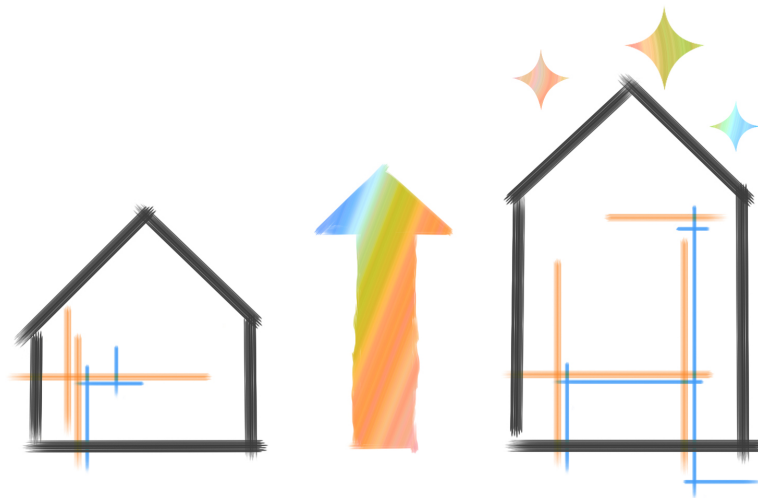


Teknikkonsulters projekteringsutmaningar i påbyggnadsprojekt

En fallstudie ur konstruktörens och VVS-projektörens perspektiv.



Niklas Holm

Civilingenjör, Arkitektur
2020

Luleå tekniska universitet
Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser

Förord

Detta examensarbete avslutar fem års civilingenjörsutbildning inom arkitektur med inriktning mot husbyggnad. Examensarbetet har genomförts på Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser på Luleå tekniska universitet och omfattar 30 högskolepoäng.

Till min handledare Mathilda Norell vill jag rikta ett stort tack för vägledning, behövlig kritik och motivation du givit under hela examensarbetet. Tack till Lars Stehn för råd och kloka funderingar kring rapportens struktur och vägval. Tack till er på Arconi Design och Projektering i Härnösand för den tillfälliga studieplats ni erbjöd samt för att ni var så förstående och öppensinnade med min arbetstid hos er under tiden jag skred till verket med detta examensarbete.

Slutligen vill jag rikta många tack till de intervjuade konstruktörerna och VVS-projektörerna som, trots rådande omständigheter med Covid-19, ville dela sina tankar. Därtill vill jag tacka för den oerhörda positivitet och engagemang som frekvent närvarade under våra samtal.



Niklas Holm
Luleå, november 2020

Sammanfattning

Bebyggd mark i Sverige är inte utnyttjad till sin fulla potential. Nya byggnader byggs i utkanten av städer vilket ökar stadsareor, en urbaniseringsstrategi som Boverket (2016) menar inte är hållbar. En mer hållbar strategi är istället att öka tätheten på det vertikala planet. För att tätheten på befolkningen i städer skall öka vertikalt kan befintlig byggnation byggas på med påbyggnader, ett alternativ som dessutom inte är lika resurskrävande som nybyggnationer. En påbyggnad kräver dock acceptabla förutsättningar på den befintliga byggnadens bärförmåga och en god idé om hur påbyggnaden skall utformas för att passa in i redan bebyggd miljö. Kommunikation och gemensamma mål mellan de inblandade aktörerna bör då närvara för att förenkla projekteringsprocessen, av stor vikt är även samverkan mellan teknik konsulterna. Hur påbyggnadsprojektet sedan genomförs och projekteras med beställarens kravspecifikationer är upp till bland annat arkitekten, konstruktören och VVS-projektören i den tillsatta projektgruppen. Konstruktörens och VVS-projektörens projekteringsarbete blir centralt för att möjliggöra projektet samt för att uppnå lyckade resultat, deras arbete kan inte bortses ifrån.

Syftet med detta examensarbete är att bygga på förståelsen för de projekteringsutmaningar som konstruktörer och VVS-projektörer ställs inför vid projekteringen av påbyggnader samt öka förståelsen för eventuella samband mellan disciplinernas projekteringsutmaningar.

Studien är en induktiv, kvalitativ fallstudie med utforskande karaktär där fem svenska påbyggnadsprojekt med varierande karaktär har valts ut som fall. Konstruktörer och VVS-projektörer, med en betydande roll för respektive disciplins projektering för påbyggnadsprojekten, intervjuades för att få kännedom om vad de ansåg som utmanande med projekteringen av påbyggnaden. Kvaliteten på intervjuerna och dess data säkerställdes genom att först utföra en intervjumetodikstudie, intervjuerna genomfördes sedan främst via telefonsamtal. Intervjudata transkriberades och analyserades i systematisk ordning för att upptäcka fallspecifika-, fallöverskridande- samt samband mellan projekteringsutmaningarna som konstruktörerna och VVS-projektörerna diskuterat.

Framstående projekteringsutmaningar som konstaterades var bland annat kopplade till svårbedömda befintliga stommar, bryggingen mellan huskropparna, genomgående schaktutrymmen och kvarsittande hyresgäster. Både konstruktörerna och VVS-projektörerna ansåg att de inte ges tillräckliga resurser i tidigt skede eller att andra inblandade aktörer saknar förståelse för respektive disciplins lösningar. Studien kunde även med inhämtade data påvisa att det inte fanns några skillnader mellan påbyggnadsprojekts och övriga byggprojekts projekteringsutmaningar gällande projekteringsprocess- och projektgruppsrelaterade utmaningar. Ett samband som upptäcktes mellan disciplinerna var att konstruktörernas projekterade toleranser bidrog till utrymmesbrist för VVS-projektörens lösningar, detta var även mer påtagligt med påbyggnadskonstruktioner i trä. Redan under intervjutillfällena påträffades dock en underliggande ton från samtliga teknik konsulter med antydan att försvårande projekteringsförhållanden ofta berodde på arkitektens projektering.

Förslag, handlingar och teknisk kunskap som arkitekten delade med teknik konsulterna ansågs som bristfälliga, detta utgjorde försvårande faktorer i deras projektering. I studien uppfattades även en tolkningsskillnad mellan aktörerna som ses som en möjlig förklaring till uppkomsten av flertalet projekteringsutmaningar. Med avseende på bärande konstruktioner och installationer uppfattades det som att teknik konsulterna såg påbyggnaden som *en förlängning*, medan arkitekten såg det som *två separata* byggnadskroppar. Studiens sammantagna resultat pekar på att konstruktörer och VVS-projektör ser gemensamt på vilka projekteringsutmaningar som uppstår samt varför och att de ofta kan anknytas till arkitektens projektering av påbyggnadsprojektet.

Abstract

The settled land in Sweden is not utilized to its full potential. On the outskirts of cities, new buildings are erected which leads to an expansion of urban areas, an urbanization strategy that Boverket (2016) believes is unsustainable. A more sustainable method is to instead increase the density of the population vertically. To achieve vertical densification of a city with already built-up land, extensions can be built on existing constructions, an alternative that also reduces the usage of new resources. A vertical extension, however, requires that the existing building has acceptable conditions, in terms of load-bearing capacity, and a good plan of how it should be designed to fit into the already built environment. Communication and set common goals between the involved designers should then be present to simplify the design process, of great importance is also the collaboration between the technical consultants. How the design process then is carried out is decided by the project group, which involves, among others, the architect, the building engineer, and the building services engineer. The design from the technical engineers is central to even enable the project and further to achieve successful results, their work cannot be ignored.

The purpose of this study is to extend the understanding of design challenges, that building engineers and building services engineers face in the design of vertical extensions. It also aims to increase the understanding of potential connections between the disciplines' design challenges.

The study is an inductive, qualitative case study research where five vertical extension projects in Sweden, with different characteristics, have been selected as cases. Building engineers and building services engineers, with a significant role for the respective disciplines' design, were interviewed to explore what they considered to be challenging in designing of the vertical extension. The quality of the interviews and their data was ensured by conducting a methodology study on interviews. Raw interview data were transcribed and analysed in a systematic manner to discover case-specific and cross-case design challenges. The analysis also examined connections between the design challenges that was discussed by the technical consultants.

Prominent design challenges that were identified could mainly be linked to difficult-to-assess existing structures, the connection between the two bodies, pervading shafts, and remaining tenants. The interviewed technical consultants also claimed that they are not given sufficient resources at an early stage, or that other involved in the design process lacked understanding of respective discipline's solutions. The study was also able to determine, with the data obtained, that there were no differences between the design challenges of vertical extension projects and other construction projects, regarding the design process and project group-related challenges. A connection that was discovered between the disciplines was that tolerances included in the design contributed to a lack of space for the building services engineer's solutions. The connection was even more noticeable in vertical extension projects with timber frames. What was noticed as early as during the interviews though, was that a passive attitude from the technical consultants that suggested that aggravating design conditions often could be linked to designs from the architect.

Design proposals, drawings, and technical understanding that the architect shared were considered deficient, this composed to aggravating factors for the technical consultants' design. A difference in interpretation between the designers were also perceived in the study, which is seen as a possible explanation to the emergence of most design challenges. Regarding load-bearing structures and installations, it was perceived that the technical consultants viewed the add-on building as *an extension* of the existing building, while architects viewed it as *two separate* building bodies. The overall results of the study indicate that technical consultants look jointly at which design challenges occur and why, and that they can often be associated with the architect's design of the vertical extension

Innehållsförteckning

Förord	I
Sammanfattning	II
Abstract	III
Innehållsförteckning.....	IV
1 Inledning	1
1.1 Syfte och Mål	3
1.2 Frågeställningar	3
1.3 Avgränsningar	3
2 Metod och genomförande	4
2.1 Forskningsprocessen	5
2.2 Förberedande kunskap.....	6
2.2.1 Litteraturstudie om påbyggnader	6
2.2.2 Intervjumetodik	6
2.2.3 Val av påbyggnadsprojekt och intervjupersoner	8
2.3 Förståelse för studiens omfattning och struktur	10
2.3.1 Datainsamling (intervjuer)	10
2.3.2 Analysmetodik	10
2.3.3 Tidig analys	12
2.4 Tydligt och sakligt diskussionsunderlag	12
2.4.1 Fallspecifik analys	12
2.4.2 Teoretisk referensram	13
2.4.3 Fallöverskridande analys	14
2.5 Metoddiskussion.....	14
2.5.1 Kvalitet	14
2.5.2 Alternativa metoder	15
3 Teori	16
3.1 Vad är och innebär en påbyggnad?	17
3.1.1 Förutsättningar, befintlig byggnad	18
3.1.2 Påbyggnaden	18
3.1.3 Åtgärder på befintlig byggnad	20
3.1.4 Omgivning / omkringliggande faktorer inom påbyggnadsprojekt	20
3.2 Projekteringen av ett byggprojekt	21
3.2.1 Projekteringsprocessen	22
3.2.2 Projektgruppen	24
3.3 Teoretisk referensram.....	25
4 Påbyggnadsprojekt och intervjupersoner	27
4.1 Sten Stures Kröningar, Göteborg	28
4.1.1 Befintlig byggnad och påbyggnad	28
4.1.2 Konstruktör, "K1"	30
4.1.3 VVS-projektör, "VVS1"	30
4.2 Sergelhuset, Stockholm.....	31

4.2.1	<i>Befintlig byggnad och påbyggnad</i>	31
4.2.2	<i>Konstruktör, "K2"</i>	33
4.2.3	<i>VVS-projektör, "VVS2"</i>	33
4.3	Trikåfabriken, Stockholm.....	35
4.3.1	<i>Befintlig byggnad och påbyggnad</i>	35
4.3.2	<i>Konstruktör, "K3"</i>	37
4.3.3	<i>VVS-Projektör, "VVS3a"</i>	37
4.3.4	<i>VVS-Projektör, "VVS3b"</i>	38
4.4	Kvarteret Orgeln 7, Stockholm.....	39
4.4.1	<i>Befintlig byggnad och påbyggnad</i>	39
4.4.2	<i>Konstruktör, "K4"</i>	41
4.4.3	<i>VVS-projektör, "VVS4"</i>	41
4.5	Glitne, Umeå	42
4.5.1	<i>Befintlig byggnad och påbyggnad</i>	42
4.5.2	<i>Konstruktör, "K5"</i>	44
4.5.3	<i>VVS-projektör, "VVS5"</i>	44
5	Resultat och Analys	45
5.1	Fallspecifik analys.....	46
5.1.1	<i>Sten Stures Kröningar</i>	47
5.1.2	<i>Sergelhuset</i>	53
5.1.3	<i>Trikåfabriken</i>	58
5.1.4	<i>Kvarteret Orgeln 7</i>	63
5.1.5	<i>Glitne</i>	68
5.2	Fallöverskridande analys.....	74
5.2.1	<i>Sammanställning av fallspecifika fynd</i>	75
5.2.2	<i>Förutsättningar, befintlig byggnad</i>	80
5.2.3	<i>Påbyggnaden</i>	81
5.2.4	<i>Åtgärder på befintlig byggnad</i>	83
5.2.5	<i>Projekteringsprocessen</i>	84
5.2.6	<i>Projektgrupp</i>	85
5.2.7	<i>Omgivning / Omkringliggande faktorer</i>	86
5.3	Hur skiljer sig projekteringsutmaningarna från övriga byggprojekt?.....	88
6	Diskussion och Slutsats	90
6.1	Förslag på fortsatta studier	94
6.2	Slutsats.....	95
7	Referenser	96
8	Bilagor	101
8.1	Bilaga 1 – Intervjuformulär	
8.2	Bilaga 2 – Sammanfattad intervju, Sten Sturegatans Kröningar	
8.3	Bilaga 3 – Sammanfattad intervju, Sergelhuset	
8.4	Bilaga 4 – Sammanfattad intervju, Trikåfabriken	
8.5	Bilaga 5 – Sammanfattad intervju, Kvarteret Orgeln 7	
8.6	Bilaga 6 – Sammanfattad intervju, Glitne	

1 Inledning

I takt med Sveriges ökande befolkningsmängd och en större efterfrågan på bostäder i storstäder uppstår en situation då redan befintliga byggnader tar upp mark som kan utnyttjas mer effektivt, menar Boverket (2016). Nya byggnader byggs för att bemöta bostadsmarknadens behov vilket gör att stadsareor ökar, en urbanisering genom förtätning är istället att föredra ur ett hållbarhetsperspektiv (Boverket, 2016). Ahnström (2004) anser att det i dagsläget finns kapacitet för städer att öka tätheten på det vertikala planet och att detta kan göras genom att bygga på befintliga byggnader på höjden. Det finns anledningar till att förtätning av städer bör ske och att göra det påbyggnader är ett alternativ som minskar både resurskrävande nybyggnationer och expansiv markexploatering (Ahnström, 2004).

I en fallstudie om påbyggnadsprojekt i Sverige, nyligen gjord av Sundling, Blomsterberg och Landin (2019), visade det sig att påbyggnader som görs i samband med renovering för energieffektivisering av befintliga byggnader var det alternativ som genererade högst avkastning på fastighetsägarens investering och även lägst miljöpåverkan. Den höga avkastningen kan enligt Sandin (2019) bero på att byggnaden blir mer attraktiv, modern, tillgänglig samt att det genererar ytterligare värdefulla ytor att hyra ut. Med en påbyggnad skapas en ekonomisk möjlighet för fastighetsägaren att rusta upp och utveckla fastigheten (Sandin, 2019). Sundling R. (2019) menar att just detta är en av fem faktorer som krävs för att möjliggöra ett hållbart påbyggnadsprojekt, en annan faktor som nämns som avgörande är bland annat att den befintliga stommen skall ha tillräcklig bärförmåga för att klara av en påbyggnad.

Påbyggnader kan innebära en mer krävande teknisk utmaning för teknikkonsulterna än en nybyggnad eftersom oklarheter kring befintlig konstruktion kan finnas och byggnadens olika system kan bli otillräckliga (Ahnström, 2004). Hur dessa utmanande förhållanden hanteras kan variera mellan olika projekt. Gemensamt är dock att det sker under en projekteringsprocess där arkitekten oftast har huvudansvaret för det inledande gestaltningsskedet, övriga konsulter som konstruktörer och VVS-projektörer är däremot också delaktiga med teknisk konsultation (Nordstrand, 2006). Vad som upptäcks i tidigare studier av exempelvis Asani och Al-Ameri (2018) och Norell och Börestam (2019) är även att konstruktörer respektive VVS-projektörer kommer in i ett alltför sent skede. Teknikkonsulter ställs alltså tidigt inför en projektgruppsstruktur där arkitekten har förtur likväl det starkaste ordet. Bosch-Sijtsema (2013) framför däremot i sin studie om framtidens projektering att kommunikationen och engagemanget hos aktörerna i byggprojekt är de mest vitala aspekterna för projekteringsprocessen. Att även se till att alla inblandade har en gemensam förståelse av projektet är av stor vikt, menar Bosch-Sijtsema (2013).

Svensk Byggservice (2016) redovisar i rapporten *"Besparingsmöjligheter genom effektivare kommunikation i förvaltningsprocesser"* att kommunikationen under en byggprocess generellt sett bidrar till fördyrande konsekvenser. Även kunskapsåterföring mellan ett projekts olika faser, aktörer och mellan projektörer från olika generationer är även viktigt att genomföra ordentligt och genomtänkt för att underlätta framtida projekt (Bosch-Sijtsema, 2013). Vikten av god samverkan mellan teknikkonsulterna är dessutom en annan av de fem faktorer som Sundling (2019) anser vara avgörande för en lyckad projektering av en påbyggnad. Konstruktörens och VVS-projektörens arbete kan inte bortses ifrån, de har en central roll för att påbyggnaden skall vara både värd och möjlig att genomföra (Sundling et al., 2019). Denna studie fokuserar därför på dessa två discipliner och samspelet mellan dem i projekteringskedet av påbyggnadsprojekt.

Baserat på det som presenterats kan det anses att projekteringsprocessen för konstruktören och VVS-projektören utformas utifrån visioner och krav från arkitekt och beställare. Även byggnadstekniska förutsättningar kring den befintliga byggnaden skall räknas med, dessa kan vara redogjorda för men eventuella oupptäckta kan tillkomma. Det är även rimligt att anta att projektgruppsrelaterade brister och problem som vanligtvis tillkommer i andra typer av byggprojekt också är närvarande i påbyggnadsprojekt. Men vad är det egentligen som anses som utmanande om man tittar närmare på konstruktörens och VVS-projektörens projekteringsarbete i ett påbyggnadsprojekt? Ställer de till problem för varandra eller tacklar dem gemensamma utmaningar? Hur kan den ena disciplinens projekteringsarbete påverka den andras, finns det några samband?

Nuvarande forskning om detta samband mellan K- och VVS-disciplinen är bristande. För att besvara funderingarna behöver kunskap och erfarenheter från aktörer verksamma inom pågående eller slutförda påbyggnadsprojekt samlas in. I denna studie undersöks därför vad konstruktörer och VVS-projektörer anser som utmanande under projekteringen av påbyggnader.

1.1 Syfte och Mål

Syftet är att bygga på förståelsen för de projekteringsutmaningar som konstruktörer och VVS-projektörer ställs inför vid projekteringen av påbyggnader samt öka förståelsen för eventuella samband mellan disciplinernas projekteringsutmaningar.

Målet med studien är därför att utforska vilka utmaningar som erfarna påbyggnadsprojektörer inom konstruktions- och VVS-disciplinen i Sverige har ställts inför under projekteringen av påbyggnadsprojekt med varierande karaktär. Därtill redovisa om dessa projekteringsutmaningar är unika för påbyggnader samt om det finns samband mellan disciplinernas projekteringsutmaningar.

1.2 Frågeställningar

- *Vad anser konstruktörer och VVS-projektörer som utmanande under projekteringen av en påbyggnad?*
- *Hur skiljer sig projekteringsutmaningarna som uppstår för konstruktörer och VVS-projektörer i påbyggnadsprojekt mot sådana som kan uppkomma i övriga byggprojekt?*
- *Finns det samband mellan konstruktörens och VVS-projektörens projekteringsutmaningar i påbyggnadsprojekt?*

1.3 Avgränsningar

Studien kommer enbart att behandla konstruktörers och VVS-projektörers projekteringsutmaningar i påbyggnadsprojekt. Detta innebär inte att deras tankar och uppfattningar kring andra discipliners problem och möjligheter kommer att försummas i analysen.

Studien behandlar enbart påbyggnadsprojekt som byggs eller har byggts i Sverige.

2 Metod och genomförande

Det empiriska underlag som används till studien kommer från aktörer som är inblandade i fem olika påbyggnadsprojekt. Studien ses som en induktiv, kvalitativ fallstudie med utforskande karaktär. En fallstudie kan enligt Eisenhardt och Graebner (2007) beskrivas som en rik, empirisk beskrivning av särskilda fall av ett visst fenomen, som grundar sig på mängd olika datakällor. Fenomenet i denna studie är projekteringsutmaningarna som konstruktörerna och VVS-projektörerna ser i påbyggnadsprojekt. Yin (2011) menar att målsättningen skall vara att skapa en ovärderlig och djup förståelse för typfallen och dess karaktär som i sin tur skall ge nya insikter i hur saker beter sig verkligheten. Påbyggnadsprojektet som valts för fallstudien måste undersökas och förstås av forskaren för att i sin tur kunna förstå de kunskaper, tankar och erfarenheter som återges av intervjupersonerna som är av värde för studien.

2.1 Forskningsprocessen

Hur forskningen har bedrivits beskrivs sammanfattat i detta avsnitt, 2.1. I kommande avsnitt förklaras därefter processens skeden med teoretisk uppbackning samt med motivering till hur forskningstegen har bedrivits och varför. Figur 1 förtydligar hur forskningsprocessen genomfördes: Punktlistora (grå områden) beskriver de aktiviteter som var behövliga för att uppnå vad rubrikerna (vita områden) beskriver, vilka var behövliga för att uppnå nästkommande skeden i forskningsprocessen.

Förberedande kunskap till studien inhämtades från en grundläggande teoretisk litteraturstudie om påbyggnader, hur byggprojekt projekteras och vilka aktörer som är delaktiga samt om upplevda projekteringsutmaningar i övriga byggprojekt. Fem påbyggnadsprojekt i Sverige valdes därefter att studeras närmare. Från påbyggnadsprojekten kontaktades en eller två konstruktör respektive VVS-projektör med en betydande och/eller bestämmande roll för projekteringsarbetet som sedan skulle intervjuas. Intervjuerna påbörjades först efter att en intervjumetodikstudie var genomförd.

Efter den förberedande orienteringen om påbyggnader samt med nya kunskaper och föreslagna riktlinjer om intervjumetodik genomfördes intervjuerna. En analysmetodikstudie genomgicks sedan och det valdes att analysera mängden data från intervjuerna i tre steg. Den första, tidiga analysen av data skedde under tiden då samtliga intervjuer transkriberades och detta skapade en förståelse för studiens omfattning och pekade på en vag struktur för kommande analyssteg.

När data var transkriberat gjordes en mer ingående analys för vardera fallet, den fallspecifika analysen, där även data delades upp och sorterades i *kategorier*; omfattning av intervjumaterialet klargjordes. Med nyfunna aspekter från intervjupersonerna gjordes ytterligare litteraturstudie för att skapa den teoretiska referensramen, en strukturerad, mer generell, *områdesindelning* av studiens teori och data tillgodosågs. Det sista analyssteget mellan studiens påbyggnadsprojekt gjordes därefter med avseendet att upptäcka fallöverskridande mönster och samband.

Kritisk diskussion av resultatet i förhållande till teori genomfördes, denna mynnade sedan ut i tankar om framtida studieområden som kan vara av intresse för utveckling av ämnet. Avslutningsvis mynnade studien ut en slutsats som svarade på studiens frågeställningar.



Figur 1 – Forskningsprocessen

2.2 Förberedande kunskap

2.2.1 Litteraturstudie om påbyggnader

Information i detta skede hämtade in för att orientera forskaren inom området samt för att bidra till ökad kvalitet till intervjuerna (Kvale & Brinkman, 2014). En första grundläggande litteraturstudie behandlade påbyggnader generellt för att skapa en vetskap om byggnadsmetoden samt för att skapa en uppfattning om vilka eventuella utmaningar och möjligheter som finns i dagsläget. Detta för att tillgodose en förståelse för studiens innehåll. Denna grundläggande litteraturstudie om påbyggnader gav även en bred kunskap i hur byggprocessen går till för byggprojekt samt vilka aktörer som är inblandade. Litteraturstudien tillgodosåg att samtalen under intervjuerna kunde hållas öppna och ospecificerade vilket bjöd in till utforskande diskussioner mellan intervjupersonen och forskaren.

I denna tidiga del av studien användes främst sökmotorn Google och forskningsdatabasen Google Scholar med sökord som: ”påbyggnad”, ”vertikal”, ”förtätning”, ”konstruktör”, ”VVS-projektör”, ”projektering”, ”projektgrupp”, med mera. Sökningar gjordes även med engelska sökord som: ”vertical extension”, ”roof stacking” och ”project design”. Resultaten från sökningarna begränsades främst genom att addera ihop olika sökord. Tidigare examensarbeten som hanterar påbyggnader laddades hem från DiVA (Digitala Vetenskapliga Arkivet). Sökfyndens sammanfattningar lästes överskådligt igenom och sorterades beroende på om informationen kunde bidra till att orientera forskaren inom ämnet i detta tidiga skede. I forskningsrapporter som hittades undersöktes även referenslistan för att hämta ytterligare litteratur kring påbyggnader. Litteratur som studerats om byggprocessen i byggprojekt var främst läroböcker som använts under tidigare ämneskurser på Luleå tekniska universitet. Studiens teoretiska referensram strukturerades och byggdes upp komplett i ett senare skede av forskningsprocessen. Denna del i forskningsprocessen beskrivs mer utförligt i avsnitt 2.4.2.

2.2.2 Intervjumetodik

Intervjuerna var den enda källan för data till studien, för att de skulle hålla hög kvalitet och ge relevant information studerades därför god intervjumetodik. I avsnitt 2.3.1 ses hur intervjuerna genomfördes och behandlades baserat på intervjumetodiken som studerats samt från råd av handledare. Intervjumetodikstudien tillförde även kunskaper om hur datahantering skulle bedrivas under och efter intervjuerna för att säkerställa validiteten. Till intervjumetodikstudien användes främst läroböcker för att sortera ut hur intervjuprocessen skulle behandlas, det som presenteras är sådant som var av betydande karaktär för den empiriska undersökningen samt för att agera som underliggande fakta för valda metoder.

Intervjuaren

Kvale och Brinkman (2014) beskriver att den kvalitativa forskningsintervjun kräver ett socialt samspel mellan intervjuare och intervjuperson för att kunskap skall kunna skapas. Att forskaren har en påverkan på den data som inhämtas under intervjun går dock inte att bortse ifrån. Därför beskrivs den inhämtade data som fås från intervjun som en produkt av intervjuaren och intervjupersonen (Kvale & Brinkman, 2014). Intervjuarens påverkan togs i åtanke vid bedömning av studiens reliabilitet.

Intervjuerna transkriberas och analyseras av intervjuaren för att dra fördel av minnet hos denne, detta spelar en väsentlig roll då små detaljer kan uppfattas som obetydliga under intervjun men som i ett senare analyskede kan få stor betydelse i sammanhanget (Trost, 2010). Undersökaren påverkar även analys av data baserat på förförståelse, värderingar, personlig erfarenhet samt vilken initial syn denne har på problemet i fråga (Bibik, Milton, Månsson, & Svensson, 2003). Aspekter som dessa kan ha påverkan på studiens resultat, Trost (2010) belyser därför betydelsen av att det som framkommer under studiens gång ständigt skall beaktas kritiskt.

Nedan ställs färdigheter upp som en skicklig intervjuare bör ha enligt Kvale och Brinkman (2014) samt en förklaring kring hur de hanteras i denna studie. Dessa punkter låg i bakhuvudet under alla intervjuer.

Kunnig

Information om påbyggnader, stomsystem, material och VVS-system studerades. Respektive referensprojekt studerades även för att få inblick i befintlig byggnads struktur samt påbyggnadens karaktär. Platsbesök i aktuella byggnader var inplanerade för att få ett verkligt grepp av omfattningen, dessa blev dessvärre inställda.

Strukturerande

Tidig kommunikation med intervjupersonen gjordes, detta innebar att syfte, frågeställningar och planerade diskussionsområden förmedlades till intervjupersonen för att även denne skulle få en uppfattning av en ungefärlig struktur och karaktär på intervjun. Frågeformulär togs även fram för att under intervjuerna bibehålla den tänkta strukturen genomgående samt för att hålla den konkret. Intervjun var däremot uppbyggd som en semistrukturerad med mer öppna frågor för att kunna upptäcka och gå djupare på samtalsämnena som intervjupersonen bedömde vara av värde för studien.

Tydlig

Med frågeformuläret kunde även frågor förmedlas med tydligare karaktär till de besvarande. Frågorna som ställdes hade kort meningsuppbyggnad och vid behov även en kortare inledning för att intervjupersonen skulle få uppfattning om vilket område som efterfrågades kring.

Vänlig

Redan vid inledande kontakt visades god ton och trevligt bemötande, över telefon eller mejl. Denna punkt var en vital del som togs extra hänsyn till vid kommunikation, därför förmedlades det även, vid passande tillfällen, tacksamhet och om betydelsen av respondenternas deltagande.

Känslig

Under intervjutillfällena insågs begränsningar på vad som var lämpligt att fråga och samtidigt känna empati med intervjupersonen. Inget av personlig eller känslig karaktär krävdes från intervjupersonen, om denne inte ville svara var detta fullkomligt förståeligt.

Öppen

Om intervjupersonen styrde in på oplanerade diskussionsområden och nya aspekter, från frågeformuläret och tidigare kunskap, var detta mer än välkommet. Eftersom studien är av utforskande karaktär var denna punkt extra viktig och givande att ha i bakhuvudet. Att vara öppen till vad intervjupersonerna ville fokusera på och diskutera hanterades med engagemang och aktivt lyssnande.

Styrande

Intervjuaren såg till att hålla intervjun till ämnet om intervjupersonen fokuserade och beskrev områden som i stunden bedömdes som relativt oväsentligt, såg till att ge vissa restriktioner till öppenheten. Under intervjun, såg till att efterfråga och få svar på sådant av väsentligt värde och utforskade vidare vid intressanta, för studiens syfte, aspekter. Detta underlättades delvis med att intervjupersonen hade fått tidig vetskap om de primära frågeställningarna till studien.

Kritisk

Genom det aktiva lyssnandet, ställde sig kritisk och frågande till intervjupersonernas förklaringar.

Minnesgod

Under intervjun skrevs anteckningar ner för att tas upp senare. Detta gjordes för att komma ihåg eventuella ämnen eller uttalanden som intervjupersonen pratat om för att inte lämna det ouppklarat eller otydligt.

Tolkande

Tidig studie om ämnet och påläsning av referensprojektet bidrog till att uttalanden från intervjupersonen kunde utvecklas och tolkas bättre. Viktigt var att ge intervjupersonen gott om tid att svara. Intervjuaren såg även till att intervjupersonens uttalanden uppfattades korrekt, om det var något som verkade oklart frågades det hellre om ett förtydligande eller upprepning.

Databearbetning

Till intervjuerna kan intervjuaren välja att spela in vad som diskuteras, detta bidrar till en trygghet för den som intervjuar då den inte måste förlita sig på anteckningar eller sitt eget minne vid senare databearbetning samt att intervjupersonen därmed kan fokusera på att vara en god lyssnare (Alvehus, 2019). Vidare påpekar dock Alvehus (2019) att inspelning skulle kunna ses som ett störande moment för den intervjuade samt att det kan kännas som en begränsning för hur öppet denne kan uttala sig. Det är viktigt, oavsett, att den intervjuade får sista ordet om hur den vill att det som sägs under intervjun skall registreras.

Transkriberingen av inspelat material, då tal övergår till text, är som Kvale och Brinkman (2014) beskriver det ingen simpel syssla, det tar tid och kan ge upphov till en rad frågor eftersom det är en tolkande process. Kvale och Brinkman (2014) förklarar även att en intervju kan transkriberas med olika detaljrikedom, men att till exempel göra det ordagrant med utfyllnadsord och pauser etcetera kan leda till negativa effekter. Att transkribera intervjuerna kan ses som ett första steg i analysen eftersom det talade förvandlas till text, det är i sig ett steg i tolkningsprocessen (Alvehus, 2019).

Transkriberingen görs av intervjuaren för att samtidigt möjliggöra tidig analys av innehållet. Detta bidrar även till att intervjuaren får inblick i den egna intervjustilen vilket gör att förbättringar och lärdomar kan tas med till senare intervjuer (Kvale & Brinkman, 2014). Det kan även påstås att analysen av data redan påbörjas under första intervjun, detta på grund av att undersökaren redan har en viss uppfattning av problemet och därför beaktar respondenternas svar mot detta, medvetet eller omedvetet (Bibik et al., 2003). För att avhjälpa detta kan man ställa sig en fråga innan en intervju görs:

”Hur ska jag genomföra mina intervjuer så att deras mening kan analyseras på ett sammanhängande sätt?” - (Kvale & Brinkman, 2014)

Denna frågeställning i kombination med listade färdigheter under rubriken *”Intervjuaren”* ger intervjuaren en god grund att stå på för att förbättra chanserna att varje intervju påbörjas med samma ingångssynsätt på området. Det kommer inte eliminera risken helt, men det kan hjälpa. Att intervjuaren även utvecklar sina intervjufärdigheter redan efter första intervjun är ofrånkomligt, men denna aspekt bör endast förbättra sakinnehållet till varje intervju snarare än att förändra det.

2.2.3 Val av påbyggnadsprojekt och intervjupersoner

Urvalet av påbyggnadsprojekt som finns att tillgå idag är stort, men endast vissa kunde väljas för närmare jämförelse och undersökning. Enligt Eisenhardt och Graebner (2007) görs ett teoretiskt urval av fallen med mening att utveckla teorier, påbyggnadsprojekten i studien ämnade sig alltså inte åt att testa olika teorier. Påbyggnadsprojekten som valdes studerades innan intervjuerna genom att läsa eventuella artiklar med inblandade aktörer, rapporter om projekten samt en del handlingar av olika karaktär från bland annat kommunala hemsidor.

Aspekter och kriterier

Vid val av påbyggnadsprojekt att undersöka närmare hade vissa aspekter tagits särskild hänsyn till. Kriterier för sammansättningen av urvalet ställdes också för att se till att en variation fanns. Om alla valda påbyggnadsprojekt hade varit av samma karaktär och utförande skulle insamlad data möjligtvis fått en ganska smal utsträckning och studien hade möjligtvis inte kunnat behandla påbyggnader på ett generellt sätt. För att säkerställa att studiens syfte uppnåddes, valdes referensprojekten med avseende på följande:

Projektets skede

Viktigt att påbyggnaden var relativt färdiggjord eller att projektet var helt avslutat. Om projektet var i start av byggnadsfasen eller i ett tidigt planeringskede skulle det vara svårt för konstruktörerna och VVS-projektörerna att inse vilka projekteringsutmaningar som uppkommit samt vilka positiva insikter som tas vidare från projekten. Å andra sidan var det även viktigt att projektet inte färdigställdes för en längre tid tillbaka sedan från studiens start, det skulle till exempel kunna medföra att respondenterna inte kom ihåg detaljer eller av misstag återgav fel information samt att byggnadsmetoder kan vara utdaterade.

Befintlig byggnad

Påbyggnaden som görs är beroende av befintlig underliggande konstruktion, det är därför av intresse att se huruvida den hanteras vid olika förhållanden. Det befintliga stomsystemet kan variera i bärförmåga och ha olika uppställning av bärande element, något som i sin tur kan kräva olika typer och grad av förstärkningsåtgärder. Här spelar till exempel byggnadsår in, med tanke på konstruktionsmetoder, och vilken typ av verksamhet som bedrivs.

Påbyggnad

I urvalet fanns det variation av påbyggnadens primära konstruktionsmaterial varav minst två var i trä, annars hade studiens mål blivit svåruppfyllda. Konstruktörerna och VVS-projektörerna som intervjuades till studien förväntades därmed även ha olika insikt, ställning och erfarenheter kring olika konstruktionsmaterial och hur det förhåller sig till påbyggnader.

Vilken typ av verksamhet som planeras husera i påbyggnaden var också av värde att beakta då generella olikheter av stomstruktur kan förekomma mellan till exempel lägenheter och kontor, detta kan även ha påverkan på hur VVS-systemen planeras. En blandning av olika verksamhetstyper (stomstrukturer) fanns därför i urvalet. Mötet mellan befintlig byggnad och påbyggnaden var dessutom intressant att undersöka för att inse hur det kan behandlas och kombineras med den befintliga konstruktionen.

Intervjupersoner

Intervjupersonerna valdes med omsorg då de endast fick vara aktörer inom en viss disciplin samt ha erfarenhet från påbyggnadsprojekt, detta för att säkerställa studiens validitet. De huvudsakliga källorna för information till studien består därför av 5 konstruktörer och 6 VVS-projektörer som hade en betydande eller bestämmande roll för respektive disciplins projektering i något av de valda påbyggnadsprojekten. Intervjupersonerna kontaktades i ett tidigt skede för att säkerställa intervjumöjligheter samt bidra till att datainsamling skedde tidigt i studiens process. Att få tidig tillgång till respondenternas åsikter kring ämnet gav ge en längre period för analys och diskussion.

2.3 Förståelse för studiens omfattning och struktur

2.3.1 Datainsamling (intervjuer)

Intervjuförberedelser

För att ha en genomgående struktur på samtliga intervjuer hade ett simpelt frågeformulär tagits fram, se *Bilaga 1 – Intervjuformulär*. Detta formulär användes endast som mall för att hålla intervjun inom en skälig tid samt för att hålla koll på att intervjun behandlade vad som intervjuaren anser vara relevanta områden för studien och de som ansågs som kritiska för att säkerställa validiteten (till exempel intervjupersonens bakgrund och roll i projektet).

Innan en intervju påbörjas gjordes en lättare litteraturstudie kring det relevanta påbyggnadsprojektet, detta för att möjliggöra vidare utveckling och förståelse av samtalet. Personlig rådgivning från handledare var även av värde då många intervjuknep gavs samt att det hjälpte att hålla det mentala spelet i schack.

Transkribering

Intervjuerna registrerade med ljudinspelningar som sedan transkriberades i nära koppling till intervjutillfället. Det skrevs inte ner ordagrant vad som uttalades i intervjuerna på grund av tidsåtgång och att språkliga uttalanden inte ansågs kunna ge någon betydande förändring till sakinnehållet. Ljudinspelningarna skrevs därför ner med en mer skriftspråklig karaktär då dem även främst var ämnade åt forskaren.

Förhållningsregler

Innan intervjun ansågs som startad, förtydligades det för intervjupersonen, igen, vad studien handlade om och vad som efterfrågades. I samband med den inledande konversationen informerades det även att intervjupersonen blir citerad som anonym i den slutgiltiga rapporten, detta för att ge denne mer frihet och bekvämlighet att dela med sig av åsikter.

Intervjuerna genomfördes inom ett visst tidsspänn under projekttiden så att informationen från samtliga intervjuer inte analyseras i förtid, detta gjordes för att förhindra riktade frågor till de återstående respondenterna.

På grund av vissa omständigheter och rådande situation då examensarbetet skrev utfördes intervjuerna enbart på distans, via telefon eller videosamtal. Ett riktmärke för tiden per intervju var 1 timme, om denna över- eller understigs innebar det inte att intervjun ansågs som ogiltig, den fanns för att hålla intervjuerna konkreta och lättbearbetade.

2.3.2 Analysmetodik

I detta avsnitt presenteras den metodteori som legat till grund för hur studiens kvalitativa analys har bedrivits. Hur analysmetodiken applicerats i studien ses i senare avsnitt.

Kvalitativ analys för fallstudie med intervjuer

Vid analys av kvalitativt material finns det egentligen inte någon förutbestämd mall som påvisar huruvida detta skall göras på bästa sätt, det kan därför komma att bestämmas av undersökaren (Bibik et al., 2003). När det gäller att analysera kvalitativa intervjuer i kombination med flera olika fall (påbyggnadsprojekten) är det dock känt att det är en stor mängd data som ska behandlas. Detta kan hanteras bra genom att analysera vardera fall för sig och se det som en fristående enhet, det motverkar en generalisering över fallen och tillåter därför varje fall att visa sitt unika mönster (Eisenhardt K. M., 1989).

Analys av det transkriberade materialet i en kvalitativ studie kan enligt Kvale och Brinkman (2014) genomföras med en metod som fokuserar på meningen i intervjuerna, fokus ligger på vad som sagts och hur det sagts av intervjupersonerna under intervjutillfällena. Analysmetoden bygger främst på att någon typ av kodning på materialet görs samt att forskaren sammanfattar intervjupersonens yttranden och tankar (Kvale & Brinkman, 2014). Analysprocessen i sig kan även ses delas i två komponenter, den första delen innebär just kodning av materialet, alltså en typ av *kategorisering av data*, och den andra delen är att tolka materialet (Bibik et al., 2003). Dessa beskrivs vidare vara som synonyma begrepp där ingen definierad åtskiljning görs eftersom de båda delarna ämnar sammanställa resultatet. Det är dock en god och strukturerad tankegång att ha med sig till analyskedet.

Kvale och Brinkman (2014) förklarar att den meningskoncentrerade metoden kan genomföras i fem olika steg. Det första är att bilda en helhetskänsla av materialet genom att läsa igenom allt. Sedan skall de naturliga meningsenheterna fastställas vilket sedan skall följas av en formulering av det tema som dominerar dessa meningsenheter. Dessa kondenseras enkelt och ur intervjupersonens perspektiv. Det fjärde steget innebär att frågor skall ställas till meningsenheterna, detta utifrån undersökningens specifika syften. Till sist skall intervjuens centrala tema knyts ihop till en deskriptiv utsaga. (Kvale & Brinkman, 2014)

Att till sist hitta kopplingar mellan olika friståendes analyserade fall kan göras med en metod som beskrivs av Eisenhardt K. M. (1989). Metoden innebär att olika, mer generella, *områden* som bestäms av studiens karaktär eller av litteratur används för att sortera *kategoriserade data* vilket i sin tur gör att fallöverskridande mönster kan inses enklare.

Analyssteg

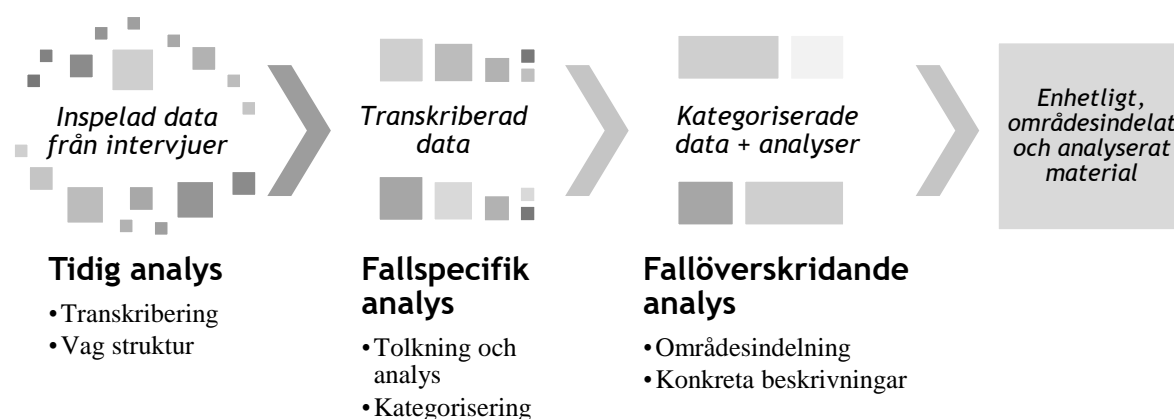
Analys av data delades upp i steg utifrån analysmetodik som studerats, stegen är:

Steg 1: *"Tidig analys"* (Alvehus, 2019)

Steg 2: *"Fallspecifik analys"* (Eisenhardt K. M., 1989)

Steg 3: *"Fallöverskridande analys"* (Eisenhardt K. M., 1989)

Nedan i Figur 2 visas denna arbetsgång som även var genomgående för studiens analyskedet, stegens innebörd och uppgifter utformades enligt teoretiska principer som beskrivits. Hur dessa steg har bedrivits specifikt i denna studie beskrivs mer utförligt under motsvarande rubrik som följer.



