

CHALMERS



INDUSTRIELLT BYGGGANDE – EN NULÄGESRAPPORT

JOHAN KRON
EBBA GOLDKUHL

EXAMENSARBETE

Högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör
Institutionen för bygg- och miljöteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2006
Examensarbete 2006:71

Industriellt byggande

En nulägesrapport

J KRON, E GOLDKUHL

Industrial Building
- State of the art
J KRON, 1974-09-12
E GOLDKUHL, 1974-07-17

© J KRON E GOLDKUHL
Diploma thesis 2006:71
Department of Civil and Environmental Engineering
Chalmers University of Technology
SE-412 96 Göteborg
Sweden
Telephone + 46 (0)31-772 1000

Sammandrag

För närvarande pågår ett intensivt utvecklingsarbete på bred front för att ta fram nya effektiviserade byggsystem som är mer kostnadseffektiva för bostadsproduktion. Detta har lett fram till att framför allt de stora aktörerna på marknaden har utvecklat allt mer industrialiserade byggprocesser genom standardisering och systematisering gällande byggkomponenterna och projekteringsskedet.

Målet med detta examensarbete är att ge en övergripande bild av det industriella byggandet och dess tillverkningsprocesser hos de stora aktörerna av industriellt producerade flerbostadshus i Sverige. Rapporten belyser även Svenskt näringslivs åsikter om standardiserade byggsystem. Under arbetets gång har tid ägnats åt kontinuerliga litteraturstudier, samt informationssökning via Internet, studiebesök och telefonintervjuer. Utvalda byggföretag har varit BoKlok AB, NCC Komplet, Lindbäcks Bygg AB och Open House.

Nyckelord: Byggprocess, standardisering och industriellt byggande

Abstract

To make the process of construction more effective new system has to develop to solve the housing problem in Sweden. Therefore the market have brought forward the building process affecting the technical elements and the planning phase.

The purpose of this report is to give an updated blanket image of the manufacturing process within the major corporations on the industrial building market which produce housing. This report illustrates also the Swedish trade and industry opinion about standardized building system. The working process to write this report has been carried out by continuously studying accurate literature, information search by the internet, field trip and telephone interview.

Keywords: Building Process, Standardization, Industrial building

Förord

Denna examensrapport innefattar 11 poäng av högskoleingenjörsutbildningen som utförts vid Institutionen för Bygg – och Miljöteknik. Examinator och handledare har varit universitetslektor vid enheten för byggteknik Sören Lindgren.

Vi vill framför allt tacka vår handledare Sören Lindgren för all hjälp och stöd under arbetet med den här rapporten.

Vi vill även tacka Fredrik Dahlberg, produktionschef på Region Byggsystem, för att hans engagemang under vårt studiebesök på fabriken i Småland.

Göteborg, maj 2006

Ebba Goldkuhl

Johan Kron

Innehållsförteckning

Sammandrag.....	I
Abstract.....	II
Förord.....	III
Innehållsförteckning.....	IV
Definitioner.....	VI
1. Inledning.....	1
1.1. Bakgrund.....	1
1.2. Syfte, avgränsningar.....	1
1.3. Metod.....	1
2. Beskrivning av industriellt byggande.....	2
2.1. Olika produktionsmetoder.....	2
2.1.1. Platsbyggnad.....	2
2.1.2. Förtillverkning av ytmoduler.....	2
2.1.3. Förtillverkning av volymmoduler.....	2
2.2. Industriell byggnadsprocess.....	3
3. Open House Production.....	5
3.1. Koncept.....	5
3.1.1. Bärande idé.....	5
3.1.2. Produktutbud.....	5
3.1.3. Startbo.....	6
3.2. Strategi.....	6
3.3. Produktion.....	7
3.3.1. Tillverkningsprocess.....	7
3.3.2. Tillverkningsstrategi.....	8
4. BoKlok AB.....	9
4.1. Koncept.....	9
4.1.1. Bärande idé.....	9
4.1.2. Produktutbud.....	9
4.2. Företagsstrategi.....	10
4.3. Produktion.....	11
4.3.1. Tillverkningsprocess.....	11
4.3.2. Tillverkningsstrategi.....	12
5. Lindbäcks Bygg AB.....	14
5.1. Koncept.....	14
5.1.1. Bärande idé.....	14
5.1.2. Produktutbud.....	14
5.2. Företagsstrategi.....	15
5.3. Produktion.....	15
5.3.1. Tillverkningsprocess.....	15
5.3.2. Tillverkningsstrategi.....	16
6. NCC Komplet.....	17
6.1. Koncept.....	17
6.1.1. Bärande idé.....	17
6.1.2. Produktutbud.....	17
6.2. Företagsstrategi.....	18
6.3. Produktion.....	18
7. Uttalanden om Standardisering inom byggbranschen.....	21
7.1. SIS.....	21
7.2. TMF.....	21
8. Slutsats.....	23
9. Avslutning.....	24

10.	Referenser	25
10.1.	Litteratur.....	25
10.2.	Elektroniska källor	25
10.3.	Muntliga källor.....	25
Bilagor		
Bilaga 1		

Definitioner

Begrepp

Byggprocess	Process för att utveckla, konstruera, producera och förvalta samt riva en anläggning i form av till exempel en byggnad.
Flervåningshus	Hus med två eller fler våningar.
Generalentreprenad	Entreprenören svarar för allt utom projektering.
Industrialiserat byggande	Komponenter som till exempel väggar, tak och bjälklag tillverkas i fabrik och monteras på byggplatsen.
Industriellt byggande	Hela bostäder byggs färdiga inomhus i fabrik och fraktas till byggarbetsplatsen.
Kund	Bostadsföretag och/eller boende i bostadsrätt eller hyresrätt.
Ramavtal	Avtal som ingås mellan en beställare och en eller flera leverantörer i syfte att fastställa samtliga villkor för avrop som ska ske under en viss period.
Stomme	System av konstruktionselement som tar upp och fördelar laster samt för ner dessa till byggnadens undergrund.
Total entreprenad	En enda entreprenör ansvarar för hela bygget, från första ritningen till dess att allt är klart. Således skrivs ett enda kontrakt.
Volymelement	Ytelement som är sammansatta till en volym.
Volymkomplettering	Process där ett volymelement kompletteras in- och utvändigt med t.ex. installationer och målning.
Våtrum	Utrymme, till exempel dusch- och badrum som är fuktsäkrat med hjälp av vattenavvisande beklädnad.
Ytelement	Konstruktionsdel som till exempel väggar, golvbjälklag och tak.

Förkortningar

BNP	Bruttonationalprodukten
GVK	Golvbranschens Våtrumskontroll
BBR	Boverkets Byggregler
NUTEK	Närings- och teknikutvecklingsverket
UE	Underentreprenör

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Produktionen av bostäder i Sverige har under de senaste femton åren varit omotiverat låg. I slutet av sextiotalet och i början av sjuttiotalet var byggbranschen, i och med miljonprogrammets genomförande, mycket effektiv. Med miljonprogrammet kom en första typ av industriellt byggande igång på allvar i Sverige. Det byggdes då omkring hundratusen lägenheter per år vilket motsvarar cirka sju procent av BNP.

Under nittiotalet låg motsvarande siffra på under två procent av BNP. Då byggandet under så lång tid har gått på sparlåga har kravet från marknaden av billiga och bra bostäder ökat. För att tillgodose denna efterfrågan på bostäder har byggsystem tagits fram som ökar lönsamheten för både kunden och byggföretagen.

