sørge for at deres interesser bliver varetaget i den fremtidige regulering. Dette er bl.a. symboliseret ved at førnævnte EU regulering også blev fremhævet af Rockwool (Rockwool 2010) samt Grundfos evne til at påvirke EU's krav til elmotorers og pumpeeffektivitet (Ingeniøren 2009).

Det er vigtigt at forstå at disse påvirkninger ikke nødvendigvis er et problem, da det bl.a. sikrer at der udvikles løsninger på de problemer, der adresseres med lovgivning. Således kan de nye krav til bygninger bl.a. overholdes ved et større brug af rockwool bats. Det er dog vigtigt at forstå, hvilke interesser der reelt er i spil i forhold til reguleringen af branchen.

Specielt er det interessant, at se hvorledes reguleringsdimensionen har haft en meget stærk position i forbindelse med det digitale byggeri. Således lægger hele klassifikationssystemet op til at det skal være en dansk variant, der skal udvikles – en rationalitet, der skyldes en umodenhed af de internationale standarder, men også repræsenterer et forsøg på at beskytte det danske hjemmemarked for byggebranchens interesseorganisationer.

Her er det på sin plads at nævne, at DK med fordel kan satse på at åbne sine markeder for international regulering, da det vil betyde at vi vil kunne udnytte vores ressourcer omkring det fleksible arbejdsmarked og høje uddannelsesniveau, til hurtigt at kunne opsøge og adressere nye internationale markeder med en hastighed, der ikke kan matches af landene omkring os. Det kræver imidlertid, at der kommer fokus på hvordan reguleringen fremmer/forhindrer innovationen i branchen. Her er det tankevækkende at kun digitaliseringsområdet har fået en stor opmærksomhed fra de regulerende myndigheder.

## **Konsekvenser for den fremtidige regulering af branchen**

Det at vi i dette projekt har lavet en analyse af tre initiativer (nicher) og sat det i op imod en historisk analyse giver os en mulighed for at give en videnbaseret bud på den fremtidige regulering af branchen frem for blot et politisk bud. Vi kan således komme med en videnskabelig grundet anbefaling til den fremtidige regulering af branchen. Hvad vil den rigtige blanding af en

laissez faire og stram regulering være? Har det været fornuftigt at man har stillet så mange detailkrav i forbindelse med DDB, mens man ikke har fokuseret på de andre nicheformationer?

### *Government -> governance*

Siden 60/70'erne har byggeriet været underlagt en central styring. I efterkrigstiden stod samfundet overfor store udfordringer i forhold til den stigende urbanisering. Der var en stor efterspørgsel på boliger, en masse ledig arbejdskraft, men ikke en byggebranche der kunne indfri behovet for boliger. Dette medførte som vi så i den historiske gennemgang, at byggeriet blev et central politisk værktøj til at håndtere samfundets udfordringer og af samme grund satte staten sig på definitionsmagten overfor byggeriet. Igennem lovgivninger som montagedirektivet og oprettelsen af Statens Byggeforskningsinstitut, blev byggeriet industrialiseret. Denne government strategi blev i det postmoderne byggeri afløst af en governance strategi, hvor branchens aktører i større grad blevet involveret i den løbende regulering af branchen. Samtidig introducerede ressourceområdeanalyserne byggeriet som en sektor, der qua dens størrelse og manglende produktivitet repræsenterede et stort samfundsmæssigt udviklingspotentiale.

I dag synes branchen fortsat at være at være styret ud fra et governance perspektiv, hvor man ved gennem en ressourceområdeoptik i fællesskab søger at definere en fælles retning for branchen. Dette er stærkt symboliseret ved arbejdet med 1. udviklingen af fælles visioner for udviklingen samt 2. kortsigtede udviklingsprojekter.

### **Fælles uforpligtende visioner på langsig**

Arbejdet med at udvikle fælles visioner har været et prioriteret værktøj i formuleringen af fremtidens byggebranche. Eksempler på dette har været DACs, Vision 2020, KIG samt ATVs redegørelse. Disse visionsarbejder er kendetegnet ved at være meget overordnede og dermed fluffy og med en lang tidshorisont. Således fokuserer Vision 2020 på at skabe byggeri med mening i 2020 – en vision, det er svært at være uenig i. Nærlæses publikationerne er det slående, at de sjældent reflekterer, hvad der skal til for at realisere visionerne.

### **Kortsigtet udvikling med fokus på lavthængende frugter.**

Ser vi nærmere på hvilke udviklingsinitiativer, der har været i fokus må man konstatere at DDB har været det primære statslige initiativ. Også her har fokuset været på at skabe enighed mellem branchens parter for i fællesskab at prøve at udvikle byggeriet, resultat har været at man måtte opgive de store forkromede visioner til fordel for de lavt hængende frugter som implementering af Det Digitale Byggeri.

Man kan således sige at udviklingen af Dansk byggeri lovgivningsmæssigt har sat sig mellem to stole, i det man dels gennem dialog mellem alle parter i byggeriet har forsøgt at blive enige om en fælles retning for dansk byggeri, dels har bibeholdt et centralt element.

Reguleringspraksissen har således karakter af en centralistisk, men dialogbaseret udviklingsstrategi – Governance – der forudsætter, at der findes en rigtig vej og dermed også en rigtig løsning.



Der synes at være en udpræget diskurs om at skabe udviklingen gennem konsensus mellem de forskellige parter – en forståelse der også er repræsenteret i virksomhederne, hvor det er en udbredt holdning, at man ikke selv kan udvikle sig, men at man kun kan det i fællesskab.

Tanken er, at når man først er blevet enige kan man efterfølgende implementere det. Det er måske meget godt, hvis der er brug for små ændringer, der hurtigt skal sprede sig, men hvis det kræver en grundlæggende ændring af måden at bygge på, vil det sandsynligvis være meget svært at implementere qua organisationernes egeninteresser. Det betyder at arbejdet med at skabe fælles mål og visioner bliver konserverende for den eksisterende byggepraksis og dermed hindrer udviklingen af en mere innovativ sektor.

Resultatet af nicheanalysen samt Jensen, Gottlieb og Thuesen (forthcoming) viser at konsensus ikke er en reel mulighed, da rationaliteterne er for forskellige. Vi så i analysen, at de tre nicher i et vist omfang er inkompatible, det betyder at forsøg på at sammentænke al udvikling i byggeriet i en overordnet strategiretning ikke vil være særlig produktiv, men vil præget af friktion.

Fælles for government/governance tilgangene som de er praktiseret i byggeriet er, at det er reguleringen, der skaber innovation. Det er tankevækkende at reguleringen af byggebranchen er foran innovationen, frem for ikke at kunne følge med som det sker i mange andre brancher med højere innovationshøjde. Det således noget der tyder på at ønsket om at skabe innovation gennem fastlægning af fælles visioner måske faktisk er kontraproduktivt for innovationen. Således peger to af nicher peger på at den nuværende lovgivning er hæmmende for udviklingen i nicherne.

Jensen, Gottlieb og Thuesen (forthcoming) identificerer 3 forskellige policystrategier, for at håndtere en sektor med forskellige rationaliteter:

1. Governing the sector development agenda as unity by integration
2. Governing the sector development agenda through selective unity
3. Governing the sector development agenda as organised multiplicity

Mens de to første strategier fokuserer på udvikling gennem fastlægning af en vej – enten gennem et forsøg på integration af de forskellige rationaliteter eller ved en hård prioritering af en specifik rationalitet – fokuserer den sidste på at bruge heterogeniteten som en styrke i udviklingsprocesserne. Den nuværende regulering af det danske byggeri kan siges, at være en kombination af 1 og 2, hvor der primært er en udviklingsdagsorden (DDB) der samtidig forventer at andre rationaliteter indordner sig. Denne strategi kan være velfungerende, hvis forskellene i rationalitet ikke er for store og hvis man samtidig har en stærk policy aktør der kan drive udviklingen. Selvom dette var tilfældet i det moderne byggeri – er præmisserne ikke de samme i dag.

### Meta governance

Facilitering af innovation i det post moderne byggeri kræver en ændring i reguleringen fra governance til meta governance. Det betyder at byggeriet ikke skal behandles som **en enhed** med **et problem** og **en løsning**.

Meta governance handler om, at man fra reguleringsmæssig side prøver at skabe sig et overblik over alle strømningerne i branchen små og store. Her er det vigtigt ikke at have et for reduktionistisk perspektiv, men at fokusere på feltet af spændinger og muligheder. Udfordringen er efterfølgende at håndtere denne indsigt gennem en orkestrering af udviklingen – der ikke retter sig mod en specifik rationalitet, men samtænker og koordinerer forskellige rationaliteter.

Meta governance handler således om at holde afstand til de specifikke udviklingsspørgsmål, men samtidig arbejde på at skabe rammerne for, at udviklingen kan ske. Reguleringsaktøren skal således ikke sige hvad branchen skal gøre, men sætte rammerne for, at der kan ske et eller andet. Eller formuleret anderledes EBST skal så at sige ikke skrive opskriften på løsningen af byggeriets udfordringer, men sørge at alle har overblik over mangfoldigheden af ingredienser der kan bruges for at løse det. Skiftet fra governance til meta governance er skitseret i følgende tabel.

	1945-	1990s-
Samfundssystem	Moderne	► Postmoderne
Forståelse af branchen (problem)	Irrationel og traditionel ikke i stand til at afhjælpe den akutte bolig mangel	► Mange forskellige symptomer på en branchemæssig ubalance
Udviklingsdagsorden (Løsning)	En (industrialisering)	► Mange (Partnering, digitalisering, LC, systemleverancer...)
Reguleringspraksis	Central styring og koordination af udviklingen	► Decentral koordination og central rammestyring
Reguleringsgrundlag	Lederskab (sætte dagsordenen, skabe rationalet)	► Refleksivitet (Forståelse af nichernes rationaler og deres kompatibilitet)

Tabel 25: Ny reguleringsmæssig praksis

Grundlaget for at adoptere en meta governance strategi i forhold til reguleringen af branchen er udviklingen af analytiske kompetencer til at identificere, konceptualisere og organisere eksisterende og nye niches rationaliteter samt at udvikle strategier og afsætte ressourcer til at omsætte niches rationaliteter til informeret eksperimentel aktivitet og forankre community dannelse omkring niches.

Strategien vil være at styrke det mellemlange sigt i byggeriets innovationsprocesser, frem for som nu primært at fokusere på lavt hængende frugter og langsigtede visioner. For det er netop gennem styrkelse af de strategiske processer, at der kan bygges bro mellem de kortsigtede mål og de langsigtede visioner. Det betyder ikke at visioner og mål er overflødige, da de er vigtige punkter for branchen at orientere sig imod. Her har det været interessant at se hvordan f.eks. energitrappen har været med til at sætte dagsordenen for udviklingen af branchen. Netop energitrappen er et godt eksempel på at en meta governance strategi, der forsøger at skabe

udvikling gennem rammestyring. Desværre synes det ikke grundlæggende at have ændret virksomhedernes og branchens samarbejdsprocesser om at realisere disse.

Konsekvensen af fokuseret på det mellemlange sigt og forskelligheden af løsningsstrategier betyder, at udviklingen af branchen flytter sig fra at være "unipolært" centreret omkring staten til at blive "multipolært" med flere centre. Det betyder samtidig at virksomhederne introduceres som innovationdrivers.

Netop håndteringen af denne forskellighed er central i meta governance, da aktørerne i nicherne måske selv kan have svært ved at se deres rationalitet, fordi de ikke ser sig selv i forhold til de andre nicher. Det er vigtigt at nichen kan integreres omkring en fælles fortælling / nøgle / rationalitet. Denne integration kan udvikles ved at skabe overblikket for nicherne, så de kan se deres egen identitet bl.a. i forhold til udviklingen af resten af branchen og udviklingsdagsordenen heri. Derigennem kan nicheidentiteten styrkes. Det betyder, at bare det at skabe overblikket er et udviklingspotentiale, for så kan de virkelig se hvor forskelligt de tænker f.eks. mellem systemleverancer og Digitaliseringen, der henholdsvis prøver at transformere og udvikle projektregimet.

Det efterfølgende spørgsmål der rejser sig er, hvad betyder det for reguleringen når vi taler om differentiering af rationalitet. For så bliver man også nødt til at tænke i relativ uddifferentiering af måden man regulerer branchen på. Hvordan skal man f.eks. lave nogle markedsdannelse, hvor man ikke køber "byggeri" som man gør i det eksisterende regime, men som understøtter systemleverance nichen? Hvordan understøtter man det i den måde man udbyder på? – bl.a. som man gjorde i 60'erne. Skiftet fra governance til meta governance skal altså understøttes af en mere "følsom" regulering, der forstår at mindske de negative effekter af reguleringen således at man er bevidst om, hvilke nicher der fremmes og hvilke der hæmmes. Det betyder at der skal være mere metodefrihed i processen, hvor fokus er på at opnå specifikke mål frem for at specificere en fælles brancheløsning. I dette perspektiv er det således bedre at lave funktionsudbud end detailregulering. Samtidig kan der blive behov for en delvis reguleringsmæssig specialisering tilpasset rationaliteten i forskellige nicher.

Det lægger op til at anden diskussion. Omkring i hvor høj grad er den regulering vi har i DK er styret af dels branchen egne parter og dels en overnational EU regulering. Hvilke rammer stiller det for dansk lovgivning. Hvis de f.eks. bremser innovationen, hvad kan der så gøre for at afhjælpe det på anden vis eller hvad kan vi gøre for at skabe en bedre lovgivning i EU. Det interessante er hvad de internationale rammer som EBST har for regulering af branchen. Selvom dette er et uhyre relevant spørgsmål er det ikke med taget i denne analyse, da det ville være out of scope. Det vil dog være et oplagt emne til videre udforskning. I den proces skal man være opmærksom på den similaritet og forskellighed der eksisterer i byggeriet internationalt, f.eks. med den udbredte regulering omkring en projektorganiseret byggeproces (Thuesen et al 2010).

En central præmis for faciliteringen af innovationen gennem meta-governance er opbygningen af et "sprog" hvorigennem branchen kan forstå og italesætte innovation og strategier. Her er det oplagt at trække på teorien SNM og MLP, der med begreber som nicher, regimer, osv. tilbyder en typografi, der kan ordens i et landkort som kan blive et hjælpeværktøj for at orientere sig om innovationen i sektoren.

## Anbefalinger

Vil vi i dette kapitel se nærmere på forskellige tiltag der kan understøtte en udvikling af en meta-governance strategi for reguleringen af branchen med målet at accelerere byggeriets innovationsaktivitet. Dette omfatter

- Udvikling af innovationslandkort
- Styrkelse af innovationsinfrastruktur
- Innovationsreview af lovgivning

### Udvikling af innovationslandkort

Som nævnt i afslutningen af sidste afsnit er der ikke brug for en fælles vision, men et landkort der kan skabe overblik over nuancerne i branchen og som udviklingsdagsordnerne kan skabes op imod. Kortet kan kortlægge hvilke spændinger, der eksisterer mellem de forskellige niches, elementer i regimet og være med til at udvikle kollektive ressourcer.

Udgangspunktet for et sådant landkort er opbygningen af et fælles sprog for at tale om innovation i byggeriet. Her er det oplagt at tage udgangspunkt i teorierne omkring Multi Level Perspective og Strategic Niche Management og terminologien omkring landskab, regimer, niches mm.

### Hvad skal landkortet indeholde

Netop niveauerne omkring landskabet, det eksisterende regime og nicherne kan fungere som grundlæggende beskrivelser af kortet over innovationssystemet.

### Landskabet

I landskabet skal de overordnede samfundsmæssige og internationale tendenser og trends der er relevant for udviklingen af byggeriet beskrives. Det kan f.eks. informationer omkring de før nævnte windows of opportunities:

- samfundets stigende individualisering med et efterfølgende behov for kundetilpasset produkter og services.
- Globalisering af produktionsapparatet med mere eller mindre frit flow af varer og arbejdskraft på tværs af grænser
- Krav om reduktion af CO2 emission på samfundsmæssigt niveau f.eks. gennem energibesparelser og nye emissionsfrie energikilder.
- Teknologiske gennembrud som f.eks. nanoteknologi

Disse tendenser bør vurderes konkret i forhold til deres potentielle påvirkning af byggeriet, i forhold til omfanget af påvirkningen samt mulige tidshorisonter. Målet med denne kortlægning er at sikre virksomhederne og brancheorganisationerne kan identificere den viden, der måtte være relevante netop for dem i forhold til internationale strømninger. Virksomheder kan bruge disse informationer til at overveje om der er forretningsmuligheder, de har overset, eller om de måske bør genoverveje deres strategi. For EBST og andre policymakere kan diskussionen skabe overblik over nogle af de trends, som har indflydelse på, hvordan byggeriet kan eller vil udvikle sig på sigt.

## Regimet

Beskrivelsen af regimet kan være struktureret som analysen i denne rapport, så den historiske kontekst for regimets tilblivelse anskueliggøres. Beskrivelsen kan således tage udgangspunkt i følgende dimensioner

Dimension	Karakteristika
<b>Teknologi</b>	Materialer: Træ, Tegl, beton, og mange flere Fasemodeller, mekanisering, tidsplanlægning, insitu projekt produktion Fokus på udvikling gennem sociale teknologier på projektniveau
<b>Industri</b>	Stærke interesseorganisationer driver udviklingen med udgangspunkt i mange forskellige professioner roller (Håndværker, ingeniører, arkitekter, entreprenører, materialeproducenter). Separation af design og udførelsen samt en fragmenteret værdikæde. Arkitekten har kundekontakten
<b>Market/kunder</b>	Heterogent og konjunkturfølsomt. Designet og produktionen tager udgangspunkt i kundes individuelle behov (Specifikt)
<b>Policy</b>	Licitationer, "Almindelige Betingelser for arbejder og leverancer", entrepriseformer, licitationsmodeller, udviklingen foregår i samspil mellem byggeriets parter, EBST, Byggeriet som ressourceområde, styret gennem rammebetingelser og fællesstandarder, Svag regulering,
<b>Kultur</b>	Håndværkskultur, mesterlæreprocesser. Løsrevet design og udførelse. Syn på byggeri som noget unikt => kompleks/kaotisk byggeproces. Opbygning af problemløsningskultur. Fokus på tværfagligt samarbejde. Forankring af læring på individ niveau. Udviklingskultur omkring dialog i branchen.
<b>F&amp;U</b>	Tavs og kropslig viden, tommelfingerregler, stor brug af tegninger, men kvalitet af det tegnede er stærk begrænset, projektledelse, teamwork initiativer (LC & partnering). Den eksisterende organisering reproduceres gennem uddannelsessystemet. Kort udviklings horisont. National forskning.

Tabel 26: Regimet

Herudover kan regimebeskrivelsen inkludere:

1. en redegørelse for relationerne med andre regimer som f.eks. forsyningssektoren og industrisektoren
2. en kortlægning af mulige koblingspunkter i regimet, hvor der er behov for retænkning og hvor stabiliteten er svag og dermed kan være specifikke mål for innovationsstrategiarbejdet.

## Nicher

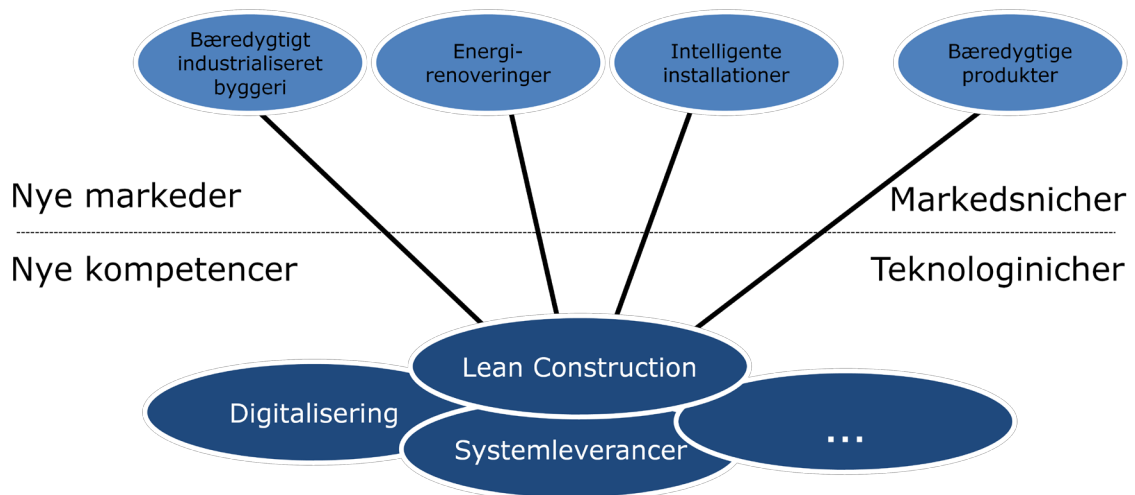
Beskrivelsen af nicherne kan også med fordel tage udgangspunkt i typologien, der er udviklet i denne analyse, ved at inkludere:

1. Et resume som skitser den historiske udvikling af nichen, dens rationalitet samt et en illustrativ case.
2. En analyse af nichen i forhold til regimets dimensioner (teknologi, marked policy, kultur, industri samt forskning og uddannelse)
3. En analyse af nichen i forhold til dens:
  1. Rationalitet
  2. Involverede aktører

3. Innovationskarakteristika
4. Adoptionsforhold
5. samt muligheder og udfordringer

Den ovenstående ramme fokuserer på at kortlægge de teknologiske nicher og på denne måde kan nye teknologier tænkes ind i sektorens innovationssystem f.eks. omkring nanobyggeri?

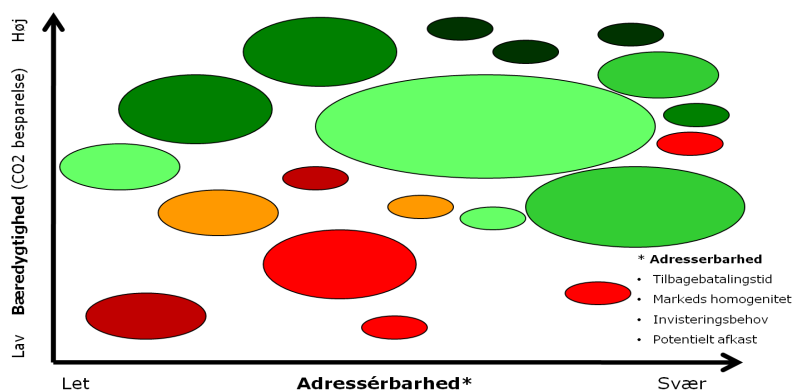
Det er imidlertid vigtigt at denne ramme tilføjes en kortlægning af markedsnicher som f.eks. markedet for energirenovering, da kombinationen af nye markeder og nye teknologier rummer et stort potentiale for et innovationsmæssigt gennembrud. Som illustreret i figuren nedenfor.



Figur 26: Kombination mellem nicher og markeder

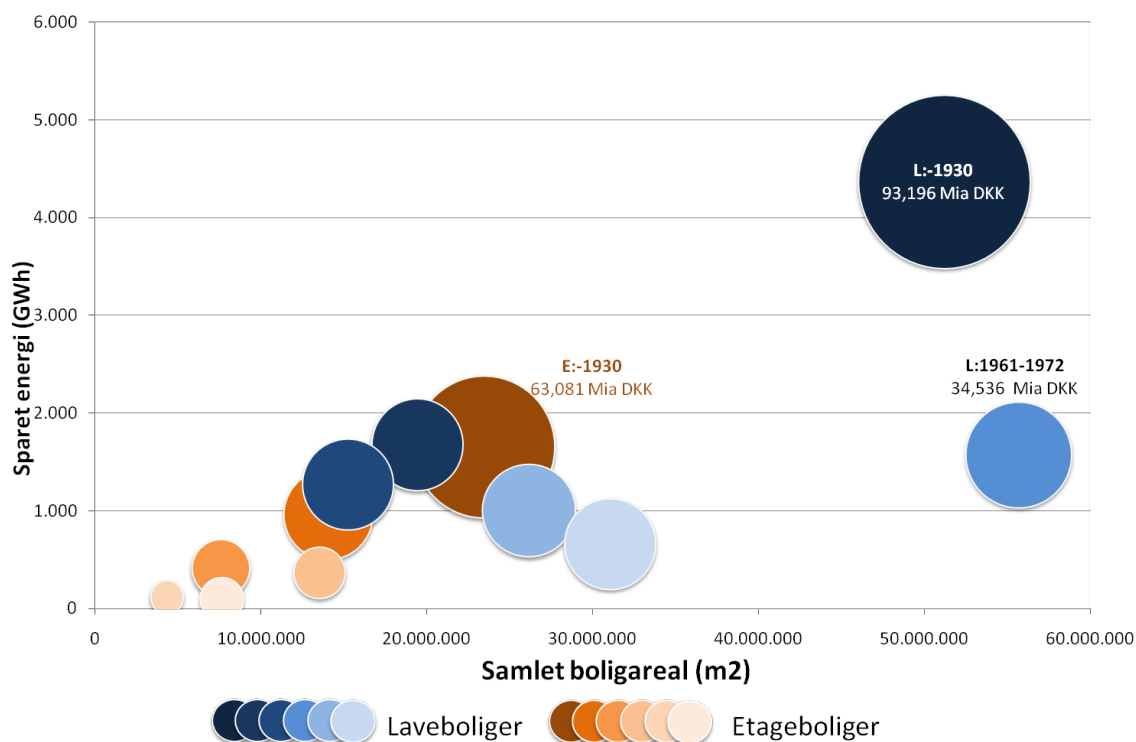
En sådan kortlægning af markedsnicher, kan tage udgangspunkt i allerede eksisterende markedsanalyser som udarbejdes af interesseorganisationerne f.eks. Dansk Byggeris konjunkturanalyse. Disse analyser som traditionelt omfatter en kvantificering af markedsstørrelser kunne udvides til også at inkludere kommende nichemarkeder og samtidig kan de opstilles så analyserne tilføjes ekstra dimensioner som og skitseret i figuren til højre:

- "Bæredygtighed" (potentiale for CO2 reduktion)
- Adresserbarhed
- Tilbagebetalingstider
- Markedshomogenitet
- Investeringsbehov
- Potentielt afkast



Figur 27: Udvidet markedsanalyser

Et konkret eksempel herpå er følgende analyse der prøver at kvantificere markedet for energirenovering (Thuesen 2011).



Figur 28: Markedet for energirenovering

Ved at tilføje forskellige dimensioner i markedsanalyserne, kan bestemte innovationsdagsordner som f.eks. grøn innovation i byggeriet stimuleres, da det er afhængigt af et overblik over, hvilke markeder der eksisterer og hvordan de kan adresseres.

### Roadmaps

Det sidste hovedelement i innovationslandkortet er mulige roadmaps, hvor nye innovationsstrategi(er) / retning(er) for byggeriets udvikling udstikkes. I denne proces er det vigtigt ikke alene at udstikke en retning, men at udstikke en række mulige udviklingsveje for på den måde at stimulere innovation på flere forskellige områder.

Arbejdet med roadmaps kan med fordel trække på principperne omkring teknologiske fremsyn, der er systematiske forsøg på at se ind i fremtiden gennem dialoger om og analyser af udviklingsperspektiver inden for videnskab, teknologi, økonomi og samfund. På trods af relevansen har teknologiske fremsyn ikke tidligere været anvendt i forhold til den danske byggebranche på samme niveau som det har været tilfældet i udlandet, eller i andre sektorer af dansk økonomi.

Det interessante ved fremsyn er, at det samler en lang række eksperter omkring et felt. Normalt kommer der ikke meget nyt i analyserne, men de repræsenterer stadigvæk et kvalificeret gæt på nogle vigtige udviklingstendenser. Da en lang række eksperter, industrirepræsentanter og andre aktører har været involveret i formuleringen, giver det samtidig legitimitet til, at det er den vej udviklingen går og en opbakning blandt de deltagende aktører.

Under normale omstændigheder vil et teknologisk fremsyn inkludere en prioritering af forskellige teknologier over hinanden i arbejdet med at forstå hvilke nye teknologier, der bliver



betydningsfulde i fremtiden. Dette er en indsigt som kan være til gavn, men som også kan være problemfyldt da det kan låse et udviklingsspor fast.

Det er derfor vigtigt at udarbejdelse af roadmaps ikke hindrer den eksperimentelle aktivitet, der kommer af de forskelligartede rationaler i branchens udviklingsnicher. Der skal således være plads til fortolkning af hvilken retning den enkelte aktør vælger at gå i ud fra forskellige forståelser. Innovationen ligger nemlig i at lade virksomhederne eksperimentere med de forskellige muligheder og så se, hvilke kombinationer af markeder og teknologier, der performer bedst.

Det vil dog være relevant at opstille nogle nøgleudfordringer (pejlemærker) som virksomhederne kan styre efter. Dette kunne f.eks. være adressering af markedet for ældreboliger eller energirenovering.

### *Andre områder*

Udover disse centrale elementer kunne innovationslandkortet indeholde oplysninger omkring:

- Finansieringsmuligheder
- Eksempler på succesfulde innovationer indenfor bestemte nicher
- Kontaktoplysninger på netværk/organisationer der arbejder med de forskellige nicher
- Branche/interesseorganisationer visioner og strategier i forhold til innovationssystemet

### *Hvordan vil landkortet fungere?*

Målet med landkortet er at integrere og samle udviklingsdagsordner et sted som branchens aktører kan orienteres sig i. På den måde kan innovationslandkortet være der hvor branchens udviklingsaktivitet flettes sammen med de forskellige perspektiver, der eksisterer, hvad enten man er virksomhed, brancheorganisation eller reguleringsmyndighed (EBST).

Innovationslandkortet vil således kortlægge, hvilke innovationsaktiviteter der sker, hvilke nicher er der, hvilke grad af modenhed, hvilket regime er der, hvor er det udviklingen er og hvor er den på vej hen. Den grundlæggende tanke bag denne strategi er at reducere kompleksiteten i byggeriet, så den bliver produktiv samt at skabe blik for flertydigheden af innovationer i byggeriet, således at en kakafoni af forskellige muligheder synliggøres.

Samtidig vil landkortet kunne italesætte specifikke innovationsudfordringer og barrierer for udviklingen. Ved at have et overblik over nicherne, bliver det meget nemmere at understøtte dem med specifikke elementer f.eks. omkring efteruddannelse i forhold til de forskellige nicher.

### *Løbende opdatering og opfølgning*

En central udfordring i landkortet er at innovation er en dynamisk proces, hvor nye udviklingsdagsordner krystalliserer sig i nye nicher samt ændrede institutionelle rammer. Derfor vil det være nødvendigt at opdatere landkortet med jævne mellemrum f.eks. en gang om året. På den måde kan virksomheden og institutioner orientere sig i mod, hvilke nye fremskridt er der sket i dette felt og hvilke potentielle alliancer er der mulighed for at skabe.

Kortet og innovationssystemet vil således hele tiden være i bevægelse. Selv institutionerne som "Danske Arkitektvirksomheder", FRI, DI, DB osv. der fastholder arbejdsdelingen i branchen er konstant under forandring. Senest er MTH skiftet fra DB til DI. Samtidig er FRI også blevet en del DTU Management, Teknologisk Institut og Aarhus Universitet

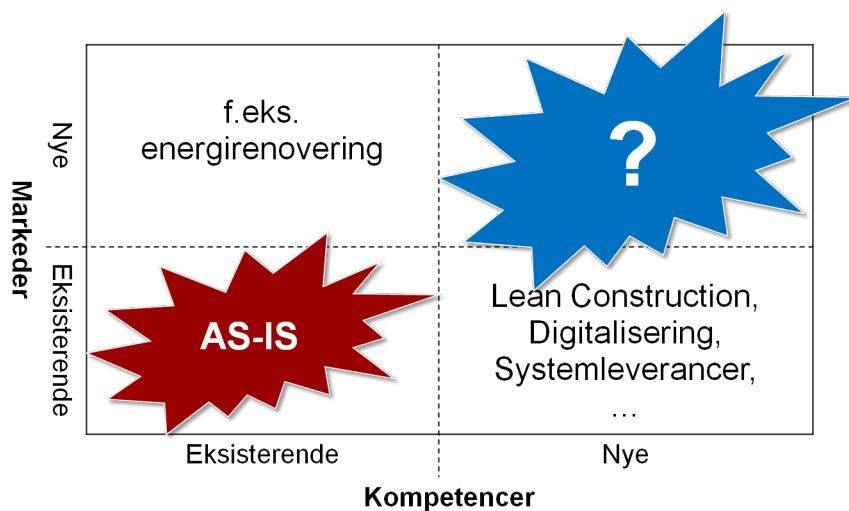
af DI, når vi samtidig har byggematerialeindustrien i DI, får vi lige pludselig en part der internet har alle muligheder for at reorganisere branchen. En glidning som denne vil betyde at der sker en koncentration af byggeriet i en industridel samt en håndværksdel. Hvor industridelene fokuserer på at skabe løsninger der kan sælges igen og igen, men håndværkerne tager sig af de små opgaver.

Udover den løbende opdatering er det oplagt at tænke BEC ind som partner, der kan være med til at evaluere innovationen gennem deres benchmarks af de gennemførte projekter. Ved at lade BEC måle på udbredelsen af nichernes anvendelse i forhold til de forskellige markeder, vil gode kombinationer markeder og teknologier kunne identificeres.

### *Virksomhedernes brug af innovationslandkortet*

Innovationslandkortet vil kunne understøtte virksomheders udviklingsprocesser med at lave koblingen mellem nye markeder og nye kompetencer. Ved at innovationslandkortet kombinerer fortiden og fremtiden i et øjebliksbillede kan virksomhederne orientere og positionere sig strategisk og dermed være grundlag for hvilke initiativer, der skal igangsætte i den enkelte virksomhed. Som virksomhed i får man dermed overblik over hvilke muligheder man har for at indskrive sig i innovationen i branchen f.eks. for hold til hvilke markeder der opdyrkes og hvilke der ikke skal.

Ved at skabe overblik over innovationen i branchen, kan virksomhederne reflektere over hvad de vil satse på. Vil/kan "vi" arbejde på kort sigt eller lang sigt? Tør "vi" tage de risici det kræver at investere i Systemleverancer eller skal vi bare vælge at implementere LC... eller skal vi helt lade være med at gøre noget. På den måde kan landkortet blive et værktøj til en mere fokuseret og bevidst forretningsudvikling, hvor lederne ikke bare abonnerer på alle de udviklingsdagsordner der eksisterer, men arbejder med et begrænset, kompatibelt og sammenhængende antal elementer... i forhold til virksomhedens eksisterende kompetencer, branchens nuværende regime, de teknologiske nicher og markedsnicherne. Hermed kan landkortet hjælpe virksomhederne, med at sammensætte en strategi vælge med udgangspunkt i nogle nye kompetencer og ny/eksisterende markeder som skitseret i følgende figur



Figur 29: Strategi som en kombination af nye/eksisterende markeder samt nye/eksisterende kompetencer

Figuren, der er inspireret af Ansoffs vækst matrice (Ansoff 1957), kan være med til at oversætte begreberne omkring nicher og markeder til klassiske strategiske værktøjer. Herigennem kan virksomhederne på baggrund landkortet fastlægge mere robuste strategier, der i først omgang vil kunne skabe en konkurrencemæssig fordel. Senere vil denne fordel tilfalde brugerne/kunderne på grund af en lignende udvikling i andre virksomheder. Landkortet vil således kunne fremme en øget innovationsaktivitet i virksomhederne.

### ***EBSTs brug af innovationslandkortet***

EBST kan bruge landkortet til aktivt i reguleringen af branchen. I først omgang vil det skabe en forståelse for byggeriets flertydighed med de forskellige måder at bygge på med de tilhørende forskellige og mere eller mindre kompatible rationaliteter. Dette vil kunne skabe grundlaget for en mere reflektiv reguleringspraksis.

Vi så i analysen at de tre nicher har forskelligt innovationspotentiale og rationaliteter. Det betyder at EBST skal navigere i feltet således de ikke bare har en innovationsdagsorden - som "nu skal vi digitalisere byggeriet". Men at der hele tiden skal være en mangfoldighed af innovationsaktiviteter i gang. Der skal være nogle der er radikale (på den lang bane) og nogen der er inkrementelle og kortsigtede. De forskellige innovationsaktiviteter skal understøttes på forskellig vis, således vil radikale typiske skulle modnes gennem F&U , mens inkrementelle som mere umiddelbart kan indføres gennem lovgivning.

Det interessante er at et innovationslandkort, potentielt vil kunne skabe en større grad af gennemsigtighed mellem institutionerne og på sigt muliggøre en frivillig reorganisering, ved at påpege synergier mellem forskellige udviklingsdagsordner.

Da regulering er en politisk proces, er det vigtigt at arbejdet med kortlægningen foregår i tæt dialog med branchens parter som f.eks. DB, Dansk Ark, DI, Teknik.... Ved at høre alle de relevante parter i form af et panel eller et innovationsråd vil innovationslandskabet kunne styrke sin legitimitet.

Ved at adressere de forskellige niveauer i byggeriet fra EBST til virksomhederne, vil landkortet kunne fungere som facilitator og integrator for udvikling – som en brobygger mellem den regulerende og den regulerede.

### **Videreudvikling af innovationsinfrastruktur**

I gennem de sidste år har der været formuleret flere forskellige innovationsaktiviteter. Senest har en række innovationsnetværk set dagens lys. Formålet med disse er ikke direkte at gennemføre konkrete udviklingsprojekter, men at facilitere at innovation foregår gennem et samspil mellem branchens virksomheder, organisationer, forskningsinstitutioner mm.

I forlængelse af skiftet fra governance til meta governance er det vigtigt at videreudvikle disse netværk i en stærk *innovations infrastruktur* så branchens virksomheder kan adressere nye og eksisterende markeder med nye og eksisterende kompetencer lokalt og internationalt. Det betyder, at der skal fokus på branchens forskellige landdækkende og lokale innovationsarenaer som:

- Innobyg.dk
- DDB
- Industrinetværk
- Green Building Council
- Værdibyg

I kortlægningen af disse netværks roller skal der fokus på

- Omfanget af deres innovationsaktiviteter
- Koordination mellem netværk
- Opbygning af internationalt udsyn i forhold til nye teknologier og markeder
- ...

Udover selve netværkene er det interessant at se nærmere på, hvordan nogle helt centrale aktører for innovationen kan positionerer sig i innovationsinfrastrukturen. F.eks. i forhold til funding og regulering. Som vi så af analysen har aktører som Realdania og EBST, der begge spiller en central rolle i byggeriets innovationssystem, haft forskellige foci med deres aktiviteter. EBST har primært fokuset på den korte bane gennem den løbende regulering og forsøget på konstant at mediere de forskellige interesser i byggeriet til en fælles udviklingsagenda (f.eks. omkring DDB). Realdania har ikke på samme måde været underlagt krav om konsensus og derfor har de kunnet give mere strategisk og nichebetonet støtte, der fremmer forskellighed og detaljer frem for konsensus og helhed. De har givet støtte til projekter i det mellemlange sigt gennem konkrete demonstrationsprojekter og generel vidensopbygning. Fra Realdania side har det resulteret i udviklingsprojekter, der er fokuseret på nichespecifikke initiativer som f.eks. systemleverancer (byggeriets innovation og forskningsnetværket sysbyg.dk). EBST og Realdania bidrager altså begge med vigtige kompetencer/roller i byggeriets innovationssystem.