Figur 2 – Analyssteg

2.3.3 Tidig analys

Som beskrivet av Bibik et al. (2003) kan analysen anses som påbörjad redan vid start av första intervju, Alvehus (2019) ansåg däremot att det första systematiska analyssteget påbörjas i samband med att intervjuerna transkriberas, från inspelat material till text. Under tiden som texten skrevs ner markerades bland annat intressanta citat som kunde kopplas till studiens frågeställningar. Eventuella uppfattade oklarheter av vad intervjupersonerna eller intervjuaren sa som berott på inspelningens kvalitet eller andra faktorer noterades. Oklarheterna löstes i ett senare skede genom återkoppling med intervjupersonen eller utelämnande av data beroende på om eller hur den kunde kopplas till studiens frågeställningar. Anteckningarna och noteringarna underlättade den nästkommande fallspecifika analysen eftersom en vag strukturering och kodning av data redan var påbörjad.

I denna studie ansågs alltså den tidiga analysen vara initierad när transkriberingen av första intervjun gjordes. Detta steg ansågs vara avklarat när alla intervjuer var transkriberade. Nästa analyssteg påbörjades inte innan detta var färdigt. När detta steg väl var färdigt hade en förståelse för studiens omfattning och struktur skapats och studien kunde därmed gå vidare i forskningsprocessen.

2.4 Tydligt och sakligt diskussionsunderlag

2.4.1 Fallspecifik analys

Varje transkribering analyserades individuellt där materialet lästes igenom och granskades fullständigt. Naturliga meningsenheter som kunde kopplas till frågeställningarna eller ansågs vara av värde för att ytterligare förstå det aktuella fallet markerades. Citat som märkts ut i den tidiga analysen tillsammans med de nyupptäckta uttalandena från granskningen stärktes genom att inkludera data som gav uttalandet bakgrund. Detta för minska risken för att enskilda citat eller liknande skulle tas ur sin kontext. Uttalanden som forskaren avgjorde inte hade någon koppling till studiens syfte eller sådant som bedömdes vara opassande, nedvärderande eller liknande uteslöts eller censurerades.

De uttalanden som användes till studien sammanfattades och kodades in i *kategorier* som forskaren valde med avseendet att ge berörd data en simpel och diskret indikation på innehållet. *Kategorierna* valdes utifrån forskarens egen uppfattning om berörda data, men den förberedande kunskapen som införskaffats via litteraturstudien agerade hjälp vid bedömning. Denna metod för kategorisering av data användes för att inte gå in i analyskedet med en redan förutbestämd mall på kategorier som kan väljas, detta menar Eisenhardt K. M. (1989) motverkar generalisering mellan fall. *Kategorierna* behövde alltså inte vara några generaliserade som var tänkta att återkomma till andra analyser, däremot var det inte fel om detta gjordes då specifika *kategorier* återfanns i andra analyserade fall.

I denna studie delas forskarens uppfattning av sammanfattade data för att förklara hur forskaren såg och bedömde intervjupersonernas uttalanden. Avseendet är att tydliggöra data som analyserats eftersom forskarens kunskap, egna åsikter och minnesfunktion från intervjutillfället kan haft inverkan på hur data uppfattats. I denna studie gjordes dock det sista steget i den meningskoncentrerade metoden som Kvale och Brinkman (2014) beskriver, hopknytning av intervjuens centrala tema, mer anpassat till studien. Intervjuens centrala tema var fortfarande vara av vikt under analysen, men metoden de beskriver hanterar endast ett fall. I denna studie hanterades fem fall som sedan skulle undersökas och jämföras mellan varandra för att upptäcka mönster. Hopknytningen som Kvale och Brinkman (2016) pratar om skedde därför endast inom fallens enskilda *kategorier*, detta skapade konkreta, sammanfattade knyten som ämnade underlätta den fallöverskridande analysen.

Den färdiga fallspecifika analysen för ett enskilt projekt låg till grund för nästa analyskedje, en tydlig *kategorisk* indelning och noggrann analys av data var därför av vikt för att underlätta nästa analyssteg. Nedan ses en mall som förklarar huruvida en *kategori* i ett specifikt fall beskrivs i avsnitt 5.1.

Kategori (väljs av forskare)

Forskarens uppfattning om intervjupersonernas uttalanden.

Analys av data inom aktuell kategori (kursiverad text).

- *Sammanfattad punktlista, används till översiktlig tabell i fallöverskridande analys.*

I Bilaga 2–6 återfinns de sammanfattade intervjuerna som strukturerats med överensstämmande *kategorisk* indelning samt uppdelning av intervjuade teknik konsulter. Nedan ses den mall som används för att presentera de sammanfattade uttalandena från intervjupersonerna.

Kategori (väljs av forskare)

INTERVJUAD KONSTRUKTÖR

Här framställs konstruktörens uttalanden från intervjutillfället som tolkats och sammanfattats av forskaren.

(Text med fetstil inom "citation" är oförändrade uttalanden i från intervjupersonen).

INTERVJUAD VVS-PROJEKTÖR

Här framställs VVS-projektörens uttalanden från intervjutillfället som tolkats och sammanfattats av forskaren.

(Text med fetstil inom "citation" är oförändrade uttalanden i från intervjupersonen).

Detta analyssteg avklarades när alla transkriberingar hade sammanfattats, analyserats och därefter knutits ihop till sammanfattade punkter. Nästa analyssteg påbörjades inte innan detta steg var färdigt för alla fall.

2.4.2 Teoretisk referensram

Den första litteraturstudien om påbyggnader som gjordes kompletterades och gjordes mer omfattande i detta skede då nya aspekter och information hade framkommit efter analys av intervjuerna. Efter de fallspecifika analyserna hade forskaren fått en klarare förståelse för studiens omfattning och innehåll. Relevant teori till data kunde därför sökas upp med avseendet att bland annat utöka förståelsen för eller argumentera mot eller med intervjupersonernas åsikter.

Sökningar gjordes främst på forskningsdatabaserna Google Scholar och Scopus efter vetenskapliga artiklar, forskningsrapporter och tidigare examensarbeten. Sökord som användes, begränsningar av sökresultat och sortering av resultat gjordes på samma sätt som i den inledande litteraturstudien. Ytterligare sökord användes som bland annat: "samspel", "samarbete", "projektörer". Artiklar skrivna på engelska, men som fortfarande hanterar den svenska byggbranschen, delades av handledare eller hittades med hjälp av samma databaser. Sökresultat på Scopus begränsades även ytterligare med filtrering på ämnesområde ("Engineering") och land ("Sweden").

Den teoretiska referensramen byggdes upp och strukturerades med mer generella *områden* i enlighet med studerad litteratur där de funna *kategorierna* från den fallspecifika analysen spelade in på omfattningen. Som Eisenhardt K. M. (1989) beskrev kan då *kategorierna* systematiskt matchas in med de teoretiska *områdena* i nästa analyssteg. I samband med att den teoretiska referensramen byggdes upp kunde *kategoriseringen* av data förändras för att klargöra denna matchning mellan data och teori. Den teoretiska referensramen sammanfattades till slut genom att plocka ut, konkretisera och punktlista de funna teoretiska projekteringsutmaningarna.

2.4.3 Fallöverskridande analys

I detta steg blev det empiriska materialet enhetligt. *Kategorierna* som tagits fram i föregående analyskede sorterades i de mer generella *områdena* vilket gjorde att data sammanföll med teori. Undersökning och jämförelse mellan fallen gjordes där intervjupersonernas åsikter ställdes mot varandra, med varandra eller kopplades till teori för att upptäcka eventuella mönster och samband mellan aktörernas projekteringsutmaningar. Analyseringen mellan fallen tog hänsyn till bland annat intervjupersonernas arbetslivserfarenheter, påbyggnadsprojektets karaktär och andra varierande faktorer. Den fallöverskridande analysen resulterade i konkreta beskrivningar av forskarens upptäckta mönster och samband mellan fallen. För att inse om eventuella skillnader finns mellan projekteringsutmaningar som förekommer i påbyggnadsprojekt jämfört med övriga byggprojekt ställdes de analytiska fynden mot den teoretiska referensramen.

2.5 Metoddiskussion

2.5.1 Kvalitet

Reliabilitet

En studie med hög reliabilitet skall kunna upprepas, helst av andra forskare, med liknande instrument för att också utsaga till liknande forskningsresultat (Alvehus, 2019). Det empiriska materialet som samlas in till denna studie är starkt bundet både till respektive påbyggnadsprojekt och den aktuella intervjupersonen. Att till exempel intervjua andra liknande aktörer inom området med koppling till andra liknande påbyggnadsprojekt kan därför resultera annorlunda. Personliga erfarenheter, både hos intervjupersonen och intervjuaren, och påbyggnadsprojektets ger en kombination som är svår att reproducera, men metoden som används ser till att minimera denna faktor.

Intervjuerna är delvis strukturerade med hjälp från frågeformulär, men själva innehållet för intervjuens områden anpassas främst av de intervjuade under tiden de genomförs. Som Kvale och Brinkman (2014) beskriver är det då viktigt att intervjuaren är kunnig inom området, detta för att kunna fortsätta bedriva diskussion. För att stärka strukturen ytterligare förbereds även intervjupersonen genom att informeras i ett tidigt skede om studiens syfte och även förklara hur intervjun kommer vara strukturerad.

Metoden som används för att sammanställa intervjupersonernas uttalanden gör att forskaren hanterar dessa mer objektivt, detta minskar eventuella personliga påverkningar. Sammanfattningsvis inses alltså att en betydande variabel för reliabiliteten i denna studie är alltså hur forskaren är som person, vilken kunskap, erfarenhet och initial syn denne har på problemet i fråga.

Validitet

Urvalet av intervjupersoner är erfarna konstruktörer eller VVS-projektör inom branschen som är intresserade av ämnet, de väljs noga ut efter kriterier som beskrivs i 0 och eftersom de ses som den enda källan för data är det viktigt att de har en hög tillförlitlighet. För att datainsamling och datahantering skall få hög kvalitet görs också en intervju- och metodstudie, denna bidrar främst till att

data tas fram på korrekta, beprövade sätt. Den ser även till att forskaren får insikt kring hur kommunikationen mellan intervjuaren och respondenterna ska gå till så att den inte blir ostrukturerad, påtvingad eller förhastad. Tydligheten som materialet får minskar därmed att oklarheter uppstod vid analys. I och med att intervjuerna spelas in ses det även till att respondenternas alla uttalanden sparas, vid senare tillfälle kan de därför dubbelkollas vid eventuella oklarheter för att inte missbedöma deras åsikt.

2.5.2 Alternativa metoder

Syftet med studien skulle bli svåruppfyllt om en kvantitativ metod hade valts. Vilken datainsamlingsmetod som lämpar sig bäst kan i princip redan inses vid problemformuleringen till denna studie. Detta på grund av att en kvantitativ studie oftast förutsätter att problemställningen är klar och tydlig. Idén med denna studie är i grund och botten att utforska och upptäcka hur branschen ser ut kring påbyggnader. Däremot skulle förmodligen en mer generell uppfattning om vilka problem- och utvecklingsområden som påbyggnader ställs för idag bli ett resultat, då men det skulle dock kräva att en stor mängd kvalificerade aktörer inom branschen skulle behöva blandas in.

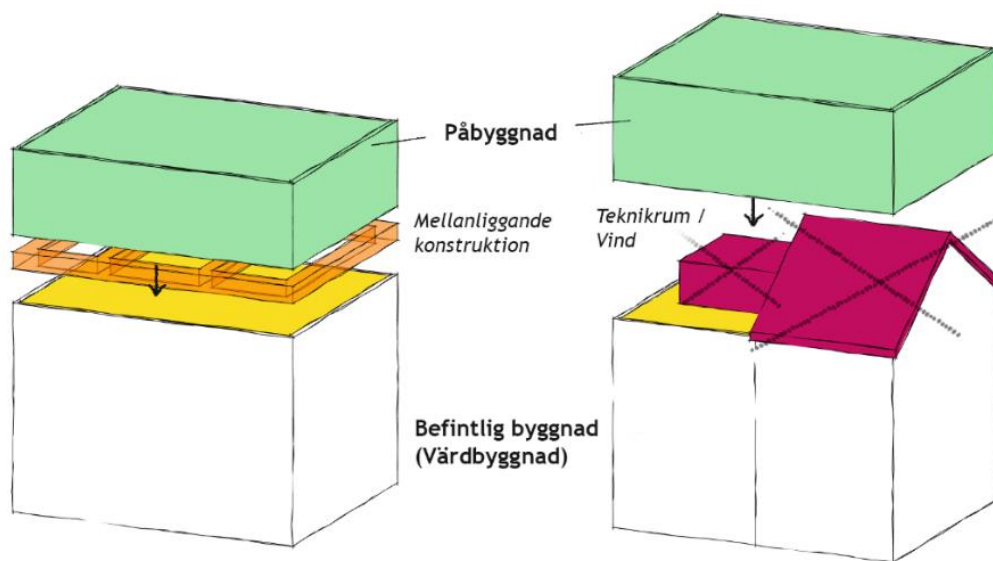
Den kvalitativa metoden som valdes, med öppna individuella intervjuer, gör att problem- och utvecklingsområden för påbyggnader kan diskuteras mer ingående och öppnar upp för enskilda individers tolkning på påbyggnadskonceptet. Alternativt skulle observationer vid påbyggnadsprojekt kunna göras av forskaren för att upptäcka vilka utmaningar som aktörerna ställs inför eller vilka utvecklingsmöjligheter som frammanas. Detta skulle dock kräva både tid och god erfarenhet av både konstruktions- och VVS-yrket från forskaren för att studien skulle kunna bli sedd som någorlunda reliabel.

3 Teori

Detta avsnitt ämnar ge en tydligare vetenskaplig grund för att förstå studiens innehåll. Teori som presenteras förklarar påbyggnader och hur en projektering går till för teknik konsulter i byggprojekt. Det ämnar även att förklara vad det kan innebära för konstruktörer och VVS-projektörer att samarbeta under projekteringen av en påbyggnad och vilka utmaningar i projekteringsskedet som är kända idag.

3.1 Vad är och innebär en påbyggnad?

När en befintlig byggnad utökas med volym på det vertikala planet, alltså uppåt, kan detta beskrivas som en påbyggnad (Amer & Attia, 2017). Detta ingrepp betyder att husets ursprungliga geometriska fotavtryck och byggnadsarea nödvändigtvis inte påverkas, däremot ökar byggnadens totala användbara area (Amer & Attia, 2017). Påbyggnader kan, enligt Amer och Attia (2017), göras på två olika sätt; det ena innebär att man lägger till extra våningar på den befintliga byggnadens tak för användande till kontorslokaler, bostäder eller annat ändamål enligt hyresgästens önskemål; det andra innefattar ett byte av befintliga vindsutrymmen eller andra teknikbyggnader som i sin tur ersätts av extra våningsplan. Vanligtvis används även en konstruktion mellan den befintliga byggnaden och påbyggnaden (Sundling R. , 2019), detta förklaras närmare i senare avsnitt. I Figur 3 ses de två sätten som Amer och Attia (2017) beskriver, samt hur en mellanliggande konstruktion placeras.



Figur 3 – Två primära sätt att göra en påbyggnad, enligt Amer och Attia (2017)

Blomsterberg (2012) belyser att projekteringen av en påbyggnad skall ha definierade förutsättningar innan projektering kan starta samt att förväntningar från hyresgästen skall vara kända och även potentialen hos den färdiga byggnaden. Vidare menar Blomsterberg (2012) att möjligheten att addera en byggnadsvolym på befintlig konstruktion skall ses över. Om förstärkningsåtgärder krävs på den befintliga byggnaden kan projektets kostnader öka i jämförelse och det är även viktigt att byggnadens tekniska system som installeras till påbyggnadens användning skall fungera med befintliga installationer. Eftersom den befintliga byggnaden är av äldre karaktär än den tillkommande påbyggnaden blir det aktuellt att undersöka hur befintliga system kan integreras eller hållas separerat från tillkommande system för att klara av både kapacitetshöjningen och de eventuella högre kraven. Vidare bör även arkitektoniska krav och eventuella detaljplansförändringar undersökas. (Blomsterberg, 2012)

För att ett påbyggnadsprojekt skall kunna genomföras och resultera i en lyckad slutprodukt anser Sundling (2019) att en strategi som tillgodoser rätt förundersökningar, förutsättningar och möjligheter närvarar är rimlig att utgå ifrån. I den strategi som Sundling (2019) presenterar nämns fyra nödvändiga aspekter som bör uppfyllas med godtyckliga resultat: Utvärdering av befintlig stomme, planering av installationssystem, finansiellt validerat och produktionsmässigt genomförbart.

I ett påbyggnadsprojekt kan det utifrån Sundlings (2019) nämnda aspekter och Blomsterbergs (2012) framlagda förklaringar påstås att: *den befintliga byggnadens förutsättningar* har en påverkan på *påbyggnadens omfattning* samt vilka *tekniska åtgärder* som kan eller behöver genomgå. Detta bidrar till en teoretisk grund för studiens områdesindelning av teknik konsulternas projekteringsutmaningar. Områdena som väljs är därför: ”Befintlig byggnad”, ”Påbyggnad” samt ”Åtgärder på befintlig byggnad”, dessa är mer direkt kopplade till det byggda (både nytt och befintligt) i påbyggnadsprojekt och återanvänds även vid analyskedet i avsnitt 5.2, ”Fallöverskridande analys”.

3.1.1 Förutsättningar, befintlig byggnad

Om den befintliga byggnaden ska klara av att bära de ökade lasterna som påbyggnadsvolymen tillför kan det krävas en stomförstärkning. Lundgren och Sibe (2016) förklarar att en byggnad som sedan tidigare är överdimensionerad i stomkonstruktionen kan innebära att förstärkningsåtgärder blir onödiga vilket är en ekonomisk fördel. Vidare beskriver Lundgren och Sibe (2016) att detta ofta är fallet med äldre betongstommar vilket gör att de ter sig särskilt lämpade för påbyggnader. Ett tidigt steg för planeringen av en påbyggnad är därför att undersöka huruvida den befintliga byggnaden klarar av att bära upp ytterligare konstruktioner, detta är en avgörande faktor för projektets fortsättning (Sundling R. , 2019).

För att få godtyckliga svar på stommens strukturella bärförmåga kan betongens hållfasthet behöva undersökas om detta inte finns ordentligt dokumenterat, menar Nordman och Pettersson (2011). Det kan vara svårt att bedöma äldre betongkonstruktioner för att det finns så många faktorer som kan variera. Beståndsdelarna i betong, cement, ballast och vatten, blandas olika från byggnad till byggnad för att uppnå vissa strukturella egenskaper. Under gjutning tillkommer även yttre förhållanden som påverkar betongens hållfasthet. Alla dessa faktorer gör det därför svårt att få ett generellt svar om betongkonstruktionen, då resultatet av ett provtagningsområde inte nödvändigtvis behöver vara representativt för hela byggnaden. (Nordman & Pettersson, 2011)

Även om den befintliga byggnaden uppnår de strukturella kraven som ställs då en påbyggnad tillförs finns risk för att marken eller grundläggningen inte klarar den ökade påfrestningen, menar Blomsterberg (2012). En förbättring av grundläggningen är ett alternativ som kan bidra till att den befintliga byggnadsstommen görs relativt ointressant för påbyggnaden ur ekonomisk synvinkel, Istället kan då pelare monteras från mark som kan ta hand om de nya lasterna (Blomsterberg, 2012).

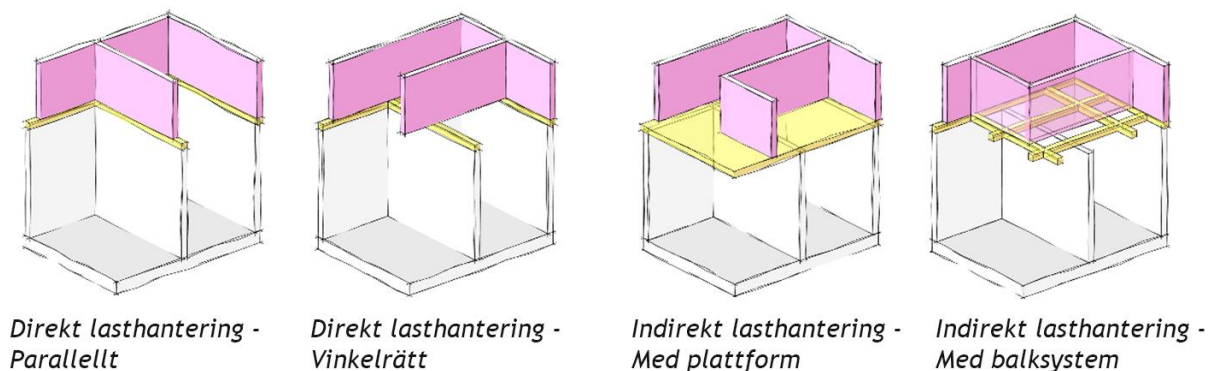
3.1.2 Påbyggnaden

Amer och Attia (2019) beskriver att en påbyggnad kan göras med tre olika byggnadsmetoder: 3D-, 2D-, eller 1D-konstruktion. 3D-metoden innebär att färdigkonstruerade moduler från fabrik monteras direkt på den befintliga byggnaden, denna metod kräver precis inmätning och utredning av befintlig stomme respektive byggplats för att minimera risken för problem under montering. 2D-metoden är mer passande för påbyggnader med mindre modularitet eller större storlekar och anses vara lättare med hänsyn för transport och montering, den konstrueras med prefabricerade byggelement som väggar, tak och golv. I den sista metoden, 1D-metoden, används till exempel balkar och kolumner för att konstruera påbyggnaden. Dessa metoder kan kombineras för effektivisering. (Amer & Attia, 2019)

Att påbyggnationer kan vara mer krävande än nybyggnationer är väl känt, Blomsterberg (2012) förklarar att det beror på att hänsyn måste tas till den befintliga stommen och tillagda laster och installationer måste ledas igenom hela den befintliga byggnaden. Amer och Attia (2018) förklarar att konstruktioner i trä är ett bra alternativ för att tillgodose styrka i relation till både vikt och energi. Trä som konstruktionsmaterial kan däremot innebära att negativa konsekvenser uppstår. På grund av den lätta vikten är konstruktionen vara mer känslig mot vibrationer än andra material, förklarar Andersson

och Eriksson (2016). Detta är något som bör limiteras och det kan hanteras genom att öka massan, styvheten eller dämpningen i konstruktionen, men det kan vara svårt att göra då det finns många parametrar i en konstruktion som måste klaffa (Andersson & Eriksson, 2016).

Amer och Attia (2017) beskriver att lasthanteringen antingen kan hanteras direkt via befintliga väggar parallellt eller vinkelrätt, eller indirekt med hjälp av ett lastöverföringssystem av balkar eller en plattform. Figur 4 visar lasthanteringsmetoderna som Amer och Attia (2017) beskriver, dessa är endast enkla, förklarande illustrationer. I en fallstudie av Lundgren och Sibe (2016) användes stålbalkar i raster, en mellanliggande konstruktion med balksystem, denna underlättade projektering och laster kunde fördelas om enklare. Utformningsmöjligheterna på påbyggnadsplanen ökade då nya bärande stomelement inte behövde placeras med stor åtanke på befintligt, istället var det bara rastret med stålbalkar som var den varierande faktorn (Lundgren & Sibe, 2016). Planlösningssproblem som kan uppstå i projekteringsskedet kan lösas om denna metod med en mellanliggande konstruktion används (Lundgren & Sibe, 2016).



Figur 4 - Lasthanteringsmetoder för ökad last från påbyggnaden, enligt Amer & Attia (2017)

Lastöverföringssystemens tjocklek kan variera och för att ytterligare hantera mötet mellan byggnadskropparnas både konstruktions- och installationsmässiga skillnader menar Norell, Stehn, och Engström (2020) att en högre mellanliggande konstruktion kan användas. Lidgren och Widerberg (2010) liknar lastöverföringssystemet av denna typ med en traditionell torpargrund och menar att den används mest till konstruktionsmetoder som använder sig av prefabricerade element. Norell et al., (2020) menar att den mellanliggande konstruktionen kan användas som en flexibel zon som kan förändras och anpassas om nödvändigt, i samband med detta tillkommer dock även utmanade moment. Konstruktionen kan innebära att en resurskrävande iterativ process mellan projektörerna och kommunen uppstår då den totala byggnadshöjden ökar, det kan även öka de arkitektoniska svårigheterna med att få ihop byggnadskropparnas fasader, påpekar Norell et al. (2020).

Sandin (2019) beskriver att i samband med en påbyggnad måste den nya fasaden ”gifta ihop” sig med den befintliga för att byggnaden inte skall förvanskas och tappa sina värden. Det finns ett antal fall där detta har hanterats dåligt och utan eftertanke, resultaten blir fula och osammanhängande med stadsbilden, fortsätter Sandin. Gestaltningen är ett problem och det kan bero på bristande gestaltningskompetens, en svårighet som arkitekter ställs inför är därför hanteringen av det extra bjälklag som bildas mellan byggnadskropparna, med installationer kan det krävas upp till en meter tjocklek som bygger mycket på höjden. Dessa konstruktioner måste hanteras gestaltningsmässigt, men även detaljplanen har en viss påverkan på detta utrymme, då en del begränsar hur högt man får bygga. (Sandin, 2019)

3.1.3 Åtgärder på befintlig byggnad

I en tidigare rapport av Lidgren och Widerberg (2010) beskrivs vilka eventuella åtgärder som kan behöva göras i samband med en påbyggnad, åtgärderna är:

- Förstärkning av befintlig stomme
- Åtgärder för att tillgodose nya bostäders tillgänglighet
- Nya dragningar av ledningar
- Förflyttning av tekniska anläggningar på tak.

Påbyggnaden innebär ofta att tekniska utrymmen på högsta våningen behöver omlokaliseras, huruvida den placeras styrs sedan av den inkomstbringande ytan som byggs på taket istället (Dahlberg & Soldemyr, 2017). Sandin (2019) beskriver att denna åtgärd genererar värdefulla ytor högst upp i byggnaden, ytor som också är mycket enklare att hyra ut än till exempel källarvåningar där aggregat istället placeras. Med eller utan omlokalisering av teknikutrymmen behöver dock påbyggnaden tillgång till nödvändigheter, detta kräver nya dragningar (Lidgren & Widerberg, 2010). Det finns dock bra incitament för att förflytta fläktrum ner i byggnaden i samband med ett påbyggnadsprojekt, menar Sandin (2019).

3.1.4 Omgivning / omkringliggande faktorer inom påbyggnadsprojekt

Sandin (2019) presenterar både utmaningar och möjligheter som förknippas med påbyggnader, problemområden listas även av Lidgren och Widerberg (2010) och viktiga aspekter att tänka på redovisas av Strömholm och Balkåsen (2018). Nedan ses några av utmaningarna som ovan nämnda anser kan påverka projekteringsarbetet.

Hyresgäster

Hyresgästerna har en betydande roll för hur en påbyggnad genomförs. Strömholm och Balkåsen (2018) beskriver kvarsittande hyresgäster som en knäckfråga när ett påbyggnadsprojekt görs, beroende på bland annat åtgärder och fastighetsägarens ekonomiska vinst kan det beslutas att hyresgästerna skall ha fortsatt tillgång och verksamhet till den befintliga byggnaden under projekterings- och byggskedet. Lidgren och Widerberg (2010) framhäver att beställarna oftast strävar mot att ha kvar hyresgästerna under tiden påbyggnadsprojektet genomförs på grund av annars bortfallna intäkter, detta ställer dock upp begränsningar på omfattningen av den befintliga byggnadens renovering. Projektörer måste ha detta i åtanke under arbetsprocessen, menar Strömholm och Balkåsen (2018).

Fastighetsägarens behov och ekonomi

I samband med påbyggnadsprojekt kan fastighetsägaren se till att skapa attraktiva uthyrbara ytor genom att rusta upp befintlig byggnad, flytta ner fläktrum till källare, öka tillgängligheten samt modernisera energisystem (Sandin, 2019). Fastighetsägaren har en påverkan på vilka funktioner och krav som ställs på projektörerna i ett påbyggnadsprojekt.

Lokala planer, bestämmelser och förordningar från myndighet

Restriktioner som reglerar byggnadshöjd och fasadutformning finns oftast på äldre byggnader, till dessa hör även krav som ser till att solförhållanden blir acceptabla i omgivande område, oftast krävs ändringar i detaljplanen för att en påbyggnad skall kunna genomföras (Lidgren & Widerberg, 2010). Sandin (2019) utpekar också detaljplanen som en utmanande faktor för ett påbyggnadsprojekts fortskridning, processen kan ta flera år vilket kan bli krävande för byggherren och fastighetsägaren.

Blandning av verksamheter och boende

Om det byggs bostäder på verksamhetslokaler skapas orosmoment för verksamhetsutövarna, detta med tanke på att det bland annat kan uppstå potentiella begränsningar i verksamheten, störningsmoment och hinder för till exempel av och pålastning (Sandin, 2019).

Yttre element

I ett påbyggnadsprojekt är det inte ovanligt att det kan uppstå fuktproblem, detta beror oftast på avsaknad av väderskydd under byggtiden, belyser Lidgren och Widerberg (2010).

3.2 Projekteringen av ett byggprojekt

En projektering av en byggnad, en byggnadsprojektering, definieras enligt Nationalencyklopedin (2020) som en utformning, dimensionering och beskrivning av blivande byggnad. Detta kan även anses vara tillämpligt för en påbyggnadsprojektering. I studien används termen "övriga byggprojekt", detta används som en samlingsterm till generella svenska byggprojekt som beskrivs i litteratur. Samlings termen innefattar alltså bland annat nybyggnationer, ombyggnationer samt andra byggprojekt som kräver en projekteringsprocess, dock inte påbyggnadsprojekt.

Under en projektering är det många olika roller och yrken som är verksamma för att uppfylla det gemensamma målet: färdigställande av projektet i tid till rätt kostnad och kvalitet (Byggledarskap, 2014). Påbyggnadsprojekt kan enligt tidigare presenterad teori vara mer utmanande att projektera än nybyggnationer, men hur de projekteras skiljer sig inte så mycket. Nedan förklaras vilka aktörer som är involverade i projekt samt projekteringsprocessen, det presenteras även teori som tar hänsyn till hur projektgruppen hanterar och bedriver ett påbyggnadsprojekt.

Aktörerna

I ett byggprojekt finns många aktörer att ta hänsyn till, i projekteringsprocessen är däremot några yrkesroller i ytterligare fokus (Nordstrand, 2006):

Beställare/Byggherre

När något byggs eller rivs skall byggherren se till att lagar och krav följs, det är denna som för egen räkning utför eller låter utföra ett byggnadsverk (Nordstrand, 2006). Vanligtvis är byggherren även beställare i ett byggprojekt och under projektets gång är det denna som bedömer huruvida de presenterade förslagen till byggprojektet är godkända eller ej (Nordstrand, 2006). Boverket (2020) beskriver att i byggprojekt krävs det att byggherren har en viss insikt om hur viktig en grundlig och välarbetad projektering är, den ska se tillgodose bra förutsättningar genom engagemang och kunskap för att slutprodukten skall levereras felfritt. Avsaknad av denna insikt kan leda till att mindre resurser tilldelas till projekteringskedet och att viktiga handlingar uteblir (Boverket, 2018).

Projektledare

Denna roll ser till att byggherrens krav och önskemål uppfylls, genom att leda, organisera, samordna och planera projektet och de medverkandes insatser (Nordstrand, 2006).

Arkitekt

En arkitekt kan ha olika specialiteter men att "rita hus" är den vanligaste, denna uppgift består inte endast av fritt estetiskt skapande, det är även viktigt att säkerställa och sammanväga funktionella krav och önskemål uppfylls till en helhetslösning (Sveriges Arkitekter, 2020). Nordstrand (2006) förklarar att arkitekten även skall se till att åskådliggöra förslagen, för bland annat byggherren, projektörer och brukare, så att alla i projektgruppen får en bra uppfattning om byggnadens slutliga utseende och funktion.

Konstruktör

Konstruktören är en viktig aktör i ett byggnadsprojekt, det är denna som tar fram konstruktionsritningar och undersöker arkitektens förslag så stomkonstruktioner fungerar baserade på hållfasthet, bärförmåga, svikt med mera (Bygglärdskap, 2014). Arkitekten och konstruktören arbetar nära under projekteringen, det är då bra om konstruktören involveras tidigt i processen så att konstruktionslösningarna tas fram i tid och blir väl planerade (PE, 2020).

VVS-projektör

Även kallad VVS-konstruktör, är ansvarig för utformandet av en byggnads system, så som energi- och vattenförsörjning, luftbehandling och avlopp, samt för dess styr- och övervakningssystem (Nordstrand, 2006). VVS-projektörens lösningar skall ta hänsyn till och tillgodose att krav och regler uppfylls respektive följs för att skapa hållbar och god inomhusmiljö i byggnadsprojekt (STI, 2020).

Hyresgäst

Den som får användning av lokalens yta för eget bruk är hyresgästen (även kallad brukare), den hyr lokalen eller bostaden av hyresvärden (oftast fastighetsägaren) och kan vara till exempel ett företag eller privatperson (Fastighetsägarna, 2020). Hyresgästen är ingen aktiv aktör i just projekteringsprocessen, men i ett påbyggnadsprojekt kan den ha inverkan på arbetets förutsättningar och omfattning.

3.2.1 Projekteringsprocessen

Innan projekteringsprocessen av ett byggprojekt startar görs en förstudie med involvering av personer med byggteknisk kompetens, ekonomisk kompetens och även brukare, i detta skede skall förutsättningar kartläggas och ekonomiska konsekvenser bedömas med målet att fatta beslut om att gå vidare eller ej (Nordstrand, 2006). Om det gäller en ombyggnad är det även extra viktigt att undersöka den befintliga byggnadens bärande konstruktioner och installationer, förklarar Nordstrand (2006). Projekteringen startar senare då alla kända förutsättningar, krav och önskemål har redovisats och mynnat ut i ett byggnadsprogram, Nordstrand (2006) beskriver att det är under projekteringsprocessen som de inblandade aktörerna skall se till att dessa uppfylls. Projekteringsprocessen har länge varit och är normalt sett uppdelad i tre skeden som även resulterar i tre olika slags handlingar :

- Gestaltning → Förslagshandlingar
- Systemutformning → Systemhandlingar
- Detaljutformning → Bygghandlingar

(Nordstrand, 2006)

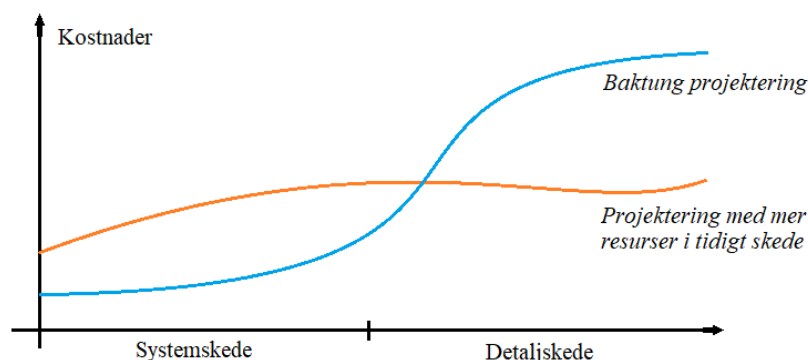
Avsikten med det inledande gestaltningsskedet är att ta fram *ett* huvudalternativ att arbeta vidare med, det är ofta att arkitekten har huvudansvaret, men övriga konsulter, som konstruktörer och VVS-projektörer, är också delaktiga och bidrar med kompetens. I nästa skede, systemutformningen, formas och bestäms konstruktions- och installationssystemen till byggnaden, resulterande handlingar utgör sedan underlag för detaljutformningen och används även för att kontrollera tids- och kostnadsramar i projektet. I detta skede måste man beakta installationsutrymmen som krävs innan man fastställer byggnadskonstruktionerna, områden med extra trånga sektioner där byggnadsdelar och installationer måste samsas om utrymmet, så kallade ”kritiska snitt”, är extra viktiga att undersöka. När dessa svårigheter har hanterats kommer projekteringen in i detaljutformningen, det mest omfattande skedet, aktörerna skall då slutföra all måttsättning av byggnads- och installationskomponenter i detalj och presentera färdiga bygghandlingar. (Nordstrand, 2006)

Kvalitet på handlingar

Boverket belyser i en undersökning som gjordes 2018 om brister i byggbranschen att kvaliteten på projekteringen är bristande dels på grund av att projektörerna tenderar att inte besöka arbetsplatserna, de fastnar inne på kontoren. Riktigheten i befintliga handlingar genomgås inte alltid av projektörer, om de är på plats och undersöker underlättas produktionsarbetet, ytterligare förbättring sker om personal från produktion involveras i projekteringsprocessen (Hildingsson & Overmeer, 2014). Att besöka aktuellt byggprojekt ute på plats är viktigt för att återge hur byggnaden ser ut i verkligheten, detta skapar bättre förutsättningar för projektets fortsättning. Alabdllawi (2019) anser att en annan anledning till att de befintliga handlingarna inte kan återges med stor noggrannhet skulle kunna bero på tidsaspekten i ett projekt. Boverket (2018) nämner även i undersökning om byggbranschens brister att projekteringsprocessen ofta blir lidande när ett byggprojekt ställs inför tids- eller kostnadspress. Kvalitén på handlingar påverkas av tilldelade resurser till ett specifikt projekteringsskede, en brist i byggbranschen är att dessa resurser är snäva. Detta trots vetskapen om att en väl utförd projektering tenderar att förhindra många framtida problem, då ett bristfälligt projekteringsresultat kan leda till handlingar som är felaktiga eller ofullständiga (Boverket, 2018).

Tid- och kostnadsallokering

Alabdllawi (2019) anser att snäva tidsramar kan bidra till att det inte läggs ner tillräckliga resurser på en utförlig inmätning i ett tidigt skede. Projektering med för lite resurser i tidiga skeden riskerar att senare bli baktung, ett byggprojekts resurser från detaljskedet bör därför omlokaliseras till systemhandlingsskedet för att jämna ut hur projektets resurser fördelas, menar Jansson och Knutsson (2012). Omfördelningen, beskriver Jansson och Knutsson (2012), skulle resultera i systemhandlingar av högre kvalitet vilket i sin tur skulle underlätta och minska kostnader för detaljskedet, se Figur 5.



Figur 5 - Förflyttning av resurser till tidigare skede, enligt Jansson och Knutsson (2012).

I en tidigare studie om samspelet mellan arkitekten och konstruktören uppmärksammade Asani och Al-Ameri (2018) att konstruktören borde komma in i ett tidigare skede för att kunna inverka på arkitektens förslag och därmed förenkla projekteringsprocessen för konstruktionslösningarna. Norell och Börestam fann i en nyligen gjord studie 2019 att även VVS-projektörer anser att problem kan minska om de blir delaktiga i ett tidigare skede. Konstruktörer, VVS-projektörer och arkitekter bör samarbeta i tidigt skede för att motverka en baktung projektering och se till att kvaliteten på projekteringen blir hög. I Asani och Al-Ameris (2018) studie blev även utbildningen för arkitektyrket ifrågasatt eftersom konstruktörer visade tydliga indikationer på missnöje med arkitekternas kunskap. Vad Svetoft (2005) anser är därtill att den svenska arkitektutbildningen är för bristande på att lära ut hur behov och krav skall kunna formuleras i samspel med andra inblandade aktörer. Nordstrand (2006) klagör även att systemhandlingarna måste studeras *noga* innan man går vidare i projekteringsprocessen.

3.2.2 Projektgruppen

Projektgruppens funktion i ett byggprojekt är en faktor av stor vikt för slutresultatet, det är på det sociala planet med både formella och informella relationer som hjälper eller ibland sätter stopp för leveransen av ett framgångsrikt projekt, förklarar Emmitt och Gorse (2007). Under ombyggnationer behöver många personer samarbeta, ofta under tidspress och vardera disciplins arbetsinsatser måste även preciseras, påpekar Nordstrand (2006). Detta kan vara svårt att göra i förväg men en tidsplanering måste likväl fås till, därtill skall även en budget göras för projekteringskostnader och kostnader för projektets totala kostnad, detta kontrolleras sedan under hela projektiden (Nordstrand, 2006).

Gemensam bild av projektet

Det är viktigt att alla inblandade parter har en gemensam bild av projektet, då krävs det att information från respektive part förmedlas till projektgruppen effektivt, belyser Bosch-Sijtsema (2013). Vidare menar Bosch-Sijtsema (2013) att om kommunikationen och samarbetet är bristande under projekteringen kan hantering av delad information och data fragmenteras och resultera i ren felprojektering och missförstånd.

BIM

Projektering med BIM minskar risken för att feltolkningar görs eftersom alla får en och samma modell att jobba i, anser Jansson och Knutsson (2012), det bidrar till att det blir lättare att upptäcka fel men också att se framstegen i projekteringsprocessen. Nyttan med BIM finns inte bara i projektgruppen, genom enklare visualisering kan lösningar kommuniceras bättre med tredje part vilket bidrar till att diskussioner kan hållas mer effektiva (Jansson & Knutsson, 2012). Boverket (2018) belyser däremot att användning av digitala program kan leda till negativa konsekvenser, projektörerna tenderar att rita relativt generella lösningar med stora toleranser som de anser att byggarna istället får lösa på plats.

Samordning och förtroende

Alabdllawi (2019) menar att för de inblandade aktörerna kan brist på samordning vara en konsekvens av att incitament saknas för den enskilda aktören, det kan vara oklart varför man genomför en tjänst åt någon annan, resurser måste hållas nere och då kan det vara svårt att projektera utvecklade lösningar som enbart ger fördel för andra discipliner och aktörer. När befintliga byggnader byggs om ställs det därtill även högre krav på inblandade parter förtroende till varandra, menar Lundgren och Sibe(2016). Det är ofta att byggskedet pågår samtidigt som projekteringsarbetet håller på, detta för att nya förutsättningar kan uppstå som måste hanteras, så det ter sig därför viktigt att tillit mellan disciplinerna finns för att tillgodose att lösningar blir korrekta där egen kunskap saknas (Lundgren & Sibe, 2016).

Förväntan vad andra aktörer skall uppnå

Oklarheter om vad inblandade aktörer förväntas göra och vems lösningar som prioriteras kan också vara en konsekvens av bristfällig samordning, menar Alabdllawi (2019). Lundgren och Sibe (2016) beskriver att det finns förväntningar om hur andra aktörer i projekt har hanterat vissa situationer och omständigheter som kanske inte alltid omfattas i avtal, därför kan tydliga avtal ses vara lika viktiga som ett fungerande samarbete. Samarbetet mellan disciplinerna är en faktor för ett lyckat resultat men byggherrens ansvar att ge tydliga riktlinjer är också viktigt. Boverket (2018) redogör för att projekteringsarbetare upplever att byggherrens roll är förminskad, denne saknar ofta kompetens och engagemang som i sin tur leder till problem genom hela byggprocessen. Alabdllawi (2019) tillägger att det kan uppstå oklarheter kring vad som skall ritas av vem samt vad syftet med vissa lösningar är till för.

Gränsdragning mellan aktörer

Otydlig gränsdragning mellan disciplinernas uppgifter och ansvarsområden är något som även Asani och Al-Ameri (2018) anser kan resultera i att samma sak görs flera gånger, det uppstår missförstånd och dubbelarbete. Detta kan enligt Asani och Al-Ameri (2018) bero på att aktörer ofta har flera projekt på gång samtidigt eller att projektgruppen inte styrs med korrekta och effektiva medel. För att bryta barriärerna mellan discipliner och samtidigt öka tilliten är därför tät kommunikation ett råd, anser Lundgren och Sibe (2016). Asani och Al-Ameri (2018) nämner även att det kan motverkas med en duktig projektledare som har god kommunikation med alla i projektet, dessutom skall även beställaren se till att uppfylla sin roll och bidra med en miljö där aktörerna trivs att jobba i och kan kommunicera bra. Täta och öppna dialoger gör att projektet ges mer effektiva lösningar med mindre ändringar (Asani & Al-Ameri, 2018).

Projekteringsmöten

Lundgren och Sibe (2016) förklarar att kvalitén på projekteringsmöten mellan projektledaren och konsulter (arkitekter, konstruktörer och VVS-projektörer) kan förbättras om mötena blir mer personliga. Detta skulle även påverka samordningen i projektgruppen, en försämring kan däremot ske på grund av att de olika disciplinerna kan ha kommit olika långt i projekteringskedet och framtagandet av handlingar (Lundgren & Sibe, 2016).

Kunskapsåterföring

Boverket (2009) förklarar att projekt med en våningspåbyggnad bör anpassas till respektive hus och dess förutsättningar, projektet kan alltså inte genomföras utifrån en generell analys med generella lösningar. Att göra projekt jämförbara mellan varandra beskriver Dahir och Collazos Gonzalez (2018) är en av de viktigaste erfarenheterna som VVS-projektörer bör återföra till andra, om dessa erfarenheter saknas skapas uppenbara problem. För att göra projekt mer jämförbara anser Dahir och Collazos Gonzalez (2018) att det behövs tydliga riktlinjer på projektets mål, krav och förutsättningar. Det är också givande att ha kontakter som kan sitta på dessa erfarenheter, god kontakt i en projektgrupp och vidarebefordring av dessa kontakter ger en bra grund för ett stort erfarenhetsurval (Dahir & Collazos Gonzalez, 2018).