Då nyproduktion av bostäder medför höga kostnader har de senaste åren en genomgripande processutveckling mot industrialiserat byggande genomförts av flertalet av de ledande aktörerna på byggnadsmarknaden. Denna utveckling har lett till att effektivisera byggprocessen genom standardisering och systematisering gällande byggkomponenterna och projekteringsskedet, vilket har medfört en kostnadseffektivisering för bostadsproduktionen.

1.2. Syfte, avgränsningar

I detta examensarbete ligger fokus på att kartlägga det industriella byggandet och tillverkningsprocesserna hos de stora aktörerna av industriellt producerade hus i Sverige. Målet med denna rapport är att ge en övergripande bild av de produktionssystem som ligger till grund för det industriella byggandet. Rapporten belyser även Svenskt näringslivs åsikter om standardiserade byggsystem. Examensarbetet behandlar endast flerbostadshusproduktion.

1.3. Metod

Under arbetets gång ägnades tid åt kontinuerliga litteraturstudier med nyckelord som tillverkningsstrategi, standardisering och byggprocess. Informationssökning har bedrivits via Internet, studiebesök och telefonintervjuer. Utvalda byggföretag har varit BoKlok AB, NCC Komplet, Lindbäcks Bygg AB och Open House.

2. Beskrivning av industriellt byggande

Industriellt byggande innebär effektivisering och standardisering av den fysiska produktionen samt standardisering av projekteringsstadiet genom upprepning och samverkan mellan alla inbegripna aktörer.

2.1. Olika produktionsmetoder

2.1.1. Platsbyggnad

Den traditionella metoden att tillverka byggnader är platsbyggnad. Tekniken innebär att husen tillverkas och sätts ihop på byggplatsen. Med hjälp av en kranbil lyfts färdigkapat virke till rätt våning där det monteras bit för bit. De enda komponenter som förtillverkas är takstolar. Väggar tillverkas på respektive våningsplan och reses med handkraft. Stommen är väderexponerad under stomresningen.

2.1.2. Förtillverkning av ytmoduler

Vid förtillverkning av ytmoduler sker produktionen av prefab-elementen antingen i stationär fabrik eller i fältfabrik. Ytmodulen är ett skivelement av kategorin väggelement eller bjälklagselement. Dessa moduler transporteras till byggplatsen där de monteras. Då det vid montering av ytmoduler tillkommer en omfattande invändig och utvändig komplettering som är väderkänslig, är det av fördel att använda ett tillfälligt klimatskal, ett så kallat tillverkningstält under monterings tiden.

2.1.3. Förtillverkning av volymmoduler

Volymmoduler är skivelement hopmonterade till en volym, där monteringen sker i torr miljö inomhus. I fabriken kan volymkomplettering ske av allt ifrån köksinredning till våtutrymmeskomplettering och utvändigt ytskikt. Modulerna måste transporteras till byggplatsen på specialtransport med följevagnar som eskorterar ekipaget då lasten är bredare än normal tillåten lastbredd. Efter modulerna transporterats till byggplatsen monteras de på plats med hjälp av kran.

Därefter vidtar färdigställandet i form av invändig och utvändig komplettering samt installation-komplettering, där dock majoriteten av dessa kompletteringar kan göras i fabrik. Beroende på vilket ytskiktsmaterial som används gällande såväl yttertak som yttervägg kan vissa av dessa ytskikt monteras i fabrik medan andra måste monteras på byggplatsen.

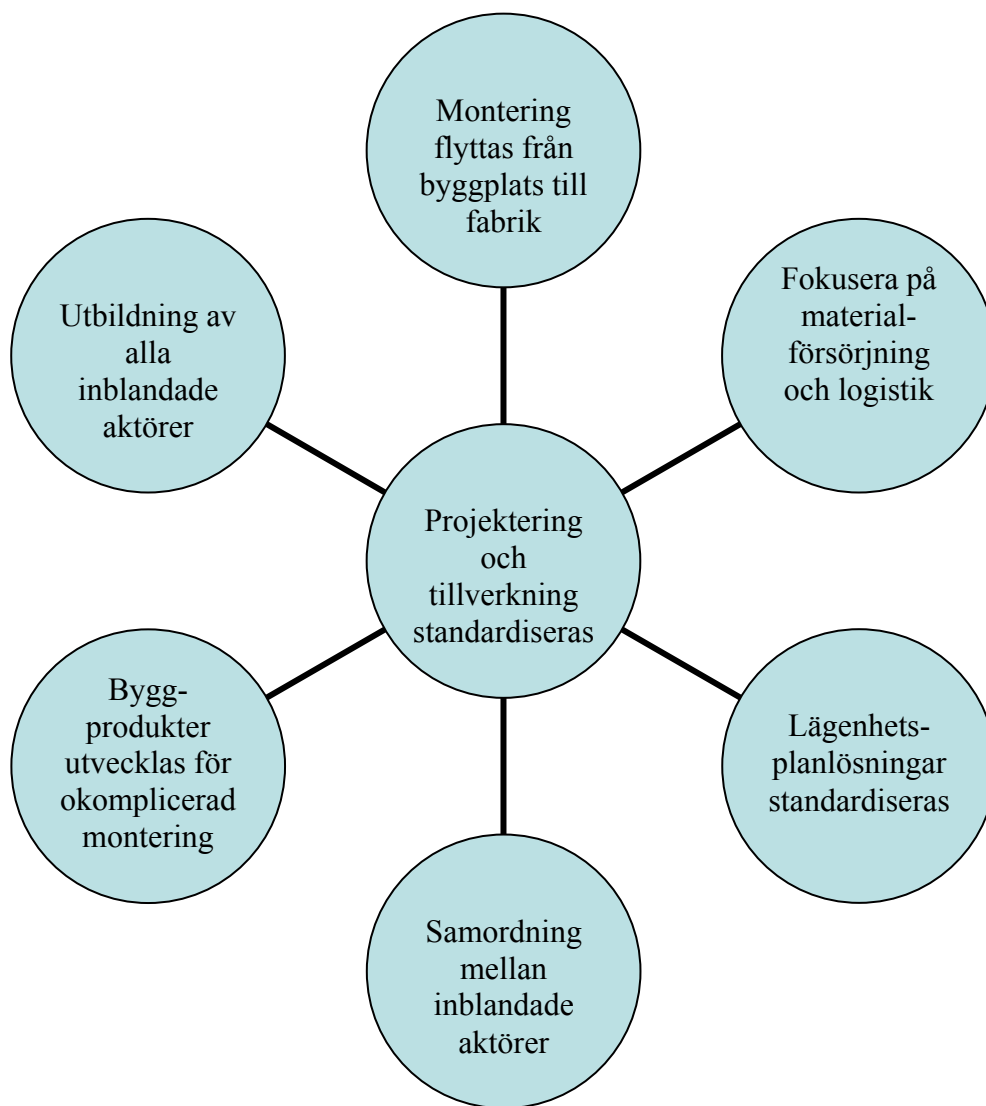


Figur 2.1 Exempel på tillverkningsprocess av volymmoduler

2.2. Industriell byggnadsprocess

Industriell byggnadsprocess innebär inte bara att effektivisera och standardisera den fysiska produktionen, utan det inbegriper även standardisering av projekteringsstadiet genom upprepning och samverkan mellan alla inbegripna aktörer. Detta betyder att en övergripande plan som kan appliceras i många olika sammanhang ska arbetas fram.

