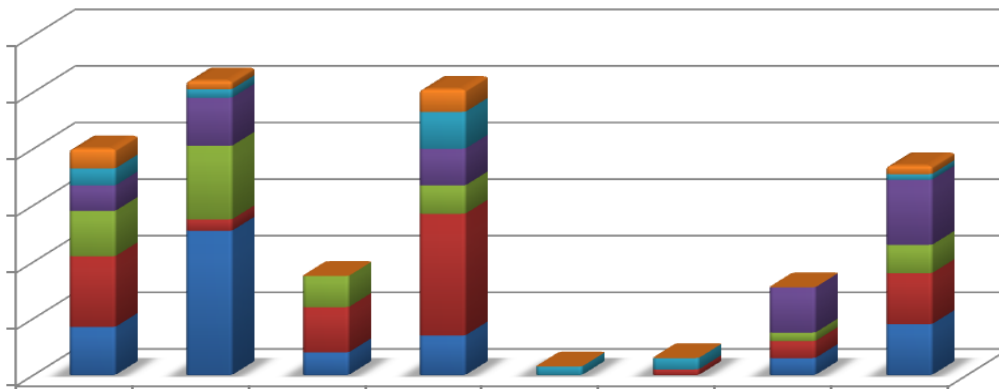
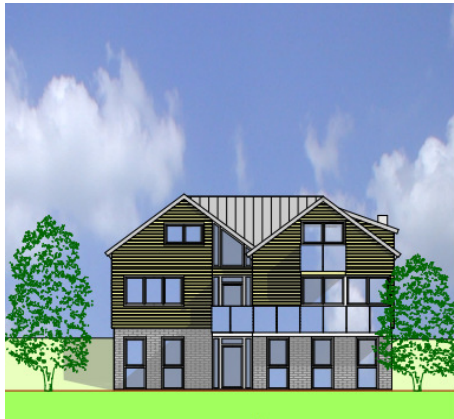


CHALMERS



Effektiv Projektering

En analys av en konstruktörs arbete

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

ANDREAS LINDELÖF

Institutionen för Bygg- och miljöteknik
Avdelningen för *Construction management*

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg 2012

Examensarbete 2012:92

EXAMENSARBETE 2012:92

Effektiv Projektering

En analys av en konstruktörs arbete

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

ANDREAS LINDELÖF

Institutionen för Bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2012

Effektiv Projektering

En analys av en konstruktörs arbete

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

ANDREAS LINDELÖF

© ANDREAS LINDELÖF 2012

Examensarbete / Institutionen för Bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2012:92

Institutionen för Bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction management
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Omslag:
Arkivbild aktuellt projekt.
Tidsfördelning veckovis - Aktiviteter, Jmf. Figur 4.5, Kapitel 4.3

Chalmers Reproservice
Göteborg 2012

Effektiv Projektering

En Analys av en konstruktörs arbete

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

ANDREAS LINDELÖF

Institutionen för Bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction management
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Byggprocessen är en komplex process där flera olika konsulter, verksamma inom olika områden, arbetar tillsammans mot ett gemensamt mål. För att uppnå bästa möjliga slutprodukt är en god kommunikation mellan inblandade parter mycket viktig. En god kommunikation minimerar den tid som tas i anspråk för att genomföra justeringar och lösa de problem som uppstår under projektets gång. Varje projekt är dessutom unikt och kräver en betydande andel tid och omsorg.

En konstruktörs uppgift i ett projekt är att säkerställa en god konstruktion genom framtagning av informativa och tydliga konstruktionsritningar baserade på noggranna beräkningar samt erfarenhetsmässig kunskap. För att bedriva ett effektivt arbete under ett projekt krävs kunskap om vilka delar som är mest tidskrävande.

Examensarbetet bygger på en uppföljning av en konstruktörs arbete i ett projekt. All nedlagd tid har analyserats och placerats in i olika grupper baserat på den typ av arbete som bedrivits eller ifall nedlagd tid är ett resultat av någon form av ändring. Syftet med detta examensarbete är, förutom att konstruera en byggnad, att studera och analysera den tid som det aktuella projektet tar i anspråk.

De delar av detta projekt som tog störst andel tid i anspråk var de ritningar som redovisade planer och detaljer och uppgick tillsammans till 52 %. Under den uppmätta tidsperioden uppgick den extra arbetsbörda som ändringar medför till 16 % av projektets totala tid. Då projektet i fråga ej slutfördes under rapportens gång på grund av yttre omständigheter har slutsatser dragits från tillgänglig data.

Efter sammanvägning och extrapolering av tillgänglig data samt vetskapen om framtida ändringar finns anledning att anta att de svar som presenterats ovan ej kommer genomgå några större förändringar. För att i framtiden undvika onödiga kostnader och dessutom erhålla bättre slutprodukter är det nödvändigt att minska dessa sena ändringar och analysera disponering av arbetstid. På så vis skulle den komplexa byggprocessen kunna reduceras och te sig lite mindre komplex.

Nyckelord: Tidsanalys, konstruktör, projekt, ändringar.

Efficient Planning

An analysis of a structural engineer's work

*Diploma Thesis in the Engineering Programme
Building and Civil Engineering*

ANDREAS LINDELÖF

Department of Civil and Environmental Engineering
Division of Construction management
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

Constructing a building is an intricate process, with many unique challenges. Often involving numerous consultants from various fields, the final product is typically the amalgamation of individual efforts. Due to the large number of consultants involved on a project, good communication is vital in order to obtain the optimal outcome. Positive interaction minimizes the time consumed due to problematic situations and unforeseen adjustments. Each project has distinguishing features and therefore requires a significant investment into time and diligence.

The structural engineer's task in a project is to ensure a high-quality design. This is naturally achieved via informative drawings based on accurate calculations and specialist experience. Working efficiently in a project requires knowledge of time-consuming segments. The thesis is based on an analysis of the time consumed by a real project. Periods of time have been analysed and placed into different groups based on the type of work, or if the time spent was a result of any type of change. The purpose of this thesis, in addition to constructing a building, is to analyse the time that is consumed by a project.

The groups that consumed the most time of this project were the drawings containing plans and details, which constituted 52 % of the total time. The supplementary workload that was a result of late changes composed 16 % of the total time measured. The project in question was not completed, due to external circumstances, during the time this report was written. Therefore, the conclusions have been drawn from available data.

After the aggregation and extrapolation of the available data and considering any future changes, it is reasonable to assume that the aforementioned data will not undergo any major changes. In order to avoid unnecessary costs in the future as well as obtaining superior final products, it is necessary to reduce these late changes and analyse the distribution of time. This would reduce the process of completing a building into a much more succinct process.

Key words: Time analysis, structural engineer, project, change.

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och avgränsningar	2
1.3 Objektsbeskrivning	2
2 LITTERATURGENOMGÅNG	5
2.1 Lean production	5
2.2 Projektörernas arbete	6
3 METOD	7
3.1 Ett praktikfall	7
3.2 Självpuppföljning	10
3.3 Definitioner och kategoriseringar	10
4 RESULTAT	15
4.1 Resultat från enkätundersökning	15
4.2 Sammanfattning av projektdagbok	18
4.3 Resultat från datainsamling	20
5 ANALYS	25
5.1 Sammanfattande tabeller	25
5.2 Aktivitetsanalys	26
5.3 Ändringsanalys	28
6 SLUTSATS OCH DISKUSSION	29
6.1 Slutsatser	29
6.2 Diskussion	30
7 REFERENSER	31
8 BILAGOR	33
CHALMERS , <i>Bygg- och miljöteknik</i> , Examensarbete 2012:92	III

Bilaga 1 – Enkätundersökning	1 Sida, A4
Bilaga 2 – Metodblad	1 Sida, A4
Bilaga 3 – Ritningsförteckning	1 Sida, A4
Bilaga 4 – Ritning K15-1, huvudskala 1:50	1 Sida, A3
Bilaga 5 – Ritning K27-1, huvudskala 1:50	1 Sida, A3
Bilaga 6 – Ritning K30-1, huvudskala 1:20	1 Sida, A3
Bilaga 7 – Ritning K35-1, huvudskala 1:20	1 Sida, A3
Bilaga 8 – Ritning K35-2, huvudskala 1:20	1 Sida, A3

FÖRORD

Detta examensarbete genomfördes under våren 2012 som en avslutande del i utbildningen Byggingenjör vid Chalmers tekniska högskola i Göteborg. Examensarbetet behandlar tidsfördelning för en konstruktör i projekteringsfasen och är genomfört på en mindre konsultfirma i Göteborg.