Den fremtidige udfordring bliver i første omgang at få centrale aktører som FI, EBST og Realdanias roller defineret i forhold til innovationsinfrastrukturen. Dette vil være essentielt for at også andre aktører som interesseorganisationer, virksomheder og innovationsnetværk kan finde deres roller. En central koordinationsmekanisme for en sådan proces kunne være et innovationslandkort.

Styrkelsen af byggeriets innovationsinfrastruktur gennem koordination mellem de centrale innovationsaktører, kan med fordel centreres omkring den løbende udvikling af innovationslandkortet. I selve udviklingen af innovationslandkortet vil det være oplagt at bygge videre på arbejdet i KIG udvalget. Således vil det være oplagt at bruge dette som platform for den løbende dialog omkring innovation i byggeriet – faciliteret af løbende updates af landkortet.

### **Innovationsreview af regulerings tiltag**

Endelig kunne være relevant at underkaste ny lovgivning formelle reviewprocesser, der ikke alene fokuserer på det juridiske forhold, men også på innovationsmæssige aspekter. Det kunne f.eks. være et panel af innovationseksperter, der kunne reviewe lovgivningen i forhold til et innovationsperspektiv evt. i samarbejde med repræsentanter fra nicheerne. I modsætning til i dag, hvor man kun de klassiske interesseorganisationer inddrages.

Det vil være forkert at påstå at nedsættelsen af råd er et nyt politisk værktøj, da det nok et af de mest brugte værktøjer for at skabe legitimitet og retning i udviklingsprocessen. Arbejdet med at lave råd og udvalg er et effektivt værktøj til at mediere konflikter og interesser og bringe ting fremad i et stadig mere kompleks samfund. Samtidig kan man kritisere råd for ikke reelt at være værdiskabende. Men det interessante er at nye råd også giver mulighed for nye anbefalinger, da det vil kunne tilføje nye dimensioner til udviklingen af branchen.

De traditionelle råd der har været anvendt i forbindelse med regulering af branchen har været meget styret af interesseorganisationerne, hvilke ikke har den store interesse i fundamentalt at ændre på organiseringen af byggeriet. Det synes bl.a. tilfældet omkring DDB hvor man kun kunne blive enige om at høste de lavt hængende frugter og digitalisere det eksisterende regime.

### Videre udviklingsopgaver

Arbejdet med den videre udvikling af byggeriets innovationssystem kan desuden understøttes gennem:

- Analyser af andre nicher (der også inkluderer materialeudvikling)
- Identifikation af hvad er det vækstvirksomhederne kan? Vi ved at der er 66% der ikke kan finde ud af det og vi ved der er nogen der gør det godt, men hvad der gør, de er succesfulde er ikke afklaret. Formålet Kortlægge sammenhængen mellem virksomhedernes vækst og innovationen i branchen.
- Tidsplan for udvikling af landkort, hvad skal med hvornår?
- Kortlægning af reguleringsmæssig kontekst i et internationalt perspektiv.

## Konklusion

Byggeriets innovationssystem er en kompleks størrelse, hvor udvikling sker på flere forskellige dimensioner i forhold til de eksisterende byggepraksisser og inden for rammerne af en overordnet samfundsmæssig udvikling i samfundet – globalt og lokalt.

Denne rapport har analyseret byggeriets innovationssystem gennem en teoretisk ramme, der omfatter flere niveauer og SNM, der forsøger at forstå innovation i brancher gennem et samspil mellem samfundsmæssige strømninger, et eksisterende regime og en lang række niches.

### Byggeriets produktionsregime... udviklet gennem generationer

Analysen finder at den fremherskende måde at bygge på (regimet), der er udviklet gennem generationer, er kendetegnet ved følgende karakteristika:

**Teknologi:** En heterogen samling af mange forskellige byggematerialer og byggesystemer, men med en grundlæggende kerne omkring betonelementproduktion.

**Industri:** Mange forskellige professioner med tilhørende interesseorganisationer og virksomheder organiseret i en fragmenteret værdikæde med udgangspunkt i det enkelte byggeprojekt

**Marked/kunder:** Produktion af byggeri med fokus på den enkelte kundes behov.

**Policy:** Byggeriet som ressourceområde, styret gennem rammebetingelser og fællesstandarder. Statslig styring med fokus på at skabe en konsensus omkring en fælles udviklingsstrategi blandt byggeriets interesseorganisationer. Fokus på regulering af det enkelte byggeprojekt gennem licitationsmodeller og entreprisreformer.

**Kultur:** Udbredt tro på myten om det unikke byggeri. Løsrevet design og produktionsprocesser med udvikling af problemløsningspraksisser som centrale praksisser for realisering af byggeriet.

**Uddannelse og Forskning:** Byggeriets uddannelsessystem er opbygget omkring stærke institutionelle professioner, der organiserer viden men samtidig også medfører en fragmenteret værdikæde. Uddannelserne er bygget op dels omkring mesterlæreprincipper og tavs kropslig viden (håndværkerne), klassiske videnskabelige uddannelser med fokus på kodificeret viden (ingeniører) og endelig kunstuddannelser med fokus på kreativitet (arkitekter). Forskningen foregår i forhold til flere dimensioner omkring byggeprocesser, byggematerialer, energi og indeklima forhold, mm.

### Samfundsmæssige strømninger sætter nye innovationsdagsord

Det eksisterende regime er genstand for påvirkninger af en række samfundsmæssige og internationale strømninger. Analysen identificerede følgende centrale strømninger:

**Bæredygtighed:** En forudsigelig fossil ressource mangel og den globale opvarmning med efterfølgende fokus på vedvarende energiformer og nedbringelse af CO2 emissionen samt en større bevidsthed blandt forbrugere har afstedkommet et stort behov for at gøre byggeriet grønnere, da byggeriets står for 40 % af udledningen. Det betyder at der kommer et stort behov for renovering af den eksisterende boligmasse.

**Den teknologiske udvikling:** Nye materialer, IT udbredelse, Nano og grønne teknologier som solceller vil muliggøre nye løsninger på eksisterende og nye udfordringer som f.eks. energirenoveringen.

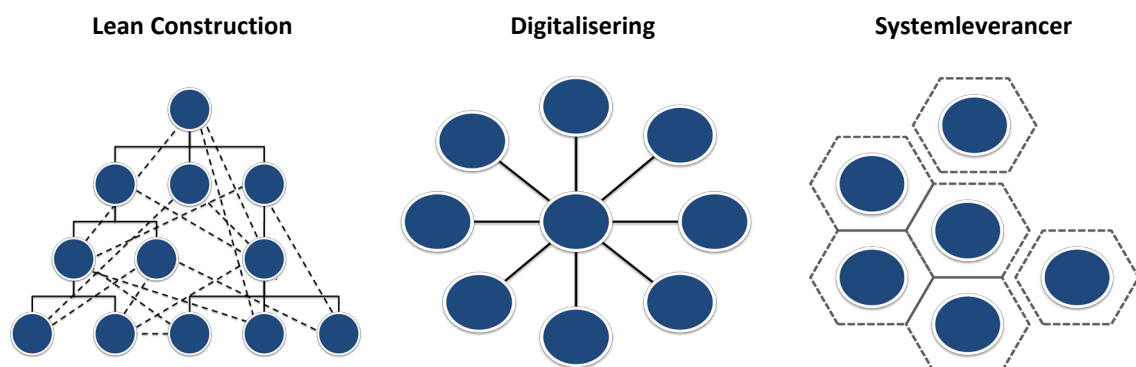
**Samfund:** Den fortsatte befolkningstilvækst kombineret med mindre familier vil skabe behov for flere boliger på verdensplan. Dette vil dog ikke være tilfældet i DK, hvor udfordringer bliver at skabe boliger for den stigende andel af ældre. Parallelt hermed har igennem de sidste årtier været vidne til en stigende individualisering sidst repræsenteret ved udbredelse af sociale medier. Det betyder en stigende efterspørgsel efter brugertilpasset byggeri.

**Globalisering:** Globaliseringen har skabt større sammenhæng mellem verdens økonomier, hvilket har betydet at dansk byggeri ikke kan isolere sig lokalt men er under påvirkning af globale tendenser på godt og ondt. Globaliseringen rummer således både muligheder (nye markeder) og trusler (stigende konkurrence) for byggeriet.

### Nicher repræsenterer forskellige kilder til innovation

De samfundsmæssige strømninger udfordrer det eksisterende regime og skaber nye innovationsmæssige dagsordner. Disse tendenser skaber samfundsmæssige og markedsmæssige udfordringer som kan adresseres af forskellige nicher.

Analysen viste hvordan nicherne omkring Lean Construction, Digitalisering og Systemleverancer repræsenterer forskellige logikker for byggeriets udvikling, der er mere eller mindre kompatible og som havende forskelligt innovationsmæssigt potentiale. Tabellen på næste side opsummerer de par af de centrale forskelle mellem de tre nicher – forskellige der også er illustreret i følgende figurer.



Figur 30: Visualisering af nichernes rationaliteter



	Lean Construction	Digitalisering	Systemleverancer
<b>Rationalitet</b>			
Fortolkningsnøgle	Procesplanlægnings-værktøjer omkring LPS	Objektorienteret 3D modeller / BIM	Mass-customization og modularitet
Forståelse af det eksisterende regime	En kompleks og kaotisk byggeproces, der umuliggør langsigtet planlægning. Kræver involvering af håndværkerne der står med problemerne Projekt orienteret	Byggeriet som en samling af tvetydige og ukoordinerede informationsstrømme Projektorienteret	Byggeri produceres som unika og er karakteriseret af projektspecifik problemløsning og kortsigtet samarbejde der forhindrer innovation og organisatorisk specialisering.
Strategisk orientering	Udvikling af værktøjer og processer til optimering af flow og værdi i en kaotisk byggeproces. Kortsigtet planlægning på projektet.	Udvikling af en fælles objektorienteret klassifikation, standarder og infrastruktur for at sikre utvetydig information til håndtering af byggeprocessens kompleksitet	Konfigurerbare systemleverancer udviklet og produceret i integrerede leverancekæder (længerevarende partnerskaber) gennem standardiseret produkt grænseflader
<b>Innovationskarakteristika</b>			
Radikalitet	Reproduktion	Transformation	Transition
Innovationsfokus	Projekt	Branche	Virksomhed(er)
Innovationsmål	Optimere den udførende del af byggeprocessen	Styrke samarbejdet på tværs af værdikæden	Effektivisering
<b>Potentialer og udfordringer</b>			
Potentialer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan styrke effektivitet og værdi-produktionen indenfor det eksisterende regime</li> <li>• Kort ROI – kan implementeres på projekt niveau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skaber en mere effektiv informationsudveksling mellem byggeriets parter.</li> <li>• Muliggør en større kompleksitetsgrad i byggeriet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adresserer byggeriets produktivets-udfordring.</li> <li>• Stort potentiale: Kvalitetsforbedring, hurtigere leveringstid og billigere</li> </ul>
Udfordringer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan ikke optimere på tværs af projekter, da den er udarbejdet til at optimere projektprocesserne.</li> <li>• Kræver kulturændring</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Svært at få alle parter til at blive enige =&gt; implementering er besværlig.</li> <li>• Optimere ikke på tværs af værdikæde.</li> <li>• Lang ROI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lang ROI</li> <li>• Kan ikke realiseres på projekt niveau, men kræver et marked af en vis størrelse og at virksomheden har indgående kendskab til kundens behov</li> <li>• Kræver omorganisering af arbejdsfordelingen i byggeriet.</li> </ul>

Tabel 27: Nicher kilder til innovation

Kombinationen af de samfundsmæssige udfordringer, det eksisterende regimes problemer med den manglende produktivitet samt de forskellige nichers inkompatibilitet og innovationspotentialer sætter rammer for hvordan byggeriets innovationsevne kan styrkes.

## Kræver ny reguleringsmæssig praksis (meta-governance)

Styrkelsen af innovationsevnen i byggeriets kræver en udvikling af en ny reguleringsmæssig praksis. Den eksisterende praksis med fokus på at skabe en konsensus om "en" bestemt udviklingsdagsorden umuliggøres af branchens modsatrettede interesser samt nichernes inkompatibilitet. Forsøg på at skabe **en** udviklingsdagsorden vil medføre en ringe udvikling i innovationen og fastlåse branchen i et udviklingsspor som kun få føler sig hjemme i. Der er derfor behov for at udvikle en reguleringsmæssig praksis, der er i stand til at håndtere flertydigheder med forskellige interesser samt inkompatibiliteter og samtidig forsøge at vende disse til en styrke, ved at skabe rammer for eksperimentel aktivitet.

Skiftet i reguleringsmæssig praksis fra governance -> meta-governance er skitseret i følgende tabel

	1945-	1990s-
Samfundssystem	Moderne	▶ Postmoderne
Forståelse af branchen (problem)	Irrationel og traditionel ikke i stand til at afhjælpe den akutte bolig mangel	▶ Mange forskellige symptomer på en branchemæssig ubalance
Udviklingsdagsorden (løsning)	En (industrialisering)	▶ Mange (Partnering, digitalisering, LC, systemleverancer...)
Reguleringspraksis	Central styring og koordination af udviklingen	▶ Decentral koordination og central rammestyring
Reguleringsgrundlag	Lederskab (sætte dagsordenen, skabe rationale)	▶ Refleksivitet (Forståelse af nichernes rationale og deres kompatibilitet)

Tabel 28: ny reguleringsmæssig praksis

## Reintroduktion af virksomheden som innovationdriver

Frigørelsen fra en central defineret udviklingsdagsorden betyder samtidigt, at virksomhederne bliver reintroduceret som central innovationsaktør, idet den løsere regulering vil skabe et større løsningsrum for at kombinere forskellige teknologiske nicher med nye og eksisterende markeder ... lokalt og globalt.

Det kræver imidlertid opbygningen af forretningsmæssige kompetencer i virksomhederne så de bliver i stand til at navigere i innovationssystemet ved at fastlægge strategier, der indbefatter valg - men også fravalg.

## **Acceleration af innovationen gennem innovationslandkort og infrastruktur**

For at guide virksomhedernes udviklingsprocesser, men samtidig også facilitere innovationsprocesserne i byggeriet på et overordnet niveau, vil vi anbefale at EBST evt. i samarbejde med Realdania at igangsætte udviklingen af et Innovationslandkort med udgangspunkt eksisterende initiativer som f.eks. KIG-udvalget.

Baseret på opbygningen af et fælles sprog omkring innovation kan et innovationslandkort skabe overblik og orienteringspunkter for innovationen i byggeriet samtidig med, at det udvider rammerne for innovationen. Desuden vil landkortet kunne afklare grænseflader for centrale aktører i innovationssystemet som f.eks. FI, EBST og Realdania i forhold til deres rolle og innovationsdagsordener. Således vil der kunne skabes sammenhæng i innovationsindsatserne internt mellem offentlige institutioner samt mellem offentlige og private aktører herunder byggeriets virksomheder. Hermed vil byggeriet kunne geares til hurtigere at kunne reagere på nye innovationsmuligheder lokalt... men også globalt.

## Referencer

- Andersen S. (2005) De gjorde Danmark større... Danske Entreprenører i krise og krig 1919-1947. Lindhart og Ringhof.
- Andresen J., Brendstrup, S. (1998) 'IT i et Bygge- og Anlægskonsortium', Danmarks Tekniske Universitet, 1998
- Andersen, M. M. og Måns Molin (2007), NanoByg – A survey of nanoinnovation in Danish construction, Systems Analysis Department
- Ansoff, I. (1957), Strategies for Diversification, Harvard Business Review, Vol. 35 Issue 5, Sep-Oct 1957, pp.113-124.
- Bang H., Clausen L. & Dræby T. (2003): Mapping of Knowledge Brokers: The Case of Danish Building. In Uwakweh B.O. & Minkarah I.A.(eds): *Construction Innovation and Global Competitiveness, Proceedings for 10<sup>th</sup> International Symposium (CIB 2002)*.Volume 2. pp.1026-1040.
- Bang, H.L., Bonke, S. and Clausen, L. (2001) Innovation in the Danish Construction Sector: The Role of Public Policy Instruments, in A. Manseau and G. Seaden (eds): *Innovation in Construction. An International Review of Public Policies*, Spon Press, London, 129-164.
- Beim, A. Nielsen, J. og K. Vibæk (2009) Three Ways of Assembling a House, Centre of Industrialised Architecture by, Copenhagen
- Bergek A., Hekkert M. and Jacobsson S. (2008): Functions in innovation systems: A framework for analysing energy system dynamics. In Foxon T, Köhler J. and Oughton C.: *Innovation in energy systems: Learning from economic, institutional and management approaches*. Edward Elgar.
- Bertelsen, S. (1997) "Bellahøj, Ballerup, Brøndby Strand - 25 år der industrialiserede byggeriet". Hørsholm: By og Byg.
- Boxenbaum, E. and Daudigeos, T. (2007) Concrete innovations: Prefabrication in Denmark and France. In "Managing the Construction of Buildings Conference", 15-16 November 2007, Copenhagen Business School, Denmark.
- Braungart M., McDonough W., Bollinger A. (2006). Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product and system design. *Journal of Cleaner Production*.
- Burkal, J. and Jensen, P.A. (1978) Arbejdsdelingen i Bygge- og Anlægssektoren. Et forsøg på en historisk materialistisk analyse af produktionsprocessens strukturelle udvikling inden for bygge- og anlægssektoren, Eksamensprojekt, Lyngby: Institutet for Anlægsteknik, Danmarks Tekniske Universitet.
- Bønnelykke, M. (2003), Kvalitativ undersøgelse af byggeriets udførende virksomheders læring og behov for videnformidling for Fonden Realdania, Dansk Byggeri, Realdania
- Carlsson, B. and Stankiewicz. (1991) 'On the Nature, Function and Composition of Technological Systems'. *Journal of Evolutionary Economics*, 1: 93-118.
- Clausen, L. (2002) Innovationsprocessen i byggeriet – Fra idé til implementering i praksis, Report, BYG.DTU R-031, PhD Thesis, Department of Civil Engineering, Technical University of Denmark, Lyngby.
- Davis, S. M., 1987, *Future Perfect*, Reading, MA, Addison-Wesley
- DI (2011), Direktøren mangler tid til at arbejde med vækst, Undersøgelse fra Dansk Industri januar 2011
- DSF (2006) Det aldrende samfund 2030, Det Strategiske Forskningsråd (DSF), februar 2006
- EBST (2003a), "Implementering af Det Digitale Byggeri", Erhvervs og Byggestyrelsen, februar 2003, <http://www.ebst.dk/download/pdf/digitalebyggeri2003.pdf>.
- EBST (2003b) "Bygherrevejledning 2003", Erhvervs- og Boligstyrelsen, december 2003
- EBST (2007) "Fem modeller for offentlig-privat samspil", Erhvervs- og Boligstyrelsen, Oktober 2007
- DTU Management, Teknologisk Institut og Aarhus Universitet

- EfS (1993), *Bygge/bolig—en erhvervsøkonomisk analyse*. Copenhagen.
- EfS (1999) "Byggeriets fremtid - fra tradition til innovation", Erhvervsfremme Styrelsen, maj 1999, København: EFS (Erhvervsfremme Styrelsen)
- EfS (2001) *Proces- og Produktudvikling i Byggeriet. Erfaringer og resultater*, April 2001, København: EFS (Erhvervsfremme Styrelsen)
- Epstein, S.R. (1998) Craft guilds, apprenticeship, and technological change in preindustrial Europe, *Journal of Economic History*, 53(4), 684-718.
- Erhvervsministeriet (2001) "Det digitale byggeri - rapport fra en arbejdsgruppe", Oktober 2001
- Eu 2010: <http://www.bygnet.dk/bygnet/go?action=302&id=12936&> eller [http://www.euoparl.europa.eu/news/expert/infopress\\_page/051-74642-137-05-21-909-20100517IPR74641-17-05-2010-2010-false/default\\_en.htm](http://www.euoparl.europa.eu/news/expert/infopress_page/051-74642-137-05-21-909-20100517IPR74641-17-05-2010-2010-false/default_en.htm)
- Foxon T, Köhler J. and Oughton C.(2008): *Innovation in energy systems: Learning from economic, institutional and management approaches*. Edward Elgar.
- Geels, F. W. & Kemp, R. (2007), *Dynamics in socio-technical systems: Typology of change processes and contrasting case studies*, *Technology in Society* 29 (2007) 441–455
- Geels, F.W. (2009). *Foundational ontologies and multi-paradigm analysis, applied to the socio-technical transition from mixed farming to intensive pig husbandry (1930–1980)*. *Technology Analysis & Strategic Management* 21 (7).
- Geels, F.W. og Schoot J. (2007): *Typology of sociotechnical transition pathways*, *Research Policy* 36 (2007) 399–417
- Geels, F.W.(2005) *The Dynamics of Transitions in Socio-technical Systems: A Multi-level Analysis of the Transition Pathway from Horse-drawn Carriages to Automobiles (1860–1930)*, *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 17, No. 4, 445–476, December 2005
- Genus, A and. Coles, A. M. (2008) *Rethinking the Multi-level Perspective of Technological Transition*, *Research Policy*, 37 (9), 1436-1445.
- Gottlieb, S. C. (2010) "The constitution of Partnering - A Foucauldian analysis of dispositives, space, and order in Danish Construction", PhD Thesis, Technical University of Denmark, Department of Management Engineering, Section for Planning and Management of Building Processes, Lyngby: Technical University of Denmark.
- Hansen, B. (2004) *Software til modellering i byggebranchen – med fokus på 3d konfigurering*, Center for produktmodellering, IPL DTU
- Heffen, O., Kickert, W.J.M., Thomassen, Jacques, J. A. (2000) *Governance in Modern Societies*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Hoogma R, Kemp R, Schot J, Truffer B. (2002) *Experimenting for sustainable transport: the approach of strategic niche management*. London/New York: Spon Press;
- Hvam, L. og Mortensen, N. H. (2007) *Forskningsopgaven i Systemleverancer*
- Idorn G.M. (1997): *Concrete progress: from antiquity to third millennium*. Thomas Telford. London
- Indenrigsministeriet (1946) *Det fremtidige boligbyggeri : betænkning : bilag / afgivet af Indenrigsministeriets Byggeudvalg af 1940*, København : J.H. Schultz Universitets-Bogtr., 1946
- Ingeniøren 2009, <http://ing.dk/artikel/99595-grundfos-overraskende-nemt-at-faa-indflydelse-i-eu>
- Jensen, J. S., Gottlieb, S. & Thuesen, C. (forthcoming) *A governance approach to systemic innovation in the Danish construction industry*, "Working paper", DTU Management.
- Jørgensen H. (2002) *Consensus, Cooperation and Conflict, the Policy Making Process in Denmark*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Jørgensen, B. (2006) *Fremtidens byggeproces? - Nye metoder indenfor Lean Construction*

- Kemp R, Rip A, Schot J. Constructing transition paths through the management of niches. In: Garud R, Karnoe P, editors. Path dependence and creation. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers; 2001. p. 269–99..
- Kemp R, Schot J, Hoogma R. Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: the approach of strategic niche management. *Technol Anal Strateg Manage* 1998;10:175–96
- Klimakommissionen (2010) Grøn energi – vejen mod et dansk energisystem uden fossile brændsler, Klimakommissionen 28. september 2010
- Koskela, L. (1992) Application of the new production philosophy to construction, CIFE Technical Report: 72. Stanford University. 75 p.
- Kreiner K. and Christensen S. (1991) "Projektledeelse i løst koblede systemer – ledelse og læring i en ufuldkommen verden" København: DJØF.
- Langford, D.A. and Hughes, W.P. (2009) Building a discipline: the story of construction management. Reading: ARCOM.
- Latour, B. (2005): Reassembling the social: an introduction to actor-network-theory, Oxford University Press, Oxford; New York.
- Levinthal, D.A. (1998). The slow pace of rapid technological change: gradualism and punctuation in technological change. *Ind Corporate Change* 1998;7(2):217–47.
- Levring, A. (2010) BIM-implementering og praktisk projekthåndtering, Implementeringsnetværket Det digitale byggeri Marts 2010
- Mikkelsen, H., Beim, A., Hvam, L. og Tølle, M(2005) Systemleverancer i byggeriet - en udregning til arbejdsbrug. April 2005, Realdania. København.
- Nowandnext (2010), TRENDS & TECHNOLOGY TIMELINE 2010+, Nowandnext.com (besøgt d.15. december 2010)
- Piller F.T., Tseng M.M.(eds) 2010. *Handbook of Research in Mass Customisation and Personalization*. World Scientific. New Jersey.
- Pine, B. Joseph II (1993) "Mass Customization - The New Frontier in Business Competition". Boston, Mass: Harvard Business School Press
- Rockwool (2010)  
<http://www.rockwool.dk/nyheder+og+presse/pressemeddelelser+og+nyheder?presse=5477>  
besøgt 2010-1213
- Rothstein B. and Bergsström J. (1999), *Korporativismens fall och den svenske models krise*. SNS Förlag, Stockholm.
- Schot J, Hoogma R, Elzen B. (1994) Strategies for shifting technological systems. The case of the automobile system. *Futures* 1994;26: 1060–76.
- Schot JW. (1998): The usefulness of evolutionary models for explaining innovation. The case of the Netherlands in the nineteenth century. *Hist Technol* 1998;14:173–200.
- Schot, J. and Geels F. W. (2008) Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy, *Technology Analysis & Strategic Management*, 20(5) 537–554
- Schultz, C. S. (forthcoming), Svigt i byggeprocessen, PhD Thesis, Ingeniørskolen i Herning , Århus Universitet
- Selladurai, R. S.(2004), Mass customization in operations management: oxymoron or reality?, Volume 32, Issue 4, August 2004, Pages 295-300,
- Simonsen, R. (2007) Et ledelseskoncept i politiske arenaer – Lean Construction i dansk byggeri, PhD Thesis, Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering, Section for Planning and Management of Building Processes, Lyngby: Technical University of Denmark.

- Sullivan, L. (1896) "The Tall Office Building Artistically Considered", published Lippincott's Magazine, March 1896, p. 403-409
- Taylor, F. W. (1911). "The Principles of Scientific Management". Harper & Brothers. Free book hosted online by Eldritch Press.
- Thomassen et al (2003): Experience and Results from Implementing Lean Construction in a Large Danish Contracting Firm. IGLC 2003.
- Thomassen, M. (2008), På vej mod fremtidens skakt – En innovationshistorie om præfabrikerede installations-skakte til etageboliger, Byggeriets Innovation, København
- Thuesen, C. (2006) "anvendelsen af den rette viden – et studie af byggeriets kulturelle organisering" Published Ph.D. Thesis, Byg.DTU, Technical University of Denmark.
- Thuesen, C. (2011) Bæredygtige markeder: Analyse af markedet for energireovering, Innobyg 2011
- Thuesen, C. (2011) Leveraging economy of scale across construction projects by implementing coordinated purchasing, CIB Salford 2010
- Thuesen, C. and Jonsson, C. C. (2009) "The Long Tail and innovation of new construction practices - Learning points from two case studies". Kazi, A.S. Hanus, M. and Boujabeur, S. (Eds.), Open Building Manufacturing: Key Technologies, Applications, and Industrial Cases, ManuBuild, VTT-Technical Research Centre of Finland, Otaniemi, pp. 51-64
- Thuesen, C., Jensen, J. S., and Gottlieb, S. C. (2009), "Making the Long Tail Work - Reflections the development of the Construction Industry the past 25 Years", in Dainty, A. 25th Annual ARCOM Conference, 7-9 September 2009, Association of Researchers in Construction Management, Nottingham, UK, pp. 1111-20
- Torring, J. (2005) 'Governance Network Theory: Towards a Second Generation', European Political Science 4(3): 305-15
- Turnbull, D. (1993) The Ad Hoc Collective Work of Building Gothic Cathedrals with Templates, String, and Geometry, Science, Technology, & Human Values, 18(3), 315-340.
- Vind, B. & A. Thomassen, M. (2008) Byggeriets Innovation, Scanprint (Realdania)
- VTU (2004) Teknologisk fremsyn om dansk nanovidenkab og nanoteknologi, Videnskabsministeriet, December 2004
- Watson, R. (2008) Future Files: The 5 Trends That Will Shape the Next 50 Years, Nicholas Brealey Publishing (September 25, 2008)
- Winch, G. M. (1998) Zephyrs of Creative Destruction : Understanding the Management of Innovation in Construction, Building Research and Innovation 26 5, 268-279
- Womack, J.P., Jones, D.T., and Roos, D. (1990). The Machine That Changed the World.



## Overzicht over figuren

Figur 1: Multilevel perspektiv på transition i et innovationssystem .....	10
Figur 2: Fra nichedynamik til regimeskift .....	11
Figur 3: Nichelæreprocesser .....	12
Figur 4: Nicherationaliteter forstået som en nøglemetafor.....	13
Figur 5: Metode: samspil mellem nicher, innovationsområder og innovationssystem.....	15
Figur 6: Udvælgelsen af nicherne .....	16
Figur 7: Præmoderne byggeprincipper .....	21
Figur 8: Forholdet mellem design og produktion i det præmoderne byggeri.....	22
Figur 9: Præmoderne tegningsmateriale .....	22
Figur 10: Tolerancer.....	25
Figur 11: Kransporsbyggerier .....	25
Figur 12: Separation mellem design og produktion .....	26
Figur 13: Planlægningen af Empire-state building .....	27
Figur 14: Markedsudvikling .....	29
Figur 15: Signeret tidsplan.....	30
Figur 16: Postmoderne forhold mellem design og produktion.....	32
Figur 17: Det fremherskende regime i dansk byggeri .....	33
Figur 18: Oversigt over globale trends og teknologiudvikling.....	35
Figur 19: LC rationalitet .....	40
Figur 20: Digitaliseringens rationalitet .....	41
Figur 21: Systemleverances rationalitet.....	43
Figur 22: Nichernes relation til det fremherskende regime.....	61
Figur 23: Nichernes forskellige rationaliteter og radikaliteter .....	63
Figur 24: Winch's model for innovation i byggeriet .....	64
Figur 25: Forretningsudvikling som ubevidst resultat af input på projektniveau .....	65
Figur 26: Kombination mellem nicher og markeder .....	81
Figur 27: Udvidet markedsanalyser.....	81
Figur 28: Markedet for energirenovering.....	82
Figur 29: Strategi som en kombination markeder og kompetencer .....	84
Figur 30: Visualisering af nichernes rationaliteter .....	89
Figur 31: Milepæle indenfor Lean Construction i et historiskperspektiv.....	100
Figur 32: Eksempel på en procesplan.....	112
Figur 33: Eksempel på periodeplan med forhindreingsanalyse .....	114
Figur 34: Eksempel på en ugeplan.....	115
Figur 35: LPS .....	116
Figur 36: Centrale aspekter ved digitalisering.....	126
Figur 37: Ændring af byggeprocessen som følge af digitaliseringen .....	134
Figur 38: Centrale tiltag indenfor systemleverancer i et historiskperspektiv. ....	148
Figur 39: Systemproduktet kan tilpasses og varieres individuelle behov .....	153
Figur 40: Top-down og bottom-up systemleverancestrategier i leverancekæden.....	157
Figur 41: Eksempler på systemer .....	160

## Overzicht over tabeller

Tabel 1: Innovationspotentiale ved forskellig grader af radikalitet.....	13
Tabel 2: Oversigt over empirisk materiale.....	17
Tabel 3: Det præmoderne byggeregime.....	23
Tabel 4: Det moderne byggeregime.....	28
Tabel 5: Forskellen mellem moderne og postmoderne byggeri set i lyset af forskellige myter....	28
Tabel 6: Forskellige samfundsmæssige trends under det moderne og postmoderne byggeri.....	29
Tabel 7: Det postmoderne byggeregime.....	33
Tabel 8: Karakteristik af det postmoderne byggeri.....	34
Tabel 9: Nicherationaliteter.....	45
Tabel 10: Aktører i nicherne.....	46
Tabel 11: Innovationskarakteristik.....	47
Tabel 12: Innovationskarakteristik.....	48
Tabel 13: ressourcer for nichen.....	50
Tabel 14: potentialer og udfordringer ved de forskellige nicher.....	51
Tabel 15: Differentierende faktorer (Teknologi). Gult/Orange = mellem.....	52
Tabel 16: Differentierende faktorer (Industri).....	53
Tabel 17: Differentierende faktorer (Markeder og kunder).....	54
Tabel 18: Differentierende faktorer (Policy).....	54
Tabel 19: Differentierende faktorer (Kultur).....	56
Tabel 20: Differentierende faktorer (Forskning og uddannelse).....	57
Tabel 21: Opsummering af kompatibilitet.....	60
Tabel 22: Forskelle mellem industri og byggevirksomheders forretningsudvikling.....	67
Tabel 23: Rødt og blå hav.....	67
Tabel 24: Kombination af markeder og nicher.....	70
Tabel 25: Ny reguleringsmæssig praksis.....	77
Tabel 26: Regimet.....	80
Tabel 27: Nicher kilder til innovation.....	90
Tabel 28: ny reguleringsmæssig praksis.....	91
Tabel 29: Overblik over åbne og lukkede systemleverancer.....	162

# Bilag

## Bilag 1: Niche analyse Lean Construction

Lean Construction – eller Trimmet Byggeri på dansk – blev introduceret til den danske byggebranche omkring år 2000 som et resultat af national og international debat om den manglende effektivitet i byggeri – der var brug for nye metoder til planlægning af byggeprojekter, især i den udførende fase. Begrebet opstod først som en ”undergrund” i branchen men vandt hurtigt mere indpas og i 2002 blev foreningen Lean Construction – DK dannet.

Den danske byggebranche er præget af unika byggerier, hvor kunden ønsker og krav er i højsædet. Dette bevirker, at beslutningsprocesserne i byggerierne skal være meget fleksible, men også at planlægningen og koordineringen mellem de forskellige aktører kan være meget kompliceret, og at der derfor forekommer mange fejl. Lean Construction som begreb tager udgangspunkt i at forbedre denne planlægning og kommunikation mellem parterne via samarbejde og respekt fagene i mellem. Således kan den samlede byggeproces optimeres og forbedres, så økonomi, kvalitet og arbejdsmiljø forbedres.

Herunder vil en historisk gennemgang af Lean Construction blive beskrevet.

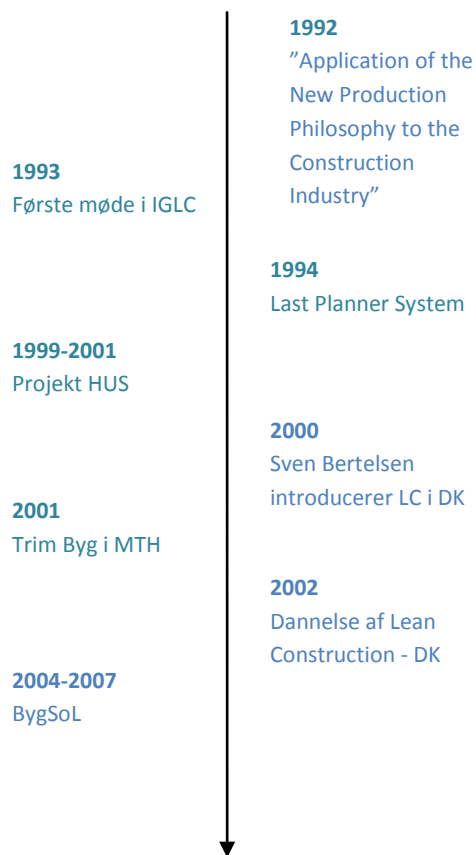
### Historisk Perspektiv

Lean Construction er en afart af Lean Production, der er tilpasset til byggebranchen. Lean begrebet kom frem med bogen *The Machine That Changed The World* (Womack et al. 1990), der sammenlignede bilindustrier i hele verden og specielt fokuserede på, hvorfor den japanske industri var væsentlig bedre end resten af verden.

Mantraet i Lean Produktion er ”Maksimer værdien og minimer spildet”. I *Lean Thinking* (Womack & Jones 1996) opstilles 5 principper, der opfattes som centrale for arbejdet med Lean:

1. Identificér de værdiskabende aktiviteter
2. Kortlæg hele værdistrømmen
3. Skab flow i værdistrømmen
4. Indfør ”Pull” og producer kun til kundeordre
5. Fasthold ”Lean” med løbende forbedringer

Spørgsmålet var så hvis disse fornuftige principper kunne fungere i produktion, kunne de så også fungere i byggeri? Sandsynligvis, men det krævede, at man erkendte, at omstændighederne og betingelserne var anderledes i forhold til produktionsbranchen.



Figur 31: Milepæle indenfor Lean Construction i et historiskperspektiv.

Den danske byggebranche er præget af i høj grad at være unika byggerier, der bliver afviklet på projektplan, hvilket betyder, at information til og koordinering af aktørerne sker meget sent i processen. Især på byggepladserne kan processen virke nærmest kaotisk og panisk, ofte fordi samarbejdet mellem entreprenører og rådgivere og entreprenører imellem er mangelfuld.

Ud fra disse omstændigheder udviklede Lauri Koskela fra VTT i Finland begrebet Lean Construction i 1992 i rapporten "Application of the New Production Philosophy to the Construction Industry" og har arbejdet indgående med principperne siden (Koskela 1992). På initiativ af Koskela og Ballard (amerikansk ophavsmand til LC) og med et par håndfulde delegerede afholdes i 1993 det første møde i International Group for Lean Construction (IGLC) i Espoo, Finland – dette var samtidig den officielle begyndelse at begrebet Lean Construction. Koskela og Ballard mødes første gang under Koskelas studieophold ved Stanford University i San Fransisco. Glen Ballard og Gregory Howell havde gennem et langt samarbejde, der både omfattede byggepladsarbejde samt konsulent for pladser, samlet en række værktøjer og metoder til forbedringer af byggeprocessen. Men inspiration fra Lean Production filosofien samt Koskelas arbejde, fik de formuleret værktøjerne til Lean Construction, hvilke Glenn og Greg udviklede planlægningsværktøjet Last Planner System (LPS) på Lean Construction Institute (Simonsen 2007)

Last Planner System tager udgangspunkt i arbejdet på byggepladsen er komplekst og derfor næsten umuligt at planlægge. Grundlæggende for LPS er at arbejdet planlægges og tilrettelægges så tæt som muligt på det sted, hvor det udføres, hvilket vil sige, at den enkelte formand eller sjakbajs planlægger arbejdet for sit eget sjak, fordi han bedst ved, hvad der skal laves hvornår, hvor og hvordan. Dette gøres praktisk ved at lade planlægningen foregå på tre niveauer med forskellig detaljeringsgrad. Yderligere beskrivelse af LPS gives under afsnittet "teknologier".