Strategier för prioritering gällande kundanpassning kontra effektivisering bör utvecklas i ett tidigt skede. För att åstadkomma en sådan utveckling i branschen måste nya samverkansformer med tidiga och gemensamt överenskomna lösningar som strävar mot brukarens bästa tas fram.



Figur 2.2 Övergripande strategier för att effektivisera byggprocessen

Detta leder byggindustrin in på det industrialiserade byggandet med partnering, ökat modultänkande, samverkanskonstruktioner, fokus på målgrupper, planering och leveranskedjor. Den industriella viljan måste även finnas hos byggherren och i planprocessen för att ge möjlighet till att tidigt komma in i projekteringsutvecklingen. Ett industriellt byggande har hög prefabriceringsgrad, utförs till rätt kvalitet och kostnad, har kort montagetid och utnyttjar tidigare erfarenheter och standardlösningar. Ett led i detta är att ge alla medverkande i processen rätt utbildning och att tillvarata all kompetens. För att uppfylla branschens önskemål krävs modernt IT-stöd som ska finnas tillgängligt för såväl beställare, projektörer, entreprenörer och tillverkare.

Praktiskt handlar det om att ha kontroll över hela projektcykeln med tydligt målfokus. Detta innebär att utveckla ett systematiserat och samtidigt flexibelt byggsystem som ansluter till standardiserade installationslösningar och möjliggör industriell linjebaserad produktion samt förestå en industriellt tidsstyrd byggplats för optimal effektivitet och kortare byggtid (se figur 2.2).

3. Open House Production

Open House ägs av norska byggnadsföretaget Veidekke Bostad AB och fokuserar på produktion av flerbostadshus inom del- eller totalentreprenad. I Arlöv strax norr om Malmö ligger företagets fabrik i en gammal SAAB-lokal, som är ombyggd från bilindustri till att nu producera industriellt byggda hus.

3.1. Koncept

3.1.1. Bärande idé

Lägenhetsmodulerna produceras i fabriken i Arlöv och transporteras färdiga till byggplatsen. Det innebär att företaget har kontroll över hela processen och tekniken är inte beroende av till exempel väder, vind och årstid. Tekniken är utvecklad i samarbete med tekniska höskolor och arkitektinstitutioner.

Open Houses modulkoncept har tre grundpelare, vilka är:

- Modulteknologin som är patenterad av Open House Production
- Produktionssystemet som har hög industrialiseringsgrad
- Sortimentet som är standardiserat

Konceptet innebär att byggtiden kan förkortas betydligt, vilket innebär att kostnaden också blir lägre.

3.1.2. Produktutbud

Volymmodulerna, som kan liknas vid klossar, går att kombinera på många olika sätt så att planlösningarna kan varieras trots att sortimentet är standardiserat (se figur 3.1). Som mest går det att montera flerbostäder i åtta våningar.

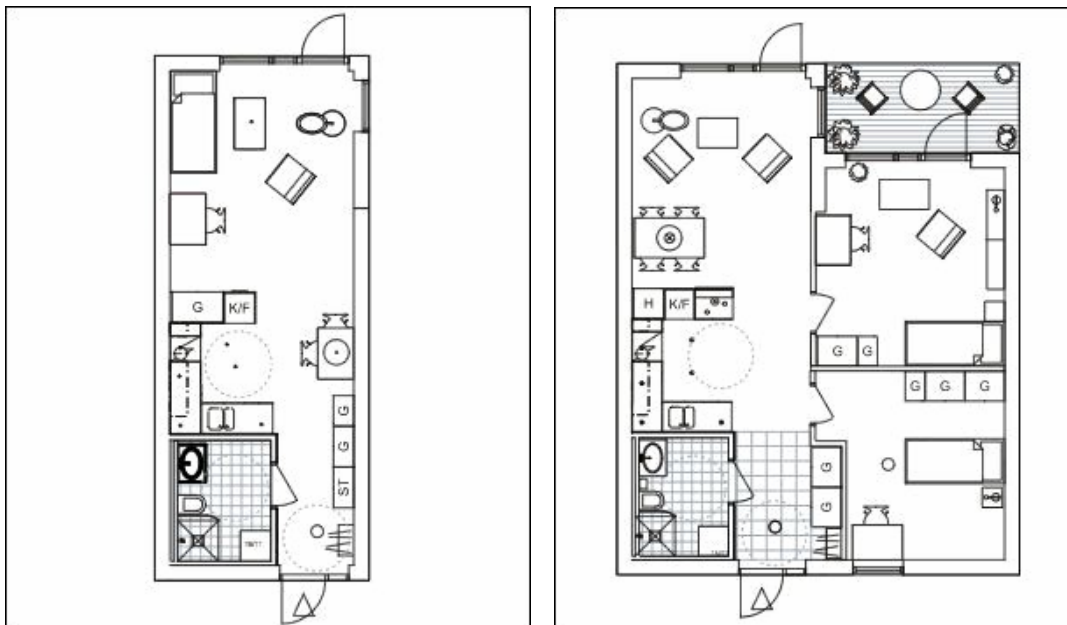


Figur 3.1 Genom nivåskillnader och olika material på fasaderna får husutformningen variationsrikedom

3.1.3. Startbo

Ett utav de senaste engagemangen är satsningen på ungdoms- och studentboendet Startbo som det norskägda byggnadsföretaget Veidekke Bostad AB ansvarar för i samarbete med Open House.

Startbo är ett skräddarsytt koncept för ungdomar mellan 18 – 35 år. Startbo planeras för kommunikationsnära lägen i Stockholmsområdet, Malmö och Lund samt på sikt i ytterligare några större städer. Startbo erbjuds i fyra olika storlekar från minsta storleken S, till den största XL (se figur 3.2). De större lägenheterna är utformade för att ha en inneboende, alternativt en särskilt avskild del för uthyrning, vilket gör köpet av lägenheten lättare att finansiera. Idén är sedan att lägenhetsinnehavaren, så småningom när han eller hon fått en egen ekonomi, kan utöka sin boyta, använda hela lägenheten och på det sättet skapa det ”första riktiga hemmet” i samma lägenhet. Lägenheterna är standardiserade (utan möjlighet till kundanpassning) för att kunna erbjuda mest attraktivt pris. Konceptet har prövats i några år och har varit mycket framgångsrikt i Norge där hyresintäkten för ungdomar dessutom är befriad från skatt.



Figur 3.2 Planlösningar för Startbo-lägenheter (S och XL)

3.2. Strategi

I korthet kan Open House Productions strategiplan beskrivas som;

- Att inköpsmetodiken är kontrollerad och offensiv samt bygger på volym.
- En effektiv tillverkningsenhet med modern industrilayout och automation.
- En egen projekt- och byggplatsledning för effektiv styrning och flödeskontroll.
- En stark, målmedveten och uthållig ägare.
- Att egna arkitekter är väl förtrodda med den industriella tillverkningsmetodiken.

Open House Production arbetar med att optimera logistik och materialflöden inom tillverkningen genom att repetitivt producera stora volymer med standardiserade

metoder. Kostnaderna har kunnat hållas nere tack vare kontrollen av hela byggprocessen från idé till genomförande.