3.3 Teoretisk referensram

I presenterad teori har både utmaningar och möjligheter nämns kring projekteringsprocessen av en byggnad. Vilka som utmärker sig just för ett påbyggnadsprojekt visas i Tabell 1, de utmaningar som kan uppkomma i övriga byggprojekt listas i Tabell 2. Att notera är att dessa presenterade utmaningar är de som av forskaren anses ha en påverkan på konstruktörer och VVS-projektörer under projekteringen samt att de kan kopplas samman med insamlade data som presenteras i avsnitt 5.2. I samma avsnitt återanvänds även tabellerna för att undersöka om ytterligare projekteringsutmaningar tillkommer för konstruktörer och VVS-projektörer i påbyggnadsprojekt.

Tabell 1 - Teoretisk referensram, utmaningar med påbyggnadsprojekt.

Projekteringsutmaningar med påbyggnadsprojekt (från avsnitt 3.1 och 3.2.2)

- Bedömning av befintlig stommes lastkapacitet. (Nordman & Pettersson, 2011)
- Grundläggningens hållfasthet. (Blomsterberg, 2012)
- Val av lasthanteringsmetod. (Blomsterberg, 2012)
- Mellanliggande konstruktion. (Norell et al., 2020)
- Förstärkning av befintlig stomme. (Lidgren & Widerberg, 2010)
- Åtgärder för att tillgodose nya bostäders tillgänglighet. (Lidgren & Widerberg, 2010)
- Nya dragningar av ledningar. (Lidgren & Widerberg, 2010)
- Eventuell förflyttning av tekniska anläggningar från tak till källare. (Lidgren & Widerberg, 2010)
- Kvarsittande hyresgäster. (Strömholm & Balkåsen, 2018; Lidgren & Widerberg, 2010)
- Höga och/eller begränsade krav från fastighetsägaren. (Sandin, 2019)
- Bevarande av befintlig byggnation. (Lidgren & Widerberg, 2010; Sandin, 2019)
- Fasadliv och solförhållanden i omgivning. (Lidgren & Widerberg, 2010; Sandin, 2019)
- Oro från kvarsittande verksamhetsutövare måste beaktas. (Sandin, 2019)
- Eventuella fuktproblem under byggtid att ha i åtanke. (Lidgren & Widerberg, 2010)
- Nya förutsättningar kan uppstå under projekteringen. (Lundgren & Sibe, 2016)
- Erfarenhetsåterföring är svårare. (Boverket, 2009; Dahir & Collazos Gonzalez, 2018)
- Inga generella förutsättningar mellan projekt, icke jämförbara. (Boverket, 2009; Dahir & Collazos Gonzalez, 2018)

Tabell 2 - Teoretisk referensram, projekteringsutmaningar i övriga byggprojekt.

Projekteringsutmaningar i övriga byggprojekt (från avsnitt 3.1)

- Otydliga förslag från arkitekt. (Asani & Al-Ameri, 2018; Norell & Börestam, 2019)
- "Kritiska snitt". (Nordstrand, 2006)
- Bristande kvalitet på handlingar. (Boverket, 2018)
- Handlingar med dålig koppling till verkligheten. (Hildingsson & Overmeer, 2014)
- Snäva tidsramar i tidigt skede. (Alabdllawi, 2019; Jansson & Knutsson, 2012)
- Kostnadspress att få fram handlingar. (Boverket, 2018)
- Teknikkonsulter involveras för sent. (Asani & Al-Ameri, 2018)
- Skapa en gemensam bild av projektet för inblandade aktörer. (Bosch-Sijtsema, 2013)
- Kommunikationsproblem. (Emmitt & Gorse, 2007; Bosch-Sijtsema, 2013)
- Bristande incitament att förenkla för andra aktörer. (Alabdllawi, 2019)
- Bristande förtroende för andra discipliner. (Lundgren & Sibe, 2016)
- Obefogade förväntningar om andra aktörers hantering av omständigheter. (Alabdllawi, 2019; Lundgren & Sibe, 2016)
- Otydliga riktlinjer och avtal kring arbetsuppgifter. (Lundgren & Sibe, 2016)
- Byggherrens bristande insikt om vikten av genomarbetad projektering. (Boverket, 2020; Boverket, 2018)
- Otydlig gränsdragning kring aktörernas arbetsuppgifter. (Alabdllawi, 2019; Asani & Al-Ameri, 2018)
- Bristande projektledning. (Asani & Al-Ameri, 2018)
- Opersonliga och ostrukturerade projekteringsmöten. (Lundgren & Sibe, 2016)
- Ineffektiva projekteringsmöten med discipliner i olika skeden. (Lundgren & Sibe, 2016)
- Bristande erfarenhetsåterföring. (Dahir & Collazos Gonzalez, 2018)

4 Påbyggnadsprojekt och intervjupersoner

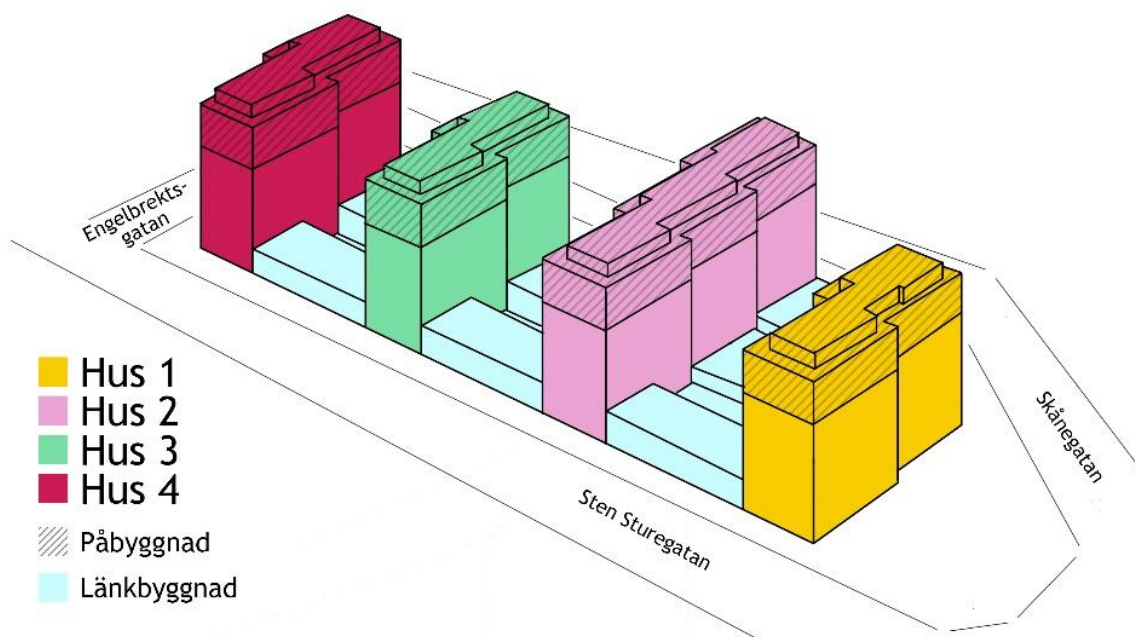
4.1 Sten Stures Kröningar, Göteborg

Byggnadsår (befintlig):	1964
Påbyggnadsår:	2018–2020
Fastighetsägare:	Wallenstam
Arkitekt:	Semrén & Månsson Arkitekter
Entreprenadtyp:	Totalentreprenad

Projektet Sten Stures Kröningar som Wallenstam är med och driver är beläget på Heden i Göteborg. Projektet omfattar fastigheterna Heden 24:12, 24:13 och 24:14 och innebär att totalt fyra hus (Hus 1, Hus 2, Hus 3 och Hus 4) byggs på med upp till 4 våningar som även skall sammankopplas mellan varandra med nya länkbyggnader på 2 våningar (Göteborgs Stad, 2017). Detta projekt är pågående och vid intervjutillfället med K1 och VVS1 var Hus 1 i byggfas, Hus 2 var inne på bygglov och Hus 3 och 4 var inte påbörjade, enbart Hus 1 kommer därför vara aktuellt i denna studie.

4.1.1 Befintlig byggnad och påbyggnad

Wallenstam är endast ägare för 3 av husen (Hus 1–3) och projektet är planerat så påbyggnaderna byggs etappvis, med start av Hus 1 (VVS1, 2020). Figur 6 visar hur projektets ingående byggnader är placerade och hur de ligger i relation till omgivningen samt hur länk- och påbyggnaderna planeras. Den befintliga byggnadens förutsättningar i Hus 1 och påbyggnaden beskrivs kortfattat och konkret i Tabell 3.



Figur 6 - Sten Stures Kröningar, projektförklaring kring uppdelningen av huskroppar.

Tabell 3 – Sten Stures Kröningar, information om den befintliga byggnaden och påbyggnaden.

	Befintlig byggnad	Påbyggnad
Byggnadsstruktur	10 våningar, varav 1 under mark och 1 indragen takvåning. (Göteborgs Stad, 2017)	Översta våning rivs och ersätts i samband med påbyggnaden. Byggs på med 4 våningar, varav översta våningen indragen. (Göteborgs Stad, 2017)
Stomme	Platsgjutet lamellhus med betongbjälklag som vilar på pelare eller väggar. Stor andel väggar på 6 översta planen. Nedersta 3 våningar är balk-pelarestomme och stabileras enbart av kärnans väggar runt hiss och trappschakt. (Göteborgs Stad, 2017)	Prefabbetong med HDF-bjälklag och en del stålbalkar. Bärande stålpelare i ytterfasad. Nytt hisschakt med platsgjuten betong. Översta, indragna, våningen i trä. (VBK Konsulterande ingenjörer AB, 2013)
Grundläggning & geotekniska förhållanden	Stödpålar på lermark med olika avstånd till berg (fast botten). (K1, 2020)	Förstärkt i grunden med stålrörspålar. (K1,2020) <ul style="list-style-type: none"> ”Vi har en vägg och så slår vi två pålar, en på varje sida väggen och så placerar vi en balk under denna vägg i grunden.” – K1, 2020
System	Små fläktrum på plan 10. <u>Plan 2–3:</u> <ul style="list-style-type: none"> Egna uppvärmningssystem <u>Bostäder, Plan 4–9:</u> <ul style="list-style-type: none"> Frånluftsventilation (VVS1, 2020)	Nya värmestammar läggs i schakt och fasad. Undercentral för vatten och värme placeras i Hus 2. <u>Plan 2–3:</u> <ul style="list-style-type: none"> Befintliga installationer behålls så mycket så möjligt och ansluts till nya stammar <u>Bostäder, Plan 4–9</u> <ul style="list-style-type: none"> Stambyte och totalrenovering Fortsatt frånluftsventilation Förlängda schakt genom påbyggnad till synliga fläktar på tak <u>Påbyggnad plan 10–13:</u> <ul style="list-style-type: none"> FTX-system Luftbehandlingsaggregat placerat på yttertak Kolfilterutfläktar (VVS1, 2020)
Verksamhet	Plan 1. Källarplan Plan 2: Restaurang (Markplan) Plan 3: Kontor Plan 4–9: Bostäder Plan 10: Kontor och Fläktrum (VVS1, 2020)	Fortsatt verksamhet på plan 2–3 under byggtid. Totalrenovering i befintliga bostäder, inga hyresgäster kvar. Plan 1. Källarplan Plan 2: Butik, Restaurang (Markplan) Plan 3: Kontor Plan 4–9: Bostäder Påbyggnadsplan 10–13: Bostäder (VVS1, 2020)
Övrigt	-	-

4.1.2 Konstruktör, "K1"

Utbildning

- Civilingenjör Väg och vatten, inriktning konstruktion
 - *Examen 1988*

Arbetslivserfarenhet

- Husbyggnadskonstruktör, 1989-
 - *Delägare i företag, 2012*
 - *Avdelningschef för 1 av 5 konstruktionsavdelningar på företag*
 - *Arbetat med många olika typ av byggnad (kontor, bostäder, industri. Höga/låga hus)*

Tidigare påbyggnadsprojekt

- Studentboende
 - *Platsgjutet betonghus på berg*

Roll i projektet

Haft en ganska bestämmande roll. Delaktig i alla konstruktionsmoment och har bland annat beräknat och redovisat för:

- Påbyggnad och prefabstomme
- Grundläggning
- Stomförstärkning

4.1.3 VVS-projektör, "VVS1"

Utbildning

- Civilingenjör Maskinteknik, inriktning Energiteknik och installationsteknik
 - *Chalmers tekniska högskola*

Arbetslivserfarenhet

- VVS-projektör, 1998-

Tidigare påbyggnadsprojekt

- Kontorsutbyggnad, ca 10 år sedan
 - *Betongstomme*
 - *Skapa nya fläktrum för hela fastigheten.*
 - *Ansvar för rörprojektering*

Roll i projektet

- VVS-projektör av Ramhandling VVS för påbyggnaden och ombyggnad av befintliga bostäder i Hus 1

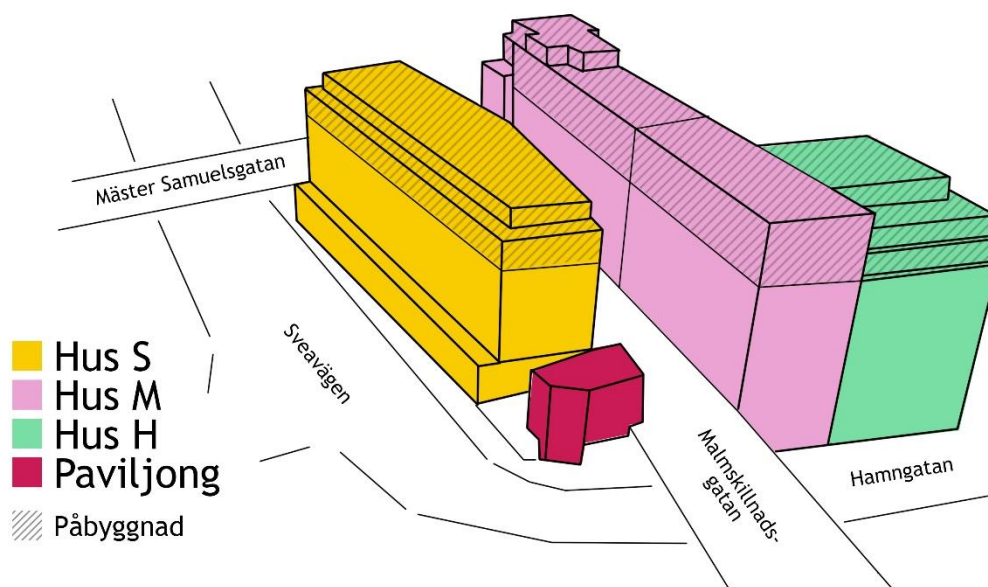
4.2 Sergelhuset, Stockholm

Byggnadsår (befintlig):	1963
Påbyggnadsår:	2017–2020
Fastighetsägare:	Vasakronan
Arkitekt:	Marge
Entreprenadform:	Totalentreprenad i samverkan

Vasakronans projekt Sergelhuset ligger i fastigheten Hästskon 12 i Norrmalm, centrala Stockholm, det vetter mot tre gator – Sveavägen, Malmskillnadsgatan och Hamngatan. Projektet innebär att de tre huskropparna (Hus S, Hus M och Hus H) renoveras totalt och att våningsplan läggs till

4.2.1 Befintlig byggnad och påbyggnad

Detta påbyggnadsprojekt delades upp i flera olika entreprenader eftersom själva huset i sig var uppdelat i olika byggnadsvolymer. En illustration, Figur 7, visar uppdelningen av fastigheten (med planerade om-, till- och påbyggnader), denna klargör hur byggnadskropparna står i relation till varandra och hur de är separerade. Den befintliga byggnadens förutsättningar i Sergelhuset och påbyggnaden beskrivs kortfattat och konkret i Tabell 4.



Figur 7 - Sergelhuset, uppdelning av fastigheten.

Tabell 4 – Sergelhuset, information om den befintliga byggnaden och påbyggnadens.

	Befintlig byggnad	Påbyggnad
Byggnadsstruktur	<p>Tre byggnadsvolymer (S-huset, M-huset och H-huset*) sammanbundna med gemensam anläggning och lastfar i källarplan.</p> <p><u>S-huset:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 12,5 våningar varav 3 i källare <p><u>M-huset:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 14 våningar varav 5 i källare <p>(Stockholms stad, 2016).</p>	<p>Övre våning rivs och ersätts i samband med påbyggnaden.</p> <p><u>S-huset:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Byggs på med tre våningar (från befintligt plan 12), varav den översta görs med indraget fasadliv. <p><u>M-huset:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Byggs på med tre våningar (från befintligt plan 14) och en del av fasadlivet förflyttas utåt (på bostadsdelarna). <p>(Stockholms stad, 2016)</p>
Stomme	<p>Platsgjuten betong</p>	<p>Prefabbetong, HDF, stålpelare och stålbalkar. Undantag översta våning med limträ. (K2)</p> <p>Hela befintliga stommen behålls.</p> <p><u>S-huset:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Nytt fackverk i stål, i fasadlivet mot Sveavägen. (Stockholms stad, 2016) <p><u>M-huset:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Ca. 1,5 m utkragningar med prefabricerade betongplattor, upplagda på stålbalkar och inhängda med dragstag i befintlig stomme. (Tyréns AB, 2020)
Grundläggning & geotekniska förhållanden	<p>Grundplintar på packad fyllning (ås).</p> <p><u>Sluttande marknivå:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Höjdskillnad på ca 4,5 till 6m mellan Sveavägen och Malmskillnadsgatan. (Stockholms stad, 2016) Entréer på flera olika plan. 	<p><u>S-huset:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Förstärkt grundläggning med nya grundläggningspunkter till det nya fackverket. (Stockholms stad, 2016) <p><u>M-huset:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Kringgjutna pelare på bottenplan - ”På bottenvåningen tror jag att det var så att vi kringgjöt pelare för att öka ytan som lasten kom in på, för att dom skulle klara sig.” – K2
System	<p>Fläktar och ventilationsaggregat, placerade på takvåning.</p> <p>Akvifer (energi från grundvattnet) - ”Man hade två hål egentligen i vardera sida utav fastigheten och sen så växlade man beroende på årstiderna.” – (VVS2, 2020)</p>	<p>Installationer rivs ut och ersätts med nya.</p> <p>Energisystemet med akviferen behålls.</p> <p>Fläktrum flyttas ner till källare från fastighetens översta våningar.</p> <p>(VVS2, 2020)</p>

Verksamhet	<p>Huvudsakligen kontorsändamål.</p> <p><u>S-huset:</u> Plan 1–3, Källarplan (Markplan) Plan 4–6, Handel, Kontor, Restauranger (Markplan) Plan 7–11, Kontor Plan 12, Fläktrum och Installationer</p> <p><u>M-huset:</u> Plan 1–5, Källarplan (Markplan) Plan 4–6, Handel, Kontor, Restauranger (Markplan) Plan 6–13, Kontor Plan 14, Fläktrum och Installationer</p> <p>(Stockholms stad, 2016)</p>	<p>Handel och publika lokaler i bebyggelsens bottenvåningar.</p> <p><u>S-huset:</u> Plan 1–3, Källarplan med fläktrum (Markplan) Plan 4–6: Handel, Kontor, Restauranger (Markplan) Plan 7–11: Kontor Påbyggnadsplan 12–14, Kontor</p> <p><u>M-huset:</u> Plan 1–5, Källarplan med fläktrum (Markplan) Plan 4–6, Handel, Restauranger, Kontor (Markplan) Plan 7–13, Kontor, Bostäder Påbyggnadsplan 14–16, Kontor, Hotell, Bostäder</p> <p>(Stockholms stad, 2016)</p>
Övrigt	<p><u>S-huset:</u> Ventilationsschakt från Klaratunneln genom byggnaden.</p>	

*Hanteras ej i denna studie.

4.2.2 Konstruktör, "K2"

Utbildning

- Civilingenjör, Väg och Vatten inriktning Konstruktion
 - *Examen 2004*

Arbetslivserfarenhet

- Konstruktör, 2004–2009
 - *Blandade projekt, radhusområden, träbyggnader, ombyggnader i stan.*
 - *Mycket platsmöten och platsbesök, lärde sig mycket*
- Konstruktör, 2009-
 - *Arbetat nästan uteslutande med ombyggnader av hus (en del broar)*
 - *Avdelningschef*

Tidigare påbyggnadsprojekt

Ja, olika typer

Roll i projektet

- Ansvarig för systemhandlingar för samtliga 3 hus (byggnadsvolymer)
- Bygghandling för hus M (bostads- och hotelldelen)

4.2.3 VVS-projektör, "VVS2"

Utbildning

- 4-årig teknisk med praktik, inriktning Bygg, VVS
 - *Examen 1993*

Arbetslivserfarenhet

Driver egen VVS-firma sedan 1996-

Tidigare påbyggnadsprojekt

Ombyggnad av övre våningar till lägenheter, + 1–2 våningar

Roll i projektet

- Systemhandlingar med flödesscheman för samtliga 3 hus (byggnadsvolymer)
 - Visade systemets struktur och placering av installationer
 - Inte i detalj
- Principritningar
 - Kontorsvåningar
- Planritningar
 - Bland annat stråk i källare med rör och installationer

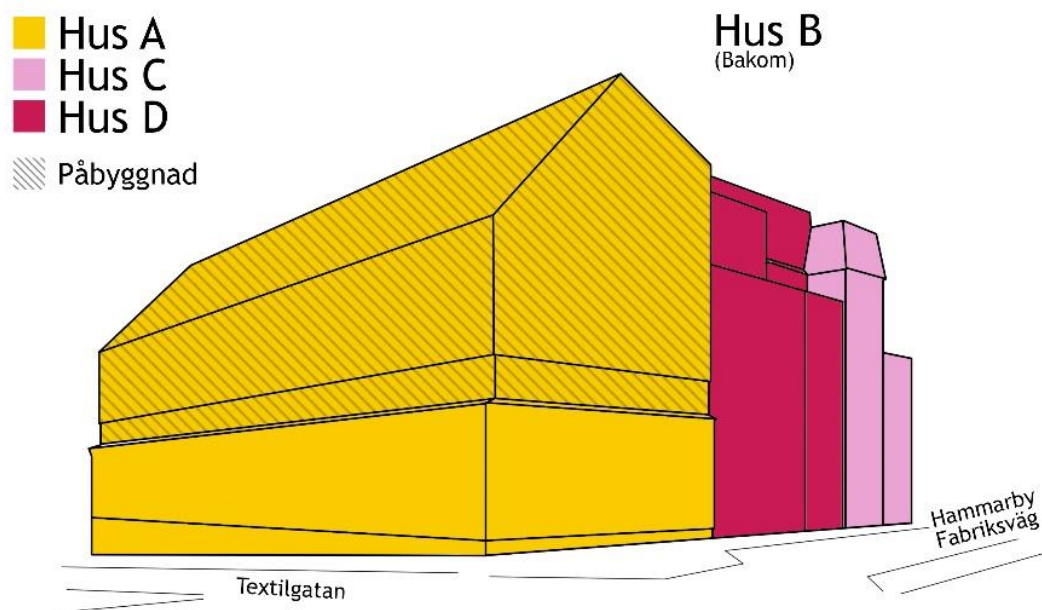
4.3 Trikåfabriken, Stockholm

Byggnadsår, bef.:	1928
Påbyggnadsår:	2014–2019
Fastighetsägare:	Fabege
Arkitekt:	Tengbom
Entreprenadform:	Totalentreprenad i samverkan

Fabeges projekt Trikåfabriken ligger i Hammarby Sjöstad, Stockholm. Detta projekt är genomfört och avslutat. Projektet innebar att samtliga 4 byggnadskropparna (Hus A, Hus B, Hus C och Hus D) i fastigheten Trikåfabriken 9 byggdes om och ytterligare våningsplan tillfördes i varierad omfattning på dessa (Arcona, 2020).

4.3.1 Befintlig byggnad och påbyggnad

Påbyggnaderna som gjordes på fastigheten var i varierad omfattning och i denna rapport kommer endast Hus A betraktas som en påbyggnad, däremot kommer inte påverkningar från de andra byggnadskropparna att försummas. Figur 8 visar uppdelningen av fastigheten (med planerade om-, till och påbyggnader), denna klargör hur byggnadskropparna står i relation till varandra och hur de är anslutna). Den befintliga byggnadens förutsättningar i Trikåfabriken och påbyggnaden beskrivs kortfattat och konkret i Tabell 5.



Figur 8 - Trikåfabriken, uppdelning av fastigheten

Tabell 5 - Trikåfabriken, information om den befintliga byggnaden och påbyggnaden.

	Befintlig byggnad	Påbyggnad
Byggnadsstruktur	<p>Gammal industribyggnad som är uppdelad i olika byggnadskroppar.</p> <p>Har genomgått flera stora om- och tillbyggnader tidigare (Fabège, 2020).</p> <p><u>Hus A:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 5 våningar, varav 2 under mark. <p><u>Hus B* & C*:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 9 våningar, varav 2 under mark. <p><u>Hus D*:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Revs ner till marknivå (grundläggning kvar). 	<p><u>Hus A:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Byggdes på med 5 våningar. <p><u>Hus B* & C*:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Byggdes på med fläktrumsvåning. <p><u>Hus D*:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Byggdes på med 7 våningar (från marknivå). Denna del anses inte vara en påbyggnad i sig. <p>(K3, 2020)</p>
Stomme	<p><u>Hus A:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Tegelstomme (förstärkt med betong) <p><u>Hus B* & C*:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Betongstomme <p><u>Hus D*:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Betongstomme 	<p>Limträ och KL-trä användes till alla på- och nybyggnader.</p> <p><u>Hus A:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Förstärktes med ny stål- och betongstomme under trästommen. <p><u>Hus B* & C*:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Förstärktes med betong <p>(K3, 2020).</p>
Grundläggning & geotekniska förhållanden	<p><i>Ingen information om Hus B-D.</i></p> <p><u>Hus A:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Halva huset på lera. Halva huset på berg. <p>(VVS3a, 2020)</p>	<p><i>Ingen information om Hus B-D.</i></p> <p><u>Hus A:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Pålning där huset stod på lera. <p>(VVS3a, 2020)</p>
System	<p>Gamla fönsterapparater.</p> <p>Ett nyare aggregat i nedre delen.</p> <p>Utdömda installationer (avlopp, ventilation med mera).</p> <p>(VVS3a, 2020) och (VVS3b, 2020)</p>	<p>Befintliga installationer revs ut (det nyare aggregatet med tillhörande ut- och avluftskanaler och intagsdel behövs).</p> <p>Hela byggnaden fick samma lösning.</p> <p><u>FTX-system</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Fullständig VAV (variabelflödesstyrning beroende på personbelastning och temperatur). Inga fläktar placerade i Hus A <ul style="list-style-type: none"> - Aggregat i de andra huskropparna går över med stora kanaler på plan 8 och 9 till Hus A <p><u>Baffelsystem:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Tilluft via kylbafflar <p>(VVS3a, 2020) och (VVS3b, 2020)</p>

Verksamhet	<p>Industrifastighet med hyresgäster verksamma inom olika branscher.</p> <p><u>Hus A:</u> Plan 1–2: Källarplan, Plan (Markplan) Plan 3–5: (Markplan) (Fabege, 2020)</p>	<p>Hela byggnaden blev huvudsakligen kontor, restaurang i bottenplan.</p> <p><u>Hus A:</u> Plan 1–2: Källarplan, Restaurang (Markplan) Plan 3–5: (Markplan) Påbyggnadsplan 6–10: Kontor (Fabege, 2020)</p>
Övrigt		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Genomgående atrium med glastak, centralt i fastigheten. ▪ Sedumtak

*Hanteras ej som en påbyggnad i denna studie.

4.3.2 Konstruktör, "K3"

Utbildning

- Byggingenjör/högskoleingenjör
 - *Examen 2011, Umeå Universitet*

Arbetslivserfarenhet

- Byggnadssnickare
- Konstruktör
 - *Träkonstruktör 5–6 år*
 - *Uppstart av konstruktionsföretag, 2016*
 - *Arbetar i dagsläget enbart med träkonstruktioner*

Tidigare påbyggnadsprojekt

-

Roll i projekt

Involverads tidigt i projektet, bidrog med lösningar och råd.

Ansvar för påbyggnadsstommen gavs i senare skede i projekteringsprocessen.

- Projektera den bärande trästommen, på kort tid.
- Kontrollera K-modell och ritade knutpunkter.

4.3.3 VVS-Projektör, "VVS3a"

Utbildning

- Maskin
 - *Examen 1993, Chalmers tekniska högskola*

Arbetslivserfarenhet

- VVS-projektör, 1993-

Tidigare påbyggnadsprojekt

-

Roll i projekt

Tidigt involverad i projektet och även ansvarig för all VVS i projektet tillsammans med företaget.

- Förstudier
- Programförslag
- Systemhandling

4.3.4 VVS-Projektör, "VVS3b"

Utbildning

- Yrkesskola
- Stockholms tekniska institut
 - *Examen 1980*

Arbetslivserfarenhet

- Konsult, ingenjör, 1980-

Tidigare påbyggnadsprojekt

- Bostadshus i Södertälje, 90-talet

Roll i projekt

Tidigt involverad i projektet och även ansvarig för all VVS i projektet tillsammans med företaget.

- Förstudier
- Programförslag
- Systemhandling

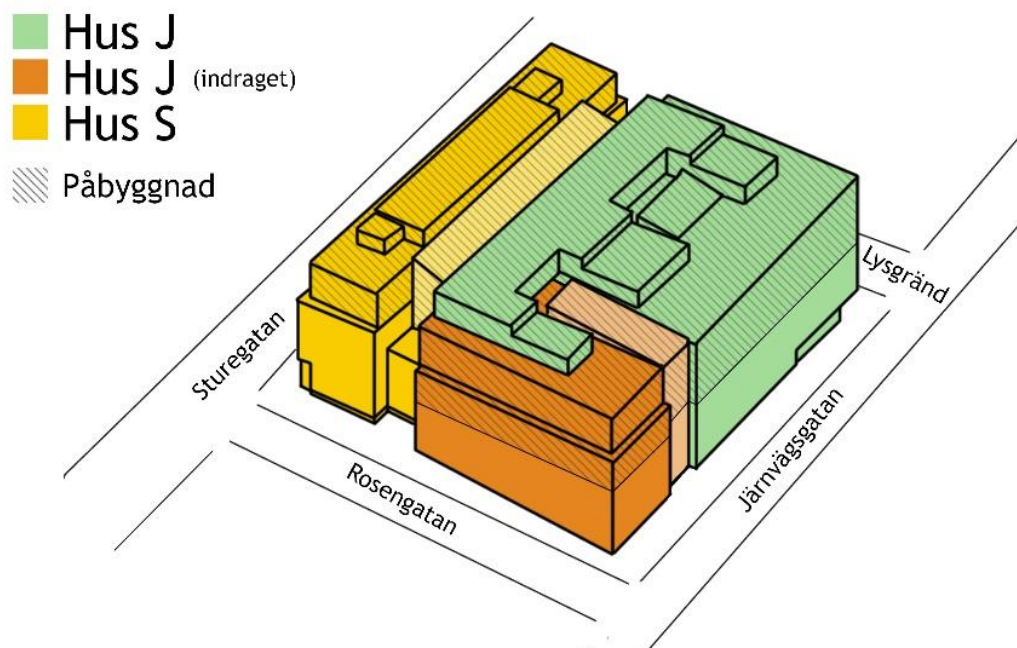
4.4 Kvarteret Orgeln 7, Stockholm

Byggnadsår, bef.:	1964
Påbyggnadsår:	2015–2019
Fastighetsägare:	Fabege Orgelspelet
Arkitekt:	BAU
Entreprenadform:	Totalentreprenad i samverkan

Fabeges projekt Kvarteret Orgeln 7 ligger i Centrala Sundbyberg, Stockholm, med fasader åt Järnväggsgatan, Rosengatan, Lysgränd och Sturegatan. Detta projekt är genomfört och avslutat. Projektet innebar att två huskroppar (Hus J och Hus S) i fastigheten Orgeln 7 byggdes om och ytterligare våningsplan tillfördes på de olika byggnadsvolymerna i varierad omfattning (Stadsledningskontoret Sundbybergs Stad, 2016).

4.4.1 Befintlig byggnad och påbyggnad

Den befintliga byggnaden hade inte genomgått en större renovering på över 50 år, så det var slutkörda och inte tillräckligt bra installationer (K4, 2020). Påbyggnaderna gjordes i två etapper där Hus S gjordes i ett senare skede, detta hände för att det var oklart hur mycket Hus S skulle byggas på eftersom detaljplanen för denna huskropps påbyggnad försenades (VVS4, 2020). Fastigheten, med på- och ombyggnader, är uppdelad som Figur 9 visar. Den befintliga byggnadens förutsättningar i Orgeln 7 och påbyggnaderna beskrivs kortfattat och konkret i Tabell 6.



Figur 9 - Kvarteret Orgeln 7, uppdelning av fastigheten

Tabell 6 - Kvarteret Orgeln 7, information om den befintliga byggnaden och påbyggnaden.

	Befintlig byggnad	Påbyggnad
Byggnadsstruktur	<p>Många små ombyggnader har gjorts på byggnaden (VVS3, 2020).</p> <p>Ovanför källar- och bottenvåningar var huset separerat i två olika byggnadsvolymer.</p> <p><u>J-huset:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 6 våningar varav 2 under mark <p><u>S-huset:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 10 våningar varav 4 under mark Lägre parti närmast Sturegatan, 5 våningar över mark. <p>(Stadsledningskontoret Sundbybergs Stad, 2016)</p>	<p>I samband med påbyggnaderna delades huset in i tre huvudvolymer, separerade av olika fasaduttryck.</p> <p><u>J-huset:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Byggt på med 4 våningar samt en våning för installationer. Två översta våningarna flyttas in vid korsningen Järnvägsgatan/Rosengatan. <p><u>S-huset:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Byggt på med 2 våningar på det högre partiet. <p>(Stadsledningskontoret Sundbybergs Stad, 2016)</p>
Stomme	<p>Platsgjuten betong.</p> <p>Vissa fasadpelare var prefabbetong.</p> <p>(K4, 2020)</p>	<p>Traditionell kontorstomme med stålpelare, stålbalkar och HDF.</p> <p>(K4, 2020)</p>
Grundläggning & geotekniska förhållanden	<p>Huvudsakligen grundlagt med plintar på berg.</p> <p>Mot järnvägssidan är det grundlagt en del på packade massor.</p> <p>(K4, 2020)</p>	<p>Inga förstärkningar nödvändigt.</p> <p>(Stadsledningskontoret Sundbybergs Stad, 2016)</p>
System	<p>Fjärrvärme och fjärrkyla.</p> <p>Fläktrum på båda huskropparnas takplan.</p> <p>Radiatorer, luftburen kyla och kylbafflar (våldigt många ventilationsaggregat).</p> <p>Olika lösningar insatta vid olika tillfällen (på grund av förnyad verksamhet).</p> <p>(VVS4, 2020)</p>	<p>Befintliga installationer revs.</p> <p>Fortsatt fjärrvärme och fjärrkyla.</p> <p>Flexibelt system, för olika typer av hyresgäster.</p> <p><u>J-huset:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Fläktrum kvar på tak. Aktiva VAV-don. <p><u>S-huset:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Fläktrum flyttades ner till källare. VAV-kylbafflar. <p>(VVS4, 2020)</p>
Verksamhet	<p>Varuhus och kontorsytor.</p>	<p><u>Hus J:</u> Plan 1–2: Källarplan Plan 3–6: Kontor, butiker (Markplan) Plan 7–10: Kontor (Påbyggnad) Plan 11: Installationer (Påbyggnad)</p> <p><u>Hus S:</u> Plan 1–2: Källarplan Plan 3–10: Kontor (Markplan) Plan 11–12: Kontor (Påbyggnad)</p> <p>(Fabege, 2017)</p>
Övrigt	-	<p>Ljuscourter och atrium.</p> <p>Sedumtak.</p>

4.4.2 Konstruktör, "K4"

Utbildning

- Civilingenjör, väg och vatten
 - *Examen 1987*

Arbetslivserfarenhet

- Konstruktör, 1987-
 - *Driver och leder företag med ca. 20 konstruktörer*
 - *Gör allt från större villor till miljardprojekt, mycket kommersiella fastigheter*

Tidigare påbyggnadsprojekt

Ganska många olika om- och påbyggnader.

Roll i projektet

Kom in i ett tidigt skede när Fabege beslutade att göra någonting med fastigheten.

- Rivningshandlingar
- Programförslag
- Systemhandlingar
- Alla handlingar på nya stommen

4.4.3 VVS-projektör, "VVS4"

Utbildning

- 4-årig teknisk, inriktning VVS

Arbetslivserfarenhet

- VVS- och Konstruktionsföretag, sedan ~1985
 - *Ägare 2000–2016*
 - *VVS-projektör*

Tidigare påbyggnadsprojekt

Både utförd påbyggnad och planerat för att kunna göra framtida påbyggnader.

- *Kontor*

Roll i projektet

Kom in tidigt direkt när det beslutades att det skulle göras någonting med huset. Jobbade bland annat med luftbehandling, rörinstallationer, styrda övervakningsinstallationer.

- Inventering av befintligt system
- Rivningshandlingar
- Programförslag
- Systemhandlingar, energiberäkningar
- Bygghandlingar, energiberäkningar
- Utförandehandlingar

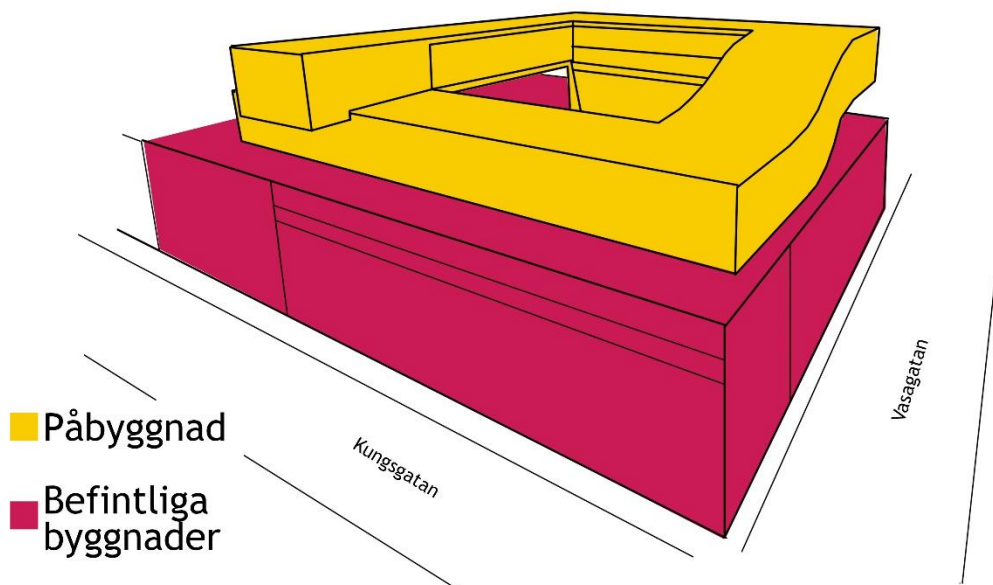
4.5 Glitne, Umeå

Byggnadsår, bef.:	60-
Påbyggnadsår:	2017–2019
Fastighetsägare:	Balticgruppen
Arkitekt:	Link + BIG
Entreprenadform:	Totalentreprenad i samverkan

Balticgruppens projekt Glitne ligger i korsningen Vasagatan/Kungsgatan som är en del av kvarteret Forsete, centrala Umeå. Detta projekt är genomfört och avslutat. Glitne kompletterade även fastighetens redan tidigare påbyggda radhus som var byggt i korsningen Rådhusplanaden/Kungsgatan (Balticgruppen, 2020). Projektet innebar att en komplext utformad påbyggnad med kvadratisk fotavtryck skulle byggas över sex befintliga huskroppar (Sigma Civil, 2020).

4.5.1 Befintlig byggnad och påbyggnad

De befintliga byggnaderna är av olika karaktär med olika stomme, påbyggnaden är i trä. Fastigheten, med projektets påbyggnad är indelad som Figur 10 visar. De befintliga byggnadernas förutsättningar i kvarteret Forsete och påbyggnaden beskrivs kortfattat och konkret i Tabell 7.



Figur 10 - Glitne, uppdelning av fastigheten.

Tabell 7 - Glitne, information om den befintliga byggnaden och påbyggnaden.

	Befintlig byggnad	Påbyggnad
Byggnadsstruktur	Befintlig byggnad var uppdelad i sex olika huskroppar med taknivå 25 meter över mark. (Sigma Civil, 2020)	Byggs på med upp till 4 våningar. Delades i två separata byggnader (ej märk-bar delning), sammankopplade med dilationsfog/rörelsefog. (K5, 2020)
Stomme	Samtliga sex byggnadskroppar hade olika typer av stommar och förutsättningar. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Prefabbetong ▪ Platsgjutet ▪ Hattbalkstål med håldäck ▪ Lite tegel Förstärkning på en del befintliga pelare hade gjorts i samband med den tidigare påbyggnaden på fastigheten, så det var delvis förberett för denna påbyggnad. (K5, 2020)	Stålförstärkt KL-träkonstruktion. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Stålbalksystem (avväxlingsbalkar) mellan befintligt tak och träpåbyggnaden <ul style="list-style-type: none"> - <i>"Alltså det är ju egentligen radhus som är byggt på tak med en torpargrund..."</i> – (VVS5, 2020) ▪ Stålbalkar och stålpelare har använts vid förstärkning av vissa utkragande partier. (K5, 2020)
Grundläggning & geotekniska förhållanden	Samma grundförutsättningar, men en del av fastigheten är pålat, en annan är opålad. (K5, 2020)	-
System	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fjärrvärme ▪ Centraliserad ventilation (VVS5, 2020)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fjärrvärme ▪ Enskilda lägenhetsaggregat <ul style="list-style-type: none"> - <i>Mekanisk till- och frånluft</i> (VVS5, 2020)
Verksamhet	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kontor ▪ Handel ▪ Bostäder 	Bostäder i olika storlekar, från 1:or till 4:or.
Övrigt		Stor innergård Sedumtak

4.5.2 Konstruktör, "K5"

Utbildning

- Civilingenjör Arkitektur
 - *Kandidatexamen 2008/2009, Luleå tekniska universitet.*
 - *Praktikplats på konstruktionsfirma, 2009.*
 - *Civilingenjörsexamen inom arkitektur, fokus på beräkning, 2015, Luleå tekniska universitet.*

Arbetslivserfarenhet

- Konstruktionsfirma, 2009.
 - *Jobbade mycket mot prefab.*
- Delaktig i bildande av Tyréns konstruktionsavdelning i Umeå, 2010.
- Startade upp Sigma Civil, Umeå, 2014.
 - *Avdelningschef för 13 konstruktörer.*
 - *Idag över 150 anställda runt om i landet.*

Tidigare påbyggnadsprojekt

- Lite involverad i stadsradhus som påbyggnader.
- Mindre projekt efter Glitne-projektet.

Roll i projektet

Var med i tidigt skede.

- Huvudkonstruktör
- Ansvarig konstruktör för stomentreprenaden

4.5.3 VVS-projektör, "VVS5"

Utbildning

- Civilingenjör Maskin, inriktning konstruktion
 - *Examen 1991*

Arbetslivserfarenhet

- Konsult inom VVS, 1992-
 - *Delägare i VVS-konsultföretag, 2007-*
 - *Alla typer av projekt, huvuddel i kommersiella- och industrilokaler*

Tidigare påbyggnadsprojekt

- Kvarteret Forsete
 - *Stadsradhus, 2 våningar på tak*

Roll i projektet

Kom in i ett tidigt skede och har varit inkopplade på VVS-biten med bland annat rör, ventilation och även sprinkler.

- Systemhandlingskede
- Detaljprojektering
- Under byggtid fram till slut

5 Resultat och Analys

I detta avsnitt presenteras uppfattning och analys av empiriska data för analysmetodens två sista steg:

”Fallspecifik analys” och ”Fallöverskridande analys”.

Data (sammanfattade intervjuer) återfinns i Bilagor 2–6.

