

EFFEKTIVISERING AF DET INDUSTRIELLE BYGGERI



KANDIDATSPECIALE
BYGGERI OG ANLÆGSSEKTOREN
BYGGELEDELSE
AALBORG UNIVERSITET
SONJA DISSING PEDERSEN

Synopsis:

Titel:

**Effektivisering af det industrielle
byggeri**

Projektperiode:

Kandidatspeciale
Forårssemesteret 2009
1. februar 2009 - 3. juni 2009

Specialeskriver:

Sonja Pedersen

Vejleder:

Erik Bejder

Oplagstal: 3

Sideantal: 86

Afsluttet: 3.6.09

Denne rapport tager udgangspunkt i Københavns kommunes 5x5 plan, hvor det er planen er bygge 5000 boliger til 5000 kr. pr. måned.

Indledningsvis er der lavet en historisk gennemgang at hvordan byggeriet er gået igennem en industrialisering. Herefter beskrives det hvad 5x5 planen er og hvorfor der er brug for den.

Igennem en analyse af otte parametre som er med til at udvikle et byggeri, udformes der en problemstilling, hvor spørgsmålet stilles om det industrialiserede byggeri kan effektiviseres.

Problemet analyseres ved at se på de otte parametre igen og se om der er mulighed for effektivisering her. Herefter ses projektet igennem de fem lean principper.

Til sidst udarbejdes en værdikæde for den nuværende situation for de billige boliger og efterfølgende laves der et forslag til hvordan en fremtidig værdikæde kan se ud.

1

Forord

Denne specialerapport er udarbejdet på 10. semester for byggeledelse ved Aalborg Universitet i foråret 2009. Rapportens fokus er primært på industrialiseret byggeri og hvordan dette kan effektiviseres.

I rapporten tages der udgangspunkt i Københavns kommunes 5x5 plan, hvor det er planen er der skal bygges 5000 boliger til 5000 kr om måneden (2005-priser) i København. Når der i rapporten bruges betegnelsen billige boliger, menes der billige boliger som ligger inden for rammerne i 5x5 planen.

Kapitler, afsnit, figurer og tabeller nummereres med tal. Angives der ikke kilder ved figurerne, er disse udarbejdet eller modificeret af undertegnede.

Kildehenvisninger er vist som: [tal, evt. sidenummer] og uddybende informationer om kilderne kan findes i litteraturlisten, bagerst i rapporten.

Der rettes en tak til Kund Erik Busk og Poul Erik Christoffersen fra Kuben.

Aalborg den 3. juni 2009

Indhold

1	Forord	1
2	English summary	5
3	Indledning	7
3.1	Industrialiseringens historie	7
3.2	Kan det lykkes?	11
3.3	Byggesystemer	13
3.4	Ny-industrialisering	16
4	Metode	21
4.1	De otte parametre	21
4.2	Indre og ydre effektivitet	22
4.3	Lean	23
4.4	Interview	24
5	Ideen bag 5x5 planen	27
5.1	Fonden for billige boliger	27
5.2	Er der brug for billige boliger?	29
5.3	Hvad gør en billig bolig billig?	30
5.4	Definitionen af en billig bolig	31
5.5	Hvor langt er 5x5 planen.	32
5.6	Fremtidsplaner	36
6	Analyse	39
6.1	Placering	39
6.2	Æstetik	42
6.3	Brugervenlighed	44
6.4	Tekniske egenskaber	45
6.5	Byggeriets miljøforhold	46
6.6	Sundhed og sikkerhed	46
6.7	Tid	47

6.8	Økonomi	48
6.9	Opsamling	49
7	Problemstilling	51
7.1	Uddybning af model	52
8	Effektivisering gennem de 8 parametre	53
9	Lean for industrialiseret byggeri	57
9.1	Leans historie	57
9.2	Lean principperne	58
9.3	Identificer kundeværdi	58
9.4	Skab værdistrømme	61
9.5	Skab flow uden stop	65
9.6	Indfør nye styringsprincipper	70
9.7	Lav kaizen hver dag	75
9.8	Nuværende værdikæde for Billige Boliger	78
9.9	Ny værdikæde	81
10	Perspektivering	83
11	Konklusion	85

2

English summary

The industrialisation of the building industry has been going on for some time now, but with small steps, so it is elements of the building that have been industrialised, elements like windows, precast concrete panel and wood houses in self-assembly kits. But to reorganize the entire building process into a production has not yet been a success.

Fonden for billige boliger (The foundation for inexpensive housing) was established when Copenhagen commune made a plan, the 5x5 plan. This plan should insure that 5000 homes would be built in 5 years, and that they would only cost 5000 kr./month (2005-prices). Because of the global financial situation the project is on standby, and the 5 years can't be kept. However Fonden for billige boliger is still convinced that it is possible to create the 5000 homes within a reasonable time.

The first inexpensive homes have already been built. They are made from modular room sections, which were made in Estonia. This factory also made the next inexpensive home project, that's almost finished, and ready for moving in.

By evaluating the eight parameters: Location, aesthetics, user-friendliness, technical features, environmental considerations, health and security, time and economics, it is shown that there are many circumstances to consider and this report looks into if the industrialised building process can be more

efficient.

By using lean and adapting the theory to the building industry it is possible to make the industrialised building process more efficient. Furthermore by the use of lean, there is in this report made a new value chain that will industrialise the building process, all the way from when the construction programme is made.

In the future, the architect will have the opportunity to design buildings made of modular room sections, before the manufacturer is known. This will be possible as a standard has been made, that gives directions on what specifications the modular room section has.

3

Indledning

I de efterfølgende afsnit vurderes det, hvilken industrialisering byggeriet i Danmark har været igennem, og om det i dag er muligt at lave industrialiseret byggeri samt, hvilke systemer der skal til for at industrialisere byggeri og hvor det ofte går galt. Til slut vurderes det, om der bør være en ny-industrialisering.

3.1 Industrialiseringens historie

Fremstillingsindustriens industrialisering var i gang mange år før det begyndte at komme til byggebranchen. Behovet for industrialiseringen i byggebranchen begyndte for alvor efter 2. verdenskrig. Der opstod der et akut behov for boliger, da der under krigen blev ødelagt flere huse end der blev bygget, at efter krigen blev der flere og flere danskere, skilsmisseraten blev højere og samtidig flyttede flere folk fra land til by.

Presset efter nye boliger blev enorm og i 1947 blev Boligministeriet etableret. Boligministeriet havde som hovedformål at forøge produktionen af boliger, men samtidig opnå et lejeniveau for nybyggeriet som boligsøgende med små indtægter kunne betale. Det var dog ikke manglen på handlekraft, der gjorde, at der ikke blev bygget nok boliger, men manglen på materialer, der gjorde det besværligt at bygge nye boliger, der var mangel på alt, -stål, jern, træ

osv., -endda på faglærte håndværkere. Der var dog et materiale som der var rigeligt af, nemlig sten og grus. Så derfor blev beton svaret, for cement var et indenlandsk produkt og efter krigen var der ledig kapacitet i betonindustrien efter tyskernes store anlægsarbejder. Armering blev der ikke brugt meget af, og behovet for forskalling blev reduceret ved mange kreative tiltag.

Industrialiseringen begyndte med byggeri i beton og på mange byggepladser blev der lavet et elementstøberi i det ene hjørne af pladsen, hvor betonelementerne blev støbt på stedet og så efterhånden monteret i det igangværende byggeri.

I løbet af 50'erne blev det klart, at traditionelle byggerier ikke kunne dække behovet for både boliger, fabrikker og institutioner. Derfor kom de første skridt i retningen af en egentlig industrialisering af byggeriet, dette medførte bla. at Dansk Ingeniørforenings udvalg indførte krav om en fast etagehøjde i statsstøttede byggerier. For at det ikke længere skulle produceres til det enkelte byggeris mål af vinduer osv., kom der i 1958 krav om modulprojektering så vinduer og døre nu skulle holde sig inden for det fastsatte modul. I 1960 blev der indført en fælles byggelov for hele landet og dette gjorde at nu var det de samme regler der var gældende i hele landet og dermed kunne byggeprocessen bedre standardiseres.

I starten af 1960'erne kom de første store byggeriplaner med rigtigt mange boliger, det var Ballerupplanen, Sydlyllandsplanen, Gellerup m.fl. som ikke var det mest spændende byggeri, men det var billigt og hurtigt opført og levede op til den tids idealer om arkitektonisk udformning.

I begyndelsen af 70'erne var der bygget så mange boliger at der stod flere tusinde lejligheder tomme i nybyggerierne. Lige siden disse store planer blev bygget, er der kommet meget kritik af de miljøer, de medfører. I dag er Ballerupplanen, og andre tilsvarende planer, mest kendt som "kransporsbyggeri". Dette navn er givet disse planer, da de er bygget ud fra at kranen skulle flyttes så lidt som muligt, så lejlighedsblokkene står næsten i klumper i den radius som kranen havde. Men kritikken af disse byggeriers arkitektur skyldes ligeså meget, at opfattelsen af arkitekturen skifter. Et eksempel på kransporsbyggeri kan nævnes Gellerupparken som kan ses på figur 3.1

Efter det hurtige, billige boligbyggeri kom oprøret i starten af 1970'erne. Nu var det slut med funktionalismens ordnede arkitektur og kransporsbyggeriet, nu ville folk have individuelt og særpræget byggeri, dette lukkede mange virksomheder og det håndværksmæssige kom i fokus igen.



Figur 3.1: Gellerupparken.

De efterfølgende år blev der derfor bygget lavt og mere personligt. Nu ville folk ikke bo sammen med så mange andre, så der skulle være maks to etager og rækkehuse blev meget populære. Der blev stadig benyttet betonelementer, men det blev på byggeriets præmisser. Ordrene blev derfor mindre og mere krævende i udformning og en langsom af-industrialisering begyndte. Et eksempel på den nye stil kan ses på figur 3.2.

I 1990'erne tager arkitekterne mere over og byggeriet bliver mere vildt og store domiciler skal være specielle og fremstå som en slags varetegn. Men de nye og vildere bygninger kom til at kræve mere planlægning også for stadig at kunne benytte præfabrikerede elementer til det pågældende byggeri. Men det blev samtidigt nødvendigt at benytte den industrielle produktion for at bygningerne ikke skulle blive for dyre.

I 2000'erne er der ikke noget der ikke kan lade sig gøre, det handler bare om at løse problemet. Præfabrikation af byggeelementer bliver brugt i næsten alle af byggeriet faser og der er kommet fokus på, hvordan byggeriet kan være økonomisk og samtidig miljøvenligt, specielt det miljøvenlige har også givet træhuse et comeback, og træhuse kan idag også leveres som et samlesæt, så her har industrialiseringen også gjort sit indtog. Samtidig er det blevet



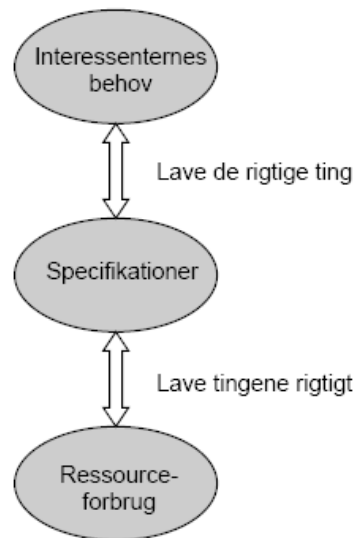
Figur 3.2: Gjesing Nord.

klart at det kan betale sig at regne på det tidsmæssige og økonomiske, hvor der kan spares ved at industrialisere mange af byggeriets elementer og faser. Som eksempel på dette mere vilde og frie byggeri kan Københavns operahus nævnes, denne kan ses på figur 3.3.



Figur 3.3: Københavns operahus

Denne udvikling kan også ses i forhold til figur 3.4. Her vurderes det at 60'ernes planer hører til i den nederste del af figuren, der hvor tingene laves rigtigt i forhold til de behov der er i samfundet på det tidspunkt, det vurderes hvordan ressourcerne kan udnyttes så der bliver lavet



Figur 3.4: Forhold mellem interessenternes behov og ressourceforbrug. [4]

mange lejligheder, hurtigt. I de efterfølgende år kommer oprøret mod dette ensformige byggeri og nu er det i stedet de rigtige ting der laves, dvs. nu tages der mere hensyn til interessenternes behov, hvad der ønskes af brugerne.

3.2 Kan det lykkes?

I dette afsnit vil det blive beskrevet hvordan der er lavet mange forsøg på at industrialisere byggeriets produkt og hvor det er gået galt. Afsnittet er skrevet ud fra [13] og artikler fra Ingeniøren [2] og [3].

Der har inden for de senere år været gjort flere forsøg på at rykke byggeprocessen ind i produktionshallerne og så lave byggepladserne om til montagepladser. I de to næste afsnit vil det blive beskrevet, hvordan henholdsvis NCC og en visionær arkitekt må stoppe fordi det ikke kunne løbe rundt.

3.2.1 NCC Komplet

I 2002 satstede NCC mange penge på to boligfabrikker i Sverige. Dette var et forsøg på at gøre byggeprocessen industriel og dette lykkedes også meget godt, for 90 % af byggeprocessen blev flyttet indendørs.

Fabrikken var opbygget som en produktionshal, der var rent på gulvene og

der var ryddet op. For at processen kunne fungere blev der nødt til at være meget rent, for der blev lavet alt fra opmuring af vægge til tapetsering og lægning af parketgulve og hvis der så havde været støv overalt, ville dette kunne ses på tapetet.

Når der bliver bygget huse på denne måde, er det nødvendigt at der arbejdes med meget små tolerancer for ellers passer rummodulerne ikke sammen, når de skal monteres på pladsen. Selvom fabrikkerne havde ordrer på omkring 600 lejligheder i 2007, var dette ikke nok til, at fabrikkerne kunne blive ved med at løbe rundt, der kom simpelthen ikke nok ordrer ind og efter kun et års produktion og et underskud på over en halv milliard kr. besluttede NCC at lukke virksomhederne.

3.2.2 Arkitektens forsøg

En dansk arkitekt satte sig sammen med en producent og begyndte at udvikle et præfabrikationskoncept, hvor der blev fremstillet typehuse med høj arkitektonisk kvalitet og til en billigere pris end de traditionelle typehuse på det danske marked.

Lige som ved NCC, skulle 90 % bygges på fabrik og så monteres på pladsen. Der var også stor interesse for de nye typehuse, men på trods af dette blev der over en fem årig periode kun solgt 26 huse. Dette projekt blev derfor også nødt til at lukke ned, da kalkulationerne var bygget på en høj udnyttelsesgrad af produktionsapparatet og kunne derfor ikke løbe rundt. Det der var billigt i kalkulationen, blev dyrt i praksis.

3.2.3 Hvad skete der?

Det er nogle af de samme forhold der gjorde at disse to ovennævnte forsøg mislykkedes. I byggebranchen er der nogle andre forhold end i den almindelige fremstillingsproduktion der gør at løsninger som er mulige i den almindelige fremstillingsproduktion ikke kan klares på samme måde i byggebranchen.

Noget af det, der påvirker byggebranchen meget er konjunkturudsving, og dette påvirker også at efterspørgslen ikke er konstant. Dette har især indflydelse på de virksomheder, der har store udgifter til at forrente og afskrive kapitalanlæg og dette er ofte tilfældet når der f.eks. investeres i typehusfabrikker. I de industrielle produktionsvirksomheder bliver der produceret til lager i disse perioder. Denne mulighed har byggebranchen af flere årsager ikke bla. at det er meget store enheder, der skulle stilles på lager og dette er

ikke rigtigt muligt, samt at der i mange tilfælde kræves mulighed for individuelt præg på typehusene, og der kan ikke spås om, hvilke type huse, der ønskes næste gang. Desuden ville kapitalbindingerne i lagrene blive meget store. Noget af det der også adskiller fremstillingsindustrien fra byggebranchen er, at byggebranchen ikke er så globaliseret, så det er ikke muligt at rette typehusene mod udlandet, da det endnu ikke kan betale sig at fragte typehus længere end EU.

Alt i alt kan det siges, at byggebranchen har haft lidt succes med at industrialisere byggeriet i stor grad, men der er bestemt også positiv industrialisering i byggebranchen, nemlig når der er tale om mindre komponenter, såsom vinduer, isoleringsbatts, betonelementer osv..

3.3 Byggesystemer

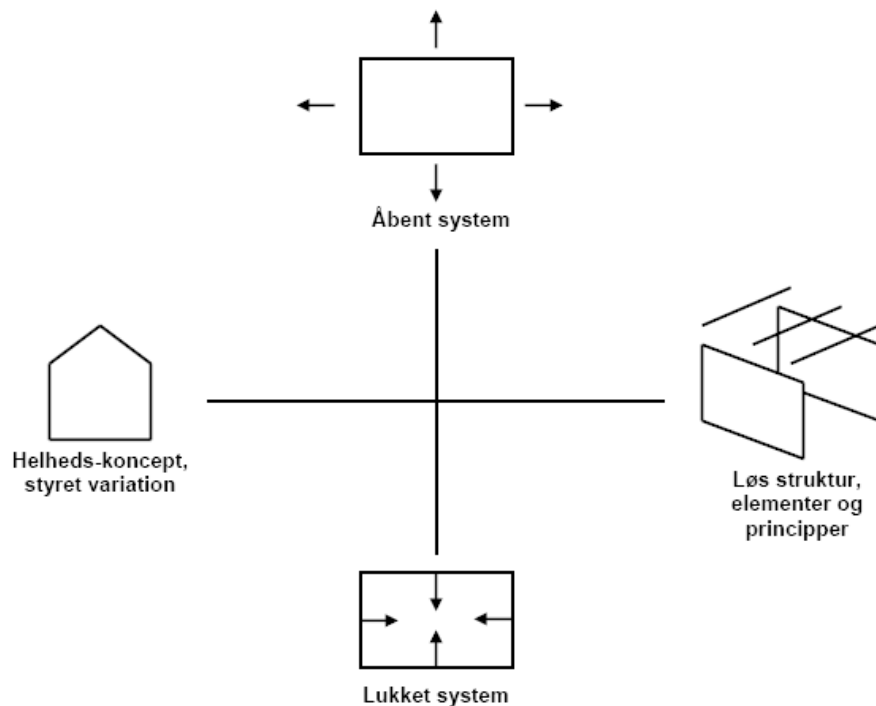
For at kunne industrialisere byggeriet er det vigtigt at fokusere på, hvad der er der ønskes udviklet. Byggesystemer kan nemlig udvikles med fokus på komponent- og elementniveau, såkaldte systemprodukter, som kan indgå i mange forskellige konstruktionsløsninger, baseret på klare byggeprincipper eller der kan være fokus på komplette systemløsninger til hele bygninger eller byggerier, baseret på faste byggekoncepter, såkaldt systembyggeri.