Standardiseringen ställer höga krav på arkitekter såväl som på underleverantörer. Open House handhar egna arkitekter som måste arbeta utifrån industriell tillverkning från första skiss, då varje streck som arkitekten ritat inte bara påverkar slutprodukten utan också tillverkningsprocessen ute i fabriken.

Innan produktionen startar måste alla problemställningar och frågetecken vara lösta, då det blir mycket kostsamt att rätta till fel när modulerna väl har nått byggarbetsplats för slutmontering. Arbetssätten finslipats efter hand och företaget skall i år investera resurser i produktionsflödet. Open House Production arbetar enligt normen att alla moment i ett arbetsflöde ska vara värdeskapande så att alla medarbetare ska ägna sig åt uppgifter som ökar slutprodukten värde.

3.3. Produktion

3.3.1. Tillverkningsprocess

Tillverkningen ryms i en stor ombyggd bilfabrikslokal där specialbyggda maskiner monterar stålprofiler till vägg- tak-, och golvelement, som isoleras och kläs med gipsskivor. Samtidigt installeras de flesta vattenledningarna, avlopp och elkablar.



Figur 3.3 Volymmoduler kompletteras till färdiga lägenheter i fabriken

När elementen fogats samman till moduler förses de med fönster, dörrar och radiatorer, samt inreds med den utrustning som erfordras för den del av lägenheten de utgör (se figur 3.3). Modulerna förses med de byggmaterial och de delar som behövs för att den

enskilda modulen ska bli komplett, såsom garderober och lister med mera och plastas in för transport med lastbil till byggplatsen (se figur 3.4).



Figur 3.4 Transport av volymmodul



Figur 3.5 Slutmontering på byggplats

När modulerna är klara transporteras de till byggarbetsplatsen för att där fästas i en bärande stålstomme och sammanfogas till färdiga lägenheter (se figur 3.5). Själva monteringen på plats tar cirka 15 minuter. I samband med den övriga monteringen installeras trapphuset på plats, vilket ger en stabiliserande funktion i byggnaden. Sedan återstår den slutliga kompletteringen i form av finputsning inne i lägenheterna med listmontering och dylikt, samt utomhuskompletteringar såsom att montera yttertak, hänggrännor med mera.

3.3.2. Tillverkningsstrategi

Allt material som behövs skall ligga intill maskinerna nära till hands för montören. Alla komponenter är förbörade och färdigkapade när de kommer till slutmonteringen i fabriken. Flera gånger per dag körs städmaskinen runt i fabrikslokalen så att det hålls rent och prydligt runt arbetsplatserna. Eftersom tillverkningen sker med hjälp av maskiner i lagom arbetshöjd, kan montörerna hantera större komponenter än byggnadssnickare som bygger på plats.

Vid slutmontering är varje montagearbetsplats uppkopplad mot vädersatelliter, som ska kunna förvarna med 5-10 minuter innan regnet kommer, då de omonterade modulerna är mycket fuktkänsliga.

4. BoKlok AB

BoKlok AB är ett samarbetsprojekt mellan Skanska och IKEA. Region Byggsystem, som är en underavdelning till Skanska Sverige AB, konstruerar och producerar tvåvåningshus med trästomme till försäljning i en fabrik i Gullringen i Småland.

4.1. Koncept

4.1.1. Bärande idé

Affärsidén är att BoKlok AB ska producera bostadshus med färdiga installationer på fabrik och leverera till byggarbetsplatsen. Produkten är flerbostadshus i två plan med trästomme. Nyckelord för konceptet är kvalitet, bra funktion och billigt byggande. En viktig förutsättning för att ett BoKlok-projekt skall åstadkommas är upphandlingen av billig tomtmark. Genom prispress kostar lägenheterna ungefär 25 procent mindre är jämförbar nyproduktion.

Boklok-konceptet har varit i produktion sen början av nittioalet och tillverkade då husen som ytelement, det vill säga som ”platta paket”. De senaste fyra åren har man förändrat processen till att tillverka volymelement istället. Anledningen är att ledningen vill att produktionen skall gå mot högre färdigställandegrad i fabrik, så att monteringen på byggarbetsplatsen skall gå så fort och smidigt som möjligt. Denna positiva effekt har man fått ställa mot de negativa konsekvenser som tillverkandet av volymelementen har i form av behovet av specialtransporter med eskort både före och efter ekipaget.

BoKlok har lyft standardiseringsprocessen ytterligare en nivå genom att rationalisera bort arkitekternas del i processen, då endast två typer av hus med mer eller mindre fasta planlösningar kan erbjudas (det finns någon avskiljande vägg som är valbar). Detta leder till en smidigare projekteringsprocess som ger mindre kostnader i inledningsskedet, men också begränsningar gällande möjliga variationsmöjligheter för de flerbostadshus som produceras.

4.1.2. Produktutbud

I konceptet ingår endast två typer av hus vilka båda kan beställas som rektangulärt eller vinkelhus (se figur 4.1). Möjliga variationer begränsas till val av golvbeläggning, IKEA:s olika typer av kök, etc. En okomplicerad kostnadskalkyl kan användas för att sätta rätt pris då husmodellen är förbestämd.

BoKlok AB tillverkar i huvudsak tre olika lägenhetstyper:

- Tvåor på 50 kvm
- Treor på 63 kvm
- Fyror på 72 kvm



Figur 4.1 Exempel på planlösningar för vinkel hus

Helsingborgshus har en stadsmässig exteriör med modernt formspråk och funktionsinspirerad arkitektur. Fasaden är klädd med slät puts och sneda tak, så kallade pulpettak som ger husen sitt karaktäristiska utseende (se figur 4.2).

Älmhultshus har en traditionell exteriör med lockpanel i trä. Fasaderna är målade med naturliga färger i herrgårdsgult, antracitgrått och falurött (se figur 4.3).



Figur 4.2 Helsingborgshus



Figur 4.3 Älmhultshus

4.2. Företagsstrategi

Skanska Sverige AB:s strategi gällande industriellt byggande kan sammanfattas i följande punktform:

- Att använda befintliga koncept
- Att specialisera enheter, produktorganisationer och befattningar
- Att prefabricera i allt större utsträckning i sina projekt
- Att tillverka samtliga markbostäder i fabrik

Problem kan uppstå beträffande konceptets framtidsvision, då hela organisationen är stor och komplex och där ledningen inte är fullt insatt i de fördelar som en utvidgning av det industriella byggandet medför.

Region Byggsystem arbetar för att ta fram det mest kostnadseffektiva och kvalitetsinriktade alternativet och utveckla, tillverka, leverera och montera (enbart volymelement) till Skanska Nya Hem, BoKlok och Skanska Hus. Arbetet sker tillsammans med ett nätverk av organisationer och partners för tillverkning.

Viktigaste övergripande målen för Region Byggsystem är att

- kontinuerligt sänka kostnaderna för byggandet av en- och tvåplan hus,
- reducera byggtiden och
- förbättra upplevd kvalitet vid inflyttning.

Region Byggsystem arbetar aktivt med utveckling av byggråvaror, byggkomponenter, volymmoduler och färdiga produkter. Att inneha montagekoncept, svara för montageutveckling och vid moduler dessutom ansvara för montering av ingående delar till färdigt hus är också en betydande strategi för verksamhetsidén.