I den fallspecifika analysen besvaras frågeställningen:

- *Vad anser konstruktörer och VVS-projektörer som utmanande under projekteringen av en påbyggnad?*

I den fallöverskridande analysen presenteras projekteringsutmaningarna mer överskådligt där det även undersöks om mönster mellan fallens projekteringsutmaningar finns och vad de kan innebära. Därtill besvaras de två resterande frågeställningarna:

- *Hur skiljer sig projekteringsutmaningarna som uppstår i påbyggnadsprojekt mot sådana som kan uppkomma i övriga byggprojekt?*
- *Finns det samband mellan konstruktörens och VVS-projektörens projekteringsutmaningar i påbyggnadsprojekt?*

5.1 Fallspecifik analys

Data har tolkats och analyserats för samtliga fall, detta ger en förståelse för utmaningarna som studiens intervjuade konstruktörer och VVS-projektörer har ställts inför under projekteringsarbetet av respektive påbyggnadsprojekt.

Datansamlingen gjordes sammanlagt under 10 intervjutillfällen där uttalanden och åsikter från 11 olika intervjupersoner (5 konstruktörer och 6 VVS-projektörer) engagerade i 5 olika projekt samlades in. I Bilaga 2–6 presenteras sammanfattad och/eller oförändrade data från samtliga intervjuer och fall. Analyserade data har kategoriserats separat från fall till fall av forskaren för att motverka generalisering mellan projekten. Uppdelningen resulterade i att respektive projekt i varierad omfattning fick samma, liknande eller olika kategorier i jämförelse med de andra projekten i studien.

Vissa kategorier som analyserades behandlade inte det specifika projektet i fråga, diskussionerna från intervjutillfällena tenderade att riktas generellt till, bland annat, branschen, om påbyggnader och projektgruppsdynamik. Forskaren ansåg att detta kunde minska tydligheten samt öka risken för feltolkningar kring vad intervjupersonerna beskrivit och vad som diskuterats. Varje kategori har därför analyserats med detta i åtanke och de tillhörande sammanfattade punkterna hanterar detta enligt nedanstående symbolbeskrivning. Sammanfattningarna återanvänds i den fallöverskridande analysen, avsnitt 5.2.1.

- ▲ = *Positiva insikter/tankar/åsikter om aktuell kategori, specifikt för aktuellt projekt.*
- ▼ = *Negativa insikter/tankar/åsikter om aktuell kategori, specifikt för aktuellt projekt.*
- ▶ = *Allmänt applicerbart, inte specifikt relaterat till aktuellt projekt.*

Intill samtliga kategorirubriker indikeras det även med färgade symboler vilken eller vilka discipliner som diskuterade kategorin:

- = Konstruktör ("K") ● = VVS-projektör ("VVS")

5.1.1 Sten Stures Kröningar

Intervjun som hölls med K1 resulterade i att det lyftes fram hur denne såg på projektet i sin helhet och vilken utmaning som upplevdes vara central. K1 beskrev att den befintliga byggnaden var så komplex att det därtill även blev utmanande att se möjligheter med påbyggnaden.

Sammanfattade uttalanden från teknik konsulterna (K1 och VVS1) återfinns i Bilaga 2.

” K1

FRÅGA: Jag tänkte om vi skulle gå vidare med vad du såg för utmaningar rent konkret med det här projektet?

”Ja, men det är väl ändå att se möjligheten att bygga på ett sådant här komplext hus med en sådan komplex stomme. Det var en utmaning som vi har kämpat med lite grann här, måste jag ändå säga.”

Befintlig stomme ■

K1 antyder att det var svårt att förstå och räkna på hur den pålagda lasten skulle ta sig ner till grunden, genom byggnadens stomme, utan att använda sig av en FEM-modell. Detta berodde mycket på stommens ostrukturerade uppbyggnad, menar K1. Av tidigare erfarenheter förklarar K1 att de är mer gynnsamt om den befintliga stommen istället är uppbyggd med tätt och strukturerat placerade väggar.

I detta fall var den befintliga stommen ostrukturerat uppbyggd, konstruktören fick då problem med att inse hur och var påbyggnadens ökade laster skulle påverka den befintliga stomkonstruktionen. Detta problem var inte lika omfattande i ett tidigare projekt som K1 arbetat i där stommen var mer strukturerad och mer tätt byggd.

▼ **Ostrukturerat uppbyggd, påbyggnadens påverkningar svåra att förstå och klarlägga.**

Knäckning ■

K1 beskriver att en del svagt armerade och/eller tunna väggar hade kunnat knäckas på grund av påbyggnadens påförda inverkan på vertikallasterna. Knäckningsproblemet kunde inte förutses menar K1, men det var tvunget att åtgärdas.

Konstruktören var tvungen att hantera knäckning på befintliga betongväggar, i detta fall var det uppkomna problemområdet oförutsägbart och nödvändigt att åtgärda.

▼ **Svaga betongväggar riskerade knäckning.**

Mellanskikt ■ ●

K1 förklarar att laster som lades på utkanten av stålkonstruktionen kunde flyttas in i byggnaden, men att detta även resulterade i lyftkrafter längre in på konstruktionen som var tvunget att hanteras. Det extra utrymmet som bildades i detta mellanliggande balksystem skapade däremot bra möjligheter för installationerna att organiseras och anpassas efter påbyggnadens och befintliga byggnadens olika utformningar, menar VVS1. VVS1 belyser också att de kunde anmärka på hur denna stålkonstruktion skulle anpassas för att förenkla installationer.

Konstruktören fick med detta balksystem möjlighet att anpassa var påbyggnadens laster kom ner i den befintliga stommen, dock med konsekvensen att lyftkrafter tillkom. Utrymmena som bildades inom detta balksystem möjliggjorde att installationer och schakt kunde placeras med annorlunda position och struktur mellan

våningsplanen. VVS-projektören kunde därmed, oberoende av den befintliga byggnadens installations- och schaktlayout, anpassa hur befintliga installationer anslöt till påbyggnadens. I detta fall fanns möjlighet för VVS-projektören att påverka balksystemets uppbyggnad i samarbete med konstruktören, detta underlättade projekteringsarbetet.

▲ **Gav underlättade förhållanden då påbyggnadens laster och installationer inte behövde begränsas av befintlig byggnadsstruktur.**

▼ **Bidrog till lyftkrafter.**

Begränsad yta ●

VVS1 antyder att en del schaktlösningar de kom fram till hade förstört för tillgängligheten och att det var de begränsade ytorna i byggnaden som utgjorde en utmanande faktor när lägenheternas VVS-lösningar skulle fås till.

VVS-projektören hade i detta fall otillräckliga ytor att projektera på för att med enkelhet kunna komma fram till lösningar utan att inkräkta på andra discipliners ytor. Denna utmaning med begränsade ytor kan vara en orsak till vad VVS1 uttryckte i föregående kategori "Schakt", att notera är även att detta är ett generellt problem som VVS-projektörer stöter på.

▼ **Installationernas tillsatta ytor var för stramt begränsade, svårt att inte påverka lägenhetskrav.**

Draglaster ■

K1 förklarar att hela påbyggnaden måste förankras nedåt, eftersom det uppstår draglaster när man bygger på en våning, och att dessa var svåra att hantera och lösa.

I detta fall var det utmanande för konstruktören att lösa huruvida de tillkomna draglasterna skulle hanteras.

▼ **Motverkande förankringar till uppkomna draglaster var svårlösliga.**

Trä ■

Fördelen som K1 anser finns med träbyggnader är att de är lättare vilket minskar effekter och åtgärder på den befintliga konstruktionen. Trä har dock problematik att klara av ljudkrav, någon extra tunghet krävs därför, menar K1.

► **Lätt material som minskar åtgärder på befintlig byggnad men kräver mer för att uppfylla ljudkrav.**

Schakt ■ ●

En konsekvens som K1 beskriver tillkom med påbyggnaden var att hisschakt i den befintliga 60-talsbyggnaden var tvungen att undergå drastiska ändringar för att klara av krav. VVS1 förklarar att det även är problematiskt att hitta nya schaktlägen genom befintliga plan som måste finnas för att förse påbyggnadens installationer. Dessutom antyder VVS1 att det var svårt att få till schaktplaceringar eftersom lägenhetslayouten och dess planlösningar var olika mellan våningsplan samt att det fanns tillgänglighetskrav som inte fick störas.

Påbyggnaden gjorde att den befintliga hisschakten inte kunde brukas, i detta fall var det möjligt för konstruktören att genomföra en omkonstruktion så att kraven uppfylldes. Layouten av våningsplanen och olikheter sinsemellan dessa gjorde att placering av både nya och förändrade schakt genom den befintliga byggnaden var problematiskt för VVS-projektören att lösa. Schakten som diskuterats av intervjupersonerna har olika karaktär och ändamål, däremot har den befintliga schakten i bådas avseende varit otillräckliga i samband

med att påbyggnadens krav och måsten tillfördes. Konstruktören antydde dock att hisschaktet framkom mer som ett väghinder, medan VVS-projektören uttryckte schaktprojekteringen som ett problem.

- ▼ **Befintliga schakt var otillräckliga och krävde åtgärder.**
- ▼ **Problematiskt för VVS att projektera och hitta lägen för genomgående schakt.**

Projektering av undercentral ●

Undercentralen för Hus 1 var planerad ligga i Hus 2 och detta skapade komplikationer i projekteringsarbetet, menar VVS1, som även påpekar att det inte var aktuellt i närtid eller i detta projekt att hålla till i Hus 2. VVS1 bekräftar däremot att det hela tiden fanns en plan för installationerna men att det är en process att få igenom lösningen.

Att ha undercentralen placerad i en utanpåliggande, dock sammankopplad, byggnad utgav sig i detta fall öka komplexiteten i projekteringsarbetet för VVS-projektören. Att VVS-projektören i detta läge har en plan för hur berörda system skall anläggas i samband med annan byggnad kan vara fördelaktigt för projektets fortskridning. Men eftersom projekteringsarbetet för Hus 2 inte riktigt blivit påbörjat kan det finnas risk för att konstruktören stöter på ännu oupptäckta problem i den anslutande byggnaden som i sin tur skulle kunna påverka VVS-lösningen.

- ▼ **Komplicerades när undercentralen placerades i en intilliggande byggnad, eventuella framtida konstruktionstekniska problem kan spela en betydande roll.**

Lasthantering ■

K1 menar att det är problematiskt med påbyggnader i sig att hantera lasterna som påförs. Att flytta in laster istället för att hålla dem i yttre fasad bidrog till att dessa kunde hanteras lättare och bättre, det motverkade även att kanten spjälkar ut, menar K1. Men i detta fall blev konstruktionslösningen på nedre planen mer komplex, påstår K1, detta på grund av att väggar placerades över pelarsystem på de nedre våningarna. Det bildades då problem med höga koncentrerade laster där väggar och pelare möts, förklarar K1.

Detta problemområde med att lösa hur lasterna skulle hanteras är av forskarens bedömning, utifrån intervjutillfälle och framkallat material, det mest utmanade som K1 upplevde med påbyggnaden i detta fall. Påbyggnadens tillkomna last i kombination med lösningen att ha bärande pelarsystem under våningsplan med bärande väggar ledde i detta fall till svårhanterliga lastsituationer för konstruktören. Placering av pelare på yttre fasadväggar skulle i detta fall också varit problematiskt att lösa, därför flyttades lasten med fördel in.

- ▼ **Befintlig stomlösning med pelare under väggar resulterade i svårhanterliga och höga koncentrerade laster.**

Grundförstärkningar ■

K1 beskriver att påförstärkningar i grunden riskerade att komma i konflikt med- och även inbringa negativa konsekvenser på källarplanets golvyta, det bekräftades också ha inträffat. Vidare antyder K1 att just grundförstärkning är ett problemområde som ofta förekommer i påbyggnadsprojekt.

I detta fall var det problematiskt för konstruktören att förstärka grunden på den befintliga byggnaden utan att göra oönskad åverkan på det berörda källarplanets golvyta. Grundförstärkningar kan vara nödvändiga för att säkerställa att den befintliga byggnaden skall kunna klara av en påbyggnad. Detta skulle kunna innebära att viss yta i grunden behöver tas i anspråk vilket kan leda till att VVS-installationer, befintliga eller nya, tvingas att omdirigeras.

- ▼ **Ofta förekommande problem, inbringade konsekvenser på berörda golvytor.**

Sättningar ■

Sättningsrisken som tillkommer med den ökade lasten från påbyggnaden måste hanteras hela vägen ner till grunden, detta genom att pressa upp och skapa kontakt underifrån, förklarar K1. En sättning skulle kunna resulterat i sprickor i stommen, antyder K1.

Påbyggnadens last genererade i detta fall en ökad risk för sättningar som skulle kunna leda till sprickor i stommen om det inte hanterades av konstruktören.

▼ **Risk för sättningssprickor ökade med påbyggnaden.**

Tidig beräkningsmodell ■

Det beskrivs av K1 att den befintliga strukturen var komplicerad och att det försvårade arbetet med lastberäkningar, detta kunde däremot avhjälpas bra med en FEM-modell. Denna modell som skapades var däremot inte uppbyggd med idé om hur de nya planlösningarna såg ut, K1 menar att dessa bör vara integrerade om man gör en FEM-modell i tidigt skede.

Konstruktören kunde inte med enkelhet inse hur de tillagda lasterna skulle hanteras på grund av stommens komplicerade struktur, i detta fall behövdes en FEM-modell. Lastvägarna kunde med hjälp av denna identifieras och även nya svar uppkom när FEM-modellen analyserades, trots att de övre planens layout bara var antagen av konstruktören.

▲ **Tidig FEM-modell, även utan komplett uppfattning om påbyggnadslayouten, var till hjälp för K.**

Tidigt ritningsunderlag ■

FEM-modellen som K1 skapade för att underlätta beräkningsarbetet blev i samma persons åsikt ett lite onödigt steg att genomföra på grund av att arkitektens planlösningar inte fanns att tillgå vid det tillfället. K1 menar att tillgång till ritningsunderlag från arkitekten hade gjort beräkningarna och bedömningarna i systemhandlingskedet ännu mer givande och exakta.

Konstruktören fick i detta fall fram oexakta data om påbyggnaden för att arkitekten inte tillhandahållit med ritningshandlingar eller skiss på layouten. I kategorin "Lasthantering" beskrivs det mer om hur FEM-modellen hjälpte till i projekteringen. Om konstruktören haft tillgång till tidiga skisser på planlösning hade möjligtvis en mer svarande och förklarande modell använts för beräkningarna, denna skulle i sin tur även kunnat reducerat det fortsättande projekteringsarbetet.

▼ **Avsaknad av ritningsunderlag i ett tidigt skede bidrog till att konstruktionstekniska frågor klargjordes med förhållandevis ineffektiva resultat.**

Arkitektens kunskap ■ ●

VVS1 anser att planlösningarna som arkitekterna presenterade först inte möjliggjorde vissa schakt och installationslösningar. Att få arkitekterna att förstå, huruvida schakt och installationer fungerar och inte, har varit en utmaning för VVS1 som även anser att denna förståelse är en brist hos arkitekterna, i alla projekt. I ett annat fall än detta hade arkitekten lämnat in bygglovsansökan med icke fungerande VVS-lösningar, berättar VVS1.

Arkitektens bristande kunskap om VVS resulterade i detta fall till att VVS-projektören hade svårigheter med att projektera schakt och installationer. Vid intervju tillfället noterades det att denna typ av brottnings med arkitekter är något som VVS1 har varit med om flertalet andra gånger. Arkitekternas lösningar bidrog i detta fall till att VVS-projektörens projekteringsarbete blev ineffektivt eftersom resurser istället behövde läggas på bland annat diskussioner om ej hanterbara VVS-förhållanden.

▼ *Projekteringsförhållanden som sattes av arkitekten var inte motiverade med tillräcklig kunskap om VVS.*

Inblandade aktörers förståelse ●

Svårigheterna att förstå bland projektets inblandade, hur nya VVS-installationer påverkade den befintliga byggnaden och vad dessa var tvungna att ta i anspråk, gjorde att installationer var tvungna att anpassas, förklarar VVS1. VVS1 antyder att det var en utmaning i sig att få alla parter att förstå hur omfattande påbyggnadens inverkan var.

Det var utmanande för VVS-projektören att få projektgruppen att förstå vilka VVS-anknutna åtgärder och arbeten som måste göras genomgående i den befintliga byggnaden på grund av påbyggnaden. Kunskaper om VVS i projektgruppen var även bristande på arkitektens sida, som nämnt inom kategorin "Arkitektens kunskap och underlag". Likväl till denna diskussionspunkt så uppfattades det under intervjuutfallet att detta, förklarande moment om installationernas påverkan, var en onödigt stor utmaning för VVS1.

▼ *Otillräckliga VVS-kunskaper hos projektets inblandade (generellt sett) för att med enkelhet delge en förståelse om nödvändiga åtgärder.*

Kvarsittande hyresgäster ●

Att det var fortsatt verksamhet i den befintliga byggnaden (på nedersta våningarna) gjorde att arbetet blev dyrare och mer komplicerat, menar VVS1. Kvarsittande hyresgäster är något VVS1 inte rekommenderar skall finnas i ett påbyggnadsprojekt då lösningar måste anpassas för att påverka dessa så lite så möjligt och att dem alltid framkallar utmaningar. VVS1 förklarar även att det blev komplicerat att dra nya stammar och sammankoppla dessa med befintliga under tiden systemet var i drift på grund av hyresgästernas provisorier.

Hyresgäster som satt kvar i den befintliga byggnaden under tiden påbyggnaden konstruerades bidrog till att VVS-projektören fick lösa installationer och schaktdragningar med särskild problematik. Det innebar i detta fall också svårigheter vid installation av nya stammar eftersom hänsyn till hyresgästernas miljö och provisoriska lösningar var tvungna att tillgodoses. Även fast det bara var påbyggnadens system och åtgärder i de befintliga lägenheterna som projekterades så försvårades och komplicerades arbetet på grund av de kvarsittande hyresgästerna (vilka endast huserade i de nedersta våningarna). VVS1 sade även att det alltid uppstår utmaningar när befintliga hyresgäster sitter kvar, om detta menas med påbyggnader eller bara generellt för byggnader är oklart. Men, då VVS1 endast varit delaktig i ett annat påbyggnadsprojekt tidigare så antas det senare alternativet vara vad som menas.

▼ *Komplicerade nödvändiga stamarbeten och utgjorde en särskild utmaning i projekteringen.*

Verksamhetstyp ■ ●

K1 förklarar att en betongstommes kapacitet för bostadshus kan vara högre än nödvändigt men att det i kontorshus ofta inte är så, däremot att kontorshus har renare planlösningar.

VVS1 anser att det hade varit enklare att projektera denna påbyggnad om det hade varit kontor istället för bostäder eftersom schakten hade kunnat hanteras lättare.

Detta påbyggnadsprojekt hade varit enklare för VVS-projektören att genomföra med en kontorslösning istället för med bostäder, det hade varit mindre utmanande att lösa schaktplaceringar och installationer.

► *Äldre bostadshus med betongstommar är ofta överdimensionerade.*

► *Kontor har renare planlösning och schaktproblematiken för VVS kan lösas lättare.*

Byggbranschen ■

K1 anser att branschens kunskap om träbyggnationer inte är tillräcklig för att vi skall kunna bygga fler trähus i landet, att det måste byggas mer för att få mer kunskap. Dessutom implicerar K1 att det förmodligen kommer bli mer styrt och påtvingat för branschen att bygga mer i trä med tanke på ekologiska hållbarhetskrav. Både projektering och producering av byggnader görs i många fall, och även i detta, bekvämt för att ha trygghet med kostnader och problematiska områden, menar K1. Denne antyder också att detta tänk genomsyrar byggbranschen och att det inte bidrar till möjligheter att prova sig fram med nya metoder.

Kunskapen om träbyggnader i byggbranschen är idag otillräcklig för att kunna utvecklas och det saknas incitament för byggare att utveckla området. Bekvämligheten och tryggheten som finns med traditionella lösningar är något som tycks sätta en käpp i hjulet för framfarten av träbyggnader.

- **Kunskapsbrist om träkonstruktioner förhindrar utvecklingen av området.**

5.1.2 Sergelhuset

Under intervjuerna med K2 och VVS2 fokuserades mycket av diskussionerna på mellanskiktet och hur genomgående lösningar skulle hanteras mellan befintligt och nytt.

Sammanfattade uttalanden från teknik konsulterna (K2 och VVS2) återfinns i Bilaga 3.

” K2

FRÅGA: Är det några större problem som du vill minnas att du stötte på?

”Ja, alltså anslutningarna mellan nytt och befintligt är ju ett bekymmer.”

” VVS2

”Nej men det här med schakt, det är väl den stora svårigheten, schakter genom huset.”

Befintlig stomme •

Denne anser också att det var utmanande att lösa huruvida projektering av schakt skulle göras i närhet av vissa stomstabiliserande trapphus. VVS2 förklarar att stor hänsyn behövde tas till den befintliga stommens förutsättningar.

I detta fall var det även utmanande att förhålla sig till befintliga stomstabiliserande trapphus och de zoner som bestämts utifrån byggnadens konstruktionstekniska behov. Konstruktionen kring dessa skapade utmanande restriktioner för VVS-projektören, konstruktören skulle möjligtvis kunnat underlättat projekteringen genom en kompromissad lösning disciplinerna sinsemellan.

▼ **Konstruktionen kring stomstabiliserande schakt skapade utmanande restriktioner.**

Befintligt energisystem •

Det befintliga energisystemet med en akvifer försvårade arbetet eftersom dem nya stora installationerna behövde anpassas till detta, menar VVS2.

I detta fall var det en svårighet att implementera nya installationslösningar till det redan befintliga akvifer-energisystemet.

▼ **Nya installationer behövde anpassas.**

Våningshöjder •

VVS2 anser att den befintliga stommen försvårade arbetet på grund av dess låga våningshöjder. Vissa projekteringsförutsättningar som inte kunde förändras, till exempel låga våningshöjder, försvårade projekteringsarbetet för VVS-projektören.

▼ **Låga våningshöjder försvårade projekteringen.**

Mellanskikt ■ •

Att få till en bra sammanfogning av det befintliga, ojämna huset och precisa prefabelement var jättesvårt, menar K2. Även variationer i de befintliga byggnadsdelarna mellan våningsplanen försvårade projekteringsarbetet eftersom det krävdes många noggranna inmätningar och eftertanke. VVS2 påpekar däremot att det inte var

någon utmaning för deras del kring anslutningen mellan befintligt och nytt. K2 tar med sig erfarenheten att alltid projektera med mer toleranser, så att lösningen kan vara mer flexibel.

Den befintliga byggnadens verkliga mått var svåra att återspegla i projekteringen och toleranserna på lösningarna som framtogs var små. Detta gjorde att anslutningen av de prefabricerade betongelementen på den ojämna befintliga stomkonstruktionen i detta fall var ett svårt moment för konstruktören att lösa. K2 framhävde precisionen på elementen, detta kan ha varit en bidragande faktor till varför VVS-projektören inte såg några utmanande moment vid anslutningen. VVS2 nämner nämligen i en senare kategori, "Trä", att de i princip berättar omfattningen på håll de behöver, sedan får konstruktören och arkitekten lösa dessa. Prefabelementens sagda precision i samband med konstruktörens arbete att verkligen få elementen rätt kan därför antas vara en anledning till VVS-projektörens oproblematiske resultat.

▲ **Inga utmaningar för VVS.**

▼ **Precisionsskillnader mellan prefabelementen och den inmätta befintliga konstruktionen, svårt att hantera för K.**

► **Viktigt med toleranser, ger flexibla lösningar.**

Trä ■ ●

K2 beskriver att de först var inne på att projektera påbyggnaden som en träkonstruktion men att beställaren inte riktigt vågade sig på detta eftersom de inte hunnit utvärdera tidigare projekt de gjort med trä. En träpåbyggnad hade inneburit en lättare konstruktion i jämförelse med den traditionella prefablösningen som blev, däremot hade det blivit större dimensioner på byggnadsdelarna och mer takhöjd hade krävts, antyder K2. VVS2 påpekar att det inte är så stor skillnad i projekteringsarbetet för deras del vilket material som påbyggnaden görs i, utan det är mer att det kräver installationsutrymmen och arkitekterna eller konstruktörerna får lösa dem. K2 beskriver också att det var ett misstag att använda prefabelement till utkragningarna.

Beställaren saknade i detta fall erfarenhet och incitament till att välja en trästomme framför en traditionell prefabstomme. För VVS-projektören var det ingen avgörande faktor till det projekterade resultatet att det blev en prefabstomme i betong. Konstruktören upplevde att det, i efterhand, var ett misstag att använda betongelementen i vissa moment, ingen anledning nämndes i dennes uttalanden och inte heller att trä hade varit ett mer fördelaktigt alternativ.

VVS2 upplyser att med en trästomme kan det tillkomma utmaningar, främst att lösa huruvida ventilation och genomföringar skall hanteras genom en trästomme för att klara brandklassning. K2 förklarar att konstruktioner med trä ställs inför utmaningar gällande brand men att dessa inte heller är svåra att åtgärda. Håltagningar och genomföringar måste brandklassas och det är ett något som man måste ta hänsyn till, menar K2.

I detta fall användes inte trä i projektet, men konstruktören har erfarenhet av träbyggnader och bör därför ha viss kunskap om dess funktion och utmaningar.

► **Lättare men mer utrymmeskrävande, i jämförelse med traditionell prefabstomme.**

► **Liknande projekteringsarbete för VVS, i jämförelse med andra konstruktionsmaterial.**

► **Genomföringar och håltagningar i träkonstruktioner kräver särskild hänsyn till brandfrågor.**

Schakt ●

VVS2 förklarar att det behövdes dras mer schakt när fläktrum flyttades ner i källaren och att få igenom dem genom huset är en stor svårighet. VVS2 uttrycker även att det är en stor svårighet att få till schakten genom huset.

Schakt som behövdes på grund av omlokalisering av fläktrum var i detta fall en svårighet att få till genom hela huset. Beskrivet i kategorin "Placering av tekniska utrymmen" framkommer det att schakten krävde totalt sett mer ytor på planen som till nackdel inte heller gick att hyra ut.

- ▼ **Svårt att få till genomgående schakt i hela byggnaden.**

Placering av tekniska utrymmen ●

Förflyttningen av fläktrum innebar att det befintliga systemet behövde göras tvärtom, med större schakt i nederdel med minskande storlek uppåt, beskriver VVS2. Mer schaktyta togs dock i anspråk, det gav konsekvenser genom hela huset som tidigare inte varit en fråga men det skapades däremot en hel uthyrningsbar våning till, menar VVS2.

För VVS-projektören innebar omplaceringen av fläktrum, från befintligt takplan till källarplan, att nya lösningar behövde projekteras där befintliga schakt anpassades för att kunna fungera med den nya ventilationslösningen. Det innebar även att mer schaktyta togs i anspråk genom hela den befintliga betongbyggnaden, något som även skulle kunna öppna upp för konstruktionstekniska frågor. Den tillagda, genomgående, schaktytan tog dels uthyrningsbar yta i anspråk på varje plan, men de bidrog däremot till ett extra plan som gick att hyra ut.

- ▲ **Förflyttning från takplan till källarplan gjorde översta våningen uthyrbar.**
- ▼ **Förflyttning från takplan till källarplan krävde mer schaktytor genom hela byggnaden.**

VVS2 förklarar även att det var en utmaning att hålla den kylda luften kall hela vägen till översta kontorsplanen. Detta på grund av att fläktrummet placerades utom byggnaden, ventilationskanalerna blev långa vilket hinner värma den kylda luften, förklarar VVS2.

Det långa avståndet mellan fläktrum och luftens slutdestination som uppstod efter fläktrumsförflyttningen innebar i detta fall ett utmanande moment för VVS-projektören eftersom luften skulle hållas kyld.

- ▼ **Avstånd mellan fläktrum och slutdestination var lång, svårt att hålla luft kall.**

Tidigt skede ■ ●

K2 anser att det är viktigt att komma in i ett tidigt skede för att kunna ge arkitekten rätt förutsättningar att jobba vidare med så att denne inte fokuserar exklusivt på visionen utan även genomförbarheten. Idag är det ofta att estetiken blir styrande i ett projekt om inte konstruktören kommer in i ett tidigt skede, menar K2. På VVS-sidan beskriver VVS2 att de tidigt bör få tillgång att göra ordentliga bedömningar på de befintliga systemen och hur de nya installationerna går att genomföra, detta lämpar sig särskilt viktigt i påbyggnadsprojekt. Både K2 och VVS2 belyser likväl att det främst är ekonomin i projektet som blir lidande om dem inte involveras i ett tidigt skede för att reda ut, eller upptäcka, eventuella problem som kan uppstå i samband med påbyggnaden.

Strukturella förutsättningar i den befintliga byggnaden kan vara missbedömda av arkitekten när denne projekterar lösningar, detta kan leda till framtida problem för konstruktören och ökade projektkostnader. VVS-projektörens lösningar blir för deras del inte svårare att projektera fram om de inte kommer in i ett tidigt skede, däremot kan eventuella diskussioner och ökade utrymmeskrav ställa till problem för resterande discipliner. Att ge både konstruktören och VVS-projektören möjlighet att tidigt påverka utformningen på påbyggnaden och eventuell ombyggnad av den befintliga byggnaden kan minska risken för oförutsägbara och kostsamma ändringar. Det uttalades inte att detta var ett problem i detta fall, men det är bevisligen en viktig aspekt som uppdragats för både K2 och VVS2.

- **Tidig inblandning av K och VVS kan underlätta projekteringen och förhindra att framtida problem uppstår för alla discipliner.**

Arkitektens utformning ●

VVS2 pekar på att arkitekternas planlösningar kan se annorlunda ut på påbyggnadsplanen jämfört med de befintliga och att dem inte riktigt ser konsekvenserna av denna ändring på layout. Det kan ge besvär för VVS-projekteringen, menar VVS2, som även anser att tidig kommunikation med arkitekten kan motverka dessa.

VVS-projektören ställdes inför en utmaning i projekteringsarbetet då arkitektens utformning på påbyggnadsplan inte var planerad med tillräcklig hänsyn till befintliga byggnads layout.

- ▼ **Påbyggnadsplan planerades inte med tillräcklig hänsyn till befintlig byggnadsutformning.**
- ▶ **Tidig kommunikation kan ge arkitekten striktare ramar, för underlättad VVS-projektering.**

Kommunikation ■ ●

Både K2 och VVS2 uttrycker betydelsen av god kommunikation i projektgruppen och att detta fungerade bra. K2 förklarar att man som grupp alltid försökt få en så bra produkt så möjligt utan att peka på någon disciplin som syndabock. VVS2 menar att bra samarbete i systemhandlingsskedet är viktigt då lösningen som fås i detta tidiga skede även återspeglar slutresultatet. Man ska ha respekt för varandras kunskap och samtidigt våga ta åt sig åsikter från andra discipliner om den egna disciplinens problem, menar K2. VVS2 påpekar att mjuka värden har stor inverkan på projektgruppens dynamik.

Projektgruppen hade i detta projekt ett samarbete som underlättade projekteringsarbetet för både konstruktören och VVS-projektören. Ömsesidig respekt för respektive disciplins kunskap och tankar sågs som en fördel för att hitta lösningar på problem i detta fall.

- ▲ **God gruppdynamik underlättade projekteringsarbetet, återspeglades på resultatet.**

Prefableverantör ■

K2 förklarar att prefableverantörerna var tidspressade och att beställning var tvunget att göra lång tid i förväg, något som krävde ritningshandlingar som inte fanns än. Tiden att göra helt rätt från början fanns inte, menar K2, som även beskriver att granskningen som gjordes på beställningshandlingarna inte var till vidare nytta då elementen redan var tillverkade. K2 anser att prefableverantörernas avsaknad av flexibilitet är besvärligt och att det kan ställa till med problem.

För konstruktören var det i detta fall utmanande att behöva tillgodose prefableverantören med tidiga underlag som inte var genomarbetade. Eftersom även självgranskning av materialet, efter att det skickats in, inte hade någon betydelse var det i princip ett krav att konstruktörens första lösningar var felfria. I detta fall försvårades konstruktörens vidare projektering på grund av prefableverantörens oförmåga att revidera beställningen efter granskning.

- ▼ **Tidigt krav på underlag gjorde att lösningarna inte blev genomarbetade.**
- ▼ **Oflexibla, inga revideringar hanns med.**

Kvarsittande hyresgäster ■

K2 beskriver att kvar sittande hyresgäster ofta gör arbetet besvärligare eftersom speciell omtanke måste ges, lösningar kan behöva anpassas och det är även störande för hyresgästernas del. Det förklaras även att endast stommen blev kvar när de byggde om och förberedde i samband med påbyggnaden så det var inte direkt aktuellt med denna problematik under byggtiden. Däremot beskriver K2 stommen inte gjordes tillgänglig för inmätning och undersökning förrän hyresgästerna flyttat ut, de hade däremot kommit så pass långt med befintliga ritningar att handlingar gjorts.

Konstruktörens projekteringsarbete kunde i detta fall inte genomföras med exakthet från den befintliga byggnadens verkliga mått i ett tidigt skede eftersom hyresgästen omöjliggjorde blottning av stommen. Även fast hyresgästerna flyttade ut innan byggstart så innebär det alltså likväl problematik, projekteringsarbetet var rimligen tvungen att starta innan hyresgästerna lämnade byggnaden.

- ▼ ***Projekteringen startade utan tillgång till verkliga byggnaden, undersökningar och exakta inmätningar kunde inte göras.***
- ***Besvärligt med kvarsittande hyresgäster, för båda parter.***

Yttre element ●

Direkt solinstrålning från stora, dåligt placerade, glaspartier gjorde att det var väldigt utmanande att uppnå de klimatkrav som konferensrummet krävde, förklarar VVS2. Att detta rum låg på översta våningen, menar VVS2 bidrog till ytterligare soluppvärmning, det resulterade i att rummet fick hög förbrukning relativt till husets genomsnitt. VVS2 påpekar dock att detta problem nödvändigtvis inte enbart gäller för påbyggnader, men det var ett problem som uppstod här.

Arkitektens fönstersättning med stora glaspartier på påbyggnadens högsta våning resulterade i hög soluppvärmning, i detta fall fick VVS-projektören svårigheter att klara rummets klimatkrav.

- ▼ ***Soluppvärmning i inglasat rum på övre påbyggnadsvåning.***

Ventilation från underliggande tunnel ●

VVS2 förklarar att Klaratunneln som går under fastigheten påverkade hur byggnadens nya luftintag skulle projekteras eftersom denna krävde ventilation av dålig luft. Det beskrivs av VVS2 att det var en svårighet att få till detta.

Ventilationen av tunneln under fastigheten, som är en hårt belastad trafikled, försvårade projekteringsarbetet för VVS-projektören då hänsyn var tvungen att tas till dess position och utsläpp. Ventilationen skapade ytterligare utmaningar som egentligen inte var en produkt av själva påbyggnaden, men det var tvunget att lösas genomgående med anspråk på schaktytor.

- ▼ ***Försvårade placering av luftintag samt krävde ytor och extra uppmärksamhet från VVS.***

Framtiden med påbyggnader ■

K2 anser att påbyggnader kan orsaka mörker i gaturum men att det även bidrar till att man utnyttjar befintligt bebyggd mark bättre samt förtätar i städer.

- ***Kan mörka gaturum.***
- ***Exploaterar mark bättre och förtätar städer.***

5.1.3 Trikåfabriken

Intervjuerna som hölls med K3 och VVS3a/VVS3b resulterade i att primära utmaningar i respektives projekteringsarbete klarlades. K3 antydde att tidspressen var speciellt utmanande. VVS3a belyste att det fanns många utmaningar men att användning av trä till påbyggnadskonstruktionen var den faktor som försvårade projekteringen mest.

Sammanfattade uttalanden från teknik konsulterna (K3, VVS3a och VVS3b) återfinns i Bilaga 4.



K3

FRÅGA: Just med det här projektet, har det varit några speciella utmaningar som du har stött på?

”Ja, det största var väl tidsaspekten.”



VVS3a

FRÅGA: Vad har ni sett för primära utmaningar med just det här projektet?

”Ja, det är klart att det är fullt med utmaningar, alltså största utmaningen tror jag var just att det var trä som man kompletterade med när man byggde på huset.”

Befintlig stomme ■ ●

VVS3b antyder att konstruktören har det jobbigaste arbetet vid en påbyggnad, speciellt grundförstärkningsarbetet som ser till att alla bjälklag kommer i rätt höjd. Äldre betongstommar (från ca 60-tal) tenderar att vara överdimensionerade, påpekar K3, denne anser även att detta kan vara fördelaktigt vid lättare påbyggnader då det kan krävas mindre förstärkningsåtgärder på befintlig stomme.

Förutsättningarna som den befintliga byggnaden erbjuder för en påbyggnad bör vara överdimensionerade och exakta så att påbyggnadskonstruktionen går ihop rationellt.

Enligt VVS3a krävs det mer eftertanke att projektera en påbyggnad än en nybyggnad eftersom lösningar måste anpassas efter den befintliga konstruktionen och att denna kan vara svår eller till och med omöjlig att ändra på. Noggranna inmätningar på den befintliga konstruktionen är viktigt, belyser K3.

- ▶ **Stora strukturella toleranser på befintlig betongstomme kan vara gynnsamma.**
- ▶ **Noggranna inmätningar kan reducera framtida problematik.**

Mellanskikt ■

K3 beskriver att ojämna och ofördelaktiga förutsättningar i den befintliga byggnaden hanterades inför projekteringen av påbyggnadsstommen i trä, detta för att underlätta både projektering och montage. K3 belyser därtill att det är av stor vikt att få till en horisontell och jämn nivå på den befintliga konstruktionen så att påbyggnadskonstruktionen kan fästas ordentligt och precist.

I detta fall gjordes inmätningar och effektiva förarbeten på befintlig stomme, projekteringen av påbyggnaden kunde därför göras mer precis vilket motverkade önskad problematik för påbyggnadens konstruktion högre upp. Precisionen i projekteringen underlättade även montagearbetet.

- ▲ **Horisontella och jämna förutsättningar på den befintliga konstruktionen underlättade projekteringen.**
- ▶ **Små differenser i anslutningen kan skapa stora konsekvenser högre upp i påbyggnaden.**

Dolda knutpunkter och beslag ■

Beslagen till konstruktionen skulle göras dolda på grund av estetiska skäl, detta påverkade även förbandens funktion och komplexitet, förklarar K3. K3, med bakgrund som snickare, beskriver att montaget av det

projekterade är en viktig aspekt att ta hänsyn till samt att montage av trästommar är fördelaktig ur arbetsmiljösynpunkt, i jämförelse med betong- eller stålkonstruktioner.

Gestaltningsbeslutet om att ha dolda beslag i påbyggnadskonstruktionen innebar i detta projekt att mer kunskap och eftertanke krävdes av konstruktören för att hitta lösningar till mötena. Montagemomentet bör även planeras med respekt för byggarna, men att se det ur ett montagevänligt perspektiv kan vara utmanande för projektörer utan dessa erfarenheter. I detta fall blev knutpunkternas montagevänlighet delvis bestraffade av tidspressen som konstruktören var under, beslut var tvungna att fattas utan vidare undersökning.

- ▼ **Mer krävande att projektera och montera än synliga.**
- ▶ **Under projektering bör hänsyn tas till montagevänlighet.**

Trä ■ ●

Att göra påbyggnader med trä som konstruktionsmaterial ses som ett självklart val, berättar K3. K3 belyser därtill att rätt material skall användas på rätt plats och är även tydlig med utmanande områden som trä medför; knutpunkter, brand och ljud, men att lösningar för dessa problemområden finns. Varför det är ett självklart materialval beskriver K3 främst bero på miljöfördelarna, dessutom medför träets låga egenvikt (i relation till stål och betong) att eventuella stomförstärkningar på befintlig byggnad kan reduceras. Däremot beskriver VVS3a att träets låga egenvikt kan orsaka oönskade vibrationer och stomljud om aggregat placeras på en träkonstruktion. Problematiken som uppstår för VVS-projektören är huruvida placering av aggregat skall göras, det fungerar, om än dyrt och komplicerat, att placera på trästommen men det kommer alltid finnas risk för ljud och vibration, påpekar VVS3b. K3 förklarar att tunghet i konstruktionen genom implementering av betong även motverkar svängningar.

Egenvikten hos trä gör det möjligt för konstruktörer att projektera större påbyggnader utan omfattande förstärkning av befintlig stomme. Fokus och resurser kan därför läggas på påbyggnaden och mindre yta från befintlig byggnad tas i anspråk, kostnader kan därmed både undvikas och dras ned på. Att få acceptabla nivåer på vibrationer och ljudnivåer med en lätt träkonstruktion är dock utmanande för en VVS-projektör. I detta fall kunde fläktrummet placeras utanför träbyggnaden vilket eliminerade problemet i den aktuella byggnaden.

Enligt VVS3a var projektets främsta utmaning att påbyggnaden gjordes i trä då det befintliga huset var en betongbyggnad. Det uppstod problematik just där huskropparna möttes på grund av de olika materialens egenskaper, betongen var styv medan träet var mer rörligt. Skillnaderna som blev materialen emellan berodde på säsong och fukt så träet kunde variera upp till 8cm, problemet återkom i varje läge materialen möttes. Vidare förklarar VVS3a att det hade underlättat om det funnits några fasta byggnadsdelar i betong att fixera installationerna i, detta beskrivs vara en fördel med betong.

En påbyggnad helt i trä konstruerad på en befintlig betongstomme utgjorde i detta fall den största utmaningen för VVS-projektören. Träets rörlighet gjorde att installationsmötena mellan huskropparna i betong blev svårhanterliga. Att implementera fasta byggnadselement i betong till träpåbyggnaden skulle underlättat VVS-projekteringen avsevärt.

- ▼ **Fläktrum behövde placeras utom byggnaden på grund av risken för ljud och vibrationer.**
- ▼ **Huskroppen i trä flyttades relativt till betonghuskroppen, installationer behövde hantera skillnaden.**
- ▶ **Låg egenvikt kan ge konstruktionstekniska fördelar och kräva mindre förstärkningsåtgärder för mer påbyggnadsvolym.**
- ▶ **Låg egenvikt kan kräva att fläktrummet placeras exkluderat från påbyggnaden eller inom påbyggnaden med komplicerade och dyra lösningar.**

Schakt ●

VVS3a förklarar att det är viktigt att få många schakt för att minimera storleken på planernas fördelningskanaler, små kanaler gör beställaren nöjd så tillräckliga schakt är viktigt. Vidare belyser VVS3a att de tyvärr ofta behöver kämpa med att få till schakten, de kan vara inritade i fel förhållanden mellan våningsplan och om det är låg våningshöjd kan det krävas fler som inte funnits inplanerade.

Storlek och antal schakt kan vara utmanande för VVS-projektören att få till i rätt balans för att klara kraven samtidigt som beställarens önskemål infrias. Projekteringen av schakt för en VVS-projektör är beroende av många olika faktorer där allt ska fungera, arkitektens utformning och fastighetsägarens val spelar en stor roll i denna fråga och kan avgöra komplexiteten på VVS-projektörens utformning.

► **Stora men få schaktutrymmen kan skapa dåliga förutsättningar för rationella kanalstorlekar.**

Placering av aggregat ●

VVS3a förklarar att aggregat helst skall ligga på de översta planen men att de även kan placeras i källaren med nackdelen att mer yta för schakt krävs, placeringen kommer därför i konflikt med frågan om hyresmöjligheterna.

Placeringen av aggregaten var i detta fall tydligt bestämd av beställaren att de inte skulle ligga på översta planet då det skulle vara uthyrbart. Förutsättningarna som fanns att lägga det på översta planet var heller inte optimala, som beskrivet i tidigare kategori "Trä" var det inte rationellt att placera fläktrummet på trästommen.

▲ **Översta våningsplan kunde erbjuda efterfrågade uthyrbara ytor istället för fläktrum.**

► **Källarplacerade aggregat kan ta uthyrbar yta i anspråk på alla våningar.**

Tidigt skede ●

VVS3a förklarar att de kom in tidigt i projektet vilket denne även anser vara bra då man kan skapa en bra systemhandling tillsammans med beställaren.

▲ **Tidig förstudie tillsammans med beställare resulterade i en bra systemutformning.**

Arkitektens underlag och erfarenheter ■ ●

K3 anser att arkitekten bidrog med väl utformade handlingar och underlag som underlättade projekteringen samt att granskningarna som förekom mellan parterna var givande.

Arkitektens underlag och deltagande är av stor vikt för att ta fram effektiva och fungerande lösningar i ett påbyggnadsprojekt.

VVS3a menar att dagens arkitekter inte tar tillräcklig hänsyn till funktionalitet i lösningarna och att detta bara resulterar i att ytterligare diskussion krävs mellan disciplinerna för att få saker att fungera. För en VVS-projektör är det viktigt att komma in tidigt i ett projekts skede eftersom arkitekter tenderar att inte allokera tillräckligt mycket nödvändiga ytor för VVS-system eller tänka igenom placering av våtgrupper nämnvärt, beskriver VVS3b. Det kan uppstå senare problematik med sådana områden om VVS-projektören inte introduceras tidigt, därför är det bra att tidigt ta fram en systemutformning. VVS3a förklarar att gestaltningsvalet underlättade projekteringen, industri känslan möjliggjorde att installationer inte behövde täckas över vilket gav mer utrymme att jobba i. Arkitekten beskrevs av VVS3a att inte ha varit en stor påverkande faktor i utformningen av installationer då det var så mycket som skulle klaffa tillsammans.