Byggesystemer kan beskrives ud fra åbne og lukkede løsningsrum. Det åbne løsningsrum er baseret på en række principper for hvordan komponenter samles og ikke er betinget af faste kombinationsmuligheder, og det lukkede løsningsrum er baseret på enkelte bygningskomponenter der er indbyrdes relaterede og derfor i stor grad ikke kan tilpasses andre byggesystemer end det det er tiltænkt til.

Ud fra dette kan byggesystemer tilnærmelsesvis beskrives ud fra figur 3.5.

Den vandrette akse viser byggesystemer, hvor byggeprincipper er til højre med løse strukturer og åbent løsningsrum, og hvor byggekoncepter til venstre er med et mere lukket løsningsrum og et helt byggekoncept. På den lodrette akse beskrives de systemprodukter, som indgår i den vandrette akse, hvor der i yderpolerne er henholdsvis et åbent og et lukket system, forstået som systemprodukter, der retter sig mod åbne og lukkede løsningsrum.

Ved åbne løsningsrum og systemprodukter forstås, at de elementer der fremstilles, udføres med en fleksibel grænseflade, så det er muligt at benytte



Figur 3.5: Systemrum for byggesystemer

elementerne, evt. med mindre tilpasninger til andre byggeelementer eller byggesystemer end det de oprindeligt var tiltænkt. Ved åbne systemer er der ofte tale om, at elementerne tilpasses de enkelte byggesager, fremfor at være fremstillet specielt til den enkelte byggesag. Et typisk eksempel på et enkelt byggesystem er traditionelt murværk, som på trods af de få elementer, kan benyttes til utallige løsningssystemer.

Når der er tale om åbne byggesystemer bliver der oftest tænkt på byggeriets procesvej. Procesvejen fokuserer på de udviklingsmuligheder, der kan opstå ved at finde nye samarbejds- og organisationsformer, som f.eks. Trimmet Byggeri, en stram planlægning ved at benytte mere IT-styring eller partnering.

Ved lukkede løsningsrum og systembyggeri er de enkelte byggeelementer indbyrdes forbundet til hinanden i faste kombinationsmuligheder. Disse elementer er ofte udviklet og designet til det enkelte projekt og det er oftest ikke muligt at benytte dem i andre projekter. Men dette er ikke ensbetydende med, at de ikke burde benyttes, for i lukkede løsningsrum findes de

mere unikke løsninger som er med til at gøre landet spændende, det er f.eks. ikke hensigtsmæssigt at lave kirker til et standardiseret produkt, de skulle helst være unikke.

De lukkede byggesystemer, som indgår som del af udviklingsindsatsen af byggeriets produkter, kaldes også produktvejen. Her ses også redskaber til løsning af styringsmetoder, så det er muligt at individuelle løsninger kan produceres industrielt. Dette skal skabe et overordnet designkoncept som indeholder nogle bygningselementer, som gør det muligt at producere huse, der er tilpasset den enkelte kunde, dog kun inden for de grænser, som designkonceptet fastsætter. I denne kategori kan typehusfabrikanterne se, hvor huse bliver industrielt fremstillet, men stadig med mulighed for at kunderne kan vælge bestemte elementer selv.

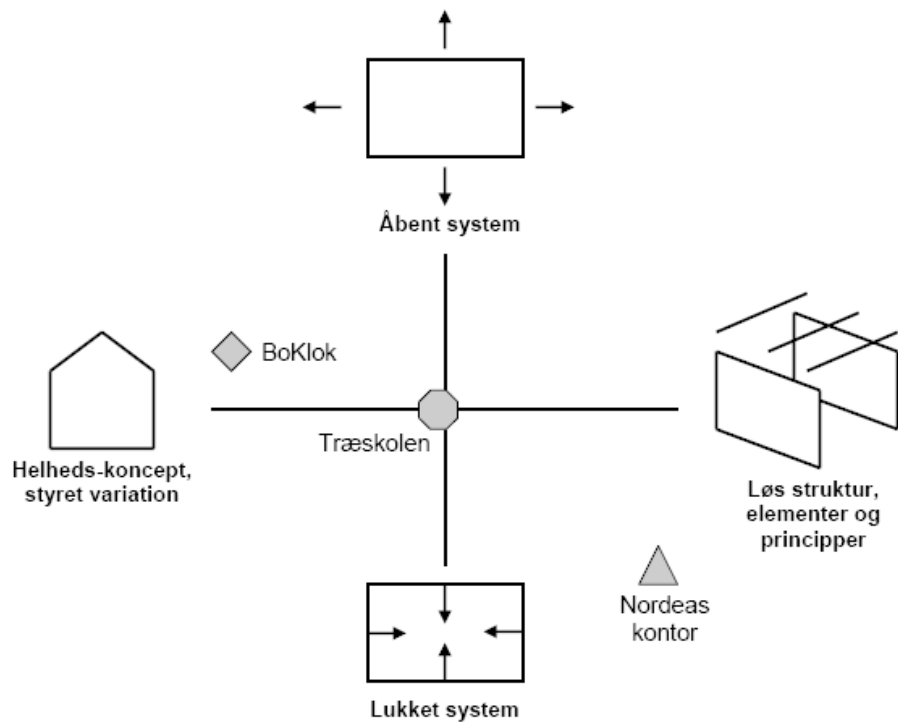
Her er et eksempel på, hvordan industrialiseringen kan benyttes. I det efterfølgende er der tre bud på hvordan det er benyttet og i hvor høj grad det benyttes. De tre bud er indtegnet på figuren som viser systemrummene, dette kan ses på figur 3.6

Den første bud er konceptet BoKlok, som er et samarbejde mellem Skanska og Ikea, hvor hele huse bliver standardiseret og benyttet med enkelte variationer til flere byggesager. Der er selvfølgelig brugt tid på udvikling og design af konceptet, men efterfølgende kan det benyttes som det er med mere eller mindre variation. Dette giver en stor tryghed for kunden, idet denne præcis ved hvad han får og betaler for. Udviklingsomkostningerne er høje i starten, men jo flere huse der sælges, jo større er besparelsen, ligeledes er kvaliteten god, for når håndværkerne først har lært at bygge huset er det gentagelser og dermed opstår der færre fejl.

Det andet bud er en mellemvej, det drejer sig her om træskolen i Biel i Schweiz. Træskolen er opført i rumstore træelementer, som benyttes til klasselokaler og disse moduler er bygget på fabrik. Til gengæld er der brugt mange ressourcer på andre bygningselementer, såsom taget, som er lavet specielt til denne byggesag. Dette er en løsning hvor meget af grundhuset bygges op af rummoduler, dvs. råhuset er industrialiseret byggeri. Derefter kan der benyttes ressourcer på at udvikle nye elementer, som forstærker den funktion, byggeriet skal have og derved udvikle nyt.

Det tredje bud er Nordeas kontorbygning på Christiansbro, som er et unika produkt. Her er der benyttet elementer, der kun kan benyttes til denne byggesag og arkitekterne har sammen med producenter udviklet nye kompo-

nenter som senere er blevet standardelementer, så som lofter, vindusprofiler og glaslameller. Her er alle elementer produceret specifikt til den gældende byggesag og dette skaber med stor sandsynlighed nogle komponenter af høj standard, men der udnyttes ikke at der måske allerede var komponenter der kunne være benyttet, da det ikke fra starten var indregnet i projektet, fordi der var ønske om noget nyt og unikt.



Figur 3.6: De tre bud indtegnet i systemrum for byggesystemer

3.4 Ny-industrialisering

Danmark er det land i verden, hvor det er dyrest at bygge. På top-fem-listen følger Schweiz, Irland, Sverige og Storbritannien. Som de billigste er de afrikanske lande som Ghana og Sydafrika, hvor priserne er en fjerdedel af herhjemme. Dette har mange årsager, såsom løn og kvaliteten af husene. En håndværker i Danmark har en højere løn end en i Sydafrika og et hus i Afrika skal ikke kunne modstå de samme ting som i Danmark, så det er et svært sammenligningsgrundlag. [5].

Dette afsnit er skrevet ud fra [7] hvor ikke andet er anført.

Det kan være en fordel at der kom en ny-industrialisering af byggebranchen, hvor der ikke bare ses på hvordan enkelte elementer kan forbedres, men der laves mass-customization, hvor processerne skal standardiseres, men der skal samtidig være mulighed for personlige tilvalg for den enkelte kunde, sålænge det er inden for konceptets grænser.

Det er tilnærmelsesvist muligt at dele byggesektoren op i fire forskellige markeder:

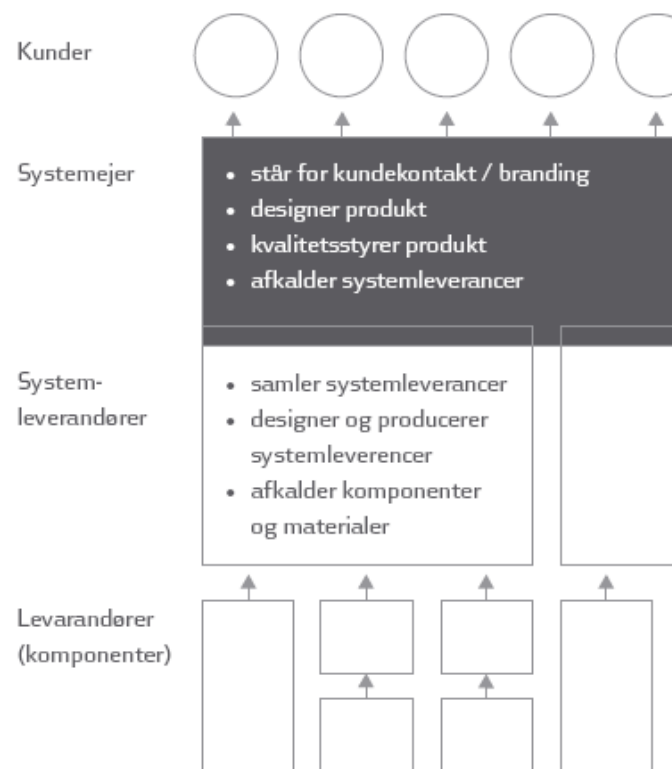
- Det almindelige byggeri, hvor pris og kvalitet hænger tæt sammen, fordi det skal være konkurrencedygtigt. Det kan for eksempel være boligbyggeri, erhvervsbyggeri og landbrugsbyggeri eller det kan være skolebyggeri og børneinstitutioner. Disse byggerier er kendetegnede ved at være større byggerier og ofte erhvervs- eller offentlige byggerier.
- Unikabyggeri, som kan være en koncertsal, en kirke, en villa, osv. Disse byggerier er kendetegnede ved at være skræddersyede.
- Renovering og vedligeholdelse, som investeringsmæssigt er det største indsatsområde i hele byggesektoren. Over halvdelen af omsætningen i byggesektoren ligger her. Kendetegnede ved renovering er at det ofte er mindre entreprenører der udfører et meget specifikt stykke arbejde på en allerede eksisterende bygning.
- Gør-det-selv-markedet. Kendetegnede ved dette er at det ofte er private der forbedrer deres private ejendom.

Så når der er tale om en ny-industrialisering er det vigtigt at målrette det til det marked, hvor det vil have størst chance for at slå igennem og det vil her være det almindelige byggeri, da det skal være konkurrencedygtigt. Det er selvfølgelig muligt at benytte industrialiserede komponenter i f.eks. en villa, men dette er stadig en individuel løsning, hvor der indarbejdes nogle standardelementer og derved bliver slutproduktet stadig et unikaprodukt. Derfor kan der med fordel forkuseres på at ny-industrialisere det almindelige byggeri.

I en ny-industrialisering kunne der være tale om at der kom nogle systemleverandører, der har nogle færdigt gennemtænkte løsninger, som der fremlægges for kunderne og herunder også muligheder for, hvilke dele der kan laves individuelle. Her kunne det tænkes at alt det der ikke kan ses i byggeriet er standardelementer og det der kan ses kan ændres efter kundens ønske.

Det vil sige, at systemleverandøren har et produkt, som er prøvet før og gennemtænkt og derved ved kunden, hvad han får for prisen og det er muligt at køre et sted hen og se det som man får ud af at vælge netop dette system.

En mulig opbygning af organisering af en industrialiseret byggesektor kan ses på figur 3.7.



Figur 3.7: Organisering i en industrielt organiseret byggesektor. [7]

Øverst på figuren befinder kunden sig, det er jo kunden der efterspørger et bestemt produkt og som gerne skulle kunne se, hvad han får. Kunden har kontakt til det næste led, som er en systemejer. Systemejeren kan være flere forskellige virksomheder, som sammen tilbyder et bestemt produkt, f.eks. en skole eller boliger. Det er systemejeren, som står for kontakt til kunden og for design af produktet, men ikke på den klassiske måde, hvor en ingeniør og en arkitekt sidder og detaljerer helt ned til fodlister og skruer, men mere et design af det overordnede koncept for byggeriet. Det er ligeledes systemejeren, der styrer kvalitetssikring og aftaler systemleverancer med det næste led, nemlig systemleverandøren. Systemleverandøren producerer og designer systemleverancerne, denne del kunne bestå af 6-8 systemleverandører, der har

hver deres leverandører, som f.eks. en råhusentreprise, en teknikentreprise osv.. Det er ligeledes de individuelle systemleverandører der har kontakt til det sidste led, nemlig komponentleverandørerne.

Men en stor del af industrialiseringen skal også komme, fordi byggebranchen skal tro på, at det er vejen frem, hvis den skal blive ved med at tjene penge og ikke pludselig lade sig overhale af et typehusfirma fra Kina. Der skal industriliseres, fordi der er en række gode ting i den industrielle måde, at tænke på som skal overføres til byggeriet. Nogle af de punkter der skal fokuseres på er:

- Vi skal have en mere forudsigelig byggeproces, så vi undgår svigt i processen.
- Vi skal undgå de problemner, som vi opdager undervejs på byggepladsen, som ødelægger planlægningen og som ødelægger indtjeningen for de involverede virksomheder.
- Vi skal have færre mangler, så kunden oplever, at han får et tilfredstillende produkt.
- Vi skal have et mere forudsigeligt arbejdsmiljø, og dermed også et mere sikkert arbejdsmiljø.
- Vi skal have en bedre indtjening. Hvis virksomhederne skal udvikle sig, så har de brug for at få en højere indtjening og for at kunne tiltrække kapital. Vi skal skabe et miljø, hvor der er mulighed for mere forskning og udvikling, mere innovation.
- Vi skal give arkitekterne en højere frihedsgrad: Industrielle metoder og brug af nye materialetyper, som giver flere udtryksformer.

Men en del af industrialiseringen er også at kunne bygge billige huse, som kan finansieres af en enlig forsørger med et barn og en mellemindkomst. Så en del af industrialiseringen er også at kunne sælge discount.

4

Metode

I dette afsnit beskrives de metoder og modeller der er benyttet i rapporten og hvorfor disse er valgt.

4.1 De otte parametre

De otte parametre kan karakteriseres som hårde behov eller produktværdier. Dette afsnit er skrevet ud fra [4].

- *Bygværkets placering.* Her kan indbefattes overvejselser om bygningens placering på grunden, i lokalområdet og på landsplan. Desuden om infrastrukturforhold, servicefaciliteter i lokalområdet til kommende brugere og herlighedsværdi.
- *Æstetik.* Herunder bygningens ønskede fremtoning og om den passer stilmæssigt, farvemæssigt osv. til omgivelserne.
- *Brugervenlighed.* Her tænkes især på bygningens indretning. Er gangafstande og rumsammenhænge rimelige? Kan bygningen indrettes og anvendes på en hensigtsmæssig måde? Er der indbygget fleksibilitet? Er antallet af etager hensigtsmæssige i forhold til bygningens anvendelse?
- *Tekniske egenskaber.* Har bygningen de tekniske egenskaber, som er ønsket? F.eks. vedrørende varmeisoleringsevne og konstruktionernes

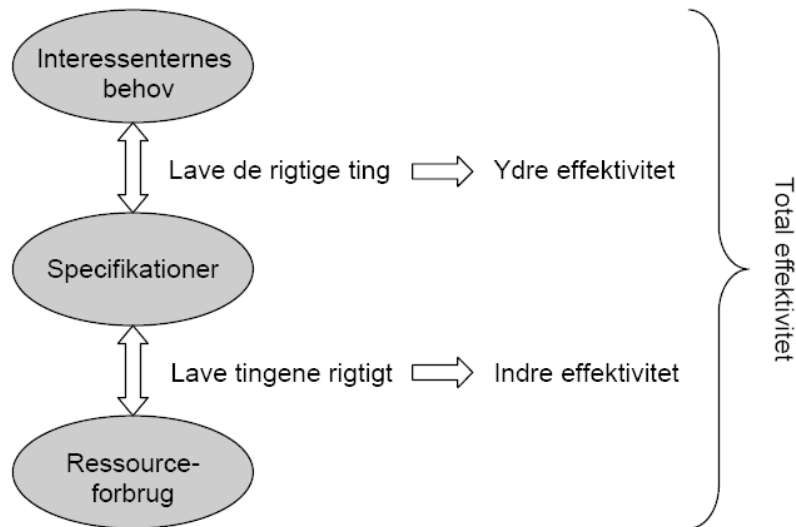
bæreevne. Hvilke materialer er ønskelige både set fra et anlægs- og et driftssynspunkt.

- *Byggeriets miljøforhold.* Både påvirkninger på byggeriets omgivelser i opførelsesperioden og under brug skal overvejes f.eks. støj fra rammemaskiner, transport af byggematerialer evt. LCA analyse m.v..
- *Sundhed og sikkerhed.* Herunder hører overvejelser angående sundhedsmæssige og sikkerhedsmæssige risici i forbindelse med byggeriets opførelse samt under brug. B.l.a. er der lovkrav om, at der inden byggeriet igangsættes skal være udarbejdet en skriftlig plan for byggepladsens sikkerhed og sundhed.
- *Tid* De enkelte parter i byggeriet har typisk forskellige opfattelser af “optimal” realiseringstid. Bygherre ønsker sig normalt byggeriet færdigt på kort tid af hensyn til ønsket om en hurtig ibrugtagning og begrænsning af finansieringsudgifter i opførelsesperioden, mens rådgivere og entreprenører gerne ser længere tid til deres arbejde af hensyn til mere optimal ressourceplanlægning og anvendelse set fra deres synspunkt.
- *Økonomi.* Bygherren tænker her på alle omkostninger, som en byggesag initierer, både i forbindelse med planlægning, etablering, drift og evt. bortskaffelse af bygværket. Bygherren bør over for sine samarbejdspartnere tilkendegive et ønsket niveau for såvel anlægsinvestering som driftsomkostninger således at projekterne bliver tilrettet den ønskede totaløkonomi. Tilsvarende har de leverende parter også deres egne ønsker til byggesagens økonomi herunder et ønske om passende overskud set fra deres side.