I Danmark blev Lean Construction introduceret af Sven Bertelsen, som dengang arbejdede hos Niras, som allerede midt 1990'erne havde arbejdet med planlægning af byggerier i mange år. Sven fik hurtigt skabt en "undergrundsbevægelse" i branchen som ønskede at bygge mere effektivt. Samtidig ønskede den politiske scene i Danmark at undersøge, hvordan effektiviteten i byggeriet kunne forbedres og tog dermed initiativ til en række projekter på tværs af branchen.

Samlede initiativer inde for Lean Construction er beskrevet i de følgende afsnit:

### **Projekt HUS**

Udviklingsprogrammet "Projekt HUS" havde det markante slogan "Dobbelt værdi til halv pris". Målet med dette projekt, der hører til under By- og Boligministeriet, var bl.a. at afdække problemområder og udviklingsbehov for den fremtidige udvikling af dansk byggeri. Hvilket vil sige både at accelerere produktivitetsudviklingen i byggeriet og at skabe et bedre billede af, hvad fremtidens brugere ønsker sig. Hvis man kunne indbygge en højere grad af "fremtidssikring" i byggeriet, enten ved at være bedre til at ramme fremtidens efterspørgselsmønster eller ved at opføre bygninger med en højere fleksibilitet i anvendelsen, så var og er der mulighed for langt bedre totaløkonomi over tid. Arbejdet i Projekt HUS må ses som en reaktion på erkendelsen af den relativt ringe udvikling i byggeriets produktivitet og kvalitet i en årrække.

I Projekt HUS er der gennemført et omfattende analysearbejde i 10 arbejdsgrupper med følgende temaer:

1. Huse med dobbelt værdi for bruger
2. Bygherrens udbud og valg af samarbejdspartnere
3. Rådgiverydelser og incitamentsaftaler
4. Industrielle processer
5. Nye byggekomponenter
6. Virksomhedssamarbejde og byggepladssamarbejde
7. Arkitektonisk helhedssyn
8. Rammebetingelser
9. Vidensgrundlag
10. Kvalitetsstyring af udviklingsprojekter

De første tre temaer vedrørte bygherrerollen, de næste tre byggeriets industrialisering; medens de sidste fire var tværgående temaer.

Der var forskellige vurderinger af realismen i målsætningen "Dobbelt værdi halv pris".

Nogle analytikere mente, at der er så rigeligt med spild i den samlede byggeproces at det mageligt skulle være muligt, hvis det lykkedes at gennemføre helt nye samarbejdsformer i byggeriet - i hele processen, inkl. planlægning, produktion af byggematerialer, osv.

Andre - ikke mindst i byggebranchen – mente, at målet i Projekt Hus er komplet urealistisk; nogle så naturligt nok sloganet "Dobbelt værdi til halv pris" som et groft angreb på deres faglighed - det blev set som et postulat om, at de gjorde tingene dårligt. Dertil var at sige, at påstanden jo ikke er at den enkelte håndværker eller den enkelte virksomhed isoleret set gjorde tingene dårligt men, at det samlede sæt af vilkår, traditioner, teknologi og uddannelse i branchen - og hos kunderne - tilsammen gjorde at der sub-optimeres kraftigt og ikke læres af tidligere indhøstede erfaringer.

I årene 1999–2001 formulerede de ti netværksgrupper med en bred deltagelse fra byggeerhverv og forskningsinstitutioner en række ideer til konkrete udviklingsprojekter. Ideerne blev samlet i rapporter om status og udviklingsmuligheder på en række områder, der omfattede såvel processer som produkter.

Med afsæt i dette arbejde blev udarbejdet fire debathæfter om væsentlige udfordringer for byggeriet:

- Bygherren som forandringsagent
- Tæt samarbejde i byggedelen
- Ny industrialisering
- Byg med kommunikation

Flere af ideerne blev i de følgende år viderebearbejdet og afprøvet i forsøgsbyggerier. Et par netværk blev videreført af Byggeriets Evaluerings Center, mens organiseringen af Projekt Hus blev nedlagt i 2002.

### **BygSoL**

BygSoL var det første store projekt, der blev gennemført, hvor Trimmet Byggeri skulle udøves og afprøves i de fleste aspekter inde for byggeriet. Projektet blev gennemført mellem 2004 og 2007 med det formål at introducere nogle nye byggemetoder og processer, som skulle være med til at øge værdien ved at reducere omkostningerne og forbedre kvaliteten. Nøgleordene er læring på byggepladserne og en ændring af eksisterende samarbejdsformer. Dermed bidrager projektet til en udvikling af byggebranchen som helhed og medvirker samtidig til en højnelse af kompetence, sikkerhed og arbejdsmiljø.

BogSoL's fundament bestod af tre samarbejdsformer og værktøjer, Partnering, Trimmet Byggeri (Lean Construction) og Byg LoK, hvilke er beskrevet nedenfor:

#### **Partnering**

Partnering er en samarbejdsform mellem bygherren, hans interessenter og det team af rådgivere og entreprenører, der skal realisere byggeriet. Samarbejdet består i, at der skabes en fælles målsætning formuleret ved fælles aktiviteter og baseret på fælles økonomiske interesser.

#### **Trimmet Byggeri**

Trimmet Byggeri er en tilgang til byggeprocessens ledelse og styring, hvor planer opfattes som tilsagn og aftaler mellem deltagerne. Sjakkene inddrages aktivt i planlægningen, og konduktørernes rolle ændres til at være den servicefunktion, der sikrer, at produktionsforudsætningerne er til stede.

#### **BygLOK**

BygLOK er en metode til at udvikle kompetencer og tværfagligt samarbejde på byggepladsen. Med BygLOK er det muligt at reducere arbejdsulykker, optimere byggeprocessen og skabe et fælles ansvar gennem kompetenceudvikling og samarbejde på tværs af faggrænserne.

Konklusionen på projektet blev, at der kunne dokumenteres et bedre arbejdsmiljø med færre ulykker, at tidsplanerne blev overholdt og nogle steder forbedret samt, at der var færre fejl og mangler ved aflevering. Desværre er det svært at dokumentere, at økonomien blev bedre i BygSoL projekterne ved brug af Lean Construction, idet de forskellige aktører ikke ville frigive regnskaberne – måske fordi de ikke ville vise, hvor godt projekterne var gået.

### **Lean Construction – DK**

Lean Construction – DK er en forening for innovation i virksomheder, organisationer mv. i den danske byggebranche, med ambitioner om at trimme byggeprocessen.

Foreningen er etableret med sekretariat på Teknologisk Institut og blev dannet i 2004.

Lean Construction – DK tilbyder den danske byggebranche en forening, der giver medlemmerne mulighed for at tilegne sig og dele den nyeste viden om effektivisering og optimering.



Lean Construction – DK forsøger at udbrede en række teorier og metoder, der sigter mod dels at effektivisere projekterings- og byggeprocessen, dels at øge værdiskabelsen gennem en systematisk styring. En af metoderne er uddelegering af opgaver og mere ansvar til den enkelte medarbejder.

En række virksomheder og organisationer i den danske byggebranche har allerede fået øjnene op for de muligheder, der åbner sig ved at bruge Lean Construction, og der kører derfor en række byggerier, hvor metoderne afprøves. Det, der nu er brug for, er et sted, hvor erfaringerne kan samles og metoderne kan udvikles, og her kommer Lean Construction – DK på banen.

Som medlem af Lean Construction – DK skal virksomhederne således være villig til at dele ud af sine erfaringer. Et af principperne i Lean Construction – DK's idé-udviklingsarbejde er afholdelse af virksomhedsmøder, hvor medlemsvirksomhederne diskuterer processerne i byggeriet med en "Lean" tilgangsvinkel.

På disse møder drøftes eksempler på State-of-the-art erfaringer og resultater opnået af danske eller udenlandske virksomheder.

Det er samtidig målet, at virksomhederne udveksler erfaringer vedrørende Lean. Lean Construction – DK's medlemmer vil drage nytte af hinanden i en fælles stræben efter effektivisering og produktivitetstigninger.

### Byg DTU

Byg DTU har til opgave at undervise, forske og initiere innovation i byggebranchen. Institutet bidrager gennem byggeteknisk vidensudvikling til social og kommerciel værdiskabelse i branchen. DTU er førende på forskningsområdet og har gennem tiden afviklet og vejledt mange Ph.d. afhandlinger, som har haft afgørende betydning med hensyn til forståelse af branchen og hvilke mekanismer, der har indvirkning. I de senere år har management Ph.d. projekterne fået en breder vinkel, idet procesoptimering nu betragtes i alle faser af byggeriet og ikke kun i udførelsesfasen. De aktuelle projekter er oplistet kort nedenfor:

- En projektorienteret erhvervs Ph.d. med MT Højgaard, hvor BIM kombineres med cyklogramplanlægning i 3D løsninger men også 4D(tid) og 5D(pris).
- En firmaorienteret erhvervs Ph.d. med NCC, hvor der udvikles en platform for sammenkørslen af systemleverancer og BIM. Ph.d.en er sponsoreret af Realdania.
- Et projekt beskæftiger sig med Integreret planlægning og tidsplan( Integrated Planning and Scheduling), hvor Lean Construction kombineres med BIM.
- Michael Hygum Thyssen arbejder på en erhvervs Ph.d. med Niras om værdi (Facilitating value creation and delivery in construction projects), hvilket udspringer af Lean Construction, idet Steen Bonke, bestyrelsesmedlem i Lean Construction, og Dag Sander, en ildsjæl inde for Lean Construction, medvirker.

Ud af disse projekter ses, at LC er ikke længere bare Last Planner System men også andre ting i værdikæden, såsom systemleverancer og digitalt byggeri. For at kunne optimere byggeprocessen bedst, skal hele værdikæden og alle værktøjer analyseres.

## **Teknologisk Institut**

Teknologisk Institut er en selvejende og almennyttig institution. Institutet udvikler, anvender og formidler forsknings- og teknologibaseret viden til dansk erhvervsliv. Således deltager Institutet i samfundsnyttige udviklingsprojekter i et tæt samarbejde med førende forsknings- og uddannelsesinstitutioner i både Danmark og i udlandet. Derudover gennemfører Teknologisk Institut rådgivnings- og standardiseringsaktiviteter, som bidrager til en dynamisk og harmonisk samfundsudvikling. Endelig medvirker Institutet til at styrke den danske arbejdsstyrkes kompetencer i samarbejde med uddannelsesinstitutioner og gennem egen kursus-, certificerings- og foredragsvirksomhed.

Teknologisk Instituts vigtigste opgave er at sikre, at ny viden og teknologi hurtigt kan omsættes til værdi for vores kunder i form af nye eller forbedrede produkter, materialer, processer, metoder og organisationsformer.

På byggeområdet har byggeafdelingen på instituttet medvirket i en række udviklingsprojekter og var blandt andet projektleder på BygSoL projektet.

## **Sven Bertelsen**

Sven Bertelsen (født 1937) er civilingeniør (B) fra 1961. Han har i 40 år arbejdet i NIRAS, Rådgivende ingeniører og planlæggere A/S, heraf mere end 25 år som partner og medlem af den daglige ledelse - i de senere år med hovedvægt på virksomhedens faglige og strategiske udvikling.

Sven Bertelsen har gennem mange år markeret sig i forreste linje i udviklingen af processer i dansk byggeri. Først i mange år som udviklingsdirektør i NIRAS og dernæst som selvstændig konsulent for byggeriets parter. Senest er Sven Bertelsen tiltrådt som Senior Research Advisor i Lean Construction - DK.

Siden Sven Bertelsen første gang deltog i den internationale konference for Lean Construction i 1993 har han bidraget væsentligt til såvel teoriudviklingen som udvikling af implementeringsmetoder. Herhjemme har Sven været frontløber, når det gælder implementeringen af principperne i Lean Construction, og internationalt har han gjort sig positivt bemærket ved sit store engagement og sine bidrag til teoretiske diskussioner ved blandt andet at anskue byggeprocessen som kompleks og kaotisk. Sven Bertelsen er fast deltager i 'The International Group for Lean Construction'.

Sven Bertelsen er i dag pensioneret men startet sin personlige rådgivningsvirksomhed i 2001, og samtidig virker han som ekstern lektor på Danmarks Tekniske Universitet – Management-DTU med speciale i Lean Project Production.

## **EBST**

Lean Construction er en niche som er opstartet af branchen selv ud af interesse, hvilket vil sige, at der ikke har været decideret støtte til udviklingen eller udbredelsen af Lean Construction i den danske byggebranche.

## Rationaler

Forståelsen af principperne bag Lean Construction er rimelig ens i branchen. Lean Construction tager udgangspunkt i at maksimere værdi for kunden og minimere spild i enhver form. Lean Construction sættes lig med Last Planner System, som hovedsageligt benyttes på selve byggepladsen, hvor det inde for de eksisterende rammer i byggeriet prøver at forbedre planlægningen, kommunikation og samarbejde i mellem partner således, at byggeriet afleveres til aftalt tid, pris og kvalitet. Derved arbejder Lean Construction med at forbedre branchen på et allerede eksisterende grundlag frem for at reformere selve branchen

Det kan ligeledes konstateres, at byggeri er projektorienteret, hvilket har fordele og ulemper, idet tidshorizonten er begrænset og bliver dermed overskuelig, men samtidig har branchen ikke kutyme for at vidensdele eller viderebringe erfaringer fra et projekt til et andet eller tilbage til hovedfirmaet. Dette er naturligvis et problem for branchen som helhed, da man derved ikke lære af sine fejl eller forbedre de forretnings- og arbejdsgange, som findes i firmaet eller på byggesagerne.

Siden sidst i 1990'erne har opfattelsen af byggebranchen været, at hvert byggeri er et unika byggeri og hver byggeproces er kaos! Det er netop dette kaos som fortaler for den kortsigtede planlægning som karakteriserer Last Planner System. Men det er også det kaos som deler branchen den dag i dag.

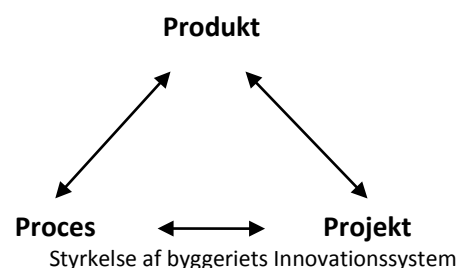
Den oprindelige holdning, som blev fremsat af Sven Bertelsen sidst i 1990'erne, var den, at byggeri er komplekst og kaotisk ved naturlov! Man kan med andre ord simpelthen ikke ændre ved grundlaget i byggebranchen, for det er uden for aktørernes magt. Den anden holdning er blevet luftet de senere år især af DTU Management, som hævder at byggeri ikke er kaos pga. naturlov men pga. kulturlov. Altså er det aktørernes holdninger, der fastholder branchen i kaos. Mange aktører på især byggebranchen har mottoet "Jeg handler – derfor er jeg", hvilket hentyder til, at de trives med det førømtalte kaos og hurtige beslutninger. For at komme videre fra dette stadie, vil det kræve en stor indsats i form af holdningsændring samt at standardisere flere elementer i byggebranchen.

Branchen er begyndt at dele sig i to lejre: Der er dem der stadig fastholder Sven Bertelsens teori om at bevare byggebranchen, som den er og lærer at håndtere den ud fra eksisterende lovgivning og holdninger blandt aktørerne ved brug af Last Planner System. Og så er der den nye gren som ser procesoptimering som et begreb som gennemsyrrer hele værdikæden og materialekæden i branchen, og dermed også hilser nye initiativer velkommen såsom standardisering (systemleverance), brug af cyklogramplanlægning, target costing og value design.

I det følgende vil denne rapport forsøge at beskrive idégrundlaget bag Lean Construction ud fra en kerne-definition som er blevet bestemt ud fra de interviewes og andet indsamlet materiale.

### Kerne-definition

Når kernen i Lean Construction skal beskrives, er der mange forskellige indgangsvikler, men denne rapport



tager udgangspunkt i figuren til højre. I den beskrives forskellene og sammenhængen mellem **a) Produkt, b) Proces og c) Projekt.**

### *Produkt*

I dag bliver hvert byggeri betragtet og bygget som et unika byggeri fra design over projektering til udførelse. I de to første faser – design og projektering – er hvor produktet skabes og formes i samarbejde med bygherre. Lean Construction har ikke indflydelse på, hvilke æstetiske udtryk og funktion det aktuelle byggeri skal have, så set med Lean Construction øjne er byggeriet blot et produkt, som skal udføres.

Lean Construction har hidtil ikke beskæftiget sig med design- og projekteringsfasen i værdikæden, idet Lean Construction er tiltænkt til at fungere på byggepladsen, men de senere år har Lean tankegangen bredt sig til især projekteringsfasen med værktøjer, der er inspireret af Last Planner System.

Entreprenørerne har i enkelte tilfælde i de seneste år blevet medinddraget i projekteringen, for at sikre at byggeriet bliver tegnet med bygbare løsninger. Dette gøres for at mindske det spild på pladsen, som kommer når entreprenøren modtager tegninger, som ikke kan bygges. Entreprenøren har dermed ikke direkte indflydelse på det arkitektoniske udtryk men kan hjælpe til at detaljer og grænseflader tegnes og designes mest hensigtsmæssig.

### *Proces*

Fordi byggeri bliver betragtet som unika byggerier, er der mange forskelligartede processer gennem hele værdikæden, som kan optimeres. Lean Construction arbejder som udgangspunkt med de processer der foregår på byggepladsen, når rådgiverne har projekteret en bygningsdel færdig og frigivet den til entreprenørerne.

Lean Construction har meget fokus på de flows, der sker mellem transformationer i byggeprocessen. Transformationer er de værdiskabende elementer i enhver proces, og flowet er arbejdsgangen mellem hver værdiskabende aktivitet. Ved at opnå et bedre og mere jævnt flow i processen opnås et større through put og dermed en højere produktivitet.

Det flow, som eksisterer på byggepladsen, er det mellem håndværkere og fagene samt et informationsflow fra rådgiverne. For at forbedre flowet mellem håndværkerne, er det en vigtig faktor at kommunikationen og planlægningen bliver bedre, og de forskellige aktører lærer at respektere hinanden. Forbedringen kommer gennem en fælles ugentlig planlægning, hvor alle fag er repræsenteret, og hvor aktørerne laver aftaler med de andre fag (og forhåbentlig også holder dem).

Lean Construction ser med andre ord på de mere menneskelige værdier i byggeprocessen, og selvom Lean Construction hovedsagelig er blevet brugt på byggepladsen, kan Lean principperne med stor fordel bruges både i projekteringen men også i designfasen, hvor værdien for bygherre skal bestemmes, da det også i disse faser er mennesker, der forhandler, tegner og regner sig til løsninger for byggeriet. Dog skal værktøjerne, der bruges inde for Lean, tilpasses de enkelte faser, da ex. LPS ikke fungerer i den eksisterende form i design fasen (Interview Anni Schmidt MT Højgaard).

Hvis man gik bort fra at se alle byggerier som unika byggerier men erkendte af visse typer af byggerier (boliger, kontorer, plejehjem og skoler) har mange ligheder, kunne man begynde at arbejde med nogle standardiserede byggeprocesser, som ville afhjælpe det førromtalte kaos. Især ved etagebyggerier er gentagelseeffekten så betydelig, der burde være muligt at planlægge udførelsen forholdsvis detaljeret via cyklogramplanlægning og så ville Last Planner System ikke være påkrævet. Cyklogrammer er blevet brugt i forbindelse med byggerier på svært fremkommelige og forskelligartede steder såsom Grønland og midt i New York City, hvor Empire State Building blev opført på ca. et år. Dette viser bare, at det er muligt at planlægge store og komplicerede byggerier, men det kræver disciplin og at informationerne fra rådgivere er til stede i god tid (Thuesen, Jensen Gottlieb 2009 og Jørgensen 2006).

Last Planner System kunne i stedet bruges med stor effekt ved opførelsen af mere udprægede unika byggerier såsom koncertsale, museer og hospitaler – og ved renoveringer. Men det ville kræve, at alle processer i værdikæden blev optimeret og samarbejdet fungerede på tværs af kæden og fag.

### *Projektet*

Byggeri er udelukkende projektorienteret. Når en arkitekt, rådgiver eller entreprenør har færdiggjort et projekt, rykker de videre til det næste projekt. Ofte overlapper et projekt det næste, hvilket kan bevirke, at man får en stresset opstart på et projekt, fordi man har travlt med at aflevere et andet projekt.

At arbejde med projekter har fordele i en begrænset tidshorisont og at påbegynde nye projekter med andre projektmedarbejder med jævne mellemrum. Dette passer godt til størstedelen af aktørerne i byggeriet, der ønsker jævnlig forandring og nye udfordringer.

Bagsiden af, at byggebranchen er meget projektorienteret, er, at der ringe erfaringsudveksling både fra projekt til projekt og fra projekt til hovedfirmaet. Denne problemstilling har været kendt i branchen i mange år, men den har ikke været adresseret på samme måde, som den er i dag, da det var almen kutyme at de unge/nye ansatte skulle enten lære af egen erfaring eller gøre sig fortjent til at lære fra ældre kollegaer.

De fleste større firmaer i branchen er begyndt at oprette digitale vidensbanker til erfaringsdeling. Meningen er, at når et projekt afsluttes, skal gode og dårlige erfaringer meldes tilbage til firmaet, så alle medarbejder, der sidder med en problemstilling på en sag, kan søge på netop denne problemstilling i videnbanken og lærer af kollegaerne, som har haft lignende problemstilling. Men der er ingen garanti for at de rigtige eller alle informationer bliver opsamlet, eller at kollegaerne bruger videnbanken, når vedkommende har en problemstilling. Dette kræver i særdeles holdningsændring, især blandt de ældre kollegaer, som måske ønsker at dele deres erfaringer.

Fra projekter til projekt er det mere kompliceret at vidensdele, idet aktørerne sjældent går igen fra gang til gang – i hvert fald på de store projekter – men det er her at den opsamlede viden fra firmaerne kunne have en indflydelse, hvis firmaerne var villig til at dele deres viden for at opnå bedre flow og dermed bedre økonomi og kvalitet.

En professionel bygherre, som bygger ofte eller med jævne mellemrum, kunne med fordel opsamle viden om hvordan en byggeproces optimeres i alle led af værdikæden. Dog vil interessen sandsynligvis være koncentreret om design og projekteringsfasen. Men ved at opsamle viden vil han/hun kunne opstille betingelser til leverandørerne ved næste projekt.

### **Opsamling**

På baggrund af interviews og andet materiale kan man udtrage visse fællestræk omkring forståelse af Lean Construction, hvilke er oplistet her nedenfor:

*... Byggeri er alle unika byggerier som er kundeorienteret og skal indeholde en stor del specialisering (denne opfattelse bliver dog udfordret i dag).*

*... Principperne bag Lean Construction er at maksimere værdien for kunden og minimere al spild i byggeprocessen.*

*... Et begreb som prøver at manøvrere inde for de givne rammer i byggeriet ved at korttidsplanlægge i en kaotisk proces.*

*... Et begreb som i høj grad arbejder med procesoptimering – oprindeligt på byggepladsen, men Lean begrebet kan med fordel udvides til værdikædens øvrige faser, hvilket er ved at vinde indpas.*

### **Differentieret forståelsesramme**

På trods af at aktørerne har en forholdsvis veldefineret forståelse af hvad Lean Construction er, er der ved at ske en udvikling inde for branchen som går imod den generelle opfattelse i nichen. På baggrund af de foretagne interviews og læst materiale er der således identificeret et par forståelsesrammer, som varierer blandt aktørerne i branchen, som er beskrevet i det efterfølgende afsnit:

#### **Lean Construction version 1.0 vs. Lean Construction version 2.0**

Det er tydeligt ud fra de empiriske materialer, at der er ved at ske en udvikling af Lean Construction begrebet i takt med at forståelsen af processer i byggebranchen bliver bedre og mere nuanceret. Hvor den oprindelige forståelse (her kaldet version 1.0) bygger på de oprindelige idéer om, at ethvert byggeri er one-of-a-kind, og at de kaotiske tilstande på byggepladsen nærmest var en naturlov, som ikke kunne ændres og man derfor måtte lære at håndtere, som de var. Dette betød, at langtidsplanlægning ikke var muligt og at al planlægning max måtte ske 3-5 uger frem. Planlægningens vigtigste opgave er at fjerne flaskehalse og forhindringer i forhold til projektets fremgang således, at alle byggeriets aktiviteter kan udføres, når det er nødvendigt. Desuden skal kommunikationen forbedres mellem fag og aktører således, at samarbejdet fungerer, og flowet er jævnt.

Den nyeste tendens i branchen er, at byggeprocesser ses i et bredere perspektiv, hvilket stadig omfatter Lean tankegangen, men som giver processerne mere nuance. Processer i hele værdikæden og materialekæden hænger sammen, men der er behov for forskellige værktøjer i forskellige faser. Nogle af de nye værktøjer er:

- Target value design
- Digitalt byggeri/BIM
- Target costing
- Cyklogramplanlægning
- Systemleverancer

Disse værktøjer bruges alle faser i byggeriet fra værdibeskrivelse og omkostningsanalyse over standardisering til planlægning i udførelsesfasen. Trenden er et udtryk for, at hvis byggeriets effektivitet og produktivitet skal forbedres, skal hele processen optimeres og udvikles og ikke kun udførelsesfasen.

Target value design og target costing har især betydning for bygherren og hans beslutningsproces, hvori den reel værdi ligger. Disse to værktøjer sikre, at kunden på et hvert givet tidspunkt får højst værdi for pengene samt, at han/hun gennem hele design- og projekteringsfasen har præcis information om økonomien i projektet. Værktøjer er meget brugt i Finland med høj succesrate; her har flere bygherrer fået mere produkt/bygning for samme beløb end udgangspunktet.

Digitalt Byggeri og BIM er værktøjer, som skal sikre, at alle aktører har ens informationer at bygge efter. Det skulle gøre informationsflowet mellem parterne mere flydende og tilgængeligt. Det digitale byggeri er offentligt støttet og har et særskilt kapitel i denne rapport.

Cyklogramplanlægning er en tidligere planlægningsmetode som har været overset i mange byggeprojekter efter introduktionen af Last Planner System, men den har ikke mistet sin betydning. Cyklogramplanlægning blev brugt til planlægningen af Empire State Building i midten af New York. En byggeplads som var svært udfordret rent logistikmæssigt, men det enorme byggeriet blev afsluttet til aftalt tid, så cyklogramplanlægningen har vist sin virkekraft. Cyklogramplanlægning er især effektiv ved gentagelsesarbejde, hvilket også var tilfældet med størstedelen af Empire State Building, og hvis cyklogramplanlægningen skal vinde indpas i den danske byggebranche, så skal branchen væk fra tanken om, at alle byggerier er one-of-a-kind og indse, at mange byggerier indeholder mange af de samme elementer og arbejdsgange, som skal standardiseres og dermed optimeres.

Det sidste element i version 2.0 er forståelsen af, at systemleverancer er effektive, logiske og nødvendige løsninger for at effektivisere byggeprocessen. Jo flere byggekomponenter som kan leveres færdig og klar til montering på pladsen, jo højere effektivitet vil byggeriet opnå. Systemleverancer har eksisteret siden 60'erne men de seneste år, har nichen fået en renæssance, fordi fordelene ved at få færdigfabrikerede elementer leveret på pladsen til hurtig montering er betydelige. Det mindsker også spild på pladsen i form af produktionsspild, materialespild, hvis delkomponenterne bliver våde eller opbevares forkert, og tidsspild ved at skulle producere elementerne selv (Jørgensen 2006).

Version 2.0 er ved at vinde indpas i hele branchen, idet den har erkendt, at der skal sættes indsats i på mange niveauer for at højne effektiviteten og produktiviteten i branchen.

## Parametre

I de følgende 6 afsnit er hver parameter fra Geels teori analyseret og beskrevet for Lean Construction nichen. Parametrene bruges til at beskrive nichen i en bredere samfundsmæssig sammenhæng.

## Teknologi

Der er ingen tekniske eller digitale teknologier forbundet med Lean Construction. Til nichen er i stedet forbundet et lav praktisk planlægningsværktøj kaldet Last Planner System

### *LAST PLANNER SYSTEM™*

I Last Planner System (LPS) arbejdes der med aftaler på forskellige niveauer og med forskellige formål – altså forskellige slags planer. I dette afsnit gennemgås principperne i LPS oversigtligt og principielt.

Normalt opfattes en plan som en ordre – noget der skal følge. LPS siger derimod, at en plan er aldrig en ordre, men alene en aftale mellem ligeværdige parter. Ved at gøre planen til en aftale, åbnes der for mange forskellige udformninger, hvilket vil sige, at der opstår mange former for planer, men fælles for dem alle er, at hver af dem kun har ét eller nogle få og sammenhængende formål. Samtidig arbejder LPS med, at planer ikke altid kan følges i byggeprocessen, selv ikke hvis de blot rækker nogle få dage.

LPS' er delt op i tre planer, der operer med forskellige tidshorisonter.

### *Hovedtidsplanen*

Hovedtidsplanen – *Master Schedule* – er leveranceteamets aftale med bygherren om byggeriets gennemførelse. Den er en del af aftalegrundlaget, og ofte er den ret detaljeret. Tanken bag hovedtidsplanen er, at bygherren kun bør fastlægge, hvornår byggeriet er færdigt, mens planlægning af selve gennemførelsen bør overlades til dem, der skal udføre byggeriet.

Sædvanligvis er hovedtidsplanen et stavdiagram, men ifølge LPS burde den blot bestå af en enkelt dato – nemlig for afleveringen – eventuelt suppleret med en angivelse af, hvornår der tidligst kan startes på byggeriet.

Hovedtidsplanen er imidlertid – ifølge LPS – alene aftalen med bygherren om det, leverandørerne **skal** gøre.

### *Procesplanen*

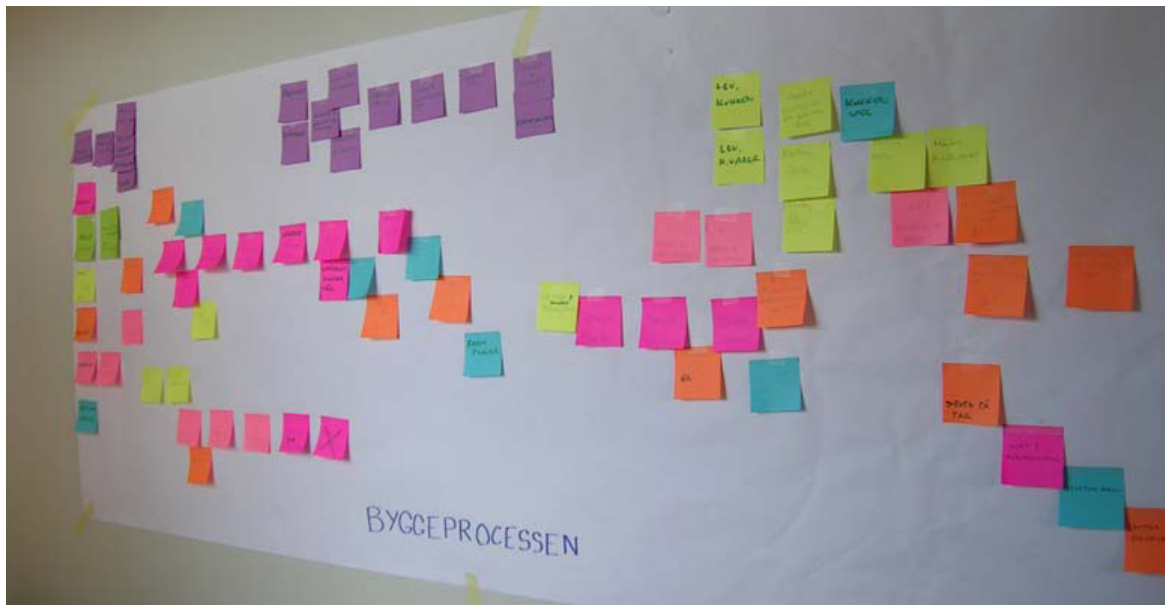
Procesplanen – *Phase Schedule* – har til formål at fastlægge den ideelle byggeproces med hensyn til rækkefølge og tidsforbrug inden for de rammer, der er givet af hovedtidsplanen. Procesplanen er dermed aftalen mellem fagentreprerørerne om den bedste måde at gennemføre byggeriet på. Den laves ved starten af byggeriet, og den dækker enten en fase – f.eks. frem til lukket råhus, og derefter kompletteringen – eller hele udførelsen.

I procesplanlægningen rettes fokus mod de områder, hvor der skal ske en koordinering af fagentrepriser. En lang periode, hvor der f.eks. blot monteres betonelementer, kan indsættes med en passende opdeling af hensyn til måling af fremdriften, men kræver ellers ikke megen aftale bortset fra betonentreprerørers egen aftale med sine sjak. Der hvor flere fag mødes, er



der modsat grund til gøre en del ud af planlægningen, for det er her, der hurtigt kan opstå konflikter. Planen skal udtrykke en gensidig aftale mellem *alle* fag om den bedste måde at bygge og samarbejde på, så derfor er der tale om en "forhandling" mellem parterne.

Procesplanen kan med fordel laves som en Post-It plan, hvor fagentreprenørerne i fællesskab opbygger planen med "gule" sedler (i forskellige farver – én for hvert fag) på en bane plotterpapir, hvilket er samme fremgangsmetode som ved Value Stream Mapping inde for Lean Production.



Figur 32: Eksempel på en procesplan

Derefter tilknyttes der varigheder på aktiviteterne og planen nedfældes i f.eks. MS Project, så den er til at håndtere i hverdagen. På basis af procesplanen bestilles alle materialer og komponenter med lang leveringstid, dvs. med mere end de fem uger, som Periodeplanen dækker. Bestilles de ikke straks, rykker de med over i den problemliste, som kommer fra periodeplanen.

Planen indeholder også tider, til trods for at den ikke bliver fulgt i detaljer. Men den er udtryk for den ideelle byggeproces, og det er den, der bruges til at konstatere, om projektet er foran eller bagud. Derimod opdateres den kun, hvis selve byggeprocessen ændres markant – eller hvis byggeriet ændres væsentligt.

Procesplanen er dermed aftalen mellem fagene om det, de **bør** gøre.

### **Forhindringsliste**

Ofte bliver der i forbindelse med udarbejdelsen af procesplanen opdaget nogle problemer eller forhindringer, der skal løses. Det kan være detaljer, der ikke er gennemarbejdet, eller det kan være løsninger, der kræver medvirken af leverandører osv. Det kan også dreje sig om særlige leverancer eller materiel med lang leveringstid.

Disse samles i en forhindringsliste, hvor det anføres, hvem der har ansvaret for at løse problemet samt hvornår det skal være løst. Forhindringslisten er dermed starten på periodeplanlægningen.

### *Periodeplanen*

Periodeplanen – *Look Ahead Plan* – har to formål: at styre logistikken, det vil sige at sikre, at arbejdet *kan* udføres, når det *skal* udføres, samt eventuelt at nedbryde procesplanens aktiviteter til mere konkrete operationer. Periodeplanen er dermed aftalen mellem fagentreprenørerne om at sikre sunde aktiviteter.

Periodeplanen udarbejdes rullende gennem hele byggeperioden. Hver uge ser man eksempelvis seks uger frem og undersøger, om de aktiviteter, der skal udføres om ca. seks uger, er sunde, eller om det kan forventes, at de bliver det inden da. Det betyder, at tegningerne tjekkes, manglende materialer ordres, folk og materiel reserveres og eventuelle overordnede pladsdisponeringer aftales.

Samtidig opdateres forhindringslisten – hvis ikke hele periodeplanen også laves som en huskeliste, hvilket ofte vil være tilfældet. I så fald kan man nøjes med en samlet liste. Periodeplanen kan udarbejdes på et ugentligt møde, hvor de medarbejdere, der har ansvaret for den enkelte fagentreprenørs indkøb deltager sammen med proceslederen.

Nogle benytter byggemødet, hvor man jo alligevel er samlet, men det er langt bedre at afholde et egentligt produktionsmøde, hvor arbejdets state konstateres og i givet fald undersøger årsagen til forsinkelser og aftaler indgreb. Men først og fremmest tjekker man på periodeplanmødet, at kommende aktiviteter er sunde, det vil sige at alle syv forudsætninger (mandskab, materialer, materiel, forudgående arbejde, informationer, plads og ydre omstændigheder) er opfyldt, ligesom man ser på den femte uges nye aktiviteter. Samtidig følges der op på leverancer med lang leveringstid.

PERIODEPLAN Beskrivelse af aktiviteten		Kontakt		Fasestrøget, Bygning 3										Forklaring på forhindringens karakter	Ansvarlig for klar-gøring		
		Slim on. Andersen		Uge: 36													
Sort Omgang	Aktivitet	Ansvarlig virksomhed	Forhindringsanalyse							F. omgående arb.	Materialer	Materiel	Mandskab	Informationer	Plads	Ydre omstænd.	
			Uge 37	Uge 38	Uge 39	Uge 40	Uge 41	Uge 42	Tlf. 7220 2251								Fax.
	Opsætning af stillads, Østfacade	St							✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Opsætning af stillads, Sydøstfacade	St							✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Inddækning	St
	Installationer	EI							✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Vægge i lejligheder	Be							✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Gulve ved baderum samt aflækning	Be							✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Nedtagning af eks. Tagkonstruktion	Tø+Mu									✓	✓	✓	✓	✓	Vejrligt! Krav til inddækning og type (Aftale ikke inddækning)	HE
	Murerarbejder, østfacade	Mu							✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Støbning af nye trappeløb	Be							✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Overdækning på stillads, Øst	St							✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Aftalegrundlag	HE
	Overdækning på stillads, Sydøst	St								✓	✓		✓	✓	Aftalegrundlag	HE	
	Aftrensning af facader	Fa							✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Udvekslinger i tagkonstruktion	Tø							✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		

Figur 33: Eksempel på periodeplan med forhindringsanalyse

Periodeplanen taler om opgaver, der skal tages hånd om. Den fungerer som en fælles huskeliste over, hvem der søger for hvad og inden hvornår. Da pålidelighed i overholdelse af aftaler er af afgørende betydning for den samlede byggeproces, er det en god ide at måle på opfyldelsen af tilsagnene.

Erfaring fra praksis viser igen og igen, at det er periodeplanlægningen, der har svigtet, når man ikke har opnået det fulde udbytte af *Trimmet Byggeri*. Derfor må det stærkt anbefales, at sætte særlig fokus på denne del af planlægningen. Ofte vil en omhyggelig opfølgning på periodeplanen klart pege på flaskehalse i mellemliderlaget og så bør der straks gribes ind. En enkelt konduktør, der bare lover, men ikke holder det han lover, generer ikke blot sine egne folk, men ødelægger hele byggeprocessen gennem de problemer, han påfører de andre fag.

Periodeplanen er dermed aftalen mellem fagentreprenørerne om, hvad de **kan** gøre.

### Ugeplanen

Ugeplanen – *Weekly Work Plan* – har til formål at sikre, at arbejdet sker på en hensigtsmæssig måde for alle fag, og at alle har sunde aktiviteter. Ugeplanen er dermed den egentlige styring af produktionen. Den udarbejdes rullende en gang om ugen af sjakbajserne i fællesskab og den ser på de kommende fem arbejdsdage. I ugeplanen må der kun indgå sunde aktiviteter, og den er dermed sjakkens aftale om, hvad der skal ske i næste uge. Samtidig bør den se yderligere en uge frem for at sikre, at der også er sunde aktiviteter til alle om en uge.