Idén att undersöka disponeringen av tid i projekteringsskedet föddes under en längre anställning på samma konsultfirma. Under tiden som anställd upptäckte jag fort hur svårt det är att uppskatta den tid man investerar i olika projekt och vilka delar av dem som är mest tidskrävande. Tid är ett mycket svårhanterbart begrepp som människan i allmänhet har svårt att referera och förhålla sig till då tidsuppfattningen till stor del är subjektiv. Jag märkte därför att det är stor skillnad på den upplevda och den faktiska disponeringen av tid under ett projekt.

En stor del av projektets totala tid föreföll dessutom bero på ändringar och justeringar som inkom allt eftersom projektet färdigställdes. Då dessa oftast åtgärdas relativt snabbt är dessa också mycket svårbedömda och glöms ofta bort och bokförs ej. För att undersöka hur stor del dessa poster har i projekteringen valde jag därför att mäta detta utan de subjektiva bedömningar som vanligtvis erhålls vid en motsvarande gallup.

Under arbetets gång fick jag en klar inblick i hur man på ett effektivt sätt kan planera sin arbetsgång och på vad det är viktigt att fokusera och rikta extra insatser. Jag lärde dessutom känna mig själv och hur jag arbetar då jag ständigt rannsokade och kritiskt granskade min arbetsinsats och tidsåtgång.

Jag vill framföra ett stort tack till min handledare Per-Erik Josephson, professor i byggandets management vid Chalmers tekniska högskola. Jag vill dessutom framföra ett stort tack till mina handledare vid konsultfirman som gav mig chansen att visa mina kunskaper i form av att kontrollera och driva ett eget projekt. Dessa personer har bidragit med konstruktiv kritik, viktig input och god handledning vilket fört examensarbetet i rätt riktning och resulterat i denna rapport.

Göteborg maj 2012

Andreas Lindelöf

1 INLEDNING

Inledningsvis presenteras bakgrunden med dess problemformulering och situationen i dagsläget. Därefter behandlas syfte och avgränsningar. Slutligen presenteras kortfattat det studerade byggprojektet.

1.1 Bakgrund

Att uppföra en byggnad är en mycket komplex process då flera olika typer av hantverkare, arkitekter och ingenjörer skall bindas samman och förena sina kunskaper för att erhålla en god slutprodukt. De flesta av oss köper eller bygger hus endast en gång i livet. Det är också för de flesta av oss den enskilt största investeringen under vår livstid. Därför är det mycket viktigt att vi bygger hållbara och väl genomtänkta hus för att skapa en god miljö för de boende.

Vid uppförande av byggnader uppstår nästan alltid frågor gällande utformningen av lösningar på de problem som dyker upp. Att problem uppstår under ett projekts gång är naturligt och är något som aldrig kan undvikas helt då vi ingenjörer och arkitekter är mänskliga och inte kan förutse samtliga svårigheter. Att minimera dessa problem måste dock vara något att sträva efter genom en väl genomförd planering innan projektstarten.

Den verklighet vi har omkring oss, som vi ser och interagerar med konstruerar vi själva med hjälp av subjektiva föreställningar. Hur vi uppfattar vår omgivning bygger till stor del på känslor och sinnesstämning, därför har vi också svårt att uppskatta tid utan påverkan av andra parametrar. Vid en mindre undersökning bad jag ett antal konstruktörer uppskatta fördelningen av den tid de vanligtvis investerar i ett projekt av en viss storlek och komplexitet som företaget normalt bedriver. De skulle överslagsmässigt uppskatta vilka ritningar och aktiviteter som kräver störst andel tid samt storleksmässigt uppskatta det tidstillägg som beror av de ändringar som normalt sker. Resultaten var mycket skiftande vilket kan förklaras i att deras svar färgats av subjektiva föreställningar och därför angavs i upplevd tid snarare än verklig tid. I verkligheten borde alla gett mycket snarlika svar då de arbetar på samma sätt och med snarlik effektivitet och erfarenhet.

Detta examensarbete bygger på ett verkligt projekt där all nedlagt tid studerats i realtid och bokförts löpande. All nedlagt tid har fördelats på ett flertal olika poster för att bestämma dess storlek och analysera ifall detta är rimligt. De olika posterna har redovisats veckovis för att ge en överskådlig bild över hur ett projekts utformning förändras med tiden. Tidigare forskning inom området har i huvudsak behandlat liknande problem i betydligt större skala, för hela projekt och med en mer ekonomisk prägel. Detta examensarbete fokuserar på konsulternas samarbete med tyngdpunkt på konstruktörernas handlingar och på en betydligt mer detaljerad nivå.

1.2 Syfte och avgränsningar

Syftet med detta examensarbete är att kartlägga konstruktörens arbetstid vid husprojektering och hur denna tid skiljer sig från den förväntade tiden. Studien begränsas till en konstruktörs arbete i ett husbyggnadsprojekt. I studien analyseras också de tidstillägg som tillkommer då förändringar och misstag sker under projektets gång. Efter genomförd studie skall i huvudsak svar på tre huvudfrågor ges:

- Hur lång tid tog det aktuella projektet i anspråk och hur skiljde sig denna tid från den förväntade?
- Vilka aktiviteter i projektet tog störst tid i anspråk och hur skiljde sig dessa från den förväntade fördelningen?
- Hur stor andel av projektets totala tid utgjordes av de ändringar som normalt sker och hur skiljde sig dessa från den förväntade andelen?

De resultat som fås och de slutsatser som dras skall ge en insikt i vilka delar av ett projekt som är tidskrävande och vart eventuella insatser bör riktas. Det skall också ligga till grund för vilka åtgärder och beslut som bör tas i projektets startskede för att undvika onödiga tidstillägg och minimera risken för fel. Genom detta kan en bättre planering genomföras och på så sätt undvika onödiga kostnader och erhålla en bättre slutprodukt.

1.3 Objektsbeskrivning

Objektet i fråga är en större villa som planeras att uppföras i Västsverige. Nedan följer en beskrivning av objektets utformning då rapporten skrevs. Planlösningen är fördelad på tre plan, källare, bottenvåning och vindsvåning. Samtliga plan har väl tilltagna våningshöjder och karakteriseras av öppna, av varandra oberoende planlösningar vilket bidrog till kraftiga balk- och pelardimensioner och stora koncentrerade laster.

Källarplanet ligger i en sluttning och är därför utformat som ett souterrainplan. Grunden är belägen på sprängstensfyllning på berg och dimensionerades radonsäkert med hjälp av en 150 mm tjock dubbelarmerad grundplatta. Kantbalkarna formades av högvärdiga L-element för att fördela lasterna från ovanliggande bjälklag. För att fördela lasterna på de bärande innerväggarna konstruerades 250 mm tjocka voter i plattan. Punktlaster från takkonstruktionen förutsattes vara fördelad jämnt över väggarna vilket sparade kraftiga plintar under dessa. Grundkonstruktionen isolerades med 300 mm cellplast vilket ger en mycket god isolering. Källarytterväggarna och –innerväggarna murades upp med olika typer av lättklinkerblock varpå ett bjälklag av limträ konstruerades. Bjälklaget kompletterades med ett mindre antal stålbalkar på grund av stora koncentrerade laster samt en större balkong utformad i trä.

Bottenvåningen har en mycket öppen planlösning vilket kräver flertalet balkar och pelare för att avväxla träbjälklaget ovanför. En mindre balkong för vädring utformades i vanliga virkesdimensioner. Ytterväggarna består av en fasadskiva på luftad läkt utanpå en vindskiva. För att minimera köldbryggorna har 45 mm liggande regelstomme med isolering placerats utanpå den 170 mm bärande stommen med dess

isolering. På den bärande stommens insida återfinns en plastfolie för att förhindra den fukttransport som vanligtvis sker i bostäder. För kabeldragningar och liknande har ett installationsskikt bestående av 45 mm liggande reglar med mineralull använts och utanpå den en OSB-skiva samt ett lager gips. Denna väggtyp gäller också för vindsvåningen

Takkonstruktionen utformades som två separata snedtak med två takkupor. För att uppnå maximal rumshöjd användes ett flertal synliga, grova nockbalkar i limträ och pelare av stål. Som klimatskydd användes takpannor av betong ovanpå bär- och ströläkt. Som bärande konstruktion användes höga, slanka Kertobalkar med ovanpåliggande luftning för att erhålla största möjliga isoleringstjocklek. På stommens insida spikades glespanel och ett lager gips.

De förändringar som gjorts från ursprungsplanen för att erhålla ovanstående utformning av byggnaden presenteras i sammanställningen av projektdagboken.

2 LITTERATURGENOMGÅNG

Nedan presenteras den studie som gjorts av befintlig litteratur inom området med tyngdpunkt i Lean production och projektörernas arbete.