Udover disse otte hårde parametre kan parterne, som indgår i en byggesag, også have mere bløde behov, som også kaldes procesværdier eller samarbejdsværdier, f.eks. hvilken samarbejdsform der ønskes i projektet.

4.2 Indre og ydre effektivitet

Dette afsnit er skrevet ud fra [4]. De hårde og bløde parametre kan også ses i sammenhæng med den ydre og indre effektivitet. En forståelse af effektivitetssopfattelsen kan ses på figur 4.1.



Figur 4.1: Definition af indre og ydre effektivitet. [4]

Figuren viser behovet for at skelne mellem det, der kan kaldes indre og ydre effektivitet, der tilsammen udtrykker den totale effektivitet. Den ydre effektivitet defineres som et udtryk for, i hvor stor grad projektspecifikationerne modsvarer interessenternes behov. Den indre effektivitet kan udtrykkes af to dimensioner, henholdsvis hvorvidt det realiserede projekt stemmer overens med specifikationerne og hvorvidt ressourceforbruget i projektforsløbet har været hensigtsmæssig, dvs. “optimal” uden spild i forbindelse med planlægningen og realiseringen.

Denne model er blevet valgt pga. at den både benytter de hårde og de bløde behov til at beskrive et byggeri og passer derfor godt til at beskrive planen med de billige boliger.

4.3 Lean

Der er benyttet lean i beskrivelsen af hvordan det industrialiserede byggeri kan effektiviseres og selve lean teorien er beskrevet i løsningen i afsnit 9, da der indgår mange elementer som kan benyttes i det industrialiserede byggeri og vil derfor ikke blive yderlig beskrevet her. Dette afsnit er skrevet ud fra [8].

4.4 Interview

I forbindelse med dataindsamlingen til denne rapport er der lavet to personlige interviews og der vil i den forbindelse blive beskrevet her, hvordan et personligt interview kan foregå. Dette afsnit er skrevet ud fra [1].

Informantinterviewet

Et informantinterview er et relativt ustruktureret interview og benyttes ofte i starten af et projekt, hvor det ofte er lidt usikkert hvilke spørgsmål der er relevante at spørge om. Det er den der interviewes der med sine svar styre interviewet og svarende er derefter udgangspunktet for interviewernes næste spørgsmål.

Det åbne interview

På samme måde som informantinterviewet er det åbne interview også sjældent struktureret, det benyttes ofte til når der ønskes en dybere forståelse af en persons adfærd, motiver og personlighed. Der er kun en teamramme som danner grundlag for et åbent interview og der sættes store krav til intervieweren, fordi denne på samme tid skal både lytte, fortolke svarene og samtidig stille uddybende spørgsmål, uden at bryde fortroligheden.

Det delvist strukturerede interview

Denne form for interview benyttes når intervieweren har en vis teoretisk og praktisk viden om de emner der studeres, men er stadig åbne overfor nye synsvinkler og informationer. Der er før interviewet nedskrevet nogle noter til emner der ønskes belyst under interviewet, og ikke nødvendigvis i den nedskrevne rækkefølge.

Folkegruppeinterview

I folkegruppeinterviews deltager der ofte mellem 8-12 personer, som alle interviewes samtidig, dette gøre for at deltagerne kan forholde sig til hinandens oplysninger, holdninger og synspunkter. Denne type interviews benyttes ofte inden for marketingsundersøgelser og egner sig bedst til et åbent emne, hvor der ikke ndgår spørgsmål af privat karakter.

Det standardiserede interview

I denne type interview er der udarbejdet en række konkrete spørgsmål som kommer i en ganske bestemt rækkefølge, og spørgsmålene bliver stillet på samme måde til alle deltagere. Denne form for interview kræver at der er stor viden og det emne der belyses og at intervieweren ved præcis hvilken information denne ønsker at få oplyst.

I denne rapport er det valgt at benytte det delvis strukturerede interview, da der var emner der ønskedes belyst undervejs i interviewet, med interessen for at lære noget mere og få nye synsvinkler var ligeledes stor, så derfor blev denne interview form valgt.

5

Ideen bag 5x5 planen

Over de sidste 11 år er boligpriserne i København seks dobbelt, dette har haft stor indflydelse på specielt mellemlønnede familier, såsom sygeplejesker, lærere og politibetjente. Disse har ikke mulighed for at investere i bolig i midt-byen og flytter derfor helt væk fra København eller til en af forstæderne, for at finde boliger, de kan betale. Dette betyder, at det bliver sværere og sværere at rekruttere personale i f.eks. social- og sundhedssektoren, samt at skaffe yngre lærere og politibetjente i København. De som flytter til forstæderne bliver pendlere og dette er spild af tid og penge, og ligeledes en stor belastning for miljøet. Ud fra denne betragtning udarbejdede Københavns kommune en 5x5 plan, der gik ud på at bygge 5000 boliger til 5000 kr/mdr. på 5 år. De 5 år viste sig ikke at være realistiske, men for at resten kunne blive en realitet, blev Fonden for billige boliger oprettet.

Dette afsnit er skrevet ud fra [9] og [10], hvor ikke andet er anført.

5.1 Fonden for billige boliger

Fonden for billige boliger (FB) er stiftet den 26. april 2006 og er en erhversdrivende fond, stiftet af:

- Akademisk Arkitektforening

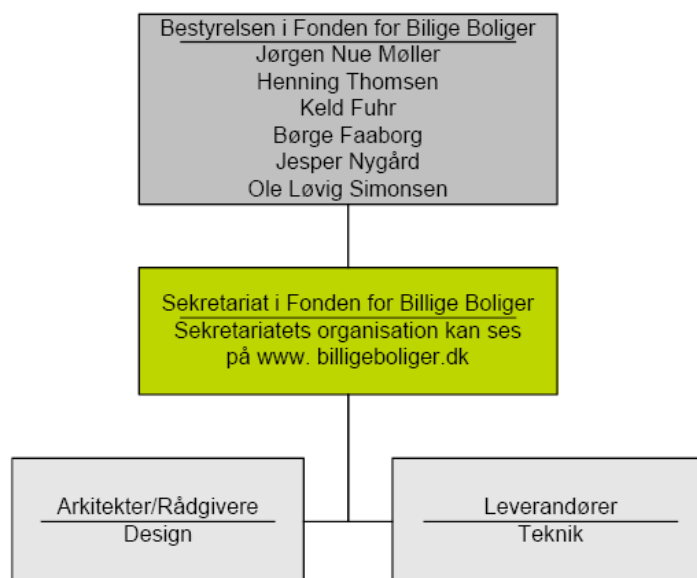
- Boligfonden KUBEN
- DIS Fonden
- KAB Fonden
- Kooperationen

FB's formål er at fremme udviklingen og opførelsen af billige boliger i danske byer, og for at give så bredt et aspekt som muligt skal FB både tilbyde ejer-, lejer- og andelsboliger. Et evt. overskud i FB benyttes til at fremme dennes formål, ved opførelse af flere billige boliger samt fremme gode boligforhold.

FB har på sædvanlige vilkår indgået aftale med Kuben A/S om at forestå FB's daglige ledelse, herunder at forestå byggeforretningsførelse og projektudvikling.

Kuben A/S er i dag ejet af kapitalfonden Dania Capital. Dania Capital vil drive Kubens afdelinger videre som selvstændige virksomheder og dermed nedlægge koncernfunktionen. FB vil derfor komme til at samarbejde med Kuben Byg A/S.[6]

FB's organisationsdiagram kan ses på figur 5.1



Figur 5.1: FB's organisationsdiagram

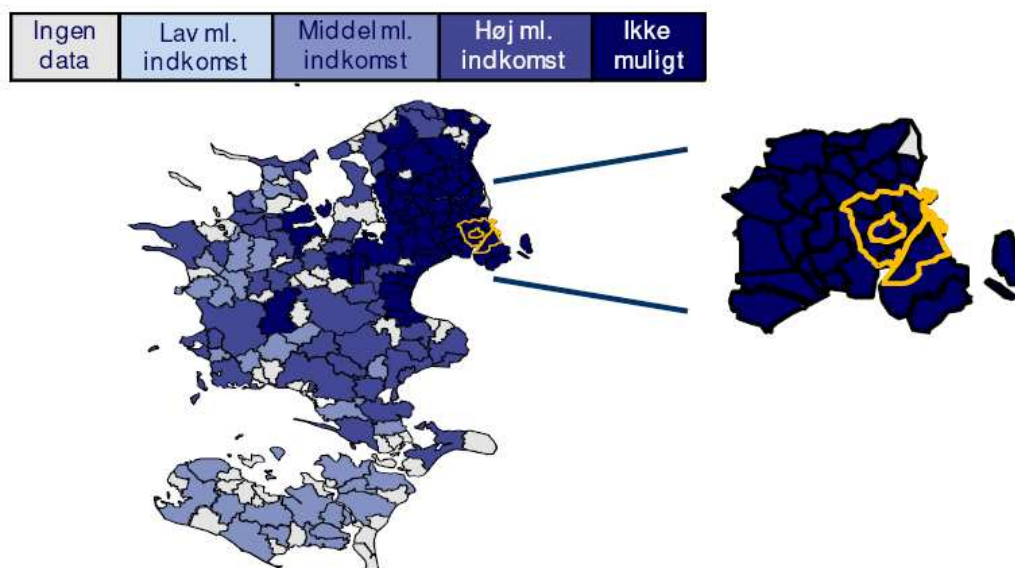
FB har naturligvis et tæt samarbejde med kommunen, som sørger for at der bliver udarbejdet lokalplaner og der bliver undersøgt hvilke muligheder der for kommunale byggemuligheder og få udbudt disse efter gældende regler. Desuden sørger kommunen for et hurtigt og gnidningsfrit samarbejde mellem dennes afdelinger, så sagsbehandlingen forløber hurtigt og effektivt.

5.2 Er der brug for billige boliger?

Dette delafsnit er baseret på [11], som er et notat udgivet af Københavns kommune, baseret på en undersøgelse lavet af revisionsfirmaet Deloitte. Undersøgelsen er lavet for at vise, hvor i københavnsområdet mellemindkomst familier har råd til at bo.

Undersøgelsen viser, at en familie, der har en årsindkomst på 485.000 kr. - 670.000 kr., ikke har råd til at bo i København og skal flytte mindst en times transport tid væk for at finde en ejerbolig.

På figur 5.2 kan det ses, hvilke områder en mellemindkomstfamilie ikke har råd til at bo i ejerbolig.



Figur 5.2: Ejerboligere der er for dyre til en mellemindkomst familie.

For at en mellemindkomstfamilie har råd til at bo i København skal husstanden i gennemsnit tjene 8000 kr mere om måneden efter skat og dette er

for mange offentlige, og også for mange privat ansatte, ikke muligt.

Den eneste mulighed en mellemindkomstfamilie har for at bo i København er til leje i en almen bolig, men der udbydes ifølge undersøgelsen ikke nok af disse og der står i øjeblikket over 10.000 skrevet op til en almen lejebolig i København.

5.3 Hvad gør en billig bolig billig?

Der bliver forkuseret meget på at boligerne skal være billige, men at kvaliteten skal være god. Så hvis der ikke bygges i dårligere kvalitet end ved almindelige bolig byggerier, hvad er det så der er med til at gøre en billig bolig billig? Dette vil blive beskrevet i det følgende afsnit.

I øjeblikket arbejder FB med tre former for billige boliger:

- Billige andelsboliger, som overtages af en andelsboligforening
- Billige almene boliger, som overtages af en almen boligorganisation
- Billige lejeboliger

En billig andelsbolig i 5x5 konceptet er billig fordi:

- Købsprisen er billig.
- Udbetalingen er kun på 5%.
- Fonden yder en renteudjævningskredit til andelsboligforeningen til nedbringelse af ydelserne på et afdragsfrit 10-årigt lån. Kreditten tilbagebetales senere.
- Fonden yder et indskudslån til de enkelte andelsboligtagere, som først skal afdrages senere.
- Beboerne selv medvirker i drift og vedligeholdelse.

Huslejen kan derfor holdes på 5.000 kr. for en 85 m² bolig (2005 priser). Finansieringen løber i 40 år og sikrer i 10 år, at boligudgiften er en fast lav del af indkomsten. Så skal lånet refinansieres. Det kan give både huslejestigning og huslejenedsættelse.

En billig almen bolig er billig fordi:

- Boligorganisationen køber boligerne af FB til en særlig lav pris, der ikke giver fonden noget bygherrevederlag eller kun et begrænset bygherrevederlag.
- Udgifterne til driften er reduceret i h.t. godkendelse fra Velfærdsministeriet.
- Beboerne selv medvirker i drift og vedligeholdelse .

En billig lejebolig er billig fordi:

- Investor køber boligerne til en lav pris.
- Investor selv ønsker at medvirke til udleje af billige boliger.
- Beboerne selv medvirker i drift og vedligehold.

Alt dette er med til at gøre en billig bolig billigere, men samtidig skyldes det lige ledes måde boligerne blive bygget på, idet 90% af udførelsen forgår på fabrik.

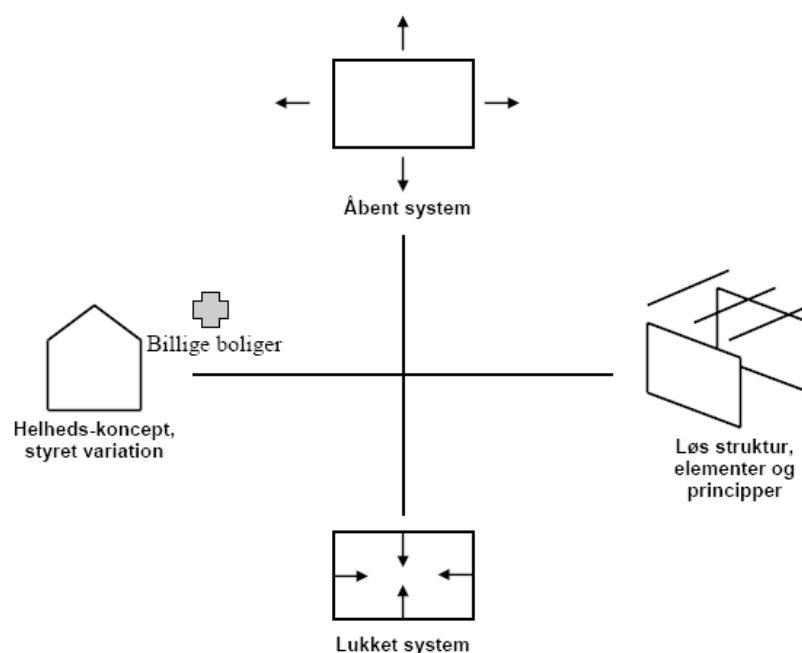
5.4 Definitionen af en billig bolig

Den særlige billigbolig er en bolig på 85 m² med en boligudgift uden forbrugsafgifter på maksimalt 5.000 kr. i 2005 priser. En billigbolig vil desuden have en særlig fordelagtig finansiering, der tilbydes af FB.

Boligerne vil være i god, men enkel kvalitet. Der vil være gulve, vægge, køkken og bad. Det vil være muligt for beboerne selv at foretage ændringer og forbedringer, men der er lagt op til at der skal være stor fleksibilitet i indretningen som muligt.

Billig boligerne blive bla. gjort billige ved at benytte præfabrikerede rummoduler, at lave boligerne forholdsvis ens og ved at finansiere boligerne til fordel for lejerne eller ejerne. Boligerne bliver designet og bearbejdet af fem danske og en fransk arkitekt. Arkitekterne er ONV og Mejeriet, Vandkunsten, BIG, JDS, AI Gruppen og den franske arkitekt Jean Nouvel. Der lægges vægt på at bebyggelserne har god arkitektur og gode materialer med miljøkvaliteter, men også at de er energirigtige.

Billig boligerne kan ligeledes sættes ind på figur 3.5. Dette kan ses på figur 5.3.



Figur 5.3: Billige boligers placering i systemrummet.

5.5 Hvor langt er 5x5 planen.

Da 5x5 planen kom til verden i 2006 var det meningen at de 5000 boliger skulle være færdige på 5 år, men det har Københavns kommune indset at det kan ikke lade sig gøre. Men planen er bestemt ikke blevet opgivet, det kommer bare til at tage længere tid, og der er stadig brug for boligerne længere ude i fremtiden.

De først billige boliger er blevet opført, disse ligger i Kongens Enghave i København. Der er ialt opført 38 andelsboliger, hvoraf de 12 af disse er billige boliger.

5.5.1 De første boliger

Det er ONV og Mejeriet der har tegnet de første billige boliger på Karens minde i Kongens Enghave. Rummodulerne er leveret af en estisk virksomhed ved navn Kodumaja, som har opbygget 90% af bygningerne på deres fabrik i Estland og derefter er modulerne fragtet til Danmark med skib. På byggepladsen er det en kombination af estiske og danske håndværkere der har været med til monteringen.

Billeder af bygningerne kan ses på figur 5.4.



Figur 5.4: Boligerne på Karens minde i Kongens Enghave.

5.5.2 Tildeling af en billig bolig

Tildelingen af de billige boliger sker ved lodtrækning blandt alle de ansøgere som har udfyldt et ansøgningsskema og som opfylder en række kriterier. Kriterierne tager udgangspunkt i husstandens nuværende størrelse, samlet indkomst og formue, beskæftigelsesstatus samt geografisk beliggenhed af nuværende bolig.

For at kunne deltage i lodtrækningen skal husstanden opfylde nedenstående krav. Opfylder husstanden kravene vil den få tildelt to lodder i lodtrækningen.

- Husstanden må maksimalt udgøres af to personer over 18 år. (Alle husstande der opfylder kriterierne stilles lige uanset hvor mange børn under 18 år der er i husstanden).

- Den samlede husstandsindkomst for to personer må maksimalt udgøre 700.000 kr. og maksimalt 350.000 kr. for en person i husstanden (i 2005 kr.).
- Husstandsformuen må maksimalt ved to personer udgøre 700.000 kr. og 350.000 kr. for én person i husstanden (i 2005 kr.).
- Minimum en person i husstanden skal have fast arbejde eller være tilmeldt en SU-berettiget uddannelsesinstitution i Københavns Kommune.

Opfylder husstanden nedenstående tildeles yderligere et lod.

- **Enten** skal den bolig husstanden fraflytter, være på 65 m² (bruttoareal) eller mindre og beliggende i Københavns Kommune
- **Eller** skal den bolig (uanset størrelse) husstanden fraflytter, være beliggende udenfor Hovedstadsområdet.