En stor del av prefabriceringen läggs ut på entreprenad, vilket innebär att ambitionen består av att i fabriken förtillverka de element som inte går att köpa in billigare från något annat företag. Till exempel ligger tillverkning av yttertakelement och balkonger ute på entreprenad. Involverade partners ska tillverka standardiserade produkter i långa serier för att begränsa antalet komponenter. Det är också viktigt att delta i processutveckling vid leverantörernas produktutveckling och att arbeta aktivt med leverantörsavtal, leverantörsutveckling och logistik för komponenter hos färdiga produkter.

I början av 2005 producerades 11 moduler per vecka men målet är att 24 moduler ska tillverkas per vecka år 2007 och detta skall genomföras med samma antal monteringsarbetare. Ett vinkelhus i 90° med två våningar utgörs av 12 volymmoduler.

Ett problem som BoKlok har haft med sina bostadsprojekt har varit underdimensionering av radiatorsystem vilket senare har rättats till. Ett annat problem som påträffats har varit fukt i krypgrunderna. Därför har företaget på senare år gått över till platta på mark.

4.3. Produktion

BoKlok AB:s fabrik ligger i Gullringen i Småland och har omkring 77 anställda varav 6 är tjänstemän. Här konstrueras och produceras tvåvåningshus med trästomme.

4.3.1. Tillverkningsprocess

På fabriken arbetar man utifrån ett flertal linor så som taklina, golvlina och olika linor för olika väggar (ytterväggar, innerväggar och så vidare). I fabriken finns tre hallar, 16, 17 och 22. I hall 22 sker förarbetet, där virket kapas till de rätta längderna och skivorna

sågas till de rätta storlekarna. Materialet läggs sedan på pallar i den ordning som det skall monteras och transporteras med truck till hall 16, där komponenterna monteras till ytelement likt ett pussel. Fönster och dörrar körs också in till respektive plats ifrån ett kallager intill.

Montering av väggar, tak och golv sker i hall 16 vid tre olika linor. Vid vägglinan monteras väggarna ihop med träreglar, plastfolie, isolering, gipsskivor och träpanel. I hall 17 sker ihopmontering av volymerna vilka sedan transporteras till en närliggande hall som tjänar som lager (se bilaga 1). Att i fabriken producera en modul tar idag cirka 150 timmar.

I fabriken och lagerhallar hålls en konstant temperatur på 18° C.

Tolv stycken moduler kan monteras på en förmiddag under slutmonteringen på byggplats. Efter modulernas slutmontering på byggarbetsplatsen kan sprickjustering i tapeter över och under fönster bli aktuellt. Detta beror av att modulerna i fabriken lyfts med gaffeltruck och böjs därför att modulen är betydligt bredare än gafflarnas spridning. När modulen senare lyfts med kran på arbetsplatsen, fästs kedjor i respektive hörn vilket leder till att modulen böjs åt andra hållet. Denna påfrestning leder till att vissa justeringar blir nödvändiga.

Studier av 245 mm golvbjälklag med c/c 400 har gjorts och jämförts med 220 mm bjälklag och c/c 600. Dessa undersökningar resulterade i att 220 mm med c/c 600 räckte med avseende på stegljud.

4.3.2. Tillverkningsstrategi

Kvalitetssäkring är ett viktigt begrepp för BoKlok AB. Nio stycken checklistor fylls i under hela produktionsflödet genom fabriken. Noggranna kontroller görs på varje modul men det är bara vart sjätte inspektion som dokumenteras. Exempel på viktiga kontroller som görs är virkets fuktkvot, måttnoggrannheten i snitten, provtryckning av rörsystem, GVK:s regler för våtrummen samt en slutbesiktning av framför allt finishen.

För att effektivisera flödet i fabriken har en aktionsplan tagits fram. I den ingår Toyotas idé med de fem S-en; Sortering, Systematisering, Standardisering, Städning och Se till. Genom att praktisera denna metod har man kommit till rätta med stora delar av de problem som tidigare har medfört produktionsstopp vid någon av linorna vilket ledde till att hela modulmonteringen blev försenad. I begreppet Sortering ingår även ett så kallat två-bingesystem, där behovet av påfyllning indikeras genom att det sorterade materialet i en binge tar slut, vilket innebär att det hela tiden ska finnas en full pall med material utöver den som montören plockar ifrån. En truckförare ser till att serva montören så att materialet aldrig tar slut. Med Systematisering menas att tillverkningen följer ett logiskt produktionsflöde. Exempel på hur produktionen har Systematiserats är att panelen till träytiskikten på ytterväggarna, som tidigare spikades ihop bräda för bräda, numera kommer till linan färdigmonterad och målad som mindre kassetter och dessa monteras fast på väggen med fyra skruvar till en klädd fasad. Standardisering har genomförts bland annat inom väggjocklekar. För att anpassa isoleringsskiktet i ytterväggarna till alla olika klimatzoner i Sverige, har en standardisering gjorts efter de strängaste kraven i norra regionen, vilket innebär en tvåskiktsvägg med ett extra isoleringsskikt mot spikläkt och panel. Denna isolering är därigenom något överdimensionerad för hus som monteras i Södra Sverige, men de ekonomiska

besparingarna som blir följden av ett så standardiserat flöde som möjligt överväger de eventuella besparingar som kan göras för ett enskilt projekt i en sådan klimatzon. Städningen i fabriken är viktig för ordningen. Se till innebär kontinuerlig tillsyn av maskiner och verktyg så att eventuella maskinfel kan åtgärdas frekvent vilket innebär att driftstopp kan undvikas.

Taktat flöde är en cykeltid vilken bestäms varje morgon utifrån en närvarokontroll. Tanken är att väggar och golv alltid ska vara klara samtidigt, och tak 45 min senare. Ett 16-taktat flöde innebär att 16 moduler i veckan produceras i fabriken. Arbetsrotation är viktigt för att den ger roligare arbetsmiljö och stimulans för personalen. Den bidrar också till kompetenshöjning av personalen som då genom att de är flexiblare i sin yrkesroll kan upprätthålla det taktade flödet.

5. Lindbäcks Bygg AB

Lindbäcks Bygg AB (LBAB) är ett familjeföretag utanför Piteå som tillverkar flerbostadshus med trästomme.

5.1. Koncept

5.1.1. Bärande idé

LBAB har ett genomtänkt byggkoncept som bygger på en hög prefabriceringsgrad. Deras grundtanke är att produktionstiden till största delen ska ligga inom fabriken så att arbetstiden på byggarbetsplatsen minimeras. Detta leder till att fabriken läge blir mindre avgörande då det gäller att konkurrera på distans. LBAB har därför tagit fram en välgenomtänkt fabrikslayout, effektiviserat transporter och monteringsmetoder. Sedan mitten av nittiotalet har företaget ändrat sin strategi i fabriken från komponenttillverkning av bland annat ytterväggar, mellanväggar och bjälklag till att tillverka kompletta volymer i fabrik för omgående transport och montering på byggarbetsplatsen till färdiga bostadshus (se figur 5.1). Forskning och utveckling sker ständigt i samverkan med högskolor, universitet och andra forskningsinstitut.

Enligt Stefan Lindbäck, Lindbäcks Bygg AB, är fördelarna med ett industriellt byggande att LBAB, som verkar i en bostadsmarknad med stora behov, kan erbjuda en tjänst som ger bostäder med bra kvalitet och ett billigt boende.