VVS-projektörens projekteringsarbete underlättas i detta fall på grund av estetiska val gjorda av arkitekten, mer yta att arbeta med gjordes tillgängligt och dragningar kunde göras utan större inspel från arkitekten.

Projekteringsarbetet skulle möjligtvis underlättats för VVS och K om de fick ge input tidigare och arkitekten hade tänkt mer praktisk på lösningarna, men mindre fokus hade förmodligen hamnat på gestaltning från arkitekten.

- ▲ **Bra ritningsunderlag och granskningar för K.**
- ▲ **Gestaltning med synliga installationer underlättade för VVS.**
- ▶ **Tidig inblandning från K och VVS kan skapa utrymme för mer funktionella lösningar.**

Kommunikation ■

K3 anser att tidspressen de hade på sig att projektera trästommen var speciellt utmanande. Den pressade tidsplanen kunde avhjälpas på projektledningsnivå med en arbetsvillig, aktiv projektgrupp som toppstyrdes av en kravställande projektledare, menar även K3. Vidare beskriver K3 att samtliga inblandade i projekteringsarbetet bör träffas på projektplatsen då detta bidrar till en klarare uppfattning om projektets omfattning.

Påbyggnadens trästomme projekterades i detta fall under tidspress, det ansågs vara ett utmanande moment för konstruktören. Tidspressen som konstruktören drabbades av påverkade även resterande discipliner och inblandade i projektgruppen, detta hanterades med välvalda arbetsätt och god kommunikation.

- ▲ **Tidspressen avhjälpes med aktiv kommunikation mellan discipliner och klara direktiv från projektledare.**

Erfarenheter ●

VVS3a hade erfarenhet om systemet som installerades kunde därför få till en bra systemutformning tidigt som de höll sig till. Vidare beskriver VVS3a att en bra utformad systemutformning i ett tidigt skede är viktigt att få till underlättade fortsättande projektering avsevärt. Öppenheten att dela med sig av just misstag till andra inom företaget anser VVS3a vara en viktig del till erfarenhetsåterföring.

I detta fall kunde VVS-projektörerna få till en tidig systemhandling som fungerade bra för projektet, detta gjordes till stor del rätt från början för att de hade erfarenheter från ett projekt med samma sorts system.

- ▲ **Tidigare projektering med liknande systemutformning gav bra grund för detta projekt.**

Verksamhetstyp ■ ●

VVS3a anser att det förmodligen hade blivit ett krångligare om påbyggnaden hade varit bostäder istället för kontor eftersom det förmodligen hade krävts flera separerade aggregat. K3 beskriver däremot att det inte är av betydande roll vilken typ av verksamhet som projekteras, utformningen och stomlösningen i trä kan variera men behöver inte begränsa.

Vilken typ av verksamhet som planeras husera i byggnaden kan påverka strukturen på stomkonstruktion och kan ge svårigheter med aggregat beroende på komplexiteten av verksamhetens luftbehov.

- ▶ **Bostadslösning kan innebära fler aggregat och krångligare projektering för VVS.**

Bygglov ●

I detta fall uppstod det problem vid bygglovsfasen då påbyggnadsförslaget inte gick igenom, VVS3a beskriver att det blev mycket extra arbete och förändringar som resulterade i mindre uthyrningsbar yta för fastighetsägaren. VVS3a förklarar att processen att få igenom bygglov för en påbyggnad kan vara ett hinder för fortskridningen av ett påbyggnadsprojekt.

Att påbyggnadsförslaget nekades gjorde påverkan på de ekonomiska förutsättningarna för projektet och försämrade framtida intäktsmöjligheter för fastighetsägaren. VVS-projektören fick omarbета många redan bestämda lösningar.

- ▼ ***Nekades efter färdigprojekterade lösningar gjorts, påverkade VVS-lösningen och uthyrningsbara ytor negativt.***

Framtiden med påbyggnader ■ ●

Både K3 och VVS3a är tydliga med att en påbyggnad utnyttjar markyta bättre samt att fastighetsägare kan få in mer intäkter och även höja värdet på fastigheten. Påbyggnation är ett bra sätt att förtäta på, anser VVS3a.

Påbyggnader är ett alternativ för fastighetsägare som ämnar att utveckla och öka värdet på sin fastighet, dessa aspekter är en viktig faktor för att skapa projektmöjligheter för konstruktörer och VVS-projektörer.

- ***Påbyggnader kan bidra till ökat värde för fastighetsägaren och hållbar förtätning i staden.***

5.1.4 Kvarteret Orgeln 7

Sammanfattade uttalanden från teknikkonsulterna (K4 och VVS4) återfinns i Bilaga 5.

Befintlig stomstruktur ■

I detta projekt fanns det bra relationshandlingar, men K4 beskriver att man ändå måste riva upp för att se hur den befintliga stommen verkligen ser ut och att det då, i varje påbyggnadsprojekt, dyker upp överraskningar. K4 antyder då att det kan vara svårt att projektera enligt dagens ambition att projektera först, bygga sen. Att inte veta alla geometriska förutsättningar har försvårat montage i detta fall då man måste veta vilka kritiska och föränderliga toleranser som finns att ändra på.

Trots bra relationshandlingar har konstruktören haft svårigheter med att få till en lättarbetad konstruktionsritning. Att projektera upp påbyggnaden innan rivning gjordes, så att tillgång till mer precisa förutsättningar blottades, resulterade i problem längre fram i projektskedet. Det var viktigt för konstruktören att i detta fall veta vilka, och framförallt ha, toleranser som tillät ändringar i projekterade lösningar.

- ▲ **Projektering enbart från relationshandlingar gav bra uppfattning om befintlig stomme.**
- ▼ **Stommens verkliga förutsättningar var oklara, resulterade i att oförutsägbara och mindre gynnsamma stomförhållanden upptäcktes vid upprivning.**
- ▶ **Viktigt att ha toleranser samt veta vad som är kritiskt.**

Våningshöjder ■ ●

K4 beskriver att det ofta är för låga våningshöjder på äldre byggnader och att dom då nästan alltid rivs. Denna byggnad var däremot en gammal industrifastighet med högre våningshöjder men K4 förklarar även att den också rivits om förutsättningarna var fel. VVS4 anser däremot att våningshöjderna var för låga ändock i vissa delar av byggnaden vilket medförde svårigheter och påtvingade anpassningar utefter förutsättningarna. Vidare förklarar VVS4 att låga våningshöjder är en orsak till att moderna kontorslösningar blir svåruppfylla och att just våningshöjder är ett hinder i VVS-projekteringen. VVS4 beskriver även att takhöjdsändringar är enklare att få igenom vid en nybyggnad.

Byggnader rivs ofta på grund av fel förutsättningar, för låga våningshöjder. Denna byggnad ansågs ha goda förutsättningar med våningshöjderna, men för VVS-projektören uppstod det ändå problem till följd av höjderna. VVS-projektören fick inte projektera fritt och var tvungen att göra val som kanske hade sett annorlunda ut vid en nybyggnation. Vid nybyggnation kan våningshöjderna och andra lösningar anpassas efter VVS-projektörens krav lite mer, i en befintlig byggnad blir dem istället dirigerade av byggnadens utformning. För konstruktören tycks inte låga våningshöjder innebära några nämnvärda utmaningar, det som nämnts av K4 relaterar mer till att det måste vara rätt förutsättning för arkitektens område.

- ▼ **För låga, VVS-lösningar blev lidande och svårare att projektera fram.**
- ▶ **Kontorslösningar kan bli svåra att uppfylla vid låga våningshöjder.**

Påbyggnadskonstruktion ■

Det behövs mycket mer precisa förutsättningar om prefabricerade element, speciellt moduler, är inblandade i påbyggnaden och att det är svårt att få andra inblandade att inse problemet, menar K4. K4 beskriver även att dom hade stor påverkan på vilken typ av konstruktion och material som valdes till detta projekt men att det landar hos byggherren att besluta.

Påbyggnader med fabricerade element tycks kräva noggranna förutsättningar för att projekteringen skall gå smidigt, som nämdes i tidigare kategori "Befintlig stomstruktur" så var just limiterad åtkomst till byggnadens

verkliga förutsättningar en faktor som försvårade arbetet längre fram i byggprocessen. Konsekvenser som då kan uppstå kan vara svårt för konstruktören att vidarebefordra till övriga i projektgruppen så att de förstås. Konstruktören hade möjlighet att förespråka en påbyggnadskonstruktion som främst ämnade att klara kravspecifikationen, med detta skulle även en innovativ och utvecklande konstruktion kunna förespråkas.

▲ *Val av påbyggnadskonstruktion kan påverkas av K, möjlighet att utmana standardlösningar.*

▼ *Noggranna förutsättningar krävs vid påbyggnad av prefabricerade element.*

Trä ■ ●

Att bygga med trä är något som K4 har gjort förut som menar att de bästa stommarna fortfarande är i stål eller betong och de största argumenten att välja trähus är miljömässiga sådana. K4 anser att det inte är lika bekvämt att arbeta med trä jämfört med stål eller betong eftersom det är bättre på att klara av krav på bland annat statik, livslängd, fukt och ljud. Trä är ett svagare och även levande material som kan vara jobbigt att hantera, beskriver K2.

Det kan vara mer bekvämt för konstruktörer att projektera i stål eller betong jämfört med trä, detta på grund av att materialegenskaperna som trä har.

► *Miljövänligare men obekvämare att arbeta med, jämfört med betong och stål.*

VVS4 förklarar att en trästomme hade medfört att fläktrum inte hade kunnat placeras på taket som de gjordes nu på grund av ljudskäl. En trästomme skulle även ha försvårat installationsprojekteringen då det ofta tillkommer fler tjocka balkar till konstruktion menar VVS4.

VVS-projektörens arbete hade försvårats och blivit mer komplicerat om en trästomme hade valts, detta på grund av konstruktionens oförmåga att hantera ljud och mindre utrymmen för installationer.

► *Installationer kan ej projekteras med enkelhet på grund av minskade utrymmen och bristande ljudhanteringsförmåga.*

Fläkt- och teknikrumsplacering ●

VVS4 förklarar att fläktrummet var tvunget att placeras i källaren på Hus S eftersom det var oklart hur mycket som skulle byggas på. Att placera fläkt- och teknikrum längre ner i byggnaden ger även fördelaktiga möjligheter om man vill bygga på i framtiden menar VVS4, samtidigt skall då även schakt och fläktaggregat planeras för ändamålet. Uthyrningsbara ytor minskar för fastighetsägaren eftersom schaktstorleken ökar, men VVS4 anser att det fås igen i och med att takvåningarna blir uthyrningsbara.

Oklarheter kring påbyggnadens omfattning i Hus S ledde till att fläkt- och teknikrum planerades in längre ner i byggnaden. Detta medförde att VVS-projektören fick möjlighet att projektera schakt och rördragningar enklare med mer flexibilitet utefter påbyggnadsprojektets förändringar. Fläkt- och teknikrummets källarplacering innebar däremot att mer schaktyta behövdes, denna krävdes från uthyrbar yta i befintliga plan. Eftersom fläkt- och teknikrummen inte längre fanns på översta planet kan det även bidra till att konstruktörens förutsättningar förenklades, bland annat bör vibrationer och ljud minskat.

▲ *Placering i källarplan möjliggjorde att påbyggnadens omfattning under projekttiden kunde vara flexibel.*

▲ *Placering i källarplan gjorde översta våningen uthyrbar.*

▼ *Placering i källarplan krävde mer schaktytor genom hela byggnaden.*

Installationer ●

Det moderna systemet som installerades i byggnaden var flexibelt för att klara av olika typer av hyresgäster, förklarar VVS4. Dessutom kunde detta hus nästan projekteras som en nybyggnad eftersom alla installationer ersattes med nya, VVS4 beskriver att detta är vanligt förekommande på sådana gamla byggnader. VVS4 påpekar att den färdiga byggnadens verkliga förbrukning var likvärdig en ny byggnads.

När alla gamla installationer utdömdes framlades en möjlighet för VVS-projektören att hantera den befintliga byggnaden och påbyggnaden som en enhet, likt en nybyggnad.

▲ **Kunde projekteras enhetligt i hela byggnaden på grund av avsaknaden av befintliga installationer.**

Befintliga ritningar ■ ●

K4 tyckte att de befintliga relationshandlingarna var till stor hjälp i projekteringen, men att det oavsett behövs platsbesök för att se hur det ser ut. För VVS4 var befintliga handlingarna inte till stor hjälp.

I detta fall utnyttjade konstruktören befintliga ritningshandlingar för att underlätta och effektivisera projekteringsarbetet. Om dessa inte hade funnits att tillgå skulle det eventuellt kunnat leda till en mer omfattande och krävande analys- och beräkningsprocessen för konstruktören. VVS-projektören ställdes i detta fall framför en tom stomme eftersom allt befintligt skulle rivas.

▲ **Stor hjälp för K, underlag för fundamental beräkningsanalys.**

Nytt ritningsunderlag ●

VVS4 menar att de nyproducerade ritningshandlingarna i 3D de fick till projekteringen inte stämde överens med verkligheten och att det i sin tur ledde till problematik vid montaget.

Den äldre byggnadens ovissa geometri gjorde att VVS-projektören arbetade med oprecisa ritningshandlingar som de fått av annan disciplin (oklart vilken). VVS-projekteringen blev problematisk att genomföra med relation och exakthet till verklighetens mått.

▼ **Oprecisa i relation till verkliga mått, ledde till försvårat montage.**

Kvarsittande hyresgäster ●

VVS4 beskriver att det i detta fall inte hade fungerat med fortsatt verksamhet i byggnaden, samt att det oftast inte fungerar bra.

Att ha kvarsittande hyresgäster under byggnation slutar oftast inte bra, de utgör ett extra moment för projektören att ta hänsyn till, det skulle inte fungerat i detta fall.

► **Fungerar oftast inte bra.**

Verksamhetstyp ■ ●

I detta fall hade en bostadsutformning varit svår att få till eftersom det krävs fler vertikala stammar och att detta hade varit extra svårt i det stora fyrkantiga hus J, förklarar VVS4.

Husets geometriska förutsättningar (form och storlek) och bostadskrav innebar att bostäder skulle varit mer utmanande att genomföra jämfört med en kontorslösning. Detta anses även vara generellt applicerbart i större byggnader.

- ▶ **Bostadslösning i byggnader med stort fotavtryck kan vara svåra att få till.**

Yttre element ■ ●

Den befintliga stommen måste ibland göras åtkomlig för att projekteringen skall kunna fortskrida, beskriver K4. När detta görs blottas den för de yttre elementen vilket är en nackdel, hyresgäster måste hanteras och det blir oftast svårt att bo kvar där, förklarar K4 vidare.

Blotning av befintlig stomkonstruktion kan vara ett nödvändigt moment för att påbyggnaden skall kunna genomföras och projekteras med enkelhet och det kan innebära att det öppnas upp för nya problem som kan komma med regn och rusk. Att ha kvarsittande hyresgäster kan göra det problematiskt att genomföra denna åtgärd på ett sätt som inte tvingar ut hyresgästerna, i detta fall var dock dessa frågor ej aktuella. Det framgick däremot inte tydligt vid intervju tillfället om detta var ett problem som specifikt uppstått i detta projekt.

- ▼ **Stomkonstruktionen kan behöva blottas för och utsättas av yttre element då den görs åtkomlig.**

VVS4 förklarar att i detta fall var det problem i den befintliga källaren med högt vattentryck på källarfasaden och att det främst är sådana saker som beror på äldre byggnadsteknik eller tid som kan ställa till problem.

Problem som uppstått under den befintliga byggnadens livstid, i detta fall högt vattentryck mot fasad, togs om hand i detta påbyggnadsprojekt. Detta problem anses inte vara relaterat till påbyggnaden och dess påverkan även fast det uppstod i detta påbyggnadsprojekt.

Omgivande byggnation ■

K4 förklarar att det först planerades ett mer omfattande rivningsarbete men att det istället landade på att bygga på den befintliga byggnaden för att det innebar mindre påverkan på omkringliggande byggnader samt att det bevarade gatubilden bättre.

Konstruktören ansvarade för rivningshandlingarna i detta fall och insåg att komplett rivning hade påverkan omkringliggande byggnader. Gatubilden må ha bevarats bättre men denna aspekt anses inte vara relevant i det konstruktionstekniska området.

- ▲ **Mindre påverkan med påbyggnation än nybyggnation.**

Ekonomi ■

K4 förklarar att ekonomin är väldigt styrande i projekt som dessa, stommen måste tillåta en påbyggnad till en viss mån så att omkostnaderna inte avgör hur resten av projektet kan genomföras. Detta relaterar till hur en ny byggnadsstomme kostnadsuppskattas, menar K4, om påbyggnadsprojektets stomkostnader hade varit oproportionellt höga i jämförelse hade inte något byggts.

Konstruktören projekterade i detta fall en påbyggnad som inte resulterade i för stora omkostnader kring stommen, ekonomiska kraven klarades av.

- ▶ **Befintlig stomme bör delvis klara påbyggnaden utan fördyrande förstärkningsåtgärder.**
- ▶ **Påbyggnadens tillkomst är ofta beroende av hur ett nybyggt hus kostnadsuppskattas.**

Träbranschen ■

Träbranschens syn på trähus kan bli skev om dess för- och nackdelar inte behandlas separat, antyder K4. K4 är tydlig med att trähus främsta fördel är miljörelaterad.

- ▶ **Kan missledas om träbyggnaders miljöaspekter används som ett argument för andra materiella data.**

Framtiden med påbyggnader ■ ●

K4 beskriver att de strukturella marginalerna som fås med byggnadsstommar från perioden 60–70-tal är bra för ett påbyggnadsprojekt men att det kan bli utmanande när man ska börja bygga på nyare, mer optimerade byggnader med snävare marginaler (80–90-talsbyggnader). VVS4 förklarar att det är bättre miljömässigt eftersom man tar vara på det inbyggda materialet.

Det kan vara utmanande för konstruktörer att projektera en påbyggnad på en befintlig konstruktion som inte byggts med marginaler.

- ▶ **Äldre byggnader kan med fördel ha större marginaler att arbeta med till en påbyggnad.**

5.1.5 Glitne

Intervjuerna som hölls med K5 och VVS5 resulterade i att primära utmaningar i respektives projekteringsarbete klarlades. K5 antydde att arkitekturen, själva formen och utformningen av påbyggnaden som var svårast att lösa. VVS5 menade att det var svårt att hitta framkomstvägar men även att det generellt sett inte uppstår stora utmaningar för VVS-disciplinen. Sammanfattade uttalanden från teknik konsulterna (K5 och VVS5) återfinns i Bilaga 6.



K5

FRÅGA: Vad har du sett för primära utmaningar med det här projektet?

”I det här är det framförallt arkitekturen som är väldigt utmanande givet förutsättningarna som fanns. Och det är i grund formen på den här byggnaden och de delarna. Men sen är det ju att begränsa förstärkningsarbetet i det befintliga där fokus har det varit.”



VVS5

FRÅGA: Känner du att det var någonting som var speciellt svårt att lösa med just er projektering?

”Svårt ja, haha. Jo det har det varit en väldig utmaning att hitta framkomstvägar och lösningar.”

”Nej men påbyggnader i sig är ju fullt möjligt. Det är egentligen inte så stora utmaningar på installationssidan.”

Befintlig stomme ■

Påbyggnaden sträcker sig över flera olika huskroppar med olika stomsystem och förutsättningar vilket gjorde att det uppstod utmaningar och frågor tidigt i projektet, förklarar K5. Det bestämdes tidigt att avväxlingsbalkar behövdes eftersom påbyggnaden till synes inte alls var anpassad till de befintliga stomsystemen.

Olika typer och förutsättningar på de befintliga stommarna gjorde att konstruktören såg det som en utmaning att hitta lösningar på hur påbyggnaden skulle göras. I detta fall gjordes ett balksystem vilket gjorde att förutsättningarna för påbyggnaden blev mer enhetlig och mindre beroende av befintlig stomme.

▼ **Påbyggnadens förutsättningar komplicerades på grund av variationen bland de befintliga stommarna.**

Befintlig grundläggning ■

K5 påpekar att det var olika typ av grundläggning på några av de befintliga byggnaderna och att det försvårade arbetet. Det skiljde mellan pålat, som är stumt, och opålat, som rör sig mer i marken, menar K5. För att avhjälpa detta så beskriver K5 att påbyggnaden gjordes som två separerade huskroppar där en dilationsfog löper mellan, där grundläggningssätten var olika.

Skillnaden av grundläggningssätt i dem befintliga byggnaderna, i detta fall pålat och opålat, försvårade arbetet för konstruktören. Påbyggnaden var tvungen att anpassas och delas med en rörelsefog.

▼ **Variation mellan pålad och opålad befintlig grundläggning krävde försvårande separation av påbyggnad.**

Sättningar ■

K5 menar att påbyggnadens lastökning måste hanteras i grunden och att förutsättningarna för grunden kan se olika bra ut beroende på om eller hur den befintliga byggnaden var dimensionerad för sättningar. Vidare påpekar K5 att det är problematiskt vid påbyggnationer om de befintliga husen har ojämna sättningar eftersom effekten av det blir större högre upp i byggnaden.

Sättningsvariation och grad mellan befintliga huskroppar kan resultera i svårigheter högre upp i byggnaden, där påbyggnaden görs, vilket kan vara problematiskt. I detta fall var det olika typer av grundläggning i de befintliga byggnaderna, däremot antyder K5 inte direkt att detta problem uppstod i detta fall.

- ▶ **Kan ge konsekvenser högre upp i byggnaden och påverka påbyggnadens förutsättningar.**

Mellanskikt ■ ●

K5 förklarar att en mellanliggande konstruktion som bestod av ett raster av avväxlingsbalkar i stål behövde göras för att få påbyggnaden rationell och logisk. VVS5 påstår likvärdigt att påbyggnadens system inte kunde göras utan den mellanliggande konstruktionen och de behövde då inte heller anpassas till befintliga installationer. Balksystemet innebar även att alla försörjningsvägar till påbyggnaden dirigerades runt i denna men att installationerna då var tvungna att göras i samband med monteringen, förklarar VVS5. Vidare beskrivs det av VVS5 att det blev som ett lock över hela utrymmet när KL-träbjälklaget monterades, installationerna blev alltså inte åtkomliga senare vilket ställde högre krav på säkerhet och testning av VVS-systemet. Detta ansågs av VVS5 vara både tidskritiskt och utförandemässigt jobbigt.

Balksystemet var i detta fall nödvändigt, både för konstruktören och VVS-projektören, för att möjliggöra en rationell projektering av påbyggnaden. För VVS-projektören bildades ett installationsutrymme i konstruktionen som påbyggnadens system kunde ledas omkring i för anslutning till befintligt. Påbyggnadens system blev inte strukturerad eller styrd av de befintliga. För konstruktören innebar projektering av detta ett krävande moment, vilket kanske inte skulle varit nödvändigt om en annan typ av påbyggnad var planerad, till exempel en mindre och mer uppdelad konstruktion som anpassade sig mer efter befintlig struktur.

- ▲ **Möjliggjorde påbyggnad av denna karaktär.**
- ▲ **Förenklade sammankopplingen av befintliga och nya system.**
- ▼ **Omfattande och resurskrävande konstruktion.**

Installationsutrymme ●

VVS5 förklarar att utrymmet för installationer var begränsat, främst i torpargrunden som påbyggnaden byggdes på men också mellan husen där man skulle sidodra ledningar. I och med att man byggde på taket innebar det också att det inte kunde planeras fritt vart installationer skulle läggas, menar VVS5. Att få utrymme och hitta framkomstvägar var den svåraste delen med projektet, säger VVS5, som också pekar på att lösningarna måste vara arbetsmiljömässigt genomförbara för montörerna.

Installationsutrymmet i den mellanliggande konstruktionen (torpargrunden) och befintliga framkomstvägar för dessa var i detta fall begränsade vilket innebar att VVS-projektören hade svårigheter med att hitta genomförbara lösningar.

VVS5 påpekar att det har lagts ner mycket arbete för att säkerställa att installationerna rymdes i det trånga utrymmen, men även att det inte är exklusivt för påbyggnadsprojekt.

- ▼ **Begränsades av den mellanliggande konstruktionen och montagemöjligheter.**
- ▼ **Installationerna krävde extra säkerhet då utrymmena i den mellanliggande konstruktionen gjordes oåtkomliga.**

Rörelsefog mellan huskroppar ■

Dilationsfogarnas/rörelsefogarnas placering i påbyggnaden är något man måste ha i åtanke tidigt i projektet och dem måste planeras utefter den befintliga konstruktionen, förklarar K5. Vidare antyder K5 att det är svårare att göra påbyggnader där dilationsfogar krävs.

Rörelsefogarna som behövdes till denna påbyggnad krävde tidig uppmärksamhet och försvårade projektet.

- ▼ **Försvårade projektering och krävde tidig uppmärksamhet och planering.**

Avvattning ■ ●

Avvattningen av sedumtaket beror på förutsättningarna i den befintliga bygganden och kan enligt K5 vara svår att lösa och kan skapa problem. K5 förklarar att det blev som en utvändig mark på taket och integrationen av stålbalkskonstruktionen innebar att vattnet var tvunget att ledas ut med många olika metoder. VVS5 antyder att det var krångligt att projektera avvattningssystemet eftersom det var så många aspekter att förhålla sig till, speciellt att det var invändiga rännor samt hanteringen av snö och is.

Konstruktören hade svårigheter med att hitta lösningar på hur avvattning av takytorna skulle hanteras i samband med den integrerade stålbalkskonstruktion. Sedumtakets invändiga avvattning var i detta fall krånglig att lösa för VVS-projektören på grund av många funktionella krav och yttre elements påverkan.

- ▼ **Svårslösligt på grund av den mellanliggande konstruktionens raster av balkar.**
- ▼ **Invändig avvattning för sedumtak krävde komplicerade lösningar.**

Verksamhetstyp ■ ●

Påbyggnader som skall göras på en redan befintlig bostadsbyggnad kan, enligt K5, med enkelhet byggas på om kapacitet i stommen finns och eventuella grundförstärkningar görs. Om befintliga byggnaden är mer öppen med längre spännvidder kan det bli svårare att göra en påbyggnad med bostäder eftersom stomstrukturerna skiljer sig, antyder K5. VVS5 påpekar därtill att påbyggnaden hade varit enklare att genomföra om det varit butiksverksamhet, där med anledning att större installationsutrymme erbjuds. Nya installationer tar plats i befintliga byggnaden och VVS5 beskriver att det kan vara svårare att göra utrymme tillgängligt i bostadslösningar.

Verksamhetstypen i den befintliga byggnaden kan påverka en påbyggnads nödvändiga ingrepp på befintlig stomme och grundläggning. Bostadspåbyggnad, i jämförelse med kontorspåbyggnad, på redan befintlig bostadsbyggnad möjliggör enklare projekteringsarbete för konstruktören.

- ▶ **Projektering av påbyggnaden kan förenklas om verksamhetstypen är lika befintligt och nytt.**
- ▶ **Bostäder kan kräva mer svårtillgängligt utrymme både i befintlig byggnad och påbyggnad.**

Befintliga handlingar ■

K5 förklarar att det förenklar förarbeten om bra befintliga handlingar finns att tillgå.

- ▶ **Detaljerade handlingar på befintlig byggnad kan förenkla och eliminera vissa förarbeten.**

Erfarenheter ■ ●

K5 förklarar att de har lärt sig massvis från detta påbyggnadsprojekt om KL-trä och hur det kan användas samt vilka förstärkningsåtgärder som är lämpliga till vad. Däremot tror K5 att det inte kommer byggas så många stålförstärkta träpåbyggnader med samma komplicerade och avancerade karaktär.

Detta projekt introducerade nya hinder för konstruktören som löstes, det bidrog till ökad kunskap om materialet och påbyggnadsmöjligheter. Däremot var denna påbyggnad starkt påverkad av arkitekturen och den speciella utformningen, att se denna påbyggnad repeteras är osannolikt vilket ger lösningarna ett unikt ändamål.

▲ **Nya kunskaper kring KL-trä från detta projekt.**

▼ **Unikt, inte repeterbart.**

Arkitekturen ■ ●

Både K5 och VVS5 ansåg att det var utmanande att tillfredsställa den arkitektoniska utformningen med de förutsättningar som fanns eller gavs. K5 menar att påbyggnaden, om den byggdes för sig, skulle vara ett optimalt platsgjutet betonghus men att detta inte skulle fungerat som påbyggnad på grund av vikt. VVS5 menar att det inte gavs möjlighet att projektera vissa lösningar eftersom den arkitektoniska delen styrde hårdare, det skapades problem med installationsutrymme. Lösningar anpassas oftast efter arkitektens modell där målet är att påverka så lite så möjligt för att underlätta arbetet för arkitekten, men att komma in tidigt och påpeka modellen hade varit effektivare, förklarar VVS5.

Arkitektens vision försvårade i detta fall arbetet för konstruktören och VVS-projektören. Påbyggnadens arkitektoniska utformning var utmanande för konstruktören att få till med KL-trästomme, denna konstruktionstyp ansågs inte vara den mest optimala påbyggnaden med avseende på formen. Arkitekturen på påbyggnaden krävde höjder och utrymmen vilket gjorde att VVS-projektören inte kunde projektera förstavals-lösningar och även fick brist på installationsutrymme. I detta fall skulle projekteringsarbetet för både arkitekten och VVS-projektören underlättats om opponering mellan disciplinerna skett i tidigare skede. Formen på huset var utmanande för konstruktören att få till med KL-trä, även fast det löstes, kanske med svårigheter, så blev resultatet någonting som K5 ansåg inte hade kunnat gjorts med betong på grund av dess vikt. Svårigheterna med utformningen kan därför ha bidragit till ökade kunskaper om KL-trä och hur konstruktionslösningar kan göras och tillämpas i, både ny- men främst, påbyggnader. Detta påbyggnadsprojekt visar på estetiska möjligheter som tidigare kanske inte ansetts möjligt med prefabricerat KL-trä.

▼ **Gestaltning gick ofta före funktion.**

▼ **Tidiga synpunkter på A-modellen hade underlättat VVS.**

▲ **Ställde höga krav men bevisar möjligheter med påbyggnader i trä.**

Kvarsittande hyresgäster ■ ●

K5 påpekar att de kvarsittande hyresgästerna påverkade arbetssättet negativt eftersom hänsyn var tvungen att ges för att inte störa dem, det gjorde att lösningar var tvungna att anpassas och inverkan i befintliga lokaler skulle vara minimal. K5 säger även att arbetstider för montering och liknande behövde läggas på obekväma arbetstider. Att bedriva fortsatt verksamhet under ett påbyggnadsprojekt kan vara vanligt förekommande och beror dels på ekonomiska förutsättningar hos förvaltaren, menar K5. Utifrån K5s erfarenhet så är detta en utmaning med påbyggnader.

I detta fall ställdes extra krav på konstruktörens lösningar och planering eftersom hyresgästerna huserade i den befintliga byggnaden samtidigt som påbyggnaden genomfördes.

- ▼ **Komplicerade planering, projektering och montering.**
- ▶ **Fortsatta intäkter för förvaltaren skapar ytterligare konstruktionsteknisk utmaning.**

Yttre element ■ ●

K5 beskriver att arbetet med stålbalkskonstruktionen försvårades eftersom det anlades på kall vintertid och att det medförde att vissa strukturella defekter i stålet byggdes in. Snöhanteringen var ett stort problem under byggtiden, antyder K5. Det förklaras även att påbyggnaden kan skapa snöfickor vilket ger mer last som skall tas i åtanke.

I detta fall kunde stålbalkskonstruktionen inte monteras i fördelaktigt klimat vilket medförde att konstruktören fick ta hänsyn till eventuella strukturella defekter i stålet. I samband med påbyggnaden skapades i detta fall snöfickor på taket, det ställde särskilda krav på konstruktören och dennes konstruktionslösning. Att samtidigt hantera den fallande snön gjorde att monteringen försvårades ytterligare.

- ▼ **Strukturella konsekvenser byggdes in på grund av kyla.**
- ▼ **Snöfickor bildades, krav på hantering och konstruktionslösning.**

Detaljplan ■ ●

Byggnadshöjden som detaljplanen godkänner används till fullo i arkitektens förslag menar K5, som även antyder att de höjder som kanske krävs på balksystemet kan öka och därmed ge problematik. Att det fanns en begränsad byggnadshöjd såg VVS5 som en utmaning, den innebar att installationer på tak blev uteslutna eller anpassade.

Denna detaljplans högsta tillåtna byggnadshöjd gav svårigheter för konstruktören att projektera den mellanliggande stålbalkskonstruktionen utan att inkräkta på arkitektens anspråk på höjd. VVS-projektören fick i detta fall begränsade alternativ på lösningar med detaljplanens höjdkrav, detta var utmanande. Detaljplanens krav framstod som den hindrande aspekten på grund av dess restriktioner, däremot kan det anses vara en konsekvens skapat av arkitekten. Att arkitekten skall kunna utnyttja den detaljplanerade bygghöjden till fullo kan tyckas förståeligt, däremot bör påbyggnaden då även innehålla toleranser som kan användas av konstruktörer eller VVS-projektörer för att eliminera att detta problem ens blir en diskussion.

- ▼ **Restriktion på byggnadshöjden ställde K och VVS i konflikt med A-lösningar som fullt utnyttjat höjden.**

KL-trä ■ ●

K5 beskriver att det inte lämpade sig att använda en mer fördelaktig konstruktionslösning för väggar med KL-trä eftersom det fanns så många utkragande partier som krävde strukturell styrka. Vidare förklarar K5 att det behövdes en lätt stomme, vilket KL-träväggarna kunde erbjuda där de även, strukturellt sett, klarade av utkragningarna genom att ha dubbla KL-träväggs-kivor. VVS5 pekar däremot på att många av lösningarna med KL-trä tog anspråk på deras installationsutrymmen vilket gjorde att det inte blev så bra inomhus. KL-träskivorna som är prefabricerade ställer dock höga krav på VVS-projektören. VVS5 menar att de är för precisa och att det inte finns tillräckligt med marginal, att det krävs genomarbetade lösningar så att förutsättningar, innan installation av påbyggnadssystem, är bra. KL-trä försvårade arbetet, antyder VVS5.

I detta fall kunde konstruktören använda KL-trä för att få en lätt påbyggnadsstomme som även klarade av den speciella arkitektens krav på strukturell hållbarhet. VVS-projektörens utrymme blev däremot i detta fall lidande på grund av KL-träkonstruktionens utrymmeskrav. Små marginaler i de prefabricerade KL-

träelementen utgjorde i detta fall en utmaning för VVS-projektören eftersom det ställde precisionskrav på installationernas anslutningsförutsättningar.

Den lätta stommen med KL-trä möjliggjorde att fler våningsplan utan komplicerade förstärkningsåtgärder kunde göras, förklarar K5. Dock anser både K5 och VVS5 att det finns brister och utmaningar med KL-trä i avseendet på ljud och brand, K5 anser även att det saknas kunskap kring fukt under byggtid. VVS5 förklarar att KL-trät skapade problem med brandcellsindelningen för deras del, alla installationer behövde brandklassas vilket var mer resurskrävande och utmanande att få till.

KL-trä gav konstruktören möjlighet att erbjuda fler våningar utan extra förstärkningsåtgärder. Den lätta KL-trästommen bidrog däremot till att både konstruktören och VVS-projektören i detta fall fann det mer utmanande att projektera med hänsyn till brand och ljud, i jämförelse med en betongbyggnad. Brandcellerna hamnade i detta fall i lägenheterna på grund av lösningen på KL-träkonstruktionen. Detta gjorde att VVS-projektörens förutsättningar försvårades och att lösningar behövde specialanpassas.

- ▲ **Lätt stommaterial som möjliggjorde påbyggnadens form och placering på befintlig byggnad.**
- ▼ **Utrymmeskrävande material, tog anspråk på möjlig installationsyta.**
- ▼ **Precisionen på elementen, icke existerande marginaler för installationer ställde höga krav på VVS.**
- ▼ **Brister och utmaningar kring ljud och brand, med brandceller skapas höga krav på installationer och projektering.**

Framtiden med påbyggnader ■ ●

Påbyggnader är egentligen, enligt VVS5, ungefär som att projektera ett nybyggt hus och det finns inga speciella hinder eller svårigheter med att bygga på hus på installationssidan. Det kan dock bli problem med vattentryck om påbyggnaden blir för hög och befintliga försörjningssystem måste oftast förbättras, men det är absolut inte olösbart, menar VVS5. Konstruktionsmässigt finns det fler utmaningar som är viktigare att lösa, antyder VVS5.

Att projektera en påbyggnad kan för en VVS-projektör vara som att projektera en nybyggnation eftersom samma problematiska områden hanteras. En påbyggnads befintliga installationer och anslutningar kan däremot kräva viss uppmärksamhet, men det är nödvändigtvis inte svårhanterligt för VVS-projektören.

- ▶ **Inga framstående tekniska utmaningar för VVS.**
- ▶ **Bevarar stadsmiljö.**

5.2 Fallöverskridande analys

Detta analyskede gör teknikkonsulternas beskrivna projekteringsutmaningar (analyserade fallspecifika data) överskådliga och strukturerade. Fallöverskridande mönster mellan påbyggnadsprojekten och teknikkonsulternas utmaningar undersöks för att studeras och jämföras mot den teoretiska referensramen. Jämförelsen möjliggör att ytterligare projekteringsutmaningar för konstruktörer och VVS-projektörer, utöver de som förekommer i övriga byggprojekt, kan upptäckas. Data analyseras även mellan fallen för att svara på om samband mellan konstruktörernas och VVS-projektörernas projekteringsarbete och upplevda utmaningar finns.

Analysen i detta avsnitt bygger på föregående fallspecifika analyser. Kategorierna som presenterades i föregående avsnitt grupperas här i större, mer generella, områden som sammankopplar det teoretiska ramverket med analyserade data. Med områdesindelningen sammanställs först en översiktlig tabell som behandlar samtliga studerade fall, se Tabell 8. Kategorierna som togs fram i den fallspecifika analysen beskrivs kortfattat i tabellen med sammanfattade punkter. Områdesindelningen används i teoriavsnittet men ses även listade nedan.

- Förutsättningar, befintlig byggnad
- Påbyggnad
- Åtgärder på befintlig byggnad
- Projekteringsprocessen
- Projektgrupp
- Omgivning / omkringliggande faktorer
- Övrigt

Områdena "Projekteringsprocessen" och "Projektgruppen" jämförs med avsnitt 3.2, som även är sammanfattad i Tabell 2, vilket är den del av den teoretiska referensramen som beskriver projekteringsutmaningar i övriga byggprojekt. Detta ger ökad förståelse om vilka projekteringsutmaningar som för konstruktörer och VVS-projektörer är särskilt förekomna i påbyggnadsprojekt jämfört med övriga byggprojekt.

Fallöverskridande analys inom området "Övrigt" antages ej resultera i en givande utsaga för studiens syfte då inga analyserbara kategorier behandlar aktuella fall i studien.

5.2.1 Sammanställning av fallspecifika fynd

I tabellen nedan, Tabell 8, indikeras det med färgade symboler vilken eller vilka discipliner som diskuterade kategorin:

■ = Konstruktör ("K") ● = VVS-projektör ("VVS")

Tabell 8 - Analyserade data i fall- och områdesindelning.

	Sten Stures Kröningar		Sergelhuset		Trikåfabriken		Kvarteret Orgeln 7		Glitne	
	BEFINTLIG BYGGNAD	PÅBYGGNAD	BEFINTLIG BYGGNAD	PÅBYGGNAD	BEFINTLIG BYGGNAD	PÅBYGGNAD	BEFINTLIG BYGGNAD	PÅBYGGNAD	BEFINTLIG BYGGNAD	PÅBYGGNAD
STOMME (Antal våningar och konstruktionsmaterial)	Platsgjuten betong	3 Prefabbetong & stål +1 Trä	Platsgjuten betong	2 Prefabbetong & stål +1 Limträ	Tegel och Betong	5 Lim- och KL-trä	Platsgjuten betong	2 HDF och stål	Prefabbetong, platsgjuten betong, stål & lite tegel	KL-trä, Stålförstärkt
SYSTEM (Värme och ventilation)	Frånluft	FTX	Aggregat på tak Akvifer	Aggregat i källare Akvifer	Fönsterapparater	FTX (VAV) Kylbafflar	Fjärrvärme Fläkrum på tak	Fjärrvärme Fläkrum på tak och i källare	Fjärrvärme Centr. ventilation	Fjärrvärme Lägenhetsaggregat
VERKSAMHETSTYP (Befintligt övre plan / påbyggnadens typ)	Bostad	Bostad	Kontor	Kontor, hotell, bostäder	Verksamheter	Kontor	Kontor	Kontor	Kontor, handel & bostäder	Bostäder
Förutsättningar, befintlig byggnad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Stomme ▼ Ostrukturerat uppbyggd, påbyggnadens påverkningar svåra att förstå och klarlägga. ■ Knäckning ▼ Svaga betongväggar riskerade knäckning. 		<ul style="list-style-type: none"> ● Stomme ▼ Konstruktionen kring stomstabiliserande schakt skapade utmanande restriktioner. ● Energisystem ▼ Nya installationer behövde anpassas. ● Våningshöjder ▼ Låga våningshöjder försvårade projekteringen. 		<ul style="list-style-type: none"> ■ ● Stomme ▶ Stora strukturella toleranser på befintlig betongstomme kan vara gynnsamma. ▶ Noggranna inmätningar kan reducera framtida problematik. 		<ul style="list-style-type: none"> ■ Stomme ▲ Projektering enbart från relationshandlingar gav bra uppfattning om befintlig stomme. ▼ Stommens verkliga förutsättningar var oklara, resulterade i att oförutsägbara och mindre gynnsamma stomförhållanden upptäcktes vid upprivning. ▶ Viktigt att ha toleranser samt veta vad som är kritiskt. ■ ● Våningshöjder ▼ Låga, VVS-lösningar blev lidande och svårare att projektera. ▶ Kontorslösningar kan bli svåra att uppfylla vid låga våningshöjder. 		<ul style="list-style-type: none"> ■ Stomme ▼ Påbyggnadens förutsättningar komplicerades på grund av variationen bland de befintliga stommarna. ■ Grundläggning ▼ Variation mellan pålad och opålad befintlig grundläggning krävde försvarande separation av påbyggnad. ■ Sättningar ▶ Kan ge konsekvenser högre upp i byggnaden och påverka påbyggnadens förutsättningar. 	

Tabell 8 - Analyserade data i fall- och områdesindelning.