En husstand kan maksimalt få tildelt tre lodder.

Til de første 12 billige boliger var der 1500 ansøgere, så det må siges at der er brug for boligerne i København.

5.5.3 Igangværende projekter

FB's andet projekt er lige blevet færdig her i starten af 2009, projektet er Ullerødbyen som ligger i Hillerød. Boligerne har mange lighedspunkter med Karens Minde, men i Ullerødbyen er der bygget i flere etager en to og der er derfor en blanding af andelsboliger og lejligheder. Boligerne kan ses på figur 5.5.

Der er i øjeblikket et nyt projekt i gang på Ørestads syd, BIG HOUSE (BIG), som dog ikke har relationer til FB, men hvor der bliver opført 501 lejligheder, hvoraf de 30-35 bliver billige boliger. BIG forventes at være færdig og indflytningklar i slutningen af 2010 og har en samlet anlægssum på over 543 mio. kr.. Det første spadestik til projektet blev taget i oktober 2007 og projektet er i øjeblikket under opførsel.

Dette er de igangværende projekter i øjeblikket. Et andet projekt som snart skulle have været igang var et stor byggeprojekt i Kløvermarken, hvor omkring



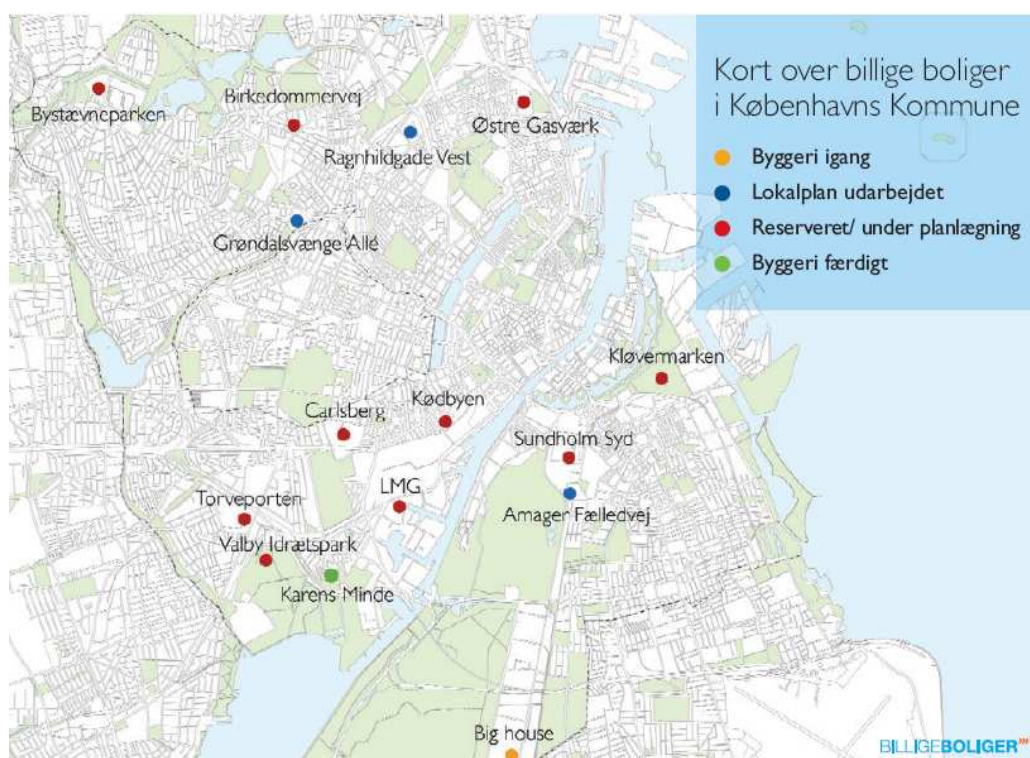
Figur 5.5: Boligerne i Ullerødbyen i Hillerød.

900 boliger skulle have været billige boliger. Men dette projekt er blevet opgivet da SF trak sig og der dermed ikke længere var flertal i borgerrepræsentationen.

Dette fik overborgmester Ritt Bjerregaard til at melde ud, at når dette projekt ikke kunne blive til noget, så hun ingen mulighed for at de 5000 boliger kunne blive gennemført, for der er i øjeblikket ikke plads i København til så mange boliger med de grunde kommunen har til rådighed. Overborgmesteren har valgt at gå af til 1. januar 2010, men håber at efterfølgeren vil tage projektet op og håber på at de engang ud i fremtiden vil blive gennemført.

5.6 Fremtidsplaner

Der har været gang i meget når det kommer til billige boliger. Kommunen har udpeget i alt 11 byggegrunde som kan være egnede til at opføre billige boliger på og der er ligeledes private virksomheder som har planlagt at opføre billige boliger. På figur 5.6 kan det ses hvor både de kommunale og private grunde ligger hvor det er mulighed for at blive opført billige boliger.



Figur 5.6: Kort over de kommunale og private grunde hvor der er mulighed for opførsel af billige boliger.

På figuren kan det ses at der allerede er gang i det næste projekt med billige boliger, det er i Ørestaden hvor der opføres 501 lejligheder, hvoraf de 33 skal være billige boliger.

Et af de andre store projekter som Københavns kommune var i gang med var Kløvermarken, som skulle have været igang inden for den nærmeste fremtid, hvor der skulle have været bygget 900 billige boliger.

Nogle af de private bygherrer der har indgået aftale om at bygge billige boliger er bla. Carlsberg og Nordea, der vil bygge henholdsvis 300 og 120 billige

boliger.

Som det kan ses på figur 5.6 er der allerede udarbejdet lokalplan for tre grunde. På Grøndalsvænget og Ragnhildgade Vest, har kommunen udbudt de to grunde med det formål at der skal bygges 50% billige almene boliger. På Grøndalsvænget er planen at der kommer ca. 270 billige boliger og på Ragnhildgade Vest er der plads til ca. 400 boliger. Fonden for billige boliger havde oprindeligt købt grunden på Amager Fælledvej, men handlen måtte gå tilbage da kommunens forudsætning for salget var at 75% af boligerne skulles sælges i projektsalg og dette krav kunne FB ikke overholde pga. det stagnerende boligmarked. Kommunen overvejer derfor at komme med et nyt udbud, men planen er stadig at der skal være billige boliger.

På de grunde der er indtegnet på kortet og efter at Kløvermarken er blevet droppet vil der kunne blive bygget omkring 2000 billige boliger og sammen med at KAB (Københavns Almene Boligselskab) vil reservere 750 boliger i det almene byggeri særligt til københavnere i beskæftigelse, vil der komme 2750 billige boliger i København.

Det har også været et problem at få byggegrunder da bolige- og grundpriserne i de senere år har været meget dyre og derfor har FB været gået lidt i stå, men nu hvor bolig- og grundpriserne er faldet er der igen kommer gang i grundkøb og forhandlinger omkring billige boliger. Også de billige almen boliger er der kommet gang i for nu er grundpriserne kommet så langt ned at de ligger under den pris der vil gives for en grund til almene boliger. Ved alment boligbyggeri forlanger FB at der bygges varieret, så på grunde hvor der bygges almene boliger bygges der også både leje- og andelsboliger for at der ikke opstår ghetto bebyggelse.

6

Analyse

I det følgende vil det blive analyseret hvordan billige boliger adskiller sig fra almindeligt bygger ud fra følgende punkter: Placering, æstetik, brugervenlighed, tekniske egenskaber, miljøforhold, sundhed og sikkerhed, tid og økonomi. De otte punkter er beskrevet i afsnit 4 og ud fra kilde [4].

6.1 Placering

Alle boliger skal selvfølgelig have en placering, men for billig boligierne er det vigtigt at de ikke kommer for langt væk fra centrum men samtidigt er det meget vigtigt at grundene er for dyre, for så er det ikke sikkert at prisen på 5000 kr. pr måned kan overholdes.

København er opbygget efter et fingerprincip, hvor byen bliver opbygget som en hånd og de grønne arealer kommer langt ind i byen mellem fingrene. Det første skitseforslag, som egnsplankontorer udarbejdede i 1947 og som byen stadig er opbygget efter kan ses på figur 6.1.



Figur 6.1: Skitseforslag for egnsplan for storkøbenhavn. [14]

Denne måde at bygge byen op på har i en undersøgelse vist sig at være en rigtig god måde at få grønne områder ind i byen samtidig med at de grønne områder ikke overtager byen. Der er undersøgt ni storbyer, disse ni byer er i hovedtræk opbygget på tre forskellige måder som kan ses på figur 6.2.

Undersøgelsen viser at der er flere der har glæde af de grønne arealer når de er opbygget i fingre, også kaldet stjerneprincippet, da afstanden og ofte udsigten til noget grønt er langt mindre end hvis det ligger i en ring rundt om byen. Det kræver dog stor planlægning at få bibeholdt disse fingre, da byer er under konstant udvikling og hele tiden vokser sig størrer, kræver det god planlægning at få den nye bebyggelse til at holde sig inden for fingrene uden at folk skal flytte alt for langt ud af byen.

I København er fingrene placeret ud fra hvor færdselsårene ligger, dvs. der er aldrig særligt langt til en hovedfærdselsåre ind til København og dette gælder både veje og togbaner.

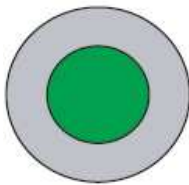
Alt dette har betydning når der skal placeres nye boliger i Købehavn, for de kan ikke bare placeres hvor det skal være, det kræver stor planlægning at



Fingerbyen, her stiliseret ved en stjerne (København, Stockholm, Helsingfors)
I fingerbyen udvikles byen langs relativt smalle fingre, der radierer ud fra en relativt lille håndflade. Med denne struktur opnås en stor berøringsflade mellem byzonen og de bynære grønne strukturer, og derved kort afstand for mange.



Grøn ring (London)
Princippet i grønne bæltter er at lægge en ring af grønne områder omkring byen og reservere disse til rekreative anvendelser. Samtidigt bruges det grønne bælte til at afgrænse byen fra nærliggende byer, så byerne ikke gror sammen.



Grønt hjerte (Randstad)
Ideen i et grønt hjerte, at det grønne kan være en samlende faktor for flere omkringliggende bysamfund. Samtidigt bevirker opretholdelsen af det grønne hjerte, at bysamfundene ikke vokser sammen til et stort sammenhængende byområde.

Figur 6.2: Tre måder at bygge byer op på. [14]

få placeret billige boliger uden at det skal være helt ude i fingerspidserne af byen. Der er generelt mange tomme byggegrunde i København, men de er meget dyre, på boligejernes hjemmeside Bolius kan det læses at en grund i 2006 i København kostede i gennemsnit 4.288 kr/m² mens en grund i Ribe i gennemsnit kostede 192 kr/m². Men i øjeblikket, hvor der er finanskrisen, er priserne på byggegrunde faldet og ifølge Knud Erik Busk (KEB) er dette en mulighed for FB til at kunne finde nogle gode grunde til billige boliger. Men det er desuden vigtigt også at få private grundejere til at se, at det er en god ide med billige boliger, således at der kan blive opført boliger på nogle private grunde.

Når der bygges billige boliger er noget af det der gør det billigt at boligerne er ens, eller næsten ens, og derved er det også vigtigt at der er mange af dem, så når der er fundet en grund er det en god ide at placere så mange boliger på grunden som muligt, selvfølgelig uden at det går ud over de rekreative områder, men placering på grunden kan have meget at sige når det kommer til antallet.

Da mange af middelindkomstklassen arbejder i det offentlige, så som sygeplejersker og politibetjente, har de ofte arbejdsplads helt inde i centrum, hvor parkeringsmulighederne ikke er særligt gode. Det er derfor vigtigt at der er gode muligheder for at komme ind til centrum med offentlige transportmid-

ler. Samtidigt skal der være servicfaciliteter, så som skoler og børnehaver, i området.

6.2 Æstetik

Når der bygges nyt er det pæneste hvis det passer ind i omgivelserne. Når der bygges billige boliger bygges der ofte mange ad gangen og derved skaber nybyggeriet ofte en lille bydel i sig selv, men der skal dog stadig tages hensyn til omgivelserne. For nogle områder er det specificeret i lokalplanen hvilke materialer og farver der må benyttes.

Et eksempel på en lokalplan der stiller meget strenge krav til udseende af bebyggelsen kan ses mange steder ved Vesterhavet, bla. ved Løkken Her er det f.eks. et krav at husene skal have naturtag, dvs. græs eller stråtag og der er ligeledes krav til farver både husets og vinduernes, disse krav er opstillet for at få husene til at passe ind i naturen så det ikke ødelægger det naturindtryk der er i de vestjyske klitter.

I mange nye parcelhuskvarterer er der ikke opstillet krav til området og dette giver grundejerne frihed til at opføre lige præcis det hus de ønsker. Dette kan give et meget nuanceret billede af kvarteret, idet alle husene er forskellige både i materialer, farver og højder. Et eksempel på dette kan ses på figur 6.3. Billederne er taget i et nyt parcelhuskvarter i Hammel, lidt uden for Århus.

Men der er også almindelige parcelhusområder hvor der stilles få men meget virkningsfulde krav, som f.eks. ribevejs kvarteret i Aalborg Ø. Her er der opstillet enkelte krav om farver og materialer men ikke noget der begrænser det individuelle hus, men alligevel kommer kvarteret til at fremstå mere harmonisk og planlagt, hvilket kan ses på figur 6.4.

Det er derfor vigtigt at få billige boligerne til at passe ind i omgivelserne og dette omfatter også naturen.

Der lægges desuden meget vægt på at de billige boliger er af høj arkitektonisk kvalitet. Så på det første projekt i Karens Minde blev der lavet omvendt proces, hvor der blev lavet en arkitekt konkurrence hvor 50 arkitekter kom med et forslag til hvordan disse boliger kunne se ud. Ud af de 50 blev 6 forslag valgt ud og de skulle så lave et konkret projekt, hvor den estiske fabrik kom til Danmark og opstillede nogle rammer for husene og herefter kunne



Figur 6.3: Her kan det ses hvordan husene er lavet i forskellig materialer, og hver især giver et meget særpræget udtryk i forhold til de andre.



Figur 6.4: Her kan det ses hvordan husene er lavet i ensartede materialer, og hvordan dette giver et roligt billede fordi husene står godt til hinanden.

forslagende laves. Alle arkitekterne overholdt kravene men det blev OVN og mejeriet som vandt og herefter blev der detailprojekteret.

Det er vigtigt for FB at der ikke kan ses forskel på almindelige boliger og billige boliger, så der er ikke sparet på arkitekturen, men der skal jo være en

forskel når de billige boliger kun skal koste 5000 kr om måneden, så der er sparet på f.eks. skabe og selv om der er installeret hårde hvidevarer er det ikke mærkevarer.

6.3 Brugervenlighed

Når det handler om brugevenlighed af boliger, kan det være brugevenlighed af den samlede bolig, køkkenet, badeværelset og indretningsfrihed.

Den samlede bolig vurderes på om alle har mulighed for at flytte i boligen, f.eks. en kørestolsbruger og om hvordan boligen er placeret i forhold til parkeringspladser og cykel- og gangstier. I boliger der er beregnet til studerende, er det ofte vigtigt at det er muligt at komme på en cykelsti eller at der ikke er for langt til et offentligt transportmiddel, som fører både til undervisningssteder og til indkøbsmuligheder. Dette er nødvendigt idet studerende for det meste ikke har bil og derfor benytter cykler og offentligt transport som deres primære transportmidler. For børnefamilier er det vigtigt at det er tæt på skoler og daginstitutioner og at der er mange parkeringspladser, da de fleste børnefamilier har bil og benytter denne som deres primære transportmiddel.

Ved brugervenlighed af køkkenet vurderes der størrelse og funktion. Børnefamilier har ofte brug for større køkken end f.eks. studerende. Der skal være mere plads til opbevaring af både konserves og køle/fryse mad. Men køkkenet skal være praktisk indrettet og der er en stor sammenhæng mellem størrelse og pris, så dette er et andet aspekt der skal tages hensyn til når der designs køkkener til billige boliger.

Når der skal designs badeværelser, afhænger det meget af prisen hvor stort dette bliver, og indretningen har meget at sige med størrelsen, et godt indrettet badeværelse kan være halv så stort som et dårligt indrettet og stadig virke bedre. Til studerende behøver badeværelset ikke være så stort, det skal bare opfylde de basale krav for et badeværelse, hvor en børne familie har lidt større krav, idet der er andre funktioner som badeværelset skal indeholde.

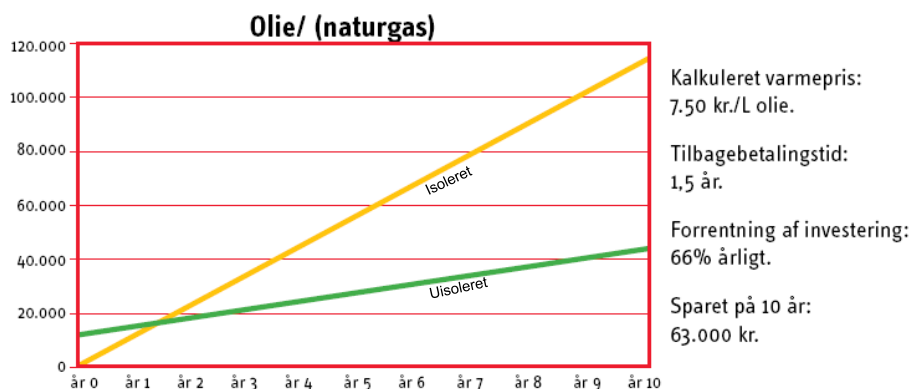
Når der bygges boliger af rummoduler er det vigtig at brugervenligheden af boligerne bliver gennemtænkt, så de kan benyttes af mange typer mennesker og kan produceres næsten færdig på fabrik. Det er samtidigt vigtigt at der gives en hvis frihed i indretning, da det er forskellige størrelse familier der skal bo i billige boligerne på omkring 85 m².

6.4 Tekniske egenskaber

Det er vigtigt at boligerne lever op til de tekniske egenskaber som der forudsættet for dem. Nogle af de tekniske egenskaber der er meget fokus på i øjeblikket er hvordan boligerne forholder sig til miljøet.

Der lægges stor vægt på, at boligerne blive ordentligt isoleret, så de kan leve op til de fremtidige energikrav, ligeledes er en god isolering også ensbetydende med, at det ikke kræver meget energi og penge at varme boligen op og derved kan der spares penge på dette område og det er med til at holde de faste udgifter for boligen nede.