Figur 5.1 Flerbostadshus med putsfasad respektive träpanel

5.1.2. Produktutbud

LBAB:s Produktutbud utgörs av:

- Studentbostäder och hotell
- Flerbostadshus med två till fem våningar
- Seniorbostäder för 55+

LBAB kan med hjälp av förbättrad byggnadsteknik numera bygga fem våningars flerbostadshus i stället för som tidigare maximalt fyra. Detta är ett led i den ständiga utveckling som företaget bedriver.

Det är de senaste tolv årens utveckling inom LBAB som lett fram till dagens planlösningar. Det maximala antalet planlösningar styrs av fabriken produktionsmöjligheter. Enkätundersökningar eller förfrågningar om utformning av lägenheterna har aldrig gjorts, utan utvärdering av resultatet har gjorts efteråt. Detta har fått till följd att hus byggts som försäljningsmässigt inte blivit någon succé, men misstagen har lett till omprövningar vilket successivt lett till ett förändrat och mer kundanpassat byggande. Kunden erbjuds ett begränsat utbud av inredningar och ytskikt så som tapeter och skåpluckor.

5.2. Företagsstrategi

LBAB är ett enstycksproducerande företag vilket innebär att tillverkning sker mot order. Det är viktigt att LBAB kommer in tidigt i projekteringsprocessen för att byggsystemet skall utnyttjas så effektivt som möjligt. Då LBAB har ett ramavtal med kunden förenklas hela projekteringsprocessen avsevärt genom att beställaren tar fram en situationsplan med redan valda planritningar från ramavtalet. Vidare kan kostnaden för produktionen enkelt beräknas från kända sektionsdata och prisuppgifter från UE. LBAB:s projekt kan delas in i följande delar:

- 30 procent som är ramavtal på typhus med stora fastighetsägare.
- 60 procent är totalentreprenader på enskilda objekt.
- 10 procent är order efter förfrågan från beställare eller byggen i egen regi.

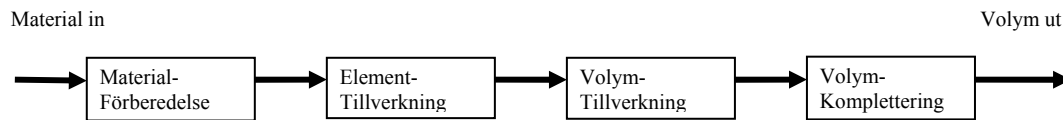
LBAB:s produkter består av ett antal olika typer av material och komponenter. Avtalen tecknas årsvis med ett flertal leverantörer. Företaget har för avsikt att med tiden minska antalet leverantörer.

LBAB kan handha hela projekteringsprocessen från anbud till slutmontering, inklusive markentreprenad, där husgrundprojekteringen oftast ingår och de har ett nära samarbete med inblandade arkitekter.

5.3. Produktion

5.3.1. Tillverkningsprocess

I fabriken konstrueras de olika elementen som tak, ytterväggar, mellanväggar och golv som sedan monteras till volymer. Materialet förbereds bland annat genom kapning till korrekta längder och genom leverans fram till rätt plats vid linjen. Elementen tillverkas, sätts ihop till volymer (torra respektive våta) och kompletteras (se figur 5.2).



Figur 5.2 Schematisk beskrivning av byggprocessen i fabriken

Våta volymer innehåller toalett och badrum. När volymerna är färdiga täcks de med presenningar för att hålla fukten borta och transporteras in ett färdigvarulager där de vanligen förvaras i cirka en vecka för att sedan levereras med specialtransporter till byggarbetsplatsen där de lyfts på plats och monteras redan samma dag av LBAB:s personal (se figur 5.3).



Figur 5.3 Volymelement lyfts på plats

Slutligen kompletteras volymerna ute på byggarbetsplatsen med bland annat taktegel och elkapitalvaror. Bra kvalitet erhålls genom att större delen av produktionen sker inomhus och därmed kan kontrolleras lättare. Montörerna kommer enkelt åt verktygen då allt finns inom räckhåll. En högre materialstandard kan erhållas genom inomhusmontage. Eventuell byggfukt i en spånskiva kan lättare torka ut då fabriken håller en låg fukthalt.

5.3.2. Tillverkningsstrategi

LBAB strävar efter att objektsstyra beställningarna men har ändå ett råvarulager i fabriken som bland annat innehåller spik, lim, skivor och isolering.

LBAB tillverkar inte komponenter som fönster och dörrar själva, då det är mer kostnadseffektivt att leja ut den sortens av förtillverkning på entreprenad. Antalet element skulle begränsas vid egen dörr- och fönstertillverkning, vilket inte skulle stämma in på det stora utbud av komponenter som är en del av företagets strategi.

6. NCC Komplet

NCC Komplet är ett produktionssystem inom NCC (Nordic Construction Company) som fabriktillverkar flerbostadshus med bärande väggelement och bjälklag av betong.

6.1. Koncept

6.1.1. Bärande idé

NCC Komplet, som introducerades på byggmarknaden den 25 april 2006, är först med att bygga hus genom en fullt integrerad industriell process. Konceptets grundtanke är att sänka byggkostnaderna, halvera byggtiden och att höja kvaliteten på bostäderna. Ett avancerat projekteringsprogram ger arkitekten stor frihet att möta kundens önskemål vilket leder till personliga hus och inte typhus. NCC har haft ett nära samarbete med många framstående produktionschefer inom verkstadsindustrin och resultatet har blivit ett system för att kunna producera högkvalitativa flerbostadshus.

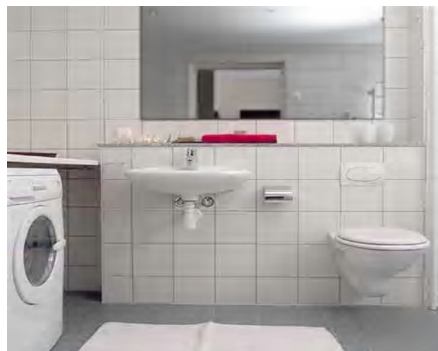
I NCCs produktionsanläggning i Hallstahammar tillverkas kompletta väggar, tak- och golvbjälklag som ytelement med tillhörande installationer. Efter att komponenterna satts ihop sker leverans i form av ”platta paket” till byggarbetsplatsens monteringshallar, där modulerna monteras ihop till färdiga bostadshus.

6.1.2. Produktutbud

NCC Komplet producerar flerbostadshus med tre till åtta våningar. Då NCC Komplet är ett flexibelt byggsystem, möjliggörs anpassning av planlösningar inom givna gränser. Således kan allt från studentlägenheter till olika typer av seniorboenden (dock inte äldreboende med storkök etc.) skapas.

All utrustning byggs in redan i fabrik och kvalitetssäkras av NCC. I ett tidigt skede finns ett stort utbud av kulörpaket för kunden att välja mellan.

Bakom köksskåpen finns schakt för VA och ventilation men även lägenhetens el-central som är placerad lätt åtkomlig bakom en glaslucka. I badrummen, som är helkaklade, finns vägghängda toaletter och handfat (Figur 6.1).