	Sten Stures Kröningar	Sergelhuset	Trikåfabriken	Kvarteret Orgeln 7	Glitne
Påbyggnaden	<ul style="list-style-type: none"> ■ ● Mellanskikt <ul style="list-style-type: none"> ▲ Gav underlättade förhållanden då påbyggnadens laster och installationer inte behövde begränsas av befintlig byggnadsstruktur. ▼ Bidrog till lyftkrafter. ● Begränsad yta <ul style="list-style-type: none"> ▼ Installationernas tillsatta ytor var för stramt begränsade, svårt att inte påverka lägenhetskrav. ■ Draglaster <ul style="list-style-type: none"> ▼ Motverkande förankringar till uppkomna draglaster var svårlösliga. ■ Trä <ul style="list-style-type: none"> ▶ Lätt material, minskar åtgärder på befintlig byggnad men kräver mer för att uppfylla ljudkrav. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ● Mellanskikt <ul style="list-style-type: none"> ▲ Inga utmaningar för VVS. ▼ Precisionsskillnader mellan prefabelementen och den inmätta befintliga konstruktionen, svårt att hantera för K. ▶ Viktigt med toleranser, ger flexibla lösningar. ■ ● Trä <ul style="list-style-type: none"> ▶ Lättare men mer utrymmeskrävande, i jämförelse med traditionell prefabstomme. ▶ Liknande projekteringsarbete för VVS, i jämförelse med andra konstruktionsmaterial. ▶ Genomföringar och håltagningar i träkonstruktioner kräver särskild hänsyn till brandfrågor. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mellanskikt <ul style="list-style-type: none"> ▲ Horisontella och jämna förutsättningar på den befintliga konstruktionen underlättade projekteringen. ▶ Små differenser i anslutningen kan skapa stora konsekvenser högre upp i påbyggnaden. ■ Dolda knutpunkter & beslag <ul style="list-style-type: none"> ▼ Mer krävande att projektera och montera än synliga. ▼ Under projektering bör hänsyn tas till montagevänlighet. ■ ● Trä <ul style="list-style-type: none"> ▼ Fläktrum behövde placeras utom byggnaden på grund av risken för ljud och vibrationer. ▼ Huskroppen i trä flyttades relativt till betonghuskroppen, installationer behövde hantera skillnaden. ▶ Låg egenvikt kan ge konstruktionstekniska fördelar och kräva mindre förstärkningsåtgärder för mer påbyggnadsvolym. ▶ Låg egenvikt kan kräva att fläktrummet placeras exkluderat från påbyggnaden eller inom påbyggnaden med komplicerade och dyra lösningar. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Påbyggnadskonstruktion <ul style="list-style-type: none"> ▲ Val av påbyggnadskonstruktion kan påverkas av K, möjlighet att utmana standardlösningar. ▼ Noggranna förutsättningar krävs vid påbyggnad av prefabricerade element. ■ ● Trä <ul style="list-style-type: none"> ▶ Miljövänligare men obekvämare att arbeta med, jämfört med betong och stål. ▶ Installationer kan ej projekteras med enkelhet på grund av minskade utrymmen och bristande ljudhanteringsförmåga. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ● Mellanskikt <ul style="list-style-type: none"> ▲ Möjliggjorde påbyggnad av denna karaktär. ▲ Förenklade sammankopplingen av befintliga och nya system. ▼ Omfattande och resurskrävande konstruktion. ● Installationsutrymme <ul style="list-style-type: none"> ▼ Begränsades av den mellanliggande konstruktionen och montagemöjligheter. ▼ Installationerna krävde extra säkerhet då utrymmena i den mellanliggande konstruktionen gjordes oåtkomliga. ■ Rörelsefog mellan huskroppar <ul style="list-style-type: none"> ▼ Försvårade projektering och krävde tidig uppmärksamhet och planering. ■ ● KL-trä <ul style="list-style-type: none"> ▲ Lätt stommaterial som möjliggjorde påbyggnadens form och placering på bef. byggnad. ▼ Utrymmeskrävande material, tog anspråk på möjlig installationsyta. ▼ Precisionen på elementen, icke existerande marginaler för installationer ställde höga krav på VVS. ▼ Brister och utmaningar kring ljud och brand, med brandceller skapas höga krav på installationer och projektering.

Tabell 8 - Analyserade data i fall- och områdesindelning.

	Sten Stures Kröningar	Sergelhuset	Trikåfabriken	Kvarteret Orgeln 7	Glitne
Åtgärder på befintlig byggnad	<ul style="list-style-type: none"> ■ ● Schakt <ul style="list-style-type: none"> ▼ Befintliga schakt var otillräckliga och krävde åtgärder. ▼ Problematiskt för VVS att projektera och hitta lägen för genomgående schakt. ● Projektering av undercentral <ul style="list-style-type: none"> ▼ Komplicerades när undercentralen placerades i en intilliggande byggnad, eventuella framtida konstruktionstekniska problem kan spela en betydande roll. ■ Lasthantering <ul style="list-style-type: none"> ▼ Befintlig stomlösning med pelare under väggar resulterade i svårhanterliga och höga koncentrerade laster. ■ Grundförstärkningar <ul style="list-style-type: none"> ▼ Ofta förekommande problem, inbringade konsekvenser på berörda golvytor. ■ Sättningar <ul style="list-style-type: none"> ▼ Risk för sättningssprickor ökade med påbyggnaden. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Schakt <ul style="list-style-type: none"> ▼ Svårt att få till genomgående schakt i hela byggnaden. ● Placering av tekniska utrymmen <ul style="list-style-type: none"> ▲ Förflyttning från takplan till källarplan gjorde översta våningen uthyrbar. ▼ Förflyttning från takplan till källarplan krävde mer schaktytor genom hela byggnaden. ▼ Avstånd mellan fläktrum och slutdestination var lång, svårt att hålla luft kall. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Schakt <ul style="list-style-type: none"> ► Stora men få schaktutrymmen kan skapa dåliga förutsättningar för rationella kanalstorlekar. ● Placering av aggregat <ul style="list-style-type: none"> ▲ Översta våningsplan kunde erbjuda efterfrågade uthyrbara ytor istället för fläktrum. ► Källarplacerade aggregat kan ta uthyrbar yta i anspråk på alla våningar. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Fläkt- & teknikrums-placering <ul style="list-style-type: none"> ▲ Placering i källarplan möjliggjorde att påbyggnadens omfattning under projektiden kunde vara flexibel. ▲ Placering i källarplan gjorde översta våningen uthyrbar. ▼ Placering i källarplan krävde mer schaktytor genom hela byggnaden. ● Installationer <ul style="list-style-type: none"> ▲ Kunde projekteras enhetligt i hela byggnaden på grund av avsaknaden av befintliga installationer. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ● Avvattning <ul style="list-style-type: none"> ▼ Svårslösligt på grund av den mellanliggande konstruktionens raster av balkar. ▼ Invändig avvattning för sedumtak krävde komplicerade lösningar.

Tabell 8 - Analyserade data i fall- och områdesindelning.

	Sten Stures Kröningar	Sergelhuset	Trikåfabriken	Kvarteret Orgeln 7	Glitne
Projekteringsprocessen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tidig beräkningsmodell <ul style="list-style-type: none"> ▲ Tidig FEM-modell, även utan komplett uppfattning om påbyggnadslayouten, var till hjälp för K. ■ Tidigt ritningsunderlag <ul style="list-style-type: none"> ▼ Avsaknad av ritningsunderlag i ett tidigt skede bidrog till att konstruktionstekniska frågor klargjordes med förhållandevis ineffektiva resultat. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ● Tidigt skede <ul style="list-style-type: none"> ▶ Tidig inblandning av K och VVS kan underlätta projekteringen och förhindra att framtida problem uppstår för alla discipliner. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Tidigt skede <ul style="list-style-type: none"> ▲ Tidig förstudie tillsammans med beställare resulterade i en bra systemutformning. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ● Befintliga ritningar <ul style="list-style-type: none"> ▲ Stor hjälp för K, underlag för fundamental beräkningsanalys. ● Nytt ritningsunderlag <ul style="list-style-type: none"> ▼ Oprecisa i relation till verkliga mått, ledde till försvårat montage. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Befintliga ritningar <ul style="list-style-type: none"> ▶ Detaljerade handlingar på befintlig byggnad kan förenkla och eliminera vissa förarbeten.
Projektgruppen	<ul style="list-style-type: none"> ■ ● Arkitektens kunskap <ul style="list-style-type: none"> ▼ Projekteringsförhållanden som sattes av arkitekten var inte motiverade med tillräcklig kunskap om VVS. ● Inblandade aktörers förståelse <ul style="list-style-type: none"> ▼ Otillräckliga VVS-kunskaper hos projektets inblandade (generellt sett) för att med enkelhet delge en förståelse om nödvändiga åtgärder. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Arkitektens utformning <ul style="list-style-type: none"> ▼ Påbyggnadsplan planerades inte med tillräcklig hänsyn till befintlig byggnadsutformning. ▶ Tidig kommunikation kan ge arkitekten striktare ramar, för underlättad VVS-projektering. ■ ● Kommunikation <ul style="list-style-type: none"> ▲ God gruppdynamik underlättade projekteringsarbetet, återspeglades på resultatet. ■ Prefableverantör <ul style="list-style-type: none"> ▼ Tidigt krav på underlag gjorde att lösningarna inte blev genomarbetade. ▼ Oflexibla, inga revideringar hanns med. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ● Arkitektens underlag & erfarenheter <ul style="list-style-type: none"> ▲ Bra ritningsunderlag och granskningar för K. ▲ Gestaltning med synliga installationer underlättade för VVS. ▶ Tidig inblandning från K och VVS kan skapa utrymme för mer funktionella lösningar. ■ Kommunikation <ul style="list-style-type: none"> ▲ Tidspresen avhjälpes med aktiv kommunikation mellan discipliner och klara direktiv från projektledare. ● Erfarenheter <ul style="list-style-type: none"> ▲ Tidigare projektering med liknande systemutformning gav bra grund för detta projekt. 	<p><i>Projektgruppsrelaterade synpunkter diskuterades ej vid intervjutillfällena i detta fall.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ ● Arkitekten & arkitekten <ul style="list-style-type: none"> ▼ Gestaltning gick ofta före funktion. ▼ Tidiga synpunkter på A-modellen hade underlättat VVS. ▲ Ställde höga krav men bevisar möjligheter med påbyggnader i trä. ■ ● Erfarenheter <ul style="list-style-type: none"> ▲ Nya kunskaper kring KL-trä från detta projekt. ▼ Unikt, inte repeterbart.

Tabell 8 - Analyserade data i fall- och områdesindelning.

	Sten Stures Kröningar	Sergelhuset	Trikåfabriken	Kvarteret Orgeln 7	Glitne
Omgivning / Omkringliggande faktorer	<ul style="list-style-type: none"> ● Kvarsittande hyresgäster <ul style="list-style-type: none"> ▼ Komplicerade nödvändiga stamarbeten och utgjorde en särskild utmaning i projekteringen. ■ ● Verksamhetstyp <ul style="list-style-type: none"> ▶ Äldre bostadshus med betongstommar är ofta överdimensionerade. ▶ Kontor har renare planlösning och schaktproblematiken för VVS kan lösas lättare. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kvarsittande hyresgäster <ul style="list-style-type: none"> ▼ Projekteringen startade utan tillgång till verkliga byggnaden, undersökningar och exakta inmätningar kunde inte göras. ▶ Besvärligt med kvarsittande hyresgäster, för båda parter. ● Yttre element <ul style="list-style-type: none"> ▼ Soluppvärmning i inglasat rum på övre påbyggnadsvåning. ● Ventilation från underliggande tunnel <ul style="list-style-type: none"> ▼ Försvårade placering av luftintag samt krävde ytor och extra uppmärksamhet från VVS. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ● Verksamhetstyp <ul style="list-style-type: none"> ▶ Bostadslösning kan innebära fler aggregat och krångligare projektering för VVS. ● Bygglov <ul style="list-style-type: none"> ▼ Nekades efter färdigprojekterade lösningar gjorts, påverkade VVS-lösningen och uthyrningsbara ytor negativt. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Kvarsittande hyresgäster <ul style="list-style-type: none"> ▶ Fungerar oftast inte bra. ■ ● Verksamhetstyp <ul style="list-style-type: none"> ▶ Bostadslösning i byggnader med stort fotavtryck kan vara svåra att få till. ■ ● Yttre element <ul style="list-style-type: none"> ▼ Stomkonstruktionen kan behöva blottas för och utsättas av yttre element då den görs åtkomlig. ■ Omgivande byggnation <ul style="list-style-type: none"> ▲ Mindre påverkan med påbyggnation än nybyggnation ■ Ekonomi <ul style="list-style-type: none"> ▶ Befintlig stomme bör delvis klara påbyggnaden utan fördyrande förstärkningsåtgärder. ▶ Påbyggnadens tillkomst är ofta beroende av hur ett nybyggt hus kostnadsuppskattas. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ● Kvarsittande hyresgäster <ul style="list-style-type: none"> ▼ Komplicerade planering, projektering och montering. ▶ Fortsatta intäkter för förvaltaren skapar ytterligare konstruktionsteknisk utmaning. ■ ● Verksamhetstyp <ul style="list-style-type: none"> ▶ Projektering av påbyggnaden kan förenklas om verksamhetstypen är lika befintligt och nytt. ▶ Bostäder kan kräva mer svårtillgängligt utrymme både i befintlig byggnad och påbyggnad. ■ Yttre element <ul style="list-style-type: none"> ▼ Strukturella konsekvenser byggdes in på grund av kyla. ▼ Snöfickor bildades, krav på hantering och konstruktionslösning. ■ ● Detaljplan <ul style="list-style-type: none"> ▼ Restriktion på byggnadshöjden ställde K och VVS i konflikt med A-lösningar som fullt utnyttjat höjden.
Övrigt	<ul style="list-style-type: none"> ■ Byggbranschen <ul style="list-style-type: none"> ▶ Kunskapsbrist om träkonstruktioner förhindrar utvecklingen av området. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Framtiden <ul style="list-style-type: none"> ▶ Kan mörka gaturum. ▶ Exploaterar mark bättre och förtätar städer. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ● Framtiden <ul style="list-style-type: none"> ▶ Påbyggnader kan bidra till ökat värde för fastighetsägaren och hållbar förtätning i staden. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Träbranschen <ul style="list-style-type: none"> ▶ Kan missledas om träbyggnaders miljöaspekter används som ett argument för andra materiella data. ■ ● Framtiden <ul style="list-style-type: none"> ▶ Äldre byggnader kan med fördel ha större marginaler att arbeta med till en påbyggnad. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ● Framtiden <ul style="list-style-type: none"> ▶ Inga framstående utmaningar för VVS. ▶ Bevarar stadsmiljö.

5.2.2 Förutsättningar, befintlig byggnad

I alla undersökta fall uppmärksammades utmaningar med den befintliga byggnaden, övervägande del av synpunkterna kom från konstruktörer. I alla fem fall har diskussioner rörande stommen varit aktuella, däremot med varierad inblandning från konstruktörer och VVS-projektörer. En tydlig utmaning som tycks förekomma under projekteringen för båda dessa discipliner är att den befintliga stommen är svår att uppskatta korrekt.

Samtliga påbyggnadsprojekt byggs eller har byggts på hus med någon form och typ av betongstomme, äldre byggnadsmetoder, inexakthet och svåråtkomligt för undersökning verkar ha bidragit till att projektörerna ofta fått börja med otydliga förhållanden. Konstruktörernas bedömning av den befintliga stommen kräver ibland resurskrävande undersökningar för att fastställa bärförmågan, förklarar Nordman och Pettersson (2011). Själva arbetet att undersöka och bedöma befintlig stommes bärförmåga ansågs av de intervjuade konstruktörerna vara svårt att genomföra eftersom stomstrukturerna var ostrukturerade. Som Nordman och Pettersson (2011) även förklarade finns det många olika faktorer som spelar in på en betongstommes hållfasthet och konstruktion. Exakta svar kan därför bli inaktuellt att erhålla eftersom både konstruktören och beställaren kan anse att det inte är ekonomiskt hållbart för projektet.

Då många äldre betongstommar är byggda med stora strukturella toleranser (överdimensionerade) kan konstruktörerna däremot använda detta till sin fördel. Eventuella förstärkningsåtgärder minskar vilket i sin tur minskar kostnader för beställaren. Trots vetskap om stommens extra strukturella stabilitet krävs ändå inmätningar för att projekteringen skall kunna fortskrida. Inmätningarna eller modellen på den befintliga byggnaden som teknikkonsulterna ges att arbeta med måste dock planeras med extra spelrum för att parera mot dessa inbyggda brister som inte har kunnat uppskattats korrekt. Den extra kapaciteten som kan finnas hos äldre betongstommar skulle därför även kunna ses som ett hinder för att aktörerna skall få ett smidigt projekteringskede.

De befintliga våningshöjderna ansågs som ett utmanande område för VVS-projektörerna i två av fallen. Installationer på våningar kan dock ses vara mer beroende av arkitektens lösningar, som det nämndes i Trikäfabriken, kategori ”Arkitektens underlag och erfarenheter”, så minskade projekteringssvårigheterna för VVS-projektören när undertaket avskaffades.

Grundläggningssynpunkter framkom under intervjun med konstruktören rörande Glitne, ingen fallöverskridande analys för denna kategori görs. Gällande kategorin ”Energisystem” som tas upp i Sergelhuset, görs ingen koppling till de andra projekten då detta var det enda som hade ett befintligt system som skulle behållas i den omfattningen

Finns samband mellan teknikkonsulternas projekteringsutmaningar?

Konstruktörernas svårighet att bedöma den befintliga stommen korrekt skulle kunna innebära att stora toleranser krävs, till exempel till förstärkningsåtgärder och anslutningskonstruktion till påbyggnad. Även avsaknaden av precisa inmätningar ställde krav på konstruktörerna att inkludera större toleranser i lösningarna. Toleranser kräver utrymme och utrymme är något som VVS-projektörerna beskrev som en bristvara i många fall. Osäkerheten om den befintliga stommens struktur och hållfasthet bidrar därför sin tur till att VVS-projektörens lösningar inte kan ritas med precisa förhållanden.

Befintliga våningshöjder kan anses vara svåra att ändra på, men konstruktörens projektering kan innefatta eventuella förstärkningar eller liknande på befintlig byggnad. Däremot sker förstärkningarna oftast i det vertikala planet, det kan därför anses att VVS-projektörens förutsättningar för utrymme för installationer inte påverkas nämnvärt. Inget samband mellan teknikkonsulterna inses.

5.2.3 Påbyggnaden

Under de flesta intervjuer nämndes det någonting om kopplingen mellan befintlig byggnad och påbyggnad. Beroende på hur aktörerna har valt att hantera denna bryggning som måste till framkom olika typer av utmaningar och möjligheter. Då även två av fem påbyggnader i denna studie var i trä ges en inblick i hur konstruktionsmaterialet kan påverka projekteringsarbetet för konstruktörer och VVS-projektörer.

Det som sker i mellanskiktet har hanterats olika mellan fallen, projektörerna i Sten Stures Kröningar och Glitne, som har använts sig av någon form av mellanliggande stålbalkar, tycks däremot främst se positiva resultat från detta val. Enbart i dessa två fall, där en mellanliggande konstruktion användes, upplevde VVS-projektörerna utrymmesbrist för smidig projektering av påbyggnadens installationer. Det beskrevs att det var brist på utrymme samt att det krävdes extra planering och omtanke på grund av övertäckningen av avväxlingsbalkarna som skulle ske efter montage av installationerna.

Befintliga byggnadsdelar, såsom bärande stomme eller installationer är förutsättningar för den mellanliggande konstruktionens utformning. Utrymmet som bildas skall se till att bryggningen mellan den befintliga huskroppen och påbyggnaden skall fungera, gällande konstruktionstekniska och VVS-relaterade lösningar. En mellanliggande konstruktion underlättar för en konstruktör i avseendet att hantera laster och klara av arkitektoniska krav. För en VVS-projektör bidrar det till att förutsättningarna inte blir lika strikta, men ramarna för nödvändiga lösningar kan trots allt uppfattas snävare. En generell uppfattning från intervjuerna var att det som sker invändigt i en mellanliggande konstruktion inte är lika styrt av arkitektoniska krav och restriktioner. Hur innanmätet löses är alltså upp till konstruktören eller VVS-projektören, dock med satta förutsättningar från den befintliga byggnadens struktur och arkitektens planlösningar på omgivande plan.

Det utvändiga är upp till arkitekten att avgöra, som Sandin (2019) förklarade är detta dock en svårighet för arkitekterna att lösa. Om höjden på utrymmet ökar kommer även den totala byggnadshöjden öka, Norell et al. (2020) beskrev att höjddökningen kan kräva resurskrävande iterativa processer mellan projektörerna och kommunen. Minskning av höjden på den mellanliggande konstruktion förenklar alltså inte bara gestaltungsarbetet och skapar bättre höjdförutsättningar för varje påbyggnadsplan, det gör även processen smidigare för arkitekten och billigare för beställaren. Konstruktörens och VVS-projektörens viljor behöver därför ställas mot arkitektens styrande hand och i detta läge blir det inte bara en fråga om projekteringsbekvämlighet. Ramarna som sätts av arkitekten kring den mellanliggande konstruktionen kan därför, och tenderar möjligtvis, att bli snäva. Utrymmena som ges till teknikkonsulternas lösningar blir därför i minsta laget där konstruktörens lösningar gällande lasthantering tenderar att prioriteras framför VVS-projektörens installationer. Arkitektens snäva ramar i kombination med konstruktionstekniska prioriteringar kan därför ses som en möjlig orsak till att VVS-projektörerna upplevde projekterings svårigheter i form av utrymmesbrist i detta mellanliggande parti.

Av resterande fall utan mellanliggande konstruktion (Sergelhuset, Trikåfabriken och Kvarteret Orgeln 7) nämns inga VVS-relaterade svårigheter med bryggningen mellan befintlig byggnad och påbyggnad, enbart att det inte uppstår några utmaningar. Det kan därför anses, utifrån dessa intervjuer, vara underlättande för en VVS-projektör om en mellanliggande konstruktion finns att tillgå vid projekteringen, dock med följden att konstruktörens arbetsbörda ökar och eventuella montagenackdelar tillkommer. Däremot tyder även intervjuerna på att vissa osäkerheter elimineras för konstruktörerna, som beskrivet av dessa i samtliga tre fall utan mellanliggande konstruktion har en konsekvent utmaning varit just den befintliga byggnadens oprecisa förutsättningar. I dessa fall antas arkitektens kunskaper om K- och VVS-områden spela en större roll, lösningar som krävs blir nödvändigtvis inte tekniskt utmanande att lösa, det handlar mer om att få arkitekten att förstå krävda lösningar och att dem i sin tur anpassar.

Intervjupersonernas åsikter om trä som konstruktionsmaterial varierade. En fördel som påpekades av de flesta var just den låga egenvikten som kommer med trä och att det är fördelaktigt för påbyggnader, det var lättare att jobba med för att det krävde mindre från den befintliga byggnaden. Med liknande majoritet framkom däremot egenvikten som ett problem, men i denna bemärkelse specifikt för VVS-projektörernas lösningar. Aggregat och fläktar ansågs inte kunna placeras på trästommar då detta skulle innebära fördyrande och komplicerade åtgärder. Detta beskrev även Andersson och Eriksson (2016) vara problematiskt med lätta träkonstruktioner. Annars kunde en ganska samstämd ton från projektörerna gällande materialval höras, det var att trä har bra egenskaper för påbyggnader men att det inte är rationellt att exkludera betong och stål i lösningarna. Ett citat från K3 beskriver denna stämning konkret och tydligt:

”Rätt material på rätt plats.” – K3 (2020)

Ett antagande som kan göras utifrån de analyserade resultaten är att just påbyggnader med betong har kommit till ett skede där erfarenheter från tidigare projekt redan finns i överflöd och befintliga lösningar redan finns att tillgå i nödvändig mängd. Påbyggnader i trä uppfattades som mer utmanande att lösa då tidigare erfarenheter inte fanns att tillgå i lika stor omfattning som med projektörer till betong. Även fast konstruktörerna i de trärelaterade påbyggnadsprojekten såg projekteringen som utmanande var det erfarenhetsgivande, och det viktigaste var kanske inte just lösningarna i sig. Som Dahir och Collazos Gonzalez (2018) beskrev är det istället viktigt att se till att göra projektets riktlinjer, krav och mål jämförbara.

Kategorierna *”Draglaster”*, *”Dolda knutpunkter & beslag”* och *”Rörelsefog mellan huskroppar”* kan ses vara enbart diskuterade för enskilda fall. Fallöverskridande analys kommer inte att göras som behandlar dessa kategorier.

Finns samband mellan teknikkonsulternas projekteringsutmaningar?

Den mellanliggande konstruktionen kan anses ha fungerat som en slags variabel buffertzon för projektörerna där skillnader mellan befintligt och nytt, stora toleranser och schakt kunde bryggas. Det blev mer eller mindre en sluten diskussion mellan konstruktören och VVS projektören, det var upp till dom att hitta lösningar på hur bryggningen passade för båda parter samtidigt som arkitektens och detaljplanens krav tillgodosågs. Konstruktörernas projekterade lösningar tycktes kunna förändras med hänsyn till installationer, VVS-lösningar mellan befintlig byggnad och påbyggnad kunde därför projekteras enklare. Just disciplinernas projekteringsarbete och framlagda lösningar i den mellanliggande konstruktionen tycktes alltså inte påverka varandra nämnvärt.

För konstruktörer och VVS-projektörer i påbyggnadsprojekt utan en mellanliggande konstruktion kunde det inte uppfattas som att en sluten diskussion mellan teknikkonsulterna var aktuell. Utmaningarna som framkom lades istället på arkitektens bord där denne fick bemöta vardera teknikkonsults krav. Det var då arkitekten som behövde förstå att föreslagna planlösningar eller liknande inte möjliggjorde eller ställde till med besvär för konstruktörens eller VVS-projektörens projekterade lösningar.

Materialvalet i en påbyggnad är en faktor som kan innebära varierande komplikationer. I träkonstruktioner blir konstruktörens lösningar mer utrymmeskrävande vilket tar anspråk på utrymmen som VVS-projektörer också ser som värdefulla. I samband med konstruktörens projektering av påbyggnader i trä skapas alltså mer restriktiva och resurskrävande förhållanden för VVS-projektören att projektera installationer och aggregat.

5.2.4 Åtgärder på befintlig byggnad

*Återkommande utmaningar som diskuterades under intervjuerna var just hantering av laster och schakter genom **hela** byggnaden. Övervägande del av utmaningarna kring detta område påpekades av VVS-projektörer. Endast en konstruktör, K1, antydde att förstärkningen av grunden var utmanande, detta trots att det var aktuellt i flera fall. Det var även aktuellt i tre av projekten att flytta teknikrum från takvåningar till källarplan, detta bidrog både till utmaningar och möjligheter för disciplinernas projekteringsarbete. Förflyttningen uppfattades vara en stor bidragande faktor till den schaktproblematik som togs upp under intervjuerna.*

Schakten genom den befintliga byggnaden är något som måste till att fungera för att påbyggnaden skall kunna få tillgång till nödvändigheter. Schakten måste såklart även komma och gå någonstans, i de flesta fallen låg befintliga fläktrum på taken och påbyggnaden tvingade på en förflyttning av dessa. Vart och hur de placeras sedan var något som uppfattades som utmanande frågor i projekten. I Sten Stures Kröningar, Sergelhuset och delvis i Kvarteret Orgeln 7 flyttades fläktrum ner till källarplan, detta krävde mer genomgående schaktyta i hela byggnaden. Fördelen med detta visade sig vara att översta planet blev uthyrbart. I Sten Stures Kröningar och Sergelhuset, båda två av liknande betongbyggnadskaraktär, uppstod dock problem att hitta ytor och lösa hur schakten skulle gå. Därtill påpekade VVS3 att det kan uppstå svårigheter då stora men för få schaktutrymmen ges, däremot var detta inte aktuellt under projektering av Triåfabriken.

VVS-installationer i befintliga byggnader behövde ofta bytas ut helt. Detta gjorde att VVS-projektörernas projekteringsarbete kunde liknas till en totalrenovering, de kunde se den befintliga byggnaden lite som en tom canvas, dock med redan satta ramar. Påbyggnaden hanterades dessutom mer eller mindre som en vanlig nybyggnad, med undantaget att fler förutsättningar är satta då den konstruerades på en annan byggnad. Även om ventilationssystemen mellan befintligt och påbyggnad inte sammankopplades uppfattades dessa två huskroppar som en del i ett och samma system.

Finns samband mellan teknikkonsulternas projekteringsutmaningar?

Även om VVS-projektörerna ansåg att det var problematiskt med schakten så kunde det inte kopplas till konstruktörens projekteringsarbete. Åtgärder eller ändringar som, enligt forskarens uppfattning från intervjuerna, krävdes för att lösa VVS-projektörernas krav på schaktyta tycktes inte heller ge några nämnvärda konsekvenser för konstruktören. Förflyttningen och placeringen av teknikrummen i projekten uppfattades inte heller som något utmanande från någon intervjuad konstruktör, det kan därför inte påstås att något samband finns mellan disciplinernas projekteringsarbete kring detta. Däremot kan det antas att de ökade schaktstorlekarna även implementeras i konstruktörens projektering, vilket nödvändigtvis inte ses som ett utmanande moment men däremot något som trots allt kräver ytterligare uppmärksamhet.

Problematiken och diskussionerna kring schaktutrymmen visade sig istället vara starkt påverkad av ekonomiska faktorer i ett projekt. Dessa ytor som både bildas och tas bort med nya schakt och teknikrumsplaceringar behandlas och projekteras av arkitekten som ska se till att beställaren får attraktiva och platseffektiva uthyrbara ytor. Det är här det kan antas att arkitektens kompetenser och förtroende för teknikkonsulterna spelar in. VVS-installationer kan kräva ytterligare utrymme från uthyrningsbar yta men det är hur arkitekten väljer att bemöta kravet som påverkar projekteringsarbetet för teknikkonsulterna. De utmaningar som diskuterades rörande eventuella åtgärder på den befintliga byggnaden kan därför kopplas till arkitekten och de utrymmen som denne allokerat för schakt och installationer.

5.2.5 Projekteringsprocessen

Intervjupersonerna antydde i majoritet att det tidiga skedet i ett projekt är av stor vikt då lösningar kan utredas i tid och därmed även minska magnituden av framtida problem. I ett påbyggnadsprojekt är inte alla förutsättningar säkra eller funna vid projekteringsprocessens start, men som förespråkat av intervjupersonerna är det ändå viktigt att få en bra systemutformning utifrån det man vet, tidigt.

Intervjupersonernas syn på det tidiga projekteringsskedet, systemhandlingsskedet, var att den var en viktig del genom hela projektet. Även Nordstrand (2009) var tydlig med att detta skede skall utföras noggrant. Skedet då VVS-projektören och konstruktören får möjlighet att, tillsammans med beställare, diskutera och arbeta fram systemutformning är därför värt att poängtera. I många fall framkom det att ju tidigare fungerande lösningar som togs fram i enlighet med varandras discipliner, desto färre kontroverser och svårhanterliga komplikationer väntade senare i processen. Tidig inblandning gav dessutom ökad förståelse till beställaren om vad som väntades i projektet. Det fungerade ändå bra att komma in i ett sent skede för K3, detta antydde vara på grund av den preciserade projekteringsuppgiften som gavs samt en god strukturering från projektledaren.

I tre av fallen nämns det att tidig inblandning och påverkan på arkitektens handlingar skulle hjälpt eller kan hjälpa konstruktörer och VVS-projektörer. Då lösningarna hade kunnat implementeras tidigare, eller i alla fall diskuteras, skulle även risken minskat för att förvanska arkitektens layout i ett senare skede då projektet kanske redan har satts i rullning. Detta ger enligt Jansson och Knutsson (2012) även en mindre kostsam process, man minskar risken för så kallad baktung projektering. Förhållandena för att få igenom ändringar för konstruktörer och VVS-projektörer i detta senare skede skulle alltså förmodligen vara försvårade och även mer resurskrävande. VVS2 beskrev med välvalda ord hur detta ligger till i förhållandena till påbyggnadsprojekt:

”I synnerhet om det är ett påbyggnadsprojekt, då har vi ju att ta reda på hur stora fläkttrum och inte bara chansa som vanligt, utan faktiskt utföra ett ännu mer detaljerat arbete. Det kostar en del i början men jag tror att man har igen det i slutändan.” – VVS2 (2020)

Finns samband mellan teknikkonsulternas projekteringsutmaningar?

Konstruktörernas och VVS-projektörernas skede då de blandas in i ett projekt kan anses bestämmas av andra aktörer inom byggprocessen, till exempel beställare eller arkitekt, och beroende på påbyggnadens förutsättningar och komplexitet. Samband mellan teknikkonsulterna kring vilket skede de blandas in blir därför svårt att inse.

Som känt är en påbyggnad inte aktuell om den befintliga byggnaden inte kan klara av lastökningen den skulle medföra. Konstruktörens bedömning av stommen skulle redan i detta skede kunna ge en insikt kring vilka utrymmen och möjligheter som finns för installationer och vara med och påverka arkitektens förslag tidigt. Arkitektens ansvar på att se till att godtyckliga utrymmen för installationer finns skulle därför kunna minskas. Detta kräver däremot att konstruktören själv ska besitta tillräckligt med kunskap för att göra rationella uttalanden om VVS-projektering. För ett konstruktionsföretag kan det dessutom vara ofördelaktigt att ta extra hänsyn till VVS-lösningar i ett sådant tidigt skede, fastighetsägaren tenderar att främst tänka med plånboken och större tillsatta marginaler innebär mindre uthyrningsbar yta och mindre inkomster.

5.2.6 Projektgrupp

En genomgående ton i de flesta intervjuerna var att arkitekten försvårade arbetet. Många av tidigare nämnda problem som uppstått, till exempel med mellanliggande konstruktion, schakt och placering av tekniska utrymmen var direkta påverkningar av arkitektens utformning. Huruvida de uppstådda problemen hanterades och löstes låg däremot inte på arkitektens, dessa utföll istället till utmanande moment för konstruktörerna eller VVS-projektörerna.

Projektgruppens funktion har även en påverkan på det slutliga resultat, det som utmärktes mest från denna analys var att det inte skedde några speciella komplikationer mellan just konstruktörerna och VVS-projektörerna inom detta område. Bland intervjupersonerna argumenterades det främst kring att kompetens saknas hos vissa inblandade aktörer och att detta försvårar vidare projektering.

Intervjupersonerna hade överlag en negativ inställning till arkitektens givna förutsättningar, men hur precisa krävs och vad förväntas från en arkitekt? De underlag som delgetts till konstruktörer och VVS-projektörer i samtliga fall, förutom i projektet Trikäfabriken, har blivit uppfattade som undermåliga, oprecisa eller dåligt lösningsorienterade för funktionella aspekter. Det kan självklart inte antas att arkitekten skall ha likasinnade kunskaper som både en konstruktör och VVS-projektör för att tillgodose gynnsamma projekteringsförhållanden. Men, som många av intervjupersonerna antydde råder ändå en viss kunskapsbrist hos arkitekter för att det skall anses acceptabelt.

Intervjupersonerna antydde att det uppstod många oklarheter och problematik kring områdena ”Påbyggnaden” och ”Åtgärder på befintlig byggnad”. Det var dock inte själva påbyggnaden eller den befintliga byggnadens åtgärder i sig, utan mer förbindelsen som blir mellan. Arkitektens kunskap om och förståelse för konstruktions- eller VVS-relaterade lösningar för dessa områden tycktes ibland inte finnas i den grad så att presenterade arkitektoniska lösningar ens möjliggjorde vissa krav för påbyggnadens strukturella och installationstekniska krav. Utmaningar i projekteringsarbetet för teknikkonsulterna skulle därför bli ofrånkomliga, varför det uppstår sådana stora brister är svårt att svara på. Det kan däremot anses sammanfalla med arkitektens roll och huruvida dennes uppgifter är förankrade i projektgruppen. Kunskaperna kanske finns om vardera disciplins krav men det kanske inte ges någon anledning till arkitekten varför de ska implementeras, det saknas incitament. Tydliga direktiv om vilka arkitektens uppgifter är skulle redan från projektstart kunna ge konstruktörer och VVS-projektörer en klarare uppfattning av i vilken grad de givna förutsättningarna kommer vara.

Vad teknikkonsulternas utmaningar pekade på riktades som beskrivet till mellanskiktet och det uppdagades då under intervjuerna att tolkningskillnader om påbyggnadsprojekt mellan arkitekter och teknikkonsulter kan vara boven. Det tolkades som arkitektens syn på hela byggnaden var uppdelad i två separata volymer: den befintliga byggnaden och påbyggnaden. Mellanskiktet lämnades åt konstruktören och VVS-projektören att lösa. Detta kan vara anledningen till en del av intervjupersonernas frustrationer till arkitekterna, det skulle dessutom vara en förklarande orsak till att de problem som diskuterades i avsnitt 5.2.3 kopplades till arkitektens lösningar.

VVS1 tar även upp en intressant aspekt om de andra inblandade aktörernas förståelse om VVS-installationernas genom hela byggnaden, den ansågs i detta fall var bristfällig. I projekten Sergelhuset och Trikäfabriken ansåg däremot både konstruktören och VVS-projektören att kommunikationen och projektgruppen hanterades på ett sätt som underlättade projekteringen, detta trots att K3 blandades in relativt sent i projekteringsprocessen i jämförelse med andra intervjuade konstruktörer. Varken VVS1 eller K1 ville påpeka att projektgruppens arbetssätt bidragit till förenklad projektering, snarare tvärtom. Bryggande kunskaper mellan olika discipliner kan därför legat till grund för de positiva insikter om projektgruppen som intervjupersonerna i Sergelhuset och Trikäfabriken upplevde.

Att som aktör inom byggbranschen sitta inne på kunskaper om andra discipliners arbeten behöver däremot inte vara nödvändigt, det kan vara svårt och kanske rent av onödigt. Tät kommunikation mellan parterna skulle istället kunna se till att nödvändiga kunskapskrav om andra områden delas. Lundgren och Sibe (2016) beskrev att det handlar om tillit till projektgruppens inblandade aktörer, man måste lite på disciplinernas lösningar och motkrav. Att en del av de intervjuade konstruktörerna eller VVS-projektörerna upplevde kunskapsbrist från andra inblandade discipliner kan anses vara fullkomligt befogat, det är förståeligt att det är irriterande och en uppstoppande plugg i projekteringsprocessen. Men, problemet bör istället rikta in sig på hur projektgruppens aktörer förhåller sig till varandras kunskap inom varderas disciplin och hur pass de litar på varandra. I projektet Sten Stures Kröningar verkade de inblandades tillit till VVS-projektören vara bristfällig, därför upplevdes det av VVS1 som att de inblandade saknade kompetens.

Påbyggnadsprojekt är oftast unika, det kan därför argumenteras att det är svårt att hitta konsekventa eller jämförbara lösningar mellan olika påbyggnadsprojekt. I Trikåfabriken och Glitne, båda projekt med påbyggnader i trä, diskuterades erfarenheter. För VVS3a var ett tidigare projekt av liknande karaktär av värde för projekteringen av påbyggnadens system, de hade funnit metoder som kunde återanvändas. Till skillnad från K5 och VVS5 uppfattades det som att Glitne var projektet där de tog in de här erfarenheterna, däremot beskrevs det som ett så pass unikt projekt så att lösningar inte skulle vara direkt repeterbara. Detta är ofördelaktigt om erfarenheterna skall kunna återanvändas i ett annat påbyggnadsprojekt, erfarenheter som är av stort värde för en problemfri projektering.

Kategorin "Prefableverantör" kan ses vara enbart diskuterad i Sergelhuset, en fallöverskridande analys kommer inte att göras som behandlar denna kategori.

Finns samband mellan teknikkonsulternas projekteringsutmaningar?

Kategorier som identifieras inom detta område anses inte ha några självklara direkta samband eller mönster mellan projekttyperna. Det är svårt att inse några generella utmaningar eller möjligheter mellan just konstruktörer och VVS-projektörer som kan uppstå i samband med projektgruppen, specifikt för ett påbyggnadsprojekt. Samband mellan teknikkonsulter och arkitekten eller andra aktörer går däremot att argumentera för att de existerar.

5.2.7 Omgivning / Omkringliggande faktorer

I fyra av fem fall kom hyresgästerna upp för diskussion och åsikter florerade kring hur de påverkade projekteringsarbetet om de satt kvar, var utflyttade eller närvarande på annat vis. Påverkan från yttre element framstod som utmanande i tre av projekten. Vilken typ av verksamhet som skulle husera i påbyggnaden eller som fanns i den befintliga byggnaden hade inte resulterat i några projekteringsutmaningar för någon teknikkonsult i påbyggnadsprojekten, däremot var det uppe för diskussion ofta.

Variationen mellan konstruktörer och VVS-projektörer gällande kvarsittande hyresgäster var blandad och ingen specifik koppling kan inses gällande påbyggnadens karaktär. Hyresgästerna som var fortsatt huserade i Sten Stures Kröningar, Sergelhuset och Glitne var där på grund av ekonomiska skäl, från fastighetsägaren. Att kvarsittande hyresgäster skulle utgöra en utmanande faktor verkade ändå vara fallet i dem projekt där detta varit aktuellt, även VVS4 (som inte fick behandla hyresgäster) nämner att det oftast innebär problem med fortsatt verksamhet under byggtiden.

Påverkan från yttre element framstod som utmanande i tre av projekten. I Kvarteret Orgeln 7 uppstod problem i samband med att den befintliga stommen avtäcktes för undersökning och montering. På grund av det geografiska läget för Glitne var just snö och kyla en större problematik att hantera än övriga projekt. Inget generellt mönster kring denna utmaning kan dock inses.

Verksamhetstypen som är aktuell för påbyggnadsprojekt tycktes ha en påverkande roll för svårigheten på projekteringsarbetet. Det framkom dock att intervjupersonerna enbart hade åsikter om hur projekteringen skulle kunna påverkas på grund av verksamhetens krav på utformning, ingen av de intervjuade hade upplevt detta som utmanade under projekteringen. Det är därför svårt att inse mönster mellan fallen. Däremot kan det sägas att VVS-projektörerna var enade om att det förmodligen blir svårare att projektera för bostäder.

Projekteringen kan även bindas eller göras mer omständlig på grund av lokala bestämmelser och styrande krav. Projekten Triåfabriken och Glitne möttes av hinder från bygglovshandläggare respektive detaljplan. I dessa två fall var det två separata utmaningar som framkom och i Glitne var hindret mer baserat på arkitektens handlingar än kommunens åsikt, inget generellt mönster kan därför inses. Kategorierna "*Ventilation från underliggande tunnel*", "*Omgivande byggnation*" och "*Ekonomi*" kan ses vara enbart diskuterade för enskilda fall. Fallöverskridande analys kommer inte att göras som behandlar dessa kategorier.

Finns samband mellan teknikkonsulternas projekteringsutmaningar?

Hysesgäster som satt kvar i byggnaden var en utmanande faktor för teknikkonsulternas projekteringsarbete. Däremot kan dem anses vara en utmaning som inte är direkt sammanhängande med vare sig K- eller VVS-disciplinen, det är därför svårt att inse hur teknikkonsulternas projekteringsarbeten skulle kunna påverka varandra. Inget samband mellan disciplinerna inses kring denna projekteringsutmaning.

Huruvida konstruktörens och VVS-projektörens respektive projekteringsarbeten skulle kunna komma att påverka den andres i avseende att hantera de yttre elementen anses inte gå att spekulera i med analyserade data. Inget samband mellan disciplinerna inses kring denna projekteringsutmaning.

5.3 Hur skiljer sig projekteringsutmaningarna från övriga byggprojekt?

Analyserade data jämförs med teoretisk referensram för att upptäcka ytterligare projekteringsutmaningar som kan uppstå för konstruktörer och VVS-projektörer speciellt för påbyggnadsprojekt. Till vänster visas utdrag från den sammanställda teoretiska referensramen som återfinns i avsnitt 3.3, Tabell 2 - Teoretisk referensram, projekteringsutmaningar i övriga byggprojekt.” Till höger ges en beskrivning kring eventuella skillnader eller likheter mellan projekteringsutmaningarna.

- ✓ Otydliga förslag från arkitekt.
(Asani & Al-Ameri, 2018; Norell & Börestam, 2019)
- ✓ ”Kritiska snitt”.
(Nordstrand, 2006)
- ✓ Bristande kvalitet på handlingar.
(Boverket, 2018)
- ✓ Handlingar med dålig koppling till verkligheten.
(Hildingsson & Overmeer, 2014)

Arkitektens ritningsunderlag var i de flesta projekten undermåliga med avseendet att de antingen var gjorda med bristande koppling till rationella tekniska lösningar eller att de inte existerade. Bristande handlingar som delges av arkitekten verkar även vara ett vanligt förekommande problem, då bland annat VVS1 påpekar att det ofta uppstår komplikationer med arkitekten för att de inte har tillräcklig förståelse för hur rör och installationer kan dras. Kunskapsbristen om andra discipliners lösningar hos arkitekter kan anses vara en orsak till att detta händer då även hanteringen av de ”kritiska snitten”, i exempelvis Sten Sturegatans Kröningar, upptäcktes vara en av arkitektens brister. Likt det som beskrevs av (Boverket, 2018; Hildingsson & Overmeer, 2014) gällande ritningshandlingar så förekom även brister i påbyggnadsprojekten av samma karaktär. Det kan dock anses vara av större vikt för teknikkonsulterna och arkitekten i ett påbyggnadsprojekt att ritningshandlingarna är ordentliga och verklighetsbaserade. Under påbyggnadsprojekteringen kan det uppkomma nya, tidigare dolda, förutsättningar som kan vara svårbedömda och skapa resurskrävande revideringar. K4 beskrev att man i övriga byggprojekt ämnar projektera klart för att sedan börja bygga. Åsikten pekar på att det vanligtvis inte är kutym med förväntade förändringar av förutsättningar, något som däremot förekommer i påbyggnader.

