

Arkitektoniska konsekvenser av en utveckling mot

# INDUSTRIELLT TRÄBYGGGANDE

inom bostadsarkitekturen

av

*Axel Stolt*



AAHM01: examensarbete i arkitektur

vid

institutionen för arkitektur och byggd miljö

2019

Examinator: Per-Johan Dahl

Handledare: Christer Malmström

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA

# Förord

Denna rapport är en del av examensarbetet med samma namn, utfört vid Lunds tekniska högskola, institutionen för arkitektur och byggd miljö, 2019. Examensarbetet utgör den avslutande delen av arkitektprogrammet, och har utförts inom ramarna för kursen AAHM01: examensarbete i arkitektur.

Jag vill rikta ett tack till Per-Johan Dahl samt Christer Malmström som utgjort examinator respektive handledare under projektet, och som varit till stor hjälp och stöd under arbetets gång.

Ett extra stort tack vill jag rikta till Michael Rokitowicz vid Moelven Byggmodul och Emma Viklund vid Lindbäcks, vilka har bidragit med ovärderlig information om industriella byggsystem och ett fantastiskt bemötande i kontakten med respektive företag.

# Sammanfattning

De ekonomiska, logistiska och realpolitiska ramar som byggandet utgår ifrån är inte alltid en utgångspunkt i våra projekt som arkitekter. Istället möter de dessa ramar på vägen mot förverkligande, och tvingas omformas, ibland utan arkitektens medverkan, för att passera igenom. Tydligast märks kanske detta i bostadsbyggandet, en sektor där arkitekturen gränsar till ett politikområde med ideologiska skiljelinjer, ekonomiska frågor som rör både ränteläge och produktionsförutsättningar samt individens behov av en bostad för trygghet och självförverkligande.

Bostadsbristen i våra storstadsområden är tidens största uppgift inom vårt fält som arkitekter. Den anbefaller oss att skifta vårt fokus från projektspecifika, experimentella designkoncept, för att istället söka nya, pragmatiska lösningar och engagera oss i hela processkedjan. Vi måste öka vår förståelse för ekonomi och projektledning och söka större ansvar och ägandeskap över fler steg i processen för att vår helhetssyn som arkitekter ska komma till sin fulla rätt.

En möjlig lösning på bostadsbristen som framförs i debatten är industriellt träbyggande. För att möta behovet av bostäder och undvika höga byggkostnader ska industriella metoder öka effektiviteten i byggproduktionen, samtidigt som användningen av trä som råvara ska begränsa byggsektorns klimatpåverkan och bidra med arbetstillfällen i skogsrika glesbygdskommuner. I examensarbetet undersöks möjliga konsekvenser av industriellt träbyggande genom att tillämpa byggsystem baserade på volymelement med trästomme i en designdriven undersökning, syftande till att förstå industriellt byggande ur ett arkitektoniskt perspektiv.

# Abstract

Title in english: *Architectural consequences from a shift towards industrial wood construction in residential architecture.*

As architects, the economical, logistical and political frameworks on which building activity is based are not always a starting point in our projects. Instead, they encounter these frameworks in the process of realization, and are forced to conform, sometimes without the participation of the architect, to pass through. This may be most evident in housing construction, an area in which architecture borders on an area of ideological/political dividing lines, economic issues related to both national interest rates and production conditions, and the individual's need for a home for security and self-realization.

The housing shortage in our urban areas is the biggest task of our time in our field as architects. It demands that we shift our focus from project-specific, experimental design concepts, in order to seek new, pragmatic solutions and our engagement through the whole of the process chain. We need increased understanding of economics and project management and to seek greater responsibility and ownership over several steps in the process in order for our holistic view as architects to come to its full right.

One possible solution to the housing shortage presented in the debate is industrial wood construction. To meet the need for housing and avoid high construction costs, industrial methods are supposed to increase the efficiency of construction, while the use of timber as a raw material should limit the construction sector's climate impact and contribute to jobs in wood-rich rural areas. In the thesis, possible consequences of industrial wood construction are investigated by applying building systems based on volume elements with wood frame in a research by design, aimed at understanding industrial construction from an architectural perspective.



# Innehållsförteckning:

## 1. Inledning

<u>1.1 Bostadssituationen 2019</u>	<u>1</u>
<u>1.2 Industriellt byggande</u>	<u>3</u>
<u>1.3 Utveckling inom träbyggande</u>	<u>7</u>
<u>1.4 Syfte och målsättning</u>	<u>9</u>
<u>1.5 Avgränsning och metod</u>	<u>9</u>

## 2. Undersökning

<u>2.1 Tekniska begränsningar vid byggande med volymelement</u>	<u>10</u>
<u>2.2 Referens: Lindbäcks och Moelven byggmodul</u>	<u>13</u>
<u>2.3 Det industriella byggandets estetik</u>	<u>15</u>
<u>2.4 Studie: 5+1</u>	<u>20</u>

## 3. Projekt

<u>3.1 Förutsättningar</u>	<u>25</u>
<u>3.2 Plats</u>	<u>26</u>
<u>3.3 Bostadsplanen</u>	<u>32</u>
<u>3.4 Konstruktion</u>	<u>37</u>
<u>3.5 Arkitektoniskt uttryck</u>	<u>39</u>

## 4. Slutsats

<u>4.1 Reflektion kring projektet</u>	<u>41</u>
---------------------------------------	-----------

<u>Referenser</u>	<u>43</u>
-------------------	-----------

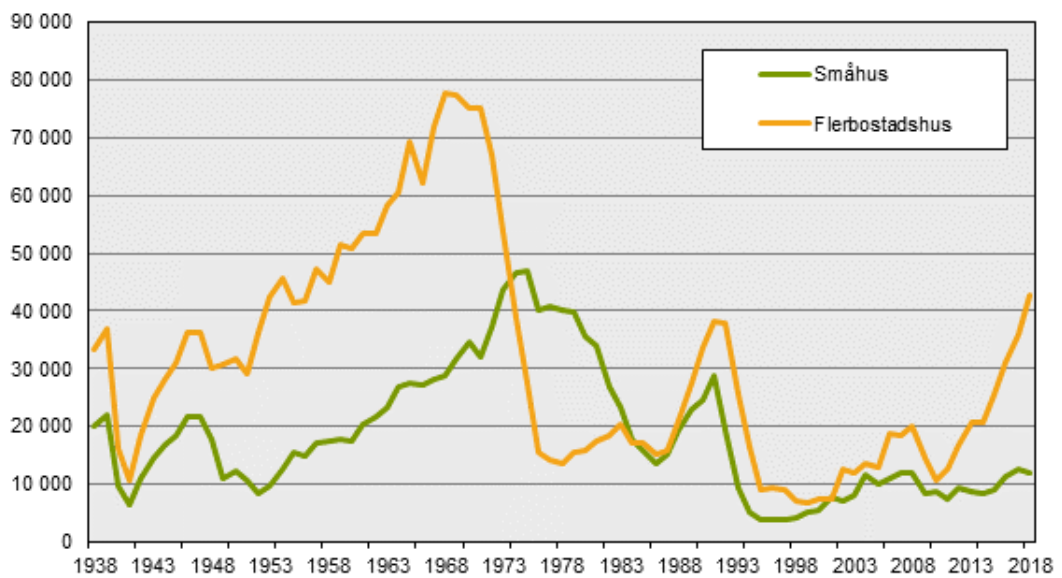
# 1. Inledning

## 1.1 Bostadssituationen 2019

Sedan finanskrisen 2008 har både bostadspriserna och byggandet ökat kraftigt. Låg byggtakt under 90-talet kombinerat med en hög befolkningstillväxt har skapat en bostadsbrist i framförallt storstadsområdena. Bristen skapar en efterfrågan, som tillsammans med en historiskt låg räntenivå har drivit en kraftig prisutveckling baserad på ökad kreditgivning till hushållen. Som jämförelse tredubblades priserna på bostadsrätter mellan 2005 till 2017, en ökning som är betydligt högre än prisinflationen på andra varor (Valueguard, 2019). Parallellt med prisutvecklingen steg även bostadsbyggandet och 2018 färdigställdes 42 844 lägenheter i flerbostadshus, det högsta antalet sedan 1973 (SCB 2019).

Hushållens skuldsättning till följd av ökande bolån för att betala bostadspriserna bedömdes av finansinspektionen utgöra en makroekonomisk risk, och för att bromsa utvecklingen infördes bolånetak 2010 samt två amorteringskrav, 2016 och 2018, som tycks ha haft önskad effekt på skuldsättningen, och dämpat bostadspriserna (Weiss, Jonsson et. al. 2018, 6). Tyvärr verkar det som att avbrottet i prisstegringen även speglas i produktionen, då antalet påbörjade projekt sjönk med 16% 2018 (SCB 2018). Samtidigt lyder boverkets prognos att 710 000 nya bostäder behövs byggas under perioden 2016-2025, en nivå i paritet med miljonprogrammet (Boverket 2016). Skillnaden nu från då är att statens involvering är mycket begränsad, och de behövda bostäderna väntas uppstå ur en efterfrågan på den öppna marknaden. Bristen på bostäder riskerar att leda till ett flertal allvarliga samhällsproblem, t.ex. trångboddhet, senarelagd familjebildning och lägre flexibilitet på arbetsmarknaden.

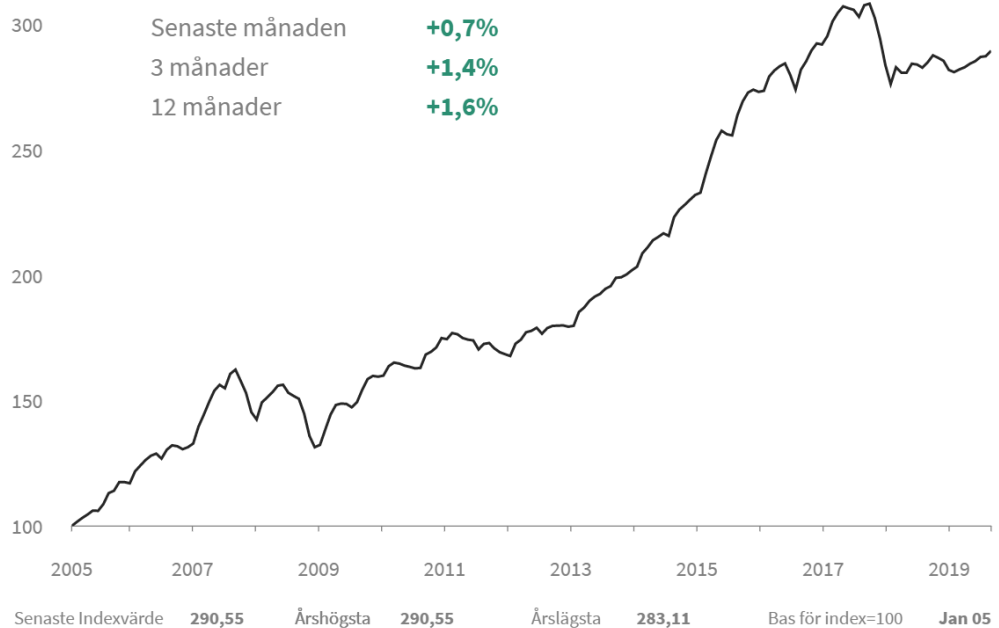
Ett hinder för att möta bostadsbristen är de höga byggkostnaderna, där Sverige ligger i topp i EU (Sandström 2017). Anledningarna bakom detta är omdiskuterade, men många aktörer menar att produktivitetsutvecklingen inom byggsektorn varit mycket låg jämfört med övrig industri. En annan utmaning gäller byggandets klimatpåverkan: då bygg- och fastighetsbranschen är upphov till en stor del av Sveriges utsläpp och energianvändning (Boverket 2019), så står behovet av ökat byggande i konflikt med målsättningen att minska vår klimatpåverkan.



Källa: SCB

Nyproduktionen av bostäder på högsta nivå sedan 1973, men långt från det prognosticerade byggbehovet på 70 000 bostäder/år.

Bild: SCB



Prisutvecklingen på bostadsrätter med index januari 2005 = 100.

Bild: Valueguard

En utveckling som fångat intresset hos bl.a. dåvarande bostadsminister Peter Eriksson är industriellt producerade bostäder med trästomme. I regeringens program *Inriktning för träbyggnade* från 2018 uppges att användandet av trä som material minskar utsläppen och att industriella byggmetoder medför sänkta kostnader och snabbare byggtid. Skriften avslutas med citat:

*”Regeringen följer utvecklingen av det industriella träbyggandet och kommer att fortsätta samverka med bransch, akademi och offentliga aktörer för att kunna identifiera eventuellt behov av ytterligare åtgärder och insatser.”*

(Näringsdepartementet 2018)

Samtidigt har flera företag under de senaste åren gjort investeringar i produktionsanläggningar för prefabricerade träbostäder. Enligt en rapport från Linköpings Universitet har omsättningen inom trävarubranschen riktad mot flerbostadshus och lokaler har ökat med 177% mellan åren 2004-2015, och 2025 skulle potentiellt sett hälften av alla nya lägenheter kunna byggas i trähus (Brege, Nord & Stehn, 2017, 10). Sammantaget finns goda anledningar att anta att industriellt träbyggnade inom en snar framtid kan stå för en betydande del av bostadsproduktionen.