2.1 Lean production

I denna studie delas det arbete som utförts upp i olika aktiviteter och poster vilka analyseras ifall dessa är värdeskapande eller ej, detta synsätt har sin grund i *Lean production*. Detta begrepp myntades av en grupp forskare som genom en studie av den japanska tillverkningsindustrin tolkade dess modell efter västerländska tankesätt (Andersson m.fl. 2004). Lean production lägger stor tyngd vid ifall en aktivitet är värdeskapande eller ej, om aktiviteten tillfaller det senare alternativet definieras aktiviteten som *slöseri*. Aktiviteten har alltså förbrukat resurser men inte skapat något av värde.

Josephson och Saukkoriipi (2005) menar att all typ av verksamhet kan delas in i olika typer av processer. De delar in dessa processer enligt följande:

- *Operativ process*: En följd av aktiviteter (arbetsmoment) som direkt tillför värde för kunden. Om en aktivitet som ingår i den operativa processen tas bort blir varan eller tjänsten ofullständig.
- *Stödprocess*: En aktivitet eller följd av aktiviteter som stödjer den operativa processen. De tillför i sig inget värde till varan eller tjänsten men är mer eller mindre nödvändiga för att den operativa processen ska fungera.
- *Ledningsprocesser*: En aktivitet eller följd av aktiviteter vars uppgift är att besluta om organisationens mål och strategier.

Inom alla dessa processer förekommer slöseri. Toyotachefen Taiichi Ohno som var verksam vid det företag som gav upphov till begreppet Lean production var först med att dela in nämnda slöseri i olika kategorier. Exempel på dessa typer av slöseri är:

- Väntan hos personal
- Varor och tjänster som inte uppfyller kundens krav
- Överarbete – att göra mer arbete än vad kunden kräver
- Omarbete
- Arbete utfört i fel ordning

En annan typ av slöseri är den upphandlingsprocess som idag tillämpas inom byggbranschen. Under denna process kan upp mot tio olika konsulter lägga tid och resurser på att arbeta fram ett enklare förslag och lämna pris på samma projekt. Det har höjts flera kritiska röster mot detta system där många anser att en förändring i grunden behövs. Flera författare, däribland Shadrooh (2011) menar att företag som eftersträvar lean-filosofin därför inte borde följa den upphandlingsmodell som idag är

normerande. Istället borde dessa företag skapa långsiktiga och nära samarbeten med sina leverantörer, underleverantörer, arkitekter och konsulter. På så sätt kan vitala affärsrelationer utvecklas och därigenom erhålla en större förståelse för kundens behov, krav och företagskultur.

Dessa ovan nämnda typer av slöseri utgör endast ett mindre urval där fokus för denna rapport läggs på kategorin *omarbete*. Detta begrepp har sin grund i Lean och definieras som att en person tvingas göra om ett arbete som redan utförts en gång vilket medför dubbelt arbete samt en förhöjd resursanvändning för arbetsmomentet (Liker, 2004). Då denna undersökning endast syftar till att kartlägga konstruktörens arbetstid där inget fysiskt material förbrukas används istället termen *ändringar* för att undvika begreppsförvirring.

2.2 Projektörernas arbete

Josephson och Saukkoriipi (2005) menar att slöseri i byggprojekt uppgår till 30-35 % av den totala produktionskostnaden. De menar vidare att projekteringen utgör ca 5 % av den totala produktionskostnaden. Med antagandet om att slöseri i projekteringen sker i samma utsträckning som för en byggarbetsledare har de uppskattat detta slöseri till ca 1 % av den totala produktionskostnaden. Av dessa siffror framgår att det inte är i projekteringsdelen som de stora besparingarna kan genomföras. Det bör dock ligga i alla parterns intresse att försöka reducera denna andel, speciellt för arkitekt- och teknikkonsulterna där slöseriet uppgår till ca 20 % av den totala projekteringstiden.

Metoden för den studie de bedrev var att följa fem arkitekter och fem teknikkonsulter, vardera under en arbetsdag och noterade vad denne gjorde varannan minut. De fann att det var mycket svårt att avgöra och identifiera vad som var värdeökande arbete eller slöseri i dessa kreativa arbeten. Detta ger en fingervisning om svårigheten med att värdera kreativa arbeten. En tanke, skiss eller detalj som i projektets tidiga skede kan ses som värdelös kan visa sig vara en mycket viktig pusselbit i en senare fas. Dessutom bottnar till exempel arkitektens arbetsuppgifter i ett kreativt skapande som producerar många olika förslag som endast genererar en färdig lösning. Detta påvisar svårigheten med att utifrån och på ett objektivet sätt värdera kreativt arbete.

3 METOD

I detta kapitel lyfts tre typer av metoder fram där dess styrkor och svagheter presenteras och diskuteras. Vald metod och de definitioner och kategoriseringar som används i studien lyfts fram och alternativ till dessa presenteras och diskuteras

3.1 Ett praktikfall

Frekvensstudier är en vanlig metod för att analysera enstaka projekt inom byggbranschen. Generellt ligger dock studiernas tyngdpunkt på effektiviseringen i produktionsfasen och har dessutom fokus på den ekonomiska aspekten. I rapporten ”Logistiklösningar för ökad effektivitet inom byggbranschen” analyserar Sandström och Svensson (2011) en stor mängd detaljerad data för en effektiviseringsprocess i produktionskedet. Trots skillnaden mellan objektens storlek och den typ av arbetsuppgifter de studerade är den metod som används i detta examensarbete snarlik deras och följer samma systematiska tillvägagångssätt.

Då metodvalet i stor utsträckning styr utformningen av studien är det en mycket viktig del att ägna tid och tanke åt. Metoden är nära sammankopplad med avgränsningarna och styr därmed bredden på studien.

Alternativ 1: Uppföljning av ett stort antal projekt

Det mest grundliga metodvalet vore att sammanställa data från ett mycket stort antal byggprojekt. För att detta val av metod skulle vara lämpligt hade krävts att undersökningen skulle resultera i statistiskt säkerställd data. För att erhålla statistiskt säkerställd data hade dessutom projekten behövt vara av liknande karaktär, komplexitet och storlek. Egenskaperna storlek, komplexitet och karaktär är i detta fall mycket viktiga då avvikelser från det ideala fallet inte förekommer i samma utsträckning vid mindre och enklare konstruktioner.

Metodens styrka ligger i att den vid givna förutsättningar blir allmängiltig för denna typ av projekt i detta företag. Det finns också skäl att tro att den blir relevant för andra, liknande företag med liknande projekt och förutsättningar. Resultatet blir alltså applicerbart på en stor mängd projekt och kan därför påvisa eventuella styrkor eller svagheter som behöver lyftas fram eller förbättras. På så sätt kan effektiva åtgärder tas i bruk med hänvisning till erhållna resultat.

Alternativ 2: Uppföljning av ett mindre antal projekt

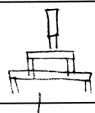
Ett andra alternativ hade varit att undersöka ett mindre antal projekt och därmed erhålla säkert men inte statistiskt säkerställd data. Denna typ av metodval hade genererat en god överblick över investerad tid och tidsfördelning, men att delta i projekten hade inte varit praktiskt möjligt. Kontrollen över att insamlad data var

korrekt hade varit större än för *Alternativ 1* men tid till mer detaljerade analyser hade inte medgetts med givna tidsramar och resurser.

Den uppenbara svagheten för denna metod är att den inte är allmängiltig men inte heller särskilt detaljerad. Den insamlade datamängden hade varit mer korrekt än för *Alternativ 1* men med svagheten av det mindre antal projekt som undersökts. Rådata skulle alltså vara mer korrekt men med större brus i statistiken och därför svårt att applicera på andra projekt.

Alternativ 3: Uppföljning av ett projekt

Det sista av de tre metoderna som presenterats är den som också låg till grund för rapporten. I detta fall valdes att undersöka konstruktörens arbete i ett enda projekt. För att erhålla så korrekt data som möjligt avsatte konstruktören fem minuter per timme åt reflektion och eftertanke kring det genomförda arbetet. Efter varje passerad timme nedtecknades den effektiva tiden indelat efter femminutersintervall och kopplades ihop med respektive aktivitet. Vid eventuella ändringar nedtecknades dessa i en särskild kolumn som summerades oberoende av den totala tiden. Dessa aktiviteter och ändringar presenteras nedan i avsnittet *Definitioner och kategoriseringar*. Eventuella kommentarer och minnesanteckningar nedtecknades för att underlätta spårande av uppkomna fel och för eventuella reflektioner och ändringar i efterhand. En loggbok fördes också där intervjuer med handledaren i projektet dokumenterades kontinuerligt.