Figur 6.1 Exempel på färdigmonterade kök- och badrumsmoduler

6.2. Företagsstrategi

NCC Kompletts grundidé med låga byggkostnader, halverad byggtid och hög bostadskvallitet är möjlig genom att monteringstiden på byggarbetsplatsen blir kortare då det mesta tillverkas i fabrik. Genom att i fabriksproduktionen tidigt upptäcka eventuella fel kan dessa åtgärdas snabbare än vad som hade gjorts ute på arbetsplatsen. Den höga automatiseringsgraden medför färre arbetstimmar. Den totala arbetstiden på arbetsplatsen minskar med cirka 75 procent och att den totala byggtiden i snitt minskar med 50 procent gentemot det traditionella byggandet.

Verksamheten hos NCC Kompletts är indelad i följande huvudfunktioner:

- Projektutveckling
- Produktutveckling
- Inköp
- Produktion (som omfattar ett flertal underfunktioner)

Under projekteringsskedet arbetar NCC Kompletts med CAD-programmen ArchiCAD och ProEngineer. Dessa program ger de bästa förutsättningarna för att kunna arbeta med projektet som en objektbaserad 3D-modell genom hela processen.

Fabriken inhandlar alla varor direkt från materialtillverkarna vilket innebär betydande kostnadsbesparingar då fördyrande mellanled undviks. En annan fördel med att minimera antalet mellanhänder är minskad risk för emballageskada vid lastning och lossning.

6.3. Produktion

Tillverkningen sker i fabrik medan monteringen äger rum i så kallade monteringshallar på byggarbetsplatsen (se figur 6.4).

Efter att väggen skräddarsytts efter arkitektens ritning och eventuella installationer gjorts, är det dags för väggen att gjutas. NCC har egen betongtillverkning i en närliggande fabrik, vilket garanterar en god kvalitet på den högpresterande specialbetong som används (se figur 6.1).



Figur 6.1 Gjutning av väggar i högpresterande betong

När betongväggen härdat monteras fönster, dörrar och radiatorer in. Radiator-stammar och rör är dolda vilket leder till att rummen blir mer lättmöblerade och renare. Nästa steg är tapetsering och installation av strömbrytare och stickkontakter. För att få snyggare och mindre synliga tapetskarvar, sätts tapetvåderna kant i kant istället för att lappa över varandra.

När sedan väggen är helt komplett går den vidare för utleverans (se figur 6.2).



Figur 6.2 Färdig yttervägg för leverans till montageplats

Förutom väggar så tillverkar fabriken kompletta kök, tak- och golvbjälklag som vid färdigställande också levereras till byggarbetsplatsen. Badrummen levereras helt färdiga direkt från en badrumstillverkare till montageplatsen.

Husen är till 90 procent färdigställda när de lämnar fabriken och är därmed klara för montering på husgrunden. Täckta lastbilar transporterar de platta paketen till arbetsplatsen, som består av väderskyddande monteringshallar med dubbla tältdukar (se figur 6.4). Detta för att produktionen ska ske fuktskyddat och med bra arbetsförhållanden året runt.



Figur 6.3 Fabrikstillverkat kök lyfts på plats



Figur 6.4 Väderskyddande monteringshall

De olika modulerna lyfts på plats med en traverskran och ”krokar” i varandra med hjälp av specialutvecklade kopplingsanordningar. Montering utförs av ett arbetslag bestående av fyra personer och en montageledare per hus. På en vecka monterar arbetslaget upp till fem lägenheter. Allt installationsarbete är klart i fabriken vilket gör att arbetet kan utföras utan traditionella yrkesgrupper såsom elektriker, rörmokare, kakelsättare, målare eller snickare.

När huset är färdigmonterat läggs isolering och fasadbeklädnad på. Genom att lägga på isoleringen separat kan anpassning ske till geografiska och framtida energikrav. Slutligen rivs montagehallarna och kvar återstår markarbeten runt det färdiga huset (se figur 6.5).



Figur 6.5 Visningshus i Hallstahammar med röd putsfasad och rymliga balkonger

7. Uttalanden om Standardisering inom byggbranschen

För några decennier sedan gick mycket av byggstandardiseringen ut på modulsamordning men med tiden har allt fler övergett tanken att tillämpa den strikt fullt ut. Ett öppet system som alla intressenter skulle kunna utnyttja skulle vara ytterligare ett led inom standardiseringsutvecklingen i Sverige.

Standarder utarbetas av parter som har ett gemensamt intresse av att precisera någonting.

Här följer synpunkter och kommentarer från SIS (Swedish Standards Institute) och TMF (Trä- och Möbelindustriförbundet) om Industriellt byggande och standardiserade öppna system.

7.1. SIS

Med tanke på rapportens inriktning mot industriellt byggande är det av stort intresse att höra vad SIS (Swedish Standards Institute) har för inställning till ett standard system i Sverige med ett fåtal fabrikstillverkade komponenter.

Curt Linder, Project Manager på SIS menar att mycket tyvärr pekar mot att förutsättningarna är dåliga för att standardisera ett sådant måttlåst system och att volymelementbyggandet i sig är något som många tillverkare använder sig av redan i dag men inte som ett gemensamt koncept. Det finns nog allt för få intressenter som är intresserade att vara med och ta fram en standard för ett sådant modulsystem, och en sådan standard skulle med rätta kunna anklagas för att diskriminera de tillverkare som inte nyttjar modulsystemsstandarden. Vidare skulle det nog vara väldigt svårt att få igenom en sådan standard på Europaplanet och naturligtvis än mer komplicerat på det globala planet.

Emellertid är standardiseringstanken inte helt dödfödd, då det finns en strävan att öka den europeiska byggindustrins globala konkurrenskraft (bland annat genom mer industriellt byggande). Dessutom finns det en europeisk konkurrens mellan olika materialslag (stål, trä och betong) samt på vissa håll strävanden mot alleuropeiska "byggsystem". På lite sikt lär vi alltså se standardiserade byggsystem, men som antagligen inte så måttlåsta utan mer inriktade mot att tillåta variation och samtidigt ge kompatibilitet.

7.2. TMF

TMF (Trä- och Möbelindustriförbundet) är den gemensamma organisationen för svenska tillverkare av byggnadssnickerier, fönster-, dörrar-, köks- och badrumstillverkning, trappor, trägolv, träkomponenter och för trähus. Enligt Olle Persson, produktsamordnare på TMF, är TMF:s egen inställning till industriellt byggande och ett standardiserat modulsystem att industriellt byggande är ett av framgångsrecepten för ökat träbyggande.

Gällande den allmänna inställningen hos förbundets medlemmar så medför varje förändring i en byggprocess alltid protester någonstans på grund av att det måste till förändring av tidigare vanor i sättet att tillverka och leverera. Dock går det inte att stå utanför och titta på när utvecklingen går framåt.

Hela idén med industriellt byggande bygger just på ett modultänkande och innefattar hela den svenska småhusindustrin i mindre eller större omfattning.

I ett mer öppet system blir det i större skala där moduler ska kunna anpassas till varandra för att skapa större eller alternativa rums- och lägenhetslösningar. Med gemensamma mått kan en svensk standard för byggkomponenter diskuteras fram, dock måste de naturligtvis vara anpassade efter de ingående komponenternas standardmått.

8. Slutsats

Under arbetets gång har det framkommit både fördelar och nackdelar med de olika typer av industriellt byggande som har undersökts.

Byggsystem med modulelement är mer låsta vid vissa måttstandarder, vilket medför att möjliga planlösningar blir mer eller mindre begränsade.