## 1.2 Industriellt byggande

Industrialisering avser en förändring av tillverkningsmetoden, som betonar standardisering, repetition och mekanisering av arbetsmomenten (Nationalencyklopedin 2019). Mer övergripande kan industrialisering karakteriseras av ett perspektivskifte från det avgränsade projektet/produkten till den bakomliggande processen. Industrialisering ses ofta som synonymt med fabriksstillverkning, men det är värt att poängtera att begreppet inte enbart handlar om de rent materiella förhållandena utan även omfattar organisation och styrning, med målet att kontinuerligt effektivisera de olika stegen i processen (Lessing 2008, 15, 26)

Ett av de främsta exemplen på industrialisering inom byggsektorn var det svenska miljonprogrammet 1965-74. Det som föranledde denna politiskt initierade byggboom var en situation som på många sätt liknade dagens: en snabb ökning av antalet hushåll samt en stark urbaniseringstrend gav upphov till en brist på bostäder i städerna. För att nå det kvantitativa mål som givit programmet dess namn skapades en ekonomisk incitamentsstruktur som premierade prefabricering, standardisering, samt stora tillverkningsserier där extra förmånliga kreditvillkor kunde ges projekt över 1000 lägenheter (Lesing 2008, 29). Den dåvarande socialdemokratiska regeringen formulerade sig i sin proposition:

*“Statens uppgift [...] måste i första hand vara att skapa sådana organisatoriska och allmänekonomiska förutsättningar för byggnadsverksamheten att en utveckling mot industriell organisation av produktionen underlättas och stimuleras, liksom industriell tillverkning av byggnadsdelar.”* prop. 1967:100  
(Boverket 2007, 68)

Anledningen till detta var en förhoppning om sänkta kostnader och snabbare byggtid, med undantag från klimataspekten ett eko av Peter Erikssons skrift 2018. En annan fördel som sågs då, men som inte tar samma plats i dagens debatt, var den att en industrialiserad byggprocess skulle minska behovet av arbetskraft, vilken behövdes i den övriga industrin under rekordåren fram till 1974.

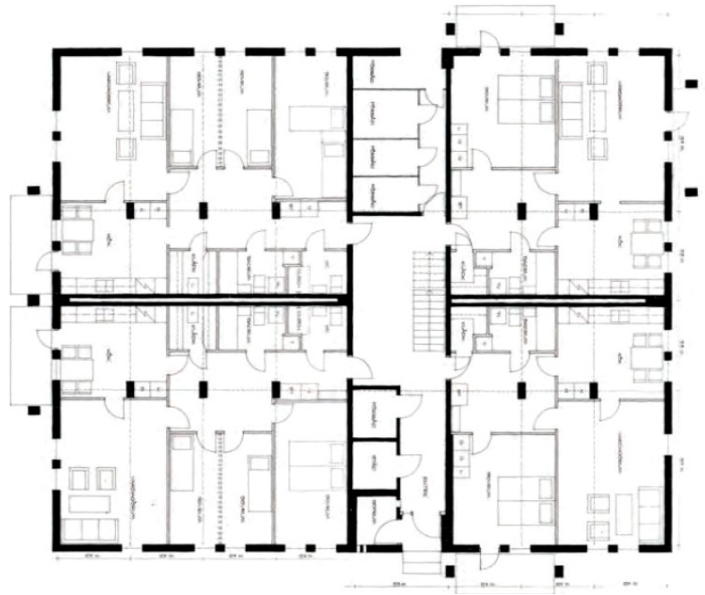
Standardiseringen av byggnadsdelar hade börjat redan tidigare under 1950-talet, men fick snabbt stor betydelse under miljonprogrammet. Flera olika byggsystem med varierande grad av prefabriceringsgrad togs fram, element tillverkades både i centrala anläggningar och fälth fabriker. Stommaterialet i de prefabricerade systemen var betong, där tekniska landvinningar nyligen gjort det möjligt att tillverka förspända betongbjälklag vilket gav stora spännvidder och ökad flexibilitet i planlösningen, samt bättre byggkranar som gjorde det möjligt att lyfta stora element på byggplatsen (Hellström 2015).

Bland de byggsystem som utvecklades under miljonprogrammet var ett av de mest framgångsrika System Skarne 66, ett system baserat på planelement i prefabricerad betong. Byggsystemet är anmärkningsvärt flexibelt, fem bjälklagsstorlekar tillsammans med två olika bärande ytterväggselement, en pelare, samt system för innerväggar och installationer skapade tillsammans ett system som kunde varieras till ett 30-tal olika lägenhetstyper mellan 30 till 158m<sup>2</sup>. Allan Skarne som utvecklade systemet var framsynt såtillvida att lägenheterna skulle kunna förändras under byggnadens livstid, med förändrade lägenhetsindelningar och möjlighet att enkelt renovera ytskikt och installationer (Stenberg, 2015).

Flera tillverkare hade sina egna system för prefabricerat byggande. Samtidigt gjorde storskaligheten i många projekt att platsbyggt behöll sin konkurrenskraft, då en högre etableringskostnad kunde fördelas på ett stort antal lägenheter. När miljonprogrammet avslutades sjönk bostadsbyggandet och riktades till större del om mot småhus, och i samband med detta utvecklades stora delar av det industriella byggandet av flerfamiljshus då efterfrågan inte mötte de produktionsvolymerna som krävdes för att bära verksamheten. I slutändan producerades ca 15% av bostäderna i miljonprogrammet med prefabricerade stommar (Hellström 2015).

Småhustillverkare har sedan 1930-tal utvecklat mer eller mindre färdiga typhus och fabrikstillverkning i viss grad är idag mycket vanligt vid småhusbyggande. Småhusbranschen är till stor del skild från den övriga byggbranschen där ett fåtal stora aktörer dominerar, istället finns en uppsjö av mindre tillverkare, som trots det kan ha en hög industrialiseringsgrad i sin produktion (Lessing 2008).

I samband med att byggandet av flerbostadshus började öka under 2000-talet har frågan om industrialisering åter väckts, och de stora byggbolagen har idag egna system eller plattformar som återanvänds och anpassas i många projekt.



Exempel på bostäder producerade med system Skarne 66.  
Västra Orminge, 1964. Bild: E Stenberg



## 1.3 Utveckling inom träbyggande

1994 avskaffades ett drygt 100-årigt förbud mot att bygga hus högre än två våningar i trä. Sedan dess har utvecklingen mot byggsystem för flervåningshus i trä tilltagit och i dagsläget ligger andelen byggen med trästomme runt 10% av det totala antalet nya flerbostadshus. Vad gäller högre hus i trä är det i princip alltid olika prefabricerade system som används. I bostadshus är det framförallt två system som dominerar; planelement av korslimmat trä och volyelement med regelstomme eller kl-trä. Pelar-balksystem förekommer också men används oftare till kontors- och verksamhetslokaler där större fria spännvidder önskas (Gustafsson, Eriksson et.al. 2013, 12-14). Generellt kan sägas att system med planelement är mer flexibla än system baserade på volyelement, men har lägre grad av prefabricering. Trä som material lämpar sig väl i förtillverkade applikationer, dels då trä tack vare sin låga vikt är enklare att transportera och lyfta än motsvarande komponenter i betong, och dels då en kort byggtid är att föredra då exponerat trä under byggtiden riskerar att dra åt sig fukt.

Förutom potentialen vad gäller prefabricering och därmed snabbare byggprocess finns en stor klimataspekt vad gäller träbyggande. Då byggnader idag konsumerar mindre energi i förvaltningsskedet blir det viktigare att begränsa resursanvändningen i själva byggskedet. I det läget har trä en klar fördel, då undersökningar visar att koldioxidutsläppen för ett träbygge är 40% lägre än motsvarande hus i betong, sett till utsläpp från framställning och transport och bearbetning (Brege, Nord & Stehn 2017, 4). Då byggsektorn står för en stor del av landets utsläpp kommer träbyggande bli en viktig del för att kunna klara klimatmålen.

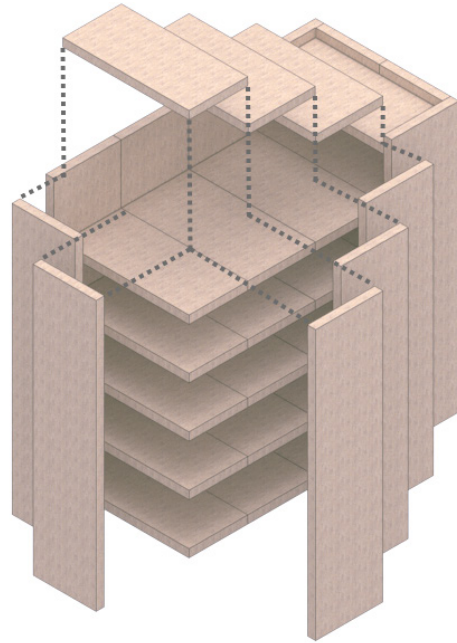
I examensarbetet har fokus legat på byggande med volyelement, eftersom system baserade på volyelement har högst prefabriceringsgrad, samt skiljer sig i högre utsträckning från vanligt förekommande byggsystem i betong jämfört med planelement. I och med att prefabriceringsgraden är högre kan det antas att konsekvenserna av industriellt byggande är högre avseende standardisering och rationalisering av produktionen vilket i sin tur har påverkan på den arkitektoniska utformningen.



### **Planelement:**

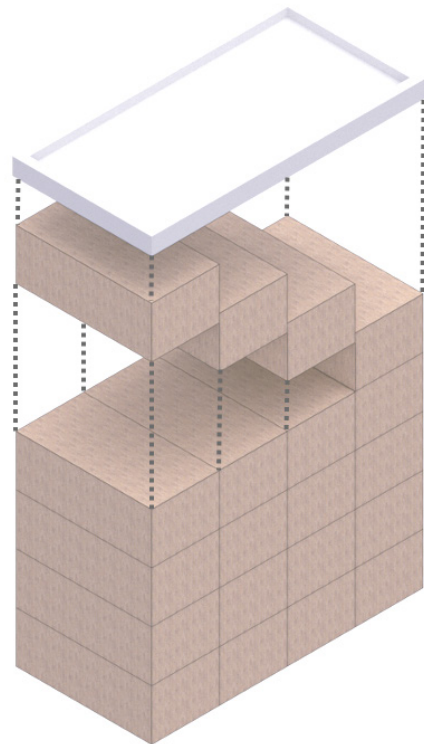
Byggnadsstommen byggs upp av prefabricerade bjälklag och bärande väggar. De bärande väggarna kan antingen vara ytterväggar som bilden, eller tvärväggar, sk bokhylllestomme.

Genom denna metod kan den bärande stommen resas snabbt, men behöver kompletteras på byggarbetsplatsen. Byggmetoden är vanlig med både betongelement och korslimmat trä.



### **Volymelement:**

Byggnaden består av prefabricerade enheter som består av både väggar och bjälklag. Genom detta byggs rummen klara redan innan leveransen till byggarbetsplatsen, vilket minimerar behovet av kompletterande arbeten på byggarbetsplatsen. Byggmetoden är främst applicerbar på trä eller stålstommar, då volymelement i betong ofta blir för tunga för praktisk transport.



## 1.4 Syfte och målsättning

Examensarbetet syftar till att undersöka hur moderna byggsystem baserade på volymelement med trästomme fungerar, deras begränsningar och hur de inverkar på den arkitektoniska utformningen av byggnaderna.

Målet med undersökningen är att få en bättre bild av hur byggsystem och arkitektur samverkar, samt hur fördelarna med prefabricerade träbyggnadssystem tillvaratas samtidigt som arkitektoniska värden bibehålls.

## 1.5 Avgränsning och metod

Projektet syftar inte till att ge en övergripande, kvantitativ bild över de arkitektoniska konsekvenserna av industrialiserat träbyggande, vilket skulle vara en alltför omfattande studie. Istället undersöks byggande med volymelement med trästomme genom en designdriven undersökningsprocess, ”*research by design*”(Roggema 2016) understödd av tillgängliga manualer från tillverkare, intervjuer och studiebesök.

## 2. Undersökning

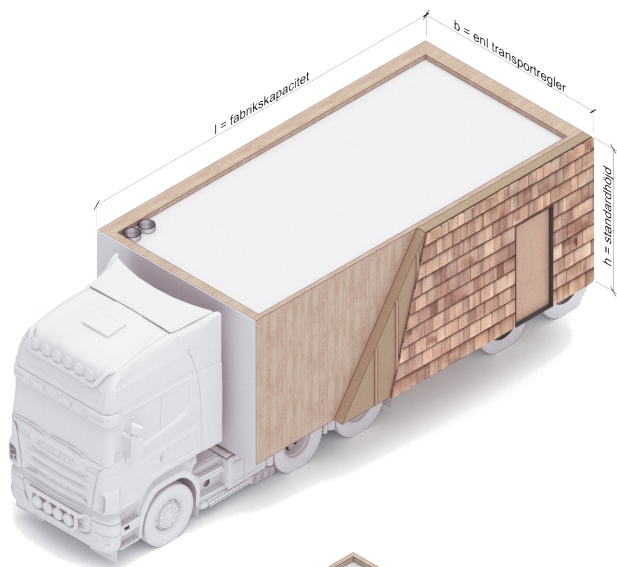
### 2.1 Tekniska begränsningar vid byggande med volymelement

Tekniskt liknar byggandet med prefabricerade volymelement i trä på många sätt konventionellt byggande med lösvirke eller byggande med skivor i korslimmat trä, men skiljer sig på ett antal punkter. Dessa skillnader uppstår primärt ur logistiska faktorer, då byggnaden färdigställs i sektioner på fabrik och sedan fraktas till byggarbetsplatsen. Då det huvudsakliga transportmedlet är lastbil begränsas volymelementens yttre mått för att klara vägtransport. Längd och höjd beror på tillverkare, men är normalt 8-14 meter i ytterlängd och 3 - 3,5 meter i höjd. Det kritiska måttet är bredden, där det maximalt tillåtna yttermåttet är 4,15 meter (Gustafsson, Eriksson et.al. 2013, 16). På byggplatsen lyfts elementen direkt från transportbilen till sin plats i konstruktionen via lyftkran, där 20-30 element kan monteras per dag (Svenskt Trä 2016).