Et eksempel på dette kan ses på figur 6.5. Her kan det ses at hvis der bliver benyttet et stort engangsbetrag på, at få hulumurene isoleret, kan lånet til dette være betalt tilbage på ca. 1,5 år og derefter kan det ses at efter 10 år er det sparet 63.000 kr i forhold til udgifterne til varme før isoleringen.



Figur 6.5: Effekten af hulumursisolering. [12]

Mange billig boliger opføres i træ, da dette er billigere, end aluminium og gips og lettere at transportere og rummodulerne kan bygges færdig på fabrik, da disse stadig kan transporteres. Hvis rummodulerne var beklædt med mursten ville de blive for tunge til at transportere.

Fundamentet er lavet med krybekælder og er fuldt ventileret for at sikre at der ikke kommer råd og svamp i boligerne. Rummodulerne er lavet i hal og bliver pakket ind i plastik inden de forlader hallen og er derfor helt tørre når de ankommer til byggepladsen og KEB synes det burde forbydes at montere rummoduler i regnvejr, da han mener at det er med at udnytte at modulerne er helt tørre og at der derfor ikke opstår fugtproblemer hvis de monteres i

tørvejr.

Når modulet bliver tansproteret og placeret på byggepladsen opstår der enkelte revner i gipspladerne indenfor, disse bliver selvfølgelig repareret inden der flytter nogen ind, men ellers opstår der ingen problemer og ved etårseftersynet var der enkelte svindrevner men ellers var der også boliger hvor der slet ikke var nogen bemærkninger.

6.5 Byggeriets miljøforhold

Der skal tages hensyn til hvor meget byggeriet belaster miljøet, både under opførsel og under levetiden. Under opførsel belaster almindelige byggerier miljøet i form af at der produceres mange elementer og at der benyttes mange maskiner til at få opført byggeriet. Men byggeriet belaster også det omkringliggende miljø i form af støj, rod og evt. afspærringer af veje. Så der skal tages hensyn til de mennesker der lever og færdes rundt om en byggeplads.

Ved at benytte præfabrikerede rummoduler kan op til 90% af bygningen produceres på fabrik, så dermed reduceres byggetiden på byggepladsen kraftigt og det er ikke så længe der skal tages hensyn til støj og rod. Miljøbelastningen bliver også reduceret, idet der købes større ind til rummodulfabrikken, idet modulet er næsten ens, så transporten bliver mindre og i en lukket hal kan der installeres miljøreduserende installationer, så der ikke bliver lukket unødvendige ting ud i naturen. Der vil selvfølgelig altid være en miljøbelastning også fordi der stadig skal støbes fundament på byggepladsen.

Når byggeriet er færdigt er nogle af de elementer der påvirker miljøet; vand, el og varme. I den forbindelse kan der tages hensyn til miljøet ved at indføre elementer såsom vandsparebrusere og vandhaner, samt at benytte elsparepærer. Dette er dog ikke tiltag der er gjort i forbindelse med de første boliger i Karens Minde. Men i de nyere billige boliger er der bygget energiklasse 1 huse og derved spares der rigtigt meget på varmen.

6.6 Sundhed og sikkerhed

Til alle byggerier skal der laves en plan for sikkerhed og sundhed. Denne plan er med til at forebygge uheld på byggepladsen og den indeholder brugsanvisninger på de produkter der bliver benyttet, så håndværkerne altid har mulighed for at kontrollere om det kræver noget sikkerhedsudstyr, f.eks. i

form af åndeværnsbeskyttelse eller sikkerhedsbriller. Der er ligeledes en telefonliste, hvorpå der er alle de tænkelige telefonnumre på folk det kunne være nødvendigt at få fat på i tilfælde af en ulykke, bla. sygehuset, politiet, elseskabet osv.

Ved sikkerhed på byggepladsen har mange virksomheder interne sikkerhedsafdelinger der kontrollerer deres egne byggepladser og sørger for at sikkerheden er i orden. Desuden har Staten Arbejdstilsynet, som tager ud og kontrollerer om sikkerheden er i orden på alle landets byggepladser.

Ved at benytte præfabrikerede elementer er der nogle sikkerhedsrisici der er fjernet men der er tilgængeld også opstået nogle nye, specielt i forbindelse med at betonelementer bliver benyttet mere og mere. Ved at benytte præfabrikerede rummoduler er der nogle risici i monteringsperioden, men denne er væsentligt kortere end ved benyttelsen af betonelementer og kan udføres af færre folk og derved er risikoen for uheld også mindsket. Hvis der benyttes rummoduler med facadebeklædning er der heller ikke nogen som skal montere denne efterfølgende og bygningen er lukket hurtigt af og dette mindsker faldulykker.

Ved at benytte præfabrikerede rummoduler af træ, undgås det at der kommer fugt i konstruktionen, idet den er lavet indendørs, dette gør at risikoen for at der opstår råd eller svamp i konstruktionen er meget lille og dette giver en bedre sundhed i husene.

6.7 Tid

Blandt bygherre, rådgiver og entreprenør er der forskellig opfattelse af hvad den optimale realiseringstid er. Bygherren vil gerne have byggeriet færdigt så hurtigt som muligt, mens rådgiveren men specielt entreprenøren gerne vil have mere tid af hensyn til mere optimal ressourceplanlægning.

Men der er også eksempler på at ved at presse rådgiverne og entreprenøren lidt, kan det faktisk lykkes at bygge et unika byggeri på meget kort tid, ved at have styr på planlægningen lige fra starten og lave meget detaljerede tidsplaner for de enkelte dag, uger og måneder. Samtidig er det vigtigt at leverandørerne også overholder deres tidsplaner, for hvis deres tidsplaner skrider, så går det også ud over byggeriet.

Et af eksemplerne på dette er Københavns operahus, hvor der fra bygherrens

side blev opstillet det krav at byggeriet skulle være færdig på en bestemt dato og entreprenøren var meget skeptisk i starten, men accepterede og planlagde derefter arbejdet efter en meget stram tidsplan og benyttede sig af just in time og lean construction og derved var det faktisk ikke et pres at få operationen færdig fordi alle var instillet på at det skulle køre meget præcis. Så det lykkedes til stor tilfredshed for bygherren og entreprenøren selv.

Tid omhandler også hvordan byggeriet bygges. Der er kort sagt tre måder at bygge på:

- Den første er at hele byggeriet bygges op fra bunden med alle grundmaterialerne og derved er alle elementerne tilpasset det enkelte byggeri og derfor tager det ofte længere tid.
- Den anden er at der benyttes præfabrikerede elementer til dele af byggeriet, dvs at der f.eks. benyttes betonelementer og tagkassetter til byggeriet men at der stadig er mange elementer som bygges og udføres på byggepladsen. Dette spare en del tid i forhold til overhovedet ikke at benytte præfabrikerede elementer.
- Den tredje er at der benyttes rummoduler som gøres 90% færdig i en produktionshal og så efterfølgende monteres på byggepladsen og derved bliver tiden på byggepladsen kraftigt reduceret.

6.8 Økonomi

Det der er den største udgiftspost på en byggesag er løn til medarbejdere, så når et byggeprojekt skal realiseres afhænger prisen meget af hvormange medarbejdere der skal bruges og hvor lang tid disse medarbejdere skal være på pladsen.

Hvis de tre punkter fra de ovenstående afsnit ses på med et økonomisk synspunkt kan det stilles således op:

- Hvis alt laves fra bunden ude på pladsen tager det lang tid og derfor bliver lønningerne meget høje. Materialeprisen kan dog holdes nede, da alle materialer købes rå.

- Ved at benytte præfabrikerede elementer nedsættes antallet af mandetimer på byggepladsen, idet monteringen af elementerne går hurtigere end ved selv at fremstille dem. Men tilgængæld stiger materialeprisen, idet elementleverandøren selvfølgelig vil have godtgørelse for at have fremstillet de forskellige elementer.
- Når der benyttes rummoduler falder antallet af mandetimer meget idet det eneste byggearbejde der er på byggepladsen er tilslutning til el, vvs og kloak samt støbning af fundamentet. Herefter kommer rummodulerne som kan monteres og dette går meget hurtigt fordi de faktisk bare skal samles, så dette sparer rigtigt meget i mandetimer. Rummoduler er dog også noget dyrere, men ikke i forhold til det der spares på lønnen.

Noget af det der er med til at gøre billige boligerne billige er, at der tages en smule overpris for ejerlejlighederne, for at der er mulighed for at sænke prisen på andels- og lejerboligerne.

Driften af boligerne holdes nede ved at beboerne selv skal være med til at vedligeholde boligerne og området omkring dem, dette betyder at ved andelsboliger skal beboerne selv male boligerne udvendigt og der bliver afholdt vedligeholdelsesdage i boligforeningen, dette gør at der spares penge på drift og vedligeholdelse.

6.9 Opsamling

Når der bygges billige boliger påvirkes de otte punkter i forhold til almindeligt opført boligbyggeri. Det er nødvendigt at de billige boliger ikke ligger for langt væk fra centrum, så dette påvirker hvilke byggegrunde der kan benyttes til billige boliger. I forhold til æstetik har det været meget vigtigt for FB at boligerne ikke mister den arkitektoniske kvalitet og der er derfor gjort en indsats for at boligerne har en høj arkitektonisk kvalitet. De brugervenlige kvaliteter er de samme som for almindeligt byggeri og i forhold til de tekniske egenskaber er de første boliger opført i energiklasse to men det er et ønske at de fremtidige billige boliger opføres i energiklasse et.

Det er vurderet at selv om rummodulerne til byggeriet transporteres over lang afstand er byggeriet CO₂ neutralt og ved at tiden på byggepladsen er reduceret væsentligt er støj og støvforureningen til svarende reduceret. I

forhold til sundhed og sikkerhed opstår der andre sikkerhedsrisikoer end ved almindelige byggeri men der forsvinder også mange risikoer og ved at benytte rummoduler minskes risikoen for råd og svamp i trækonstruktioner.

Både tiden og økonomien ændres meget ved at bygge vha. rummoduler. Tiden på byggepladsen er reducere til et minimum og økonomien er opstillet meget anderledes.

7

Problemstilling

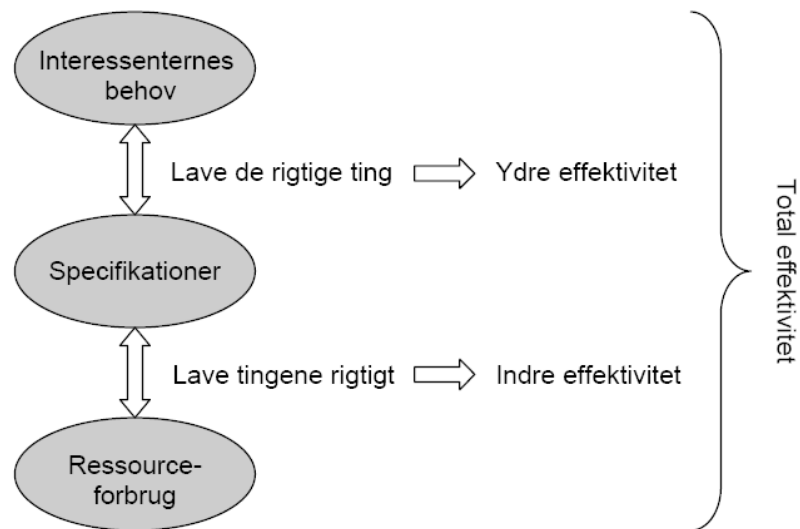
I det foregående er det blevet vurderet at de præfabrikerede rummoduler har samme eller højere kvalitet end traditionelt fremstillede bygninger.

Så ud fra samtaler med Knud Erik Busk og Poul Erik Christoffersen fra Kuben er der fundet frem til følgende problemstilling, som vi blive vurderet i det efterfølgende og fundet en løsning til:

Hvordan kan 5x5 planen yderligere effektiviseres?

Det vil i det efterfølgende blive taget udgangspunkt i samtalerne med Knud Erik Busk og Poul Erik Christoffersen fra Kuben og de først opførte billige boliger i Karens minde.

For at vurdere hvor der kan effektiviseres er der benyttet modellen som kan ses på figur 7.1.



Figur 7.1: Definition af indre og ydre effektivitet. [4]

7.1 Uddybning af model

For at kunne benytte modellen uddybes den i dette afsnit.

Interessenternes behov

Interessenterne er i dette tilfælde de fremtidige brugere. Det er altså vigtigt at der ses på hvilke behov brugerne af de billige boliger har. Et af brugernes behov er at prisen på boligen ikke overstiger 5000 kr. (2005 priser).

Specifikationer

Nogle af de specifikationer boligerne skal have er at de skal bygges af rummoduler og derved sættes der nogle arkitektoniske og indretningsmæssige begrænsninger.

Ressourceforbrug

Idet boligerne ikke må overstige 5000 kr om måneden i husleje, sætter dette nogle krav til hvilke ressourcer der er til rådighed.

8

Effektivisering gennem de 8 parametre

I dette afsnit vil det blive vurderet om det er muligt at effektivisere de billige boliger ud fra de otte parametre. De otte parametre indeholder både den indre og den ydre effektivitet, idet der både skal tages hensyn til interessenternes behov, men at der stadig skal ses på specifikationer og ressourceforbrug.

Placering

De billige boliger skal ligge så tæt på centrum som muligt, det er derfor vigtigt at de byggegrunde der købes til at bygge billige boliger på ligger tæt på Københavns centrum, og gerne i nærheden af offentlig transport. Den mulighed der er for at effektivisere på dette område, er at istedet for at købe byggegrunde helt inde i midtbyen af København, kunne det offentlige transportnet udbygges, så kan byggeriet ligge længere ude, uden at det har betydning for om beboerne kan komme på arbejde.

Æstetik

I forhold til æstetik er det vigtigt for FB at de billige boliger er af høj arkitektonisk kvalitet og de skiller sig derfor ikke ud i forhold til almindelige boliger. Den omvendte proces, som er beskrevet i afsnit 6.2, der blev benyttet til at designe de første billige boliger i Karens minde er et godt eksempel på hvordan denne proces er effektiviseret, ved at lade rummodul fabrikanten komme ind helt fra starten, så arkitekten bliver indordnet under de rammer der er ved at benytte rummoduler. Der er selvfølgelig mulighed for at effektivisere på dette område da rummodulerne kunne tilpasses arkitekturen istedet for

omvendt. Dette er en mulighed i forhold til effektivisering, men det kan have en effekt på prisen og da FB er mest interesseret i at holde prisen så lang ned som muligt, har de valgt at benytte metoden, hvor arkitekturen bliver til passet rummodulerne.

Brugervenlighed

De billige boliger er beregnet til alle. De første boliger i Karens minde er dog ikke handicapvenlige idet de er i flere etager, men de er indrettet meget naturale, så det er mulighed for både at bo alene eller flere i boligerne. Da det ikke er muligt direkte at spørge brugerne af boligerne, om hvordan de gerne vil have boligerne, da der ikke er valgt endnu, er der kun mulighed for at lave en rundspørge af en mulig beboergruppe og derved få en ide til hvordan brugerne gerne vil have boligerne. Efter de første er opført kan man benytte disse beboer til at finde ud af om brugervenligheden lever på til deres ønsker. Det er derfor muligt at effektivisere lidt i forhold til brugervenligheden, selvom boligerne i forvejen er enkelt indrettet og giver beboerne en god frihed.

Tekniske egenskaber

De billige boliger der er bygget i Karens minde er engeriklasse 2 boliger og i fremtiden satser FB på at alle billige boliger skal være energiklasse 1 boliger, så på det område kan der ikke effektiviseres yderligt. Men der er problemer med at der kommer revner i de indvendige gipsplader i rummodulerne under transporten, og på dette område kan der gøres en indsats for at dette ikke sker, for malerne bruger efterfølgende tid på at udbedre disse revner og dette kan spares væk ved at ændre rummodulerne lidt. Ved at benytte afleveringsgennemgang, et års gennemgang og fem års gennemgang til at se på kvaliteten af boligerne af boliger kan der ligeledes ses på hvordan boligerne "udvikler" sig. Så på dette område er det muligt at forbedre og effektivisere kvaliteten af rummodulerne.

Byggeriets miljøforhold og sundhed og sikkerhed

Disse to parametre kan både effektiviseres under byggeriet og efter byggeriet. Det skal tages meget hensyn til dem og der skal forblive meget fokus på dem og der kan altid effektiviseres på områderne.

Tid

De første billige boliger er produceret i Estland og der kan derfor spares tid ved at producere i Danmark, for så er transport tiden ikke så lang. Da rummoduler i forvejen er produceret på fabrik er tiden på byggepladsen allerede reduceret betydeligt, så det er mest på transporten der kan spares. Så det

skal vurderes hvordan tiden kan effektiviseres.

Økonomi

De billige boliger bliver lavet af rummoduler og dette sparer penge, fordi alle elementerne er standardiserede. Samtidig er tid på byggepladsen reduceret så der er ikke så mange udgifter til håndværkere og materiel. Transporten koster også 40.000 kr. pr. rummodul at få transporteret fra de baltiske lande til Danmark. Så på økonomi skal der i hvert fald ses på hvor det er pengende bliver brugt og om hvor der er mulighed for at spare.

8.0.1 Opsamling

Disse otte parametre er den totale effektivitet og som det kan ses kan der altid effektiviseres på disse otte områder, det er bare nogen gange at få ideerne til hvad der skal gøres, men de kan komme ved f.eks at benytte lean og det vil der derfor blive beskrevet i det efterfølgende afsnit.

9

Lean for industrialiseret byggeri

For at kunne effektivisere de industrialiserede rummoduler yderligere er det i denne rapport valgt at fokusere på lean.

9.1 Leans historie

Lean opstod i 1950 i Japan da Toyota Motor Company besluttede sig til at tage kampen op mod Ford i Amerika. Da fabrikken havde et dårligt udgangspunkt, benyttede den dette til fra starten at indføre et produktions-system, som senere blev kendt som lean.

Lean blev hurtigt en succes for Toyota og lean er i dag spredt over hele verden og benyttes i dag af mange produktionsvirksomheder.

I byggebranchen var det først i 1992 at en finsk forsker, Lauri Koskela, fik øjenen op for lean og hvad det kunne komme til at betyde for byggeriet. Men da mange af principperne i lean var ment til produktionsvirksomheder, valgte Lauri Koskela at kalde dette lean production og valgt derfor at lave et netværk af mennesker til at finde ud af hvordan dette kunne blive til lean construction. Lean production er meget mere udbredt end lean construction.