12:00-13:00	Plan. 10 Det. 5 Typs. Ber. 10 M/K. Övr.				
13:00-14:00 13.05	Plan. 5+10 Det. Typs. 15 Ber. M/K. Övr.				
14:00-15:00 55 min	Plan. 10+5 Det. 10+10 Typs. 15+5 Ber. M/K. Övr.				
15:00-16:00	Plan. 15 Det. 5+5+10 Typs. 10 Ber. M/K. 10 Övr. 5	5			Senare kommentar: k35-2 flyttades till D, här ej ihop med Typsektion!
16:00-17:00	Plan. 10+5 Det. 20 Typs. Ber. M/K. Övr.				Notabelkar avvikelser/ förklaringar  k35-2?
17:00-18:00	D-10				

Figur 3.1. Utdrag av metod för insamling av data. Metodbladet i sin helhet återfinns i Bilaga 2.

För att undersöka om uppmätta resultat motsvarade de förväntade genomfördes en mindre enkätundersökning innan projektstart. Enkäten genomfördes på fyra medarbetare i det aktuella företaget. För att undvika medvetna och undermedvetna påverkningar av andra kollegor besvarades enkäten enskilt. Innan enkäten genomfördes fick de ta del av allt tillgängligt underlag i form av ritningar, geoteknisk undersökning, väggtyper, isoleringstjocklekar och eventuella önskemål från kunden. De fick instruktioner om att den tid de angav skulle vara effektivt arbetad tid angiven i hela timmar då det är den tid som ligger till grund för fakturering och därför värdeskapande. Efter detta fick de bearbeta underlaget i lugn och ro innan de tilldelades enkäten och svarade på dess frågor. Nämda enkätundersökning återfinns

som *Bilaga 1*. Denna undersökning expanderar inte resultaten såtillvida att de blir allmängiltiga, men de ger en indikation på om det aktuella projektet håller sig inom vad branschen anses som normalt.

Projektet som valdes var av en sådan karaktär, storlek och komplexitet att den representerar en mycket stor del av de villor som företaget konstruerar. Svagheten med detta val av metod är att resultatet inte kan ses som allmängiltigt och appliceras på ett större antal objekt. Resultaten från denna metod gäller endast projektet i fråga men kan appliceras på liknande projekt inom företaget efter viss utvärdering. Det är möjligt att resultatet kan appliceras på liknande uppdrag i liknande företag efter utvärdering och reflektion. Till skillnad från den allmängiltiga metoden medför valda metod en svårighet att hävda resultat som eventuellt avviker från etablerade uppfattningar. Detta metodval syftar därför inte till att vända en opinion eller bidra till en stor förändring men den öppnar dock upp för en eventuell medvetenhet om ett problem och inbjuder till vidare studier.

Resultaten från nedtecknad tid, enkätundersökning och intervjuer med handledare på företaget summerades i ett excel-ark där aktuella kommentarer bifogades. Med hjälp av denna summering kunde tidsfördelningen och andel ändringar utläsas och jämföras med resultaten från enkätundersökningen.

	A	B	C	D	E	F
1	Tidsfördelning					
2	Datum:	2012-03-12		2012-03-13		
3		Tid	Ändringar	Tid	Ändringar	
4	Planer	55		30		
5	Detaljer	60	30	30	10	
6	Typsektion	45	45	5		
7	Beräkningar	100	45			
8	Möten och konsultation					
9	Övrigt			15		
10	Summa (min)	260	120	80	10	
11						
12	Handledning					
13						
14	Planer			5		
15	Detaljer					
16	Typsektion					
17	Beräkningar	15	15			
18	Möten och konsultation			10		
19	Övrigt					
20						
21	Summa	15	15	15	0	
22	Totalsumma	275	135	95	10	
23						
24	Ändringar					
25						
26	Oförutsedda händelser					
27	Estetiska förändringar					
28	Byggtekniska förändringar				10	
29	Projekteringsmisstag					
30	Övrigt		135			

Figur 3.2. Metod för sammanställning av data, utdrag ur excel-ark.

Styrkan med denna metod är att insamlade uppgifter håller en mycket hög kvalitet. Den höga kvaliteten beror främst på att datainsamlingen sker löpande med en noggrann registrering av nedlagd tid. Att föra tid på denna detaljerade nivå är möjligt i tidsbegränsade studier. Det är dock inte realistiskt att göra det löpande över längre tid, eftersom det kräver ett så omfattande arbete. En annan fördel är också att undersökningen kan ske på en mycket detaljerad nivå eftersom mer tid ges åt reflektion och eftertanke än vad annars vore möjligt vid en större undersökning.

3.2 Självpuppföljning

Då använd metod innebär en rannsakan av det egna arbetet fordras total ärlighet och neutralitet i rapporteringen av data för att minimera påverkan av resultatet. Svårigheterna med denna metod är att avgöra ifall detta idealfall har uppnåtts då ingen extern kontroll sker. Komplikationerna med detta sätt av att samla in data kan eventuellt vara att konstruktören i fråga är mindre benägen att rapportera den tid som tillfaller olika poster som till exempel *misstag*. Det är också möjligt att konstruktörens arbetstempo påverkas av vetskapen om att all tid registreras och analyseras. Om denna vetskap får konstruktören att arbeta mer eller mindre effektivt beror antagligen på ett flertal faktorer och sådana slutsatser är omöjliga att göra baserade på denna studie.

För att eliminera konstruktörens påverkan av resultatet skulle eventuellt en form av "blind" studie vara lämplig. Blinda studier används främst inom psykologi, sociologi och medicin för att eliminera den välkända *placeboeffekten*. Med hjälp av en sådan studie skulle den aktuella konstruktören varit omedveten om att en studie på denna utfördes. En extern part skulle då övervaka denne konstruktör och föra en logg över de olika poster och aktiviteter som konstruktören i fråga behandlade. Med en väl genomförd blind studie skulle inte konstruktörens arbetstempo påverkas men den externa observatören skulle dock vara en potentiell felkälla på grund av dennes subjektiva bedömningar. Josephson och Saukkoriipi (2005) påvisade också svårigheten med denna typ av studie där det är mycket svårt att värdera kreativt arbete. Dessutom skulle denna typ av metod kunna anses som oetisk då övervakning av en person på dess arbetsplats kan uppfattas som en kränkning.

3.3 Definitioner och kategoriseringar

Ett genomförande av denna typ av undersökning fordrar strikta definitioner av vad som studeras och tydliga kategoriseringar av de olika poster och aktiviteter som skall undersökas. Dessa kategoriseringar utformades och diskuterades innan projektstarten för att säkerställa att indelningarna var relevanta.

Tidfördelning

Valet av indelningen av den totala tiden som projektet i fråga tog i anspråk har här delats upp på sex aktiviteter. Syftet med denna uppdelning var att få en klar överblick över vilka delar av ett projekt som tar mest tid i anspråk och på så sätt ge ett underlag för att bedöma ifall detta är befogat. Den aktuella indelningen valdes efter diskussion med handledarna på företaget vilka tillsammans har nästan 70 års erfarenhet av projektering i byggbranschen. Dessa aktiviteter kategoriseras enligt följande:

Planer

Planer innefattar de ritningar som endast redovisar planer med undantag från några enklare detaljer för tydlighetens skull. För det aktuella projektet ritades fyra planer uppdelade på de två ritningarna *K15-1* som redovisar Grund- och Bjälklagsplan samt

K27-1 som redovisar Bjälklag- och Takplan samt några enklare detaljer. Dessa ritades i skala 1:50 vilket är den vanliga skalan för liknande objekt.

En alternativ indelning hade varit att dela upp ritningarna och på så vis se dem som fyra oberoende aktiviteter. Detta hade dock varit problematiskt då man ofta arbetar med flera planer samtidigt ovanpå varandra i olika lager. Det hade därför varit svårt att dela upp tidåtgången mellan de olika ritningarna. Planritningarna är dessutom relativt likartade och det finns därför anledning att anta att tidåtgången inte skiljer sig nämnvärt mellan de olika planen. Grundplanen är dock ett undantag som kräver större andel beräkningar och fler detaljer. Att dela in grundplan och alla tillhörande grunddetaljer i en post hade varit intressant ur den synpunkten att beställningar på endast grundplan med tillhörande detaljer förekommer. Vid sådana beställningar ser dock arbetsgången annorlunda ut och hade därför ändå inte speglat ett sådant projekt vilket motiverar den valda indelningen.

Detaljer

Dessa ritningar redovisar de mest kritiska och nödvändiga punkterna i konstruktionen för att säkerställa att dessa utformas på rätt sätt. Detaljerna har här delats upp på två stycken ritningar där *K35-1* redovisar grunddetaljer och byggnadstekniska lösningar för att säkerställa en god konstruktion och att utförandet sker på rätt sätt. *K35-2* redovisar de kritiska punkterna ur bäringssynpunkt och underlättar på så vis monteringen och sammansättningen av viktiga balkar och pelare. Dessa ritningar är ritade i skala 1:20 vilket vanligtvis är fullt tillräckligt för att åskådliggöra de konstruktionstekniska bitarna.