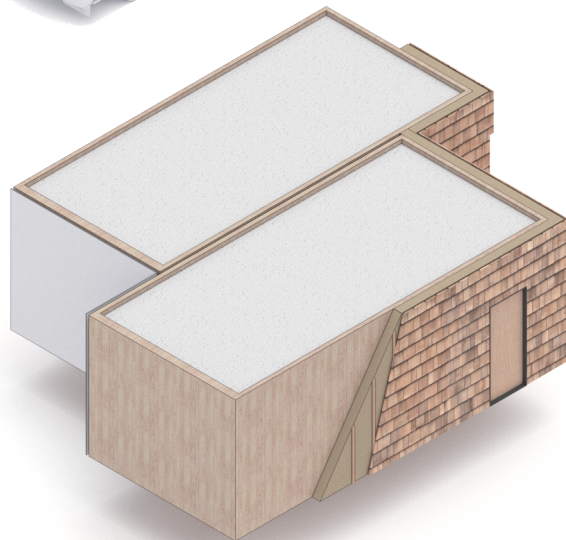
Volymelementen har en hög prefabriceringsgrad där upp till 80% av arbetet sker i fabriksmiljö istället för på byggplatsen. Elementen färdigställs med invändiga ytskikt, isolering, fönster och dörrar, installationer för el och VVS, våtrum och köksinredning. Fasaden kan färdigställas på fabrik, vilket i så fall leder till skarvar mellan våningsplanen i den färdiga byggnaden, något som kan störa det arkitektoniska uttrycket. För att undvika skarvar i anslutningarna mellan volymelementen kan fasaden slutföras på byggplatsen efter att elementen monterats. Genom att arbeta i fabrik kan tillverkningen ske vid löpande band eller olika stationer, vilket effektiviserar produktionen genom minskade ställtider och förenkling av arbetsmomenten. Det medför även att arbetet sker i ett kontrollerat klimat som skyddar materialen och ger en mer komfortabel arbetsmiljö.

Det normala är att producenten även agerar totalentreprenör i de projekt de arbetar i. Genom detta får företagen kontroll över projekteringen, vilken sköts i egen regi för att passa produktionsanläggningarna. För att den industriella produktionen ska kunna ske smidigt tycks detta vara en förutsättning, men nackdelen är densamma som för totalentreprenad i övrigt, att arkitekten

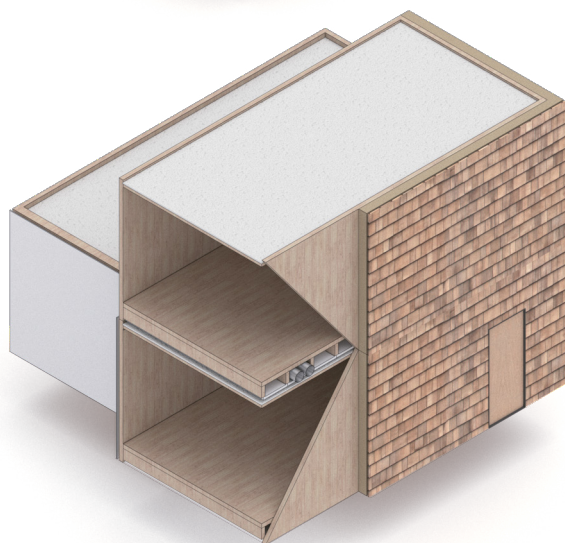
Volymelementens storlek begränsas av tillåtna transportsättet. Då vägtransport i regel krävs begränsas framförallt bredd och höjd.



Elementen levereras med färdiga väggtyper beroende på placering i den färdiga byggnaden. Ytterväggen kan färdigställas med fasadamaterial på fabrik eller kompletteras på plats. Väggar i elementmöten bildar en dubbelkonstruktion, medan väggar mot trapphus/schakt är enkelkonstruktioner med brandgips.



Dubbelkonstruktionen uppstår även mellan våningsplanen, det färdiga bjälklaget består av det undre elementets innertak samt det övre elementets golvbjälklag.



förlorar ägandeskapet över projekteringen varvid det finns en risk att projektet förvanskas med förlorad arkitektonisk kvalitet till följd. Tillverkarna har ofta avtal med leverantörer av byggdelar såsom fönster, dörrar eller installationssystem, vilket leder till att valmöjligheterna kan begränsas (Gustafsson, Eriksson et al. 2013, 16).

Volymelementens ytterväggar är lastbärande och stabiliserar elementen under produktion och transport tillsammans med bjälklag och innertak. Vid montage bildas därför dubbelkonstruktioner i alla skarvar mellan elementen. Detta ger god ljudisolering i elementskiljande väggar, men gör också väggarna och bjälklagen tjockare än konventionella eller planelementsbyggda konstruktioner. Att volymelementens ytterväggar är lastbärande begränsar även maximala öppningsmått, både i fasad och mellan angränsande element. Stora öppningar förstärks med avväxlande balk. Innerväggar i elementen har ingen bärande funktion och kan därför placeras fritt (Lindbäcks 2017).

Elementen tillverkas med inhängda bjälklag och undertak som liksom elementets ytterväggar bildar en dubbelkonstruktion i den färdiga byggnaden (Lindbäcks 2017). Bjälklagen blir tjocka, ca 500mm, vilket kan skapa problem när byggnadshöjden är hårt styrd i detaljplan. Risken att förlora ett våningsplan jämfört med en betongkonstruktion med tunnare bjälklag kan göra en träkonstruktion ekonomiskt omöjlig (Gustafsson, Eriksson et al. 2013, 9).

Byggnadens tak ingår oftast inte direkt i byggsystemet utan anpassas efter projekt. Typiska lösningar är prefabricerade takstolar av trä som kompletteras med platsbyggt tak, eller att taket tillverkas i sektioner som lyfts på plats. Det översta volymelementet förses med högre ytterväggar så att ett utrymme för isolering bildas ovanför innertaket. Grunden ingår inte heller i byggsystemet, utan färdigställs innan elementen levereras för montage. Många vanliga typer av grundläggning går att använda vid volymelementsbygge, t.ex. platta på mark eller källare i betong. Det går även i vissa fall att montera volymelement ovanpå en befintlig byggnad som ett sätt att förtäta, givet att byggnadens stomme klarar lasten eller går att förstärka (Gustafsson, Eriksson et al. 2013, 19).

## 2.2 Referens: Lindbäcks och Moelven Byggmodul

Som en del i undersökningen av volymelementbyggandets begränsningar togs kontakt med två av de större tillverkarna: Lindbäcks och Moelven Byggmodul. Ett studiebesök genomfördes på Moelven Byggmoduls fabrik i Sandsjöfors 28/3 2019. Under studiebesöket gavs en rundtur av produktionsanläggningen samt en presentation av ett antal genomförda projekt och en frågestund. I fabriken i Sandsjöfors tillverkas volymelementen vid olika specialiserade stationer, från bjälklag och väggar transporteras elementet vidare för montage av fönster och dörrar, målning och golvläggning, kakelsättning och installation av wc, golvbrunnar och övriga tillbehör. Slutligen emballeras det färdiga elementet för väderskydd innan det körs ut i väntan på transport. Material anländer färdigkapat och paketerat för varje enskilt element för att minimera virkesspill. De olika stationerna har hjälpmedel i form av traverser och vändbord vilket gör att snickarna inte utföra tunga lyft eller arbeta på hög höjd.

Lindbäcks anläggning i Piteå bedömdes ligga väl avlägset varför istället en frågestund genom videomöte hölls. Företaget har en ”arkitektmanual” publicerad på sin hemsida, där grundläggande teknisk information om byggsystemet finns redovisad. Genom tillgänglig information framstår produktionsförhållandena vid deras anläggning som likartade, men i en större skala och med starka inslag av metoder från lean production.

Utifrån intervjuerna bedöms tillverkarna använda sig av likartade system och tekniker. Det bedöms som att trots den industriella produktionen finns stora möjligheter till projektanpassning i fråga om utformning, dels vad gäller fasadmaterial, men även mer komplicerade lösningar som frångår byggsystemets standardlösningar, såsom utkragande våningar, takterrasser etc. Till de större skillnaderna hör att Lindbäcks använder sig av KL-teknik i vissa projekt, vilket medger högre bygghöjd.





Avslutande målning av färdiga volymelement vid Moelven byggmoduls fabrik i Sandsjöfors.

**Moelven**

**Lindbäcks**

Elementmått (b*I*h)	415*1400*350 cm	415*960*310 cm
Byggteknik	regelvägg	regelvägg/kl-skivor
Våningshöjd	6	8
Entreprenadform	totalentreprenad	totalentreprenad
Minsta projektstorlek	1 enhet	50 enheter
ca kostnad m <sup>2</sup> BOA	19 000 ±3000	ingen uppgift

Några jämförelsepunkter mellan tillverkarna.

## 2.3 Det industriella byggandets estetik

Idéer om industriellt producerade bostäder som ett arkitektoniskt ideal föddes under den tidiga modernismen. Inspiration hämtades från båtar, tåg och bilar, där den industriella processen inte enbart skapat en ekonomisk tillgänglighet, utan även skapat en ny estetik präglad av rationalisering och distinkta funktioner. Bakom en av de mest slagfärdiga formuleringarna av denna attityd stod Uno Åhrén, som kom att bli en av de mest tongivande arkitekterna i den Svenska funktionalismen:

*”Själva det funktionella håller på att få ett estetiskt egenvärde. [...] Utseendet framstår snarare som den blotta yttre aspekten av själva arbetet, den rationella tekniken, den förnuftiga ekonomin.”*

från ”Brytningar”, Svenska Slöjdföreningens Årsbok 1925(Svensson 1996)

Kring 1900-talets början fick Frederick W Taylors koncept ”Scientific management” stort genomslag i USA, och kom senare att bli känt som Taylorism. Metoden byggde på en nedbrytning av produktionskedjan i små delmoment som kunde detaljstuderas och optimeras avseende metoder och tidsåtgång, och arbetarnas lön betalades efter hur väl de mötte beräknade kvoter.(Nationalencyklopedin 2019). Taylorismen följdes av ”Fordismen”, efter Henry Fords idéer som kom att revolutionera bilindustrin. Ford införde det löpande bandet och gick långt i standardiseringen för att göra sina produkter tillgängliga för så många som möjligt. Det mest kända exemplet är det enda tillgängliga färgalternativet på T-forden, eftersom den svarta färgen hade kortare torktid än övriga. Men kanske mer fundamentalt var Fords lönesättning, som hade till mål att arbetarna skulle kunna köpa företagets produkter. Massproduktionen skulle mötas av en masskonsumtion(Encyklopædia Britannica 2016), och skiftet i fokus från det exklusiva till det för medelklassen tillgängliga fick genomslag även inom arkitekturen.



I Europa och Sverige lades stort fokus vid bostadsbyggandet som sågs som en social mission för att lyfta framförallt arbetarklassen ur fattigdom och förbättra folkhälsan. Objektiva och kvantifierbara faktorer skulle ligga till grund för byggnadernas utformning, stor vikt lades vid exempelvis dagsljus och yteffektivitet. Även om de funktionalistiska bostadshusen med få undantag producerades hantverksmässigt vid tiden för funktionalismens genombrott så märktes industrialiseringen i form av standardiseringar i designprocessen. Köket, som sågs som en arbetsplats, studerades och optimerades enligt modeller från tillverkningsindustrin, vilket ledde till etableringen av en köksstandard som banade väg för fabrikstillverkning av köksinredning (Söderqvist 2008, 179). Ernst Neuferts Bauentwurfslehre från 1936 samlade stora mängder data i ett referensverk över utrymmeskrav och byggnadsutformning enligt rationella principer. Boken utgör än idag ett standardverk inom arkitektur, om än i uppdaterad form, mest känd som Architects Data eller "Neufert" (De Graaf 2017, 55-61).

I det sociala projektet det modernistiska byggandet innebar ansågs det suspekt eller till och med moraliskt förkastligt att införa dekorativa element utan funktion i arkitekturen. I stridsskriften "acceptera" från 1931 presenterade de sex författarna, bland dem Uno Åhrén, ett manifest som kom att definiera den svenska funktionalismen under 30- och 40-talet. Målet var att producera ändamålsenliga och hygieniska bostäder åt en framväxande, urban arbetarklass. Industrialismen sågs som ett faktum som skulle accepteras tillsammans med den formvärld som låg naturligt för de nya produktionsförutsättningarna. Arkitekturens stil skulle formas efter den funktion den var ämnad att uppfylla, och det tekniska och det estetiska skulle inte längre ses som motpoler. Skriften avslutas med citat:

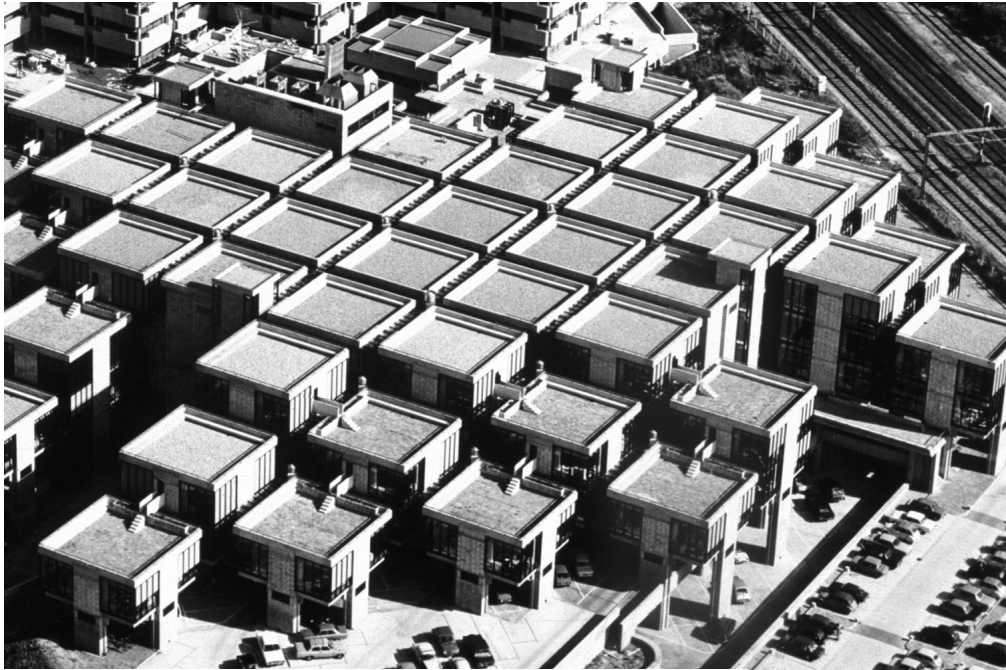
*"Ur denna nödvändighet framväxer detta moraliska imperativ:  
**acceptera** den föreliggande verkligheten - endast därigenom har vi utsikt att behärska den, att rå på den och skapa kultur som är ett smidigt redskap för livet."*  
(Asplund, Gahn et.al. 1931)

Under 1960-talet formades en inriktning inom arkitekturen som kom att kallas strukturalism. Termen överfördes från språkfilosofi och antropologi, där strukturalism förenklat kan beskrivas som ett synsätt där enskilda element måste förstås i sin relation till sitt övergripande system, en struktur. I en arkitektonisk kontext kom strukturalism att användas som beteckning för ett antal olika utgångspunkter i arkitekturen och det finns flera beskrivningar över vad som kännetecknar inriktningen, som till viss del överlappar och angränsar till varandra (Söderqvist 2011).