Formen afhænger af projektets art og den kan skifte under vejs i byggeriet. Ofte viser det sig, at pladsforholdene er det kritiske at få koordineret, og så kan ugeplanen laves ved at markere på en simpel plantegning, hvem der arbejder hvor og hvornår. Andre gange er den en simpel liste over arbejdsopgaver og ugedage. Men den er altid meget enkel, og den laves i hånden og

kopieres inden man slutter mødet, der typisk ikke må tage mere end en halv time, når rutinen er kørt ind.

Sagsnavn:  
Sagsnr.:

## Lean construction Ugeplan

Entreprise: \_\_\_\_\_  
Ansvarelig: \_\_\_\_\_  
Uge nr.: 38  
Sted: \_\_\_\_\_

### Tidsplan for den kommende uge:

Aktivitet:	Sted:	Uge							Forhindringer / bemærkninger
		M	T	O	T	F	L	S	
sredku. D		⊗							
Rest arbejde D			⊗	⊗	⊗				
Rohfor. loft D		⊗							
udhæng D		⊗	⊗	⊗	⊗	⊗			
facade D				⊗	⊗				
udvendig kapsel søjler pelje			⊗	⊗					
Hjørneliste D Ildmålbånd					⊗	⊗			

Indblik i Rytterlyse skorste  
Skygge lister

⊗ ⊗      0 0

Figur 34: Eksempel på en ugeplan

Dette forudsætter, at hvert sjak på forhånd har gjort sig klart, hvad de påregner at lave næste uge, og at de medbringer denne liste til mødet, hvor de fremlægger den.

Ugeplanen bliver hermed sjakkenes aftale om, hvad de **vil** gøre.

### PPU

Hele denne nye form for planlægning har til hensigt at sikre en jævn arbejdsrytme for alle. Derfor er det vigtigt, at såvel periodeplan som ugeplan er pålidelige, og derfor måles pålideligheden hver uge med måltallet PPU – Procent af det Planlagte, der blev Udført – på engelsk "Percent Planned Completed", PPC.

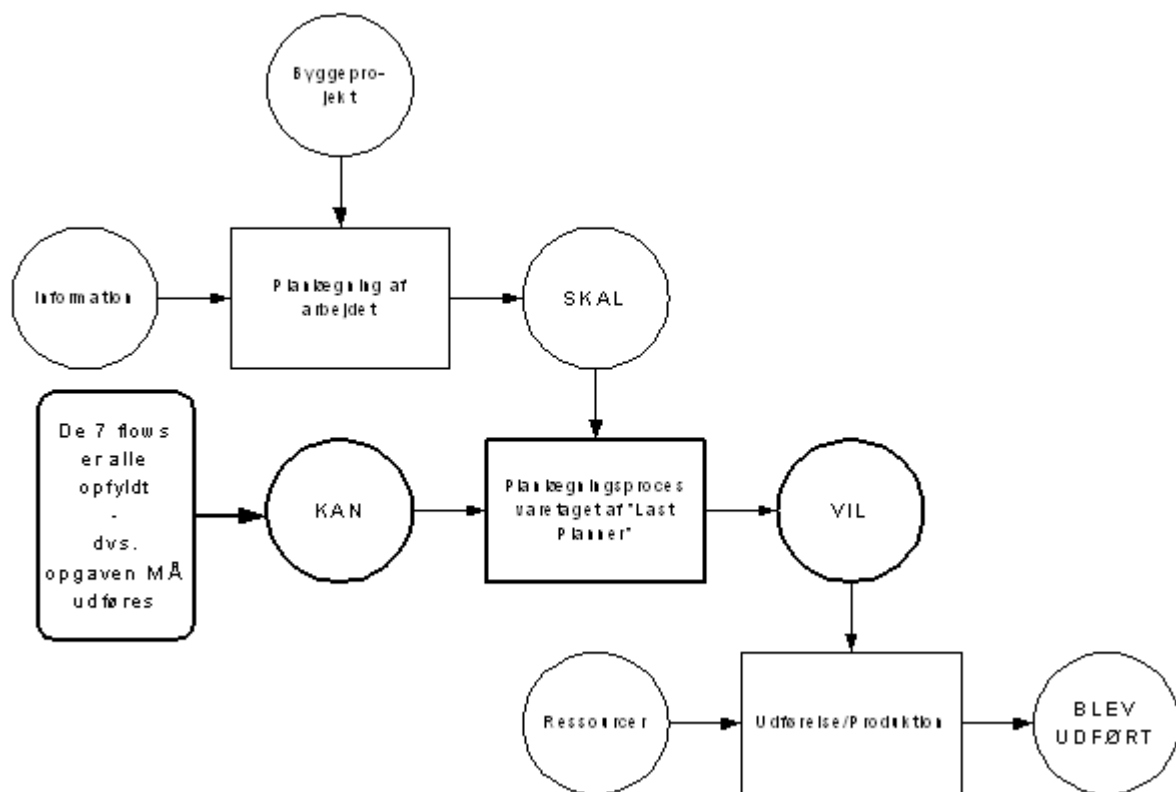
PPU er et meget simpelt, men effektivt mål. Det udtrykker, hvor mange af de aktiviteter, der blev aftalt i sidste uge, der rent faktisk blev udført som aftalt, og det udtrykkes som en procent. Er der 10 aktiviteter, og 7 blev korrekt afsluttet, er PPU 70 %.

Der findes kun svarene Ja eller Nej – ikke noget med næsten; og ofte er det det næste fag, der bedømmes, for det er jo dem, der skal overtage arbejdet. Med *afsluttet* menes helt færdig, det vil sige, at der er ryddet op, og alt er gjort klart, så de næste ufortrødent kan gå i gang. PPU måles altid på hele gruppen under ét, for vi taler om et fælles ansvar, og ofte kan en ikke færdiggjort aktivitet skyldes svigt hos en anden part.

Mange opfatter PPU som en kritik eller som en karakterbog, hvad det vel også til en vis grad er. Men det er en positiv kritik, der sigter mod at forbedre processen til gavn for alle. Som omtalt i det senere afsnit om indførelsen, må planerne og PPU aldrig indgå i det formelle system omkring entrepriseaftalerne. PPU måles aldrig som kritik, men derimod alene for at finde svigt i flowet, påvise flaskehalse, stimulere til pålidelighed og først og fremmest for at finde og eliminere årsagerne til svigt. Ofte er årsagen til en lav PPU på ugeplanen, at der manglede tegninger, at tegningerne ikke var fyldestgørende eller at der manglede materialer. Årsagen skal dermed findes i periodeplanen, og så er det her, der skal sættes ind.

PPU er på denne måde aftalen om, hvad leverandørerne *skal gøre bedre*.

Det samlede Last Planner System er illustreret i figur 2 Det markerede niveau er systematikker, der traditionelt bliver forbigået i byggeprocessen, hvor man går i gang med at arbejde ud fra en overordnet tidsplan, der revideres på bagkant efter arbejdes fremdrift.



Figur 35: LPS

## Mekanismer som influerer på udviklingen af Lean Construction

Drivende	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ LPS operer med korte tidshorisonter som er passende for udførelsesfasen og denne fases aktører.</li><li>▪ Erfaringer har vist at brugen af LPS hjælper entreprenørerne til at aflevere projekter til tiden og i visse tilfælde før tid.</li></ul>
Hæmmende	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ LPS er kun tiltænkt udførelsesfasen, men procesoptimering skal indgå i alle værdikædens faser/trin</li><li>▪ Der er risiko for at planlægningen skrider ved brug af LPS med mindre de overordnede milepæl holdes i mente og overholdes.</li></ul>

### Markedet

Den danske entreprenør marked er præget af to-tre store virksomheder og en masse små og mellemstore virksomheder. De store entreprenører virksomheder har allerede taget Lean Constructions principper og værktøjer til sig og inkorporer dem fuld ud eller dele af dem i de respektive virksomheder. Eksempelvis har MT Højgaard udarbejdet et helt koncept kaldet TrimByg, som bygger på Trimmeth Byggeri, Lean Design osv. for at profilere sig overfor deres potentielle kunder, som en virksomhed "som ved bedre". De store firmaer er selvkøberne og arbejder selv med implementeringen, udbredelsen og videreudviklingen af konceptet i virksomhederne.

De små og mellemstore har ikke på samme måde mulighed for at profilere sig ved at have et færdigt koncept udviklet til firmaet, men mange firmaer har de senere år signaleret at de gerne samarbejder med andre aktører for at optimere processen og fremme kvalitet. Grunden til, at mange mindre firmaer ikke langt i forandringsprocessen, er desuden, at brugen af Last Planner System egner sig bedst i projekter som er komplekse og dyre og de mindre firma har ofte ikke tilstrækkelig kapacitet eller viden til at byde på disse projekter. Dette begrænser i særdeleshed udbredelsen af Lean Construction, men i de senere år har man kunne spore at flere og flere aktører på byggepladserne har kendskab til principperne, fordi de har været på pladser eller i firmaer, som planlægger med Last Planner System.

Som skrevet er Lean Construction langt fra udbredt i hele branchen, kun de mest forandringsvenlige firmaer af en vis størrelse er interesseret i at tænke byggeprocessen i et andet lys, af flere forskellige årsager: Det kræver først af alt en del kapital at få hele organisationen i virksomheden informeret og uddannet i at bruge et nyt planlægningsværktøj. Og så har virksomhederne sædvanligvis ikke tid til at opsøge viden, analyserer den og vurdere om det er en fordel for firmaet at bruge lige præcis dette værktøj. Sidst men ikke mindst har lysten til forandring aldrig været udbredt i branchen. Branchen ændrer sig kun, hvis den direkte bliver tvunget til det enten via lovgivning (eksempelvis nye isoleringsregler) eller trusler fra andre aktører der ønsker at komme ind på det danske marked.

Men hvis ikke branchen ikke selv søger forandring, hvem har så mulighed for at agere forandringsagent? Mange i branchen mener, at det er bygherren selv som skal definere nye krav og behov, fordi forbedringerne som opnås ved brugen af Lean Construction især kommer kunden til gode. (LC-DK interview) Problemet ligger dog i at bygherre sjældent er interesseret i andet end at modtage sit produkt til aftalt tid, økonomi og kvalitet, hvilket er fuldt forståeligt. Hvis man går ned og køber en liter mælk, så er man vil kun interesseret i at få den kvalitet mælk,

man er blevet lovet (økologisk eller ej), til den aftalte pris og så skulle butikken gerne have mælken, når man skal bruge den. Hvordan mælken er blevet produceret er underordnet. Men store dele af branchen ser altså bygherren som forandringsagent, hvilket jo også fratager dem ansvaret. Visse bygherrer efterspørger Lean Construction i udførelsen, eks. Gentofte Hospital, men aktørerne efterlever ikke kravene på trods af, at de har underskrevet kontrakten, hvilket de kan undslippe fordi der ikke er nogen konsekvens.

En anden del af branchen er dog af den opfattelse at bygherre skal koncentrere sig om at definere sine behov til produktet og få designet mest værdi inde for budgettet. Og så må branchen være sit ansvar voksent og leverer det bedste produkt til kunden.

Ud fra denne betragtning kan forandringer i branchen have lange udsigter: Bygherrerne ser ikke optimering af byggeprocessen som deres opgave og branchen er ikke indstillet på selv at skulle løfte opgave og forbedre processen, både til deres egen og bygherrens vinding.

### Mekanismer som influerer på udviklingen af Lean Construction

Drivende	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ De store virksomheder, som arbejder med Lean Construction leder branchen, idet de stiller krav til deres underleverandører, som den vej lærer hvad LC er.</li> </ul>
Hæmmende	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der er uenighed om, hvilken forandringsagent der skal være toneangivende i branchen – bygherre eller branchen som helhed.</li> <li>▪ Branchen ændrer ikke indstilling før de er tvundet til det enten via lovgivning eller pres fra udlandet.</li> </ul>

### Kultur

Byggebranchen er meget traditionsbunden branche, hvor arbejdsgange, roller, kulturer, værdier mv. kun udvikles langsomt. Fordi branchen kun udvikler og forandre sig langsomt, er det ekstremt svært at bryde med de eksisterende strukturer, processer og traditioner. Forklaringer på hvorfor branchen er så fastlåst findes i det faktum, at branchen er stærkt kassetænkende i sine roller, med det menes at rollerne i værdikæden meget veldefineret i fag eller funktion, hvilket gør systemet statisk. Konsekvensen af denne statiske situation er at hver funktion/fag er ansvarlig for sit konkrete fagområde, men samtidigt er der begrænset erfaringsudveksling på tværs af rollerne. Dette faktum forhindrer optimering af arbejdsgangene og processerne på tværs af værdikæden.

Da der ikke er nogen decideret forbindelse mellem fagene eller funktionerne på tværs af værdikæden, er der ingen ansvarlig for grænsefladerne fagene imellem, hvilket afføder mange fejl og mangler i design, projektering og udførelse. Disse fejl skal så opdages, ansvarsplaceres og rettes samtidig med at den oprindelige proces stadig forløber med fuld hastighed.

Lean Construction prøver at ændre disse fastlåste rollemønstre ved at fremme samarbejdet mellem parterne, men det er en lang, kompliceret ressourcekrævende proces som kræver fuld opbakning både top-down og bottom-up i en organisation både i virksomheder og i byggesager. Den opbakning er svær at skabe i den eksisterende branche, da resultaterne ved Lean Construction ikke er tilstrækkeligt udbredt samtidig med at dele branchen ikke er forandringsvillig. Hvis branchen fortsætter med at byggeprojekter som kaotiske, så forbliver de det også.



Hvis branchen skal blive forandringsvillig kræver det en stor indsats på i forbindelse med holdningsændring hos aktørerne i branchen for selvom de positive resultater, som brugen af Lean Construction har på tid, økonomi og kvalitet, er dokumenteret, vinder begrebet kun langsomt ind på markedet. Undskyldningerne i branchen for ikke at tage aktiv del i optimeringen af processen er mange men ofte er forklaringen at der ikke er tid til at implementere nye principper, fordi man enten er i gang med en vigtig sag eller, fordi man er på jagt efter den næste sag. En anden begrundelse til at begreberne ikke indføres tilstrækkeligt på en sag eller i et firma er manglende opbakningen fra ledelsen, fordi de måske ikke har sat sig ind i omfanget af arbejde som implementeringen kræver, og derfor er ved at miste interessen.

Det vigtigste i forbindelse med udbredelsen af Lean Construction er at de aktører, som allerede kender til og benytter begrebet skal være forgangsmænd og forandringsagenter i branchen. Især de firmaer og afdelinger som beskæftiger sig med byggeledelse har mulighed for at vise de positive muligheder i begrebet, men det er ligeledes vigtigt at få alle aktører i processen på pladsen med i et aktivt arbejde efter Last Planner System principperne med respekt for fagene imellem. Beton afdelingen i firmaet Hoffmann, der arbejder efter LPS koncept, kommenterer, at det er svært at få konceptet til at fungere, når de som en af de første entreprenører på pladsen gerne vil samarbejde og planlægge på tværs af fagene, men når der ikke er opbakning fra hverken bygherre og byggeledelsen, så ophører den positive proces. Beton afdelingen i Hoffmann benytter dog stadig LPS overfor deres fagentreprenører og i deres egen planlægning, da det giver bedre overblik og økonomi i sagen. Flere entreprenører har ligesom Hoffmann set, at de kan ved at skabe et bedre flow (gå i takt), får de mindre spild og bedre økonomi. Endvidere er arbejdstagerne repræsenteret i Lean Construction-DK fordi selv de kan se fordelene i at arbejde i takt.

Holdningsændringen i branchen skal både indeholde nedbrydning af den meget hårdoptrukket rolleopdeling og så skal opfattelsen af at ethvert byggeri er et unika flyttes til at opfattes som en almindelig produktion af en bygning. Ved at ændre disse holdninger, vil traditionerne, arbejdsgange, rollemønstre osv. kunne nedbrydes og redefineres ud fra en mere nutid og procesvenlig perspektiv. Men det er enormt ressourcekrævende og vil kræve en langsigtet indsats. Og man kan spekulere om det nogensinde lykkedes.

### Mekanismer som influerer på udviklingen af Lean Construction

Drivende	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mange entreprenører og arbejdstagere på markedet har prøvet LPS og Lean og viderefører principperne.</li> <li>▪ Mange af branchens aktører er medlemmer i Lean Construction-DK, fordi de kan se fordele ved at arbejde med Lean Construction.</li> </ul>
Hæmmende	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Branchen er meget traditionsbundet, det er en lang proces at ændre holdninger.</li> <li>▪ Opbakningen til Lean Construction skal ske både top-down og bottom-up ellers er effekten minimal.</li> <li>▪ Hvis branchen fortsætter med at se byggeprojekter som kaotisk, sp forbliver de det også.</li> </ul>



## Policy

Byggebranchen har altid været styret af politiske reguleringer fx gennem licitationsloven bygningsreglementet, normer mv. som skal sikre en minimumsstandard i byggerier. Men denne lovgivning er tilpasset den eksisterende branche og understøtter derfor de forskellige aktørers rollefordeling og virker dermed hæmmende på udvikling og innovation.

Lean Construction ønsker at fremme samarbejdet på tværs af rollefordelingen og derfor virker et politiske system og lovgivningen imod principperne i Lean. Eksempelvis kan det være en fordel at have de samme aktører på flere byggesager for at opnå et bedre samarbejde og respekt mellem de forskellige faser i byggeriet. Men dette forhindrer licitationsloven, som den er i dag. Her skal hver sag udbydes særskilt og bedømmelsen skal hovedsageligt ske på pris, så hvis andre entreprenører byder lavere end de fortrukne samarbejdspartnere, skal disse vælges (LC-DK interview og 2).

Danske byggesager styres ofte af AB92, hvilke beskriver hvorledes byggeriets partnere skal agere ved konflikter, men da Lean Construction arbejder med bløde værdier, modstrider LC og AB92 hinanden, og da AB92 er lovgivning vil LC blive sat til side i enhver konflikt. Dog kan det argumenteres for at en byggesag køres efter LC principper indtil det ikke er muligt mere, derefter må AB92 træde i kraft.

I denne forbindelse kunne EBST spille en afgørende rolle; hvis EBST anerkendte Lean Construction som muligt og reelt værktøj i byggeprocessen ville det være legitimt for byggeriets parter at efterspørge nichen og arbejde efter dem. Lean Construction er opstået ud af interesse fra entreprenører i Danmark og har ikke modtaget politisk eller økonomisk støtte, hvilket viser det engagement som medlemmerne udviser i Lean Construction – DK. Men da foreningen er selvfinansieret, bevirker det også foreningen ikke har den politiske vægt såsom fx det statsstøttede Digital Byggeri har. Hvis Lean Construction skal udbredes bedre i Danmark, kunne det evt. ske ved at Lean Construction – DK formulerede nogle projekter, hvor LC blev sammenkørt med andre nicher for at skabe en udvikling i branchen og fremme udbredelsen, hvilket kunne støttes af EBST (Interview AS).

### Mekanismer som influerer på udviklingen af Lean Construction

Drivende	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Mange aktører i branchen ændrer ikke adfærd med mindre nye krav eller love kræver at de skal ændre adfærd. Hvis nye lovgivning stille krav om tværfagligt samarbejde ville branchen opfylde det.</li><li>▪ Nogle projekter køres efter Lean principper og AB92 bliver kun brugt hvis konflikterne ikke kan løses på anden måde.</li></ul>
Hæmmende	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Nuværende lovgivning, normer osv. hæmmer innovation og tværfagligt samarbejde.</li><li>▪ Nuværende love såsom AB92 modarbejder samarbejde i form af Lean Construction.</li></ul>

## Industri

Som byggeindustrien er i dag, er det hovedsageligt entreprenører, der gør brug af Lean Construction. Men også visse rådgivere gør brug af Lean værktøjerne, når de fungerer som bygherrerådgiver og byggeledere på projekter og skal styre tidsplanen og entreprenører.

Som beskrevet tidligere i denne afdækning af Lean Construction nichen, kan industrien betragtes to måder: enten som kaotisk, eller som en branche der indeholder mange ensartet projekter som ikke behøver at betragtes som kaotiske. Forskellen mellem de to betragtninger er et spørgsmål at se byggeprojekter som en samlet værdikæde, hvor Lean kan bruges sammen med andre værktøjer (fx Lean Design, Target Value, digitalt byggeri og systemleverancer) for at få mindst spild og optimere processen eller se Lean som begrænset til byggepladsen og LPS. Hvis aktørerne i byggebranchen fortsætter med at se branchen som kaotisk ændrer den sig aldrig, og produktiviteten forbedres ikke – Branchen skal nedbryde deres traditioner og tænke i hele processer. Fordelen med Lean er at den kan operere inde for begge tankegange. Lean ønsker samle værdikæden så der tænkes i helheder men kan også operere i kaos.

Implementeringen af Lean Construction i byggeindustrien er svær at bedømme. Branchens undervisere og proces/byggeledere bemærker, at størstedelen af arbejdstagerne nu ved hvordan en procesplan udarbejdes og hvordan formandsmøder afholdes også selvom det er forskellige arbejdstagere fra plads til plads. MT Højgaard melder om, at formandsmøder bliver afholdt på alle deres pladser (Interview AS). En kvalificeret vurdering af udbredelsen er mellem 10 og 60% (Henriette Hall-Andersen, bestyrelsesmedlem i Lean Construction – DK), hvilket efterlader meget arbejde mht. udbredelsen af nichen.

### Mekanismer som influerer på udviklingen af Lean Construction

Drivende	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lean Construction kan fungere både hvis byggeprocessen ses som kaos eller sammenhængende (version 1.0 mod 2.0).</li> <li>▪ Lean Construction er mellem 10 og 60% udbredt i branchen, hvilket betyder at mange i branchen har arbejdet med LC principper.</li> </ul>
Hæmmende	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lean Construction kan udbredes yderligere således at aktørerne ikke vender tilbage til gamle principper, når et Lean projekt er afsluttet.</li> </ul>

### Forskning og uddannelse

Når videnskab i forbindelse med Lean Construction nichen skal vurderes, skal emnet behandles nationalt og internationalt, da de to områder udvikles i to forskellige hastigheder.

#### *Nationalt*

Nichen er præget af, at udviklingen sker meget langsomt, Lean Construction bliver stadig kun forbundet med Last Planner System på byggepladser, og reelt er der ikke udviklet nye værktøjer til entreprenøren og håndværkerne. LPS har bevæget sig til projekteringsprocessen, men bliver ikke brugt i mange projekter.

Uddannelsesmæssigt skal interesserede elever stadig efterspørge Lean Construction for at modtage undervisning om emnet. Her er det især konstruktører, der efterspørger viden om Lean, hvor arkitekterne er helt usynlige i Lean Construction sammenhæng. Betragter man arbejdstagerne er der udviklet AMU-kurser, men de efterspørger ikke, når arbejdstagere skal videreuddanne sig.

Forskningsindsatsen på procesoptimeringsområdet i den danske byggebranche har flyttet sit fokus fra byggepladsen til design- og projekteringsfasen i form af bl.a. target value design og

target costing. Dette er konsekvensen af mange års indsats på entreprenørområdet uden væsentlig udbredelse.

I Danmark bliver forskningen udført universiteterne – især DTU Management – både i form af støttede og erhvervs Ph.d. afhandlinger. Erhvervs Ph.d. afhandlingerne bliver udviklet sammen med virksomheder, hvilket er positivt for branchen idet der udvises en oprindelig interesse i at forbedre virksomhedens konkurrenceevne. Men det kan frygtes af den viden som firmaet opnår, bliver i firmaet frem for at udbrede den i hele branchen så branchen kan flytte sig.

Inspirationen til den danske forskning kommer som oftest fra udlandet – især International Group of Lean Construction, som beskæftiger sig meget med alle faser i byggeriet for at tænke byggeprocessen i sammenhæng. Danmark har førhen været toneangivende på forskningsområdet og meget iagttaget i internationale sammenhæng, men de senere år har denne tendens været vigende evt. fordi udbredelsen er besværlig, og så har nichen ikke længere de samme ildsjæle som førhen.

De sidste Ph.d. projekter omhandler forskelligartet emner såsom:

- BIM kombineret med cyklogramplanlægning, hvor 3D naturligvis bruges med hvor brugen af 4D(tid) og 5D(pris) ligeledes bliver belyst.
- Et andet Ph.d. projekt arbejder med at forme en platform til en større entreprenørvirksomhed, systemleverancer og BIM sammenkøres.
- Faciliteter værdiskabelse og levering af værdi i byggeprojekter.
- Arbejdsmiljøkorrekt design.

Men disse projekter er det klart at se arbejdet med Lean tankegangen og procesoptimering bevæger sig længere væk fra byggepladsen – Arbejdsmiljøkorrekt design er stadig tiltænkt at opnå bedre arbejdsmiljø på pladsen er ved at tænke arbejdsmiljø ind i designfasen. Det er en naturlig effekt af at det prøves at tænke byggeriet som en samlet proces. Desuden har branchen været under hård kritik for ikke at være effektiv eller produktiv, hvilket leder til at fokusere på hvilke aktiviteter der har værdi for kunden samt at hjælpe kunden til at opnå mere værdi for byggebudgettet.

Men de nævnte Ph.d. projekter kan det antydes at der ikke er nogen samlet ensrettet fokus på forskningsområdet, hvilket godt kan virke som spredet metode – der bliver forskes på mange områder samtidig hvilket kan gøre indsatsen diffus.

Byggebranchen i Danmark er mindre forandringsvenlig, hvilket bevirker, at det er svært at udbrede den forskning som bliver foretaget på området, da det kan være svært at finde samarbejdspartnere på trods af at projekterne er offentligt sponsoreret. Men branchen må tage den nye viden til sig for at ruste sig til de trusler der kommer i form af regulativer eller konkurrence udefra, så det er vigtigt indsatsen på forskningsområdet og udbredelsen bibeholdes.

Udbredelsen i varetages i høj grad af Teknologisk Institut og andre GTS institutioner, som fungerer som bindeled mellem forskningsverden og erhvervslivet. Idet branchen ofte ikke er

villig til eller har ressourcer selv at søge viden, er det vigtigt at de offentlige midler og fonde er til rådighed således, at virksomheder kan modtage viden med hjælp fra GTS institutioner.

### *Internationalt*

Den udenlandske forskning er især koncentreret i USA, England og i Finland.

Lean Construction Institute i USA arbejder meget med udvikling inde for Lean og er uden tvivl de mest proaktive inde for forskning. Men også Salford Universitet i Manchester er forgangsinstitution for forskning på emnet. PT. arbejder Lean Construction Institute især med Target Costing og alternative samarbejder. Det sidste eksempel som instituttet fortæller om, er et samarbejde med fire entreprenører som har dannet et juridisk joint venture, hvor de arbejder efter musketer princippet: De deler fortjenesten og tabet imellem sig. Dette bevirker, at de samarbejder for at nå en højere profit – altså de finder en fælles takt og kan give kunden en bedre pris og bedre kvalitet. Hvis et firma gentagende gange er skyld i tab for partnerskabet, bliver det ekskluderet.

International Group for Lean Construction (IGLC) samt European Group for Lean Construction (EGLC) er begge netværk hvor medlemmer på tværs af lande kan udveksle meninger og erfaringer på emnet Lean Construction. Disse netværker udmunder ofte i nye forskningsprojekter og samarbejder på tværs af lande og grupperinger.

### **Mekanismer som influerer på udviklingen af Lean Construction**

Drivende	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Mange entreprenører og arbejdstagere på markedet har prøvet LPS og Lean og viderefører principperne.</li><li>▪ Mange af branchens aktører er medlemmer i Lean Construction-DK, fordi de kan se fordele ved at arbejde med Lean Construction.</li></ul>
Hæmmende	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Branchen er meget traditionsbundet, det er en lang proces at ændre holdninger.</li><li>▪ Opbakningen til Lean Construction skal ske både top-down og bottom-up ellers er effekten minimal.</li><li>▪ Hvis branchen fortsætter med at se byggeprojekter som kaotisk, sp forbliver de det også.</li></ul>

## Bilag 2: Nicheanalyse Digitalisering

### Indledning

Dette notat indeholder en kortfattet beskrivelse og analyse af byggeriets Digitaliserings-niche i perioden fra 2002 og til primo 2010. Notatet er forfattet af konsulent Jan Fuglsig Lambrecht fra Teknologisk Institut på basis af dels offentlig tilgængelige notater og rapporter etc. og 3 gennemførte interviews med relevante nøglepersoner fra den danske byggebranche; Tage Dræbye, Dræbye Management and Consulting, Jan Karlshøj, DTU/Peter Hauch, Implementeringsnetværket og Christian Lerche, Danske Ark.

Afdækningen i nærværende beskrivelse fokuserer primært på perioden fra 2002 til i dag – på trods af at byggeriets digitalisering har foregået over en langt længere periode end den valgte afgrænsning.

### Digitalisering af byggeriet i historisk perspektiv

I oktober 2001 offentliggjorde Erhvervsministeriet en rapport 'Det Digitale Byggeri' udarbejdet af en arbejdsgruppe bestående af 10 eksperter fra forskellige byggeerhverv (Erhvervsministeriet 2001). Dette var startskuddet til projektet "Det Digitale Byggeri" – der blev gennemført i årene 2004 til 2006.

Forinden dette havde Erhvervsfremme Styrelsen i samarbejde med By- og Boligministeriet gennemført projektet "Proces- og Produkt-udvikling i byggeriet" (PPU) i årene 1994-2001 hvilket inkluderede både udviklingsprojekter og forsøgsbyggerier (Efs 2001).

Sverige havde i årene forinden igangsat og næsten gennemført projektet "IT Bygg och Fastighet 2002", som varede fra 1998 - 2002. Det svenske forsknings- og udviklingsprojekt havde 2 overordnede målsætninger; (a) at undgå dobbeltarbejde og (b) udvikle processen til kundegavn, og næsten halvdelen af projektets ressourcer (40%) gik til implementeringsaktiviteter.

I internationalt regi var det først Phil Bernstein og senere Jerry Laiserin, som i 2002 definerede og brugte begrebet BIM (Building Information Modelling), som et mere moderne begreb til erstatning for CAD. Sidenhen har dette begreb vundet indpas overalt i verden og er i dag en af de væsentligste trends indenfor anvendelse af IKT<sup>5</sup> i byggeriet.

### I perioden: 2004 - 2006

Det Digitale Byggeri (DDB) blev, som et paraply-projekt, udbudt i 6 klumper af EBST:

- Det Digitale Fundament
- Projektweb
- Digitalt Udbud
- 3D projektering
- Digital Aflevering

---

<sup>5</sup> IKT ~Informations- og Kommunikations-Teknologi

- Bedst i Byggeriet

DDBs primære målsætninger var at (a) sikre en digital brobygning mellem byggeriets fagområder, (b) tilvejebringe fælles standarder, udvekslingsstandarder, rutiner og incitamenter (der understøttede den digitale brobygning mellem fagområderne) og (c) gennemtvinge den nødvendige datadisciplin. Det var ikke målet at udvikle nye IT-løsninger, men at identificere og introducere "best practices" og sikre, at disse vandt udbredelse i byggesektoren.

Et væsentligt resultat af DDB blev bekendtgørelsen 1365 (ikrafttrædelsesdato: 01. januar 2007), hvori 10 krav (+ krav om brug af DBK<sup>6</sup>) som statslige bygherrer (dvs. UBST, FBE og SES) skulle sikre opfyldt i kommende byggeprojekter.

I juli 2005 udsendte Digital Konvergens (i daglig tale DIKON) en pressemeddelelse om at syv større virksomheder (Carl Bro (nu Grontmij | Carl Bro), COWI, Hoffmann, MT Højgaard, NCC, Rambøll og Skanska) fra den danske byggebranche var gået sammen. Initiativets primære formål er at finde værdi ved anvendelse af IT i byggeprocessen. Det er et samarbejde om at indføre og udbrede fælles it-standarder for hele byggebranchen, standarder for e-mails, mangellister og web-baseret projektstyring.

BIM, som begreb, blev i denne periode i Danmark mere udbredt blandt forskere og undervisere, men var stadig ikke i kendt i virksomhederne og i byggeprojekterne.

### I perioden: 2007++

Efter udviklingsprojekternes afslutning oprettede byggeriets parter: Implementeringsnetværket, som var et netværk bestående af byggeriets centrale organisationer, som så overtog førertrøjen indenfor digitalisering af byggeriet. Implementeringsnetværket primære formål var at initiere og gennemføre aktiviteter med sigte på at implementere resultaterne fra DDB.

En række konsortier blev udvalgt til at udarbejde læringsmateriale, der kunne understøtte implementeringen af DDB, indenfor fagområderne; (1) bygherrer, (2) rådgiver, (3) entreprenører og (4) fælles krav (det tværgående kravområde). Efterfølgende (2005) blev der etableret en digital task force, som kunne rykke ud til bygherrer og byggeprojekter – der i praksis stod over for at skulle opfylde kravene fra DDB.

Generelt viste det sig at de statslige bygherrer (jf. afsnittet Rationalet for 'Digitaliseringen af byggeriet') ikke havde reel efterspørgsel nok til at kunne sikre en implementering af Digitaliserings-nichen. Dette har haft den konsekvens at Digitaliserings-nichen ikke har fået den udbredelse, som man eksempelvis fra EBST havde håbet på.

En anden problemstilling var at ikke alle initiativerne fra DDB var helt færdigudviklet (bl.a. indenfor området Digital Aflevering og Dansk Bygge Klassifikation), hvilket yderligere har betydet at byggebranchen har tøvet med at tage Digitaliserings-nichen til sig.

---

<sup>6</sup> DBK ~Dansk ByggeKlassifikation

BIM, både konceptmæssigt og værktøjsmæssigt, slår igennem i Danmark primært ved en større udbredelse af værktøjerne Revit (Autodesk), ArchiCAD (Graphisoft) og MicroStation (Bentley). I stadigt stigende grad indgår brug af BIM i bygherrenes og rådgivernes kravstilling/-opfyldelse.

### Hvad er 'Digitalisering af byggeriet'

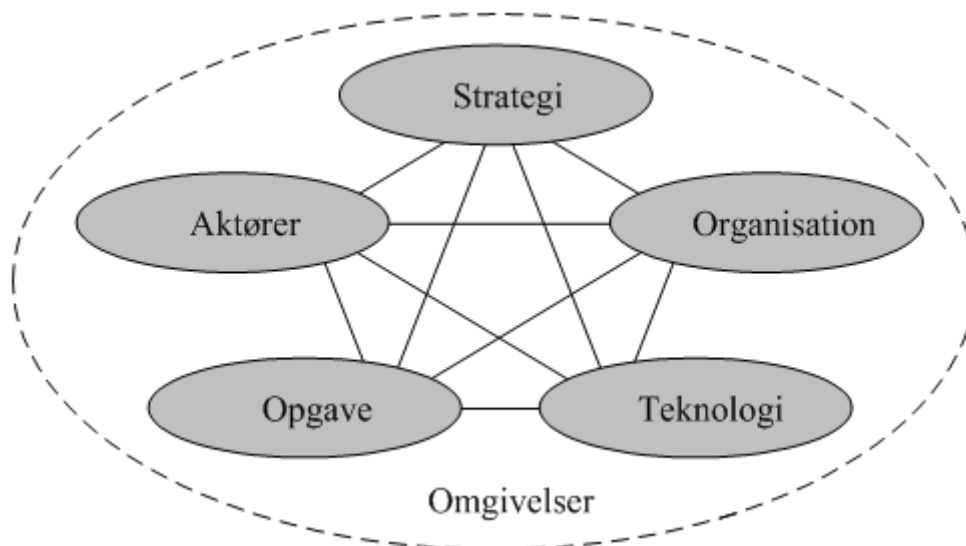
Digitalisering af byggeriet er et meget rummeligt begreb – hvorfor mange indfaldsvinkler til hvad digitalisering er eksisterer blandt byggeriets parter.

Christian Lerche, Danske Ark, udtrykte at digitalisering af byggeriet for ham var, at der blev åbnet op for nogle nye muligheder som ikke tidligere var muligt. Endvidere åbner digitaliseringen op for nye måder at kommunikere på og i relation til design og projektering åbnes der nogle nye muligheder for at formgive på. Endelig muliggør digitalisering nye måder at kvalitetssikre byggeriets output på (Interview CL).

Tage Dræbye udtrykte at digitalisering af byggeriet, for ham, består af 4 dele; (a) en effektivisering af dataoverførelse og –anvendelse både mht. virksomhedsinternt og imellem byggeriets parter, (b) en mulighed for mindskelse af risici og fejl i dataoverførelsen og – kommunikationen mellem byggeriets parter (dvs. kvalitetssikring af dataudveksling), (c) en mulighed for udvikling af nye samarbejdsformer og (d) en mulighed for tiltrækning af ny arbejdskraft (Interview TD).

Jan Karlshøj/Peter Hauch udtrykte at digitalisering af byggeriet indeholder mulighed for at i langt højere grad at udveksle digital information mellem byggeriets parter (både forstået som syntaks og semantisk). Det centrale element i IKT er dvs. information, som så ved hjælp af teknologi kan overføres og kommunikerer til resten af byggeriets parter(Interview JK og PH)..

Grundlæggende kan digitalisering defineres som en kompleks relation mellem aspekterne afbilledet i Figur 36:



Figur 36: Centrale aspekter ved digitalisering (Andresen og Brendstrup 1998)

Digitalisering påvirker/ændrer via en kompleks relation mellem de 6 aspekter oplistet - det eksisterende regime. Modellen kan forstås på flere domæner; (a) branche og (b) virksomhed – dog betyder dette at aspekterne også skal forstås i forhold til det valgte domæne.

En egentlig gennemgang af modellen er ikke relevant i nærværende beskrivelse – dog fremhæves de aspekter, som særligt og entydigt har været i spil i perioden fra 2002 til i dag.

### **Teknologi aspektet**

Langt den største gruppe af byggeriets parter sætter lighedstegn mellem initiativet Det Digitale Byggeri og digitalisering af byggeriet, hvorimod de grupper der ikke var en central del af udviklingen og gennemførelsen af DDB nok overvejende har en anden opfattelse af begrebet.

### **Det Digitale Byggeri**

I DDB er der mest fokus på 5 IKT-værktøjsområder;

#### **1. Projektweb**

En projektweb er en internetserver, der muliggør udveksling af digitale data og information blandt byggeprojektets parter, når blot de har adgang til en computer med internetadgang.

#### **2. Digitalt udbud**

En udbuds-/tilbudsportal er en internetserver, der muliggør gennemførelse af digitale licitationer efter dansk og EU lovgivning.