Detaljritningarna kräver en relativt stor del av projektets tid och är av mycket stor vikt för att säkerställa att utförandet sker på ett korrekt sätt. Dessa ritningar skiljer sig till stor del från planerna och det kändes därför naturligt att separera dessa aktiviteter. De två olika detaljritningarna är dock av två olika karaktärer vilket hade kunnat motivera en uppdelning sinsemellan. Ritning *K35-2* skall dock ses som ett förtydligande av *K35-1* med mer renodlade bärningsdetaljer för att underlätta montagearbetet på plats. Dessa ritningar är därför nära sammankopplade och arbetet med dem sker vanligtvis parallellt vilket gör det svårt att särskilja dessa aktiviteter.

Typsektion

Typsektionen är ett tvärsnitt genom byggnaden som representerar normalfallet med vissa tillägg för att åskådliggöra husets utformning. Tilläggen redovisas på samma ritning som detaljer av bjälklag och takkonstruktionen i olika snitt och vinklar. Från denna ritning är det också möjligt att orientera sig på planerna för ett otränat öga och det är denna ritning som i regel innehåller störst mängd information om en byggnad. Denna sektion med dess tillhörande detaljer är ritade i skala 1:20 vilket är en vanlig skala för byggnader av denna storlek, större byggnader redovisas oftast i skala 1:50 på grund av ritningens storlek.

Typsektionen var den ritning som på förhand enligt enkätundersökningen förutspåddes ta mest tid i anspråk, ca 28 % av projektets totala tid. Det är också den ritning som innehåller mest information och ger mest feedback vid möten och samgranskning, av dessa skäl var det naturligt att se denna ritning som en egen aktivitet. En fråga som tidigt ställdes var ifall det är motiverat att en ritning tar nästan

30 % av ett projekts totala tid i anspråk? Oavsett ifall detta antagande stämmer eller ej så är det intressant att studera detta närmare.

Beräkningar

Till aktiviteten beräkningar räknas alla beräkningar som utförts under projektets gång. Uppdraget för denna byggnad var att ta fram fullständiga handlingar och då byggnaden inte har några prefabricerade element eller liknande genomfördes beräkningar av byggnadens samtliga delar. Beräkningar genomfördes för grundkonstruktionen, bjälklagskonstruktionerna, takkonstruktionen, väggar, pelare, balkar, knutpunkter med mera. Beräkningarna genomfördes i huvudsak i beräkningsprogrammen *Consultec Statcon* och *Strusoft* samtidigt som flertalet handböcker och tabeller användes för standardiserade lösningar.

Möten och konsultation

Möten och konsultation innefattar all tid som använts till de möten som skett under projektets gång och den förberedningen som skett inför dessa möten. Hit räknas också all den tid som konsultation och korrespondens tagit i anspråk genom e-mail, telefonsamtal och liknande.

Möten och konsultation består mestadels av en stor mängd telefonsamtal och mailkonversation. Tidsåtgången för möten brukar vara relativt enkelt att uppskatta på förhand eftersom de ofta är få och har dessutom ofta en bestämd start och slutpunkt. Något som däremot är betydligt svårare att uppskatta är den tid som går åt till telefonsamtal och mailkonversation. Då ett genomsnittligt samtal ofta inte varar mer än ca tio minuter och dessutom ofta inkommer då arbete sker på andra projekt har denna tid en benägenhet att glömmas bort och inte bokföras, detsamma gäller för mail.

Övrig tid

Övrig tid definieras som den tid som ej kan härledas till någon av de ovanstående posterna.

Det finns alltid någon tid som i ett projekt är svår att hänföra till en specifik post. Ett alternativ hade varit att skapa nya poster efter hand då sådana uppstod. Dessa hade antagligen inte stått för någon större del av den totala tiden i projektet och valdes därför att ackumuleras i posten övrigt

Processer och reflektioner

Den vara som kunden beställde var de ritningar som är nödvändiga för att konstruera och uppföra byggnaden i fråga. Med detta som utgångspunkt kan ovan nämnda poster kopplas till olika typer av processer. Posterna planer, detaljer och typsektion är här tydliga exempel på *operativa processer* då dessa är direkt värdeskapande för kunden. De beräkningar som genomförts samt övrig tid är i detta fall *stödprocesser* som inte är direkt värdeskapande men är nödvändiga för att föra projektet framåt. Möten och konsultation är ett tydligt exempel på en *ledningsprocess* där mål och strategier för projektet fastställdes.

Den valda indelningen av aktiviteter ovan är satt med hänsyn till att projektet projekterades i sin helhet, att allt underlag skulle tas fram som en helhetslösning. Om önskemålen från beställaren hade sett annorlunda ut hade också indelningen reviderats för att belysa de intressanta aktiviteterna för den typen av projekt.

Avvikelser från idealprojektet

Många förändringar som uppkommer under projekteringsstadiet har sitt ursprung i att alla är mänskliga. I ett idealt projekt rätas alla frågetecken ut tidigt och inga förändringar tillkommer sedan. Detta är givetvis en utopi men det ideala projektet står ändå i denna rapport som referenspunkt då det ses som eftersträvansvärt. Alla avvikelser från det ideala fallet definieras därför som projektförändringar eller kortare: *ändringar*, detta oavsett ifall de gagnar projektet eller ej. Ändringar i projektet har i denna undersökning delats in i fem poster vilka skiljer sig från varandra. Syftet med denna uppdelning är att få en klar överblick över hur beslut och misstag som förändrar projektet påverkar den totala tidsåtgången. Den aktuella indelningen valdes också här efter diskussion med handledarna på företaget. Dessa poster kategoriseras enligt följande:

Oförutsedda händelser

Till denna kategori hör sådana ändringar som ej hade kunnat förutses eller undvikas med en rimlig genomgång av tillgängliga ritningar och annat underlag såsom geoteknisk undersökning och liknande. Definitionen tillåter alltså inga ändringar av estetiska skäl eller liknande utan omfattar endast förändringar som är nödvändiga för att säkerställa en god kvalitet, säkerhet och objektets livslängd.

Estetiska förändringar

Estetiska förändringar definieras här som ändringar som inte fyller någon kritisk funktion utan endast verkar för upplevelsen av objektet. Att dessa ändringar verkar för att göra helheten bättre och att ge kunden en bättre boendemiljö tas ej i beaktande då dessa förändringar kunde genomförts tidigare i projektet.

Byggtekniska förändringar

Dessa ändringar har inte skett av estetiska skäl utan endast för att förbättra eller förändra hela eller delar av konstruktionen. Dessa ändringar skall alltså fylla en mer teknisk funktion och skapar på så sätt antingen en bättre miljö, ett mer ekonomiskt byggsätt eller helt enkelt ett nytt sätt att lösa ett befintligt problem.

Misstag

Ändringar som sker på grund av att rena fel har begåtts oavsett vem eller vilken part som är ansvarig definieras som misstag. Hit räknas alltså de ändringar som sker på grund av att någon part har begått ett misstag som resulterar i vissa förändringar. Mindre fel såsom småfel på ritningar och eventuella omräkningar tas här inte med då det anses vara en del av en naturlig arbetsprocess. Ett misstag behöver därför vara av en större art som till exempel genererar ändringar på ritningar på grund av fel vald

dimension av balkar eller liknande. Denna kategori syftar inte till att skuldbelägga någon då alla är mänskliga och ständigt begår fel i viss utsträckning. Det är dock av intresse att undersöka dess storlek i förhållande till projektet.

Övrig tid

Övrig tid definieras också här som den tid som ej kan härledas till någon av de ovanstående posterna.

4 RESULTAT

I detta kapitel presenteras först de resultat som erhöles från genomförd enkätundersökning. Därefter beskrivs arbetsprocessen i kronologisk ordning i form av en projektdagbok för att ge en god inblick i arbetsgången. Resultaten redovisas och jämförs med nämnda enkätundersökning för att påvisa skillnaderna mellan förväntad och faktisk tidsåtgång.

4.1 Resultat från enkätundersökning

Syftet med enkätundersökningen var att undersöka skillnaden i förväntad tidsåtgång och jämföra med resultaten från det aktuella projektet. Undersökningen genomfördes enskilt på fyra medarbetare. Innan enkäten genomfördes fick alla inblandade ta del av tillgängligt underlag i form av ritningar, önskemål om utförande, såsom väggtyper, ungefärliga isoleringstjocklekar, val av fasadmateriel, om det förelåg radonrisk med mera. De fick instruktioner om att den tid de angav skulle anges som effektivt arbetad tid eftersom det är den tiden som ligger till grund för fakturering. Efter detta fick de bearbeta materialet i lugn och ro innan de tilldelades enkäten och svarade på dess frågor.

Nedan följer de sammanställda resultat som enkätundersökningen genererade. Resultaten följer nedan samma ordning som frågorna ställdes i enkätundersökningen.