- ✓ Snäva tidsramar i tidigt skede.
(Alabdllawi, 2019; Jansson & Knutsson, 2012)
- ✓ Kostnadspress att få fram handlingar.
(Boverket, 2018)
- ✓ Teknikkonsulter involveras för sent.
(Asani & Al-Ameri, 2018)

Vikten av tidig inblandning i projekteringsskedet diskuterades både under intervjuerna och förklarades av Jansson och Knutsson (2012). I avsnitt 5.2.5 beskrevs att projekteringsarbetet hade förenklats för teknikkonsulterna om de blivit involverade i ett tidigare skede. Däremot tycktes intervjupersonerna överlag inte uppleva att det fanns ekonomisk press på att framställa handlingar i ett tidigt skede. Men, åsikten om att de kom in för sent i projekteringsprocessen tyder på att det fanns restriktioner kring resurserna som allokerats till tidiga skeden. Sen inblandning av teknikkonsulter kan därför anses vara en återkommande utmaning i alla typer av byggprojekt.

- ✓ Skapa en gemensam bild av projektet för inblandade aktörer.
(*Bosch-Sijtsema, 2013*)
- ✓ Otydlig gränsdragning kring aktörernas arbetsuppgifter.
(*Alabdllawi, 2019; Asani & Al-Ameri, 2018*)

Projektörerna i projektgruppen bör, som Bosch-Sijtsema (2013) förklarade, vara transparenta och tydliga med hur de ser på projektet, det skall finnas en gemensam bild. Förutsättningarna och projektörernas syn på utmaningarna som uppstod i samband med anslutningen mellan den befintliga byggnaden och påbyggnaden upplevdes inte vara fastställda i projektgruppen. Det kan därför också tyckas råda tvivel om vad arkitektens, konstruktörens och VVS-projektörens egentliga arbetsuppgifter ämnar lösa i ett påbyggnadsprojekt, vilka gränsdragningar som görs mellan disciplinerna.

- ✓ Kommunikationsproblem.
(*Emmitt & Gorse, 2007; Bosch-Sijtsema, 2013*)
- ✓ Bristande incitament att förenkla för andra aktörer.
(*Alabdllawi, 2019*)
- ✓ Bristande förtroende för andra discipliner.
(*Lundgren & Sibe, 2016*)
- ✓ Obefogade förväntningar om andra aktörers hantering av omständigheter.
(*Alabdllawi, 2019; Lundgren & Sibe, 2016*)

Det uppfattades från analyserade data som att arkitekterna och teknik konsulterna inte delade samma tolkning av vad en projektering av en påbyggnad innebär. Denna otydlighet kan bero på kommunikationsproblem eller att aktörerna inte ser rimligheten i att förenkla för andra, det saknas incitament. Då kommunikationsproblem och bristande incitament även är vanligt förekommande i övriga byggprojekt kan det då antas att även dessa kan vara en orsak för påbyggnadsrelaterade projekteringsutmaningar. Liknande som teori (Lundgren & Sibe, 2016; Alabdllawi, 2019) beskrev, gällande bristande förtroende och obefogade förväntningar i projekteringsprocessen av övriga byggprojekt, kan paralleller likväl dras till samma skede i påbyggnadsprojekt.

Från det fallöverskridande analyskedet framkom det att projekteringsutmaningarna som uppdragas under projekteringen av påbyggnadsprojekt inte skiljer sig nämnvärt från de projekteringsutmaningar som kan uppstå i övriga projekt. Liknelsen uppmärksammades även under intervjutillfällena då ett ofta förekommande tillägg till åsikterna var att den diskuterade kategorin nödvändigtvis inte är exklusiv för påbyggnader.

En aspekt som däremot tycks vara mer påverkande för teknik konsulter i påbyggnadsprojekt jämfört med övriga byggprojekt är arkitektens roll, till detta hör dessutom hur beställaren väljer sina strider och vad som ses som viktigt i slutändan för denne. Dock var det arkitektens bristande projektering av påbyggnaden som var en återkommande diskussionspunkt under alla intervjuer. Påbyggnader har förklarats vara mer krävande än, åtminstone, nybyggnationer samt att det krävs definierade förutsättningar innan projekteringen startar (Blomsterberg, 2012). Vad som konstaterats i studien är dock att det ofta förekommer nya förutsättningar som aktörerna måste hantera, arkitektens projektering av påbyggnaden måste då förmodligen förändras. Med förändringar träder med stor sannolikhet brister i arkitektens projektering fram igen. Med bland annat dålig koppling till den verkliga byggnadens förutsättningar eller med icke rationella tekniska lösningsförslag kunde teknik konsulterna inte projektera utan svårigheter. I övriga byggprojekt kan det anses att förutsättningarna är mer konsekventa genom projekteringsprocessen, arkitektens projektering kan därför förbättras i en kontrollerad miljö.

Konstruktörerna och VVS-projektörerna var till stor del eniga om vilka problem som var aktuella i projekten, till exempel om mellanskiktet eller ritningshandlingar, och att de dessutom kunde härledas till arkitektens projektering. Bortsett från de konstruktions- och installationstekniska projekteringsutmaningarna som tillkommer i samband med en påbyggnad (som nämndes av intervjupersonerna och även fanns i teori, Tabell 1) kan det från studiens resultat antas att arkitektens projektering av påbyggnader skapar försvårande projekteringsutmaningar för konstruktörer och VVS-projektörer.

6 Diskussion och Slutsats

Syftet med denna studie var att öka förståelsen för vilka projekteringsutmaningar som kan uppstå i påbyggnadsprojekt samt för vilka samband som finns mellan konstruktörers och VVS-projektörers projekteringsutmaningar. Befintlig teori och tidigare studier som beskrivit övriga byggprojekts projekteringsutmaningar stärks med resultatet från denna studie då de intervjuade konstruktörernas och VVS-projektörernas projekteringsutmaningar i påbyggnadsprojekt var av samma karaktär.

Samband mellan teknik konsulternas projekteringsutmaningar upptäcktes, men det som är utmärkande från resultatet är att projekteringsutmaningarna istället ofta kopplas till arkitektens projektering. De främsta projekteringsutmaningarna som båda disciplinerna tycktes ställas inför var inte relaterade till varandras projekteringsarbete eller lösningar, de var snarare eniga om vilka problem som fanns och att dem berodde på arkitekturen eller projektets ekonomiska vinkel.

Den teoretiska referensramen som togs fram belyste och klargjorde projekteringsutmaningar som har uppdragats under övriga byggprojekt och påbyggnadsprojekt. Teoretisk förståelse för projekteringsutmaningar inom påbyggnadsprojekt, specifikt för konstruktörer och VVS-projektörer, tycktes däremot vara smal. Tidigare studier och litteratur tycktes inte finnas i den mån så att eventuella samband mellan disciplinerna har kunnat upptäckas med forskningsbaserade metoder. Denna studie anses bidra med att tydliggöra vilka projekteringsutmaningar som kan uppenbaras specifikt för konstruktörer och VVS-projektörer i påbyggnadsprojekt. Det kan även konstateras att projekteringsutmaningar i övriga byggprojekt som belyses i befintlig teori och tidigare studier kan appliceras för konstruktörers och VVS-projektörers projektering av påbyggnadsprojekt. Dessutom kan resultatet av denna studie ses som en indikation på att arkitektens roll, både i påbyggnads- och övriga byggprojekt, är för bestämmande i projekteringsprocessen för att konstruktörers och VVS-projektörers projekteringsarbete inte skall få bristfälliga förutsättningar att projektera efter.

Hur arkitekten väljer att projektera kan bero på bland annat beställare eller visioner. Resultatet i denna studie pekade på att arkitekten ofta komplicerar projekteringen för konstruktörer och VVS-projektörer. Norell och Börestam (2019) konstaterade i en studie där de undersökte huruvida ett behov av ökad installationssamordning mellan VVS-projektörer och arkitekter fanns och gjorde en slutsats att det finns ett kunskapsglapp mellan åtminstone arkitekter och VVS-projektörer som försvårar. Detta fenomen, att arkitekten försvårar, verkar förekomma frekvent i alla typer av byggprojekt, skulle det kunna bero på bristande vilja att förenkla för andra aktörer, bristande kunskap om andra branscher eller ekonomiska krav från beställaren? Det är dock tydligt från studiens resultat att arkitekten är den framstående boven i djungeln av projekteringsutmaningar för konstruktörer och VVS-projektörer i påbyggnadsprojekt.

Men vad säger egentligen att arkitekterna gör fel, och vad kan anses som fel? Att lite blint på de intervjuade teknikkonsulternas åsikter kan ge det fulla svaret, men det kan också bara vara ena sidan av myntet. Arkitektens roll i byggprojekt skulle kunna vara överskattad av bland annat konstruktörer och VVS-projektörer, detta skulle kunna göra att de inte uppskattar arkitektens lösningar för det dem egentligen ämnar vara. Om arkitekten istället förväntas besitta kunskaper om andra discipliner och skapa oproblematiska projekteringsförhållanden, kan man kanske ställa frågan vad teknikkonsulternas egentliga uppgifter är. Det är väl konstruktörens arbete att räkna och dimensionera fram stomkonstruktioner och det är väl VVS-projektören som skall se till att installationer och styrsystem blir fungerande i byggnader? Arkitektens påstådda ”bristande” projektering skulle kanske kunna vara inom ramarna för disciplinens uppgifter, det skulle möjligtvis istället kunna vara de problemlösande teknikkonsulterna som inte ser intentionen med att lösa problem. Varför arkitekter inte tycks förändra sitt arbetssätt eller vara mer inbjudande till de andra disciplinernas lösningar är dock en fråga som kvarstår, den kan inte heller besvaras i denna studie med den data och resurser som finns.

Tekniska utmaningar för konstruktörer och VVS-projektörer i påbyggnadsprojekt existerar och de förekom främst i mellanskiktet, där den befintliga byggnaden och påbyggnaden möts. Diskussionerna som hölls under intervjuerna som behandlade mellanskiktet hölls öppna och inga specifika frågor ställdes. Trots öppenheten leddes majoriteten av intervjuerna ändå in på hur arkitekten hade ett finger med i spelet kring detta mellanskikt. När arkitekten var så frekvent diskuterad under intervjuerna, och med negativ inställning från de flesta intervjupersonerna, skulle förutfattade meningar ha kunnat skapats. Med många överensstämmande stämmor under intervjuerna finns risk för att kunskap som fås från tidiga intervjuer har påverkat vilka frågor som ställdes och hur de ställdes till intervjupersonerna, detta torde dock ha skett omedvetet. Kunskap från Kvale och Brinkman (2014) klargjorde däremot tidigt att intervjuaren har en betydande roll för vad som diskuteras under intervjun. Tack vare att jag var transparent och tydlig med min påverkan, samt underförstådd med detta från

början, är det därför klargjort att detta möjligtvis kan försvaga studiens reliabilitet. Eventuella partiska frågor kan däremot inte anses påverka intervjupersonernas åsikter, möjligtvis omfattningen av diskussionen men detta kan även uppfattas som en fördel för utforskandet.

Det framlades även tydligt i studien vilka slags projekteringsutmaningar som är aktuella i mellanskiktet och det upptäcktes även samband mellan disciplinernas projekteringssvårigheter. Men, de tekniska projekteringsutmaningarna löstes bra mellan teknik konsulterna, kvar fanns istället projekteringsutmaningar som återigen härstammade från arkitektens projektering. En potentiell orsak till detta antyddes vara att det förekommer en tolkningsskillnad mellan disciplinerna. Arkitekten kanske tenderar att se påbyggnadsprojektet som en byggnad som skall göras på en annan och att gestaltningen är det viktiga. Teknik konsulter däremot, projekteringsfokus på invändiga lösningar med uppfattningen att påbyggnadsprojektet är en förlängning av befintliga byggnaden.

För att kunna redogöra för och förstå sambanden mellan teknik konsulterna och arkitekten krävdes en inblick i vad arkitekten har för projekteringsutmaningar i påbyggnadsprojekt. Arkitektens förutsättningar visade sig även vara direkt påverkat av beställare. Ett mönster uppenbarades som pekade på att studien, med denna utforskande karaktär, krävde en mer omfattande förståelse om andra aktörers påbyggnadsrelaterade projekteringsutmaningar. Varför denna kunskap inte fanns vid analyskedet kan bero på att det inte lades ner tillräckligt med resurser i studiens tidiga skede. En förundersökning med enkäter eller snabba samtal hade kunnat bidra till en mer givande orientering kring studiens områden och en inblick i vad studiens resultat verkligen skulle bidra med.

Vad studien resulterade i var inte vad som förväntades när examensarbetet påbörjades. Intentionen var först att enbart undersöka vilka tekniska utmaningar som är närvarande för konstruktörer och VVS-projektörer för påbyggnader och i detta avseende undersöka samband mellan disciplinernas utmaningar. Under intervjuerna så uppdagades det däremot att det var någonting annat som ofta låg till grund för uppkomsten av de diskuterade tekniska utmaningarna. Den ingående hypotesen om att komplikationer i projekteringen mellan konstruktören och VVS-projektören skulle vara frekvent förekommande, stämde inte riktigt in. Det uppenbarades istället att arkitektens projektering ofta var styrande för konstruktörens och VVS-projektörens projekteringsförutsättningar och att många av problemen de upplevt under projekteringen därför kunde kopplas dit. Studien blev i anknytning med denna upptäckt ytterligare fokuserad på att utforska hur teknik konsulterna påverkas av det som sker och finns runt om de tekniska utmaningarna, alltså projekteringsprocessen och projektgruppen.

Forskningen i denna studie genomfördes med en induktiv och utforskande metod. De enda källorna för rådata var de tio intervjutillfällena med konstruktörerna och VVS-projektörerna som genomfördes under en kort tidsperiod i studiens tidiga skede. I detta tidiga skede fanns dock en viss otydlig idé om vad studiens egentliga syfte var. Den litteraturstudie som hade gjorts innan intervjuerna för att orientera forskaren om påbyggnader hade därför hanterat tillräcklig projektgruppsrelaterad teori för att under intervjuerna kunna ställa följdfrågor som skulle kunnat vara av värde. Det skapades därför ytterligare resurskrävande moment när samband skulle upptäckas mellan teknik konsulternas projekteringsutmaningar. Följdfrågor om hur de ser på samband mellan projekteringsarbetena hade kunnat ställts till intervjupersonerna, men dessa uppenbarades inte. Däremot uppstod inga komplikationer med studien ändå, en sådan konkretiserande fråga skulle dessutom kunna leda till att det accepteras som slutgiltigt svar. Med den data som fanns i denna studie öppnades istället möjligheter för att utforska och göra antaganden som annars kanske inte hade varit aktuella.

Kvaliteten på data med avseende på innehåll och tydlighet är av stor vikt för att senare både underlätta arbetet och tillgodose resultatets reliabilitet. En väl utförd studie om intervjumetodik tillgodosåg god kvalitet, om denna inte hade gjorts kan det argumenteras för att intervjuerna inte hade varit lika givande som dem blev nu. Respondenterna fick även möjlighet att modifiera eller ändra data som transkriberats och sammanfattats, risk för eventuella missuppfattningar under transkriberingen som kan ha framkommit anses därför minimeras. Dessa efterjusteringar ansågs inte ändra åsikterna de delade under intervjun nämnvärt, snarare stärka och förtydliga dem. Däremot ledde det till att respondenternas negativa åsikter och uttalanden tonades ner, den grad av anonymitet som utlovades till respondenterna kan vara en orsak. Fullkomlig anonymitet, med okända projekt, namn och bakgrund, för teknikkonsulterna skulle kunnat vara mer betryggande och tillåtit att mer djupgående och kritiska åsikter hade diskuterats om projekteringsutmaningarna. Upptäckterna från analysen kan däremot kopplas bort från teknikkonsulternas känsloladdade uttryck, både negativa och positiva, då det i en sammantagen uppfattning inte hade nämnvärd påverkan på resultatet.

Påbyggnadsprojekten och intervjupersonerna i studien valdes med tanken att få ett generaliserat intryck av projekteringen av påbyggnader. Att inse fallöverskridande likheter mellan påbyggnadsprojekt görs inte med enkelhet eller säkerhet. Varje projekt är unikt i sig med olika förutsättningar, mål och projektgrupper. Projekten som valdes till undersökningen och intervjuerna som gjordes var av olika karaktär och blev därmed utmanande att jämföra med saklig struktur.

6.1 Förslag på fortsatta studier

Påbyggnadsprojekten i denna studie valdes med åtanke att ge förklaring på hur variationer, till exempel konstruktionsmaterial och verksamhet, spelade in på teknikkonsulternas projekteringsutmaningar. Det fanns många olika faktorer som kunde differentiera fallen emellan, nästan för många, det var därför svårt att inse fallöverskridande mönster som behandlade tekniska utmaningar. För att svara på hur till exempel konstruktionsmaterial, befintlig byggnadstyp eller påbyggnadskaraktär påverkar projekteringen kan en studie göras som behandlar projekt av så lika karaktär så möjligt. Särskilda projekteringsutmaningar för just den variationen av entreprenadtyp, konstruktionsmaterial skulle då kunna jämföras med teknikkonsulternas projekteringsutmaningar från denna studie.

Traditionella och inarbetade rutiner för hur projekteringsprocessen går till kanske har blivit för fokuserad på den ekonomiska frågan i ett initialt skede. En undersökning kring hur alla inblandade aktörer i ett påbyggnadsprojekt ser på dagens projekteringsprocess kan vara givande för lättare kunna skapa en helhetsbild av projektet. Detta skulle kunna bidra till att arkitekterna får en inblick i hur deras projektering kan påverka andra discipliner och därmed minska problematik. Det bör då undersökas om den påstådda standarden för hur vi projekterar övriga byggprojekt i dagsläget verkligen är lika fungerande för påbyggnadsprojekt. Är det en rationell projekteringsstruktur att arbeta ifrån eller krävs uppdaterade metoder för att minska osäkerheter och utmaningar i ett senare skede?

Att få grepp kring varför arkitekten ofta förekommer som en syndabock under projekteringen bör undersökas vidare för att få svar på frågor som: Varför är arkitekten inte mer medveten om dess påverkan på andra discipliners projektering? Håller den med om att projekteringen är bristande och vad görs för att förändra denna bild? Detta skulle kunna bidra till en ändring inom projekteringskedet som kan se till att konstruktörer och VVS-projektörer får en högre röst gentemot arkitekten och beställaren.

En potentiell förklaring till flertalet utmanande moment som upptäcktes i denna studie var hur inblandade discipliner tolkar påbyggnadsprojektet. Är det en förlängning av befintlig byggnad eller vad ordet påstår, en *på*-byggnad? För att utveckla denna hypotes ytterligare och eventuellt få ett svar skulle teknikkonsulternas bild av påbyggnadsprojekt behöva utforskas vidare. Med bakgrund av denna studies resultat kan vidare studier genomföras med fördel där även arkitektens åsikter tas i åtanke.

6.2 Slutsats

Syftet med studien var att bygga på förståelsen för de projekteringsutmaningar som konstruktörer och VVS-projektörer ställs inför vid projekteringen av påbyggnader. Med utforskande avsikt genomfördes därför tio intervjuer med konstruktörer och VVS-projektörer som erfarit projektering av svenska påbyggnadsprojekt med varierande karaktär. De fynd som gjordes från teknikkonsulternas uttalanden samstämde med vad tidigare studier och teori konstaterat; vilka projekteringsutmaningar som finns och vilka som är särskilda för påbyggnader. Resultatet styrker därför befintlig teori som beskriver projekteringsutmaningar med övriga byggnadsprojekt, detta med avseendet att projekteringsutmaningarna likväl är tillämpbara för konstruktörer eller VVS-projektörer i påbyggnadsprojekt.

Denna studies syfte var även att öka förståelsen för eventuella samband mellan konstruktörernas och VVS-projektörernas projekteringsutmaningar i påbyggnadsprojekt. Fem svenska påbyggnadsprojekt låg till grund för de funna projekteringsutmaningarna som teknikkonsulterna upplevt och vid jämförelse av dessa mellan projekten upptäcktes ett framstående samband. Det framstående sambandet var dock inte kopplat mellan konstruktörer och VVS-projektörer. Det resultatet pekade på var istället att konstruktörerna och VVS-projektörerna såg gemensamt på vilka utmaningar som uppstod och varför de uppstod, projekteringsutmaningarna kunde ofta kopplas till arkitektens projektering.

7 Referenser

Personlig kommunikation, intervjutillfällen

K1	Samtal, 20-03-2020
VVS1	Samtal, 19-03-2020
K2	Samtal, 17-04-2020
VVS2	Videosamtal, 26-03-2020
K3	Samtal, 03-04-2020
VVS3a-b	Videosamtal, 25-03-2020
K4	Samtal, 30-03-2020
VVS4	Samtal, 30-03-2020
K5	Samtal, 20-03-2020
VVS5	Samtal, 03-04-2020

- Ahnström, A. (2004). *PLANERA FÖR FÖRTÄTNING GENOM PÅBYGGNAD: "Karlsson på taket", saga eller verklighet?* Stockholm: Blekinge Tekniska Högskola.
- Alabdllawi, S. (2019). *Samspel mellan arkitekter och konstruktörer under projektering*. Lund: LTH School of Engineering.
- Alvehus, J. (2019). *Skriva uppsats med kvalitativ metod*. Stockholm: Liber.
- Amer, M., & Attia, S. (2017). *ROOF STACKING: Learned Lessons from Architects*. Liege, Belgium: SBD Lab.
- Amer, M., & Attia, S. (2018). Timber construction methods for roof stacking: Classification and comparative analysis. *WCTE 2018 - World Conference on Timber Engineering*. Seoul: Liege University.
- Amer, M., & Attia, S. (2019). Identification of sustainable criteria for decision-making on roof stacking construction method. *Sustainable Cities and Society*, 47, 1-14. Hämtat från <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101456>
- Andersson, C., & Eriksson, M. (2016). *Investigation of floor addition in timber on an existing multi-activity building*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.
- Arcona. (den 15 07 2020). *Arcona*. Hämtat från Arcona: <https://www.arcona.se/specialistomrade/kontor/trikafabriken/>
- Asani, S., & Al-Ameri, M. (2018). *Samspelet mellan Arkitekten och Konstruktören*. Lund: Lunds universitet.
- Balticgruppen. (den 17 07 2020). *Glitne*. Hämtat från Balticgruppen: <https://www.balticgruppen.se/projekt/glitne/#om-fastigheten>
- Bibik, M., Milton, F., Månsson, C., & Svensson, L. (2003). *Kvalitet i kvalitativa undersökningar*. Lund: Företagsekonomiska institutionen, Lunds Universitet.
- Blomsterberg, Å. (2012). *Prefabricerade system för energieffektiv renovering av bostadshus*. Lund: Lunds Universitet, Lunds Tekniska Högskola.
- Bosch-Sijtsema, P. (2013). *FRAMTIDENS PROJEKTERING - en förstudie om metoder som leder till snabbare, effektivare och mer produktionsanpassad projektering*. Göteborg: SBUF - Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond.
- Boverket. (2009). *Social och ekologisk upprustning - förnyelse av Lindängen*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket. (2016). *Rätt tätt – en idéskrift om förtätning av städer och orter*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket. (2018). *Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn*. <https://www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/publikationer/2018/kartlaggning-av-fel-brister-och-skador-inom-byggsektorn/> Hämtad 2020-08-25. : Boverket.
- Boverket. (den 1 08 2020). *PBL Kunskapsbanken*. Hämtat från Byggherrens ansvar: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/lov--byggande/byggprocessen/byggherrens-ansvar/>

- Byggläderskap. (den 10 12 2014). *Projektperspektiv*. Hämtat från Byggläderskap:
<http://byggläderskap.se/planering/>
- Dahir, A., & Collazos Gonzalez, K. (2018). *Erfarenhetsåterföring - Erfarenheterna som bör återföras till projekteringskedet av installationer*. Jönköping: Jönköping University.
- Dahlberg, A., & Soldemyr, N. (2017). *ETT GESTALTNINGSFÖRSLAG FÖR NYA BOSTÄDER GENOM VERTIKAL FÖRTÄTNING*. Luleå: Luleå tekniska universitet.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *The Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.
- Eisenhardt, K., & Graebner, M. (2007). Theory Building from Cases: Opportunities and Challenges. *The Academy of Management Journal*, 50(1), 25-32. Hämtat från www.jstor.org/stable/20159839
- Emmitt, S., & Gorse, C. (2007). *Communication in construction teams*. Abingdon: Taylor & Francis.
- Fabege. (den 01 09 2017). Projekt Grand Central Sundbyberg. Sundbyberg, Sverige: Fabege. Hämtat från https://www.sundbyberg.se/download/18.4eb9886615e14bd9a1d6bf88/1504511016861/Projekt%20Grand%20Central%20Sundbyberg_sep_2017.pdf
- Fabege. (den 15 07 2020). *Fabege*. Hämtat från Fabege: <https://www.fabege.se/fastigheter/trikafabriken-9/>
- Fabege. (den 16 07 2020). *Trikåfabriken9*. Hämtat från Trikåfabriken: <https://www.trikafabriken9.se/>
- Fastighetsägarna. (den 07 09 2020). *Handledning - till fastighetsägarna Sveriges hyreskontrakt för lokal formulär nr. 12B.3*. Hämtat från Fastighetsägarna: <https://www.fastighetsagarna.se/fakta/broschyrer-och-faktablad/Avtalshandledning/handledning-till-hyreskontrakt-for-lokal-12b.3/>
- Göteborgs Stad. (den 22 12 2017). *Plan- och byggprojekt*. Hämtat från Göteborgs Stad: https://goteborg.se/wps/portal/start/byggande--lantmaterioch-planarbete/kommunens-planarbete/plan--och-byggprojekt!/ut/p/z1/jY3LDoIwEEU_aYZHKC4pCURKLApG2g2pSrAJFIPgwgq-X4EZjYpzdXvODEgoQRp1140adW9UO2chvSqzq1PrQB5vIpwXbAs2rCUI3PhsAD4MQHSnU0dxJjbIP_xfwDy6_den 20 07 2020
- Hildingsson, E., & Overmeer, A. (2014). *Gemensamma projekteringskontor*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola .
- Jansson, M., & Knutsson, K. (2012). *Förändringar av arbetssätt vid implementering av BIM*. Stockholm: KTH.
- Kvale, S., & Brinkman, S. (2014). *Den kvalitativa forskningsintervjun* (3:1 uppl.). Lund: Studentlitteratur AB.
- Lidgren, C., & Widerberg, C. (2010). *Våningspåbyggnad av hus från miljonprogrammet*. Malmö: SBUF.

- Lundgren, J., & Sibe, R. (2016). *Våningspåbyggnad - En fallstudie*. Halmstad: Högskolan i Halmstad.
- Martinsons. (Mars 2019). Påbyggnader för bostäder och kontor. *Stomsystem för lätta och smarta påbyggnader i KL-trä och limträ*. Martinsons.
- Nationalencyklopedin. (den 03 09 2020). *Uppslagsverket*. Hämtat från NE:
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/byggnadsprojektering> den 03 09 2020
- Nordman, A., & Pettersson, C. (2011). *Metodik för fastställande av bärförmåga på befintliga betongkonstruktioner*. Gävle: Högskolan i Gävle.
- Nordstrand, U. (2006). *Byggprocessen*. Falköing: Liber AB.
- Norell, M., & Börestam, H. (2019). *Samordning mellan arkitekt och vvs-projektör i programskede: En undersökning, ett förslag till arbetsmetod och ett gestaltningsexperiment*. Luleå: Luleå tekniska universitet.
- Norell, M., Stehn, L., & Engström, D. (2020). Architectural design of vertical extension of buildings: A risk perspective on complexity. 625-634.
- PE. (den 05 09 2020). *Vi på PE har en bärande roll*. Hämtat från Vi på PE:
<https://www.pe.se/vipape/vi-har-en-barande-roll>
- Sandin, Y. (2019). *Stadsutveckling och påbyggnader: Utvecklingsbehov inför etapp 2 av Timber on top*. Hämtad från <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-40192>: Research Institutes of Sweden.
- Sigma Civil. (den 17 07 2020). *Brf Glitne*. Hämtat från Sigmacivil:
<https://www.sigmacivil.se/project/brf-glitne/>
- Stadsledningskontoret Sundbybergs Stad. (2016). *Detaljplan för bostäder och kontor/handel på fastigheten ORGELN 7 och del av fastigheten SUNDBYBERG 2:17 Sturegatan/Järnvägsgatan/Rosengatan/Lysgränd i centrala Sundbyberg*. Sundbyberg: Sundbybergs stad.
- STI. (den 06 09 2020). *VVS-projektör*. Hämtat från YH-utbildningar: <https://www.sti.se/yh-utbildningar/vvs-projektor/>
- Stockholms stad. (2016). *Planbeskrivning Detaljplan för delar av Hästskon 12 m fl i stadsdelen Norrmalm, Dp 2013-17586*. Stadsbyggnadskontoret. Stockholm: Stockholms Stadsbyggnadskontor. Hämtat från Pågående planarbete.
- Strömholm, R., & Balkåsen, F. (2018). *Stomförstärkningsmetoder vid påbyggnad*. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan.
- Sundling, R. (2019). A development process for extending buildings vertically – based on a case study off our extended buildings. *ConstructionInnovation*, 19(3), 367-385.
- Sundling, R., Blomsterberg, Å., & Landin, A. (2019). Enabling energy-efficient renovation: the case of vertical extension to building. *ConstructionInnovation*, 2-14.
- Svensk Byggservice. (2016). *Besparingsmöjligheter genom effektivare kommunikation i förvaltningsprocesser*. Industrifakta.

- Sveriges Arkitekter. (den 03 09 2020). *Att bli och vara byggnadsarkitekt*. Hämtat från Arkitekt:
<https://www.arkitekt.se/att-bli-och-vara-byggnadsarkitekt/>
- Svetoft, I. (2005). How architectural education in Sweden supports the role of handling the user involvement in the building process. *Special meeting on Designing value: new directions in architectural management : proceedings of the CIB W096 Architectural Management*, 459-466. Hämtat från <https://www.semanticscholar.org/paper/How-architectural-education-in-Sweden-supports-the-Svetoft/bdd095a7ca944f02542bc51d1c21d3391ed3e430?p2df>
- Trost, J. (2010). *Kvalitativa intervjuer*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Tyréns AB. (den 13 07 2020). *Tyrens*. Hämtat från Tyrens.se:
<https://www.tyrens.se/sv/projekt/byggnader/sergelhuset-e03-en-del-av-nya-sergelstan/>
- VBK Konsulterande ingenjörer AB. (2013). *STOMUTREDNING FÖR EVENTUELL PÅBYGGNAD - Heden 24:13 / 24:14 - Sten Sturegatan*. Göteborg: VBK Konsulterande ingenjörer AB.
- Yin, R. K. (2011). *Applications of case study research*. Kalifornien: SAGE Publications Inc.

8 Bilagor

8.1 Bilaga 1 - Intervjuformulär

Får jag spela in?

Du kommer vara anonym...

Inledning: (10 min)

- Berätta om din bakgrund
 - Utbildningsbakgrund
 - Yrkeserfarenhet
- Tidigare projekt och ofta genomförda projekt i samma karaktär.

Berätta om projektet (10+30 min)

- Projekteringen:
 - Vad för typ av entreprenadform?
 - Vad hade ni för roll i projekt. Ansvar, arbetsuppgifter?
- Beskrivning befintlig byggnad:
 - Berätta om den underliggande byggnaden (byggår, samma fastighetsägare, stomme, grundläggning, markförhållanden)
 - VVS: Typ av värme, ventilation, andra installationer
- Beskrivning påbyggnaden:
 - K: Tekniken bakom (stomme, konstruktion, material)
 - VVS: System (vilka nya ska in, hur mycket påverkan från tidigare?)
 - Verksamheten som ska in, spelar det någon roll? Hur skiljer sig det åt?

Utmaningar (av erfarenhet)

Hinder (i stort)

Pos. Insikter (av erfarenhet)

Möjligheter (i stort)

Extra (10 min)

- Vad hade arkitekten för roll i projektet, vilka arbetsuppgifter?
- Vilka krav ställer fastighetsägaren/beställaren på påbyggnaden? Som då ni måste ta hänsyn till i utformningen?

Avslutning:

Tack! Får jag återkomma om det framkommer funderingar eller andra kompletterande frågor?

8.2 Bilaga 2 - Sammanfattad intervju, Sten Sturegatans Kröningar

Befintlig stomme

K1

Betongstommen är robust eftersom det är platsgjuten betong, däremot är det inte en så strukturerad stomstruktur på byggnaden då väggarna följer lite olika lägenhetstyper där ingen är den andra lik. **”Så att lasternas väg är ju inte jätteenkel, vi var tvungna att skapa en FEM-modell för att förstå hur lasterna, i alla fall teoretiskt, tar sig ner genom pålarna med påbyggnadens ökade laster i dem punkterna som kommer därifrån.”**

En fördel med att bygga på är att det kan finnas lite gratiskapacitet i betongväggar och grund tack vare att de gjordes för att klara ljud. Detta stämde särskilt i Chalmersprojektet jag gjorde, där även dessa studentlägenheter hade tätt mellan väggarna och var lite som celler vilket var gynnsamt.

Knäckning

K1

En del innerväggar har varit oarmerade eller väldigt lite armerade. **”Så att vi har ju fått räkna väggarna som oarmerade enligt EKS, och det har då skapat ett litet problem men vi har lyckats ändå.”** Det är också ganska tunna väggar längst ner så vi har fått knäckningsproblem att hantera helt enkelt, i vissa fall har vertikallasterna blivit så stora att vi varit tvungna att knäckningsavstyva dem befintliga betongväggarna. En del visade sig alltså knäckas och det var inget vi lyckades förutse men åtgärden var något som behövdes.

Mellanskikt

K1

Vi gjorde övergången mellan befintlig byggnad och påbyggnaden med stålkonsolerna, det gjorde även att det blev lite som en hävarm. **”Eftersom pelaren står längre ut och vi trycker ner lasten längre in, så har vi fått lyft där som vi måste hantera längre in.”**

VVS1

Vi fick ett utrymme mellan plan 9 och 10 där vi kunde dra rör och kanaler så att de har kunnat fortsätta till rätt schaktläge genom påbyggnaden upp. Det var många små schaktlägen som vi kunde dra om till enstaka, så påbyggnadens schakt behövde inte ligga på samma ställe som de befintliga. Men vi måste också såklart anpassa oss och ibland ligger det balkar i vägen som förhindrar att vi inte kan göra håltagningar där vi vill. Men med detta balksystem, **”där var det ju lite så att; kan vi göra lite högre balkar eller kan vi ändra på något sätt så att vi kan dra fram kanaler här.”**

Begränsad yta

VVS1

Det har varit jättesvårt att lösa detta med påbyggnadslägenheterna, det gäller egentligen rent generellt också. **”Men det har varit en stor utmaning här i detta projekt också att man har haft sådana begränsningar i ytor att få till lägenheter. Och där vi verkligen ville ha ett schakt, det kan liksom ha förstört hela tillgängligheten i en lägenhet.”**

Draglaster

K1

FRÅGA: Är det något speciellt moment som du kan tänka på som har varit lite knivigt?

”Nej men bland annat är det ju de här mothållen. alltså när man bygger på en våning så måste man förankra det här huset nedåt för draglaster och det är inte jätteenkelt, så de momenten har varit lite knepiga att få till.”

Trä

K1

Jag tror att träbyggnationer kanske har en fördel i sig att dem är lättare, men de måste ju ändå uppfylla ljudkrav så någon form av tunghet måste finnas med. Lättheten gör nog att effekterna nedåt i den befintliga bygganden inte blir så stora, med åtgärder och sådant. Denna byggnad skulle med all säkerhet också kunnat gjorts i trä.

Schakt

K1

”En konsekvens när man bygger på ett hus från 1960-talet så är det så att det finns det här med räddningshiss och sådant där.” Vi fick riva en centralt belägen hisschaktsvägg för att bredda för hissen och göra ny hissrop längst ner, så det blev ganska stora konsekvenser på grund av påbyggnaden.

VVS1

”Det som är problemet med en påbyggnad också är ju att vatten och avlopp och värme ska ju hela vägen från källaren upp till påbyggnaden. Och då ska man ju hitta nya schaktlägen genom dem befintliga planen, och det är ju också svårt.”

”För att hitta läge för alla de här små schakten som ska passa in i lägenheterna där de har dem här tillgänglighetskraven och lägenheterna ser annorlunda ut på olika våningsplan, det är svårt.”

Projektering av undercentral

VVS1

”Bara för att göra det ännu lite mer komplicerat, undercentralen för vatten och värme ligger i Hus 2, den ligger inte ens i Hus 1 i källaren, utan nu ska vi igenom ett garage och sen in i Hus 2.” Det var inte ens i närtid att man skulle göra åtgärder i Hus 2 eftersom man tog det mycket etappvis, projektet var ju också att man bara skulle hålla till i Hus 1. **”Sen har ju jag hela tiden haft en plan men det måste ju godkännas hela vägen upp, av fastighetsägaren, innan man kan gå vidare och göra det.”**

Lasthantering

K1

”Man kan säga att problematiken med att bygga på är ju mycket det här med att man ska hantera de laster man påför, de måste ta sig hela vägen ner så att det är klart att längst ner är det väldigt viktigt att man kan hantera dom reaktionerna som kommer i grunden då.” Det landade i pelare på de två nedre våningarna plus källare och väggar på övre, det blev komplext och det hade varit mycket lättare att få ner lasterna om det varit tvärtom. Nu får vi besvär med höga koncentrerade laster i övergångarna mellan väggar och pelare.

Lasterna vi påförde till det översta planet fick vi flytta in en bit i huset vilket gjorde att vi kunde sprida lasten bättre. **”Man vill gärna ha pelare längst ut i fasaden och då är det inte jättelätt att ställa en pelare där som får en hög reaktion, att ställa den på befintlig kant bara.”** Står den längst ut på kanten spjälkar ju kanten av och det hade blivit svårt att få ner lasten.

Grundförstärkningar

K1

”Mellan källardelens gräns, om man har parkeringsytor där nere så är det klart det kan få konsekvenser om man ska göra förstärkningar där nere.” I vårt fall behövde vi göra pålförstärkningar i grunden och då gäller det att balken inte får komma den i konflikt med golvet och titta upp, det hände dock några gånger nu. Men det är alltid knepigt med grundförstärkningar och val av förstärkning, med påbyggnader tror jag däremot att det kan vara ett ofta förekommande problem.

Sättningar

K1

För att motverka sättningsrisk från den ökade lasten som kommer på ovansidan har pålarna försetts med en liten domkraft som pressar upp och skapar tryck underifrån och kontakt mellan byggnaden och pålförstärkningen. **”Alla dom här lasterna ska ta sig ner till grunden och då om du inte har kontakt kan det ju bli sättningsprickor i stommen. Om man inte har pressat upp litegrann.”**

Tidig beräkningsmodell

K1

”Att få till att få lasterna att gå hela vägen ner har det inte varit jätteenkelt i det här huset, det har varit en utmaning och knepig sak.” Vi gjorde en enkel förstudie, men i det här fallet var det en väldigt komplicerad befintlig struktur i huset så vi skapade en FEM-modell för att enklare kunna utvärdera lastvägarna och dess konsekvenser. **”Fakta var att vi inte hade riktigt koll, alltså när vi skapade den här 3D modellen gav den svar som inte riktigt varit samma som vi trodde innan utifrån den här förstudien.”** Det är nog värt att göra någon form av förprojektering för att ta reda på lasternas väg, nu hade vi däremot inte layouten på hur våningarna skulle se ut, bara att det skulle vara tre och en halv våning. **”Men jag tror nog att man skulle integrera det arbetet med att ha layouten med sig på den övre byggnaden.”**

Tidigt ritningsunderlag

K1

Vi skulle fått mer tid i systemhandlingsskedet tillsammans med ett tidigt underlag från arkitekten så vi hade kunnat veta mer vart vi skulle ställa pelarna. **”Det var väl ett litet halvt onödigt steg att vi skapade en modell där vi bara smetade ut tre och en halv våningar längst upp.”** Det gav ju inte exakt de förstärkningsåtgärder som blev så man ska nog vara säker på påbyggnaden och ha en layout innan man fortsätter.

Arkitektens kunskap

VVS1

Planlösningarna på påbyggnadsplanen är ganska likadana nu men först såg de annorlunda ut och det innebar att schakten inte livade mellan planen. **”För dom lägger ju schakten så att det skall passa in i planlösningen, men förstår inte att rören kan inte bara flytta på sig sådär.”** Då funkar det ju inte, arkitekterna har svårt att förstå det här, det har dom i alla projekt. **”Så det här har jag brottats jättemycket med, otroligt mycket.”** Ibland har dom ritat upp planlösning med schakt som inte funkar och gjort bygglovsansökan, men det fungerar inte i verkligheten. **”Så det där är en jätteutmaning. Och det är en brist hos arkitekterna om jag ska vara ärlig.”**

Inblandade aktörers förståelse

VVS1

Det var svårt för inblandade, beställare och andra, att förstå att våra VVS-installationer måste gå genom alla plan. Då blir byggskedet komplicerat eftersom vi oftast måste anpassa oss och hitta lösningar som påverkar så lite så möjligt, och det blir ju inte alltid dom smartaste eller billigaste. Så det var utmanande att få alla att förstå att vi måste ner med installationer till undercentralen och att det påverkar alla planen, även fast man bara ska bygga på där uppe.

Kvarsittande hyresgäster

VVS1

Samtidigt som man gjorde byggprojektet ville man ha fortsatt verksamhet för att inte tappa intäkter och det komplicerar det hela såklart, det blir ju även ett otroligt störande moment för dessa hyresgäster. Det fördyrar ju också eftersom man inte kan arbeta på ett smidigt sätt och måste ordna med provisorier. **”Vår rekommendation är ju givetvis att helst inte ha några hyresgäster där.”** Men målsättningen är att hitta lösningar så dom påverkas så lite så möjligt. **”Det kommer ju alltid vara utmaningar när befintliga hyresgäster sitter kvar”.**

”Hos dem befintliga hyresgästerna skulle man behålla så mycket som möjligt, vilket gör det lite småkomplicerat för vi drar nya stammar.” Dels skulle de vara i drift på grund av provisorier, dels så skulle vi ju koppla samman de gamla rören med nya stammarna.

Verksamhetstyp

K1

Man kan väl säga att man har mer stomme i bostäder än vad man kanske har behov för, så man får lite gratis i betongväggarna. I kontorshus har man kanske bara pelare och några stabiliserande trapphus, så det blir ju renare där men det kan även bli svårare om det inte finns tillräckligt med pelare, då knäcker dom tidigare givetvis.

VVS1

Det hade varit enklare med kontor eftersom det hade blivit färre små schakt och man hade kanske kunnat behandla allt vid trapphusen. Det hade behövts ett större luftbehandlingsaggregat eftersom det krävts mer luft, men det hade varit enklare med kontor ändå.

Byggbranschen

K1

”Det är ju en lärotid för alla i branschen att bygga fler trähus tror jag. Men jag tror att det kommer finnas ett behov och, krav kanske låter lite hårt, men någon form av hållbarhetstänk att trä ändå kanske rimmar bättre med den ekologiska cirkeln.” Så jag tror vi kommer att bli tvingade till att jobba med träbyggnader mer vilket kommer skapa mer kunskap. Vi har nog inte riktigt all kunskap om höga trähus, vissa företag har det men det är inte så brett i landet tror jag.

”Det är ju både på producentsidan och projekteringsidan att man är lite bekväm och gör gärna där man har gjort innan för det vet man vad det kostar och var problemen finns, så är det i byggbranschen i ett nötskal lite grann.” Vi är lite tröga och bekväma för vi vill ha trygghet i vad det kostar, man har kanske inte alltid möjlighet att prova sig fram. Här i vårt fall så blev det nog lite så med, vi gick över på någonting som vi trodde på och visste fungerade.

8.3 Bilaga 3 - Sammanfattad intervju, Sergelhuset

Befintlig stomme

VVS2

Det var också knepigt att lösa kring trapphus, något av dem var stomstabiliserande så där fanns det några zoner som vi inte fick projektera nya schakt i, så vi fick inte riktigt välja och vraka. **”Så att det var inte bara att göra som vanligt och bara köra utan man fick ta stor hänsyn till den här stommen.”**

Befintligt energisystem

VVS2

En annan svårighet med det här projektet var på grund av att vi behövde ha så stora installationer i källaren. **”Men det var också att vi behövde anpassa oss till det här energisystemet där man hämtade och lämnade energi från den här akviferen.”**

Våningshöjder

VVS2

”Svårigheterna med det här projektet var delvis byggnadstekniska på grund av dåliga höjder och på grund av att vi behövde ha så stora installationer i källaren.”

Mellanskikt

K2

FRÅGA: Är det några större problem som du vill minnas att du stötte på?

”Ja, alltså anslutningarna mellan nytt och befintligt är ju ett bekymmer.” Det befintliga huset var så ojämnt på sidan av fasaden där vi skulle ansluta och det såg olika ut på varenda våning. Dem har byggt lite snett och vint helt enkelt och det blev jättesvårt att försöka ansluta med prefabelement som har en så sjuk precision, dom har ju noll toleranser tycker jag. **”Det har varit jättesvårt, man skulle ha löst det på något annat sätt.”**

”Men det är någonting som jag har tagit med mig sen, att ha med lösningar som har mer tolerans, alltså att man skall försöka göra så att dem inte är känsliga för toleranser. Dem skall vara flexibla lösningar, det är bäst.”