#### **3. 3D projektering/bygningsmodel/BIM**

En simple bygningsmodel er blot en geometrisk afbildning af bygningens volumen – i princippet som de modeller af skumplast, gips eller træ, som arkitekter altid har lavet. Udbygges begrebet tales der om en BIM-model, hvor man kan bygge informationer – fx om de enkelte bygningsdele - ind i modellen

#### **4. Digital aflevering**

Aflevering af de digitale data og modeller, som bygherren/driftsherren har behov for ift. driften af bygningen er kernen i Digital Aflevering.

#### **5. Dansk ByggeKlassifikation (DBK)**

DBK er det nye fælles system/standard til klassificering af information om byggeri og bygninger – udviklet til Det Digitale Byggeri. DBK afløser således det gamle SfB-system og forskellige brancheorienterede eller hjemmegjorte systemer.

### **Building Information Modelling**

Sideløbende med udviklingen og implementeringen af DDB har begrebet BIM vundet indpas i byggebranchen (se evt. også den historiske gennemgang).



Internationalt eksisterer der mange definitioner på begrebet BIM, hvorfor det kan konkluderes at BIM som begreb stadig er under væsentlig udvikling. I nærværende rapport tages udgangspunkt i følgende:

#### En international definition:

**Building Information Modeling (BIM)** is the process of generating and managing building data during its life cycle.

1. Typically it uses three-dimensional, real-time, dynamic building modeling software to increase productivity in building design and construction.
2. The process produces the Building Information Model (also abbreviated BIM), which encompasses building geometry, spatial relationships, geographic information, and quantities

[http://en.wikipedia.org/wiki/Building\\_Information\\_Modeling](http://en.wikipedia.org/wiki/Building_Information_Modeling)

#### En dansk definition, udarbejdet med udgangspunkt i (Levring 2010) :

*BIM defineres som en modelleringsteknologi og dens tilknyttede processer til at producere, kommunikere og analysere bygningsmodeller.*

*Bygningsmodeller karakteriseres ved at indeholde...*

- **Bygningsdele** der er beskrevet med en intelligent digital repræsentation (objekter) som "ved" hvad de er, og kan tilknyttes grafik- og data-attributter samt parametriske regler.  
*Betydning: Den enkelte bygningsdel, som fx en væg kan enkelt eller typebaseret tilføjes en grafisk overfalde, som giver en visuel forståelse af delen. Ligeledes, kan man hæfte data på selve bygningsdelen. fx en DBK klassifikation som skal aflæses i en priskurant med mere. Man vælger selv, hvor mange og hvor stor en datamængde, man vil hæfte på bygningsdelen.*
- **Bygningsdele der indeholder data, der beskriver hvorledes de opfører sig**, hvilket er nødvendigt til analyse og arbejdsprocessor såsom mængdeberegning, specifikation og energianalyse.  
*Betydning: En bygningsdel som indeholder data, som beskrevet ovenfor Denne data skal styres, i form af visning, sammenlægning, modificering med mere. Derved vil den enkelte bruger have mulighed, for at tildanne sig de informationer, han har brug for. Efter sortering og filtrering af data, kan disse sendes videre til anden og tredjepartsprogrammer som energi, statik, kalkulation, samt andre analyseprogrammer.*
- **Konsistent og ikke-redundant data** således at ændringer i data om en bygningsdel er repræsenteret i views af denne bygningsdel.  
*Betydning: Informationerne kan gå begge veje. Det er muligt at ændre på data i selve modellen. Samtidigt, kan data ændres i udvalgte skemaer, hvor dataene fremkommer og ligeledes, vil det fremtræde i modellen, som vises i et pågældende view, link er nøgleordet. Ændringer som foretages i andre programmer, kan føres tilbage til den egentlig model, som er grundstammen for dataene. Derved ændres data kun en enkelt gang.*
- **Koordinerede data** således at alle views af en model er repræsenteret på en koordineret måde.  
*Betydning: Selve opbygningen og strukturen i modellen består af koordineret data, views kan vise og referere fra hinanden og samtidigt optræde separeret. Views eller "billeder" af dataene, kan arbejde sammen igennem forskellige programmer. Intelligente bygningsmoduler eller dele, skal derfor kunne rumme og behandle data efter en given orden eller struktur, som i et*

## Rationaler

Den overordnede og officielle bevæggrund, som der oftest refereres til, for innovationsnichen 'Digitalisering af byggeriet' er at en række analyser (herunder "*Byggeriets fremtid - fra tradition til innovation*" (EFS 1999) har argumenteret med at byggebranchens produktivitetsudvikling i flere årtier har stået stille, dette set både i forhold til andre brancher og i forhold til andre lande.

En anden ofte anvendt argumentation er at den globale konkurrencesituation stiller stadigt større krav til både branchens og dens virksomheders evne til at konkurrere og samarbejde i et internationalt marked.

Byggende på disse udgangspunkter har flere analyser videre sandsynliggjort at byggebranchens uudnyttede potentiale indenfor digitalisering sagtens kunne være en væsentlig del af løsningen på problemerne.

### Rationalet for 'Digitaliseringen af byggeriet'

Analysen Erhvervsministeriet (2001) tager udgangspunkt i to forhold; (1) kunderne (bygherrerne) er for fragmenterede til at stille standardkrav til virksomhederne i byggebranchen og (2) byggebranchens fragmentering forårsager vanskeligheder mht. at definere fælles (byggebranchens) IKT-færdselsregler. I rapporten opstilles at målsætningen er at øge digitaliseringen i byggebranchen.

På basis af disse to forhold identificerede arbejdsgruppen at midlerne til at opnå målsætningen skulle være at...

- **udvikle IKT-retningslinier for offentlige bygherrer og**

Første middel var at udnytte de statslige bygherrer som drivkraft (via deres efterspørgsel<sup>7</sup>) og derved skulle de igennem deres kravstillelse til byggeriets parter udstikke en fælles og samlet målsætning for branchens IKT-udvikling. En vigtig konsekvens af de statslige bygherrers kravstillelse skulle også være at inspirere private bygherrer til at stille forhåbentlig de samme krav til byggeriets parter.

- **udvikle standarder og "IKT-broer" mellem byggeriets brancher.**

Det andet middel var at digitale data skulle bruges og genbruges i hele byggeprocessen på tværs af virksomhedsgrænser og fagområder. Midlet skulle bl.a. bistå i at udvikle en fælles IKT-infrastruktur for branchens IKT-anvendelse.

To vigtige understøttende midler i opnåelsen af målsætningerne skulle dels (a) være en opgradering af byggeriets uddannelsessystem (ved at få dem til at formidle digitale kompetencer) og dels (b) at formidle "bedste IKT-praksis" i branchen ud til en bred kreds af byggevirksomheder.

---

<sup>7</sup> I rapporten er de statslige bygherrers efterspørgsel opgjort til ca. halvdelen af den samlede efterspørgsel i Danmark.

I februar 2003 udgav EBST (forfattet af Tage Dræbye) en rapport "Implementering af Det digitale byggeri" (EBST 2003a), hvor grundlaget for arbejdsgruppens rapport blev suppleret.

I denne analyse, blev bl.a. følgende områder belyst:

- *Status for byggebranchens IKT-anvendelse, samt en vurdering af hvilke barrierer der eksisterer for en øget IKT-anvendelse både internt og eksternt*  
Analysen konkluderer 2 forhold; (a) at der for den virksomhedsinterne IKT-anvendelse er en spredning blandt byggeriets faggrupper, hvor dels udførende og mindre virksomheder har en lav IKT-anvendelse og (b) at den virksomhedseksterne IKT-anvendelse (dvs. udnyttelse af IKT på tværs af byggeriets faggrupper) generelt set er lav (men nogle få undtagelser bl.a. indenfor el-fagområdet - hvor der er e-handel mellem grossister og el-installatører).

Analysen konkluderer endvidere at (a) de teknologiske barrierer generelt er små (bortset fra mangel på standarder (bl.a. klassifikation)), (b) de totaløkonomiske barrierer grundlæggende er at der mangler indsigt i det økonomiske potentiale for øget digitalisering af byggeriet og (c) de organisatoriske og kulturelle barrierer generelt er store i byggeriet (ikke specifikt for anvendelse af IKT, men for innovation af byggeriet som hele).

- *En vurdering af behovet for IKT standardisering*  
I analysen argumenteres der for at der er behov for 3 tiltag; (a) et demonstrationsprojekt for anvendelse af IFC-standard (evt. gennem et internationalt samarbejde), (b) en udarbejdelse af et klassifikationssystem (der er i harmoni med en øget digitalisering af byggeriet) og (c) data-/dokumentstandarder, som understøtter byggeriets processer og dataudvekslingsbehov.
- *En vurdering af virkemidlet 'bygherren som drivkraft' for at opnå en øget digitalisering i byggeriet*  
Analysen vurderer at det mest effektive virkemiddel for at øge digitaliseringen af byggeriet er at tage udgangspunkt i det offentlige som bygherre (da det offentlige har en væsentlig efterspørgselsvolumen). Ved at opstille krav til offentlige bygherrer, hvori der er indlejret en væsentlig egeninteresse for bygherren selv, kan der generelt opnås en øget kravstillelse til alle byggeriets parter.
- *En analyse og vurdering af hvordan internationale erfaringer kan øge digitaliseringen i byggeriet i Danmark*  
Dette spørgsmål bliver i mindre omfang besvaret i analysen, dog er der undervejs i analysen flere referencer til eksempelvis internationale forsknings- og udviklingsprojekter eksempelvis ITBoF (Sverige), VERA (Finland) og ROADCON (EU-projekt).

- *En vurdering af hvordan (via projekter og indsatser) brugen af IKT på byggepladsen kan øges*  
 Analysen vurderer, som svar på dette spørgsmål, at en øget standardisering af eksempelvis data- og dokumentstruktur, samt en øget dataudveksling mellem de projekterende og udførende parter - er løsningen til at øge IKT-anvendelsen på selve byggepladsen.

Både arbejdsgruppens og den supplerende analyses konklusioner blev efterfølgende anvendt til at definere indholdet i Erhvervs- og Byggestyrelsens initiativ 'Det Digitale Byggeri' – en del af resultatet af dette initiativ er beskrevet i afsnittet: 'Digitalisering af byggeriet i historisk perspektiv'.

### *Hvordan ser nichen på mennesker og teknologi?*

'Digitalisering'-nichens syn på mennesker og teknologi er generelt at den teknologiske udvikling skaber nogle nye rammer og muligheder for hvad mennesker ved brug af den ny teknologi kan realisere. Teknologi bliver generelt sat i centrum af nichen og forudsætter derved implicit at andre aspekter tilpasser sig de nye teknologiske muligheder.

En del af udviklingsarbejdet, der blev gennemført i DDB var netop at kortlægge og beskrive (med udgangspunkt i aspekterne; mennesker, faggrupper, processer og data) hvorledes en række eksisterende teknologier (projektweb, CAD/BIM, digitalt udbud/tilbud og digital aflevering) i praksis kunne understøttes og implementeres som en central del af gennemførelsen af et byggeprojekt. Grundlæggende prøves der i nichen at identificere hvorledes behovet for information og dataudveksling imellem parterne bedst muligt kan tilgodeses ved brug af en række centrale IKT-værktøjer, der kan anvendes i byggeprojektet af byggeriets parter.

I alle 3 interviews (Jan Karlshøj/Peter Hauch, Christian Lerche og Tage Dræbye) blev der udtrykt enstemmigt at den teknologiske dimension ikke er det centrale aspekt i Digitaliserings-nichen. Eksempelvis fremhævede Jan Karlshøj//Peter Hauch at det vigtigste aspekt i Digitaliserings-nichen ikke er teknologien men derimod er den data/information, som udveksles imellem byggeprojektets parter. Tage Dræbye udtrykte tillige at de væsentligste udfordringer først og fremmest er at (a) standardisering af dataudveksling (på flere niveauer) og (b) opgradere byggebranchens kompetencer således at de nuværende teknologier kan blive udnyttet effektivt.

### *Hvordan ser nichen på andre nicher/rationaliteter?*

Digitalisering-nichen mener generelt at andre innovations-rationaler sagtens kan indgå i samspil med Digitalisering-rationalen i det omfang at der er harmoni mellem nichernes overordnede målsætninger, der søges opfyldt. Rationaler, der som målsætning, har at optimere et aspekt i byggeriet eksempelvis byggeprocessen eller nye forretningsmodeller, kan med fordel indgå i samspil med et øget digitalisering af byggeprojektet.

Ofte vil digitalisering have en rolle (i større eller mindre grad) i andre nichers rationaler og derfor vil det være naturligt at digitalisering-nichen helt eller delvist indgår i andre innovationsnicher. Udfordringen heri består ofte i at vægte betydningen af de enkeltes innovationsnicher i forhold til hinanden.

## *Hvordan ser nichen på samfundsmæssige strømninger (muligheder og trusler i forhold til den fremtidige udvikling af nichen)*

I perioden fra 2002 og til i dag har byggebranchen gennemlevet en konkurbølge gående fra lavkonjunktur til højkonjunktur til lavkonjunktur. I det følgende gennemgås følgende væsentlige strømninger, der påvirker (negativt/positivt) Digitaliserings-nichen:

- Klima, energi og miljø
- Økonomisk og finansiel krise
- Partnering og OPP

### **Klima, energi og miljø**

Digitalisering har ofte set stramninger indenfor for eksempelvis miljø, energi og produktivitet etc. som anledninger til at øge fokuset på digitalisering. Eksempelvis har klimatopmødet Cop15 (december 2009, København) effektivt sat klima og miljø højt på dagsordenen i Danmark.

Denne dagsorden er af Digitaliserings-nichen blevet anvendt til at øge udbredelsen og implementeringen af digitaliseringen. Eksempelvis er der sat øget fokus på brug af digitale værktøjer såsom Autodesk: Ecotect indenfor simulering og beregning af miljø- og energibelastninger ved gennemførelse af et byggeprojekt.

Endvidere har klima-, miljø- og energi-dagsordenen samlet set styrket digitaliseringen fordi digitalisering indeholder en række potentialer og muligheder, som understøtter dagsordenen (og som ellers ikke vil kunne realiseres).

### **Økonomisk og finansiel krise**

Verden er pt. (primo 2009-) underlagt en økonomisk og finansiel krise, som i stor grad påvirker byggebranchens aktivitetsniveau. Dette har også en naturlig negativ indflydelse på Digitaliserings-nichen eftersom udbuddet af nye byggeprojekter er faldet signifikant - hvori nye afprøvninger og implementeringer kan finde sted.

Omvendt anvendes der i byggebranchen under denne tid netop flere ressourcer på udvikling og innovation, for derved "kunstigt" at udnytte den frigivne overskuds-kapacitet i byggebranchen. Generelt set er udviklings- og innovationsaktiviteten (målt i % af byggeaktiviteten) i perioder med lavkonjunktur større end i perioder med højkonjunktur.

### **Nye samarbejdsformer såsom partnering og OPP**

Alternative samarbejdsformer såsom partnering<sup>8</sup> og Offentlig Privat Partnerskab<sup>9</sup> (OPP) er også væsentlige strømninger i denne periode. Fællesnævneren i denne forbindelse er at organiseringen af byggeprojektet gennemføres på nye måder i forhold til de typisk anvendte traditionelle udbuds- og entrepriseformer i byggeriet.

---

<sup>8</sup> 'Begrebet "partnering" anvendes om en samarbejdsform i et bygge- og anlægsprojekt, der er baseret på dialog, tillid, åbenhed og med tidlig inddragelse af alle parter. Projektet gennemføres under en fælles målsætning formuleret ved fælles aktiviteter og baseret på fælles økonomiske interesser.' (Bygherrevejledning 2003, Erhvervs- og Boligstyrelsen)

<sup>9</sup> 'Offentlig-Privat Partnerskab (OPP) er en helt særlig form for samarbejde, der integrerer finansiering, design og etablering af et anlæg eller en bygning samt fremtidig drift og vedligehold heraf.' (Fem modeller for offentlig-privat samspil, Erhvervs- og Byggestyrelsen, oktober 2007)

I forhold til Digitaliserings-nichen er der flere lighedspunkter i deres udgangspunkt og egentlig ingen direkte modsætningsforhold, hvor det vigtigste forhold er den fælles målsætning om at optimere byggeprojektet. Udfordringen for Digitaliserings-nichen er at kunne tilpasse sit "koncept" til de nye betingelser, der er opstillet i henholdsvis partnering og OPP.

### **Forståelsesramme**

I det følgende gennemgås den empiriske dataindsamling mht. identifikation af de forskellige opfattelser som toneangivende personer har for hvordan Digitaliserings-nichen fungerer.

### **Digitalt vs. Traditionelt Byggeri**

Den traditionelle opfattelse af byggebranchen er at den består af mange faggrupper såsom bygherrer, leverandører, rådgivere, udførende og driftsherrer. I en branche med så mange aktører vil der ofte være muligheder for at vinde "terræn" i forhold til de andre faggrupper indenfor byggeriet.

Denne "kamp" for at vinde terræn er markant i dansk byggeri og smitter derfor naturligt også af på Digitaliserings-nichen. Denne magtkamp ses tydeligt i Erhvervs- og Byggestyrelsens initiativ DDB (se evt. afsnittet om "Digitalisering af byggeriet i historisk perspektiv"), hvor hovedvægten af bygherrekravene/resultatet er målrettet faggruppen Rådgivere.

Digitalisering af byggeriet ændrer en række af de centrale punkter i byggeriet

I det følgende gennemgås en række af de væsentlige forskelle mellem traditionelt og digitalt byggeri:

- **Større anvendelse af IKT-værktøjer**

Første (og mest evidente) forskel er at graden af IKT anvendelse er væsentlig højere i digitalt byggeri. I traditionelt byggeri anvendes også naturligt IKT-værktøjer, men den store forskel er, at der i et traditionelt byggeri primært anvendes IKT til at øge effektiviteten i egne interne aktiviteter.

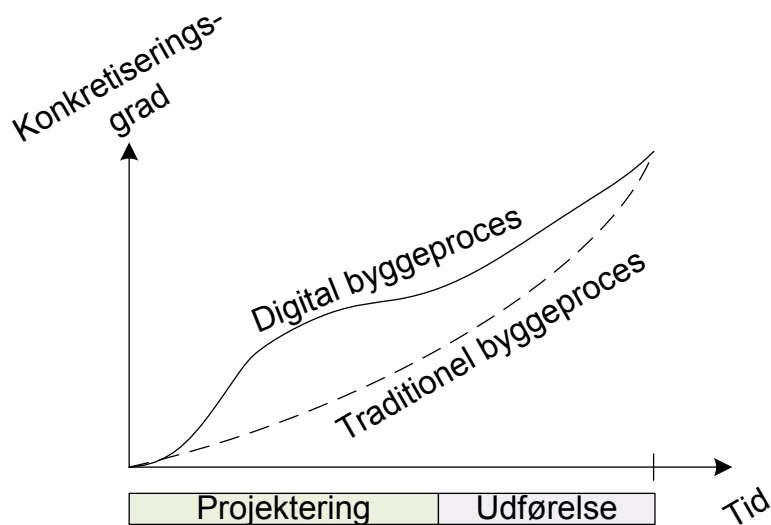
Yderligere er anvendelse af IKT ikke betragtet som et egentlig middel til innovation af byggeriet og byggeprojektet. I digitalt byggeri anses anvendelsen af IKT ofte i sig selv som et middel til at skabe innovation i byggeriet. IKT ses som et middel til at opnå både øget effektivisering, informatisering<sup>10</sup> og transformering i alle byggeriets aktiviteter.

- **Projekteringsforløbets arbejdsflow ændres radikalt**

Projekteringsforløbet ændres væsentligt i forhold til traditionelt byggeri idet byggeprojektets konkretiseringsgrad udvikler sig radikalt anderledes end i et traditionelt byggeri. Den principielle forskel er angivet i nedenstående Figur 37.

---

<sup>10</sup> Informatisering - er egentlig ikke et rigtigt begreb jf. dansk sprogbrug, men er et selvskabt ord brugbart i nærværende rapport



Figur 37: Ændring af byggeprocessen som følge af digitaliseringen

En redegørelse over de mere præcise konsekvenser, som følge af den øgede digitalisering er dog endnu ikke pt. blevet kortlagt.

- **Parternes rollefordeling og kompetencebehov ændres**

Digitaliserings-nichen har betydet at både rollefordeling og kompetencebehov hos alle byggeriets parter er blevet ændret. De ændringer, der i dag er realiseret er af mindre karakter. Et konkret eksempel er aktiviteten; mængdeberegning i udbuds-/tilbudssituationen (ved udbud af entreprenørydelser); hvor det før i tiden var entreprenøren (tilbudsgiver), der selv beregnede byggeprojektets mængder og gav tilbud på basis af det, til situationen i dag hvor bygherren (udbyder) via sine rådgivere opgør mængderne i byggeprojektet og udbyder byggeprojektet med mængder.

Endvidere betyder digitaliseringen også at rollefordelingen internt i virksomhederne ændres. Et godt eksempel herpå er at de store ingeniørvirksomheder oplever at rollefordelingen mellem ingeniøren og den tekniske designer ændrer sig til at ingeniøren i højere grad også selv sidder og modellerer i bygningsmodellen end før.

Potentielt rummer Digitaliserings-nichen en oplagt mulighed for mange af byggeriets parter til at vinde terræn i forhold til resten af branchens parter. Denne magtkamp i byggeriet udspiller sig i skrivende stund stadig både mellem fagområderne og mellem uddannelsesområderne.

- **Parternes aftaleforhold ændres**

Digitalisering af byggeriet påvirker i væsentligt omfang byggeriets aftaleforhold. Først og fremmest på grund af at de nye digitale ydelser i et vist omfang nødvendiggør afklaringer af indholdet i de digitale ydelser, omfang og honorering. Endvidere ændres selve byggeprocessen således at f.eks. tyngdepunktet i projekteringsforløbet skubbes til tidligere i

projekteringsforløbet (se evt. Figur 37). Tillige vil der sandsynligvis også finde forskydninger andre steder i byggeprocessen.

Tilsammen betyder disse ændringer at aftalegrundlaget (typisk ABR89, AB92, ABT93 etc.) er under væsentlig pres for at blive opdateret, således at aftalegrundlaget reflekterer det faktiske forløb i et byggeprojekt.

- **Automatiske vs. Manuelle arbejdsprocesser**

Før i tiden blev byggeriet i udpræget grad gennemført ved brug af manuelle arbejdsprocesser, hvor Digitaliserings-nichens udgangspunkt i højere grad er at automatisere arbejdsprocesserne. Eksempelvis udarbejdede arkitekter (a) byggetekniske tegninger ved brug af håndtegning, (b) foretog manuelle konsistenskontroller (f.eks. ved at ligge plantegningerne ovenpå hinanden - for derved at identificere om der var kollisioner e. lign. mellem bygningsobjekterne og (c) lavede visualiseringer af det byggede projekt. Alle disse opgaver er blevet digitaliseret og udføres i langt højere grad ved brug af IKT.

Denne udvikling har været undervejs i snart mange år, men det nyeste element heri er, at digitaliseringen også har muliggjort koordinering og konsistenskontrol på tværs af byggeriets parter (eksempelvis arkitekten og ingeniøren) ved bl.a. BIM tankegangen (se evt. også afsnittet: Building Information Modelling).

### *Nationalt vs Internationalt*

I byggeriet er der til stadighed diskussion af om byggeriets standardisering bedst lykkedes ved (a) adoptering af internationale standarder eller (b) udvikling af egne nationale standarder. Begge strategier har nogle åbenlyse fordele og ulemper:

- **Adoptering af internationale standarder**

Ved at adoptere internationale standarder sikres først og fremmest at (a) standarden er kompatibel med andre landes standarder (hvilket også har en positiv effekt for landenes samarbejde) og (b) ressourceforbruget ved udvikling af standarderne minimeres (ved at flere lande deles om udviklingsbyrden). Ulempen ved denne strategi er at (a) der ikke som udgangspunkt tages hensyn til de nationale forhold og betingelser og (b) indflydelsen på standarden mindskes eftersom alle deltagende lande gerne vil deres egne behov dækket først.

- **Udvikling af egne nationale standarder**

Ved at udvikle egne nationale standarder har man for det første (A) fuld indflydelse på at få dækket egne nationale behov og (B) fuld kontrol med udviklingen, håndtering og opdatering af standarden. Til gengæld er der følgende ulemper; omkostninger til udvikling af standarden skal dækkes 100% og kompatibiliteten med andre landes standarder kan muligvis være lav, hvilket kan skabe barrierer for samarbejde og samhandel med andre lande.



Den generelle udvikling mht. standarder peger hen imod en stadigt stigende globalisering, hvilket generelt taler for strategi A. Generelt var der blandt flere af de interviewede (Jan Karlshøj/Peter Hauch og Christian Lerche) enighed om at en åbning mod en øget internationalisering var at foretrække. Omvendt kan der sagtens være nationale behov eller ønsker, der enten besværliggør eller umuliggør altid at adoptere internationalt udarbejdede standarder. Til tider besværliggøres dette yderligere ved at der skal vælges mellem flere rivaliserende internationale standarder.

### *'Teknologi som driver' vs. 'den offentlige efterspørgsel som driver'*

I byggebranchen hersker der blandt de toneangivende aktører en række forskellige holdninger til hvilken driver, der bedst sikrer udviklingen og implementeringen af byggebranchens digitalisering i Danmark. I nærværende rapport beskrives 2 markante synspunkter på hvordan der bedst opnås en digitalisering af byggebranchen i Danmark.

#### a) **Teknologien som driver**

Det ene synspunkt taler for at den drivkraft, der sikrer at den danske byggebranche digitaliseres i væsentlig grad er den teknologiske udvikling. I følge dette synspunkt vil teknologien og de muligheder teknologien repræsenterer være en af de væsentlige drivkræfter, der sikrer forskning, udvikling og implementering indenfor Digitaliseringsnichen. Fortalere for dette synspunkt er de interviewede; Jan Karlshøj, Danmarks Teknologiske Universitet og Peter Hauch, Implementeringsnetværket.

#### b) **Den offentlige efterspørgsel som driver**

Det andet synspunkt er at den væsentlige drivende kraft bag digitaliseringen af byggebranchen primært er de offentlige bygherres efterspørgsel på digitale ydelser. Ved at opstille krav (hvad, hvordan og hvornår) til de digitale ydelser, som kræves leveret gennem de offentlige bygherres udbud af byggeopgaver (både målrettet rådgivere og udførende). Dette synspunkt blev repræsenteret af en af de interviewede; Tage Dræbye.

Bekendtgørelse 1365 (lovgrundlaget der skal sikre implementering af DDB) har været i kraft siden primo 2007 og frem til nu. Dette lovgrundlag er et konkret eksempel på at det offentlige via sin efterspørgsel forsøger at være den drivkraft, der skal øge digitaliseringen af byggeriet i Danmark.

Ifølge Tage Dræbye blev filosofien 'den offentlige efterspørgsel som driver' udvandet ved at gøre 2 ting. For det første skilte man Socialministeriet og Erhvervs- og Byggestyrelsen (dengang Erhvervs- og Boligstyrelsen) fra hinanden ('det støttede byggeri' blev derved pillet ud af den byggemasse, som ellers skulle være drivkraften for implementeringen af DDB). For det andet glemte man i kommunalreformen, da man næsten statsliggjorde de 5 nye regioner, at anvende dem som en del af den byggemasse, som skulle følge kravene fra DDB. Efter disse 2 ændringer var det de rene statslige bygherrer (dvs. SES, UBST og FBE) som skulle være drivkraften i implementeringen af DDB, og de har tilsammen omkring 1% af Danmarks byggemasse, hvilket ikke har været tilstrækkeligt til at drive implementeringen af DDB.

## Opsamling

Dette afsnit har præsenteret en række forhold som alle har signifikant betydning for udviklingen og implementeringen af digitaliseringen af byggeriet i Danmark.

Følgende forhold er væsentlige for succesen af digitaliseringen af byggeriet:

- Karaktertrækkene for digitalisering af byggeriet
- Nationalt eller Internationalt
- 'Teknologi som driver' vs. 'den offentlige efterspørgsel som driver'

## Parametre

I det følgende gennemgås Geels 6 dimensioner med udgangspunkt i Digitaliserings-nichen.

### Industrien

Byggeriet er en gammel og traditionsbunden industri, der, sammenlignet med andre industrier, har gennemgået mindre om end betydningsfulde forandringer. Digitaliserings-nichen vil forventeligt have en radikal betydning for både den organisatoriske struktur, aktørrelationerne og rollefordelingen i gennemførelsen af byggeriet.

Digitaliseringen har muliggjort at der dels er (a) opstået nye aktørmuligheder, (b) et væsentligt pres på forandring af den traditionelt anvendte fasemodel og (c) at rollefordelingen både virksomhedsinternt og på byggeprojektniveau er forandret.

#### a) **Ny aktør**

Grundet de nye digitale muligheder og øget behov indenfor kvalitetssikring og dataudveksling imellem byggeprojektets parter er der opstået mulighed for at en ny type aktør opstår. Rollen for den nye aktør er et supplement til bygherrerådgiverfunktionen – dog med en væsentlig teknisk indgangsvinkel og som direkte er en del af setup'et for byggeprojektets organisation. Den nye aktør er i bund og grund ikke ny af oprindelse, men er generelt blevet overtaget af rådgiverbranchen. Det der taler for at det denne gang potentielt kan udvikle sig til at være en unik rolle indenfor byggeriet er at behovet for aktøren er væsentligt meget større end tidligere.

#### b) **Forandring af faseforløb**

De muligheder som Digitaliserings-nichen indeholder, betyder at presset for at opdatere den traditionelle fasemodel er blevet større end tidligere. Byggeriets realisering af de potentialer, som Digitaliserings-nichen muliggør, afhænger bl.a. af at den traditionelle opfattelse af hvordan et byggeprojekt bedst gennemføres forandres. Der er med andre ord behov for en gentænkning af fasemodellerne, der beskriver hvordan byggeprocessen aftalemæssigt struktureres. Dette forhold er ikke blevet belyst tilstrækkeligt endnu – så indenfor dette område er der behov for yderligere forskning. Christian Lerche udtrykte bl.a. at Digitaliserings-nichen muliggør en højere grad af samtidighed og interaktion mellem byggeriets fagområder end hvad har været muligt tidligere.

c) **Rollefordelingen**

Digitaliserings-nichen betyder at rollefordelingen både internt i og eksternt imellem byggeriets virksomheder ændres. Generelt betyder udbredelsen af BIM-værktøjer at flere af de højt uddannede aktører som eksempelvis arkitekter, ingeniører, bygningskonstruktører etc. arbejder hands-on med BIM-værktøjerne i stedet for som tidligere at tekniske designere står for tegnearbejdet. Denne ændring er til en vis grad slået igennem i både arkitekt og rådgivende ingeniør-virksomhederne. Dette kan være en konkurrencemæssig fordel for de virksomheder der hurtigt formår at tilpasse sig den nye rollefordeling ifølge Tage Dræbye.

d) **Manglende ledelsesfokus**

Generelt har virksomhedsledelserne i byggebranchen igennem noget tid underprioriteret mulighederne for innovere virksomhederne ved brug af Digitaliserings-nichen. Der er behov for at skærpe ledelsernes fokus på dels implementering af digitalisering og dels på at udnytte de nye muligheder som Digitaliserings-nichen indeholder. Dette synspunkt blev bl.a. udtrykt af Christian Lerche.

Samlet set påvirker Industri-dimensionen udviklingen af Digitaliserings-nichen negativt, da en række af de ovennævnte aspekter udgør væsentlige, men ikke uoverskuelige barrierer for udbredelsen og implementeringen af Digitaliserings-nichen. Endelig konstaterede Christian Lerche bl.a. at byggematerialeindustrien og entreprenørerne kun i mindre omfang er blevet inddraget i resultatet af DDB – hvilket ikke ubetinget er en ulempe, men det åbner for en mere fri tilknytning til Digitaliserings-nichen.

**Mekanismer som influerer på udviklingen af 'digitalisering af byggeriet'**

Drivende	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ny type aktør i byggeprojektet</li><li>▪ Udvikling af nyt aftalegrundlag</li><li>▪ Implementering af nye rollefordelinger internt i virksomheden kan give den innovative (og den hurtigt tilpassende) virksomhed en konkurrencefordel</li></ul>
Hæmmende	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Forældede forretnings- og fasemodeller</li><li>▪ Inerti mod ændringer af rolle- og arbejdsfordeling virksomhedsinternt</li><li>▪ Manglende ledelsesfokus hos byggebranchens virksomheder på betydningen/mulighederne indenfor Digitaliserings-nichen</li><li>▪ Svagere tilknytning i DDB af eksempelvis byggematerialeindustrien og entreprenørerne til Digitaliserings-nichen (dette er dog ikke nødvendigvis en ubetinget ulempe)</li></ul>

**Markedet/kunder**

Den primære kunde i byggebranchen er henholdsvis bygherren og driftsherren. Denne gruppering i byggebranchen er ligeledes fraktioneret i henholdsvis; (a) statslige bygherrer/driftsherrer, (b) regionale bygherrer/driftsherrer, (c) kommunale bygherrer/driftsherrer, (d) halvoffentlige bygherrer/driftsherrer, (e) private kommercielle bygherrer/driftsherrer, (f) private boligselskaber/driftsherrer, (g) almennyttige boligselskaber/driftsherrer, (h) private bygherrer/driftsherrer, (i) projektudviklere og (j) bygherrerådgivere.

Mulighederne for at styrke udviklingen og implementeringen af Digitaliserings-nichen indenfor dimensionen 'Markedet/kunder' er kort beskrevet i det følgende.

- **Kravsstillelse ifm. udbud af byggeaktiviteter**

En oplagt måde at understøtte Digitaliserings-nichen er at få de centrale beslutningstagere (dvs. bygherrer/driftsherrer) til at opstille krav til øget digitalisering af byggeprojektet ifm. udbud af byggeaktiviteter. Dette virkemiddel er den primære løftestang, som EBST har taget udgangspunkt i DDB.

Kravene fra DDB dvs. bekendtgørelse 1365 er dog ifølge Jan Karlshøj/Peter Hauch i sit udgangspunkt uheldigt funderet af 2 årsager; (a) som kravstiller mangler kravene også at tage udgangspunkt i driftsherrens behov og ønsker og (b) at en række af byggeriets parter er væsentligt underrepræsenteret i kravenes målgrupper (her tænkes primært på entreprenører og materialeproducenter). Dette forhold har betydet at kravene, som de ser ud i dag, primært har interesse for rådgiverne i byggeriet.

- **Øgning af udbud med krav til digitale ydelser**

I forlængelse af det forrige punkt kan implementeringen af Digitaliserings-nichen understøttes ved at øge antallet af udbud med krav om digitale ydelser jf. eksempelvis DDBs bygherrekrav. Dette kan sikres ved at "transformere" bekendtgørelse 1365 til et format, som er spiseligt og anvendeligt for andre typer af bygherrer/driftsherrer jf. opstillingen tidligere.

Samlet er pointen indenfor dimensionen; Markedet/kunden at virkemidlet 'Bygherren som drivkraften' er et virkeligt godt virkemiddel. Dette blev bekræftet i de gennemførte interviews af både Jan Karlshøj/Peter Hauch og Tage Dræbye, men der er dog behov for at udvide udgangspunktet for virkemidlet herunder bl.a. at inkludere driftsherren, som en væsentlig kravstiller, og at sikre sig at alle af byggeriets målgrupper i rigeligt omfang omfattes af virkemidlet.

#### **Mekanismer som influerer på udviklingen af 'digitalisering af byggeriet'**

Drivende	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Øget efterspørgsel på digitale ydelser</li><li>▪ Udvidelse af udgangspunktet 'Bygherren som drivkraft' til eksempelvis 'Bygherren/Driftsherren som drivkraft'</li></ul>
Hæmmende	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Konjunktur nedgang (2009+)</li><li>▪ Svagere offentlig efterspørgsel end forventet</li></ul>

### **Teknologi**

Grundlæggende er der 2 helt overordnede tilgange indenfor teknologi-dimensionen. For det første kan teknologi-dimensionen være virkemiddel ved (a) implementering af allerede udviklet ny teknologi og for det andet ved (b) udvikling af ny teknologi. I initiativet DDB blev der taget udgangspunkt i mulighed (a).

Nuanceres billedet af de 2 tilgange kan der identificeres og beskrives en række mekanismer:

### *Implementering af eksisterende teknologi (a)*

En række muligheder for øget udbredelse og implementering af eksisterende teknologi indenfor Digitaliserings-nichen er beskrevet i det følgende:

- ***Øge modenheten af den eksisterende teknologi***  
Den mest enkle variant indenfor denne tilgang er at øge modenheten af den eksisterende teknologi. Mulighederne heri er (a) mere præcis understøttelse af den eksisterende målgruppes behov, (b) mere teknologi-effektiv opfyldelse af behov og (c) tilpasning/udvidelse af teknologiens funktionalitet ift. opfyldelse af supplerende behov.
- ***Øge udbredelsen af den eksisterende teknologi ift. eksisterende målgrupper***  
Den anden mulighed er at øge udbredelsen af den eksisterende teknologi til en større volumen indenfor de eksisterende målgrupper. Flere statusopgørelser har understreget at byggebranchens målgrupper generelt set har en relativ lav implementeringsgrad af nye teknologier.
- ***Øge udbredelsen af den eksisterende teknologi ift. nye målgrupper***  
Den tredje mulighed er at implementere den eksisterende teknologi hos for nye målgrupper i byggebranchen. Potentialet indenfor for denne mulighed er generelt set nok ikke særlig stor da byggebranchen har eksisteret i lang tid hvorfor nye målgrupper for eksisterende teknologi ikke er særligt sandsynligt.

### *Udvikling af ny teknologi (b)*

Den anden tilgang vedrørende udvikling af ny teknologi indeholder følgende muligheder:

- ***Udvikling af ny teknologi, der effektiviserer allerede eksisterende processer i forretningen***  
Første ben indenfor denne tilgang er at udvikle ny teknologi der kan effektivisere allerede eksisterende processer i forretningen. Effektivisering forstås i nærværende kontekst som (1) hurtigere, (2) billigere, (3) bedre kvalitet eller ved (4) øgning af kapaciteten. Dette ben indeholder oftest et stort potentiale.
- ***Udvikling af ny teknologi, der muliggør nye ydelser/processer i forretningen***  
Andet ben er udvikling af ny teknologi, der enten muliggør udbud af nye ydelser eller skaber nye processer indenfor samme eller nye målgruppe(r). Grundlæggende indeholder dette ben en mulighed for enten at gøre nye ting, der opfylder samme formål (som før) eller at processen restruktureres så samme formål opfyldes, men med bedre kvalitet.
- ***Udvikling af ny teknologi, der transformerer forretningen***  
I tredje ben er der fokus på udvikling af ny teknologi, der muliggør nye ydelser på nye måder. Grundlæggende indebærer dette ben både nye ydelser, nye aktører og nye kvaliteter. Dette er den mest omfattende teknologiudvikling fordi det involverer forandring af mere eller mindre alle relaterede aspekter vedr. teknologien.