Total tidsåtgång

Projektets totala tidsåtgång uppskattades ta 85-90 timmar i anspråk av tre av fyra medarbetare. Ett svar avvek kraftigt från denna uppfattning med ett uppskattat värde av 45 timmar. Spridningen av svaren presenteras i tabellen nedan:

Tabell 4.1. Spridning av förväntad tidsåtgång uttryckt i timmar (h).

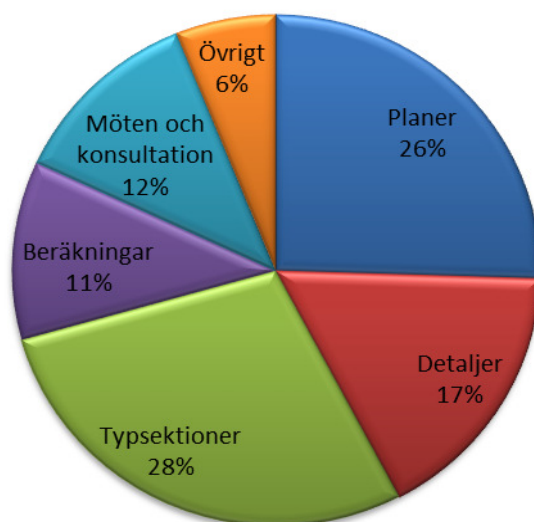
Person	Tid
P1:	90
P2:	85
P3:	90
P4:	45

Av denna spridningsfördelning framgår som nämnts ovan att ett mycket avvikande resultat erhöles. De tillfrågade i enkätundersökningen har som nämnts tidigare i regel mycket stor erfarenhet inom byggbranschen. Det avvikande resultatet kommer dock från en individ som har flera års erfarenhet men dock inte i närheten av övriga tillfrågade. På grund av detta kan medianvärdet 87,5 timmar anses spegla den

förväntade tiden bättre. Detta medianvärde har därför används som den förväntade tidsåtgången.

Tidsfördelning mellan aktuella aktiviteter

Svaren angavs här i timmar och delades därför med föregående svar på respektive enkät för att erhålla den procentuella fördelningen. Alla svar vägdes sedan samman och figuren nedan visar tidsfördelningen som ett medelvärde uttryckt i procent av total tid.



Figur 4.1. Förväntad tidsfördelning av aktiviteter.

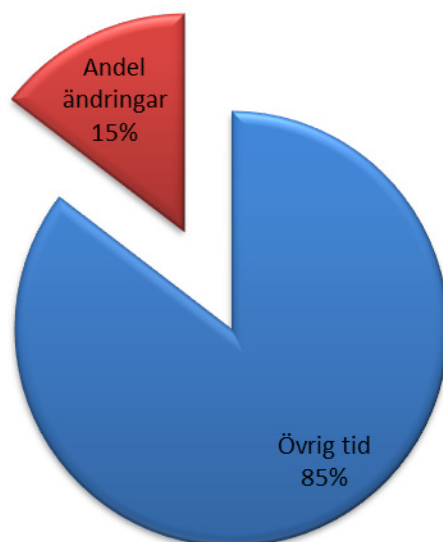
Spridningen av svaren var för vissa aktiviteter relativt stor mellan de tillfrågade. I tabellen nedan redovisas den förväntade procentuella fördelningen mellan de olika aktiviteterna:

Tabell 4.2. Spridning av förväntad tidsfördelning uttryckt i procent (%) av respektive förväntad total tid. P1-4 anger tillfrågade personer, se tabell 4.1.

Aktiviteter	P1	P2	P3	P4
Planer:	16,7	32,9	26,7	26,7
Detaljer:	22,2	14,1	17,8	8,9
Typsektion:	27,8	29,4	26,7	31,1
Beräkningar:	11,1	9,4	11,1	15,6
Möten och konsultation:	11,1	11,8	13,3	11,1
Övrigt:	11,1	2,4	4,4	6,7
SUMMA:	100,0	100,0	100,0	100,0

Andel ändringar

Svaren angavs också här i timmar och delades därför med svaret från första frågan på respektive enkät. På så vis erhöles uppskattningarna i procent och kunde därefter vägas samma till en genomsnittlig uppskattning av andel ändringar i projektet. Detta illustreras i figuren nedan.



Figur 4.2. Förväntad andel ändringar av total tid.

Projektets förväntade andel ändringar uppgick till 15 %. Spridningen av den förväntade andelen ändringar var relativt liten och presenteras i tabellen nedan uttryckt i procent av respektive förväntad total tid.

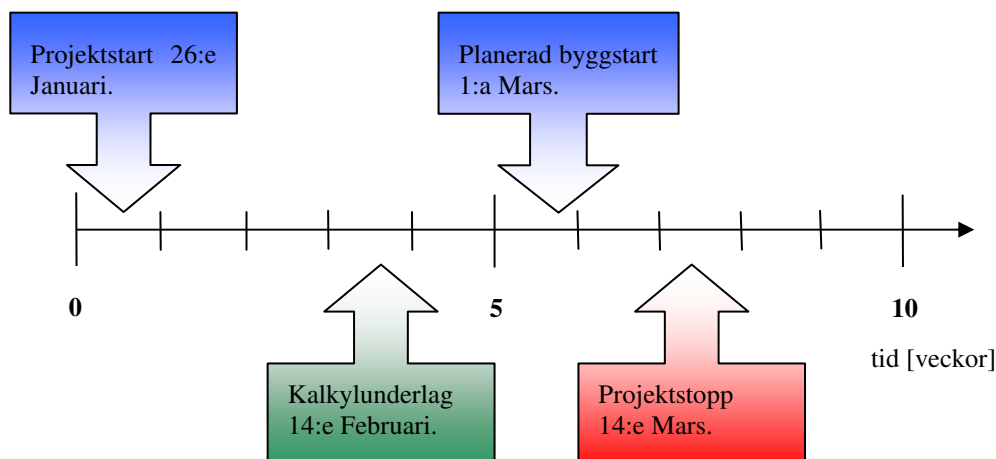
Tabell 4.3. Spridning av förväntad andel ändringar uttryckt i procent (%).

Person	Ändringar
P1:	13,3
P2:	11,8
P3:	15,6
P4:	17,8
Medelvärde:	14,6

Av denna spridningsfördelning framgår att medelvärdet bra representerar den förväntade andelen ändringar i detta projekt.

4.2 Sammanfattning av projektdagbok

Sammanfattningen av projektdagboken återger det tempo och den arbetsbelastning som rådde under projektets gång. Den ger också en inblick i arbetsgången och skall ge en utökad förståelse för de resultat som erhållits samt den analys och diskussion som skett. Det är också sammanfattningen som redovisar de ändringar som skedde under projektets gång. Nedan följer en kortare sammanfattning veckovis i kronologisk ordning som är numrerad efter antalet veckor efter projektstart.



Figur 4.3. Projektöversikt.

Vecka 1

Den första arbetsveckan inleddes med uppritning av planer och detaljer. Vid denna tidpunkt fanns inte något digitalt underlag tillgängligt vilket gjorde att processen gick aningen långsammare än i normalfallet. Villan ritades av en österrikisk arkitekt som inte var nåbar vid denna tidpunkt. Tanken var att det senare i projektet skulle handlas upp en svensk arkitekt för att bland annat kontrollera funktionsmått och andra svenska regler och bestämmelser. På grund av detta påbörjades inga ritningar av takkonstruktionen då dess utformning behövde diskuteras.

Vecka 2

Under denna vecka genomfördes en stor andel beräkningar av balkar, bjälklag och pelare. Beräkningarna utfördes enligt senaste BKR-normer trots att dessa inte får tillämpas på byggnader som beviljats bygglov efter den andra maj 2011. Vid den aktuella tidpunkten hade dock företaget inte tillgång till ett beräkningsprogram som tillämpade de gällande normerna Eurocode. Då byggentreprenören begärt ett kalkylunderlag användes trots allt äldre normer för att erhålla ungefärliga dimensioner på aktuella pelare och balkar. Dessa räknades givetvis om senare i projektet enligt gällande Eurocode vilket därför redovisades som en ändring. Mycket tid denna vecka lades också på framtagning av en typsektion eftersom den innehåller en stor mängd information som är till stor nytta vid en kalkylberäkning.

Vecka 3

Fortsatt arbete på ett flertal detaljer skedde under veckan men i övrigt var arbetsbelastningen relativt låg.

Vecka 4

Ritning *K35-2* ritades relativt komplett med tillhörande beräkningar, limträdimensionerna var dock fortfarande baserade på beräkningar enligt äldre norm. Typsektionen *K30-1* kompletterades och samtliga planer justerades för att skickas som kalkylunderlag till byggentreprenören.