9.2 Lean principperne

Lean construction tilknytter sig normalt til en byggeplads og hvordan en sådan kan køre optimalt vha. lean værktøjer, men i denne rapport vil leanprincipperne blive forsøgt overført til den industrielle byggeindustri, hvor meget af arbejdet ikke længere foregår på byggepladsen, men i stedet på fabrik, så derfor er mange af principperne der er beskrevet i det efterfølgende også ud fra lean production, fordi byggeriet nu mere bliver en produktion. Afsnittet er skrevet ud fra [8], medmindre andet er anført.

De fem lean principper

Lean arbejder ud fra fem principper:

- Identificer kundeværdi
- Skab værdistrømme
- Skab flow uden stop
- Indfør nye styringsprincipper
- Lav *kaizen* hver dag

De fem principper vil i de efterfølgende afsnit blive beskrevet og de billige boliger og disses fremstillingsmetode vil blive vurderet i forhold til de fem principper.

9.3 Identificer kundeværdi

Værdi er det der skaber værdi for kunden. Det der skaber værdi for kunden er når produktet bliver bearbejdet, og det imellem, når produktet „ligger stille,, eller bliver unødvendigt bearbejdet betegnes som spild, også kaldt *muda*.

Der er syv spildtyper:

- Overproduktion
- Ventetid
- (Unødvendig) transport
- Fejl og defekter

- (For meget) lager
- (Unødvendig) bevægelse
- U hensigtsmæssig proces

Disse spildtyper forekommer både i produktions- og administrationsvirksomheder. Det er derfor vigtigt at fokusere på at få fjernet spildet, så der bliver skabt mere værdi for kunden på kortere tid. Det er i denne fase meget vigtigt at der fokuseres på at få alle medarbejderne i virksomheden med i jagten på spild, for det er ofte de medarbejdere der står med produktet i hånden til dagligt, der kan komme med ideer til forbedringer.

Spild har en vigtig betydning i lean, det er f.eks. vigtigt at der ikke optimeres f.eks. på en intern transport, hvis nu transporten kunne fjernes istedet.

Kundeværdien skal altså øges, for at virksomheden kan blive ved med at være konkurrencedygtig. Før i tiden hvor der ikke var mange producenter af samme vare, var prisen fastsat ud fra følgende ligning:

$$\text{Pris} = \text{omkostning} + \text{profit}$$

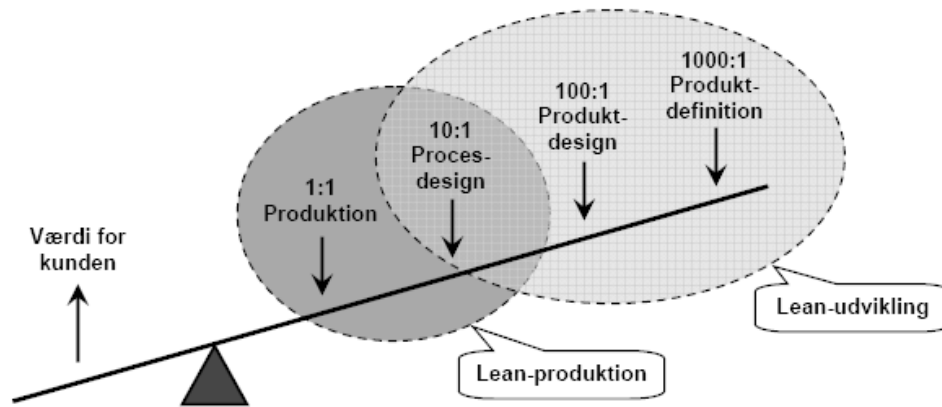
Men som tiderne har ændret sig og der er kommet flere konkurrenter på markedet er det ikke længere muligt selv at fastsætte virksomhedens profit, men det er derimod markedet der har en stor indflydelse på dette. Dette kan ses ud fra følgende ligning:

$$\text{profit} = \text{markedspris} - \text{omkostninger}$$

Ud fra denne ligning er det nu kun muligt at ændre på omkostningerne og dette skal redueringen af spild og fastsættelse af kundeværdi hjælpe med.

Rigtig mange entreprenører benytter dog stadig den første ligning, men jo mere byggeriet industrialiseres jo mere opstår der en markedspris.

Ud fra figur 9.1, kan det ses at jo tidligere i produktudviklingen der benyttes lean jo mere kundeværdi skabes der. Ved at benytte lean allerede i produktdefinitionen bliver effekten 1000 gange så stor som hvis den blot benyttes i produktionen, der skal altså fokuseres på de otte parametre, som er tidligere beskrevet i afsnit 8, helt fra starten.



Figur 9.1: Jo tidligere der indføres lean i produktudviklingen jo mere værdi er der for kunden.

Alt dette handler om at se og erkende hvor kundeværdien opstår i virksomheden for kundeværdi er det der giver basis for en bedre pris, højere markedsandel og tilfredse medarbejdere.

Ved industrialiseret byggeri, hvor 90% af byggeriet bliver lavet på fabrik, er meget af spildet allerede reduceret ved at der benyttes standard rummoduler og der laves ikke overproduktion, da det ofte er et valg ikke at gøre dette, da produkterne skal lægges på lager og så er der usikkerheden om de kan blive solgt. Dog kommer mange af elementerne til at stå og vente længe da de enkelte produkter tager så lang tid at lave, så der opstår et lager for den ordre der er i gang.

Ved at rummodulerne produceres indendørs og fordi det er de samme produkter der laves hver gang, gentagelseeffekten, findes mange fejl og mangler undervejs i byggeprocessen og ved at forholdene er så kontrolleret opstår der ligeledes mindre fejl og defekter ved efterfølgende gennemgang af boligerne, så som 1 års gennemgang.

De første billige boliger i København blev produceret i Estland og dette giver et meget stort spild i transport, hvor modulerne ikke skaber værdi for kunden. Så det er et område hvor der kunne gøres noget for at eliminere spildet, f.eks. ved at flytte produktionen til Danmark. Dette skaber dog andre problemer i form af om der overhovedet er en fabrik, der kan producere rummoduler og ligeledes er lønnen en hel anden i Danmark end i Estland. Der kan dog ses på om der er fejl og mangler ved afleverings-, et års- og fem årsgennemgang, for så er der mulighed for i fremtiden at få rette fejlene på fabrikken.

På selve fabrikken hvor rummodulerne bliver produceret kan der ses på om der opstår spild, men da rummodulerne er produceret i Estland, har det ikke været muligt at besøge fabrikken og derfor vil der i denne rapport ikke blive vurderet om der opstår spild i forbindelse med fremstillingen, men det er noget der i fremtiden, når der vælges producent til fremtidige byggerier kan kigges nærmere på.

Dette punkt i lean passer godt på industrialiseret byggeri, da der kan ses efter spild i alle faser af byggeprocessen.

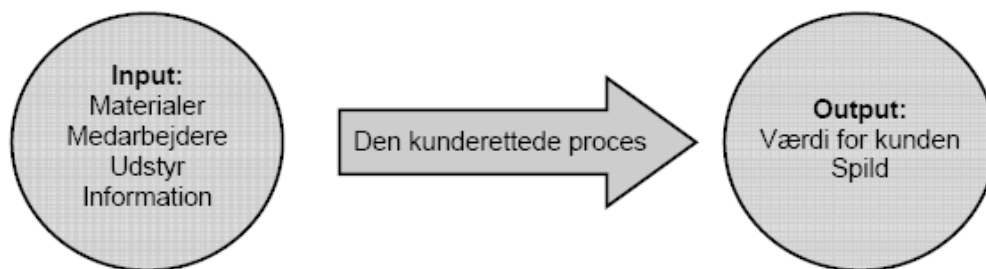
9.4 Skab værdistrømme

Det næste punkt i lean er at skabe værdistrømme, men for at kunne skabe værdistrømme er det nødvendigt at vide hvordan den nuværende situation er og dette gøres ved at lave en værdistrømsanalyse.

Indledningsvis skal produkterne deles op i produktfamilier, altså skal produkter der gennemgår nogenlunde de samme arbejdsprocesser sættes i samme familie osv. samtidig fastsættes det hvor mange % af den samlede produktion de forskellige familier udgøre. Der laves en værdistrømsanalyse for hver produktfamilie og denne proces afslører næsten altid forbløffende mængder spild. Det er vigtigt at være omhyggelig med opdelingen af produktfamilier for det gør den efterfølgende kortlægning af værdistrømmene lettere.

Det er også vigtigt i denne situation ikke at lægge ud med at skabe overblik over den fulde værdistrøm, men at tage lidt af gangen, så det bliver overskueligt og derved giver energi til at lave mere, for hvis der gaves over mere end der kan overskues risikeres det at hele dette trin i lean går i stå.

I en værdistrøm indgår der en lang række processer, f.eks. udviklingsprocessen, fremstillingsprocessen og betalingsprocessen. En proces er en serie af aktiviteter der udføres på rette vis i den rette rækkefølge på det rette tidspunkt for at skabe værdi for kunden. Det der altså kommer ud af en proces er værdi og spild. Dette er illustreret på figur 9.2.



Figur 9.2: En proces har tre elementer, input, processen selv og output.

Som det kan ses på figuren tager processen input og transformere det til output. Det vil sige at det ikke kun er selve processen der bestemmer outputtet men også inputtet. I den sammenhæng findes der fire M'er som skal være stabile for at lean kan blive en succes:

Medarbejder. Medarbejderne skal have den rette træning og de rette kompetancer, så de kan udføre arbejdet uden at lave fejl og på den afsatte tid.

Materiale. Materialerne skal være af den aftalte kvalitet og i samme format hver eneste gang.

Maskiner (udstyr). Maskiner og andet udstyr skal være tilgængeligt, så det kan anvendes, når behovet opstår. Det skal endvidere være pålideligt, så det ikke bryder ned eller uprovokeret stopper.

Metode. Der skal være en klar beskrevet metode for arbejdets udførelse, herunder at de nødvendige standarder overholdes til punkt og prikke.

Det er vigtigt at blive ved med at fokusere på at disse fire M'er er stabile for ellers kan det give tilbageslag under lean implementeringen.

Værdistrømsanalysen udføres for én produktfamilie ad gangen og der er tre formål med at anvende værdistrømsanalyse:

- Den kortlægger den nuværende værdistrøm.
- Den udvikler et forslag til en fremtidig værdistrøm.
- Den finder frem til de nødvendige handlinger for at realisere den fremtidige værdistrøm.

Kortlægning af den nuværende værdistrøm er at få den virkelige værdistrøm omskrevet til en model på A3-papir eller whiteboard. Der skal kun medtages

de oplysninger der er nødvendige for at kunne udvikle en fremtidig værdistrøm, der skal altså ikke gåes i detaljer med uvæsentlige elementer, det skal bare skabe overblik så der kan arbejdes videre til den fremtidige værdistrøm. Det gælder til gengæld om at vide og ikke tro hvordan den nuværende værdistrøm er, dette kan kræve at processen bliver fulgt fra start til slut, for mange ting foregår anderledes end der forestilles og det er vigtigt at få med.

Forslaget til en fremtidig værdistrøm og en handlingsplan fremkommet ved at benytte lean principperne om flow og pull, og der er otte generelle spørgsmål som der kan stilles når den fremtidige værdistrøm skal fastlægges.

1. Hvad er takttiden?
2. Vil vi producere til supermarkede eller direkte til forsendelse?
3. Hvor kan vi benytte kontinuerligt flow?
4. Hvor skal vi benytte supermarkeds træk for at styre produktionen?
5. I hvilke unikke trin (pacemaker processen) i produktionsprocessen trigger vi produktion?
6. Hvordan udjævnes produktionsmixet på pacemaker processen?
7. Hvilke mængder af arbejde skal der frigives og fjernes fra denne proces?
8. Hvilke procesforbedringer er nødvendige for, at flowet flyder, som vi har designet i den fremtidige værdistrøm?

1. Taktiden

Er den arbejdstid der er til rådighed de sidste processer, som er tættest på kunden. Så hvis der beregnes en takttid på 60 sekunder, for at imødekomme kundens behov, inkluderer dette ikke omstillingstider og nede-tider for produktionsudstyret. Cyklustiden skal derfor nedsættes, men takttiden er et referencetal, som er defineret af kunden.

2. Producere til supermarkede eller direkte til forsendelse

Dette afhænger af flere faktorer, såsom kundens købsmønster, pålidelighed på produktionsudstyret og andre karakteristika ved produktet. For kundetilpassede produkter er det ikke nødvendigvis muligt at lave et færdigvaresupermarked.

3. Benytte kontinuerligt flow

For at få et kontinuerligt flow glæder det om at få fjernet flaskehalsene, dette

kan gøres ved enten at komme flere medarbejdere på en proces eller slå de mindre processer sammen og derved få alle bearbejdningsstationer til at have samme cyklustid.

4. Supermarkedstræk for at styre produktionen

For at få et kontinuerligt flow, er det nødvendigt at finde ud af hvor der skal produceres til supermarked og der er samtidigt nødvendigt at lave supermarkederne til et træk, så der f.eks. benyttes kanban kort til at se hvornår supermarkede er ved at være i bund og så producere til supermarkede igen.

5. Hvor er pacemaker processen

Pacemaker processen skal findes der hvor hele værdikæden kan styres.

6. Udjævne produktionsmixet

Når der kommer store ordre ind er det naturligt for en virksomhed at alle den ene type dele først og der efter den næste type osv., men dette er forkert i forhold til lean, da det betyder at der kommer store supermarkeder og at det ikke er muligt at komme igang med montagen, fordi alle delen ikke er lavet, det gælder derfor om at producere lidt af hvert af gange, så der hele tiden er dele til montage. Dette betyder at der kommer mange skift, men dette presser også virksomheden til at finde metoder til at gøre skiften kortere og nemmere.

7. Arbejde skal der frigives og fjernes fra denne proces

Denne del fortæller hvor ofte kanbankortet skal virke, og det kommer helt an på hvordan det passer med taktider og kassestørrelser. Men det skal hellere være lidt for tit end for sjældent, for ellers når der at komme for store supermarkeder. I nogle produktioner er det faktisk en god ide at gøre det ved hvert enkelt produkt.

8. Procesforbedringer

Når den fremtidige værsidstrøm nu er fastlagt, ud fra de syv foregående spørgsmål, er det nu nødvendigt at lave en liste der direkte fortæller hvad der fysisk skal gøres for at få denne værdikæde til at fungere og få flowet til at flyde.

Ud fra disse otte spørgsmål kan den fremtidige værdistøm og handlingsplanen dertil laves. Forslaget til en fremtidig værdistrøm må ikke være mere ambitiøs, end at det kan indføres på maksimal tre-seks måneder og allerhelst inden for en måned. Når den fremtidige værdistrøm er indført, bliver den til den nuværende og derefter er det muligt at lave en ny fremtidig værdistrøm.

Disse otte spørgsmål er meget lean production, men ideen med at lave en værdikæde passer også på et byggeprojekt og her kan der f.eks. benyttes Value Chain Management.

Der er ikke en rigtig måde at lave en værdistrømsanalyse på, men der er dog nogle erfaringsmæssige fællestræk som er listet op her:

- Udføres af et team af relevante medarbejdere (områdeleder, leanforandringsagenter, medarbejdere fra de berørte områder, kunder og leverandører til områderne og ofte også tillidsmænd).
- Udføres som en koncentreret indsats på nogle få dage, da det er vigtigt at holde momentum i processen.
- Processen, der skal analyseres, tages i åsyn og gås igennem flere gange.
- Data hentes hvor processen udføres og ikke i et system, da data herfra ikke stemmer overens med virkeligheden.
- Der anvendes en række fastlagte ikoner til kortlægning og til den fremtidige værdistrøm, til fremtidig sammenligning.

En værdistrøm behøver ikke kun at være for en viskomhed, den kan ligeledes laves over en hel byggeproces. Men teorien er den samme der skal bare ses på byggeriet fra start til slut og værdistrømmen bliver mere overordnet og en antagelse af hvordan den kan se ud for hvis den først laves efterfølgende er byggeriet færdigt, men til gengæld skal der laves en værdistrøm løbende, så der i sidste ende kan sammenlignes med den antagede og derved kan erfaringerne benyttes i den næste byggesag.

Lean teorien siger at der ikke må gættes når den nuværende værdistrøm fastlægges, men i byggeriets tilfælde kan værdistrømmen lige så meget give et billed af hvor der skabes værdi og hvor der er spild, sådan at dette kan nå at ændres inden byggeprocessen går i gang.

9.5 Skab flow uden stop

Nu hvor værdien er specificeret, spildet fjernet og værdistrømmene fastlagt er det tid til at begynde helt at ændre virksomhedens opfattelse af hvordan en produktion skal være, der skal nemlig skabes flow.

Ofte er det ikke det at ændre de fysiske ting i en virksomhed der skaber problemer, det er oftest virksomhedskulturen der er sværest at ændre, da holdningen “sådan har vi altid gjort” ofte optræder.

Flow opstår ikke af sig selv, det skal skabes og i teorien lyder det meget nemt, et produkt skal igennem alle processer uden stop, men sådan fungerer det ikke i virkeligheden, for her kan en virksomhed ikke bare håndtere et produkt eller en kunde ad gangen. Der opstår en masse “stop and go” hvilket giver et dårligt flow. Overordnet kan der udpeges fire overlappende årsager til dette:

- Virksomhedens organisering
- Serieproduktion
- Seriestørrelse
- Lagre og problemer

Virksomhedens organisation

Mange virksomheder starter med få medarbejdere, så her sidder alle på samme kontor og en medarbejder varetager måske endog flere funktioner, såsom ordre-, sags-, behandlings- og betalingsprocessen og imellem medarbejderne er kommunikationen let, samt alle har overblikket. Men i takt med at virksomheden vokser, deles den op i afdelinger, så som salg, marketing, økonomi, it osv.. Når en ordre nu kommer ind i virksomheden skal den oftest igennem flere af afdelingerne og derved opstår der “stop and go”. Men denne organisering er ikke en løsning i en lean virksomhed.

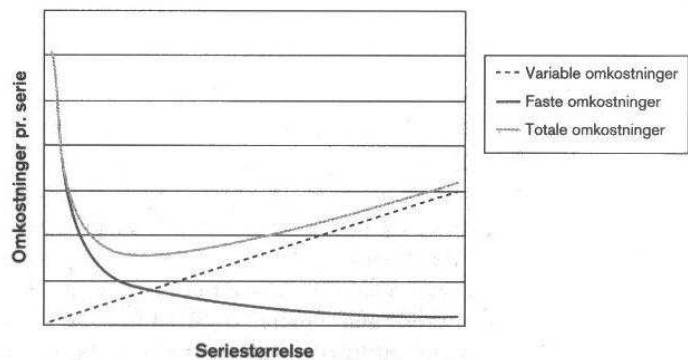
Serieproduktion

Når en virksomhed er organiseret i faglige specialer, så medfører dette at opgaverne skal føres mellem afdelinger og dette medfører ofte at opgaverne bliver samlet i store klumper før de bliver sendt videre til næste afdeling for at spare på transporten. Men i lean er filosofien at opgaverne sendes videre til næste afdeling såsnart de er udført.