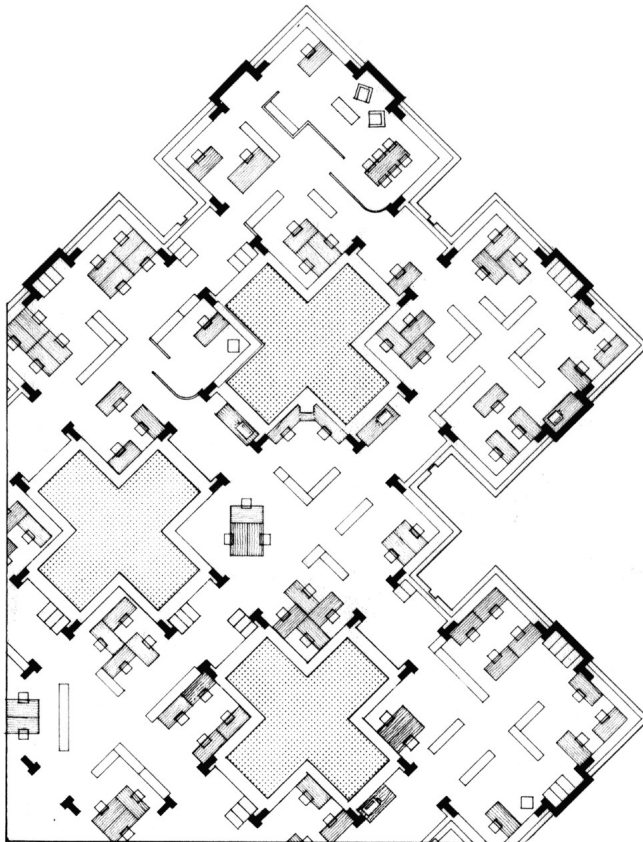
En del strukturalistiska projekt såg byggnaden som ett system, som skulle kunna växa och förändras inom sin egen struktur. Funktionalismen kritiserades för dess statiska syn på behov, istället skulle byggnaden utgöra ett ramverk inom vilket funktioner kunde skifta med tiden. Andra projekt betonade människans relationsmönster och hur arkitekturen skulle reflektera dessa, exempelvis kunde individuella enheter bindas samman av publika ytor för att bilda mindre kluster, som i sin tur kopplades samman i en större struktur. Många strukturalistiska projekt kännetecknas av framhävandet av organisationsstrukturen för en modul, som upprepas enligt ett konfigurativt mönster. Materialiteten var ofta av den enkla och robusta karaktär som populatiserats i efterkrigstidens modernism, arkitekturens uttryck stammade istället ur en mönsterverkan som uppstod från strukturen.

Strukturalismens systemtänkande gav upphov till många intressanta projekt som berör ämnen relaterade till industrialisering. Prefabricerade element, byggsystem avsedda att kunna förändras med tiden, upprepning enligt geometriska eller organiska mönster var alla vanligt förekommande teman i strukturalistiska projekt, men även självbyggeri och brukarens möjlighet att förändra och utveckla sin byggnad, vilket på sikt skulle ge byggnaden ett uttryck som var en produkt av de mänskliga aktiviteterna hos brukarna.

Strukturalismen, både den arkitektoniska och antropologiska, intresserade sig mycket för "primitiva" kulturer, vilka ansågs stå i bättre kontakt med mänsklighetens grundläggande natur (Söderqvist 2008, 79, 104). En liknelse kan dras till romantiken, där "den ädle vilden" sågs som ett ideal som hade sin arkitektoniska parallell i Laugiers ur-hyddor. Strukturalismen sökte istället efter de relationella mönstren hos de primitiva kulturerna, den enskilda



**Centraal Beheer, Kontor.  
H. Herzberger, 1972.**



Byggnaden skapas genom upprepning av element, som genom sin organisation skapar ett system av gårdar, terrasser och sociala respektive avskiljda arbetsytor.

En grundläggande idé var att rumsenheterna skulle kunna skifta funktioner i takt med förändringar i arbetssätt, samtidigt som den övergripande strukturen kunde behållas intakt.

Bilder: AHH

byggnaden var inte av samma intresse som hur byggnaderna organiserades i byarna vilket ansågs avspegla samhällsstrukturen. Således skapades ett antal strukturalistiska byggnader som ett slags mini-städer, med invändiga gator och torg.

En avvikare, som ändå bör betraktas bland strukturalisterna är den brittiske arkitekten Christopher Alexander, som förespråkade ett empiriskt förhållningssätt, och studerade historiska, spontant återkommande mönster i byggda miljöer. Hans syn på byggnader som en struktur som organiserar relationer mellan människor, natur och objekt är strukturalistisk i grunden, men utökar det till att se byggnaden som en del i ett större system, där traditionella mönster ofta evolverat för att på ett meningsfullt sätt relatera byggnadsverken till sin omgivning. I verket *"A pattern language"* samlas 253 olika mönster i olika skalor, från stadsplanering till inredning, härleda ur olika miljöstudier. Även om Alexander inte förespråkar en direkt stil, så leder många av slutsatserna till ett formspråk som landar i traditionell, vernakulär eller allmogearkitektur, i kontrast till övrig strukturalistisk arkitektur som bär tydlig prägel från modernismen.

Ett problem med strukturalismen, såsom jag uppfattar den, är att byggnaderna alltför ofta utgör sina egna strukturella system, utan en större hänsyn till de omkringliggande strukturer som bygger upp städerna. Många projekt som var byggda för att anpassas och förändras har inte klarat den uppgiften i praktiken, eftersom produktionsmetoder och trender har gjort själva strukturen obsolet. Exempelvis står Herzbergers kontorshus för Centraal Beheer tomt (Hertzberger 2016), kanske är kommunikationsytorna överdimensionerade i förhållande till den faktiska kontorsytan, vilket gör byggnaden oekonomisk för en hyresgäst. Den största lärdomen är kanske det strukturalistiska perspektivet på arkitekturen, men att applicera det bredare. Projektens ekonomiska förutsättningar utgör en mellanmänsklig, relationell struktur, likaså byggnadspolitiska ramverk. Genom att utgå från dessa och söka typologier som på meningsfulla sätt interagerar med de övergripande strukturerna, finns kanske en väg framåt för en arkitektur som verkar bortom det bildmässiga.

## 2.4 Studie: 5+1

Som en del av undersökningen studerades stadsmässiga bostadstypologier i trä. En typologi som är mycket intressant i sammanhanget är en amerikansk byggnadstyp som kallas ”stick-over-podium” eller 5+1. I likhet med strukturalismens intresse för vernakulär arkitektur i förindustriella kulturer för att utläsa grundläggande strukturer, kan byggnadstypen anses utgöra en del av amerikansk, kapitalistisk vernakulär som kan analyseras utifrån ekonomiska och juridiska strukturer. Det är intressant att granska de strukturella faktorer som format typologin för att förstå hur en svensk stadsmässig träarkitektur skulle kunna utformas, både för att tillvarata typologins fördelar men också kunna motverka dess nackdelar.

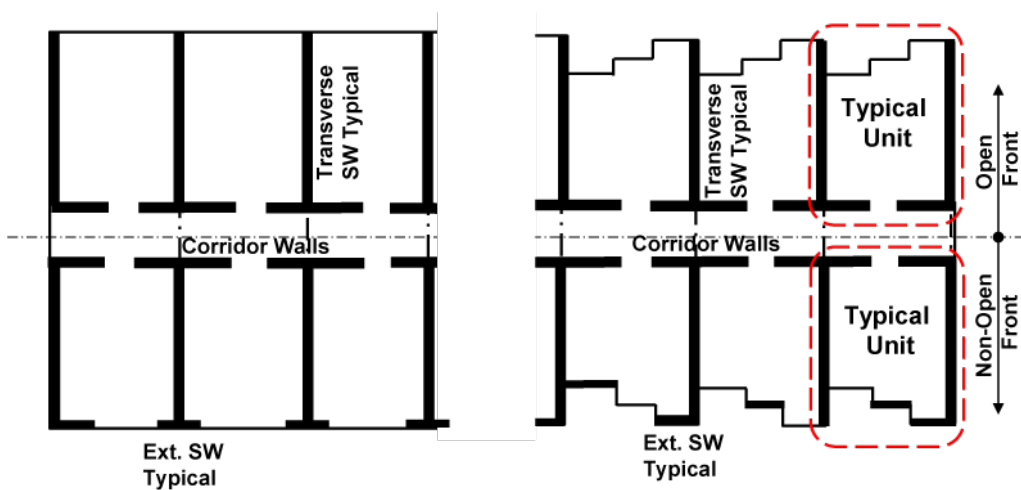
I USA byggs ca 85% av flerfamiljshusen med trästomme (US Census Bureau 2018), jämfört med 13% i Sverige (TMF 2019). En stor andel av dessa byggnader är av typen 5+1, en typologi som fått ett stort genomslag under 2000-talet. En 5+1, eller stick-over-podium som den även kallas, består av fem våningar lägenheter byggda med trästomme ovanpå en sockelvåning i betong som innehåller butiker eller garage. Byggnadstypen fick sitt genomslag efter en regeländring där behandlat trä omklassificerats ur brandsäkerhets-synpunkt, vilket möjliggjorde byggandet av bostäder i fem våningar med trä, förutsatt att byggnaden utrustades med sprinklers (Fox 2019).

En första aspekt att betrakta är konstruktionstekniken: träkonstruktionen byggs i stora drag med lösvirke enligt liknande principer som ”balloon framing” som förekommit i enorm utsträckning i USA. Byggtekniken är välkänd bland hantverkare, kräver ingen större utbildning och kan byggas utan komplicerade verktyg. Byggbranschen i USA skiljer sig från den svenska genom att den gängse entreprenadformen är att likna vid generalentreprenad och den fackliga organisationsgraden bland byggarbetare är generellt lägre, vilket tillsammans med den enkla byggtekniken gör att arbetskraften kan upphandlas till ett betydligt lägre pris.





5+1 under produktion med synlig träkonstruktion ovanpå betongsockeln.  
Bild: Structure Magazine



**Open Front & Non-open Front  
Floor Plan w/ and w/o offsets**

Typisk planlösning för 5+1-byggnader med lägenheter kring en dubbelsidig korridor.

Bild: Structure Magazine

I Sverige domineras i stället branschen av ett fåtal stora aktörer som investerat i tunga maskiner och utbildad arbetskraft, och en stark fackföreningsrörelse som motverkar lönedumpning, vilket gör att tekniken i sig inte är relevant att direktöversätta till en svensk kontext. Men om vi istället väljer att se hur en teknik för att bygga småhus har anpassats till att bygga flerfamiljshus blir bilden mer intressant. På samma sätt som balloon-framingtekniken har anpassats till att bygga flervåningshus, kanske det finns en möjlighet att utveckla de svenska småhusproducenternas förmåga att bygga högre? Den svenska småhusbranschen bygger i hög grad med trä enligt industriella principer, men det är mycket få företag som producerar både enfamiljs- och flerfamiljshus. Byggsystem med volymelement skiljer sig i sitt tekniska utförande inte särskilt mycket från byggtekniken i småhus med regelstomme, och potentiellt sett skulle ett flertal aktörer från småhusbranschen kunna anpassa sin produktion för att kunna bygga mindre flerfamiljshus, vilket skulle kunna leda till att dessa skulle kunna konkurrera mot de stora aktörerna med sänkta bostadspriser till följd.

Ett annat intressant mönster är att observera hur typologin konformerar till rådande stadsbyggnadsideal. De typiska amerikanska villaförorterna har kopplats till ökat bilberoende och resursanvändning, samt en utarmning av de traditionella stadskärnorna. Fenomenet "urban sprawl" har de senaste åren setts som en oönskad tillväxt runt stadsmiljöerna, och genom olika policybeslut har stadsplanerare försökt att motverka utbredningen. Samtidigt har en utveckling mot senarelagd familjebildning kombinerad med jobbtillväxt i storstadsområden skapat ett behov av mindre, mer centralt belägna bostäder. På ett liknande vis finns idag i Sverige ett planeringsparadigm som betonar vikten av "stadsmässighet" vid utvecklingen av nya stadsdelar, och den ökade efterfrågan på lägenheter kan skönjas i den kraftigare prisutvecklingen jämfört med villor. 5+1-byggnadernas sockelvåning bidrar till en variation av aktiviteter som tillsammans med placeringen av byggnaden i liv med gatan ger ett levande gaturum.



Exempel på en 5+1-byggnad i Los Angeles.

Bild: Janis Miglavs



Planerade bostäder i Partille med stadsmässiga ambitioner.

Bild: PEAB



En annan aspekt som inverkar på typologins form är de ekonomiska förutsättningarna. Många 5+1-byggnader byggs på spekulation, för att säljas av till fastighetsbolag eller sk. REITs som en kapitalinvestering. Låga räntor har gjort fastigheter till en bra placering, så även i Sverige. Många av dessa förvaltare är storskaliga bolag vilket avspeglas i storleken på projekten, där en 5+1-byggnad ofta upptar ett helt kvarter, antingen kringbyggd runt en gård eller S-, U- eller E-formad. Planlösningen är optimerad för största möjliga antal lägenheter, vilket ofta leder till ensidiga, små lägenheter längs en dubbelmatad korridor. I Sverige har ofta nyproducerade lägenheter sålts som bostadsrätter till privatpersoner, vilket ställer högre krav på planlösningen. Samtidigt kan de förändrade lånevillkoren som drabbar privata bostadsköpare påverka byggmarknaden i en riktning mot högre andel hyresrätter framöver.