Vecka 5

Fortsatt arbete skedde på detaljer och typsektion. Under denna vecka var byggstarten planerad till den första mars men flyttades fram efter byggherrens önskan. Antydningar om detta beslut hade kommit veckan innan och därför hade inte grundplanen förberetts som bygghandling. Anledningen till framflyttning av byggstart var att ett flertal förändringar skulle genomföras och därför förändra förutsättningarna för grundkonstruktionen.

Vecka 6

Under denna vecka skedde endast några kortare telefonsamtal.

Vecka 7

Efter samtal med byggentreprenören genomfördes en väsentlig förändring av projektet. Bjälklaget över källarplan var från början utformad i betong och tillhörande armeringsritning hade påbörjats. Nu skulle det dock utformas av limträ vilket betydde att balkongen på samma plan också ritades om till en träkonstruktion. Då ett betongbjälklag är betydligt tyngre än ett bjälklag utformat i limträ medförde detta också förändringar i grundkonstruktionen. Grundkonstruktionen var dimensionerad för större laster och därför kunde en ansenlig mängd betong sparas. Denna förändring medförde en betydande andel jobb bestående av nya beräkningar, en ny bjälklagsplan samt stora förändringar på typsektionen och ett antal detaljer. Då inga beräkningar på betongbjälklaget hade skett utan endast dittills baserats på erfarenhetsmässiga överslag var dock ändringarna på denna hanterbara.

Vecka 8

Samtliga beräkningar reviderades denna vecka enligt Eurocode vilket medförde vissa förändringar. Nedböjningarna på bjälklaget över bottenvåningen var ej godtagbara med aktuella limträdimensioner och utformning. För att uppnå godtagbara nedböjningar ändrades utformningen av bjälklaget och bärriktningen ändrades. Den ändrade bärriktningen på bjälklaget medförde i sin tur en ändrad utformning av den anslutande balkongen. För att åstadkomma godtagbara nedböjningar krävdes ett flertal stålbalkar i varierande dimensioner. Nockbalkarnas dimensioner ändrades också för att uppnå godtagbara nedböjningar vilket resulterade i revideringar av typsektionen och ett flertal detaljer. På grund av att tillgängligt beräkningsprogram ej hanterade Eurocode från projektstarten resulterade detta i relativt stora tidstillägg i form av ändringar.

Efter ett kortare telefonsamtal meddelade byggentreprenören att projektet skulle läggas på is tills vidare på grund av önskemål från kunden.

Vecka 9-11

Under veckorna nio till elva togs inga beslut om ett fortsatt arbete på projektet. På grund av detta togs beslutet att insamlingen av data skulle upphöra då de data som redan samlats in var fullt tillräcklig för studien.

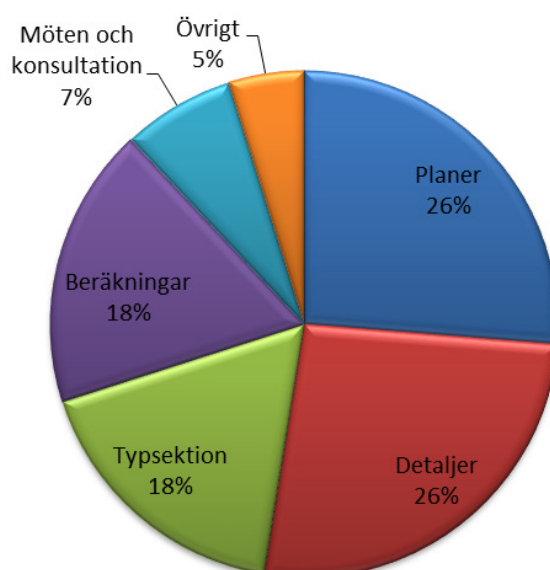
Mätperioden valdes retroaktivt att upphöra efter vecka åtta då det under de tre efterföljande veckorna endast skedde en mycket kort telefon- och mailkonversation. Dessa tre veckor har ej inkluderats i resultatet då dessa konversationer endast var mycket korta och därför inte hade någon påverkan av utgången. Valet av mätperiodens intervall är en bra representation av normal arbetsbelastning i liknande projekt och därför ett bättre underlag för slutsatser och analys.

4.3 Resultat från datainsamling

De erhållna resultaten presenteras här som fördelning av tid i form av olika poster/aktiviteter samt andel tid på grund av ändringar. Dessa har kopplats samman med erhållna resultat från enkätundersökningen ovan för att ge en god översikt.

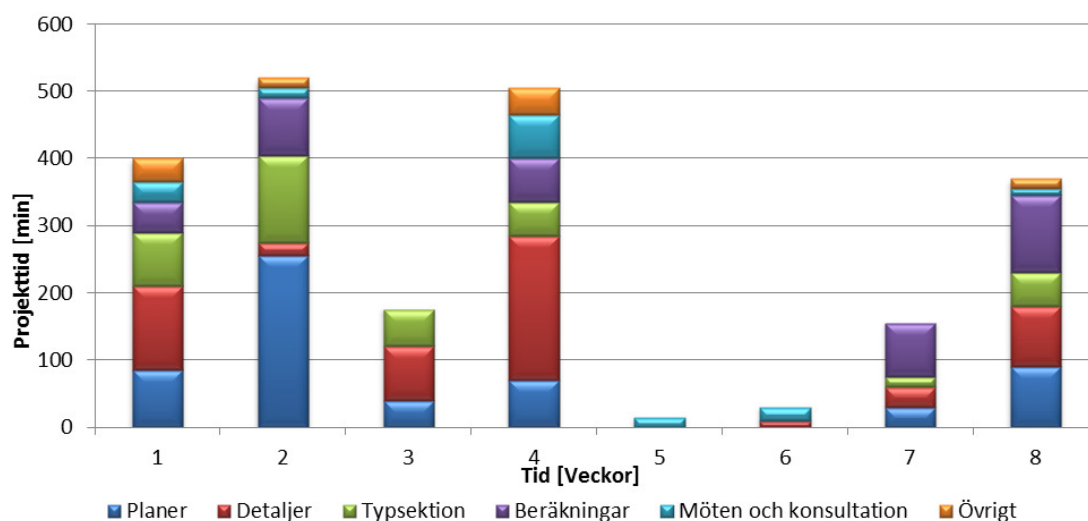
Tidsfördelning aktiviteter

Den förväntade tidsåtgången för det aktuella projektet var enligt enkätundersökningen cirka 88 timmar. Projektet färdigställdes inte innan rapporten skrevs men den totala tiden beräknades då till 36 timmar, nästan hälften av det uppskattade värdet. Som nämndes ovan är mätperiodens intervall de åtta veckor då arbete på projektet bedrevs. Nedan ses fördelningen mellan de olika aktiviteterna.



Figur 4.4. Uppmätt tidsfördelning av aktiviteter.

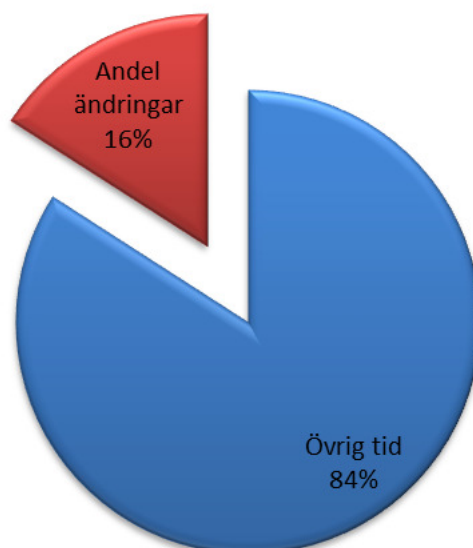
För att utläsa fördelningen av arbetsinsatsen samt koncentrationer av de olika aktiviteterna har föregående diagram brutits ned veckovis och redovisas nedan i stapeldiagramform.



Figur 4.5. Uppmått tidsfördelning av aktiviteter veckovis.