Seriestørrelse

Mange maskiner har lange omstillingstider, hvor der ikke bliver produceret, så derfor kører mange virksomheder store seriestørrelser for at få så meget valuta som muligt. Mange virksomheder udregner deres seriestørrelser efter en kombination af de faste og variable omkostninger, et princip kan ses på figur 9.3.

Disse årsager er meget lean production og der gives derfor et bud senere i dette afsnit om hvilke årsager der kan være til dårligt flow i det industrialiserede byggeri.



Figur 9.3: På grafen kan det ses at når de faste og variable omkostninger plottes ind og de totale omkostninger så findes, kommer der et punkt hvor de er lavest og derved er seriestørrelsen fundet.

Denne måde er en meget økonomisk måde af anskue seriestørrelser på og er ikke noget der lever op til lean teoriens send videre straks teori. Et eksempel på dette kan f.eks. være at selv om det økonomisk er billigere at købe tre citroner til ti kroner i stedet for to til otte kroner, men hvis der alligevel ikke bliver brugt mere end to, så smider vi faktisk to kroner på *muda*-møddingen, de to kroner er faktisk overproduktion.

Lagre og problemer

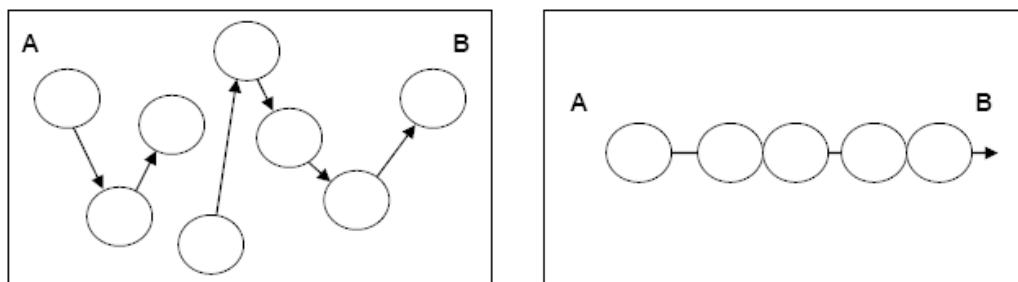
Lagre forhindrer flow. Lagre opstår ved at der laves store seriestørrelser, samt at mange virksomheder benytter sikkerhedsnet, dvs. de producerer hellere lige lidt mere, hvis nu en maskine skulle gå i stykker eller materialeleverandøren ikke er pålidelig. Dette er i lean overproduktion og det skal for alt i verden undgås.

Alle disse årsager til at der er dårligt flow gælder også i administrative virksomheder, her er årsagerne f.eks. manglende information, serveren er nede eller der er kø ved printeren.

For at løse dette er der to simple principper som kan skabe et bedre flow:

Sammenlægning af processer

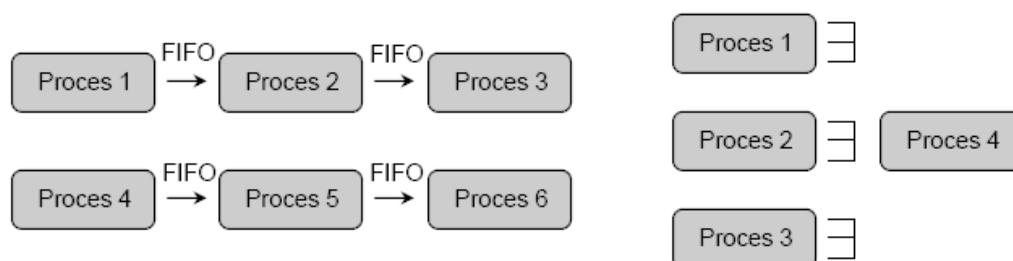
Kendetegnene ved et godt flow er at procestrinnene samles geografisk. Dette kan illustreres som det kan ses på figur 9.4.



Figur 9.4: Kom hurtigst fra A til B. Til venstre tager det lang tid processerne ligger langt fra hinanden, hvor det til højre er skabt en sammenlægning af processerne og derved kommer der et bedre flow.

Da virksomheder ofte har mange forskellige produktfamilier er det ikke muligt at lave et langt flowlayout, som dækker hele sagsbehandlingen eller hele produktionen. Derfor deles produktionen oftest op i mindre dele, inden for hvilke der laves flow og målsætningen er at få mest muligt flow også selvom det er i mindre dele. Dette passer rigtig godt på byggesektoren, da industrialiseret byggeri er delt op i mange dele, både på en fabrik og på selve byggepladsen.

Hver af mindre flows kan kaldes en proces. På figur 9.5 er der illustreret to forskellige måder, hvorpå sammenhængen mellem disse processer kan foregå.



Figur 9.5: Mulige sammensætninger af processer i et flowlayout.

Figuren til venstre viser et typisk flow for en virksomhed, der laver kunde-specifikke opgaver. Opgaverne venter ikke på hinanden i dette flow, når proces 1 er færdig er proces 2 klar til at tage over. Dette kaldes FIFO-produktion (først ind, først ud). Selvom lean teorien mener at alle lagre skal fjernes, er teorien dog realistisk og er godt klar over at lagre kan opstå, men i stedet for at kalde dem lagre, kaldes de supermarkeder. Supermarkeder anvendes når processernes nuværende indretning gør flowet vanskeligt, men efterhånden som flowet forbedres kan supermarkederne fjernes igen og bringes ind i et FIFO-flow. På højre side af figuren får proces 4 elementer fra proces 1-3,

men da processerne måske ikke er ens, så tager proces 4 noget fra supermarkederne fra de tre andre processer for at få produktionen til at køre.

Reduktion af seriestørrelser

Masseproduktionsfilosofien og lean har modstridende opfattelse af seriestørrelser, i masseproduktion skal serierne være store for at kompensere for de langvarige omstillinger, i lean skal de helst være små, fordi det tvinger virksomheden til at fjerne omstillingerne.

Ved store serier ligger alle elementer på nær en og venter på alle de andre, enten før eller efter processen. Det er her lean siger at så snart et element er lavet skal det videre til næste proces, så der ikke opstår disse mellemlagre også selv om de ikke er særligt store.

I forbindelse med dette er det derfor vigtigt at under en kortlægning af værdistrømme at der ikke kun medtages de komponenter der befinder sig på egentlige lagre men også dem som ligger imellem to processer uden at det bliver kaldt et lager. Det helt ideelle ville være at være i stand til at lave og sende et styk videre ad gangen.

Disse to principper er med til at skabe flow og flow skabes ved at fjerne forhindringer. Nogle forhindringer er ikke synlige fra starten, så det gælder og at fjerne de største først og så arbejde sig fremad.

Ved industrialiseret byggeri består organisationen af flere virksomheder, så for at sikre et flow er det ikke helt de samme årsager de skal ses på:

- Organisation
- Kommunikation
- Standarder

Organisation

Når der indgås samarbejde mellem de forskellige aktører, skal der fra starten fastlægges hvordan organisationen skal være for den enkelte byggesag.

Kommunikation

Når samarbejdet er indgået er det vigtigt at der bliver lavet en kommunikationsplan, så det er klart for alle hvem der kommunikerer med hvem, for ellers kan der alt for nemt opstå misforståelser, hvis alle kommunikerer på kryds

og tværs.

Standarder

Når der bygges boliger industrielt, findes der i dag ingen rigtig eller for den sags skyld forkert måde at gøre dette på, mange virksomheder som producerer rummoduler, tilpasser enten modulerne til byggeriet eller har en standard som ikke passer med nogle andre virksomheders standarder.

Normalt begynder en byggeproces med en arkitektkonkurrence og efter at vinderen er fundet kommer projektet i licitation for at finde ud af hvem der skal bygge projektet. Ved brugen af rummoduler kommer arkitekterne med et forslag til hvordan boligerne skal se ud og den som vinder skal så i samarbejde med rummodulvirksomheden tilpasse projektet til fabrikantens rummodul standard. Da standarderne ikke er ens kan arkitekten ikke forberede sig på hvordan vinderen af licitationens moduler ser ud og derfor skal der altid ske tilpasninger.

Dette kunne fjernes hvis rummodulproducenterne kunne enes om at lave en standard for rummodulerne, såsom højde, bredde og længde og ligende, hvad de synes er rimeligt for at arkitekten stadig har noget at gøre med for at alle boliger i fremtiden ikke bliver ens.

9.6 Indfør nye styringsprincipper

Nu er der skabt flow, men kunden skal stadig være i centrum, så produktionen skal foregå i den takt som kunden efterspørger. Så der skal ikke overproduceres, men kunden må heller ikke blive skuffet. Dette princip handler om pull, altså hvor det er kunden der fortæller hvornår der er behov for at der bliver produceret.

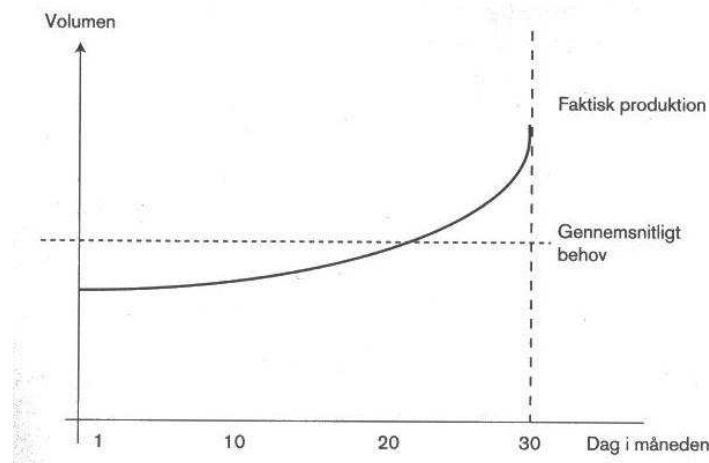
Undgå overbelastning

For at undgå overbelastning er der tre MU-ord som hver især beskriver de ting der skal undgås.

- **MUDA** (spild, lager, unødvendigt arbejde)
- **MURI** (Uforsvarlig arbejdsbelastning af medarbejdere og maskiner)
- **MURA** (Ujævn arbejdsbelastning af medarbejdere og maskiner)

Muri fører til nedslidning, når medarbejdere eller udstyr overbelastes, dette fører til dårligt arbejdsmiljø og stress. *Mura* betyder at der også opstår spild,

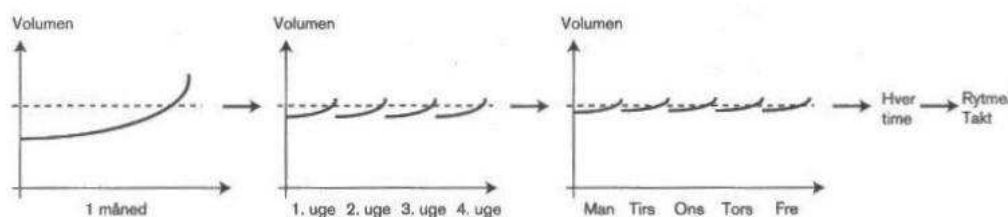
når der er alt for ujævne arbejdsbelastninger. Det der fører til *muri* og *mura* kan illustreres på figur 9.6.



Figur 9.6: Alle kender til deadlines. Op til deadline arbejdes der hårdt og efterfølgende pustes ud.

På figuren kan det ses, at der i starten arbejds mindre end det gennemsnitlige behov og at der til sidst på måneden arbejds ekstra hårdt for at nå at blive færdig. Dette fører til *muri* i slutperioden, hvor medarbejderne og maskiner overbelastes for at nå at blive færdige og *mura* som det kan ses på figuren da grafen er ujævn.

For at ændre denne ujævnhed benytter lean at indføre mange små mål i stedet for få store. Dette gøres ved hjælp af time-, dag- og ugeplaner. På den måde forkommer der en mere jævnt graf, som det kan ses på figur 9.7.



Figur 9.7: Reduktion i den tid der går til deadline, fører til en bedre situation, med en mere jævn kurve og kurven bliver mere og mere jævn jo kortere deadlinetid.

Men for at kunne indføre dagsplaner kræver det at de første tre lean principper er grundligt indført, så der er det nødvendige flow for at styre processerne

og så der ikke er unødvendige aktiviteter.

Denne måde at planlægge på kendes også fra andre metoder, så som Last Planner System (LPS).

Men der kan planlægges dybere end dagsplan, hvis det er kundens takt der benyttes, altså hvornår kunden har brug for ydelsen. Hele lean styringen kredser om tre begreber, takttid, pacemaker og kanban.

Takttid

Takttiden udtrykker hvor lang tid der går imellem, at en kunde at få sit produkt leveret eller får en sag behandlet i virksomheden. F.eks. hvis en virksomhed har en arbejdsdag på syv timer og kunden kommer med 14 sager om dagen, så er takttiden på en halv time, det betyder at i et perfekt et styks flow, vil der dumpe en sag ud af virksomheden på hvert taktslag - her hver halve time. Takttid er ikke en bestemt tid, den ændrer sig efter kundernes behov.

Pacemaker

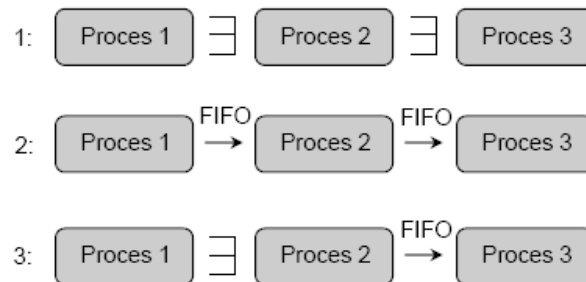
Denne funktion er med til at holde takten i virksomheden, for som det blev beskrevet under takttid, så skulle der laves to sager i timen, men det er nødvendigt at der gives besked hvis takten ændrer sig og der pludselig skal laves tre sager i timen. Der er kun en der slår takten, ofte den første proces i kæden, og så følger de andre processer efter.

Kanban

Kanban betyder kort, men i dette tilfælde er det lige så meget en betegnelse for måden som processerne signalerer til hinanden. Den form for kanban der oftest ses er kanbankort. Når en medarbejder kommer ned til kanbankortet, så er det tid til at bestille nye forsyninger. Sammenfattende er det takttiden der knytter virksomheden til kunden, signalet fra kunden sendes vha. kanbankort og disse kanbankort tilgår pacemakerprocessen, der sørger for at afstemme kundens behov med det, produktionen faktisk formår lige nu. Fra pacemakere går signalet videre til de øvrige processer.

Men når alt dette er sagt, nytter det ikke noget at få styr på de tre ovenstående ting, hvis de øvrige medarbejdere stadig taler med planlægningen selv, så derfor skal der en decentralstyring til, altså den styring der skal fra pacemaker og videre til de øvrige processer i kæden og mellem de øvrige processer.

Der er tre måder at styre decentralt på: Genopfyldning, FIFO og en kombination af de to. De tre måder er illustreret på figur 9.8.



Figur 9.8: De tre decentrale styringsprincipper. 1: Genopfyldning, 2: FIFO, 3: Kombination af genopfyldning og FIFO.

Genopfyldning

Dette princip er det der vil blive beskrevet mest som pull. En kunde trækker et produkt igennem hele virksomheden og der tages noget væk og det giver anledning til genopfyldning.

Dette kan være både meget kompliceret og meget simpelt, i nogle tilfælde kan den decentrale styring være en reol med hylder, og når en hylde er tom fyldes den op, men denne simple løsning kræver dog at alle medarbejdere kan se reolen. Så længe der er tale om så simple løsninger er kanban styring enkelt, men når der er mange processer og mange komponenter bliver kanban styring hurtigt kompliceret. I mange virksomheder som ikke benytter lean står de enkelte medarbejdere for både produktion og genopfyldning og dette betyder at der kommer en ujævn produktion, når medarbejderne skal gå fra deres produktionsplads for at fylde op. I en lean virksomhed vælges det derfor at dele medarbejderne op i produktionsmedarbejdere og genopfyldningsmedarbejdere.

FIFO

Mange virksomheder der fremstiller kundetilpassede produkter benytter FIFO og selv om der i princippet ikke er lagre i en FIFO styret produktion, så kan der alligvel forekomme ophobninger og bunker. Et af problemerne er at der ofte ikke er styr på hvem der skal have hvilke opgaver. Så derfor er det vigtigt at indføre en form for styring, der kan regulere opgavemængden og prioritere mellem opgaverne.

Mens der ved benyttelsen af kanban kort er mere styret, er der ved FIFO ikke

den samme styring og det er i højere grad aftalte regler som udgør styringen.

Kombination af opfyldning og FIFO

Ved at kombinere de to metoder, er der nogle ting der kan gøres i forvejen, men uden at der produceres færdig. Hvis en virksomheds produkter alle starter med de samme komponenter, kunne disse komponenter godt produceres på forhånd, da de kan blive til alle de andre produkter. Det er nok den mest brugte metode i produktionsvirksomheder og i de administrative virksomheder er muligheden der også.

Men for at få alt dette til at køre er det vigtigt at virksomheden er klar på at ændre virksomhedskulturen. En af de ting der også er i at ændre kulturen er, at det er ok at sige stop, hvis der opdages en fejl og så hjælpes alle ad med at rette den, så det ikke er en fejl der få lov til at arbejde sig igennem hele virksomheden.

Rigtigt mange byggesager arbejder som det er vist på figur 9.6, og ved det industrialiserede byggeri er det nogenlunde det samme. Alle rummodulerne blive fremstillet og leveret på byggepladsen og så skal de monteres så hurtigt som muligt og helst i tørvejr. I processen fra start til slut når boliger skal opføres af rummoduler, er der ikke de samme muligheder for at benytte kanbankort. Kanbankort kan dog sagtens benyttes på rummodulfabrikken.

Hvis rummodulerne blev lavet i Danmark, ville der være mulighed for at transportere modulerne afsted, så snart de var produceret og derved kunne der findes en takttid, til hvornår modulerne ville ankomme til pladsen og have en pacemaker der kunne styre takten, på den måde ville der opstå en FIFO decentral styring. På den måde ville modulerne komme i et mere jævnt tempo og der vil ikke opstå hverken muri eller mura.

Der er selvfølgelig det problem at modulerne er meget hurtige at montere og der kan monteres mellem 15-35 moduler om dagen, med et dertil uddannet team. Så der kommer til at stå nogle moduler på lager ved fabrikanten hvis der skal laves nok til en hel arbejdsdag, men hvis fundamenterne laves løbende, så kan fundamentet til næste dags moduler laves om eftermiddagen, så er det kun nødvendigt at der kommer mellem 10-15 moduler om dagen og derved bliver lagerne mindre, så det bliver en kombination af genopfyldning og FIFO.