Byggnadernas arkitektoniska uttryck reflekterar ofta deras ambitioner om att utgöra en stadsmässig miljö. Genom små variationer i höjd och olika typer av indelningar av fasaden bryts byggnaden upp i visuellt mindre enheter, som imiterar en stadsbild som under lång tid har byggts upp av individuella byggnader i mindre skala. En liknande stil kan skönjas i många svenska bostadsprojekt från de senaste åren. I en essä skriven av Helen Runting beskrivs utvecklingen som en konsekvens av bostadens kommersialisering, ett uttryck för innehavarens identitet. Det modernistiska förhållningssättet där byggnadens uttryck ska reflektera produktionsförhållandena appellerar inte längre, den estetik som är den naturliga produkten av en industriell byggproduktion är inte längre gångbar. Resultatet är storskaliga byggnader som kläs in i ett pastischartat stadsmönster som tjänar till att dölja produktionsförhållandena och skapa bilden av stadsmässighet (Runting 2018). För att frigöra sig från denna typ av estetik kan det vara nödvändigt att ifrågasätta den underliggande ekonomiska strukturen bakom byggandet, som dels skapar dessa storskaliga projekt, och hur dessa sedan säljs på en marknad där bilder och trender skapar en önskan om bostaden som ett projekt för självförverkligande.

# 3. Projekt

## 3.1 Förutsättningar

Som den största delen i undersökandet av byggsystem med volymentelement gjordes ett teoretiskt projekt för ett bostadshus med tekniken. Målet var att utforma ett projekt med hög detaljnivå och verklighetsförankring som visualiserade och exemplifierade några hypoteser som uppstått i samband med den föregående studien av byggmetoden.

### a) Byggemenskap

Genom en industriell produktion av byggdelar med hög prefabriceringsgrad flyttar skalfördelar från det enskilda projektet till den centraliserade produktionsanläggningen. Detta ökar möjligheterna för mindre byggherrar, t.ex. privata hyresvärdar, stiftelser eller kooperativa byggare att konkurrera med de stora bostadsutvecklarna. Kooperativa initiativ i stil med byggemenskaper skulle också hypotetiskt gynnas av en kort byggtid, då en lång process ökar risken för att deltagare drar sig ur p.g.a. förändrade ekonomiska omständigheter eller svalnande engagemang. (Svensson 2012, 28) I projektet valdes en tänkt byggherre som en byggemenskap omfattande 15-25 hushåll, ett förhållandevis lågt antal lägenheter i förhållande till många kommersiella bostadsprojekt.

### b) Aktiv bottenvåning

Dagens stadsplaneringsideal betonar ”stadsmässighet”, vilket vanligtvis innebär att bottenvåningar på byggnader ska innehålla lokaler och ha kontakt med gatan. Många projekt med volymentelement är idag renodlade bostadsprojekt som inte söker en aktiv relation med de omgivande gatorna. För projektet valdes istället att pröva en lösning likt 5+1-typen med en sockelvåning innehållandes en verksamhetslokal.

### c) Varierade planer

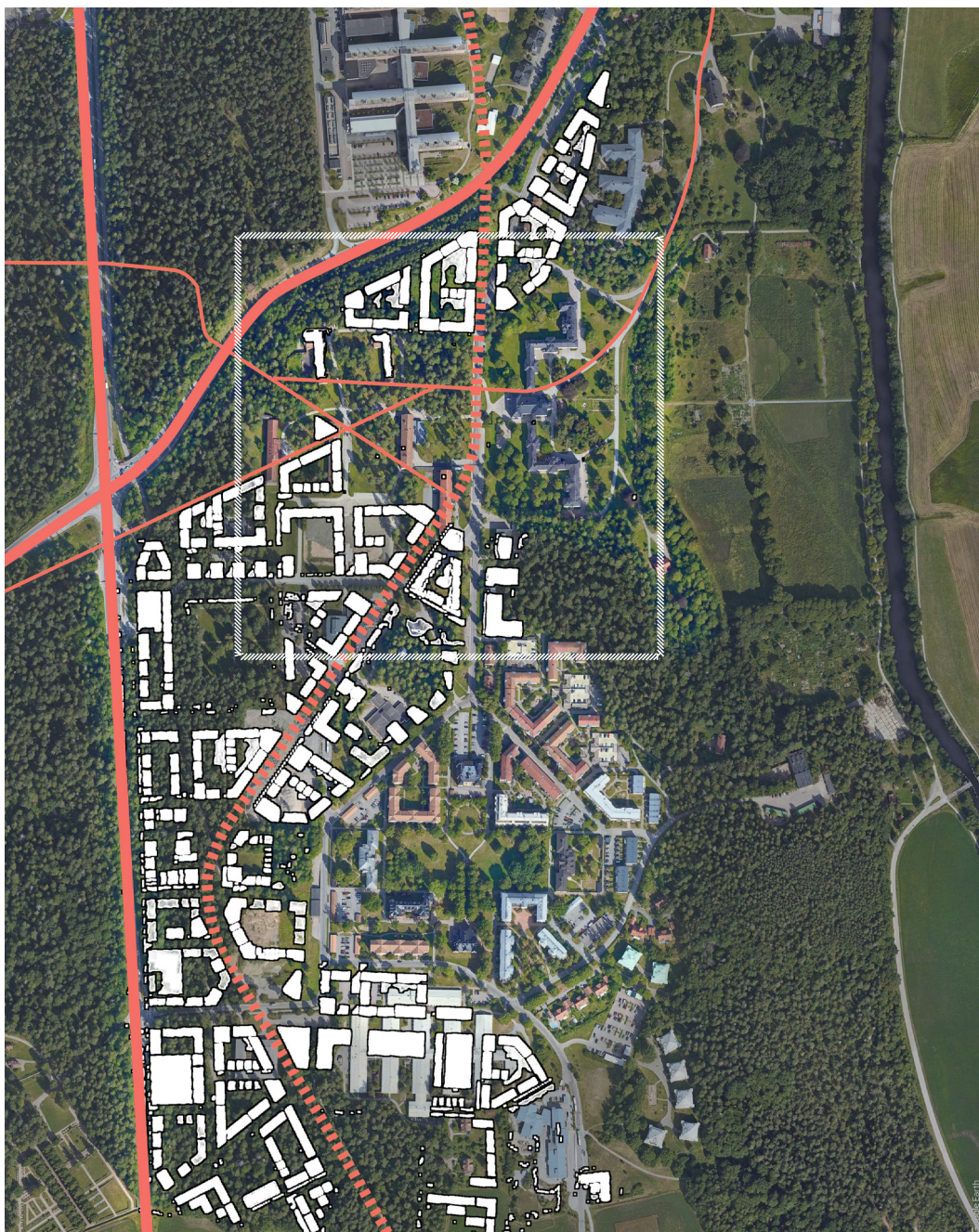
Ett annat uttryck för stadsmässighet som även kopplar till social hållbarhet är blandade bostadsområden där olika demografiska grupper bor samlat. I likhet med 5+1-bostäder består många projekt i volymentelementsteknik av små lägenheter upprepade i stort antal. För att motverka detta sökte projektet skapa en lösning som möjliggör för flera olika boendekonstellationer.



## 3.2 Plats

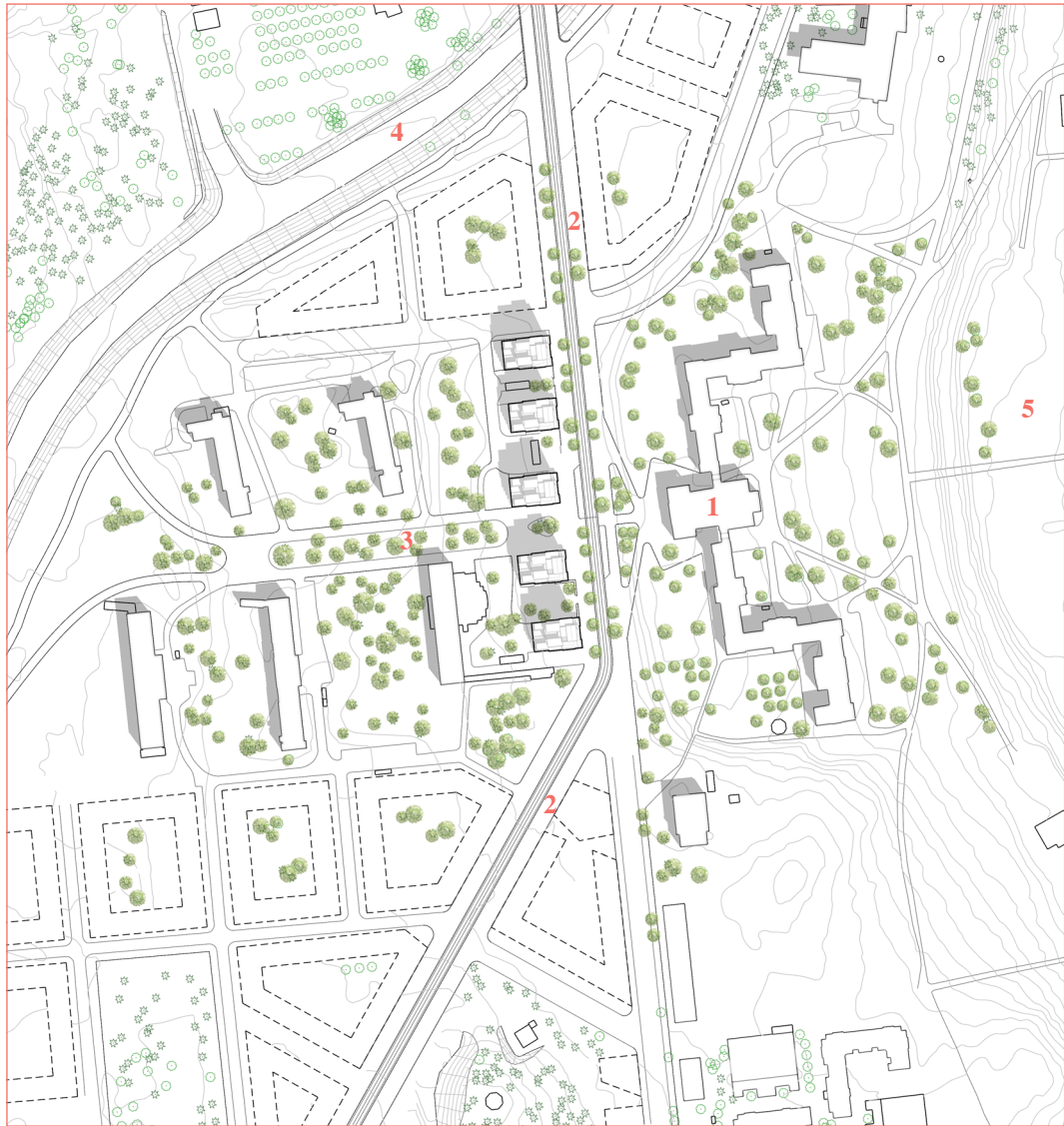
Som plats för projektet valdes området Ulleråker i Uppsala. Kommunen har som målsättning att bygga 33 000 nya bostäder fram till 2030, och en stor del av dessa planeras i stadens södra delar. Som en del av stadsutvecklingen planeras en ny järnvägsstation i sydöst, Bergsbrunna C, samt en ny spårväg som ska binda ihop den nya stationen med de södra stadsdelarna och centrum. Ulleråker ligger strategiskt längs den nya spårvägen mellan Sveriges lantbruksuniversitet och Ångströmlaboratoriet, och planeras som en tät, blandad stadsdel med ca 7000 nya bostäder (Uppsala kommun 2016).






Ulleråker utvecklades som mentalsjukhus i början av 1800-talet, och området domineras av de gamla institutionsbyggnaderna. Dag Hammarskjölds väg och kungsängsleden korsar varandra i områdets nordvästra hörn, och är två av stadens viktigaste vägar. I kommunens planprogram planeras för en förtätning med kvarterstad som binds samman av spårvägen, som planeras som bilfritt gång- och kollektivtrafiksstråk. För projektet valdes ytan framför hospitalets gamla huvudbyggnad i områdets norra del, där kommunens planprogram inte anger hur marken ska utvecklas. Platsen är intressant eftersom att bebyggelse på den tomten måste ta hänsyn till huvudbyggnaden, samt till de cykel- och gångvägar som konvergerar där.