Den overvejende mekanisme, der anvendes af Digitaliserings-nichen, er først at koncentrere sig om at sikre at alle byggeriets parter opnår et væsentlig IKT-modenhedsniveau ved at tage udgangspunkt i implementering af eksisterende teknologier jf. tilgang (a) i det ovenstående (i interviewet med Tage Dræbye var han en kraftig fortaler for denne strategi). Jan Karlshøj/Peter Hauch og Christian Lerche udtrykte at de generelt mere er fortalere for strategi (b). En væsentlig driver, som Christian Lerche nævnte er at virksomhederne ved at anskaffe sig eksempelvis Autodesk: Revit Architecture faktisk igangsætter en digitaliseringsproces, som i nogle tilfælde er mere effektiv end eksempelvis lovmæssige krav.

#### Mekanismer som influerer på udviklingen af 'digitalisering af byggeriet'

Drivende	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Høj udviklingshastighed af hardware/software</li> <li>▪ Nye teknologiske muligheder; trådløs – 3D – database – RFID – collaborative tools - dataudveksling etc.</li> </ul>
Hæmmende	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Langsom implementering af teknologien</li> </ul>

### Policy

Denne dimension indeholder flere måder hvorpå Digitaliserings-nichen kan udbredes; (a) EU lovgivning, (b) nationale love/bekendtgørelser/cirkulærer, (c) Standarder og (d) Vejledninger. De opstillede muligheder gennemgås i det følgende.

#### a) **EU lovgivning**

EU lovgivning rummer mulighed for at lovgive i EU medlemslandene (i alt 27 lande). Reelt lovgives der kun lidt i EU som direkte vedrører den danske byggebranche, dog med undtagelse af EUs tilbudslov og lov om arbejdskraftens frie bevægelighed. Udover disse mere overordnede udstukne rammer er der på nuværende tidspunkt ikke noget EU lovgrundlag, der vedrører Digitaliserings-nichen.

#### b) **Nationale love/bekendtgørelser/cirkulærer**

Brug af nationale love, bekendtgørelser og cirkulærer er en ofte anvendt måde at definere en ny policy vedrørende f.eks. byggeriets digitalisering. I initiativet DDB var et af de håndfaste resultater af projektet bl.a. bekendtgørelse 1365. Denne bekendtgørelse udstikker retningslinjer vedrørende anvendelse af IKT i statens byggevirksomhed (se evt. <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=27419> for mere information). Dette virkemiddel er en effektiv måde at udstikke en ramme for Digitaliserings-nichen - dog kan det være tidskrævende at gennemføre og målgruppen, der bliver berørt, kan være begrænset.

Dog blev det fremhævet af Jan Karlshøj/Peter Hauch at eksempelvis kravene fra DDB burde revideres kraftigt, således at flere f.eks. regionale og kommunale bygherrer har incitament til kravstille vedrørende IKT anvendelse i byggeprojekter. Problemstillingen heri er at bekendtgørelse 1365 primært henvender sig til større byggeprojekter, og majoriteten af de regionale og kommunale byggeprojekter er mindre byggeprojekter, hvilket betyder at de ikke har et incitament til at anvende kravgrundlaget fra bekendtgørelse 1365.

Endvidere udtrykte Jan Karlshøj/Peter Hauch at kravgrundlaget fra bekendtgørelse 1365 i højere grad burde være krav til hvilket resultat som byggeriets leverandører (arkitekt, rådgivende ingeniør, entreprenør etc.) skal levere til bygherren, og ikke som nu til hvilke digitale værktøjer, der skal anvendes igennem byggeprocessen.

c) **Standarder**

Indenfor dette virkemiddel er der en række muligheder; (a) at opdatere branchestandarderne herunder aftalegrundlaget (AB92, ABR89, ABT92 etc.), (b) at skabe en international standard f.eks. ISO/PAS og (b) national standard f.eks. DS.

Nødvendigheden af at opdatere byggebranchens aftalegrundlag blev bl.a. af Jan Karlshøj/Peter Hauch og Christian Lerche fremhævet som en nødvendighed. Pointen bag dette er at byggeprocesserne ændres radikalt som følge af Digitaliserings-nichen (se evt. afsnittet "Digitalt vs. Traditionelt Byggeri"), men at f.eks. honorerings-reglerne (fastholdt af AB92 etc.) stadig følger en gammel opfattelse af byggeprocessens forløb (fasemodel). Dette betyder bl.a. at byggeriets parter ikke har noget virkeligt incitament til at øge digitaliseringen eller næsten endnu værre at de digitaliserer deres byggeprocesser - men at de overfor bygherren afleverer ydelser, der følger en/et forældet fasemodel/aftalegrundlag.

Processen, der gennemføres, er forskellig i den sammenhæng at en ISO/PAS-standard i højere grad end en DS undergår en offentlig og international høringsproces. Uanset valg af rute er processen ofte relativ langvarig. Indenfor Digitaliserings-nichen har EBST senest med standarden Dansk Bygge Klassifikation (DBK) igangsat en ISO/PAS proces - resultatet af denne proces vil med al sandsynlighed have en signifikant effekt på standardens fremtidsudsigter.

Standardisering blev af både Tage Dræbye og Christian Lerche fremhævet en af de vigtige udfordringer som Digitaliserings-nichen står overfor - dette både indenfor standardisering af bl.a. produkt-databaser og indenfor dataoverførelse mellem byggeriets virksomheder.

d) **Vejledninger etc.**

Dette virkemiddel er den oftest anvendte metode til sikre udbredelse af en fastlagt praksis både fordi den er relativ hurtig at gennemføre og fordi den nemt kan skaleres op og ned alt efter ønsket om hvilken målgruppe, der skal rammes. Brancheorganisationer og niche-sekretariater benytter typisk denne mulighed. Dette virkemiddel har dog kun begrænset effekt ifølge Tage Dræbye.

Peter Hauch udtrykte at en væsentlig mekanisme i Policy-dimensionen er at opstille krav (eksempelvis via krav til bygherren), der har til formål at opruste de af byggeriets parter, der ikke har samme IKT-modenhed, som resten af branchen. Potentialet i Digitaliserings-nichen er til

en vis grad afhængig af at alle byggeriets parter har samme høje IKT modenhedsniveau, således at der ikke opstår et potentiale-tab i led, hvor der er en lav IKT-modenhed.

Tage Dræbye udtrykte, at de nye initiativer indenfor digital byggesagsbehandling rummer en række muligheder, som kan være med til at øge digitaliseringen af byggeriet.

Christian Lerche udtrykte at der som udgangspunkt helst skulle skabes en efterspørgsel af digitale ydelser fra bygherren med udgangspunkt i de potentielle gevinster, der kan opnås frem for en efterspørgsel drevet af lovkrav. Yderligere tilføjede Christian Lerche at det kunne være en fordel at "spejle kravene" fra DDB, således at der også i højere grad stilles krav til bygherren frem for bygherrens krav til leverandørerne (arkitekt, ingeniør og entreprenør).

Alt i alt indeholder denne dimension en række virkemidler som potentielt set har en væsentlig virkning for udbredelsen af Digitaliserings-nichen. At anvende regulering (via primært mulighed (b) - ifølge ovenstående liste) som drivkraft i Digitaliserings-nichen blev af Tage Dræbye fremhævet, som den ene af 2 væsentlige drivkræfter, der har mulighed for succes. Tages der udgangspunkt i de mere lov-tunge virkemidler indenfor denne dimension er der imidlertid en væsentlig og ofte tidskrævende politisk proces, der skal gennemløbes.

#### Mekanismer som influerer på udviklingen af 'digitalisering af byggeriet'

Drivende	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Lovmæssigt grundlag eksempel: bekendtgørelse 1365.</li><li>▪ Nyt bygningsreglement kan også være en driver</li><li>▪ Brancheforeninger etc. udarbejder i stor stil vejledninger og praktiske guidelines indenfor udvalgte emneområder</li><li>▪ Digital byggesagsbehandling er et muligt virkemiddel til øget digitalisering i samspillet de offentlige myndigheder</li></ul>
Hæmmende	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ I et internationalt perspektiv er de lovmæssige virkemidler ofte ikke velegnet</li><li>▪ Ofte meget tidskrævende og konsensus-krævende</li><li>▪ Usikkerhed om rettigheder til det udarbejdede digitale projekteringsmateriale</li></ul>

## Kultur

Generelt i byggebranchen er der mange grupperinger, der har både formelle og uformelle relationer imellem hinanden. I hovedtræk består leverancekæden af følgende grupperinger; (a) bygherren, (b) arkitekten, (c) ingeniøren, (d) entreprenøren og (e) materialeleverandøren - hver af disse grupperinger kan ligeledes inddeles i en række undergrupperinger. Byggebranchens kultur er en yderst sammensat størrelse da alle branchens grupperinger både har formelle og uformelle relationer på kryds og tværs af hinanden. I det følgende gennemgås de vigtigste hovedtræk, der er indenfor kultur-dimensionen i byggebranchen.

### 1. *IT modenhed*

Et markant træk ved byggebranchen er den forskellighed, der kendetegner byggebranchens anvendelse af IT. Ifølge analysen der er grundlaget i EBSTs notat "Implementering af Det digitale byggeri" er der væsentlig forskel i blandt byggeriets grupperingers modenheden af IKT anvendelsen. Specielt grupperingen entreprenører vurderes at halte lidt bagefter de andre grupperinger mht. IKT modenheden. Hvorvidt der findes mere opdaterede og nyere statusopgørelser for digitaliseringen af



byggebranchen er ikke blevet undersøgt.

## 2. **Samarbejdskultur**

Samarbejdskulturen i byggebranchen har det generelt skidt - da tendensen er at alle grupperinger etablerer initiativer og måder hvorpå både grænseflader og interaktion på tværs beskyttes mod andre af byggebranchens grupperinger. Omvendt har den store interaktion på kryds og tværs i byggebranchen etableret en evne og rutine i effektivt at indgå i både konsortier og partnerskaber - hvilket er positivt set i forhold til indgåelse af samarbejdsrelationer. Her udtrykte de interviewede enstemmigt at Digitaliserings-nichen er et oplagt virkemiddel til at øge og forbedre samarbejdskulturen i byggeriet.

## 3. **Magtbalance**

Magtbalancen i den danske byggebranche er et noget svært emne at beskrive i og med at dette i høj grad afhænger af med hvilke briller man betragter branchen. Et historisk tilbageblik afslører dog at der indenfor Digitaliserings-nichen er en vis overvægt af initiativ, der er målrettet mod rådgiverbranchen - så den generelle konklusion er, at der siden 2002 har været mest fokus på henholdsvis bygherren og rådgiverne og i mindre grad på entreprenør, leverandør og driftsherren. Et konkret eksempel er kravene fra bekendtgørelse 1365 hvoraf kun en mindre andel af disse involverer de 3 sidst ovennævnte grupperinger.

## 4. **"Horisontlinjer"**

Dette ben er ligeledes vanskeligt at beskrive, men generelt er byggeriets grupperinger præget af hovedsagligt kortsigtede målsætninger. Dette hænger i høj grad sammen med at byggebranche er meget konjunkturfølsom. Nutidens krise betyder at store dele af branchen mest af alt er optaget af at overleve på længere sigt. Indenfor Digitaliserings-nichen er tendensen at grupperingerne; bygherren/driftsherren, rådgiverne og materialeleverandørerne har mere langsigtede målsætninger end f.eks. entreprenørerne har.

## 5. **Fælles visioner**

Generelt har det været meget svært at opstille en fælles vision for Digitaliserings-nichen pga. den evigt tilstedeværende magtkamp mellem byggeriets grupperinger. EBST fik med DDB udarbejdet et grundlag for opstillingen af de fælles visioner for digitaliseringen af byggebranchen, men initiativet har i perioden fra 2007 og til nu haft svært ved ordentlig af rod fæste sig hos de forskellige af byggebranchens grupperinger. Problemstillingen har i høj grad været at byggebranchens grupperinger ikke har kunnet identificere deres egen rolle i det store puslespil (som digitaliseringen af byggeriet er).

Kultur-dimensionen indeholder nogle vigtige virkemidler ift. at øge digitaliseringen af byggebranchen, men byggebranchen er generelt meget fragmenteret at det er svært at etablere en fælles konsensus omkring både målsætninger og virkemidler. Omvendt vurderes det at vejen fremad, der skal betrædes ikke er lang - så derfor er der et væsentligt potentiale i at benytte denne dimensions virkemidler.

## Mekanismer som influerer på udviklingen af 'digitalisering af byggeriet'

Drivende	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Byggebranchens IKT modenhed er blevet væsentlig bedre, dog har entreprenørfagområdet generelt haft en lavere IKT modenhed end resten af branchen</li><li>▪ Etablering af en fælles digitaliseringsvision for hele byggebranchen, hvor hver enkelt gruppering tydeligt kan identificere sig selv.</li></ul>
Hæmmende	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Byggeriet er meget traditionsbunden, hvilket i nogle sammenhænge kan være en barriere</li><li>▪ Byggebranchens meget konjunkturfølsomme natur, som kan bryde ellers velfungerende initiativer</li></ul>

## Forskning og uddannelse

I science/uddannelses-dimensionen har der generelt været mulighed for på mere langsigtet niveau at påvirke udbredelsen af Digitaliserings-nichen. Overlevering af viden etc., der har en indflydelse på udbredelsen af Digitaliserings-nichen, tager sædvanligvis lang tid ved brug af disse virkemidler.

- **Forskningsmiljø**

Forskningsmiljøet i Danmark indenfor Digitaliserings-nichen har i længere tid været underdrejet og har generelt et lavt omfangsmæssigt niveau både set i forhold til andre nicher og set med internationale briller. En styrkelse af forskningsmiljøet både kvalitets- og omfangsmæssigt kan styrke Digitaliserings-nichen, og vil på mellemlang og lang sigt kunne bidrage til at Danmark kan fastholde sin gunstige position, trods begyndende svækkelse af positionen, i international sammenhæng.

- **Uddannelsesmiljøet**

I uddannelsesmiljøet, der generelt også er ligeså fragmenteret som resten af byggebranchen, er der et godt udgangspunkt for at understøtte Digitaliserings-nichen. På uddannelsesinstitutionerne er der gennem de sidste år gennemført en opgradering af lærerkompetencerne, der muliggør at de kan formidle digitale kompetencer til de studerende.

- **Fælles sprog**

Det har gennem alle tider været en væsentlig udfordring at få byggeriets grupperinger til at kunne kommunikere effektivt på tværs af faggruppeskel. Denne udfordring er stadig gældende, men Digitaliserings-nichen har indenfor visse områder forbedret kommunikationen, hvilket primært skyldes de væsentlig forbedrede muligheder for udveksling af digitale data på tværs af faggrupperne. Der er et stort behov for at øge forståelsen af hvilke data, der er nødvendige for den enkelte faggruppe, samt hvornår i byggeprocessen data er nødvendig. Kortlægningen af samspillet mellem databehov og brug af IKT værktøjer i hele byggeprocessens gennemløb og for alle involverede faggrupper vil kunne øge dels forståelsen for faggruppernes rolle og behov, samt være med til at øge kommunikationen/dataudvekslingen på tværs af faggrupperne i byggeriet, og vil i sidste ende bidrage signifikant til opnåelsen af et fælles sprog i byggeriet.

- **Kompetencebehov**

Der opleves generelt i byggebranchen en tendens til at dataudvekslingen øges imellem

byggeriets faggrupper. Denne tendens betyder at behovet for kompetencer, der muliggør først og fremmest en anvendelse af de nye teknologiske muligheder og dernæst en forbedret udnyttelse af de nye teknologier, stiger signifikant. Det forventes derfor at efterspørgslen på muligheder for at erhverve sig de nye kompetencer stiger. En væsentlig del af den stigende efterspørgsel vil blive opfyldt af det eksisterende uddannelsessystem, og efteruddannelses-efterspørgslen vil hurtigt kunne opfyldes af de allerede eksisterende kursusudbydere.

Sammenfattende for denne dimension er, at der er et væsentligt utilfredsstillt behov for digitale kompetencer i byggebranchen – primært indenfor efteruddannelsesområdet i og med at uddannelsesmiljøet i væsentlig omfang har undergået den nødvendige kompetenceopgradering. Det er vurderingen at forskningsmiljøet inden for Digitaliserings-nichen har været understimuleret.

#### **Mekanismer som influerer på udviklingen af 'digitalisering af byggeriet'**

Drivende	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uddannelsesmiljøet har gennemgået en væsentlig kompetenceopgradering indenfor digitalisering af byggeriet</li> <li>▪ Etablering af en fælles forståelse/sprog af samspillet mellem byggeriets faggrupper kan styrke Digitaliserings-nichen signifikant</li> </ul>
Hæmmende	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Forskningsmiljøet har gennem længere tid været underdrejet og mangler at blive opprioriteret, således at de kan yde et væsentlig bidrag til udviklingen af byggeriet i Danmark</li> <li>▪ Byggeriets virksomheder mangler generelt stadig at løfte sit kompetenceniveau indenfor digitalisering</li> </ul>

## Bilag 3: Nicheanalyse Systemleverancer

### Baggrunden for systemleverancer

Systemleverancer har sin oprindelse fra tankerne om industrialisering og mass-customization. En af grundtankerne i mass Customization er at et produkt skal kunne masseproduceres, samtidigt med at det skal kunne tilpasses den enkelte kundes behov. Et af de mere kendte eksempler udenfor byggebranchen er DELL. DELL begyndte i midten af 90'erne at omlægge sin produktion til mass-customization. Når kunden ønsker at købe en ny computer kan han/hun gå ind på Dell's hjemmeside. Her kan kunden vælge mellem forskellige prædefinerede specifikationer som f.eks. design, processor, ram, harddisk størrelse, software mv. Ordren fremsendes til Dell elektronisk, hvorefter den sættes i gang på deres fabrik i Kina. Efter den er samlet sendes den til kunden. Den totale gennemløbstid tager typisk 5 dage (Selladurai 2004). Kunden opnår altså et kundetilpasset produkt, med kort leveringstid og konkurrencedygtig pris.

I dag er store dele af byggebranchen præget af unika byggeri, hvor hver bygning tilpasses kundens specifikke krav. Dette giver stor grad af fleksibilitet, men er også med til at fordyre byggeriet, samt forlænge byggeprocessen (tid fra ordre til levering). Desuden betyder unika byggeri, at der ofte opstår fejl i byggeriet f.eks. som konsekvens af manglende koordinering mellem de forskellige aktører. Ved at tænke mass-customization ind i byggeriet vil store dele af byggeriet fremover kunne præfabrikeres på fabrikker. Herved kan byggebranchen fremover opnå lavere leveringstider, mindre fejl og mest centralt – til en mere konkurrencedygtig pris. Indførelsen af systemleverancer i den danske byggebranche er dog ikke problemfri hvilket de efterfølgende afsnit viser.

#### Eksempel: Den modulære skakt

Et af de nyere forsøg på at udbrede og udnytte systemleverance tanken er *Den Modulære Skakt*. Den modulære skakt er et projekt under Byggeriets Innovation udviklet i samarbejde med bl.a. NCC. Baggrunden for projektet er et mål om at kunne præfabrikere installations-skakte, der kan konfigureres, så den passer til de fleste lejlighedstyper. Herved er rør til brugsvand, varme, ventilation, el mm. præinstalleret i et samlet system. Hvert modul skal således blot 'klikkes' sammen på byggepladsen som legoklodser – skaktens længde kan herved forlænges i det uendelige. En af de umiddelbare fordele er selvfølgelig at den samlede montage tid på byggepladsen minimeres. En anden er at skakten kan produceres i én proces, hvor forskellige fagspecialister (VVS, el, ventilation mm.) opnår større tværfaglighed, samt at produktionen bliver mere rutineprægede – herved opnås en gennemtestet og kontinuerligt forbedret løsning, hvor fejl nemmere kan minimeres, samt til en konkurrencedygtig pris. Skakten repræsenterer dog ikke udelukkende fordele. Det er klart at jo mere skakten standardiseres, jo mindre bliver den *kort sigtede fleksibilitet*. Her tænkes f.eks. på at vandrør ikke i samme grad kan tilpasses det enkelte bygnings specifikke behov, samt at det er sværere/dyrere at håndtere sporadiske ændringer sent i byggeprocessen. På trods af det har NCC vurderet at skakten kan dække omkring 80 % af samtlige boligernes behov, blot ved 2 systemer og 95 % ved 3 skakte-systemer.

## Et historisk perspektiv

Systemleverancer og mass-customization er ikke nyt i den danske byggebranche. Principperne har været kendte siden 1960'erne fra bl.a. Espansiva omend det ikke hed systemleverancer den gang. Espansiva er grundlæggende et præfabrikeret byggekoncept udviklet og designet af Jørn Utzon. Systemet består af en række trækomponenter, som tag- og gulvelementer. Herved kan arkitekter, bygherrer mfl. sammensætte sit eget unikke enfamilies hus – i stil med legoklodser – samtidigt med at det kan sammensættes med andre mere konventionelle byggekomponenter (Mikkelsen et al 2005, s. 17,62).

Siden introduktionen af Espansiva, er der blevet udviklet en række andre byggekoncepter, som relaterer sig til systemleverancer. En af de væsentligste drivkræfter af mass-customization og systemleverancer har været udbredelsen af IT de seneste årtier. IT har muliggjort en meget mere styret proces fra ordre til levering. Endvidere har computerteknologi givet mulighed for at arbejde med variation i et produkt indenfor en forudbestemt ramme, som ikke var mulig hidtil (Vind & Thomassen 2008).

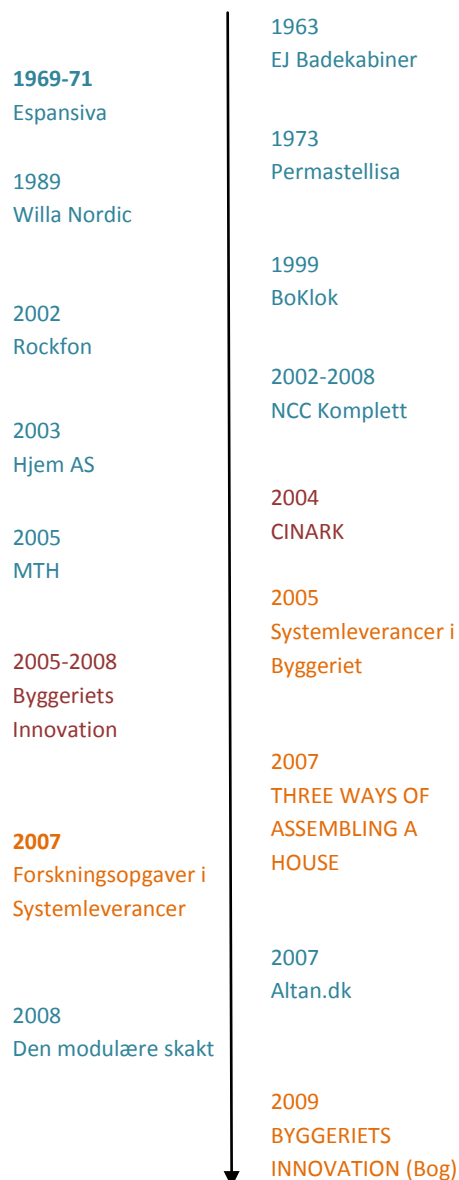
På trods af at teknologierne og principperne bag systemleverancer har været kendte gennem de seneste årtier har det endnu ikke fået rodfæste i den danske byggebranche. Der er dog tegn på at branchen de senere år i stigende grad er begyndt at se væk fra traditionelle byggemetoder. Der er således en række aktører som er begyndt at deltage aktivt i at drive udviklingen mod større grad af systemleverancer.

Figuren til højre illustrerer udvalgte begivenheder gennem de senere år. De aktuelle begivenheder er uvilkårligt udvalgte og skal udelukkende ses i et historisk perspektiv. Farverne illustrerer begivenhedens type

*Tekst = Systemprodukter*

*Tekst = Forsknings og/eller udviklings institutioner*

*Tekst = Rapporter, litteratur mv.*



Figur 38: Centrale tiltag indenfor systemleverancer i et historiskperspektiv.

De empiriske analyser af systemleverancer tager primært udgangspunkt i begivenheder og data, som stammer fra 2004 og frem. Dog vil der i visse tilfælde også blive refereret til eksempler som ligger umiddelbart før. I de følgende to underafsnit er flere af begivenhederne beskrevet.

### Byggeriets Innovation

Byggeriets innovation blev etableret i 2005 med støtte fra især Realdania fonden. Intentionen var at understøtte konkrete innovationsprojekter på tværs faggrupper, samt at åbne for mere målrettet innovation i byggebranchen. Frem mod slutningen i 2008 modtog Byggeriets Innovation totalt DKK 80 mio. i støtte – Heraf 50 mio. fra Realdania og 30 mio. fra deltagende virksomheder. Gennem perioden blev der gennemført mere end 20 projekter af forskellige karakterer i samarbejde med industrien her iblandt *Den modulære skakt* og *altan.dk*, som omtales senere. Projekterne var udelukkende målrettede delsystemer – altså ikke hele byggekoncepter. Af disse blev både rådgivere, arkitekter og materiale producenter placeret i midten af udviklingen.

Byggeriets innovation har i perioden 2005-2008 været den absolut mest centrale organisation i udviklingen af systemleverancer. Det er klart at en af forklaringerne er deres økonomiske ballast, men en anden er at de har formået at lave en koordineret udvikling af nichen. Et initiativ som synes at være delvist tabt, da ingen andre aktører har formået at samle op på denne udvikling i samme grad. Man kan derfor sige at der er opstået et 'udviklings-tomrum' efter Byggeriets Innovations ophør.

Byggeriets Innovation har desuden formået at skabe en bred definition af systemleverancer (Interview Thomsen) igennem mange forskellige typer af projekter og aktører. Projekterne er dog udelukkende fokuserede på delsystemer og ikke komplette systemløsninger (byggekoncepter). Det er klart at dette kan være med til at skævvride forståelsen af systemleverancer og hæmmer den del af udviklingen. Til trods for det må Byggeriets Innovation karakteriseres som værende absolut en af de mest centrale aktører af systemleverancer siden 2004.

Som afslutning på Byggeriets Innovation udkom bogen *BYGGERIETS INNOVATION – INNOVATION AF BYGGERIET I TEORI OG PRAKSIS* (Vind & Thomassen 2008). Som navnet antyder, forsøger den at samle både teoretiske og praktisk erfaringer gjort over perioden på ca. 4 år. Dertil har Realdania finansieret en række forskningsinitiativer som *Forskningsopgaven i Systemleverancer* (Hvam og Mortensen 2007) og medfinansieret *Systemleverancer i byggeriet* (Mikkelsen et al 2005).

Realdania har desuden finansieret det igangværende forskningsnetværk SYSBYG. SYSBYG er et samarbejde mellem DTU Management, CINARK og Arkitektskolen Aarhus. I alt har Realdania finansieret 4 ph.d. studerende hvoraf 2 på DTU Management, 1 på CINARK og 1 på Arkitektskolen Aarhus.

### CINARK

CINARK (Center for Industriel Arkitektur) blev etableret i 2004 som et forskningscenter under Institut for Teknologi ved Kunstakademiets Arkitektskole. Centerets baggrund er at styrke skolens, uddannelsens og fagets forståelse af det arkitektoniske potentiale der ligger i det

industrialiserede byggeri og i den design- og videnbaserede byggekomponentindustri<sup>11</sup>. Centeret er økonomisk berammet af Kunstakademiet til 2 lektorer, 1 adjunkt, 1 faglig assistent og 1 ph.d. studerende. Dertil har centeret yderligere 5 ph.d. studerende tilknyttet, hvoraf 3 aktivt arbejder med systemleverancer. Centeret afholder derfor løbende forelæsninger og formidler ideerne bag systemleverancer – dette primært set fra det arkitektoniske potentiale og arkitektens rolle.

CINARK har siden sin opstart været en af de mest centrale aktører indenfor systemleverancer. De har således været med i flere udredninger heriblandt *Systemleverancer i Byggebranchen* (Mikkelsen et al 2005) og *Three Ways of Assembling a House* (Beim et al 2009). Dertil har de været aktive bidragsydere til bl.a. *Forskningsopgaven i Systemleverancer* (Hvam og Mortensen 2007).

CINARK er desuden medinitiativtager til SYSBYG og er berammet med 1 ph.d. studerende.

### DTU Management

En af de primære drivere i udviklingen af systemleverance har været DTU Management og i særdeleshed miljøet omkring Lars Hvam. Med et udgangspunkt udenfor byggeriet i produktudvikling med fokus omkring mass-customization, produktplatforme, konfiguration og produktmodellering har DTU management opbygget en forskningsmæssig dagsorden der har kunnet findes anvendelse i byggeriet... under begrebet systemleverancer. Det har afstedkommet en mange publikationer og udregningsarbejder som *Software til modellering i byggebranchen* (Hansen 2004), *Systemleverancer i byggeriet* (Mikkelsen et al 2005) *Forskningsopgaver i systemleverancer* (Hvam og Mortensen 2007)

Miljøet tæller i dag 2 professorer, en lektor og flere ph.d.-studerende, her mange involveret i det Realdania sponsoreret forskningsnetværket SysByg sammen med CINARK og arkitektskolen i Århus. Udover forskningen er miljøet involveret i mange forskellige undervisningsaktiviteter der generelt men også i stigende grad i forhold til bygningsingeniører.

Ved siden af forskningen og undervisninger har miljøet en stærke kontakter til virksomhederne interesserede i området. Disse er blandt andet organiseret i foreningen produktmodeller.dk. Herudover er miljøet også flittigt brugt i forbindelse med løsning af konsulentopgaver f.eks. i projekterne under Realdania initiativet Byggeriets Innovation.

### Industrinetværk

Industrinetværk er et medlemsdrevet netværk, som primært er styret af Teknologisk Institut. Netværket har ingen central adresse men er drevet decentralt af medlemmer fra bl.a. Teknologisk Institut, Byggemateriale Industrien (DI byggematerialer), Akademiske Arkitekter, Dansk Byggeri mfl. Netværkets primære formål er at skabe et åbent forum hvor erfaring om industrialiseret byggeri og systemleverancer kan diskuteres og udbredes. Det er finansieret af private medlemsgebyrer og inkluderer hele værdikæden af aktører – totalt er der mere end 140 medlemsvirksomheder. Netværket er grupperet i mindre tværfaglige netværk som er bestemt ud fra et interessefællesskab – fx systemleverancer, passivhuse/LavEnergi mv. Netværkets

---

<sup>11</sup> <http://www.karch.dk/cinark/Menu/Profil>

aktiviteter er derfor ikke udelukkende dedikeret til systemleverancer. Desuden arrangerer netværket diverse studieture og videreformidler informationer om arrangementsaktiviteter.

Netværket er praktisk orienteret og deltager derfor kun begrænset i forsknings- og udviklingsaktiviteter. Udviklingsaktiviteter sker dog i mindre grad, men primært så virksomhederne kan anvende Industrinetværk som sparringspartner og mødested til at danne nye forretningsalliancer.

Netværket må karakteriseres som centralt for systemleverancer i den forstand at det er med til at udbrede kendskabet til systemleverancer. Men når det kommer til målrettede forsknings- og udviklingsaktiviteter har det kun mindre indflydelse. Endvidere er aktiviteterne decentralt styret med mange interessefællesskaber – det er derfor svært at skabe fælles fællesmålsætninger, som kan styrke systemleverancer som én samlet niche.

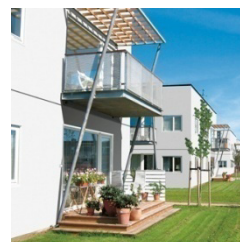
### EBST

EBST (Erhvervs- og Byggestyrelsen) har gennem de senere år spillet en mindre rolle for systemleverancer. Deres bidrag er primært rettet mod finansiering af forskningsinitiativer og har medfinansieret Systemleverancer i Byggeriet (Mikkelsen et al 2005), sammen med Realdania.

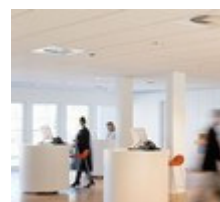
### Eksempler

Nedenfor er kort oplyst en række eksempler på systemleverancer. Eksemplerne giver en overordnet indsigt i forskellige typer af systemleverancer. Endvidere vil der gennem resten af rapporten blive refereret til disse eksempler, for at underbygge diverse udsagn. Eksemplerne er kun beskrevet på konceptniveau – for yderligere information henvises til de respektive rapporter.

BoKlok  
1999  
BoKlok er et komplet byggekoncept udviklet i samarbejde med IKEA og SKANSKA. Konceptet er 'låst', hvilket gør det prisbilligt, men samtidigt giver kunden ringe variationsmuligheder. Konceptet er henvendt boligkøbere som kan have svært ved at finansiere boligkøb som sygeplejersker, lærer, pædagoger mfl. (Mikkelsen et al 2005, s. 58)



Rockfon  
2002  
Fusion er et loftssystem som integrerer loftsplader, lys og ventilation. Systemet er udviklet i samarbejde med Vilhelm Lauritzen Arkitekter, Louis Poulsen (lys), Lindab (ventilation) og Rockfon som systemejer. Loftspladerne kan fås i 3 forskellige størrelser med 3 farver (Mikkelsen et al 2005, s. 76)



Hjem AS  
2003  
Hjem A/S fremstiller komplette og prisbillige boligkoncepter. De har pt. 5 boligsystemer som alle kan konfigureres i størrelse, materialer, pris mv. De henvender sig udelukkende til nybyggeri.





NCC Komplet  
2002-2008

NCC komplet var et udviklingsprojekt af 3-8 etages lejligheder. Hensigten var at bevare stor grad af variationsmuligheder i byggeriet samtidigt med at det skulle industrielt produceres. NCC lukkede projektet i 2008 efter investeringer på SEK 1 mia. Lukningen var grundet faldende omsætning (Thuesen and Jonsson 2009)

E.J. Badekabiner  
1963 -

EJ Badekabiner fremstiller komplette baderum i større serier efter kundens unikke behov – størrelse, klinker, armaturer mv. Kabinerne er fuldt installeret med vandrør, kloak, el mv. og skal blot 'monteres' på byggepladsen. Markedet inkl. både renovering og nybyggeri af hoteller, kollegier, plejehjem. (Beim et al 2009)



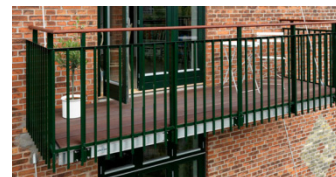
Den Modulære skakt  
2008 -

Den modulære skakt er et udviklingssamarbejde mellem Byggeriets Innovation, NCC, ValconInnovation mfl. Skakten kan konfigureres til den enkeltes behov i forhold til kloak rør, vand, ventilation, el mv. Endvidere er den modulær, så den kan forlænges i det uendelige. Projektet udgør 2 skakte som kan dække 80 % markedets behov. NCC er system ejer af projektet og står pt. for den videre udvikling. (Thomassen 2008), (Beim, Nielsen og Vibæk 2009, s 104)



Altan.dk  
2006 -

Altan.dk er oprindeligt et projekt mellem Byggeriets Innovation og Ringsted Byggeentreprise – I dag udskilt i det selvstændige selskab Altan.dk. Altan.dk præfabrikerer altaner efter kundens behov, men indenfor visse variansmuligheder som materialer, konstruktion, design mv. Den færdige altan monteres. Markedet er typisk renoveringsbyggerier, hvor der ikke i forvejen er altan. Altan.dk projekterer og monterer selv altanen til bygningen. (Beim et al 2009, s 100) (Vind & Thomassen 2008, s 230)



## Rationaler

Begrebet *systemleverancer* fremkalder ofte forskellige følelser og tanker hos de personer som bliver præsenteret for det. Nogle forbinder det med standardiseret og masse-produceret beton byggeri som vi så det i 60'erne og fra den tidligere østblok. For dem er begrebet derfor præget af en vis negativ følelse, samt naturlig afstandstagen (Mikkelsen et al 2005, s 31). For andre er det et nødvendigt onde, som skal gøre byggebranchen konkurreredygtig i fremtiden. Mens andre igen ser det som en unik mulighed for at udvikle teknologier, hvor både pris og kvalitet står i stærk harmoni.

Udover de umiddelbare følelser begrebet fremkalder er der også blandt tilhængerne en stor forskel på hvordan begrebet kan og bør forstås. For nogle er systemleverancer således lig med *modulbyggeri*, hvor en bygning sammensættes af standardiserede rum, som kan moduleres efter behov – som i LEGO princippet. *Typehuse* er en anden måde at forstå systemleverancer.

Her bliver kunden præsenteret for en fast 'grundkonstruktion', hvorefter husets interiør og eksteriør kan tilpasses specifikke behov i form af forskellige facader, gulve, køkken mv. – som en mannequindukke som pyntes efter behov.

I de følgende afsnit vil denne rapport prøve at identificere idegrundlaget bag systemleverancer. Baseret på et empirisk arbejde er der identificeret en **kerne-definition** af begrebet som indledningsvist er beskrevet. Efterfølgende er der identificeret en **differentieret forståelsesramme**, som forsøger at afdække branchens forskelligartede syn på systemleverancer.

### Kerne-definition

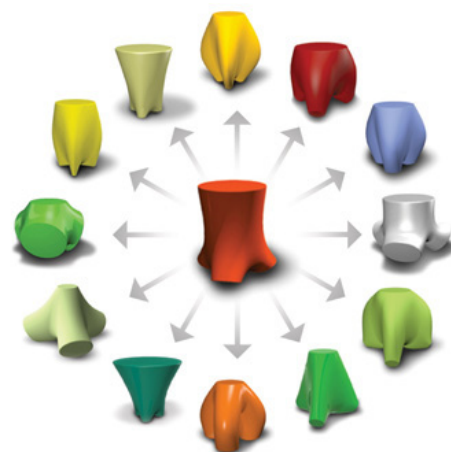
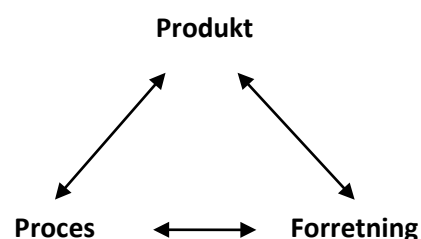
Som sådan er der ingen patenteret definition på begrebet og der er derfor stor frihed for den enkelte aktør til at fortolke det. Fælles for begrebet synes dog at være at systemproduktet er kendetegnet ved at systemleverandøren påtager sig et større ansvar for a) **produktet**, b) **processen** og c) **forretningen**.

### Produktet

I dag gælder at byggerier ofte produceres som unika, hvor arkitekten tegner fra bunden, rådgiveren beregner og projektere efter de aktuelle behov og håndværkeren udfører og producerer unikt i hver byggesag. Dette betyder naturligt at det er svært at opnå en effektiv proces ud fra et industrielt synspunkt. For at opnå højere effektivitet, kvalitet, leveringssikkerhed, pris mv. kræver systemleverancer, at aktørerne begynder at tænke højere grad af generiske produkter frem for unikke byggerier – altså er systemprodukt rettet mod flere kunder, end blot én (Vind & Thomassen 2008, s.71). For at kunne gøre dette skal systemleverancen kunne produceres industrielt, med stor ensartethed og veldefinerede produktionsprocesser – men samtidigt skal det være konfigurerbart, så det kan varieres i henhold til den enkelte kundes behov (interview LH og MT) – principperne omkring **mass-customization**.