Att ansluta till vertikala grejer, typ som med en skorsten vi hade som stod intill huset som även skulle vara i drift. Den var väldigt sned och vind och det var väldigt svårt att få det rätt just för att det var så olika på olika plan. Det var mycket noggranna mätningar som behövdes. **”Men det är ju de mötana mellan det gamla och det nya som är lite knepiga att få till, att det hamnar på rätt ställen och sådant.”**

VVS2

FRÅGA: Jag tänkte här just i mötet mellan den befintliga byggnaden och påbyggnaden, vad var det för utmaningar som ni stötte på där i eran projektering?

Jag tror inte att det var någon utmaning för oss.

Trä

K2

”Vi var ju inne på att alltihopa skulle göras i trä, för att det skulle bli en lättare konstruktion. Men Vasakronan ville inte det för dom hade redan ett projekt där dom hade byggt i trä och dom hade inte hunnit utvärdera vad de tyckte om det.” Dom vågade inte riktigt köra på trä så det blev en traditionell prefabstomme, även utkraningarna gjordes i prefabbetong vilket var ett misstag såhär i efterhand. Men annars är det inte så stor skillnad att projektera i trä, det blir lite större dimensioner på balkar och sådant. **”Man behöver ha lite mer takhöjd och så för att kunna ha trä.”**

Brandfrågan är ju en utmaning med trä, och hur man skall hantera ventilation av schakter, det kan ju finnas krav på att de skall vara brandklassade och sådant. **”Har vi hål då genom träbjälklag så måste man ju... Ja, då är väl det en, jag ska inte säga att det är en utmaning men det är någonting man måste ta hänsyn till.”** Men det är inte svårt åtgärdat, schakten behöver bara utformas så att ventilationskanalerna inte ligger i anslutning till det som brinner, trät. **”Men det är väl genomföringar genom en trästomme som kan vara en utmaning kan jag tänka mig.”**

VVS2

Det hade egentligen inte varit så stor skillnad för oss att projektera i något annat konstruktionsmaterial. **”Men jag tar inte hänsyn till sådant som VVS-konsult. En konstruktör och arkitekt frågar mig hur stora hål vi behöver och så berättar jag hur stora hål man behöver och så löser dem det.”**

Brandfrågan är ju en utmaning, och hur man skall hantera ventilation av schakter, det kan ju finnas krav på att de skall vara brandklassade och sådant. **”Har vi hål då genom träbjälklag så måste man ju... Ja, då är väl det en, jag ska inte säga att det är en utmaning men det är någonting man måste ta hänsyn till.”** Men det är inte svårt åtgärdat, schakten behöver bara utformas så att ventilationskanalerna inte ligger i anslutning till det som brinner, trät. **”Men det är väl genomföringar genom en trästomme som kan vara en utmaning kan jag tänka mig.”**

Schakt

VVS2

Med takplacerade fläktar så hanterades den begagnade luften och uteluften uppe på taket, så när man flyttade ner allting så tvingades man dra schakt för detta utöver till- och frånluftsschakten. **”Så att flytta ner fläktrum till källaren eller till nedre våningar, de tar ju mer schakt i anspråk.”**
”Nej men det här med schakt, det är väl den stora svårigheten, schakter genom huset.”

Placering av tekniska utrymmen

VVS2

När man flyttade ner alla fläktar tog man mer schakt i anspråk och de schakt som var sedan tidigare var som minst i de nedre våningarna, men nu blev det ju tvärtom. **”Det är ventilation som man måste dra genom hela huset bara för att man har flyttat ner fläktrummet ner till källaren.”** Så det blir ju konsekvenser genom hela huset när man flyttar ventilationsaggregat ner till källaren, på taket behövde man inte ha sådana här kanaler som gick genom hela huset. Däremot fick de en hel våning att bygga om till kontor.

Just det här med schakten och placeringar utav tekniska utrymmen är inte så lätt. När man bygger på hus kan det vara svårt att få fram kall luft, här kyler vi delvis med ventilation från fläktrummet som ligger 300 meter bort, då hinner ju luften bli lite varmare på vägen. **”Det är ju en utmaning, hur ser vi till att den här kalla luften inte blir för varm innan den har kommit till själva kontorsrummet på översta våningen.”**

Tidigt skede

K2

Det är jätteviktigt för oss konstruktörer att komma in tidigt i ett sådant här projekt. **”För att ha en möjlighet att påverka de här lösningarna och att man kan ge arkitekten konstruktiva förutsättningar.”** Idag har man mer en vision om hur det skall se ut och så gör man det som krävs för att det ska se ut så istället för att man jobbar med det man har. **”Men just nu känns det som att det blir väldigt styrt överallt av hur det ska se ut, och sedan blir man förvånad över hur dyrt det blev.”** Så jag tror att ibland styr estetiken först. **”Men kommer vi inte in tidigt, då kan de hitta på lösningar som sen blir jättesvåra att genomföra.”**

VVS2

Man skall lägga ner mycket tid i tidiga skedet, i systemhandlingskedet, och gå in i detalj för att se att lösningarna går att genomföra, det är jätteviktigt. **”I synnerhet om det är ett påbyggnadsprojekt, då har vi ju att ta reda på hur stora fläktrum och inte bara chansa som vanligt, utan faktiskt utföra ett ännu mer detaljerat arbete. Det kostar en del i början men jag tror att man har igen det i slutändan.”** Om man gör ett dåligt jobb från början innebär ju det att man kanske måste gå upp i schaktstorlekar vilket kan påverka projektets ekonomi.

Arkitektens utformning

VVS2

”Det knepigaste är oftast att de övre våningarna med en påbyggnad kan få en annan sorts planlösning däremot.” I det befintliga huset måste arkitekterna anpassa och förhålla sig till befintlig layout men med en påbyggnad finns en tendens att fladdra iväg och freestylea lite mer och ändra layouten, vilket kan ställa till det för oss VVS-are. **”Så att jag tror inte att själva anslutningen är problemet utan problemet kan vara att man ofta vid påbyggnader kan ändra rumslayout och man hittar andra lösningar.”** Så det är viktigt att ha tidig och god kommunikation framförallt med arkitekten, **”för att det är oftast dem vi får stängas med.”**

Kommunikation

K2

Jag tycker att projekteringsgruppen och även produktionen har varit bra, vi har varit inställda på att samarbeta och hitta dom bästa lösningarna. **”Så det har inte varit så att man ska jaga någon syndabock, utan vi har försökt hjälpas åt och få en så bra produkt som möjligt, så det tycker jag har varit det bästa.”** Nu i efterhand har jag förstått att det inte alls är såhär bra överallt. **”Det gäller ju att man är samarbetsvillig och ha respekt för varandras kunskap och kompetens, men också att man också kan ta till sig av åsikter som även inte är inom disciplinen.”** Jag kunde ju till exempel spåna om V-grejer utifrån fantasi vad jag tyckte var rimligt, och dom kunde göra likadant tillbaka och bidra med idéer.

VVS2

För att få igenom våra viljor handlar det mycket om god kommunikation och det hade vi väldigt bra i projektgruppen. **”Där är det faktiskt mjuka värden som gäller, för att man måste gilla varandra i en grupp.”** Det funkade väldigt bra i systemhandlingsskedet med kommunikationen. **”Och det är så jäkla viktigt, för om den funkar bra så kommer det återspegla sig i allt annat också, hur den slutgiltiga lösningen blev och så.”**

Prefableverantör

K2

Prefabkonstruktörerna var ganska pressade i tid så man var ju tvungen att beställa prefab långt innan man var färdig med allt annat, dom pressade oss på underlag som vi egentligen inte hade. Då blir det lite bakvänt, man kan inte göra allt i lugn och ro så att man får det rätt. Jag fick ju deras ritningar och la ner mycket resurser på granskning för att det skulle bli rätt. **”Eftersom jag visste att det var ett problem med att få till dom där.”** Men när dom återkopplade var det redan tillverkat och så när grejerna kom så passade dem såklart inte. Alltså dom har en väldigt tajt budget så om man behöver ändra på saker blir det oftast nej. **”Men det är lite besvärligt att de är så oflexibla.”**

Kvarsittande hyresgäster

K2

”Det brukar ju vara väldigt besvärligt om det ska sitta kvar hyresgäster.” De är i vägen så man inte kommer åt där man gärna vill, det blir obekväma arbetstider och man måste göra anpassningar. För vår del med konstruktionsingrepp och sådant så måste man ju ibland spärra av ytor, och det låter och stör.

Nu revs ju allt ut så att det blev stomrent, men vi hade inte tillgång till byggnaden innan byggstart. Vi hade befintliga ritningar att utgå ifrån men vi kunde inte mäta in och titta på hur den befintliga konstruktionen såg ut förrän man rev bort fasaden, och då var vi ju halvvägs in och hade i princip redan gjort handlingar.

Yttre element

VVS2

Det är ju inte helt ovanligt att man gör påbyggnaden lite avvikande och att man då kanske jobbar med mycket glaspartier, som även kan vara dåligt placerade. **”En utmaning, arkitekten i sin layout vill ha ett hörnrum som ett konferensrum för 10–12 personer och så är det glasfasad och vetter mot sydöst. Ja, det är mycket sol där.”** Placeringen gör att man får direkt solinstrålning i rummet och det är väldigt utmanande att uppnå klimatkraven som rummet kräver. Man får ju även en soluppvärmning från taket på översta våningen. Förbrukningen i det rummet är mer än dubbelt så stor mot vad huset har generellt, men man har kunnat lösa det ändå. **”Det här är nödvändigtvis ingenting bara för påbyggnader, det här gäller rent generellt. Men vi hade de största problemen på den sista påbyggnadsordningen.”**

Ventilation från underliggande tunnel

VVS2

Klaratunneln går under fastigheten och den var tvungen att ventileras genom byggnaden, det var en sak att få igenom schaktet men vi skulle även lösa det på yttertak med den gigantiska huven som ska bli. **”Dessutom är det här dålig luft, så det gjorde ju att man var tvungen att ta hänsyn till var man placerade luftintagen för den nya ventilationen. Det var en svårighet i det här projektet, alltså ventilationen och brandgasventilationen...”**

Framtiden med påbyggnader

K2

”Vi har väl det kära stadsbyggnadskontoret, det är ju ett hinder att de gnäller.”

”Sedan är det ju så att det blir mörkare på gatorna om man bygger på, det är väl inget hinder egentligen men det är en nackdel, en mindre bra konsekvens liksom. Men också att man förtätar på redan bebyggd mark, man utnyttjar ytan i stadskärnan bättre.”

8.4 Bilaga 4 - Sammanfattad intervju, Trikåfabriken

Befintlig stomme

K3

”När man jobbar med påbyggnader är det viktigt att man gör en noggrann inmätning av befintlig stomme...”

”Många betongstommar från 60-talet kan vara överdimensionerade, vilket är gynnsamt vid en lätt påbyggnad, såsom en trästomme, då det krävs få eller inga förstärkningar av befintlig stomme.”

VVS3a

”Allting går så fort idag, så det blir lättare i dag att projektera nya hus än vad det är att projektera befintligt hus, för du behöver inte ha lika bra koll.” Om man exempelvis ska fram med stora kanaler så att huset måste höjas kan det vara lättare vid en nybyggnation. ”Det blir ju svårare om det är en befintlig konstruktion, det kanske inte går.”

VVS3b

Generellt sett så är det nog konstruktören som har det jobbigast. I alla fall i detta projekt med alla förstärkningar som skulle göras i grunden för att få alla nya bjälklag i rätt höjd.

Mellanskikt

K3

I detta projekt hade befintlig stomme en ojämn takfot, där senare trästommen skulle ställas. Detta löste man genom att kapa den befintliga takfoten horisontellt, för att få bra förutsättningar till en bra projektering och ett enklare montage av väggar. Första våningens väggar måste monteras exakt horisontellt, då eventuella fel fortplantar sig och ger problem högre upp i byggnaden.

Dolda knutpunkter och beslag

K3

Det diskuterades om det skulle vara synliga eller dolda infästningar. ”Dolda knutpunkter kräver ofta mer projektering, samt försvårar montaget”

Att montaget ska gå rationellt och snabbt är viktigt. ”En av trästommars fördelar är arbetsmiljön, att det är skonsammare och lättare att montera trästommar än stål- och betongstommar”

Trä

K3

FRÅGA: Påbyggnader i trä, är det ett bra val att köra på det?

”Förutom det självklara, som ur en miljösynpunkt, så är det vid just påbyggnader ofta gynnsamt” Trä

väger ju så pass mycket mindre än stål och betong så den befintliga stommen behöver inte förstärkas lika mycket. **”Men mitt motto är: rätt material på rätt plats.”** Betongen behövs även i träbyggnader. Dels i grunden, dels att i vissa fall utnyttjar man betongens massa för att motverka svängningar i högre hus. **”Trästommens utmaning är knutpunkter, brand och ljud, och idag har vi bra lösningar för alla dessa utmaningar”**

VVS3a

Det blev många olika förslag, delvis på grund av att det var en träbyggnad, vi ville inte placera aggregat på trähuset för vi var rädda för vibration och stomljud. **”Hade det bara varit en tråpåbyggnad så hade vi varit tvungna att lägga ventilationsaggregaten på träet, med vibrationer som risk.”** I andra projekt där detta hade gjorts hade det dragits in stora massor för att få tung massa under aggregatet för att i sin tur minska fortplantning av ljudet. För att slippa risken för vibration och de stora massorna så placerade vi därför aggregatet i Hus B och C och tunnlade in till hus A.

Största utmaningen med projektet var att det var trä som man kompletterade med när man byggde på huset. Eftersom huset är sammanbyggt med betong och trä måste man tänka till extra med ventilation och rör. **”Betonghuset är ju stelt och trähuset kan ju röra på sig.”** Träbyggnaden kunde skilja sig ungefär 7–8 centimeter beroende på fukt och säsong. **”Alltså så fort vi gick mellan husen så fick vi ju problem mellan de här mötena.”** Arkitektens vision att bygga 100% i trä straffades ju lite i längden, det försvarade ju installationerna ytterligare. Hade man haft hisschakt eller trapphus i betong hade installationerna kunnat bli mer fixerade än vad de blev nu med bara trä. Där är det en fördel i betong, även om det kommer röra på sig i betonghus så är det inte lika omfattande.

VVS3b

Problematiken var också att trähuset har höga balkar och man ville inte få in stål eller något annat material i trähuset.

”Ja det är ju att man inte vill ha ett fläktrum på en träbyggnad för det är svårt med just ljud och vibrationer, det går att lösa men det blir väldigt komplicerat och dyrt.”

Schakt

VVS3a

”Viktigt att våtgrupperna ligger över varandra och viktigt att man får många schakt som gör att man inte får så stora fördelningskanaler inne på plan.” Idag byggs det ofta med 2,80–2,90 fri bjälklagshöjd och att sedan få plats med 400mm stora kanaler, då blir inte ens beställaren nöjd. Man ska ha många schakt då, så att kanalerna som går ut är små. **”Sådant här kämpar vi alltid mycket med, både med placering och schakten så att det åtminstone är ett schakt för varje hyresgäst man slipper gå med stora kanaler in till nästa hyresgäst, för det blir ju ännu sämre.”** Nu var det ganska stora hyresgäster men det uppstår ju ändå samma problematik med stora kanaler.

Placering av aggregat

VVS3a

Vi vill även placera aggregaten på översta planen för att slippa schakt med av- och uteluft genom huset. Men den ytan är ju även den finaste som är lättast att hyra ut, så det var bara intressant att hitta lösningar utan att lägga aggregat på taket. **”Lägger man aggregatet i källaren får man ju ytterligare schakt genom huset som tar massa yta.”**

Projektmöten

K3

Den största utmaningen i detta projekt var tidsplanen. Detta gjorde att vi hade täta möten. **”Det gäller att det är en bra projektledare som är delaktig och ställer krav och även att varje disciplin gör sitt jobb och är med i tänket.”** De inblandade aktörerna var på tå med snabba svar vilket gjorde att det fungerade bra och gjorde att vi slutförde projektet i tid.

”Det är alltid bra att i början av projektet träffas på plats så att man får ansikte på alla, samt att få en bild av projektplatsen.”

Tidigt skede

VVS3a

Vi var med från början i ett tidigt skede och gjorde många förstudier och tog fram många förslag på utformning. Det är bra att vara med från början och få fram en bra systemutformning tillsammans med beställaren.

Erfarenheter

VVS3a

Vi hade gjort ett projekt innan med VAV-system och upplevt för- och nackdelar i det, så erfarenheterna från det gjorde nog att vi spårade detta så bra redan från början, vilket är viktigt. **”Att ha en bra systemutformning som man tror på och även har utarbetade rutiner för att arbeta ut efter gjorde att vi fick ganska konsekventa lösningar och fick till en bra utformning.”** Vi är öppna med om något har gått dåligt och att säga om något har gått fel, vi sitter inte och gömmer saker. **”Det är väldigt viktigt med öppen atmosfär tror jag, att man inte försöker glömma det som gick dåligt och bara kom ihåg dem som gick bra.”**

Arkitektens underlag och erfarenheter

K3

Arkitektens 3d- modell var väldigt detaljerad vilket underlättade framtagandet av vår K-modell. Granskningen som pågick fram och tillbaka fungerade också väldigt bra i det här projektet.

VVS3a

”Idag strider väl arkitekter väldigt mycket för den estetiska utformningen, de borde ju även strida för funktionella krav.” Det blir ofta att vi får kämpa och förklara vad som behövs, om det blir dåligt inomhusmiljö kommer ingen att bli nöjd ändå, oavsett hur fint huset är inuti. Det är ofta vi brottas med arkitekter som tycker att vi nästan förstör gestaltningen med våra ventilationskanaler eller rör.

”Gestaltningen var ju att det skulle vara lite industrikänsla, våra installationer fick ju synas.” Det var en väldig fördel eftersom våningshöjderna redan var så pass låga, så ett undertak på 300–400 millimeter hade inte blivit roligt. Arkitekten var heller inte där och petade så mycket, den släppte oss ganska fria med detta då vi hade gjort liknande i ett annat projekt och beställaren ville verkligen ha VAV-funktionen. **”Det blir ju så stort och att man ska få så mycket att fungera, det blir så många andra parametrar”.**

Arkitekterna förstod efter ett tag att toalettgrupperna måste ligga ovanpå varandra för att rören inte ska behöva saxa i våningsplanen. **”Ibland blir det en liten process detta, man kan inte vara för hård i början.”**

VVS3b

Om vi inte kommer in tidigt i projektet får vi inte chans att prata med arkitekterna om hur schakt, fläktrum och våtgrupper kan placeras. Man kan ha planerat att saxa avlopp, det kan vara problem då man ska ha korsningar med el och andra kanaler.

”Viktigt att vi VVS:are är med i tidiga skeden så att vi kan styra arkitekterna lite, så att vi får våra ytor, så att vi får våra schakt. Kommer man in för sent då kan det bli problem med sådant.”

Bygglov

VVS3a

”Sen är ju bygglov ett problem också.” Förslaget man vann med gick inte igenom så den lösningen som vi hade utformat och egentligen landat i kring hur man skulle betjäna aggregat och allt, var tvungen att ändras. **”Då fick vi bakläxa, eller hela projektet fick bakläxa men det var framförallt vi som fick göra om hela fläktrummet som låg mot den gatan.”** Vi räknar även lite på hur mycket kvadratmeter hyra som man kan få in, det är ju sedan som pengar man kan spendera på huset. Nu försvann massa uthyrningsbar yta så det blev inget positivt med den här processen.

Verksamhetstyp

K3

När man bygger kontorshus konstruerar man oftast med pelare-balklösning, i högre bostadshus är det också vanligt med rena KL-stommar tillsammans med bärlinor i limträ. Båda stomtyperna fungerar bra.

VVS3a

Om det hade varit bostäder istället för kontor hade det förmodligen blivit krångligare, det är betydligt mindre luft i bostäder och i detta fall hade man säkert fått ha flera aggregat som hade tjänat separat.

Framtiden med påbyggnader

K3

Det är ont om oexploaterad mark i städerna, så för fastighetsägare är det ett fördelaktigt alternativ att bygga på befintliga hus sett ur ekonomiska aspekter. De kan öka uthyrbar yta och på så vis få in mer intäkter och därmed höja värdet på fastigheten.

VVS3a

Påbyggnader är ett jättebra sätt att förtäta utan att använda ny mark eller yta, det kan också bidra till fastighetsägare kan tjäna pengar, speciellt nu när kontorshyran har blivit så dyr.

8.5 Bilaga 5 - Sammanfattad intervju, Kvarteret Orgeln 7

Befintlig stomstruktur

K4

I ett ombyggnadsprojekt så vet man inte alla förutsättningar förrän man rivit upp och skapat möjlighet att titta på hur det egentligen ser ut. ”Men här fanns det ganska bra relationshandlingar, så att vi visste ganska bra hur det såg ut, men det kommer alltid överraskningar.” ”Men det är normalt, det händer i alla sådana här större påbyggnadsprojekt.” Idag är ju även ambitionen att egentligen projektera klart först och sedan bygga, men det blir svårt när man inte vet alla geometriska förutsättningar som finns i mötet mellan befintliga byggnaden och påbyggnaden.

Det har varit lite svårt produktionstekniskt när man inte riktigt har koll på alla toleranser i huset innan, det kan bli om man river något och ska bygga nytt och det felar decimeter någonstans. ”Då måste man veta vilka mått som är kritiska och vad man kan ändra på.”

Våningshöjder

K4

”De normala problemen med hus från den här tidsperioden och till och med fram till sjuttioalet är att man har för låga våningshöjder.” Det är nästan så i varje kontorshus som byggdes då, därför blir inte den typen av ombyggnad möjliga på dem så vi river nästan alltid om det är fel förutsättningar. Denna byggnad var en gammal industrifastighet med bättre våningshöjder, men den hade förmodligen rivits om förutsättningarna med våningshöjderna såg annorlunda ut.

VVS4

”Vi fick inte igenom att vi ville ha 30 centimeter av takhöjd i någon av de befintliga delarna, så det fick vi försöka lösa.” I hus S var det svårt att få plats med VAV-donen på grund av takhöjden, så vi fick använda VAV-kylbafflar. ”Vissa delar hade man kanske önskat att det var bättre takhöjder på och sådana saker som man skulle kunnat göra om det var en nybyggnad. Nu var vi tvungna att anpassa våra installationer efter dom förutsättningar som fanns.”

Oftast är takhöjden för låg i gamla befintliga betongfastigheter för att man skall kunna göra ett modernt kontor med moderna tekniska installationer. ”Det är inte bara att bygga på för påbyggandets skull.” Om förutsättningarna med våningshöjderna är fel skapar det hinder för vår del, om det inte hade gått att möjliggöra hade man nog tagit hänsyn till det vid rivningen.

Påbyggnadskonstruktion

K4

”Det som blir med påbyggnader och ombyggnader med prefabricerat det är att det krävs mycket mer inmätningar, befintliga förutsättningar.” Vid projektets start är det svårt att veta alla geometriska förutsättningar och det är svårt att få andra att inse problemet om man inte sitter här.

Det tas fram en kravspecifikation tidigt som vi skall uppfylla med någon typ av konstruktion. Konsekvenser och för- och nackdelar om olika material och metoder tas upp, både ekonomiskt och marknadsmässigt idag. Byggherren beslutar ju sedan, men vi har stor påverkan på det beslutet.

Trä

K4

Trähus har naturligtvis för- och nackdelar, och om vi kan uppfylla kravspecen med trä så kör vi ibland på det, men man måste vara beredd på vad man får. **”Det är fortfarande så att de bästa stommarna är i stål och betong. Sen kan man lösa många problem med trähus. Det största argumentet för att bygga med trä, med virke, i sådana här hus är ju av miljöskäl.”** En stål- eller betongstomme är bättre på att uppfylla kraven med statik, livslängd, fukt, ljud och alla dessa grejer, trä är ju så mycket svagare i sig självt med. Att arbeta med betong är ganska bekvämt eftersom det är så mycket starkare och styvare. Med trä krävs det mer, det är ett levande material som ska tas hänsyn till. **”En trästomme är suverän, och det har en stor fördel jämfört med stål- och betonghus, och det är miljö.”**

VVS4

Om det hade blivit ett trähus istället för betong hade vi inte kunnat placera fläktrummet på taket på hus J. **”För att fläktrum är väldigt svårt att ha på träbjälklag.”** Det beror på ljudskäl och man kommer ändå få gjuta som en betongkaka ändå. **”Det är hopplöst att få ordning på.”**

Det blir svårare att komma fram uppe i taket när det blir lite mer tjocka limträbalkar som går kors och tvärs. **”Det gillar inte vi.”**

Fläkt- och teknikrumsplacering

VVS4

Vi ritade in fläktrummet i källaren och det var en sak som var tvunget för att vi skulle kunna klara av denna påbyggnad, vi visste ju inte till en början med hur mycket det skulle byggas på.

”Men det viktigaste är väl att veta om man ska bygga på nu så måste du planera in tekniska försörjningssystemen. Och vill man ha möjlighet att bygga på i framtiden, som man nu gjorde på Orgeln, så är det bra att ha fläkt och teknikrum som ligger längre ner i byggnaden så att man inte behöver flytta på fläktrummet.” Självklart skall ju då även schakt och fläktaggregat planeras för eventuell påbyggnad. En stor skillnad är ju dock att det tar mer yta när fläktrummet ligger i källaren, uteluft- och avluftsevakuering måste till och det kräver mer schakt. Det skapar däremot mer uthyrbara ytor åt fastighetsägaren på takvåningarna.

Installationer

VVS4

Alla befintliga system revs ju ut för att ge plats åt moderna system.

”Vi försökte göra ett system som man då kunde ha olika typer av hyresgäster i, ett ganska flexibelt system.”

”Man försöker anpassa husen, inte för den som ska vara där, utan man anpassar dem för att dem ska kunna bygga om och ändra.” Vi mätte upp verklig förbrukning under ett år och det var lägre än vårt beräknade värde, den var lika bra som att det skulle vara ett helt nybyggt hus, det kan vara intressant att veta. Orgeln blev lite som ett nytt hus att projektera för oss, alla installationer var ju nya.

”Och det har vi nog aldrig varit med om på ett sådant gammalt hus, att man bygger på de befintliga installationerna, utan då river man och bygger om.”

Befintliga ritningar

K4

De relationshandlingar som fanns var av stor hjälp, man litar ju först på dem och kan börja analysera beräkningsmässigt. Men man måste kolla på plats hur det ser ut, alltid.

VVS4

De befintliga handlingarna som fanns var inte till jättestor hjälp för oss eftersom vi beslöt oss ganska tidigt för att allt skulle rivas, så vi gav dem inte så mycket.

Nytt ritningsunderlag

VVS4

Vi får 3D-filer där alla höjder är satta men det visade sig att dem inte riktigt stämde med verkligheten, så det blev problematiskt när montaget började. Takbjälklag kan ha lutat och sådana saker, det är väl lite så på äldre byggnader att det inte byggdes med samma precision hela tiden. **”Det är ju självklart att nu för tiden när man ritar i alla 3D-program och sådant att kring den där befintliga stommen att man missade en balk och sådant som inte var med från början.”**

Kvarsittande hyresgäster

VVS4

Fortsatt verksamhet under tiden hade inte fungerat i detta projekt eftersom man öppnade upp så stor del av bjälklagen, jag har varit med och försökt med detta förut men det blir oftast inget bra.

Verksamhetstyp

VVS4

Bostäder kräver mycket mer våtgrupper, det blir mycket mer vertikala stammar med spillvatten, fler nya trapphus och sådana saker. **”Jag tror att det här huset hade varit svårt att göra om till bostäder.”** Speciellt hus J, för det är så stort och fyrkantigt.

Yttre element

K4

För att göra befintlig stomme åtkomlig för inmätningar och liknande måste vi ibland öppna upp huset till de yttre elementen vilket är en nackdel. Vi har öppnat upp huset i några tidigare projekt och om vi kan tömma det på hyresgäster funkar det bra, annars finns det andra alternativ med. **”Men i ombyggnader måste man börja riva för att göra befintlig stomme åtkomlig, och börjar man riva då öppnar vi upp huset och det är svårt att bo kvar där.”**

VVS4

Vi hade problem med vattentryck mot fasaden i källaren så det läckte in vatten från Sturegatan, det kanske inte hade gjorts så bra när det byggdes en gång i tiden. Det är väl mer sådana saker som beror på gammalt eller fanns med från början som kan bli problem.

Omgivande byggnation

K4

”Dessutom är det så att den här är flera våningar under mark, och att riva under mark hade ställt till problem för gatuppyggnaden helt enkelt.” Det analyserades och blev att behålla befintliga byggnaden och bygga på den för att även bevara gatubilden.

Ekonomi

K4

I detta fall blev det en stor ombyggnad och det blev läge att tömma fastigheten på hyresgäster.

”Då måste man ta ett beslut, av rent ekonomiska skäl, vad gör vi? River vi huset eller behåller vi det, eller bygger vi på.” Allt handlar om ekonomin i sådana här projekt och en stommes kostnad på en ny fastighet ligger på 12–15%, **”låter man dom 12–15% vara styrande så att resten blir dåligt, det är ju aldrig okej.”** Om den befintliga stommen inte tillåter en påbyggnad så kommer kostnaderna bli för höga och har man inte ekonomin med så bygger vi ingenting.

Idag vill man ha ca 2,70 i takhöjd, det kan vara svårt att få till i gamla byggnader med installationer och det finns ett stort utbud av lediga lokaler, **”och då blir det då av ekonomiska skäl att man kommer vilja riva huset.”**

Träbranschen

K4

Trähus är betydligt bättre ur miljösynpunkt, punkt. Det är viktigt att man inte blandar ihop den diskussionen med någonting annat. **”Det blir skevt för branschen när man använder en trästomme som ett argument för annat än vad det är.”**

Framtiden med påbyggnader

K4

Hus som byggdes på 60- och 70-talet har bra stommar med stora marginaler till skillnad från de mer optimerade 80- och 90-talshusen som har mindre marginaler att jobba med idag. Man vill ju oftast bygga på med 1–2 våningar idag och då är marginaler bra att ha. När alla 60- och 70-talshus har byggts om måste vi börja på 80- och 90-talshusen, **”och där hade vi utmaningar för att dem har inte den marginalen i sig.”**

VVS4

Med påbyggnader tar man hand om materialet, det är bättre miljömässigt att man använder befintlig stomme till ett nytt hus istället för att riva och bygga upp någonting igen.

8.6 Bilaga 6 - Sammanfattad intervju, Glitne

Befintliga stommar

K5

”Den här påbyggnaden sträcker sig över sex stycken olika befintliga huskroppar, där alla har olika stomsystem och förutsättningar vad gäller spännvidder och överkapacitet.”

Så det fastställdes tidigt att det innebar utmaningar och frågor kring hur vi kunde ta hand om påbyggnaden som till synes inte alls var anpassad till de befintliga stomsystemen.

”Är påbyggnaden anpassad till det befintliga stomsystemet eller krävs det någon form av avvaxling?”

Vi landade snabbt i att det krävdes avvaxlingsbalkar för att hantera påbyggnadens last ner i den befintliga konstruktionen.

Befintlig grundläggning

K5

”Det som försvårade det här också var att en del av kvarteret var pålat, det befintliga, och en del av kvarteret var inte pålat.” Sättningar i byggnaderna blir väldigt olika eftersom det pålade är betydligt stumt medan det som inte är pålat rör sig mer i marken. Påbyggnaden skulle brygga detta så vi fick göra en dilationsfog, en stumspänd separering, mellan huskropparna där grundläggningssättet skiljde sig. **”Så den här påbyggnaden är två helt separata byggnader.”** Det är inte ovanligt att man separerar huskroppar med så stora fotavtryck som Glitne, det gäller bara, som i detta fall, ha någonting som brygger pålat och opålat.

Sättningar

K5

Det kan ju vara att den befintliga byggnaden är dimensionerad för vissa geotekniska förutsättningar med förväntan på vissa sättningar, sen är frågan om de skett eller inte och om man då har bättre förutsättningar i grunden. **”Ökar man lasten mot grunden, vilket man förmodligen gör, så bör man fundera på hur man ska hantera det.”** Om man har ojämna sättningar och hus som lutar ifrån varandra så blir effekten av detta stor på högsta våningen. **”Och sådan problematik möts man av vid påbyggnader.”**

Mellanskikt

K5

Det var lite problematik med det här mellanskiktet, det kändes lite som en helt egen entreprenad men det behövdes för att få ett rationellt byggande. **”Man har löst det här rastret av avvaxlingsbalkar i stål, och dom är ju till för att kunna erhålla en logisk enkel upprepande stomme för själva påbyggnaden så att man inte behöver förhålla sig till den befintliga byggnaden när man fokuserar på påbyggnaden.”**

VVS5

Alla försörjningsvägar ligger i princip i den här mellanliggande konstruktionen, torpargrunden, och den skulle ju inte bli åtkomlig sedan på grund av stålbalkar och att det var för trångt. Dem grejerna och installationerna behövde också göras i samband med det här stålskelettet, för sen kom KL-träbjälklaget på

som ett lock, då skulle det vara färdigt. Så det var tvunget att göras som ett rigid system så att man inte skulle få haverier eller liknande under bjälklaget. **”Så det ställer lite krav, det ska ju provtryckas så att det inte går håll och sådant. Så att det var det både tidskritiskt och utförandemässigt ganska jobbigt.”**

De befintliga schakten och rördragningarna användes och vi har även gjort nya för att få ihop det. Men genom att vi hade den här torpargrunden med balkarna kunde vi dra i den, så dem befintliga installationerna har inte styrts i detta fall på något sätt.

Installationsutrymme

VVS5

”Utrymmet är ju minimalt så att säga, alltså det är ju egentligen radhus som är byggt på tak med en torpargrund som inte går att komma åt.” Sedan när man bygger på tak så har man inte fritt val vart ledningar ska komma ut och vart man kan gå ner, så vi fick använda några schakt och sidodra ledningar till dem. **”Sedan är det ju den vertikala ledningsdragningen vi gjorde mellan husen, där var det också så att det inte fanns någon plats.”** Utrymme och framkomstvägar är helt klart den svåraste delen i ett sådant här projekt, men man måste ju ha en arbetsmiljöaspekt med också. **”Man kan inte hitta på vad som helst för den här stackars rörmokaren som ska göra det här jobbet.”**

”Det är otroligt mycket krut nedlagt i det här projektet för att verkligen säkerställa att det ryms och att man får fram rören och det, det har varit väldigt trångt.” Men det här med utrymmesbrist är väl egentligen inte ett problem som bara har med påbyggnader att göra.

Rörelsefog mellan huskroppar

K5

”Man har separerat konstruktionen och man har rörelsefogar i fasad och i gränser över den här fogen.” Med sådana här förutsättningar måste man ha det i åtanke i tidigt skede och styra påbyggnadens placering. Lägenheternas utformning och placering måste planeras med rörelsefogar som beaktar den befintliga konstruktionen. **”Absolut lättast är ju att inte göra påbyggnader över sådana som kräver dilationsfogar.”**

Avvattning

K5

Det blir i någon form som en utvändig mark där uppe på taket där stålbalkarna ska integreras, antingen i markytan eller under. **”Och då kanske man får problem med avvattning av den markytan.”** Vatten skall antingen kunna ledas kring balkarna eller med brunnar, alltså invändig avvattning, vid de fack/avgränsade ytor som bildas av balkarna. **”I Glitne så är det kombination av egentligen allt möjligt på olika håll.”** Det kan vara svårt att lösa och det handlar ju om förutsättningar i befintliga byggnader.

VVS5

”Yttertaket är ju sedumtak med invändiga rännor, det skulle ju anslutas till inklädda stuprör som skulle gå mellan KL-träskivorna.” Det skall även göras tätt, det ska inte kondensera eller läcka och det ska inte synas heller. Man måste ha avvattningsbrunnar på rätt ställen och tänka på att det dämmer mer is och snö, det rinner inte av lika fort som på ett vanligt tak och det måste också hanteras. Så det var lite stök och bök med att få till dem här invändiga avvattningarna.

Verksamhetstyp

K5

Är kvarter planerade för öppna kontor eller föränderliga lokaler så rimmar det oftast med längre spännvidder, bostäder har inte det kravet så det kan bli en liten mismatch mellan olika funktioner. **”Samtidigt ska du göra en påbyggnad på ett redan befintligt bostadshus, ja då är det bara fortsätta nästan om man har kapacitet.”** Men det kanske faller på att man istället måste förstärka nedersta våningen eller grundläggningen på grund av lastökningen.

VVS5

För påbyggnaden hade det nästan varit enklare med butiker, man har ett undertaksutrymme att arbeta i så framkomstvägarna blir lättare då.

Att få plats med nya installationer i gamla delen funkar inte alltid, ibland måste man lägga det på utsidan om det krisar. **”Men det är oftast, om det nu är bostäder, så är det svårt att komma in och riva schakten genom hela den befintliga delen.”**

Befintliga handlingar

K5

”Ja om man ser stommens struktur, då är det bra om det finns befintliga ritningar. Annars landar man på ett första inventeringsskede.” Så att man kan dels behöva kvalificera armering och testa betongkvalitet om det finns bristfälligt ritningsunderlag.

Erfarenheter

K5

Vad man ser här med den rätt avancerade och komplicerade stålförstärkta träkonstruktionen så har vi lärt oss en massa om hur vi kan använda KL-trä, just materialet samt vad som kräver förstärkningar och inte. **”Det är väl det främsta vi tar med oss, sedan så tror jag inte att det kommer ritas så många sådana här påbyggnader.”**

Arkitekturen

K5

Arkitekturen var väldigt utmanande givet dom förutsättningar som fanns, om man ser påbyggnaden bara för sig självt är det ju kanske egentligen ett optimalt platsgjutet betonghus som skulle stå på sin egen grund. Men ett betonghus hade med vikten blivit för tungt, det hade inte fungerat. **”Men hade också arkitekturen varit kanske mer i modultänk, att lägenheterna inte slingrar sig in i varandra, så kan det ha funnits renare system.”**

VVS5

Man var först inne på att ha centraliserad ventilation med fläktrum och kanaler på tak- och vindsvåning. **”Men det visade sig väldigt bökigt eftersom den arkitektoniska delen fick styra väldigt hårt.”** Det skulle ju vara platta tak och fulla våningshöjder, tillsammans med en detaljplan som medgav en

viss byggnadshöjd. Så det fanns inget utrymme att få tag i, det gick nästan inte att få ihop det. Det är ju ofta att arkitekten ritar något och sedan får vi försöka lösa det utan att påverka modellen väldigt mycket. Det hade nog varit effektivare om vi kom in tidigare och kunnat påpekat. **”För nu blir det ju att allt som stör den där visionen blir jobbigt för arkitekten.”** Men just i detta projekt så var det kanske inte just påbyggnaden i sig som var något konstigt, det är nog mer utformningen av själva byggnadskroppen som är komplex.

Kvarsittande hyresgäster

K5

I Glitne var verksamheten igång i byggnaden under och man ville ju såklart att dem skulle jobba ostört. Så man vill ju minimera inverkan i dom lokalerna av att dra nya brunnar för avvattnings och sådant. **”Dels att man måste beakta att man inte får störa den hyresgästen där under och då måste försöka hitta lösningar kring det.”** Förstärkningsåtgärder och sådant får man arbeta med på kvällstider, vissa delar gjorde vi under jul och nyårsledigheter, men ibland måste dem leva med att vi stör. **”Men det kan väl vara en vanlig grej påbyggnadsprojekt, om man inte helt enkelt har potentialen att ta ur sådana lokaler som är så stora.”** Utifrån min erfarenhet så är det en utmaning med påbyggnader, den som förvaltar en befintlig lokal oftast vill ha in hyra.

Yttre element

K5

Projektet försenades, vi hade planerat att montera stålbalkarna sommartid och sedan klä in dem och fixa med tätskikt och avvattnings, vilket är ett omfattande arbete. **”Så det slutade med att man fick installera mycket av stålbalkarna vintertid och man har dels strukturella, om man kan kalla strukturella defekter, med stål och kalla temperaturer som man bygger in såhär direkt.”** Man skulle också hantera snö i det här, det faller jättemycket snö i år så snöröjningen under byggtiden var ett stort problem som man fick slita mycket med. **”Samtidigt kan mycket av boven i det där vara snöfickor om man bygger mycket här uppe i norr, så att den här påbyggnaden skapar snöfickor och mycket last med det om det tidigare inte är tänkt på.”**

Detaljplan

K5

Om dem där avväxlingsbalkarna bygger för mycket på höjd kan det bli problem, i ett tidigt skede förhåller sig arkitekten till detaljplanens påbyggnadshöjd och har klämt in så mycket våningar och ytor så möjligt. **”Man har inte riktigt kanske den höjden för ett avväxlingssystem med dom stålbalkar som kanske krävs. Och ja det leder ju till följdkonsekvenser, att som konstruktör måste man ändå lösa det, då kan det bli rätt komplexa grejer.”**

VVS5

”Vi hade ju en begränsad bygghöjd, det innebar att vi inte kunde ha luftintag på taket, vi var tvungna att ha dem i fasaderna. Avluften kunde vi göra som små lådor på taket, det fick vi igenom till slut. Så att det är också en utmaning, den här detaljplanen med högsta höjd.”

KL-trä

K5

När man jobbar med KL-trä kan det vara fördelaktigt att, i en lägenhetsskiljande vägg, ha en KL-träskiva på ena sidan och en reglad vägg på den andra, just för att kunna komma åt mellan KL-träskivorna. Men Glitne har en speciell form med många utkragande partier, så detta lämpade sig inte riktigt här. **”Så att vi använder väggskivorna strukturellt mycket för att klara de utkragningarna av konsoler som bildas. Därför har vi KL- väggar i bägge väggarna.”**

Men valet att använda KL-trä gav sig framförallt främst för att få en lätt stomme, på sina håll lyckades vi få in fyra våningar istället för två på kvarteret. Det är ju en stark ekonomisk drivkraft att bygga på utan krav på komplicerade förstärkningar på det befintliga. **”Sedan är det ju ändå lite skillnad om man ser på detaljer och hur man hanterar med ljud och brand och fukt under byggtid. Men där jobbar vi i branschen att bygga det kunskapsglappet.”**

VVS5

KL-träskivorna är ju prefabricerade med förgjorda hål så allting måste vara färdigt att komma upp och så ska det gå att koppla ihop med, så det är mycket förutsättningar för att få det rätt på en gång. Det var även många specialgrejer i detta projekt med loftgångar bland annat, det blev inte så bra inomhus eftersom det tog bort installationsutrymmen, det fanns inte plats för installationer. **”Men redan från början, det är grovt att säga men det är för lite marginal i byggdelarna.”** Så det har inte underlättat att det var KL-trä, men arkitekten kanske inte hade räknat med att det skulle byggas i det.

”KL-trät i sig är ju en bra byggmetod, men den kräver ju en del extra om man jämför med betong. Och då tänker jag framförallt på ljud och brand.”

Med KL-trä hamnade brandcellen för långt ner, den hamnade ju nere i lägenhetens undertak, vilket i vårt synsätt är fel. **”Då blir ju alla hål igenom, oavsett om det är sprinkler eller ventilation eller högtalare, de ska ju brandklassas.”** Så det blev en stor och lång diskussion för att lösa, det blev ju lite speciallösningar på installationer just för att brandcellen flyttades ner i lägenheten.

Framtiden med påbyggnader

K5

Samhällsutveckling, med förtätning så blir det mindre transporter, mer rörelse av människor. Och istället för att riva kan vi göra påbyggnader med mindre inverkan. **”Behålla det befintliga samtidigt som man gör en påbyggnad som inte förvanskar stadsmiljön.”**

VVS5

Det finns många hus som man skulle kunna bygga på men man måste fundera på hur det funkar med att lyfta upp material, få personal upp och ner, det ska vara fikarum och så. **”Men just för installation, ja blir det väldigt högt så kan det bli problem med tryck, vattentryck och så vidare, men det är inte alls så olösbart på det sättet med påbyggnationer.”** Försörjningssystem finns ju oftast och att öka avloppskapacitet är sällan ett problem, det är väl med värme och vatten som kanske måste förstärkas. **”Det är väl framförallt konstruktivt som det måste fungera, på installationsidan där löser man det.”** Men med en påbyggnad så är det inte jättemycket som skiljer från en nybyggnation på installationsidan, det är ungefär samma utmaningar, främst med framkomstvägar. **”Så jag ser väl egentligen inga hinder eller svårigheter men just de bitarna med att bygga på hus, för installationers del.”**