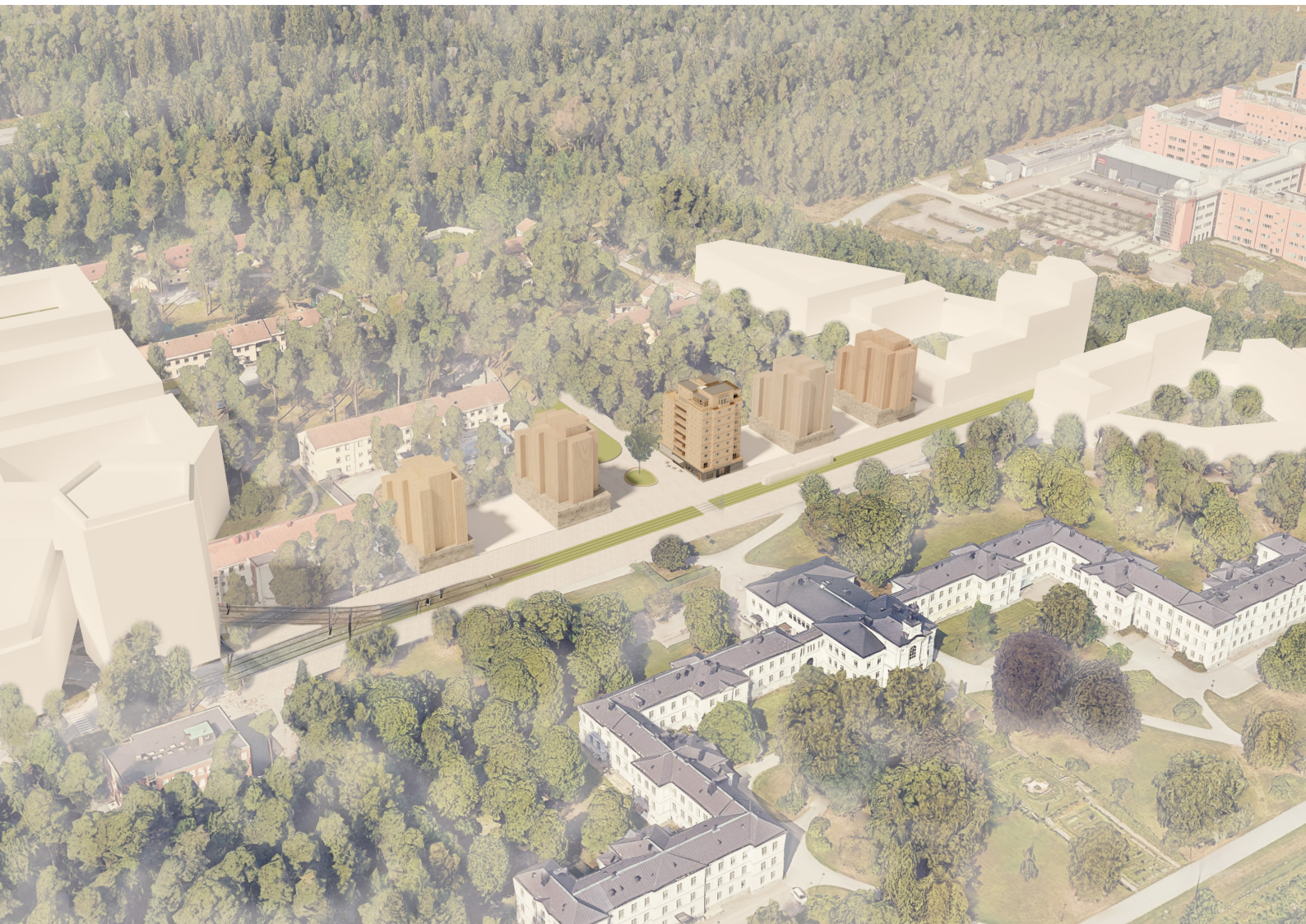




- |           |                             |          |  |
|-----------|-----------------------------|----------|--|
| <b>1:</b> | hospitalets huvudbyggnad    | <b>1</b> | Framtida kvartersstruktur från kommunens planprogram visas i streckade linjer. |
| <b>2:</b> | planerad gågata med spårväg | <b>2</b> |  |
| <b>3:</b> | parkstråk för gång/cykel    | <b>3</b> |  |
| <b>4:</b> | Kungsängsleden              | <b>4</b> |  |
| <b>5:</b> | Årike Fyris, naturreservat  | <b>5</b> |  |
-  **situationsplan 1:4000**

Projektet föreslår fem punkthus i nio våningar som placeras i liv med huvudstråket, där en kort fasadlängd gör att de inte konkurrerar med huvudbyggnadens långsträckta horisontalitet, samtidigt som de medger kontakt mellan huvudstråket och parken bakom husen. Genom detta hålls gatulinjen men skapar ett avbrott i kvartersstrukturen framför hospitalet, vilket ger platsen en ny dynamik. Mot hospitalsbyggnaden skapas ett långsträckt parkrum genom punkthusen som samlar omkringliggande gång- och cykelvägar i en axel mot hospitalets mittskepp och vidare ut mot naturområdet intill fyrisån.

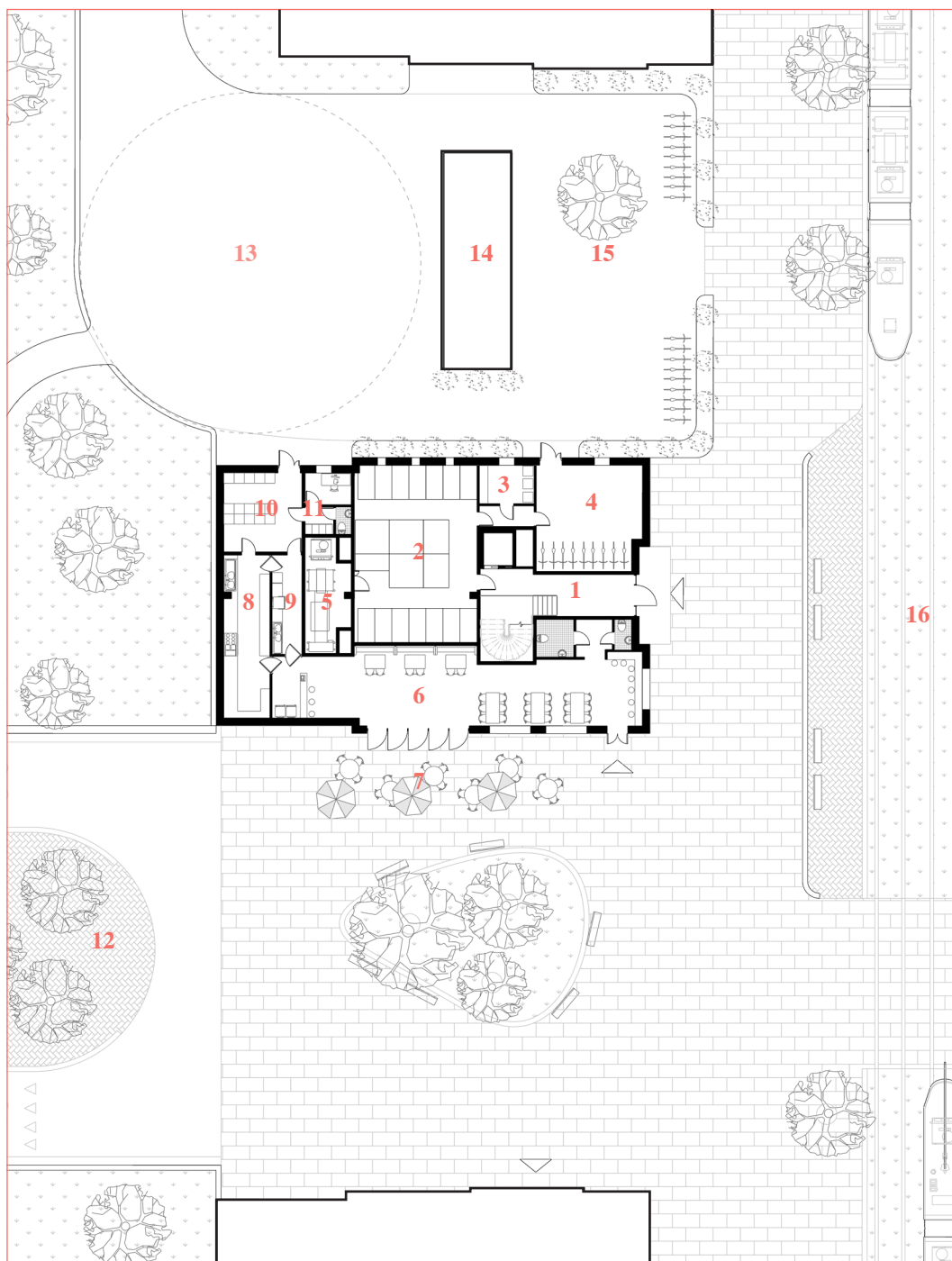




Fågely över punkthusen och hospitalsbyggnaden.

Även om punkthusen består av nio våningar utgör de ändå en mindre skala än den omgivande kvarterstrukturen. De översta våningarna får en utsikt som sträcker sig bortom hospitalet ner mot fyrisån. Byggnadernas placering i gatuliv förstärker huvudstråket genom stadsdelen och möjliggör för verksamheter i bottenplan som riktar sig mot de förbipasserande.

Byggnaden möter gatan genom en sockelvåning som inte ingår i volymbyggnadssystemet. Behovet av varierande funktioner i gatuplan gör att ett stomsystem med så begränsade spännvidder inte är lämpligt, istället utförs bottenvåningen med betongstomme vilket ökar antalet möjliga planlösningar. Sockelvåningen isolerar mot ljud och brand mellan boende och gata och bildar ett monteringsbord för volymelementen.



- |           |              |            |                 |
|-----------|--------------|------------|-----------------|
| <b>1:</b> | entré        | <b>10:</b> | förråd          |
| <b>2:</b> | förråd       | <b>11:</b> | personal/kontor |
| <b>3:</b> | tvättstuga   | <b>12:</b> | parkstråk       |
| <b>4:</b> | cykelförråd  | <b>13:</b> | vändplats       |
| <b>5:</b> | teknik       | <b>14:</b> | avfall          |
| <b>6:</b> | servering    | <b>15:</b> | gårdsyta        |
| <b>7:</b> | uteservering | <b>16:</b> | spårvägsstation |
| <b>8:</b> | kök          |            |                 |
| <b>9:</b> | diskrum      |            |                 |
- gatuplan 1:400**





Perspektiv från sydväst.

Bottenvåningen innehåller en restaurang som vetter mot byggnadens sydsida och det parkstråk som anläggs i öst-västlig riktning. Sockelvåningen innehåller även gemensamma utrymmer för de boende i form av förråd och tvättstuga. Mellan husen bildas ett gårdsutrymme med infart från baksidan för leveranser till verksamheten eller sophämtning. Kommunens planprogram anger att parkering inte ska anläggas på fastigheterna utan löses i externa parkeringshus.



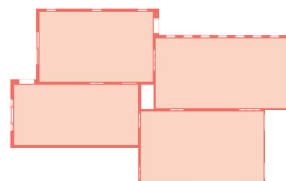
## 3.3 Bostadsplanen

Volymelement lämpar sig väl till att bygga studentboenden, hotell, flyktingförläggningar och andra typer av byggnader där små lägenheter, ofta enrummare ska upprepas i stort antal. I många fall byggs den här typen av bostäder under stark tids- och kostnadspress vilket leder till byggnader av bristande arkitektonisk kvalitet, där bostäderna dessutom endast riktar sig till en snäv målgrupp med likartade socioekonomiska förutsättningar. Som ett sätt att bygga billigt för att möta bostadsbristen kan en sån här modell bli mycket dyr i förlängningen, i synnerhet om byggnaden inte placeras i ett område med andra bostadstyper då likriktningen i beståndet leder till segregation med åtföljande sociala problem.

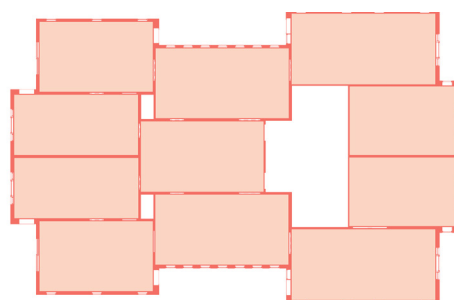
I projektet är den tänkta byggherren en byggemenskap, där deltagarna gemensamt finansierar projektet och vid färdigställning själva tar det i anspråk. De som deltar i projektet kan antas vara relativt kapitalstarka, och lägenhetsplanen anpassades för att kunna motsvara exempelvis ett radhus. Det finns också ett ökat intresse för kollektivboende, vilket kräver större lägenheter och andra planlösningar än vad som vanligtvis produceras i nyproduktionen, vilket är ett intressant sätt att skapa lägre boendekostnader för exempelvis unga vuxna. Ambitionen var att skapa en plan som även skulle passa denna boendeform.

I gängse byggprocess sker beslut om byggsystemet ofta efter att byggnaden i stort sett är färdigritad. Om byggherren bestämmer sig för att bygga med volymelement kan detta kräva kraftiga omarbetningar av planen och specialanpassade lösningar, vilket är ineffektivt och kostnadsdrivande. I skissprocessen var utgångspunkten istället byggsystemet och hur dess speciella förutsättningar kan användas för att skapa arkitektoniska kvaliteter i byggnaden, såsom goda ljusförhållanden, rörelse och uterum.

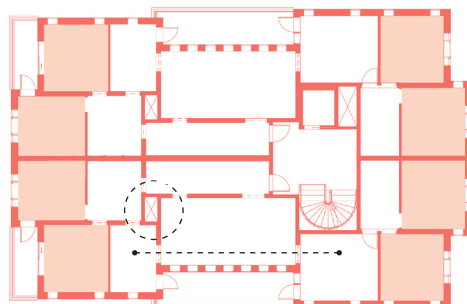
Varje element är självbärande, vilket gör att volymerna kan arrangeras fritt i plan. Som utgångspunkt valdes en fyrklöverstruktur, där varje volym får maximal kontakt med utsidan vilket skapar goda förutsättningar för ljusinläpp. Mellan volymerna bildas ett tomrum, en vertikal koppling mellan våningsplan.



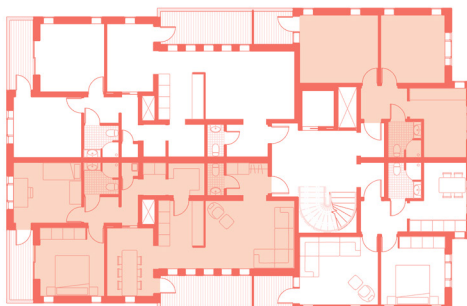
Typplanen består av 11 volymelement ordnade så att mellanrum för schakt och trapphus uppstår i strukturen. Våningsplanet delas i två lägenheter om 120m<sup>2</sup> vardera, där ett volymelement blir delat med en installationsvägg.