Udbredelsen af IT har været med til at understøtte denne udvikling og det er gjort muligt at ét kerne-produkt kan tilpasses forudbestemte produkt- og service variabler (fx funktioner, farver, geometrier ol.). Dog kræver dette også at systemleverandør ikke afviger fra de forudbestemte variabler, da dette kan forstyrre processen og der kan derved ikke opnås de fordele som industrialiseringen tilbyder.

Et systemprodukt er et multiteknologisk og komplekst system, som ofte kræver anvendelse af flere forskellige teknologier og derved også faggrænser – de fleste aktører vil derfor karakterisere det som *over komponent niveau* (ikke AT). Det er derfor væsentligt at systemleverandøren er i stand til at arbejde tværfagligt. Dette gælder både i produktionen, men



Figur 39: Systemproduktet har en afgrænset kerne, som kan tilpasses og varieres individuelle behov

også på tværs med andre systemleverandører. I dag produceres bygningen lokalt på byggepladsen med fagopdelte roller hvor elektrikerne har ansvar for el, VVS'eren ansvar for kloakering osv. For systemleverancer gælder at der er behov for tværfaglige teams, som kan arbejde med mulitteknologiske systemer. Fx kræver den modulære skakt både en elektriker, VVS'er, ventilatør, metalarbejder mv.

### *Processen*

I det nuværende regime ophører materialeleverandørens ansvar typisk når produktet er overleveret til detaillerede eller entreprenøren. For systemleverancer gælder at der stilles krav til at systemleverandøren følger *processen* fra ordre til montage og endda efterfølgende efter-salg og serviceaftaler. Systemleverandøren er derfor nødsaget til at redefinere sit organisatoriske setup og påtage sig nye roller end de i dag gældende. Et eksempel er, at systemleverandøren skal arbejde med autoriserede eller egne montører for at sikre overleveringen og kvaliteten af systemleverancen (Interview MT, Rockfon). Et andet eksempel er at systemleverandøren typisk har behov for at blive involveret i projekteringsfasen af et byggeri for at kunne sikre den rette leverance til den rette tid og kvalitet. Dette betyder derfor at de traditionelle roller for håndværkerne vil blive mere tværfaglige, samt at store dele af fremstillingen bliver flyttet fra byggepladsen til fabrikker, hvor det er nemmere at præfabrikere, samt opnå rutineprægede processer. Omvendt betyder det også at den udførende del på byggepladsen vil blive minimeret. Flere aktører arbejder med at den udførende del skal være plug&play – altså et princip om at montagen nemt skal kunne integreres med andre systemer uden større besvær.

En anden væsentlig ændring er, at aktørerne skal ændre sit syn på byggeprocessen. I traditionelt byggeri bygges der på baggrund af projekter. Ved et projekt forstås bl.a. en udvikling af noget nyt. En af fælderne ved at være projektorienteret er derfor, at det kan være svært at opnå rutiner og effektive arbejdsgange, når en stor del af arbejdet er unika (som argumenteret i afsnittet omkring produktet). Endvidere vil en del aktører hævde at det er svært at forankre den læring der opstår i et projekt, da den kan være svært at overføre til andre projekter (Interview MT). Systemleverandøren forsøger at gøre op med projekter ved at tænke i processer. Ved at systemleverandøren også er systemansvarlig/procesansvarlig har han også større kontrol over processen. Ved at have kontrol kan den procesansvarlige nemmere minimere de fejl og mangler som opstår mellem forskellige delprocesser. Endvidere kan læring nemmere opsamles og anvendes i processen fremover da processen er mere rutine præget end et projekt.

### *Forretningen*

Som resultat af at eksisterende processer og produkter ændres påvirker dette naturligt også forretningsmulighederne - som strategi, markedsføring, branding mv. Tidligere solgte producenten, håndværkeren, rådgiveren og arkitekten relativt anonyme produkter, hvor det var svært at tage ansvar for specifikke leverancer. Materialeproducenten kan således ikke tage ansvar for de udførende dele, da denne del tilfalder håndværkeren og omvendt. Dette betyder at det bliver sværere at placere ansvaret i den traditionelle byggeproces, da der kun sjældent er nogen, der har ansvaret for det færdige system. Ved systemleverancer får systemleverandøren højere grad af ansvar for processen og det samlede produkt. Rent forretningsmæssigt betyder det at systemleverandøren nemmere vil kunne dokumentere fordele/ulemper over for kunden, da det udelukkende er systemleverandøren der kan påtage sig ejerskabet over

systemleverancen. Dette åbner altså op for en mulighed for at optimere indtjeningen i hele ordre-til-leveringsprocessen. Endvidere giver det unikke muligheder for systemleverandøren for at brande sit produkt på en helt ny måde end tidligere (Interview MT og AT). Et eksempel er den modulære skakt som har én systemleverandør (NCC) – Tidligere ville alle og ingen håndværkere, materiale producenter, rådgivere mv. have ansvar i for produktet. Ved at brande sig vil systemleverandøren kunne positionere sig fra konkurrenterne ved at fremhæve de fordele som er ved produktet, hvilket ikke var tilfældet tidligere.

Som resultat af at ansvaret for processen og produktet bliver mere tydeligt vil betalingsmetoderne også ændre sig. I dag betaler en bygherre ofte for en ydelse baseret på en timepris. For systemleverancer vil tendensen være at kunden betaler for et samlet produkt. Produktets pris er altså forudbestemt og afhængig af hvilke ekstra variabler/funktioner kunden ønsker – ikke timer.

#### **Fordele**

- Mindre leveringstid
- Mindre fejl → Højere kvalitet i produktet
- Lavere produkt pris
- Muliggør radikal produkt udvikling

#### **Ulemper**

- Lavere grad a varians i det arkitektoniske udtryk
- Mindre fleksibilitet i byggeprocessen

*Fordele og ulemper som ofte bliver forbundet med systemleverancer*

### ***Opsamling***

På baggrund af det empiriske studie er der identificeret nogle fælles træk som syntes at være generelle for systemleverancer

#### **En systemleverance er...**

... et fuldstændigt produkt, proces og forretningskoncept hvor systemleverandøren tager ansvar for både udvikling, produktion, salg, markedsføring, levering, montage, efter-service mv.

... et multiteknologisk sammensat system, som typisk ligger over komponent niveau (fx facadesystemer, loftssystemer eller hele bygningssystemer).

... et konfigurerbart system med veldefinerede variationsmuligheder (funktioner, farver, geometrier ol.) i produktets konstruktion og/eller designmæssige egenskaber ofte ved hjælp af IT.

... et industrielt fremstillet produkt med en veldefineret produktionsproces, som muliggør stor grad af variation i produktet, samt stor ensartethed indad til i produktionen – Mass Customization principperne.

... et system som kræver minimal grad af tilpasning på byggepladsen grundet den industrielle præfabrikation. Systemleverancen kan derfor ofte karakteriseres som en plug&play løsning.

### ***Differentieret forståelsesramme***

På trods af at aktørerne i systemleverancer har en nogenlunde veldefineret kerne-definition af begrebet, findes der endnu intet entydigt svar på hvad en systemleverance dækker over. Baseret

på det empiriske arbejde er der således identificeret en række forståelsesrammer som syntes at variere blandt byggebranchens aktører. De fem forståelsesrammer ses nedenfor og er beskrevet i efterfølgende afsnit.

Forståelses ramme	Diskussions områder
Byggeri ↔ Industri	Hvordan ser den eksisterende byggebranche på systemleverancer? Og hvordan konflikter det med de nuværende systemleverandørers forståelsesramme?
Top-down ↔ Bottom-up	Hvem skal drive udviklingen af systemleverancer? Skal det være værdikædens tidlige led (materialeproducenter) eller sene (arkitekter, rådgivere mv.) eller helt andre?
Åbne ↔ Lukket	I hvor høj grad skal systemprodukterne være integrerbare (åbne eller lukkede) med andre systemprodukter?
Variant ↔ Kerne	Hvor stor variation skal der være i en systemleverance? Og hvor standardiseret må en systemleverance være?
Delsystemer ↔ Komplet system	Hvor komplekst og stort skal et systemprodukt være for at karakteriseres som systemprodukt?

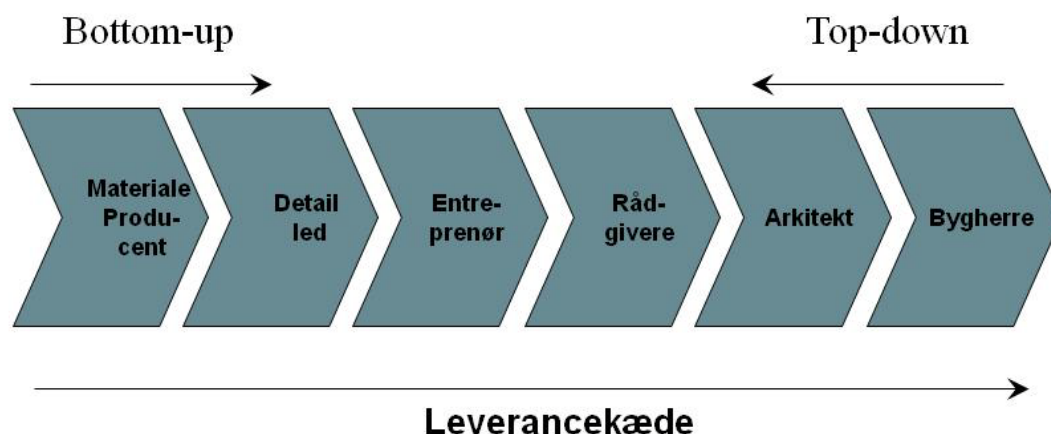
### Byggeri vs. Industriel

Der er ofte en blandet forståelse af hvad begrebet systemleverance indeholder afhængig af en given aktørs faglige baggrund – Grundlæggende kan aktørens forståelsesramme derfor kategoriseres som værende *Industriel* eller *Byggeri*. For sidst nævnte gælder at aktøren ser systemleverancer som en forlængelse af det eksisterende regime. For denne person handler systemleverancer om præfabrikation, hvorved de eksisterende byggemetoder kan opnå nogle umiddelbare produktions- og byggemæssige fordele – som f.eks. at produktet kan produceres indendørs året rundt, minimering af produktets kostpris og produktionstid mv. Dette synspunkt kræver derfor ikke umiddelbart at de overordnede byggeteknikker, roller, processer mv. ændres radikalt i forhold til i dag. I stedet kan systemleverancer 'opsluges' af det overordnede regime og det kræver blot at flere komponenter/systemer produceres på fabrik – man kan groft sagt sige, at denne forståelse udelukkende fokuserer på *produktet* og *ikke processen* eller *forretningen*. Omvendt tilbyder den industrielle forståelsesramme radikal ændring og fornyelse af det dominerende regime i byggebranchen. For disse aktører er der et centralt behov for at branchen omdefinerer byggeprocesserne, rollerne, strukturerne, arbejdsgange, kulturen mv. for at kunne opnå fordelene ved systemleverancerne. Kun ved at redefinere regimet, vil man kunne opnå de virkelige fordele som f.eks. minimering af fejl i hele byggeprocessen og optimering af projekterings- og byggetid (fra ordre til levering), nye forretningsmuligheder mv. – (jvf afsnit Kerne-definition)

Der er svært at give et entydigt svar på hvilken forståelsesramme som er dominerende for systemleverancer. Grundlæggende er de interviewede og den anvendte litteratur overvejende fortalere for den industrielle forståelse. Analyserammen i denne rapport er derfor i overvejende grad præget af denne filosofi. Dette betyder derfor at det analytiske resultat (hæmmende og drivende mekanismer) vil være præget af de udfordringer den industrielle tankegang står overfor, mere end byggeriets forståelsesramme.

### *Top-down vs. Bottom-up*

Når man taler om systemleverancer retter diskussionen sig ofte mod hvilke aktører som skal drive udviklingen. Der er således forskellige aktører som potentielt kan styre udviklingen og udbredelsen heraf. I denne terminologi repræsenterer *bottom-up vs. top-down* blot værdikædens sammensætning af aktører. Bottom-up er derfor et udtryk for at udviklingen primært skabes blandt værdikædens tidlige aktører – her især tænkt på byggemateriale producenterne og detailledet. Omvendt er top-down aktiviteterne repræsenteret af aktører sent i værdikæden – Arkitekter, Rådgivere og entreprenører. Hver aktør repræsenterer således forskellige styrker og svagheder idet hver især har unikke kompetenceområder. Nedenstående figur illustrerer et eksempel på værdikæden. Det er dog vigtigt at understrege at kæden er en forsimplet udgave, som udelukkende har til hensigt at illustrere sammensætningen af aktører. Alle aktørerne kan potentielt sættes i midten for udviklingen af systemleverancer. Der syntes dog at være tre typer som er overvejende repræsenteret i de nuværende udviklingsprojekter.



Figur 40: Top-down og bottom-up systemleverancestrategier i leverancekæden.

**Materiale producenten** har typisk fordel i større industriel forståelse, større dækningsgrad og derfor også større egenkapital til at udvikle for. Problemet er han har svært ved at tænke i hele systemer, men tænker typisk på komponent niveau. Desuden har han intet eller begrænset kendskab til kundernes behov (end-user og bygherre). Endvidere er materialeproducenten typisk bundet til det nuværende produktions setup som værende kerneforretningen. Dette betyder at producenten ofte er betænkelig ved at indtræde i ny forretningsområder som f.eks. en rådgivende eller håndværkerrolle. Et eksempel er Rockfon, som skulle ansætte egne håndværkere til montage af deres loftsystem. Da bestyrelsen blev bedt om at oprette en entreprise afdeling var svaret nej. Begrundelsen lød at vi ved noget om at producere – ikke lede

og styre håndværkere (Interview MT). Byggematerialeproducenterne er således betænkelige ved at ved at træde op i værdikæden.

Tendenser fra andre industrier og byggebranchen viser dog at produktionsvirksomhederne vil få en dominerende rolle i fremtiden. Eksempler her på er Danfoss, Grundfos, MAN Diesel mfl. som alle er ledende inden for deres markeder. For disse virksomheder gælder, at de alle har købt eller fusioneret sig op i værdikæden. Dette har blandt andet betydet, at disse virksomheder har fået større kontrol over hele værdikæden, hvorved de har kunnet maksimere deres indtjening. De virksomheder som er i stand til at omlægge deres kompetencer til at inkludere større dele af værdikæden vil altså kunne opnå konkurrencemæssige fordele overfor konkurrenterne (Interview LH)

I modsætning til materialeproducenten har **Arkitekter** indgående kendskab til bygherres og end-users arkitektoniske krav og ønsker til et byggeri. Dette understøtter en helhedsforståelse af det endelige byggekoncept. Omvendt er arkitektens ønske ofte stor frihed til at skabe et unikt arkitektonisk udtryk. Dette kolliderer altså med systemleverance-forståelsen som netop handler om at have et afgrænset kerneprodukt, som kan tilpasses forudbestemte variabler. Arkitekten er derfor ofte præget af en mental afstandstagen fra systemleverancer i en tro på at det skader variationsmulighederne i det arkitektoniske udtryk. At variationsmulighederne umiddelbart indsnævres vil dog ikke nødvendigvis føre til en konsekvens af mere standardiseret byggeri, tvært imod (se afsnittet omkring Kerne vs. Variant).

**Rådgiverens** rolle er ofte at projektere en given byggesag. Dette betyder at vedkommende har stort kendskab til de funktionelle krav til en konstruktion. I det nuværende regime betyder dette at en konstruktion bliver projekteret unikt for hvert projekt. En af de umiddelbare fordele for rådgiveren ved systemleverancer er at han kan udvikle systemprodukter som potentielt kun skal projekteres én gang. Det er klart at et sådant udviklingsforløb er omkostningsfuldt, men fordelene er, at han efterfølgende kan anvende den samme løsning i flere forskellige byggerier – og dermed minimeres tid og projekteringsomkostninger i fremtidige byggesager. Et eksempel er *Den Modulære Skakt*. Ved kun at have 2 skaktløsninger, kan projekteringstiden afkortes og omkostningerne minimeres. Det til fordel for selve rådgiveren idet vedkommende har styrket sin konkurrenceevne, men også til fordel for bl.a. bygherre mv. som opnår en kortere byggeproces med mindre fejl. Denne tankegang kan virke rationel når den opstilles på denne måde, men virkeligheden er, at flere rådgivere er usikre på deres fremtidige rolle i systemleverancer. De er bl.a. usikre på *Hvad* der skal projekteres når bygningen i stigende grad er forudprojekteret. Denne usikkerhed skaber en naturlig modstand imod systemleverancer og lysten til at involvere sig i systemleverancer er derfor ikke altid til stede i industrien. Omvendt, hvis rådgiverne og arkitekterne ikke involverer sig aktivt i designprocessen risikerer de på sigt at blive presset ud, i og med at flere systemleverandører laver systemløsninger med 'integrerede' designprocesser (Interview CT).

En helt anden mulighed for rådgivere og arkitekter er at udvikle systemleverancer, hvorved de tjener på royalties i stedet for 'time priser'. Den modulære skakt er igen et godt eksempel. Som led i de strategiske overvejelser har NCC besluttet at tilbyde deres løsning til andre rådgivere,



arkitekter mv. Det gør indirekte at NCC vil overtage konkurrenternes designproces af skakten, samtidigt med at kunne tjene på royalties på produktet.

Til spørgsmålet om hvilke aktører der potentielt i fremtiden vil drive udviklingen er svaret: Det er helt åbent! Byggeriets Innovation har forsøgt at placere både materiale producenten, arkitekten og rådgiveren i midten for udviklingen i tre forskellige udviklingsprojekter: Altan.dk, præfabrikeret faceelementer og Den modulære skakt. Alle har vist sig at være kompetente. Det er dog vigtigt at understrege at disse projekter udelukkende fokuserede på delsystemer – IKKE komplette systemer.

En helt anden mulighed er at udviklingen opstår udenfor de traditionelle byggeaktører. Dette opleves ind i mellem i andre industrier, hvor en udefra kommende aktør kan se nogle potentialer og synergieffekter i en industri som industriens medlemmer ikke selv kan se. Et oplagt eksempel er den nuværende konkurrence om mobilmarkedet, som igennem mange år har været domineret af Nokia både markeds-mæssigt og teknologisk. Efter Apples lancering af deres Iphone, er måden hvorpå en telefon anvendes total redefineret. Nokia har forsat størstedelen at mobilmarkedet, men teknologisk er de hårdt pressede, hvilket selvfølgelig også smitter af på deres markedsandele. Det er svært at give et klart bud på om dette vil ske i byggebranchen, men det er klart at truslen potentielt er der, hvis byggebranchen ikke selv er i stand til at forny sig.

Nedenstående tabel illustrerer nogle af de fordele/ulemper der er for de forskellige aktører ved at indgå i et udviklingsforløb af systemleverancer.

	Fordele	Ulemper
Materiale-producent	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stor industri forståelse</li> <li>▪ Større dækningsgrad og egenkapital til at udvikle for.</li> <li>▪ Styrket konkurrenceevne ved at købe, fusionerer mv. sig op i værdikæden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tænker på komponent niveau – ikke hele systemer</li> <li>▪ Mangler kendskab til bygherrer og end-users behov</li> <li>▪ Bundet til nuværende produktions-setup → betænkelig ved at indtræde på andres forretningsområder</li> </ul>
Arkitekt	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stort kendskab til end-user og bygherrers arkitektoniske behov</li> <li>▪ Helhedsforståelse af byggeriet</li> <li>▪ Salg af royalties frem for 'timer'</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kræver stor arkitektonisk frihed, med mange variationsmuligheder.</li> </ul>
Rådgiver	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stort kendskab til funktionelle og konstruktionskrav</li> <li>▪ Salg af royalties frem for 'timer'</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Usikker på deres fremtidige rolle. Fx hvad skal de projektere fremover?</li> </ul>

### Åben og lukket system

En systemleverance karakteriseres ofte som værende **Åben** eller **Lukket** – defineret ud fra systemets fleksibilitet til at interagere sig med andre systemers/komponenters fysiske grænseflader. Som vi så af afsnittet omkring afsnit varians vs. kerne er det vigtigt at understrege at variationsmulighederne ikke har noget direkte at gøre med om systemet er åbent eller lukket. LEGO tilbyder således et hav af mulige kombinationsmuligheder, men betragtes trods det som værende lukket, da legoklodsen kun kan sammenkobles med andre legoklodser.



Forvirringen er ofte total når man diskuterer om en systemleverance er åben eller lukket, for åben og lukket i forhold til hvad? Et typisk eksempel er ONV huse. *Systemleverancer i byggeriet* (Mikkelsen et al 2005, 72) karakteriserer ONV huse som et lukket system, i modsætning til *Byggeriets Innovation* (Vind & Thomassen 2008, s. 77) som anser det for åbent. For at minimere denne forvirring er det vigtigt at forstå til hvilken tid en systemleverance skal være åben eller lukket – *før og under byggeprocessen* eller *efter byggeprocessen*. ONV huse er i denne sammenhæng et lukket system under byggeprocessen, da det som udgangspunkt ikke er muligt at integrere andre delsystemer i byggeriet end dem som er foruddefinerede af ONV huse. Dette er en selvfølge da ONV er systemleverandør på hele byggekonceptet og ejeejer på byggeprocessen. En tommelfinger regel er derfor at jo større systemet er, jo mere lukket er det for andre systemleverandører *før og under byggeprocessen*. Omvendt kan ONV huse karakteriseres som et åbent system *efter byggeprocessen*. ONV huse er bygget ud fra de standarder og normer som er defineret af industrien. Bygherrer har derfor fuld fleksibilitet til at udskifte elementer som vedkommende måtte ønske, eftersom det let kan integreres i det eksisterende system.

En anden væsentlig misforståelse som ofte opstår, er om grænsefladerne er åbne og/eller lukkede *internt* i systemet eller *eksternt*. Altan.dk er et eksempel herpå. Altan.dk har i sin natur åbne grænseflader, så det relativt simpelt kan monteres på en vilkårlig facade – altså er den eksterne grænseflade åben for andre systemer. I modsætning kan Altan.dk også karakteriseres som lukket indadtil. For at foretage renovering på selve altanen kræves adgang til de rette komponenter som fx et gelænder. Det er sandsynligt at Altan.dk er eneleverandør heraf, hvilket gør systemet relativt lukket fra andre leverandører. Altan.dk har derfor nemmere ved at bevare kontrollen efterfølgende over altanen og de after-services som skal udføres. LEGO er omvendt et eksempel på et totalt lukket system, da det udelukkende kan parres med LEGO's egne produkter. Den modulære skakt er et eksempel på et system som primært har åbne grænseflader både internt og eksternt. Skakten kan forholdsvis let integreres i et vilkårligt byggeri og vil også kunne serviceres af andre leverandører efterfølgende. Det er dog vigtigt at understrege at dette er simplificerede eksempler og en systemleverandør sagtens kan anvende begge strategier i sit produkt. I feltet mellem de 2 ydre punkter eksisterer derfor en række hybrider. Diskussionen blandt aktørerne går derfor ikke på om enten eller, men på hvordan balancen skal være. Den følgende figur viser de tre nævnte eksempler.



Figur 41: Eksempler på systemer som er åbne/lukkede internt og eksternt i produktets grænseflader

Den generelle tolkning af rationaliteten anleder ofte til misforståelser blandt byggeriets aktører. For at minimere denne misforståelse, vil der fremover i rapporten refereres til åbent og lukket

system som *'systemets evne til at integrere sine eksterne grænseflader med andre systemer under byggeprocessen'* – med mindre andet er anført.

På baggrund af den mere præcise definition er begrebet, er det centralt at forstå hvilke fordele og ulemper der kan være ved hver produktstrategi. Nedenfor er en simplificeret beskrivelse af nogle af de umiddelbare fordele og ulemper der eksisterer ved hver rationalitet, ud fra ovenstående definition.

### **Det åbne system**

Det åbne system er udviklet til nemt at kunne integreres, tilpasses og bearbejdes i henhold til den enkelte byggesag. Et eksempel er en gipsplade som nemt kan tilskæres de overfladedimensioner der er behov for i byggeriet. Det åbne system overholder endvidere af industrien vedtagende standarder, normer mv. så systemprodukterne let kan kobles sammen eller senere udskiftes med andre systemer. Et eksempel er Rockfon som let kan tilpasses i dimensioner i henhold til kundens behov, endvidere kan alle spots/lys tilkobles de eksisterende 230 V system i bygningen – Det kan altså uden større tilpasning integreres i det eksisterende system. Den umiddelbare fordel er selvfølgelig at det giver stor fleksibilitet i systemet og at det let kan udskiftes med andre systemer. Udviklingsomkostningerne er typisk også mindre, da systemet støtter sig til allerede udviklede og afprøvede standarder. Omvendt er systemleverandøren i direkte konkurrence med andre leverandører efter byggeprocessen, da disse let vil kunne overtage eventuelt efter-salg og services.

### **Det lukkede system**

Et lukket er karakteriseret ved at være svært integrerbart med andre systemer og overholder ofte ikke foruddefinerede standarder. Et eksempel er Appels styresystem til deres Iphone. Her er det Appel selv der kontrollerer hvilke programmer der må installeres og anvendes på telefonen. Det er altså lukket for programudviklere som Appel ikke ønsker i deres system, hvilket hæmmer fleksibiliteten i systemet. Omvendt giver det dem stor kontrol over hvad der udvikles til deres system og de har mulighed for selv at udvikle nye programmer som de kan tjene penge på og efterfølgende fjerne evt. konkurrerende produkter. Et lukket system giver altså systemleverandøren mulighed for stor kontrol over værdikæden og mulighed for at skabe sig en unik position i markedet, samt minimerer konkurrencen. Et mere byggenært eksempel er Hjem A/S. Kunden tilbydes en bolig som kan tilpasses ud fra prædefinerede elementer som f.eks. facader, køkken, gulv mv., men systemet er lukket grundet sit ringe fleksibilitet til at tilpasse sig systemleverancer som ligger udenfor. Hjem A/S kan altså ikke tilbyde kunden en facade som kunden vælger hos en anden udbyder. Et andet tænkt eksempel er hvis en systemleverandør beslutter at udvikle en skrue med unikt gevind og som kun kan skrues i med en 5-stjernet skruetrækker. Herved har komponentleverandøren sikret sig alt fremtidigt salg af skruer og skruetrækker, da andre systemer ikke kan anvendes. Det er klart at et lukket system hæmmer anvendelsesmulighederne, og kræver store udviklingsomkostninger, men det giver samtidigt systemleverandøren en unik mulighed for at positionerer sig overfor konkurrenterne og etablere et marked hvor de har mulighed for at styre værdikæden og det efterfølgende salg.

	Åben	Lukket
Kendetegn	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ofte delsystemer</li> <li>▪ Er underlagt fælles standarder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ofte komplette byggesystemer</li> <li>▪ Frihed til at definerer egne standarder</li> </ul>
Eksempler	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gipsplader</li> <li>▪ Rockfon loftsystem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Apple styresystem</li> <li>▪ LEGO</li> <li>▪ 5-Stjernet skrue og 5-stjernet skruetrækker</li> <li>▪ Hjem AS</li> </ul>
Fordele	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Let integrerbart med andre systemer</li> <li>▪ Stor fleksibilitet i hele systemet både i byggeprocessen og efterfølgende servicering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Giver mulighed for at positionerer sig fra konkurrenterne</li> <li>▪ Større kontrol over systemproduktet og efterfølgende servicering</li> </ul>
Ulemper	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Svært at differentierer sig på systemleverancen = større konkurrence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Svært integrerbart med andre systemer</li> <li>▪ Hæmmer købers anvendelsesmuligheder af produktet</li> <li>▪ Kræver ofte større udviklingsomkostninger</li> </ul>

Tabel 29: Overblik over åbne og lukkede systemleverancer

Også når det gælder hvilke aktører der karakteriseres som åbne eller lukkede er holdningerne splittede. Anders Thomsen argumenterer at det primært er producenterne som er lukkede, grundet de ikke er vant til at samarbejde med konkurrenter – hvilket resulterer i at de forpupper sig, ikke uddeler deres viden og søger fælles standarder. Omvendt argumenterer andre at de lukkede systemer primært advokeres af arkitekter og rådgiver, grundet de ønsker at positionere sig fra konkurrenterne ved at lave systemer som ikke er compatible med andres. Dette efterlader altså en splittet branche som ser på systemleverancer forskelligt og ikke syntes at enes om en fælles forståelse og begrebsapparat (standarder for byggenormerne). På trods af det der er ingen indikation på at de to rationaler ikke kan samleve i industrien som to konkurrerende forståelser, som de gør i dag.

### *Customized vs. standardized (Kerne vs. variant)*

Som omtalt tidligere har tankerne bag systemleverancer eksisteret igennem mange år. IT udvikling gennem de senere år har dog muliggjort større varians – customization – i det enkelte produkt end hidtil i industrialiserede produkter. IT har således gjort, at den enkelte producent kan opnå større kontrol i produktionsprocessen, samtidigt med at der er individuelle løsninger indenfor et kerneprodukt.

Konflikten blandt industriens medlemmer er dog ofte: *Hvor stor varians skal der være i et produkt?* Det er klart, at jo større grad af varians der er i et produkt, jo svære er det at opnå fordelene ved at industrialisere det. Et væsentligt element i mass-customization er derfor at systemleverandøren er i stand til at definere klare grænser (til- og fravalg) for sit produkt. Systemleverandøren kan altså ikke forvente at produktet kan indgå i alle tænkelige byggesager (Interview LH). For den modulære skakt gælder f.eks. at den kan dække 80 % af markedet vha. 2 produktarkitekturer eller 95 % ved 3 (Thomassen 2008). Der vil altså fortsat være behov for at en lille del a markedet tilbydes unikke produkter, mens langt størstedelen af markedet har behov for et kerneprodukt som kan tilpasses de fleste behov.

På trods af at industriens aktører ser de umiddelbare fordele ved mass-customization, er der forsat stor usikkerhed og uenighed om hvor stor varians der skal være et i et systemprodukt. Arkitekterne tendenser til at vil have høj grad af varians, så de kan bevare arkitektonisk frihed (Interview MT). Modsat kan argumenteres at for stor grad af varians fører til anvendelse af kendte byggemetoder, produkter mv. Altså stor varians fører ikke nødvendigvis til et mere individuelt arkitektonisk udtryk. Argumentet ligger i at byggeprocessen rent teknisk udfoldes over en given **tid, økonomi og kompleksitet**. Fordi man ikke vil gøre noget ens fra gang til gang, ender man ofte med at tage nogen velkendte løsninger! Et eksempel er en person som skal vælge mellem 21 marmelader – Han vælger kun 2. Når samme person bliver stillet overfor 7 marmelader vælger han 4 (Interview MT). Altså bliver variationen højere på trods af at valgmulighederne er indskrænkede. Et andet eksempel som yderligere understøtter argumentet er LK som tilbød et bredt udvalg af trådløse el-artikler, men solgte stort set intet – I stedet indskrænkede de kundernes valgmuligheder til 5 pakked løsninger, hvorefter efterspørgselen steg. Stor varians i et systemprodukt medfører derfor ikke nødvendigvis større arkitektonisk udfoldelse. Det er dog svært, heri rapporten, at dokumentere om den ene eller anden hypotese er rigtig da data materialet ikke er til rådighed – faktisk er det dog at diskussion skaber splid mellem aktørerne og dermed også hæmmer den kortsigtede udvikling og udbredelse af systemleverancer.

### *Delsystemer vs. komplette systemløsninger*

Som omtalt tidligere betragtes systemprodukter, som en multiteknologisk kompleks del af en bygning. Med andre ord indeholder systemet en række delkomponenter, som udgør et helt system. F.eks. er den modulære skakt opbygget af delkomponenter som en ydre ramme, afløbsrør, vand, ventilation mm. Definitionen af **system** varierer dog blandt branchens aktører. Systembegrebet spænder således over et *delsystem* til et *komplet system* (Mikkelsen et al 2005, s 3). Et delsystem – også kaldet apterede storkomponenter – er systemprodukter som kan integreres i en bygning og som udgangspunkt kan integreres med andre delsystemer. Dette gælder f.eks. *Den modulære skakt* og *Rockfon*. Dette rationale giver relativ stor fleksibilitet i konstruktionen og varians i det samlede arkitektoniske udtryk (Vind & Thomassen 2008, S 86), (Interview MT).

I modsætning, kan man også betragte et systemprodukt som et komplet system – også kaldet apterede rumlige units. I denne sammenhæng betragter systemleverandøren bygningen som ét samlet system. Eksempler herpå er Hjem AS, BoKlok, NCC Komplet og Open House<sup>12</sup>. Ens for disse er at der er én systemleverandør som har kontrol over hele byggeprocessen, samt at variansen i det samlede arkitektoniske udtryk ofte er relativt begrænset - Dette betyder således at bygningen kun i mindre grad kan tilpasses den enkeltes behov. Omvendt er tanken at der kan opnås stor grad af effektivisering af byggeprocessen. En mere moderat fortolkning af komplette systemløsninger er at opdele bygningen i units/rum, som f.eks. badeværelse, køkken mv. Et eksempel er EJ badekabiner som tidligere med stor succes har fremstillet hele badekabiner, som med stor fleksibilitet kan varieres til den enkelte kundes behov i forhold til eksteriør og interiør. At udvikle disse typer af komplette systemer har dog vist sig ofte at være enormt ressource krævende grundet systemets høje kompleksitet – NCC Komplet har således investeret SEK 1

---

<sup>12</sup> <http://ing.dk/artikel/85659>

nia. i perioden 2002-2008. Et andet problem ved de komplette systemer er desuden at det kræver at systemleverandøren kontinuerligt udvikler systemet for at være konkurrencedygtigt overfor andre systemer. De meget høje udviklingsomkostninger besværliggør derfor også mulighederne for at opnå return-of-investment. Finanskrisens indtog kombineret med høje udviklingsomkostninger har således været stærkt medvirkende til at både NCC Komplet, Open House og EJ Badekabiner (den danske division) har måttet lukke gennem de senere år.

På trods af den umiddelbare ulige konkurrence mellem de to rationaler kan der ikke gives et entydigt svar på om det ene eller andet ser ud til at ville dominere i fremtiden.

## Parametre

I de følgende 6 afsnit er hver parameter analyseret og beskrevet

### Teknologi

Systemleverancer handler i stor grad om at spotte nye forretningsmuligheder ved at udvikle multiteknologiske systemer, som er unikke på markedet.

Men hvorfor udvikler virksomhederne ikke i højere grad systemleverancer end der er tilfældet i dag? Der er flere faktorer som har indvirkning på dette, men en væsentlig faktor er, at branchen ingen tradition har for at investere i udvikling af generiske produkter og forretningsprocesser (Hvam og Mortensen 2007, s 10) En del af forklaringen skal findes i at hovedparten af udviklingsaktiviteterne foregår i det enkelte byggeprojekt. At begynde at udvikle målrettet i systemprodukter vil altså kræve at virksomhederne begynder at tænke anderledes end hidtil og ændre deres strategier, organisationer, processer, belønningssystemer mv. så de i højere grad understøtter generisk udvikling. Denne ændring kræver i sig selv betydelige ressourcer og det kan være svært for den enkelte virksomhed at vurdere om investeringen i omstruktureringen kan stå mål med det forretningsmæssige potentiale – man ved hvad man har, man ved ikke hvad man får. Dette er set ud fra en hypotese om at alle virksomheder har et ønske om udvikling og vækst. Det er måske væsentligt at stille spørgsmålet om dette reelt er tilfældet? En stor del af den danske byggeindustri er præget af mindre entreprenør-, arkitekt- virksomheder mv. som fx er familieejede. Disse virksomheder ser ikke nødvendigvis vækst som et mål i sig selv, men er generelt tilfredse med den forretning de har i dag. Virksomhederne kan af samme grund være en barriere for udviklingen af systemleverancer og være utrolig svære at omvende. De er ofte stærkt bundet af tradition og kultur, og forandringer i markedet – fx finanskrisen – tilpasses ofte ved at afskedige eller ansætte folk. De har derfor kun ringe tradition for at udvikle deres processer, forretning, produktteknologier mv. på anden vis. Denne type af virksomheder er stærkt overrepræsenteret i industrien. Systemleverancer som selvstændig niche har derfor også utrolig svære vilkår for at slå igennem og ændre de fundamentale strukturer, kulturer, teknologier, processer mv., når langt hovedparten af virksomheder ikke ser noget incitament til at ændre sig.

En anden væsentlig barriere for den teknologiske udvikling er virksomhedernes samarbejde. Virksomhederne har tradition for at samarbejde på tværs af værdikæden, men samarbejder kun i mindre grad på tværs af leverandørnetværk. Når en virksomhed skal udvikle et multiteknologisk

system kræver det ofte forskellig viden og kompetencer i udviklingsforløbet på tværs af faggrupper. Et eksempel er Rockfon som indgik samarbejde med både Louis Poulsen, Lindab mfl. for at udvikle et integreret system. Dette er ikke en arbejdsform virksomhederne er vant til. I stedet barrikaderer de sig ofte omkring deres kernekompetencer og vil ikke uddele af deres egen viden. Der er altså et behov for at ændre 'alles kamp mod alle' for at understøtte produktudviklingen af systemleverancer (Hvam og Mortensen 2007, s. 10)

Materiale producenterne har i dag allerede stort kendskab til industrialisering og at masse producerer. For at kunne udvikle et systemprodukt er det dog væsentligt at der opnås varians i produktet. For at kunne definere hvilke variabler som er relevante i en systemleverance er det nødvendigt at systemleverandøren har stort kendskab med de egenskaber og variansmuligheder produktet skal have. Dette er ofte utroligt svært at definere, fordi systemleverandøren ikke har kendskab til dette. De kender simpelthen ikke kundens reelle behov. Det er derfor automatisk svært at definere den afgrænsning som et systemprodukt skal have for at kunne opnå fordelene ved mass-customization. Usikkerhed om kundens behov hæmmer derfor udviklingen, da det er svært at definere hvilket produkt kunden reelt ønsker. Systemleverandørerne har altså en udfordring i at forstå kunden.