Trä som byggmaterial ger ett flexibelt och lättare stomsystem och gör det lättare för rör- och ledningsdragning i tak och väggar. En annan fördel gäller monteringen på byggarbetsplatsen, där inte stora byggkranar behövs i samma utsträckning som vid betongbyggande, och därmed låses inte mobilkranar upp på arbetsplatsen vilket är en ekonomisk fördel. En nackdel med trämaterial är möjligen att det är väderkänsligt och kan ha något sämre måttnoggrannhet i snittytorna än till exempel stålprofiler. En annan nackdel med bostadshus med trästomme kan också vara begränsningen av hushöjden.

Industriellt byggande har blivit allt mer uppmärksammat den senaste tiden då behovet av fler bostadsalternativ med rimliga kostnader har ökat. Med dagens Industriella byggande kan man bygga flerbostadshus med låga byggkostnader och rejält förkortade byggtider men med god komfort och hög bostadskvallitet. En av fördelarna är att produktionstiden till största delen kan ligga inom fabriken väggar så att arbetstiden på byggarbetsplatsen minimeras. Detta leder till att fabriken geografiska läge blir mindre avgörande då det gäller att konkurrera på distans.

9. Avslutning

Tempot i byggbranschen har under senare år ökat alltmer. Detta innebär att fokusering ligger på så hög verkningsgrad som möjligt, vilket medför ett mer effektivt sätt att utföra alla moment för att spara tid och resurser.

Denna rapport belyser standardisering och systematiseringsstrategier i bostadsbyggandet ur ett effektiviseringsperspektiv utifrån de stora aktörerna på marknaden.

10. Referenser

10.1. Litteratur

Bergström, M (2001), *Industrialiserad produktion av flervåningshus med trästomme: fallstudier av kundanpassning och processutveckling*, (Licentiate thesis 2001:17) LTU; Institutionen för Väg- och vattenbyggnad, Luleå

Olofsson, T, Cassel, E, Stehn, L, Ruuth, S, Edgar, J-O, Lindbäck, S (2004), *Produktmodeller i ett flexibelt industriellt byggande*, (Teknisk rapport 2004:06) LTU; Institutionen för Samhällsbyggnad, Luleå

Geijer Lundin, K och Ebrahimi Silverberg, S (2005), *Erfarenhetsåterföring i industriellt byggande*, (Examensarbete) KTH; Institutionen för Industriell Ekonomi och Organisation, Stockholm

10.2. Elektroniska källor

BoKlok AB
<http://www.boklok.com>

Lindbäcks Bygg AB
<http://www.lindbacksbygg.se>

NCC Komplet
http://www.ncc.info/templates/GenericPage_5407.aspx

Open House Production
<http://www.openhouse.se>

TMF
<http://www.tmf.se>

Svensk Byggtjänst (2005), *En idéskrift om industrialiserat byggande*
http://www.byggtjanst.se/img/content/pdf/ide/indu_byggande.pdf

10.3. Muntliga källor

Andreasson Sverker, Produktutvecklingschef, NCC; NCC Komplet
(maj 2006)

Dahlberg Fredrik, Produktionsingenjör, Skanska Sverige AB; Region Byggsystem
Studiebesök fabriken i Gullringen, Småland (april 2006)

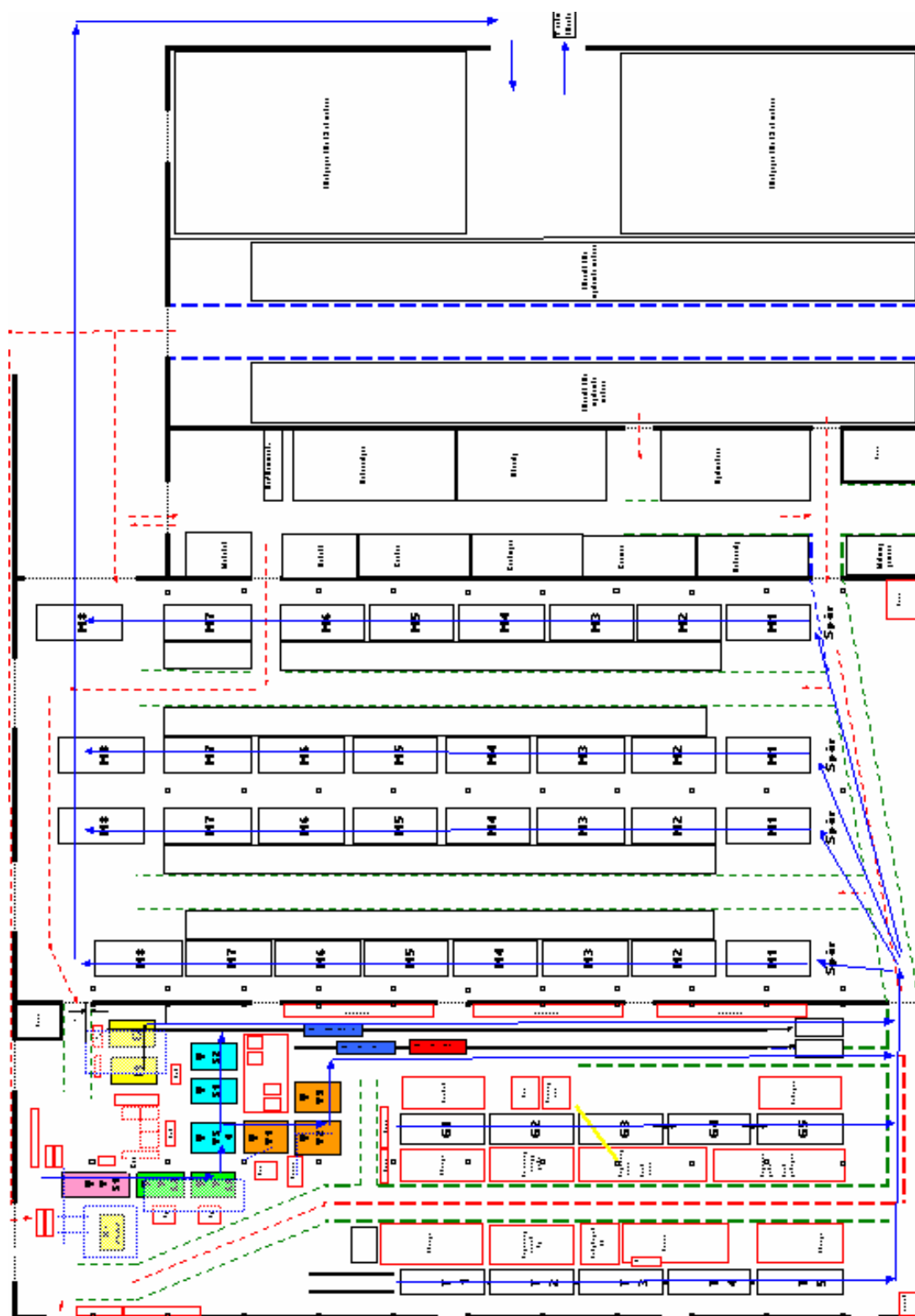
Linder Curt, Project Manager, SIS; Building and Construction

(april 2006)

Lindbäck Stefan, Delägare, Lindbäcks Bygg AB
Telefonintervju (april 2006)

Persson Olle, Produktsamordnare, TMF
(april 2006)

Åberg Ulf, VD, Open House Production
(april 2006)



Bilaga 1 Schematisk bild över fabriken i Gullringen, Småland