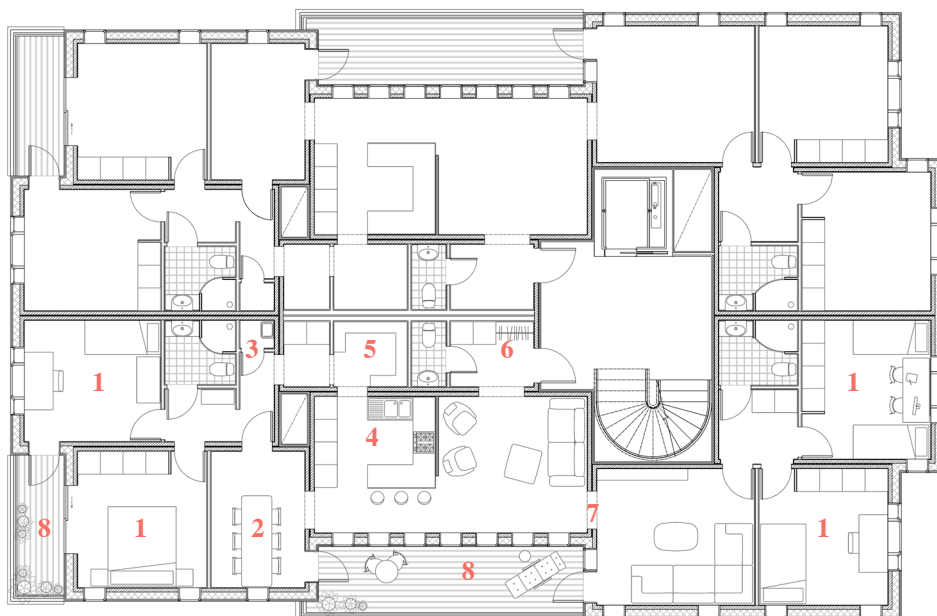


Likstora sovrum ordnas i hörnen med ljus från två riktningar, vilket ger god ljuskvalitet. Sovrummen är skiljda från trapphus och med volymiskiljande väggar emellan för god akustisk isolering. En rundgång uppstår kring schakten i lägenheterna och en siktaxel löper genom de allmänna ytorna.



Typplanen kan även delas in i fyra lägenheter med en mindre förändring.





- |    |        |    |            |
|----|--------|----|------------|
| 1: | sovrum | 5: | skafferi   |
| 2: | matsal | 6: | hall       |
| 3: | städ   | 7: | vardagsrum |
| 4: | kök    | 8: | balkong    |

Samma plan - olika boendeformer:

kollektiv



familj

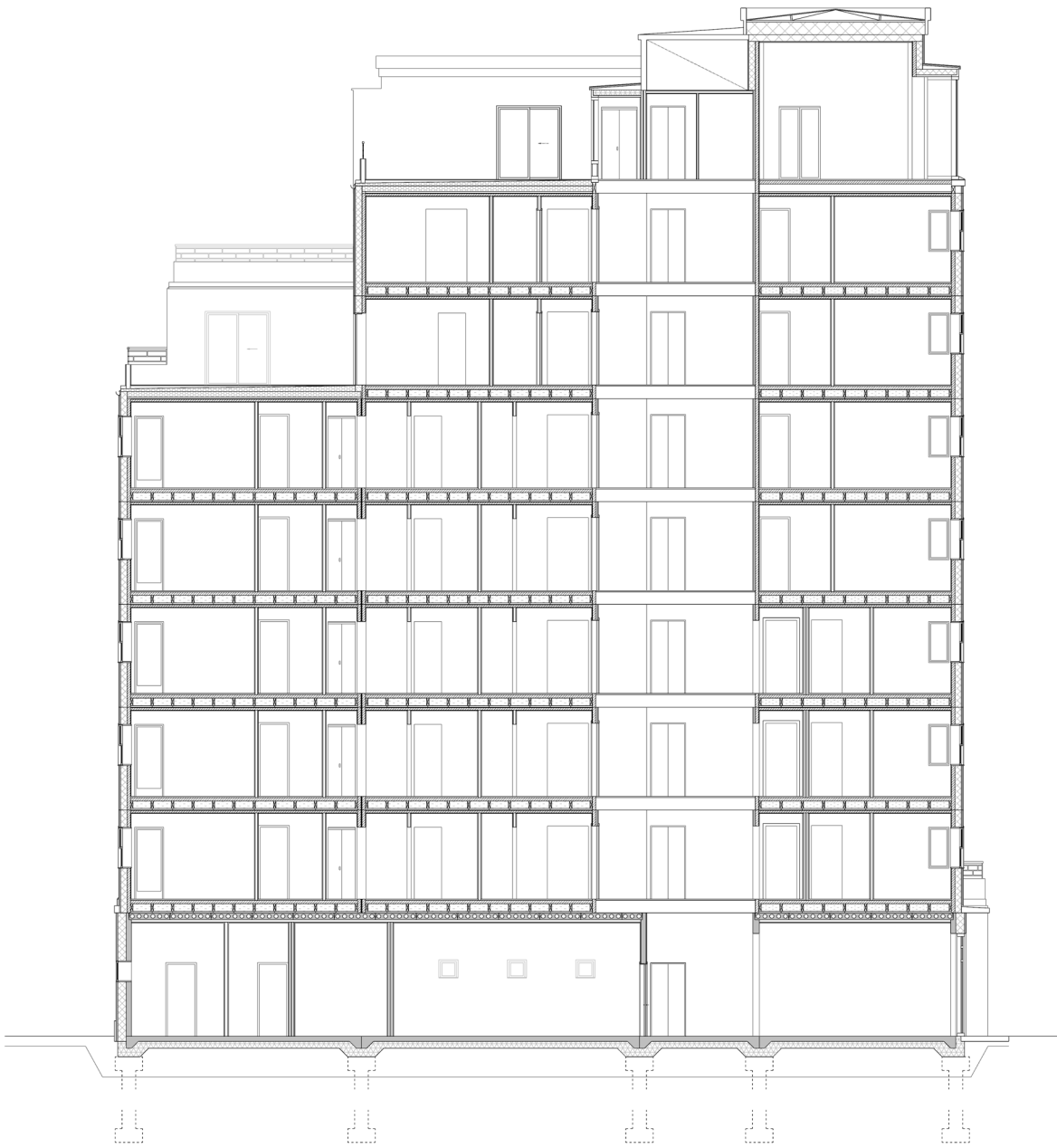


**typplan 1:200**

inneboende



Genom att utnyttja att byggsystemet är uppbyggt av självbärande rumselement kan en bruten planform enkelt skapas, med rikligt ljus från flera riktningar. I elementmöten uppstår en dubbelkonstruktion som ger god ljudisolering mellan rum, och detta tillsammans med en planlösning där sovrummen saknar inbördes hierarki gör att lägenheten kan användas på flera sätt av olika boendekonstellationer: som kollektiv, familjeboende eller för uthyrning till inneboende. På så vis kan olika åldersgrupper med olika ekonomiska förutsättningar bo i samma typ av lägenhet.

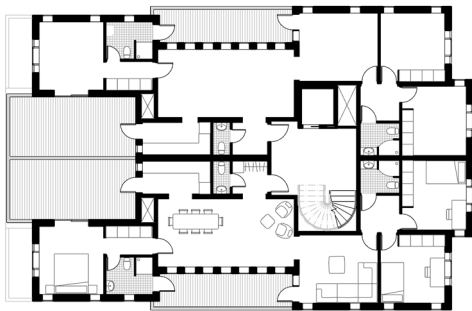


sektion 1:200

På samma sätt som planen kan brytas förenklar de självbärande elementen att byggnaden kan terrasseras, vilket skapar nya lägenhetstyper med takgårdar och altaner i husets övre våningar. På så vis skapas bostäder med olika storlekar och standarder i samma byggnad, som tillsammans med den mångsidiga planen skapar en social mix i byggnaden. Husets sista våning innehåller endast en bostad, tänkt som ett alternativ till att bo i friliggande villa. Genom att addera ett platsbyggt komplement i form av en extra hög del mot gatan skapas ett unikt uttryck i husets avslutning för att motverka den monotoni den industriella produktionen riskerar att ge upphov till.



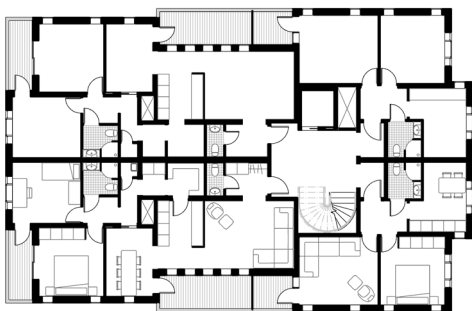
Perspektiv genom lägenhetens huvudaxel.



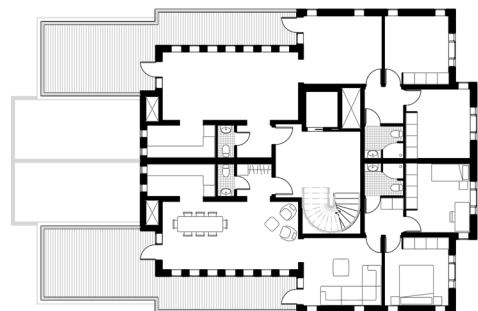
plan 7 1:400



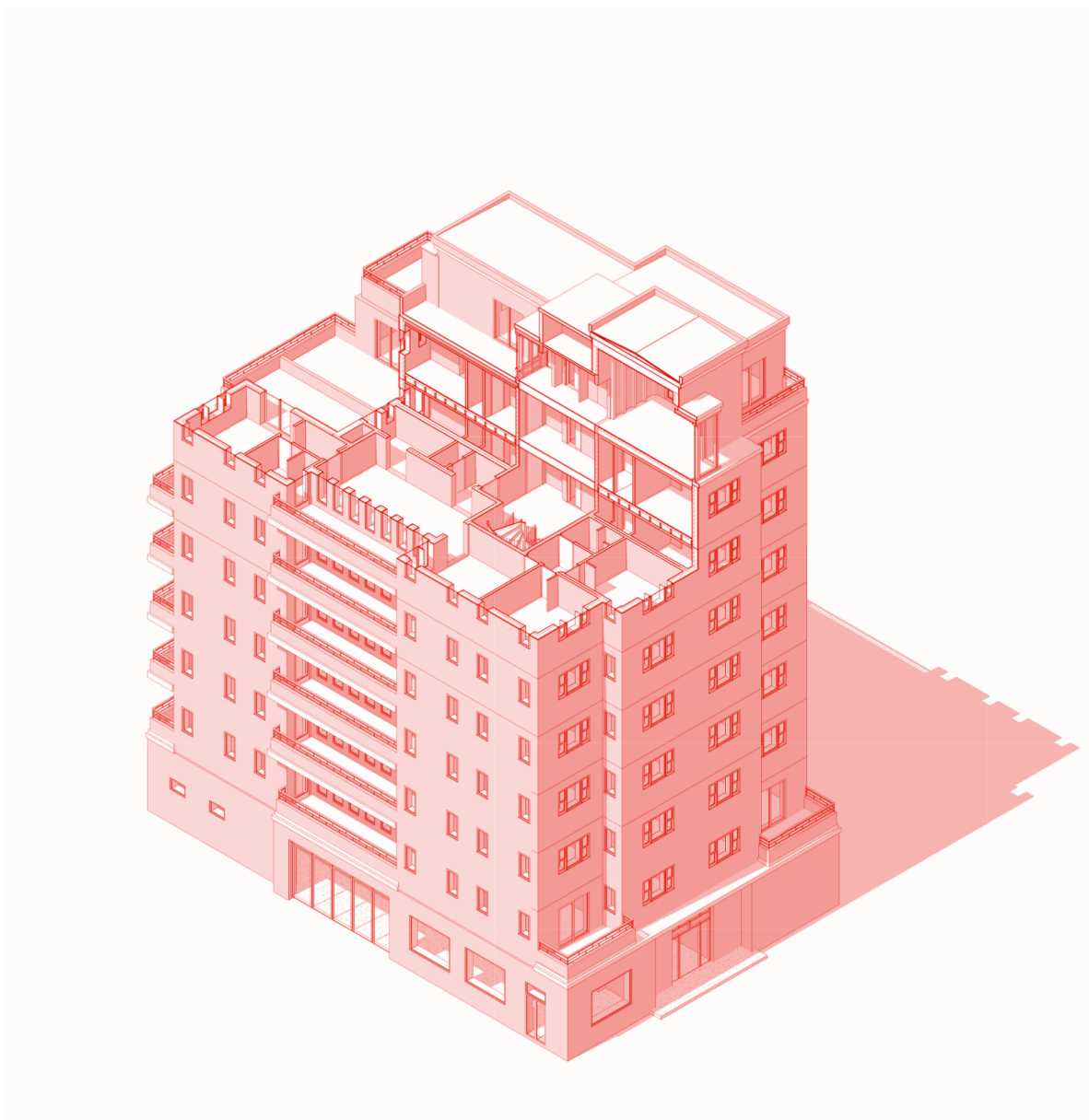
plan 9 1:400



plan 4-spännare 1:400



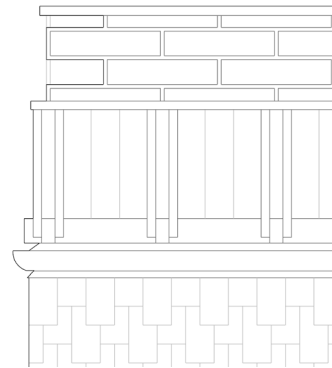
plan 8 1:400



## 3.4 Konstruktion

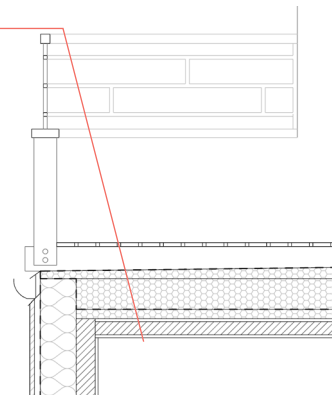
Byggnaden konstrueras med ett tänkt byggsystem bestående av volymelement i korslimmat trä som följer samma begränsningar som de system som undersökts. Anledningen till att korslimmat trä valts som stommaterial istället för ett lättbyggnadssystem är att byggnadens höjd överskrider sex våningar. KL-trä i konstruktionen har tillräckligt ånggenomgångsmotstånd för att eliminera behovet av ångspärr, samt ger möjlighet att exponera det bärande materialet inne i lägenheterna.

impregnerad trall 25x120mm  
 påsalning 70x135mm  
 EPDM-membran  
 cellglasisolering fallskiva 2% 50mm  
 cellglasisolering 160mm  
 tätskikt  
 cellglasisolering 50mm  
 luftspalt 15mm  
 korslimmad skiva 70mm  
 gipsskiva 15mm