Mange af byggeriets virksomheder (ikke alle) er i dag bekendt med IKT-systemer (Informations- og Kommunikations Teknologi) i større eller mindre grad – fx CAD systemer, ERP systemer mv. For at kunne styre produktionsprocessen er IKT et centralt værktøj for at styre de variationsmuligheder systemproduktet skal have (Mikkelsen et al 2005, s 335-36)

#### Mekanismer som influerer på udviklingen af systemleverancer

Drivende	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ IKT konfigureringsværktøjer kan i stigende grad anvendes til at styre systemproduktets variansmuligheder, forretningsprocesser, produktion mv.</li> </ul>
Hæmmende	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Systemleverandøren har svært ved at definere systemproduktets variansmuligheder grundt at han ofte ikke har det fornødne kendskab til kundens behov.</li> <li>▪ Byggeriets aktører har tendens til at forpuppe sig omkring kernekompetencer og ikke indgå i tværfaglige udviklingsforløb. Dette hæmmer udviklingsmulighederne af multiteknologiske systemprodukter.</li> <li>▪ Ikke alle aktører i byggebranchen ser vækst som et mål i sig selv, men er ofte 'blot' interesseret i at bibeholde deres nuværende forretning.</li> </ul>

#### Markedet

At bygge ud fra filosofien bag systemleverancer, medfører ofte helt nye forretningsmuligheder som ikke før er set i markedet. Eksemplerne er mange og inkl. både Rockfon, Altan.dk, NCCs installations-skakt mfl. Fælles for disse er bl.a. at de alle tilbyder produkter til markedet som ikke er set tidligere. Dette er selvfølgelig et resultat af, at virksomhederne har redefinerede deres *processer og produkter* (se afsnittet omkring kernerdefinition), men det giver virksomhederne en unik mulighed for at positionere sig fra konkurrerende virksomheder eller indtræde på markeder som er helt uden konkurrence – ofte kaldet en blue-ocean strategi. En af de absolut stærkeste drivkræfter er derfor at systemleverancer skaber unikke forretningsmuligheder, som kan styrke virksomhederne yderligere i et marked, som ellers er præget af stærk konkurrence.

Forretningsmulighederne bliver dog ofte tilsidesat for de udfordringer, som virksomhederne står overfor. *Det danske byggemarked er for lille til at udvikle systemleverancer til –*

*Afsætningspotential* og *volumen er simpelthen utilstrækkeligt* (Mikkelsen et al 2005, s. 41 samt Interview LH). Dette siges ofte at være en væsentlig forklaring på hvorfor den danske byggebranche ikke i større grad investere i produktudvikling, produktionsapparater mm. Dertil kommer at flere af aktørerne mangler kendskab til kundernes behov. Især sidstnævnte syntes at være roden til den indledende sætning.

*Nationalt* betyder det at aktørerne ikke har den fornødne indsigt i hvilke attributter/egenskaber som er relevante når de skal afsætte deres produkter indenlands. Et argument er, at kunderne ofte ikke kender deres egne behov, samt de teknologiske muligheder i markedet (Mikkelsen et al 2005, s. 41). En bygherre (i denne sammenhæng også end-user) er oftest interesseret i totalentreprisen – ikke de bagvedliggende teknologier. Dette betyder at entreprenøren ofte prioriterer kendt og afprøvet teknologi, frem for at afprøve ny, som potentielt fordyrer og forlænger byggeprocessen. Dette betyder også at systemproducenterne skal skabe et ukendt behov, i modsætning til at udfylde et kendt behov. Systemproducenten er derfor ofte nødt til at skubbe (push-effekt) en ny teknologi ud på markedet, før kunderne reelt efterspørger produktet (Mikkelsen et al 2005 s. 36 samt interview LH). En måde at omgå dette problem er ved at involvere bygherrer i større grad i udviklingsprojekter, mener Anders Thomsen. I de projekter som til dato er blevet afviklede, er bygherrerne kun i ringe grad repræsenteret i projekterne. En løsningsmulighed var at inviterer fx Bygherrerforeningen til at deltage mere i udviklingsprojekterne (Interview AT). De vil kunne bidrage med viden om deres og end-users behov. Endvidere vil det kunne forøge kendskabet af systemprodukter, forøge efterspørgslen, samt minimere den modstand som ofte mødes i branchen.

En anden udfordring er, at det ofte er svært at estimere det økonomiske potentiale af en systemleverance, når man ikke kender kundens behov. Dette er sandsynligvis medvirkende årsag til at de danske byggeaktører ikke i højere grad er involveret i systemleverancer. Omvendt har der i flere tilfælde vist sig at være et betydeligt potentiale i Danmark alene, for at udvikle systemleverancer. Altan.dk som udelukkende fokuser på det danske marked (2008) havde en omsætning på DKK +150 mio. Et andet eksempel er NCC's *den modulære skakt* som potentielt kan afdække 80 % af alle boliger blot ved 2 systemprodukter (Beim et al 2009, s 105 og Thomassen 2008, s 10). Dette projekt koncentrerer sig også udelukkende om det danske marked. Der kan altså stilles spørgsmålstejn ved om Danmarks lille størrelse reelt er problemet eller om det måske i højere grad er en kollektiv manglende forståelse/indsigt i kundens behov.

*Internationalt* repræsenterer systemleverancer et enormt uudnyttet potentiale. Internationalt er systemleverancer stadig kun i sin vugge, men alle de interviewede spår at det kun er et spørgsmål om tid inden systemleverancer for alvor slår igennem på det internationale marked. Hvis danske virksomheder skal have del i den udvikling kræver det derfor at de allerede nu begynder at omstille sig til det nye regime, hvis de vil undgå at blive overhalet og udkonkurreret af udenlandske virksomheder som opererer i Danmark. Flere større danske virksomheder har set mulighederne ved at go-global, mens andre presses hårdt af den internationale konkurrence fx i form af billig arbejdskraft.

Det er dog ikke uden udfordringer at go-global for mange af de især mindre virksomheder. Det kræver – som for det nationale marked – stor indsigt i lokale forhold som kundernes behov,

byggetraditioner, nationale regelsæt mv. (se policy afsnittet). Et typisk eksempel kan være EJ Badekabiner, som har erfaret at der er stor variation for om et land prioriterer lette- eller tunge konstruktioner i deres byggeri (Beim, Nielsen og Vibæk 2009, s 98). Det kræver altså betydelige investeringer for at forstå nationale lovkrav, kundernes behov, byggetraditioner ol. Dertil kommer at virksomheden muligvis skal investere yderligere i produktudvikling for at kunne tilpasse sit produkt til det udenlandske marked. Alt dette forudsætter selvfølgelig at virksomheden besidder de fornødne kompetencer (og erfaring) eller på anden vis kan købe sig til det (Mikkelsen et al 2005, s. 10). Den internationale byggebranche er altså præget af en stor grad af kompleksitet, samt specialviden som relaterer sig til det enkelte land. Den danske byggebranche er i stor grad præget af mindre virksomheder, som ikke vil kunne være i stand til at håndtere denne opgave – rent kompetence og investeringsmæssigt. Industrien står altså overfor nogle betragtelige markedsmæssige udfordringer, hvis de fremover skal være konkurrencedygtige i både et nationalt og internationalt marked.

### Mekanismer som influerer på udviklingen af systemleverancer

Drivende	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nye forretningsmuligheder, som ikke findes andre steder i markedet</li> <li>▪ En styrket konkurrenceevne på eksisterende markeder ved at positionere sig</li> <li>▪ Internationalt er der et enormt uudnyttet økonomisk potentiale for danske systemleverandører.</li> </ul>
Hæmmende	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ De danske byggeaktører mangler indsigt i kundernes behov, samtidigt med de har svært ved at vurdere det økonomiske potentiale af et marked. Dette gør at de automatisk er tilbageholdende med at investere i udvikling af nye produkter og markeder.</li> <li>▪ Bygherre og end-user kender ofte ikke mulighederne i systemleverancer. Dette gør det sværere for systemleverandørerne at afsætte deres produkter. Et løsningsforslag er at involvere bygherrerne mere i forsknings- og udviklingsprojekter, hvor igennem kendskabet bliver udbredt og afsætningsmulighederne større. Problemet er her at mange bygherrer er engangsbygherrer eller uerfarne og er formentlig ikke interesseret i at indgå i dette af økonomiske årsager.</li> <li>▪ Danske virksomheder har ofte ikke den fornødne indsigt i nationale bygge-regulativer, kulturer eller kunde behov. Dette, kombineret med krav om store investeringer er en barriere for flere virksomheder til at go-global.</li> <li>▪ Den danske byggebranche er præget af mange mindre virksomheder. Disse besidder ofte ikke de fornødne kompetencer og/eller økonomiske ressourcer til at udvikle deres markeder og nye produkter.</li> </ul>

### Kultur

Det siges ofte at byggebranchen er meget traditionsrig hvor arbejdsgange, roller, kulturer, værdier mv. kun udvikles langsomt. Branchen har derfor kun udviklet sig inkrementelt over de seneste årtier. En del af forklaringen findes i at det nuværende regime er meget fastlåst – et fænomen som ofte kaldes lock-in. Lock-in referere til at det er ekstremt svært at bryde med eksisterende strukturer, processer, roller, værdier, traditioner mv. Der findes mange forklaringer på hvorfor denne tilstand et opstået (se afsnittet policy og videnskab), men en væsentligt grund er at branchen er stærkt silotænkende i sine roller – altså er rollerne meget fag/funktionsopdelte. Dette betyder at rollerne er meget veldefinerede, men samtidigt meget statiske i sin natur. Konsekvensen er, at hver funktion/fag er ansvarlig for sit unikke fagområde, men samtidigt er der ingen/begrænset erfaringsudveksling på tværs af rollerne. Dette



besværliggør optimering af arbejdsgangene på tværs af værdikæden. Et andet problem er, at alle eller ingen har ansvar for overgangen mellem processerne – i en byggesag fører det ofte til fejl og mangler, som skal udbedres sidst i projektet. Systemleverancer tager i større grad ansvar for hele processen (se afsnittet rationale). Det er dog ikke lige til at ændre rollerne, da det vil kræve at fagområderne og forretningsområderne vil blive redefineret og at systemleverandørerne overtager en større del af processen. Det skaber usikkerhed blandt aktørerne i henhold til hvordan deres fremtidige rolle skal være. Fx kan det få konsekvens for en del mindre entreprenørvirksomheder og håndværkere, som sandsynligvis vil skulle arbejde tværororganisatorisk og være ansatte på fabrik, frem for en byggeplads. Arkitekterne er måske bange for at deres arkitektoniske frihed forsvinder, mens detaillerede risikerer at forsvinde, som resultat af at systemleverandørerne overtager en større del af værdikæden og sælger direkte til bygherrer. Det er klart at sådanne ændringer vil skabe usikkerhed og modstand blandt mange aktører – Anders Thomsen mener lige frem at visse aktører bevidst ikke deltager i udviklingen af systemleverancer, da de føler det kan true deres nuværende position, magt og indtjening (Interview AT). Uden yderligere sammenligning er flere aktører bange for at der vil ske det samme i byggeindustrien, som mange andre brancher. Et ex er boghandlerne som har mistet stor indtjening og måtte lukke mange steder, som resultat af at forbrugerne bestiller over internettet.

Et andet argument som også ofte fremføres er, at aktørerne er bange for at bryde med den eksisterende struktur – ikke fordi de ikke ser og tror på mulighederne for systemleverancer, men fordi de er bange for hvordan andre vil reagere på det. Når man ændrer sine arbejdsprocesser og sin rolle så radikalt, indbefatter det at man indtræder på andres domæne, hvilket er forbundet med en risiko for at kunder og leverandører boykotter en (Hvam og Mortensen 2007, s. 10). Et ex er Rockofon som skulle ansætte egne håndværkere til montage af deres loftsystem. Da bestyrelsen blev bedt om at oprette en entreprise afdeling var svaret nej. Begrundelsen lød at vi ved noget om at producere – ikke lede og styre håndværkere. Eksemplet er måske rettet mod manglende kompetencer i virksomheden, men det illustrerer alligevel den forsigtighed virksomhederne har for at indtræde på andres domæne og den udfordring systemleverancer står over for (Interview MT).

Eksemplet påpeger desuden nogle af de organisatoriske udfordringer virksomhederne står overfor. For at virksomhederne kan omlægges og begynde at tænke i systemleverancer kræver det et andet organisatorisk setup. Det kræver bl.a., at der udvikles generiske produkter som kan indgå i mange byggesammenhænge, i modsætning til i dag hvor der typisk bygges i henhold til den konkrete byggesag. Det kræver, som vi så i teknologiafsnittet, et andet produktions setup, et andet salgs- og marketing setup, en montage afdeling osv. Dette er nogle tankemønstre som har svært ved at sameksistere med den nuværende måde at organisere sig på og som derved hæmmer implementeringen af systemleverancer. Mikkel Thomsen nævner Altan.dk som eksempel. Cirka 2/3 hende i udviklingsforløbet, besluttede direktøren at oprette en selvstændig SBU til at drive projektet og forretningen videre. Mikkel Thomsen mener dette dels var drevet af nogle personlige motiver, men også en rationel tænkning om de konflikter som vil kunne opstå hvis de to organisationer blev drevet som én.

En anden væsentlig ændring mellem det nuværende regime og systemleverancer er den samarbejdskultur som virksomhederne har mellem hinanden. I dag er byggeriet projektorienteret, hvor det ofte er forskellige konstellationer af partnere fra hver byggesag. Den projektorienterede byggekultur indvirker at aktørerne ofte fokuserer på at optimere det enkelte projekt, frem for at tænke i længerevarende udviklingsforløb. I stedet optimerer de på deres eksisterende kerneområder og tænker meget på at optimere egen profit i det enkelte projekt. Iflg. Lars Hvam medfører det, at virksomhederne har en tendens til at forpuppe sig omkring sine egne forretningsområder og ikke har én fælles dagsorden. Fx mener han, at en af grundene til at Rockfons loftsystem ikke er slået igen på markedet, er de involverede parter – Rockfon, Louis Poulsen, Lindab mv. – ikke arbejder sammen i et partnerskab, men Rockfon står som procesejer, mens de andre agerer som traditionelle underleverandører. Der er altså fortsat en grad af konkurrence mellem dem, hvor hver virksomhed plejer sin primære forretning, frem for at understøtte den potentielle forretning de kan få sammen. For at virksomhederne kan omlægge sig til systemleverancer kræver det altså, at de i større grad er i stand til at indgå i samarbejder og/eller joint-ventures på tværs af værdikæden, samt er villige til at omlægge/redefinerer egne forretningsområder.

#### Mekanismer som influerer på udviklingen af systemleverancer

Drivende	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systemleverandøren vil indtræde på andre aktørers domæne og ansvarsområder. Det muliggør større kontrol over værdikæden og mulighed for at optimere indtjeningen.</li> <li>- Fokus på længerevarende udviklingsforløb frem for projekter. Det medfører mulighed for udvikling af generiske produkter som kan anvendes og sælges i flere byggesager.</li> </ul>
Hæmmende	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Branchens aktører er fastlåste i deres nuværende rolle, hvilket gør at de har svært ved at bryde ud af det eksisterende regime og indgå i systemleverancer – dette fænomen kaldes ofte lock-in. Lock-in er typisk grundet usikkerhed blandt aktørerne ang. rollefordeling, indtjening mv.</li> <li>- Systemleverancer kræver radikalt ændrede arbejdsprocesser, som medfører at visse arbejdsopgaver vil overgå til andre aktører i branchen. Flere aktører er bange for at fremprovokerer denne udvikling da det kan medføre boykot fra kunder, leverandører ol.</li> <li>- Systemleverancer kræver nye tankemønstre og organisatoriske modeller i forhold til salg, produktion, montage osv. Det kræver derfor større omstruktureringer i virksomhederne og potentielt udskillelse fra eksisterende forretningsområder.</li> <li>- Virksomhederne har en tradition for at arbejde projektorienteret og ikke søge længerevarende udviklingsforløb med andre partnere. For at overgå til systemleverancer kræves en større grad af langsigtet samarbejde og åbenhed, i modsætning til at forpuppe sig om egne forretningsområder.</li> </ul>

#### Policy

Byggebranchens udvikling har en lang tradition for at være drevet af politiske reguleringer fx gennem bygningsreglementet, standarder, normer mv. Det, at det offentlige stiller krav til at et byggeri skal overholde nogle minimumsstandarder, er derfor i sig selv en drivkraft for at stimulere branchens innovationsevne og lyst til at udvikle nye produkter. Omvendt kan de forkerte standarder, regulativer mv. også hæmme udviklingen. Det er derfor også væsentligt at

forstå hvilke restriktioner som kan agere som drivkraft for- eller barriere mod systemleverancer.

De nuværende regler, standarder mm. er tilpasset branchen gennem de seneste mange årtier. Dette betyder naturligvis at de er tilpasset og understøtter det eksisterende regime i byggebranchen. Som det er argumenteret tidligere, er et væsentligt element i systemleverancer at byggeprocesserne, aktørrollerne, industristrukturen mv. redefineres så det kan opnå fordele som højere kvalitet, kortere leveringstid, billigere pris osv. De nuværende regulativer er ikke gearret til at håndtere denne måde at tænke på og karakteriseres derfor ofte som værende en barriere for systemleverancer. Et eksempel er de nuværende licitationsregler ATB 93, ABR 89 mv. som er udviklet til at understøtte de eksisterende processer og aktørroller – ikke systemleverancer. Formaliserede arbejdsgange og processer bør derfor være mere fleksible for andre arbejdsprocesser hvis systemleverancer skal udbredes. (Mikkelsen et al 2005, s 41)

Foruden veldefinerede og standardiserede arbejdsprocesser, er der et behov for at definere grænsefladerne mellem forskellige systemprodukter. Diskussionen opstår i hvordan forskellige systemers snitfald, skal kunne integreres. Som argumenteret (se afsnit om åbne/lukkede systemer) er der forskellige holdninger til hvor standardiserede disse grænseflader bør være, da nogle systemleverandører vil kunne udnytte lukkede systemer til at positionere sig i markedet. Baseret på empiriindsamlingen syntes industrien dog at have et generelt behov for fælles produktplatforme/standarder. Det er dog vigtigt at skelne mellem om standarderne karakteriseres som specifikke eller generiske. Et typisk eksempel på en specifik standard er et krav om x antal mm. isolering i en klimaskærm. I modsætning kan en generisk standard stille krav til at byggeriet skal overholde en given energiramme. Der er et tydeligt behov for, at der bliver formuleret nogle generiske standarder som giver den enkelte systemleverandør større grad af metodefrihed til at udvikle unikke produkter. Omvendt kan det også være nødvendigt at opstille specifikke standarder for konkrete systemprodukter. For at kunne definere hvilke standarder der er behov for, er det nødvendigt, at branchens aktører i fællesskab udfærdiger de standarder der er behov for. Dette gælder selvfølgelig igennem værdikæden (materialeproducent, rådgiver, arkitekt, entreprenør mv.), men det er vigtigt at understrege at det også gælder for systemleverandørerne imellem. Som argumenteret i "afsnit åben/lukket" har producenterne ofte en tendens til at forpuppe sig og ikke gå i dialog med konkurrenterne. For at skabe en succesfuld integration af nye standarder er det derfor nødvendigt at systemleverandørerne i stigende grad samarbejder om fælles standarder, normer mv. på tværs af konkurrenceskel. Endvidere er det også vigtigt at standarderne tager højde for det arkitektoniske udtryk af det samlede byggeri (ikke blot det enkelte produkt). I dag er det svært at pege på en central aktør som skal påtage sig denne rolle. Der findes ingen central organisation, som kan påtage sig opgaven. Et aktuelt bud kunne dog være Industri Netværk, da dette netværk allerede i dag består af en række centrale og tværfaglige aktører – dog har Industri Netværk mere fokus på vidensdeling mellem virksomhederne end policy. (Mikkelsen et al 2005, s 19 og Interview AT)

Et andet centralt problem for systemleverancer er manglende samhørighed og målsætninger for nichen. Efter at Byggeriets Innovation blev afsluttet i slutningen af 2008 har der manglet en organisation som kan være med til at drive udviklingen af systemleverancer ud fra nogle

strategiske målsætninger. Som sagt er Industri Netværk en væsentlig aktør, men det er primært støttet af private initiativer og har derfor ikke den samme økonomiske ballast til at drive udviklingen som Byggeriets Innovation havde. Endvidere er deres fokus primært netværksskabelse og videndannelse, ikke politiske og strategiske mål. Det efterlader altså et tomrum, hvor der ikke er en fællesretning på de initiativer som bliver igangsat der holder momentum i udviklingen. I stedet opstår en række sporadiske initiativer som ikke opnår den fornødne synergi for resten af branchen. Der mangler altså et fælles organ som kan samle industrien på et politisk niveau, dels for at fremme de strategiske målsætninger i branchen og dels for at kunne skabe en fælles platform for standardisering, lovgivnings mv. som kan understøtte systemleverancer i industrien.

Foruden at være en central aktør i byggebranchens udvikling ved at regulere, så har det offentlige også en lang tradition for at støtte konkrete tiltag i branchen rent økonomisk. Denne støttekultur kan have været medvirkende til at pacificere industrien og gjort den mere afhængig af udviklingsstøtte end mange andre industrier (se teknologiafsnittet). Uanset om dette er tilfældet, er det interessante hvordan ressourcerne fordeler sig i branchen. Gennem de senere år har flere nicheinitiativer således modtaget massiv støtte i udviklingsbistand. Dette gælder fx digitalt byggeri og bæredygtigt byggeri, hvor EBST har haft en fremtrædende rolle i udviklingen. Omvendt kritiseres det offentlige for (u)bevidst at underprioritere andre nicheinitiativer som ikke følger de overordnede spor heriblandt systemleverancer. Det gælder således, at alle interviewede ikke mener eller har svært ved at definere det EBSTs rolle i udviklingen af systemleverancer. En del af forklaringen skal måske findes i nichens manglende evne til at organisere sig og at den hverken af industrien selv eller det EBST karakteriseres som én niche, men som sporadiske initiativer (Interview AT). En anden væsentlig kritik af det offentliges støttekultur er, at den ikke udnytter den synergi der kan være ved at lade 2 nicher arbejde sammen. Anders Thomsen fremhæver, at man ikke bør se de forskellige nicher som fragmenterede og uafhængige, men i stedet bør de i højere grad supportere hinanden. Fx, I dag er udgifterne til et LavEnergi hus typisk 15-20 % højere end et traditionelt hus. Ved i højere grad at udnytte systemleverancer vil man kunne reducere de samlede omkostninger for det totale byggeri. Endvidere kan systemleverancer bidrage med mere kompetente løsninger ved at minimere kuldebroer og lufttætheder. Der vil altså kunne opnås både en økonomisk og kvalitetsmæssig gevinst herved.

Et væsentligt element for at opnå fordelene ved systemleverancer er, at man kan opnå en minimumsvolumen, som kan dække systemleverandørens investeringsomkostninger (se markedsafsnittet). For at opnå denne volumen er det ofte nødvendigt at kunne udvikle og producere til et internationalt marked. Dette er dog besværliggjort af nationale restriktioner som ikke er kompatible med danske. Et eksempel er EJ badekabiner som leverer til et internationalt marked. I Norge gælder fx at en badekabine kan godkendes som ét systemprodukt, mens det i Danmark er inddelt i mindre enheder, som typisk kræver on-site installation (Beim et al 2009, s.95). Det, at regulativerne er nationale afhængige, besværliggør derfor udviklingen af produkter, som kan afsættes internationalt. Endvidere skaber manglende overskuelighed og kendskab til udenlandske restriktioner i sig selv usikkerhed i industrien – Dvs. at en systemudvikler på forhånd afskærer sig fra et givent marked alene af den grund at det er for

'besværligt' og ressourcekrævende at sætte sig ind i flere forskellige nationale lovgivninger, standarder mv.

### Mekanismer som influerer på udviklingen af systemleverancer

Drivende	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Det offentlige (EBST) har en central drivkraft der stimulerer udviklingen af systemleverancer både gennem regulering og økonomisk støtte af nye nicher.</li><li>▪ Byggeriets Innovation har tidligere været central aktør for udviklingen. En tilsvarende organisation vil kunne skabe fælles strategiske målsætninger i nichen og agerer som talerør i nichen.</li><li>▪ Fælles standarder, normer mv. er væsentlige for fremadrettet at understøtte innovationen i branchen.</li><li>▪ Nye regulativer, standarder mv. skal kunne indgå i en international kontekst for at gøre udvikling af systemleverancer mere attraktiv.</li><li>▪ Systemleverancer bør karakteriseres som en niche (både af EBST og branchen selv) og lave fælles strategiske målsætninger for udbredelsen i branchen.</li></ul>
Hæmmende	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Byggebranchen har ingen fælles standarder for hvordan de fysiske grænsefald, skal være mellem forskellige systemprodukter – Dette skaber usikkerhed og passivitet blandt aktørerne. Industrien bør være mere progressiv i udviklingen af fælles standarder.</li><li>▪ De danske standarder, normer og regulativer mv. er ofte ikke kompatible med internationale markeder. Dette skader mulighederne for at afsætte systemprodukter med stor volumen og dermed lysten til at investere i systemleverancer. Danmark bør derfor tilpasse sig internationale standarder, regulativer mv.</li><li>▪ EBST og det offentlige har en tendens til at favorisere få udvalgte trends og nicher i byggebranchen, som digitalt byggeri, bæredygtigt byggeri mv., men underprioritere andre nicher og får ikke skabt synergi mellem de forskellige nichers udvikling.</li><li>▪ Nuværende processtandarder som licitationsreglerne ATB93, ABR89 mv. understøtter de eksisterende processer og aktørroller – ikke systemleverancer. Formaliserede arbejdsgange og processer bør derfor være mere fleksible for andre arbejdsprocesser, hvis systemleverancer skal udbredes.</li><li>▪ Der mangler et centralt organ som kan samle nichen og være med til at styre udviklingen ved at opstille strategiske målsætninger og fastsætte standarder, normer og påvirke lovgivningen.</li></ul>

### Industri

Byggebranchen karakteriseres ofte som meget konjunkturfølsom (Interview LH) og er yderst afhængig af den generelle samfundsøkonomiske udvikling. Dette ses tydeligt som konsekvens af den igangværende finanskrisen, som har været ekstremt hård ved byggeriet. Finanskriser og andre negative konjunkturændringer har derfor også en naturlig negativ indvirkning på branchen. Langt de fleste virksomheder kryber sammen i krisetider og fokuserer på deres kerneforretninger, mens alt overflødig fedt skæres fra. Udviklingsaktiviteterne skæres også fra og virksomhederne gør hvad de altid har gjort bare i tyndere organisationer. Det samme sig gældende for systemleverancer hvor initiativerne også syntes at være aftagende de seneste 2 år. Det er vigtigt at understrege, at denne udvikling sandsynligvis ikke alene skyldes finanskrisen, men også at Byggeriets Innovation blev afviklet i 2008.

Men hvorfor udnytter virksomhederne ikke finanskrisen som et 'window-of-opportunities'? Her skal man være opmærksom på at virksomheder i byggeriet ofte har en relativ lav overskudsgrad,

der gør at det kan være svært at investere. Alle omkostninger skal dækkes af de projekter den enkelte virksomhed arbejder på til forskel fra produktionsindustrien. De virksomheder som rent faktisk er solvente kan udnytte situationen til at skabe sig en unik position over for konkurrenterne ved at udvikle nye produkter, markeder, processer mv. så de er klar til at erobre markedsdele når krisen er aftaget. Et eksempel er JYSK, som anvender krisen til at indtræde på det kinesiske marked, mens konkurrenterne står svagt og lokaler, arbejdskraft mv. er billig. På samme måde kan virksomhederne i byggebranchen anvende finanskrisen til at styrke deres positioner overfor konkurrenterne. En mulighed er at anvende den overskydende kapacitet/arbejdskraft til at udvikle nye systemprodukter og få dem afprøvede og gennemtestet, så de er klar til lancering når markedet er i fremgang igen. Tilsvarende kan virksomhederne arbejde med at opbygge nye salgskanaler, distributionssystemer, produktionsfaciliteter mv. så det organisatoriske setup og processerne er klar. En anden mulighed er at etablere sig globalt, så der er mulighed for at opnå større volumen af systemprodukter. Mulighederne er altså til stede, virksomhederne reagerer ved at forsvare det eksisterende frem for at udnytte nye muligheder. Det er derfor heller ikke utænkeligt at finanskrisen ikke vil have haft nogen langsigtet effekt på branchen og systemleverancer, men at tingene falder tilbage til de rutiner som hidtil har været gældende.

Øget globalisering kan både være med til at understøtte og hæmme udviklingen af systemleverancer. Et nært eksempel er den øgede anvendelse af østeuropæisk arbejdskraft. Østeuropæerne tilbyder billig arbejdskraft, som let kan udkonkurrere dansk i mange byggesager. En anden væsentlig fordel ved den billige arbejdskraft er, at den ikke kræver nogen radikal ændring i industrien som f.eks. ændret organisatorisk setup, ændring af samarbejdskulturer, produktudvikling mv. Endvidere kræver det ikke, at aktørrollerne ændres – arkitekterne vil derfor stadig bevare deres arkitektoniske frihed, grossisterne vil bevare deres position som mellemhandler osv. Østeuropæisk arbejdskraft vil derfor også let kunne implementeres i det eksisterende regime – hvilket det jo allerede er. Umiddelbart er det kun det danske håndværksfag som står til at tabe denne udvikling, men også systemleverancer står i indirekte opinion til denne udvikling qua at både systemleverancer og østeuropæisk arbejdskraft tilbyder et prisbilligt alternativ til det nuværende/gamle regime. Men hvorfor skal industrien ikke blot vælge den 'lette' løsning med østeuropæisk arbejdskraft når den er så let at implementere? Svaret findes naturligvis i de andre fordele med systemleverancer tilbyder som mindre fejl i byggeriet, højere kvalitet, hurtigere leveringstid osv. Men også politiske argumenter kan føres som fx at systemleverancer i større grad kan være med til at bibeholde arbejdspladser i Danmark og systemleverancer kan være med til at understøtte økonomisk vækst gennem nye eksportmuligheder.

Den øgede globale konkurrence udspiller sig også på andre fronter som kan være med til at true eller understøtte systemleverancer. Rådgivere, arkitekter og materialeproducenter søger derfor i stigende grad til udlandet for at udvide deres markeder, men også for at sprede deres risici. Når de lokale markeder – som Danmark – har negativ vækst, vil en global virksomhed i stedet kunne udnytte den fremgang som findes på andre markeder som f.eks. i Kina. Som omtalt tidligere skal en systemleverance ansues som et generisk produkt som kan anvendes i forskellige byggesager.

Det er derfor sandsynligt at systemleverandøren vil kunne opnå stordriftsfordele ved at indtræde på et globalt marked med systemprodukter som er udviklet til en bred kreds af kunder. En anden konsekvens af globalisering er, at materialeproducenterne i stigende grad presses af konkurrerende produkter fra Østeuropa og Asien, hvilket blandt andet tvinger flere producenter til at omlægge deres produktionsaktiviteter til lavtlønslande for at nedbringe produktionsomkostningerne på det enkelte produkt. Denne udvikling er derfor med til at nedbringe de samlede materialeomkostninger i et byggeri. Umiddelbart kan dette ses som en trussel mod systemleverancer, da incitamentet for at investere i udvikling mindskes når der konkurreres på pris. Omvendt giver det netop en unik mulighed for at udvikle nye produkter, som kan tage kampen op mod udenlandske producenter, ved i større grad at udvikle unikke produkter, som gør det nemmere kan positionere sig. Endvidere giver det mulighed for i større grad at forædle det endelige produkt i Danmark, ved at systemproduktet er et multiteknologisk komplekst produkt, som kræver væsentligt højere grad af know-how end enkeltkomponenter. Sagt anderledes, systemleverancer giver mulighed for i større grad at konkurrere på globalt plan og bevarer lokale arbejdspladser.

#### Mekanismer som influerer på udviklingen af systemleverancer

Drivende	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Finanskrisen åbner muligheden for at virksomhederne styrker sin markedsposition ved at udvikle nye produkter, redefinerer deres processer, indtræde på nye markeder mv.</li> <li>▪ Generiske produkter giver mulighed for at sprede systemleverandørens risici på et globalt marked, samt opnå større volumen af produkterne.</li> <li>▪ Systemleverancer er multiteknologiske og komplekse produkter, som kræver stort know-how, hvilket giver mulighed for at differentiere sine produkter fra lavteknologiske produkter/komponenter.</li> <li>▪ Systemleverancer kræver højere grad af know-how og forædling, hvilke gør det mere attraktivt at producere lokalt i Danmark som derved kan bibeholde arbejdspladser.</li> </ul>
Hæmmende	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Finanskrisen gør at virksomhederne fokuserer deres ressourcer på kerneforretningerne og kortsigtede investeringer, mens nye muligheder, som fx produktudvikling, bliver skåret fra.</li> <li>▪ Østeuropæisk arbejdskraft kan hæmme udviklingen af systemleverancer, da begge bl.a. konkurrerer på pris. Samtidigt kan østeuropæisk arbejdskraft let implementeres i det eksisterende regime – i modsætning til systemleverancer.</li> <li>▪ Materialeproducenter og systemleverandører lave produktionsomkostninger fra lavtlønslande, hvilket for nogle virksomheder kan minimere incitamentet til at investere i ny udvikling.</li> </ul>

#### Forskning og uddannelse

Igennem de foregående afsnit er der identificeret en række indsatsområder og usikkerheder, som præger udviklingen af systemleverancer. Et væsentligt element i at afhjælpe disse indsatsområder og minimere usikkerhederne er ved at definere hvilken rolle de danske vidensinstitutioner har og bør have i fremtiden.

Allerede i dag er der flere vidensinstitutioner som i større eller mindre grad beskæftiger sig med systemleverancer; her iblandt DTU Management, TI, Arkitektskolen Aarhus og CINARK. Sidstnævnte har således pt. 3 ph.d. studerende tilknyttet institutionen, som direkte beskæftiger

sig med systemleverancer, mens yderligere 2 beskæftiger sig med industrialiseret byggeri. Endvidere er der de senere år igangsat en række udviklings- og forsknings initiativer både støttet af offentlige og private midler. Byggeriets Innovation har i denne sammenhæng været en meget central aktør og har i perioden 2005-2008 igangsat omkring 20 projekter, støttet af ca. DKK 50 mio. fra Realdania og yderligere ca. DKK 30 mio. andre private investeringer. Desuden finansierer de pt. SYSBYG m. 4 ph.d. studerende fordelt mellem DTU (2), CINARK (1) og Ariktektskolen Aarhus (1). Det er klart at disse initiativer har haft en afgørende effekt for kendskabet og udbredelsen af systemleverancer. Nødvendigheden af sådanne projekter bliver da også påpeget af flere af de interviewede, da de bidrager med yderligere erfaringer og skaber succeshistorier som kan sprede sig til den resterende industri – der er altså utrolig meget læring og viden gemt i disse projekter. Et af problemerne med denne type af initiativer er, ifølge Anders Thomsen, at projekterne ikke bliver forankret i industrien. Problemet er typisk, at et projekt udføres frem til prototype (sandsynligvis med succes), men efterlades typisk pga. manglende økonomisk- og/eller kompetencestøtte efterfølgende – mange virksomheder har simpelthen ikke de fornødne ressourcer til selv at overtage projektet og realiserer/kommercialiserer det, og projektet går tabt sammen med en stor del af den oparbejdede viden. Det samme har vist sig at ske på organisatorisk niveau da Byggeriets Innovation blev afsluttet. Efter at have været den retningsgivende organisation, er der nu opstået et tomrum, som endnu ikke er overtaget af andre aktører (se desuden afsnit policy). Der er altså et behov for at der i større grad bliver fokuseret på opgaverne der ligger efter prototypen, og at virksomhederne bliver kompetente til selv at overtage dem.

Foruden ovenstående er der selvfølgelig en række andre forskningsrelaterede problemstillinger, som endnu er meget uklare. Hvam og Mortensen (2007) fremhæver og indkredser nogle af de forskningsindsatser som er nødvendige for at understøtte systemleverancers udvikling. Eksempler herpå er:

- Man mangler kompetencer til at udvikle varierende systemprodukter til et helt marked og de tilhørende forretningsprocesser, der skal projektere, producere og installere de enkelte kundetilpassede systemprodukter. Desuden mangler der metoder til systematisk at identificere kundesegmenter og registrere kundernes input og præferencer i de enkelte kundesegmenter (Hvam og Mortensen 2007, s 10) (Interview AT)
- Nogle af de vigtigste indsatsområder for en forskning indenfor systemleverancer vil dels være at udvikle et begrebs- og metodeapparat, der sætter byggevirksomheder i stand til at gennemføre en systematisk udvikling af produkter, forretningsprocesser og forretningsmodeller, og dels en langsigtet holdningsbearbejdning gennem industrisamarbejde, kurser, publikationer og uddannelse af kandidater (Hvam og Mortensen 2007, s 11)
- Det ligger en betydelig udfordring i at skabe arkitektoniske løsninger, der kan fremstilles industrielt og som har en højere arkitektonisk kvalitet end det byggeri vi ser i dag (Hvam og Mortensen 2007, s 12)

Der er selvfølgelig en række andre indsatsområder som kunne have været nævnt ovenfor der er ligeså relevante. Disse vil dog ikke blive beskrevet yderligere her, da de implicit er beskrevet i de andre afsnit. I stedet henvises til (Hvam og Mortensen 2007) for yderligere detaljer.

På trods af at flere videninstitutioner har været involveret i systemleverancer gennem de senere år, syntes vejen dog at være lang før fuldt ud implementeret. Der er stærke indikationer for, at



der er et skel mellem hvad der er forskningsopgaver og hvad der bliver praktiseret på selve uddannelserne. Lars Hvam udtaler at ”... man kan sagtens blive arkitekt eller bygningsingeniør uden at have hørt om systemleverancer” (Interview LH). Der er altså en stærk indikation på at systemleverancer lagt fra er forankret blandt de højere uddannelser. Det samme gør sig gældende på korte- og mellemlange uddannelser – her især tænkte på det tekniske skoler. Disse er stort set ikke er repræsenteret i de forsknings- og udviklingsprojekter som der er gennemført. Dette skyldes måske at der netop er en række uafklarede spørgsmål som relaterer sig til systemleverancer. Men hvis man ser vidensinstitutionerne som en af de væsentligste drivkræfter, bør der måske ske større grad af tværfaglig koordinering for at drive udbredelsen og kendskabet til systemleverancer – mellem universitetsverdenen og de praktiske faguddannelser.

#### Mekanismer som influerer på udviklingen af systemleverancer

<p>Drivende</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der er de seneste par år igangsat flere forsknings- og udviklingsprojekter som har skabt nye erfaringer og læring i industrien – inkl. flere ph.d. projekter støttet af bl.a. Byggeriets Innovation igennem SYSBYG.</li> <li>▪ Byggeriets Innovation har drevet og (delvist) finansieret ca. 20 udviklingsaktiviteter, som har skabt læring i nichen og større kendskab i branchen.</li> </ul>
<p>Hæmmende</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Igangsatte udviklingsaktiviteter efterlades ofte kort før prototypen. Systemprodukterne bliver altså ikke i tilstrækkelig grad kommercialiseret.</li> <li>▪ Der er en række forskningsrelaterede indsatsområder, som skaber usikkerhed i industrien og hæmmer udviklingen jf. (Hvam og Mortensen 2007).</li> <li>▪ Den viden som bliver genereret i forsknings- og udviklingsprojekter, syntes ikke at blive udbredt og praktiseret gennem på de almene uddannelser.</li> <li>▪ Det er primært de højere uddannelsesinstitutioner som praktiserer systemleverancer. Korte og mellemlange uddannelser (især tekniske skoler) bliver kun i minimalt omfang involveret i læringsprocesserne og projekterne.</li> </ul>