9.7 Lav kaizen hver dag

Kaizen er det japanske ord for løbende forbedringer. Ved hele tiden af lave forbedringer, kommer virksomheden tættere på at blive perfekt.

Når de fire andre lean principper er indført er det vigtigt at holde disse vedlige, det gøres ved at blive ved med at lave forbedringer. Men for at kunne dette er det vigtigt at medarbejderne i virksomheden er med til at tænke og handle i hverdagen, men dette kræver at ledelsen giver deres fulde opbakning og det er nødvendigt at ledelsen går forrest med et godt eksempel. Det kan dog, som tidligere beskrevet, være en god ide at have medarbejderne med fra starten, så er de også mere motiveret for at blive ved med at forbedre virksomheden, når de selv har været med til at forandre den til det bedre.

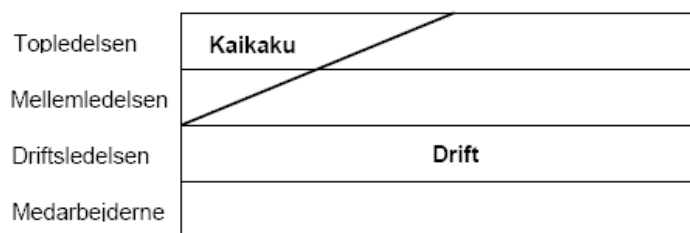
Der findes tre former for forbedringer:

Kaizen: Løbende forbedringer udført dagligt af alle medarbejdere alle steder i virksomheden.

Kaikaku: Radikale forbedringer, der udføres som en koncentreret indsats med det formål at opnå drastiske forbedringer.

Blitzkaizen: En normalt ugelang indsats, hvor en gruppe medarbejdere laver en lang række kaizen aktiviteter i et bestemt område med det resultat at skabe en radikal forbedring.

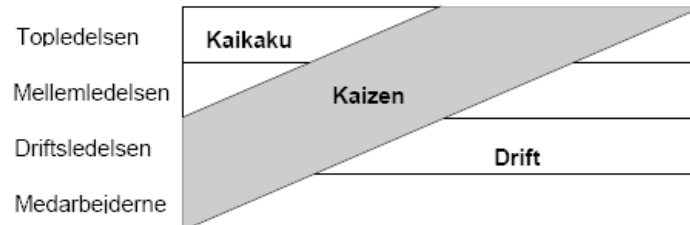
Traditionelt er forbedringer noget der kommer fra ledelsen og det er ofte radikale ændringer, altså kaikaku. Dette kan ses på figur 9.9.



Figur 9.9: Den traditionelle opdeling mellem kaikaku for de få og drift for de mange.

Men denne måde at lave forbedringer på involverer ikke medarbejderne særligt meget, så for at give medarbejderne et medansvar i at gøre virksomheden

bedre. Så derfor kom der nu en opgave ind mellem kaikaku og drift som alle i virksomheden var fælles om. Dette er illustreret på figur 9.10.



Figur 9.10: Kaizen, løbende forbedringer, er den opgave, som samtlige medarbejdere skal bidrage med.

Ved at involvere medarbejderne får ledelsen også mere tid og ressourcer til at se fremad istedet for at slukke brande.

Når der er brugt lang tid på at indføre lean er det vigtigt at der bliver holdt fast og dette gøres vha. kaizen. Der er flere forskellige måder som sikrer fastholdelse:

Overhold de standarder, der følger med nyt udstyr og systemer.

Dette er noget der er fokuseres på og det er vigtigt at medarbejderne der skal benytte udstyret får en god instruktion i udstyret og hvorfor det er så vigtigt at standarderne bliver overholdt.

Indføre standardiseret arbejde. Standardiseret arbejde er en procesbeskrivelse, som fortæller, hvor lang tid et stykke arbejde skal tage, i hvilken rækkefølge dets aktiviteter skal udføres, hvor der skal ekstra opmærksomhed til i forhold til kvaliteten og hvor der er sikkerhedsmæssige risici for medarbejderne. Det lyder simpelt men det kan i praksis være en stor udfordring, især i virksomheder hvor medarbejderne er vant til at arbejde på deres egen måde.

Hurtig opdagelse af unormale tilstande. Hvis noget ikke går som det skal og det opdages skal der handles straks. Der kan selvfølgelig ske ting som er normale, men det er med at lære at skelne normalt fra unormalt, for at undgå at det går helt galt.

Synliggøre forventningerne til præstationen og måle den på tavler.

Hvis virksomhederne ikke har nogen mål, så er det svært at se om man lever op til forventningerne, så derfor skal målene synliggøres for alle. Og da medarbejderne selv har været med til at definere standarderne for arbejdet, så

burde det heller ikke være svært at nå målene. Men medarbejderne skal selv have været med til at lave standarderne og målene, det skal ikke trækkes ned over på medarbejderne fra ledelsen.

Nogle gange er der områder i virksomhederne hvor der godt kan trænge til store forbedringer, hertil benyttes blitzkaizen. Blitzkaizen har normalt en udstrækning på en uge, hvor al medarbejdernes tid benyttes på at lave forbedringer og derved tager et stort ryk i at lave forbedringer.

Det er meget vigtigt at ledelsen forbliver synlig, men uden at lave beslutninger som trækkes ned over hovedet på medarbejderne. Ledelsen kan f.eks. stå i spidsen for blitzkaizen, hvor de fremstår som leder, men samtidig viser medarbejderne at de lytter til alle deres ideer.

Også dette kan benyttes i den industrialiserede byggeindustri, for at holde et godt forløb under hele byggeprocessen. Det er ikke nok at lave alle de indledende øvelser hvis ikke de fastholdes. Dette skal dog gøres på en lidt anden måde end i en produktionsvirksomhed, da forbedringerne mest er for de enkelte projekter.

Overhold standarder: De standarder der er lavet på området og i forbindelse med de enkelte projekter skal overholdes og det er vigtigt at alle der er involveret i projektet er informeret om disse standarder.

Tidsplaner: Der skal laves en realistisk tidsplan som alle skal have udleveret fra projektets start og denne tidsplan kan ikke ændres. Til tidsplanen kan der medfølge nogle mål og forventninger til projektet, så alle ved hvad der arbejdes hen imod med netop dette projekt.

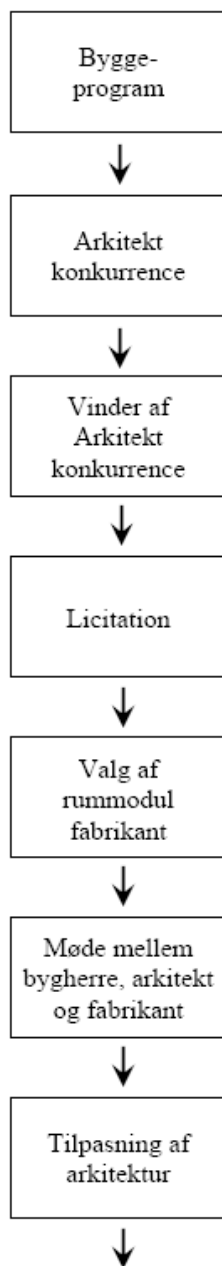
Hurtig opdagelse af unormale tilstande. Hvis noget ikke går som det skal og det opdages skal der handles straks. Der kan selvfølgelig ske ting som er normale, men det er med at lære at skelne normalt fra unormalt, for at undgå at det går helt galt.

Metoderne er ikke så langt fra dem i en produktionsvirksomhed, men det er vigtigt at få alle involverede i projektet med fra starten, for hvis det skal lykkes i en byggeproces, som jo er en begrænset periode, skal lean indføres helt fra begyndelsen og alle skal være med.

Efter at alle disse lean principper er gennemgået, er det valgt at opstille værdikæden for de først billige boliger og efterfølgende lave en værdikæde

at hvordan det kan gøres hvis nogle af de elementer der er beskrevet i det foregående bliver indført.

9.8 Nuværende værdikæde for Billige Boliger

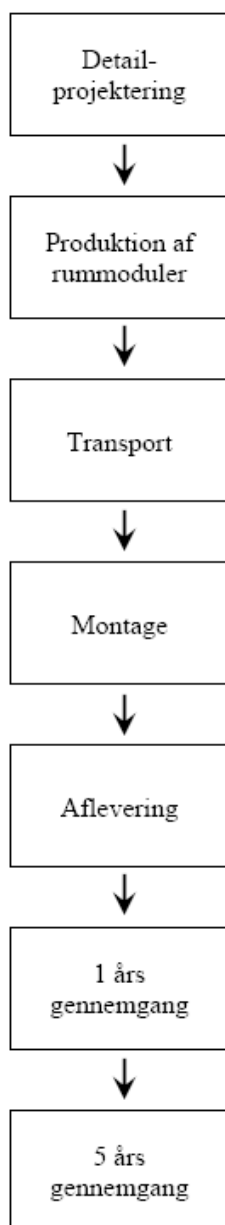


Når det er besluttet at der skal bygges billige boliger laves der et byggeprogram og ud fra dette udskrives der en arkitektkonkurrence, hvor flere arkitekt kommer med deres bud på hvordan boligerne kan ses ud. I konkurrencemateriale er det beskrevet at der vil blive benyttet præfabrikerede rummoduler og dette er det arbejderne gå efter når de tegner deres forslag.

Herefter udvælges der en håndfuld forslag som går videre, ved de første billige boliger i Karens minde var det seks styk, og kommer med et mere detaljeret forslag og ud fra disse udvælges der en arbejder til at designe de endelige boliger.

Herefter udskrives projektet i licitation og rummodulfabrikanter byder ind. Licitationen forgår ikke kun i Danmark, men i hele EU og ud fra en af de to kriterier laveste bud eller mest fordelagtig tilbud. Ud fra dette vælges der en rummodulfabrikant, ved det første projekt var vinderen af licitationen en estisk fabrik.

Herefter følger et møde mellem bygherre, arkitekt og rummodulfabrikant for at få lagt detaljerne på plads om hvordan modulerne kan se ud, ud fra de standarder som den valgt rummodulfabrikant har.



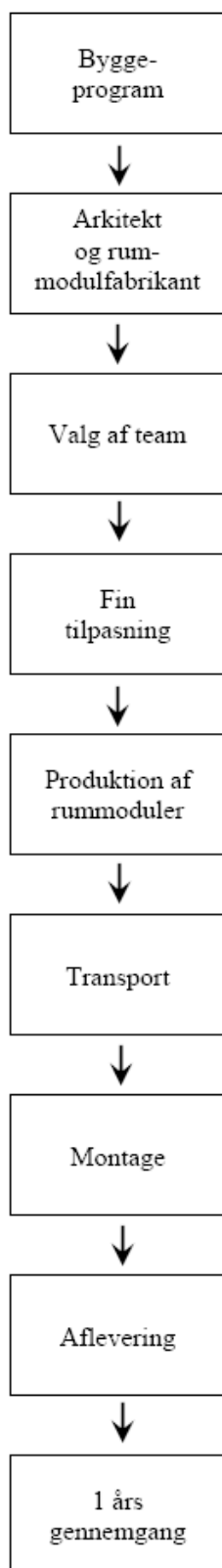
Efter dette møde følger en periode hvor arkitekten tilpasser projektet ud fra fabrikaneten anvisninger og sender tegninger til fabrikaneten for at få dem godkendt i forhold til deres standarder.

Så er rummodulfabrikanten klar til at detailprojektere projektet og efterfølgende påbegynde fabrikationen af rummodulerner og herefter bliver transporteret til byggepladsen og monteret af montører, ofte fra rummodulfabrikken.

Så når modulerne er samlet, er det kun enkelte elementer der evt. skal repareres efter transporten og så er byggeriet klar til aflevering til bygherre, med mindre at rummodulerne leveres uden facade, hvilket nogen gange er tilfældet.

Herefter er der et og fem års gennemgang. De første billige boliger i Karens minde har haft et årsgennemgang og der er funde meget få fejl og mangler, der er endag boliger, hvor der slet ikke er funde hverken fejl eller mangler.

9.9 Ny værdikæde



Når det er besluttet at der skal bygges billige boliger laves der et byggeprogram. Her er det muligt at en arkitekt og en rummodulfabrikant kan indgå i et samarbejde og komme med deres forslag til et boligbyggeri eller der kan udskrives en arkitektkonkurrence og derefter kan byggeriet udbydes i licitation.

Ved at rummodulfabrikkerne har fået en fælles standard er det nu muligt for arkitekten at tegne noget som kan passe sammen med alle fabrikker. Standarden kunne være som på bilfabrikkerne, hvor der er f.eks. er tre standard størrelses rummoduler, og hefter kan der gøres tilvalg i form af f.eks. gulve, vægge, indretning, osv..

Fabrikanten kan herefter påbegynde fin tilpasningen af projektet i samarbejde med bygherren, idet arkitekt og moduletegningerne er tilpasset standarderne og projektet. Så kan fabrikanten begynde at producere og løbende transportere rummodulerne til byggepladsen, så de kan blive monteret løbende. Da elementerne ikke er blevet transporteret så langt, er der forhåbentlig mindre skader og herefter er det kun evt. facader der skal monteres og så er byggeriet klar til aflevering.

Herefter bliver byggeriet gennemgået efter et og fem år og dette medføre forhåbentligt at der findes meget få fejl og mangler og i fremtiden, hvis der ikke findes fejl og mangler ved flere projekter kan fem års gennemgangen fjernes.

10

Perspektivering

Brugbarhed

At effektivisere det industrielle byggeri kan benyttes af alle byggevirksomheder. Hvis der blev indført en standard for rummoduler kunne denne standard benyttes til at give arkitekterne et bedre mulighed for at lave arkitektur som allerede er tilpasset rummoduler, for de hvad hvad de har at gøre med.

Standarderne behøver ikke være lovkrav, men det kunne være sådan at i offentlige projekter kunne det være et krav at disse standarder blev fulgt, og dermed ville det opfordrer rummodulfabrikanterne til at følge standarden.

Betydning

Da rummodulerne til de første billige boliger i København blev produceret i Estland, er det en god ide at de standarder der bliver udformet er Eurocode, for så er det glædende for alle producenter i EU. Standarderne kan laves i samarbejde mellem rummodulfabrikanter, arkitekter og ingeniøren. Der kan selvfølgelig opstå problemer idet de forskellige lande kan have forskellige standarder for vinduer og døre, men dette kan der selvfølgelig tages hensyn til hvis disse elementer bliver tilvalg.

Konsekvenser

Ved at lave rummoduler til en standard så risikeres det at noget af kreativiteten forsvinder, men på den anden side kan det ses i bilindustrien at selv om der er standarder inden for hvordan bilerne kan laves, er derfor stadig rigtigt

mange muligheder for at få et personligt præg.

Fremtid

I fremtiden ville dette betyde, at der på arkitektskolerne kan laves linier hvor der er muligt at specialisere sig i arkitektur når bygningen er udført af rummoduler. Da industrialiseret byggeri er en klar del af fremtiden, fordi det er hurtigt at opføre, det er god kvalitet og billiger.

11

Konklusion

Industrialisering af byggeriet har været i gang i mange år, men ofte i mindre dele, så som vinduer, betonelementer og træhuse til samlesæt. Men at gøre byggeriet til en produktion er ikke slået igennem endnu og de forsøge der har været med at bygge huse på fabrik har ikke haft den store succes.

Fonden for billige boliger er opstået i det Københavns kommune lavede en plan, 5x5 planen, der skulle sikre at der blev byggede 5000 boliger til 5000 kr/mdr. (i 2005 priser) på 5 år. De 5 år kan ikke overholdes og efter finanskrisen er 5x5 planen gået i stå. Fonden for billige boliger er dog stadig overbevist om at det nok skal lykkes at få opført de 5000 boliger inden for en rimelig tidsgrænse.

De første billige boliger er allerede opført, de er lavet af rummoduler, som er produceret i Estland og de næste er næsten færdig til indflytning.

Ved at vurdere otte parametre, placering, æstetik, brugervenlighed, tekniske egenskaber, miljøforhold, sundhed og sikkerhed, tid og økonomi, kan det ses at der er mange forhold der skal tages hensyn til under et byggeri og ud fra dette ses der på om det industrialiserede byggeri kan yderligere effektiviseres.

Ved at benytte lean og tilpasse lean principperne til det industrialiserede byggeri kan det konkluderes at det er muligt at effektivisere det industrialiserede byggeri. Og ud fra dette er der dannet en ny værdikæde som kan benyttes

til at effektivisere det industrialiserede byggeri, helt fra byggeprogrammet udarbejdes.

Dette kunne i fremtiden føre til at der kunne laves en standard for rummoduler og derved kan arkitekterne tegninge boliger som er lavet af rummoduler uden at vide hvilken rummodulfabrikant der bliver benyttet.

Litteratur

- [1] Ib Andersen. *Den skinbarlige virkelighed*. 2. oplag. Forlaget Samfundslitteratur, ISBN: 978-87-593-1380-0, 4. udgave edition, 2009.
- [2] Ulrik Andersen. Fremtidens huse bygges på fabrik. *Ingeniøren*, (Artikelnr.78884):3, September 2006.
- [3] Ulrik Andersen. Ncc lukker husfabrik efter tab på halv milliard. *Ingeniøren*, (Artikelnr. 83516):2, november 2007.
- [4] Anlægsteknikforeningen. *Anlægsteknik 2*, volume 1. oplage. Polyteknisk forlag, 2005.
- [5] Kalika Bro-Jørgensen. Danmark er verdens dyreste sted at bygge. *Ingeniøren*, page 1, Juli 2008.
- [6] business.dk. Ejendomsselskabet kuben i knæ og overtages af dania capital, november 2008.
- [7] Cinark. Industrialiseret arkitektur, forår 2005.
- [8] Thomas B. Christensen et. al. *LEAN - implementering i danske virksomheder*, volume 1. Børsens forlag, 1 edition, 2006.
- [9] Fonden for billige boliger. Billigbolig, Marts 2007.
- [10] Fonden for billige boliger. koncept for billige boliger - andelsboliger, Februar 2007.
- [11] Center for byudvikling. Ny analyse fra deloitte: Mellemindekomstgrupperne kan fortsat ikke finde bolig i københavn, januar 2009.
- [12] Dansk hulmursisolering. Dansk hulmursisolering, april 2009.

- [13] Kristian Kreiner og Peter Holdm Jacobsen. Byggesektorens mindreværdskomplekser er grundløse! *Center for ledelse i byggeriet*, page 8, Januar 2009.
- [14] HUR Plan. Den grønne struktur i hovedstadsregionen, april 2006.