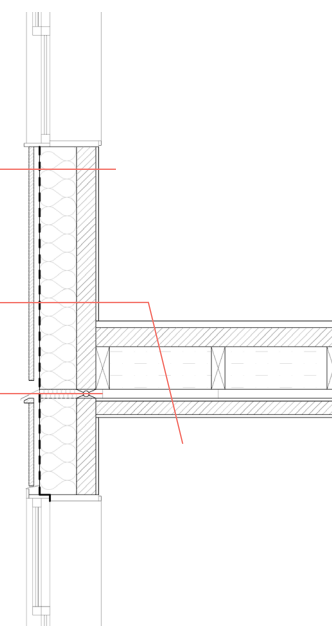
**detalj räcke elevation 1:40**

spånfasad röd ceder  
 luftspalt/läktning  
 tätskikt  
 isolering 200mm  
 kl-skiva 100mm



**detalj terrassbjälklag 1:40**

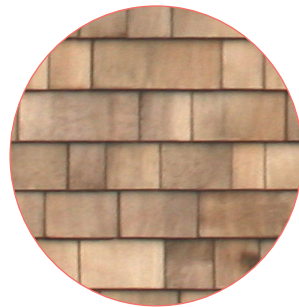
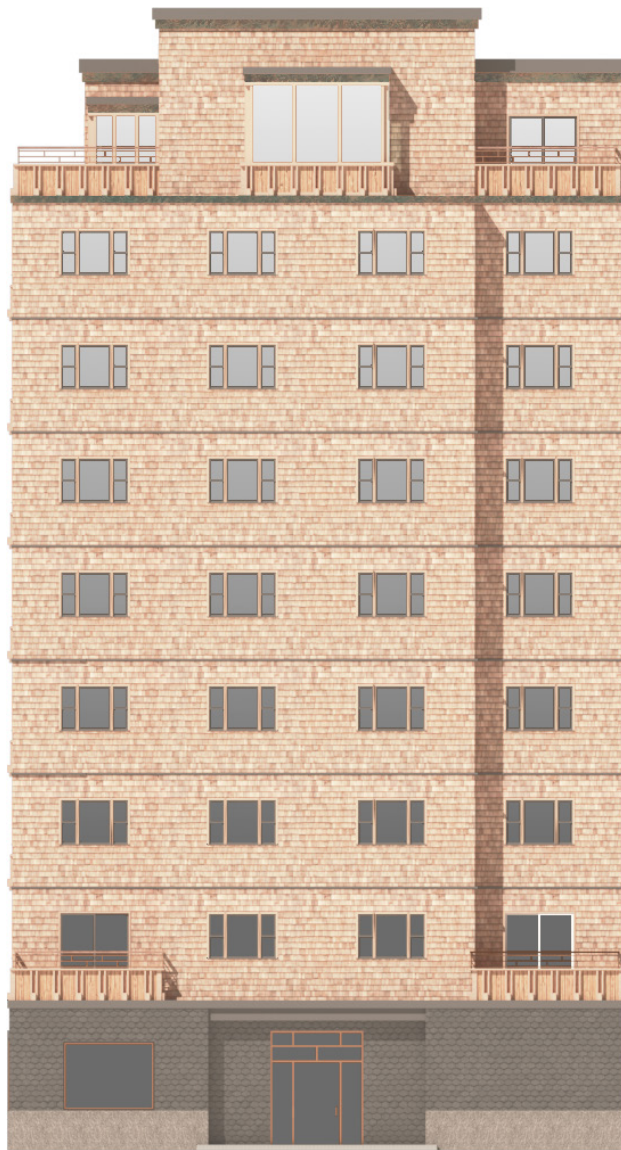
övergolv 35mm  
 kl-skiva 100mm  
 limträbalk 70x220mm  
 brandskiva 45mm  
 luftspalt 15mm  
 kl-skiva 70mm  
 gipsskiva 15mm



droppbleck  
 drevning lösull  
 akustikdämpande upplag

**detalj bjälklag 1:40**





cederspån



koppar



skifferplattor

### 3.5 Arkitektoniskt uttryck

Mellan den rådande stildebattens alltmer polariserade läger söker byggnadens uttryck en tredje position. Gestalten hämtar harmoni och rytm från det sena 20-talets ambivalenta men arkitektoniskt lysande spänning mellan framsprängande funktionalism och traditionella stadstypologier, en period som format flera av Uppsalas främsta bostadsområden genom arkitekten Gunnar Leche.





Materialiteten i byggnadens fasad karakteriseras å andra sidan av kontemporära strömningar, där materialens inneboende skönhet presenteras i obehandlat tillstånd. Spånfasaden refererar till andra uppmärksammade exempel på nutida svensk träarkitektur, medan sockelvåningens skifferfasad återspeglar träspånens struktur och för ner denna till gatans skala i ett tåligt material. Plåtdetaljer utförs i koppar som får patineras och åldras i samklang med de andra naturmaterialen. Resultatet är en byggnad som uttrycker enkelhet utan att vara anspråkslös, och som optimistiskt söker koppling till både en ny träbyggnadsrörelse och en historisk plats och ideal.

# 4. Slutsats

## 4.1 Reflektion kring projektet

Det är alltid svårt att dra några allomfattande slutsatser från ett desingprojekt, då för att uppnå ett konkret resultat tvingas skala bort och försaka möjliga vägar och val under arbetets gång. Antalet möjliga utfall från en designbrief, hur specifik den än är, är otaliga. Istället beskrivs mina generella tankar och funderingar som uppstått under skissarbetet med projektet.

Byggsystem baserade på volymelement påverkar kraftigt möjligheten till att skapa bra planlösningar. Idealiskt vill man maximera bredden på volymelementen för att minimera antalet transporter, vilket låser måtten till en fast modul. Väggar mellan volymelementen blir tjocka, vilket speciellt märks när de hamnar inuti lägenheterna. Det är en god idé att rita planerna efter byggsystemet redan i samband med tidiga skisser för att minska risken för stora omarbetningar i senare skede. Det gör att byggsystemet bör beslutas tidigare i processen än vad som vanligtvis sker.

En aspekt som tyvärr inte utforskades till fullo i projektet är en idé om att bygga strukturer med volymelement som lämnar ”voids”, eller tomrum i strukturen. I projektet skapades små vertikala kopplingar för trapphus samt schakt i mellanrum mellan elementen, men potentiellt sett skulle dessa kunna förstöras till atrium eller nya rum. Fördelen skulle då vara att kunna skapa nya rumsligheter som dels bryter mot modulen som elementsystemet skapar, men som inte heller behöver fraktas.

Det finns förmodligen en risk att den industriella byggprocessen leder till en kostnadsdriven press mot ett mer likartat byggande. Desto färre konfigurationer på volymelementen, desto kortare blir ställtiderna i produktionen vilket leder till lägre pris. Risken blir att den arkitektoniska kvaliteten blir lidande när anpassningen av projekteten till byggsystemet går för långt. Det här är ett problem som återfinns även i konventionella projekt och har att göra med incitamentsstrukturen vid totalentreprenad, samt vinstdrivna byggherrar kombinerat med ett underskott på bostäder, men problemet riskerar att förvärras när 80% av produktionen industrialiseras.

En designstrategi som skulle kunna motverka enformighet i volymelementsprojekt är att blanda volymbyggnadssystemet med platsbyggda lösningar och andra system. I projektet skapades en enkel sockelvåning som ett gränssnitt mot gatan samt en platsbyggd takvåning för att ge byggnaden en tydlig början och ett mer uttrycksfullt avslut. Att använda sig av hybridlösningar i byggnaden, där platsbyggda delar används där de gör störst verkan och använda volymelement till byggnadens "bulk" skulle potentiellt sett kunna skapa byggnader som inte upplevs som lika enformiga som byggnader bestående av endast volymelement. I synnerhet i gatunivå finns det stor anledning att använda sig av andra system, för att kunna skapa möjlighet för andra funktioner som kräver högre takhöjder och större spännvidder.

En personlig förhoppning är att den industriella produktionen skulle kunna möjliggöra för andra aktörer än de storskaliga bostadsutvecklarna att bygga bostadshus. Genom en kort genomförandetid, samt en bättre kostnadskontroll och lägre andel ÄTA-arbeten skulle den ekonomiska risknivån i projektet kunna minska, vilket hypotetiskt sett skulle gynna mindre utvecklare som kan antas vara mer riskkänsliga. Att skalfördelarna minskar i det enskilda projektet skulle även det kunna göra att fler projekt om färre lägenheter skulle kunna genomföras. Det här skulle kunna leda till en mer blandad stad, både vad gäller arkitektoniska uttryck men också med en större socioekonomisk mångfald.

## Referenser:

Redovisade i den ordning de förekommer i texten.

Valueguard. 2019. HOX®-br Sverige. [Index]. 2019-09-19. <https://www.valueguard.se/indexes> (Hämtad 2019-09-20)

SCB. 2019. *Stor ökning av antalet nya lägenheter i flerbostadshus*. [Statistiknyhet]. 2019-05-08. <https://www.scb.se/>

Weiss, Jonsson et. al. 2018. *Vem ska finansiera framtidens bostäder?*. Rapport/ Veidekke. 2018-07-03. [https://www.bostadspolitik.se/live/wp/wp-content/uploads/2018/08/veidekke\\_finansieringsrapporten\\_14aug.pdf](https://www.bostadspolitik.se/live/wp/wp-content/uploads/2018/08/veidekke_finansieringsrapporten_14aug.pdf) (Hämtad 2019-05-15).

SCB. 2018. *Antal påbörjade lägenheter minskar*. [Statistiknyhet]. 2018-11-19. <https://www.scb.se/> (Hämtad 2019-09-20)

Boverket. 2016. *Reviderad prognos över behovet av nya bostäder till 2025*. Rapport 2016:18.

Sandström, Sebastian. 2017. *Sverige passerar Norge- högst byggkostnader i Europa*. 2017-04-20. <https://www.dagensarena.se/innehall/sverige-passerar-norge-hogst-byggkostnader-europa/> (Hämtad 2019-09-20)

Boverket. 2019. *Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn*. <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/vaxthusgaser/> (Hämtad 2019-09-20)

Näringsdepartementet. 2018. *Inriktning för träbyggande*. Artikelnummer: N2018.27

Brege, Nord & Stehn. 2017. *Industriellt byggande i trä – nuläge och prognos mot 2025*. Linköpings universitet. Forskningsrapport LIU–IEI–RR–17/00263–SE.

Nationalencyklopedin 2019. *industri*. <http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/upp-slagsverk/encyklopedi/lang/industri> (hämtad 2019-09-20)

Lessing, Jerker. 2008. *Industriellt bostadsbyggande - Koncept och processer* Boverket.

Boverket. 2007. *Bostadspolitiken - Svensk politik för boende, planering och byggande under 130 år*.

Hellström, Arne. 2015. *Den tidiga utvecklingen av betongelement i Sverige*. Tidskriften Betong nr.6 s.49-54

Stenberg, Erik. 2015. *Miljoner att tjäna på miljonprogrammet*. Tidskriften Betong nr.4 s.56-58

Gustafsson, A, Eriksson, P-E, Engström, S, Wik, T & Serrano, E 2013, *Handbok för beställare och projektörer av flervåningshus i trä*. SP Rapport, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

Roggema, Rob. 2016. *Research by Design: Proposition for a Methodological Approach*. Urban Science. 1. 2. 10.3390/urbansci1010002.

Svenskt Trä. 2016. *Trä i byggprocessen*. <https://www.svensktra.se/om-tra/att-valja-tra/bygga-i-tra/>(hämtad 2019-09-23)

Lindbäcks. 2017. *Arkitektmanual*. <http://lindbacks.se/arkitektmanual/>(hämtad 2019-03-02)

Svensson, Per. 1996. *Storstugan eller När förorten kom till byn*. Stockholm: Bonnier Alba

Nationalencyklopedin. 2019. *scientific management*. <http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/scientific-management> (hämtad 2019-09-23)

Encyklopædia Britannica. 2016. *Fordism*. <https://www.britannica.com/topic/Fordism>(hämtad 2019-09-23)

Söderqvist, Lisbeth. 2008. *Att gestalta välfärd: från idé till byggd miljö*. Stockholm: Riksantikvarieämbetet

De Graaf, Reiner. 2017. *Four Walls and a Roof: The Complex Nature of a Simple Profession*. Cambridge: Harvard University press

Asplund, Gahn et.al. 1931. *Acceptera*. Arlöv: Berlings. 1980

Söderqvist, Lisbeth. 2011. *Structuralism in architecture: A definition*. Journal of aesthetics & culture. 3. 10.3402/jac.v3i0.5414.

Hertzberger, Hermann. 2016. *The future of the the building "Centraal Beheer"*. <https://www.hertzberger.nl/images/nieuws/TheFutureOfTheBuildingCentraal-Beheer2016.pdf>(hämtad 2019-09-24)

US Census bureau. 2018. *Annual Characteristics of New Housing*. <https://www.census.gov/construction/chars/>(hämtad 2019-09-20)

TMF. 2019. *TMF i siffror - Statistik om den svenska trä- och möbelindustrin*. <https://www.tmf.se/siteassets/statistik/statistiska-publikationer/tmf-i-siffror/tmf-i-siffror-1-2019.pdf>(hämtad 2019-09-20)

Fox, Justin. 2019. *Why America's New Apartment Buildings All Look the Same*. Bloomberg Businessweek. <https://www.bloomberg.com/news/features/2019-02-13/why-america-s-new-apartment-buildings-all-look-the-same>(hämtad 2019-03-26)

Runting, Helen. 2019. *En flytande söm i dagens bostadsarkitektur*. <https://arkitekten.se/kultur/en-flytande-som-i-dagens-bostadsarkitektur/>(hämtad 2019-03-26)

Svensson, Anders. 2012. *Byggemenskaper - Ett bidrag till hållbart stadsbyggnade även i Sverige!*. <http://byggemenskap.se/material/rapportbyggemenskaper.pdf>(hämtad 2019-09-15)

Uppsala kommun. 2016. *Ulleråker planprogram*. [https://www.uppsala.se/contentassets/cafa814331eb484cb87f26ceb2009e4f/planprogram\\_ulleraker\\_webb.pdf](https://www.uppsala.se/contentassets/cafa814331eb484cb87f26ceb2009e4f/planprogram_ulleraker_webb.pdf)(hämtad 2019-09-24)