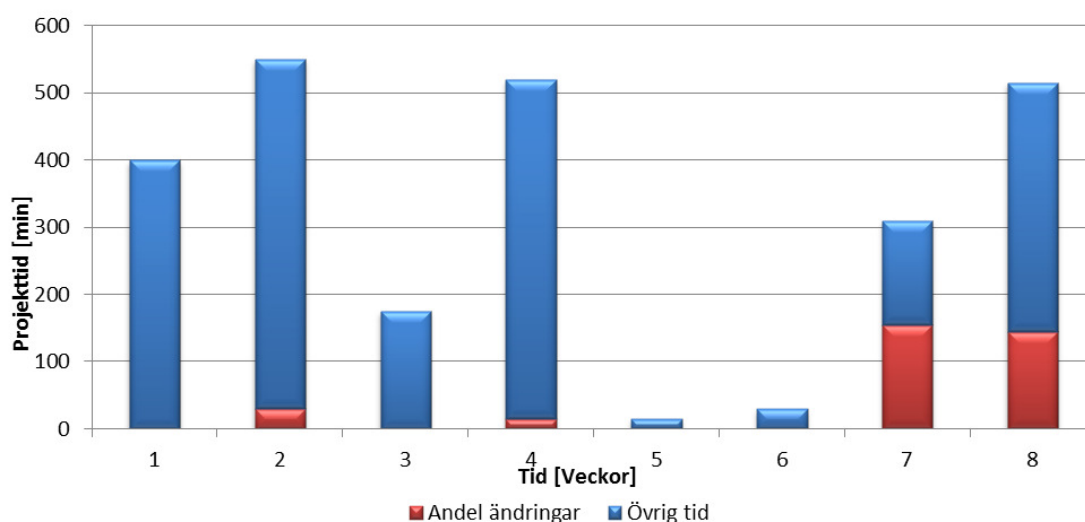
Tidsfördelning ändringar

Den förväntade andelen ändringar för det aktuella projektet uppgick till 15%. Då mätningen avbröts uppgick andelen ändringar i projektet till 16% vilket ligger inom samma storleksordning som det förväntade värdet. Liksom ovan har urvalet skett på den aktiva åttaveckorsperiod då projektet pågick. Figuren nedan illustrerar den uppmätta storleksfördelningen av nämnda ändringar.



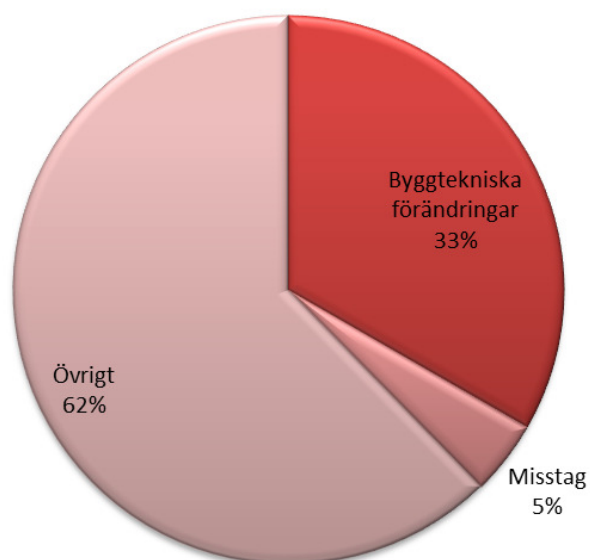
Figur 4.6. Uppmått andel ändringar av total tid.

För att utläsa fördelningen samt koncentrationen av de ändringar som skett har föregående diagram brutits ned veckovis och redovisas nedan i stapeldiagramform. Ur figuren framgår att huvuddelen av ändringarna skedde under projektets senare del.



Figur 4.7. Uppmätt tidsfördelning av ändringar veckovis.

De förändringar som skett har i sin tur delats in i olika poster som representerar orsaker till gjorda ändringar. Dessa orsaker har redovisats i avsnittet *Metod*. Här redovisas endast tre av de aktuella posterna då *oförutsedda händelser* samt *estetiska förändringar* erhöll värdet noll.



Figur 4.8. Uppmätt tidsfördelning av ändringar.

De förändringar som presenterats i föregående figur bestod av en mindre andel orsaker som redovisas i tabellen nedan:

Tabell 4.4. Orsaker till uppmätta ändringar uttryckta i procent (%) av total andel ändringar.

Poster	Andel	Orsak
Övrigt (62 %):	58 %	Omräkning enligt Eurocode.
	4 %	Omritning på grund av att digitalt underlag erhöles efter projektstart och på så sätt kunde ritningarna anpassas efter dessa.
Byggtekniska förändringar (33 %):	30 %	Omritning och viss beräkning på grund av att utformningen av bjälklaget ovan källarplan valdes att utföras i limträ istället för platsgjuten betong
	3 %	Omritning på grund av ändring av stommens tjocklek från 195 till 170 mm.
Misstag (5 %):	5 %	Konstruktörens felavläsning av aktuell arkitektritning.
SUMMA: 100 %	100 %	

Den enskilt största anledningen till att ändringar skedde var det faktum att nödvändigt beräkningsprogram saknades i projektets inledningsskede. Näst efter denna orsak var den andra stora anledningen till ändringar önskemål om annat utförande av bjälklaget ovan källarplan.

5 ANALYS

Resultaten från föregående avsnitt sammanfattas och analyseras här för att sedan återkopplas till gjord enkätundersökning. Baserat på de resultat som erhållits och med vetenskap om framtida planer genomförs prognoser om utvecklingen av tidsfördelningen och andel ändringar i projektet.

5.1 Sammanfattande tabeller

Tabellerna nedan är en sammanfattning och jämförelse mellan erhållna resultat från datainsamling och gjord enkätundersökning.

Tabell 5.3. Jämförelse mellan förväntad och uppmätt total tid för projektet uttryckt i timmar (h). Då projektet i fråga ej genomfördes är den uppmätta tiden antal investerade timmar fram tills dess att mätningen avslutades.

Tid	Timmar
Förväntat medianvärde:	87,5
Uppmätt värde:	36

Tabell 5.2. Jämförelse mellan förväntad och uppmätt tidsfördelning av aktiviteter uttryckta i procent (%) av total tid.

Aktiviteter	Förväntad	Uppmätt
Planer:	26	26
Detaljer:	17	26
Typsektion:	28	18
Beräkningar:	11	18
Möten och konsultation:	12	7
Övrigt:	6	5
SUMMA:	100	100

Tabell 5.3. Jämförelse mellan förväntad och uppmätt andel ändringar av total tid uttryckt i procent (%).

Andel ändringar	Procent
Förväntad:	15
Uppmätt:	16

Där uppmätt och förväntad tid ligger inom samma intervall då det begränsade underlaget ger stort utslag på den procentuella skillnaden.

5.2 Aktivitetsanalys

Det var ett medvetet val att använda och analysera ett riktigt projekt, det fanns uppenbara risker med detta vilka också gjorde sig tydliga på det mest påtagliga sätt. Då samtliga handlingar inte färdigställdes innan rapporten skrevs och trycktes kommer analysen, liksom resultatet baseras på den aktiva åttaveckorsperioden. Analysen kommer därför inte att vara fullständig men kan ändå ge indikationer och ses som en förstudie för fortsatt intresse.

Den uppmätta tiden utgör endast 41 % av den förväntade. Det är dock mycket svårt att bedöma den tid som krävs för ett färdigställande. Vid ett scenario då andelen ändringar hålls relativt konstant fram tills färdigställandet bör dock projektet behandlas på en kortare tid än de förväntade 88 timmarna. Denna bedömning gjordes i diskussion med handledarna på företaget då ritningarna och beräkningarna studerades och resterande tid uppskattades.

Ur *Figur 4.5* kan det utläsas att i projektets inledningsfas ligger koncentrationen på att rita upp *planer* och snabbt ta fram en *typsektion*. Därefter flyttas fokus från planer mot *detaljer* då projektet går in i en mer detaljerad fas då lösningar för enstaka punkter i konstruktionen tas fram. *Beräkningarna* och posten *övrigt* ligger på en relativt konstant nivå men andelen *möten och konsultation* skiftar kraftigt. Ur dessa observationer är det svårt att göra antaganden om framtiden för detta projekt men med kombination av den observerade arbetsbördan och vetskapen om vilka ritningar som behöver förändras kan följande reflektioner göras:

Planer

Uppskattningen av planerna verkar vara en god approximation där förväntningarna exakt motsvarar den uppmätta tiden. Att färdigställa planerna kräver relativt många timmar då grundplanen endast är principiellt ritad och behöver kompletteras med anvisningar och förklaringar. Bjälklagsplanerna över källar- och bottenvåning behöver antagligen genomgå vissa förändringar då de var under omritning då projektet lades på is. Det är på grund av detta rimligt att anta att den tid som krävs för ett färdigställande är proportionell mot den kvarvarande tiden. Detta innebär att denna postens andel maximalt bör ändras några få procentenheter.

Detaljer

Andelen detaljer är i dagsläget betydligt större än den uppskattade tiden. Dock är flertalet detaljer ritade och endast kräver olika typer av justeringar. Fler detaljer över takkonstruktionen behövs dock vilket betyder att andelen detaljer antagligen kommer att sjunka men inte ned till den förväntade nivån.

Typsektion

Uppskattningen av typsektionens andel av projektet stämmer här dåligt överens med det uppmätta resultatet. Det skiljer tio procentenheter mellan förväntat och uppmätt värde. Typsektionen kräver antagligen betydligt mindre justeringar än till exempel *planer* och *detaljer*. Majoriteten av de förklaringar som krävs på en sådan ritning är genomförda vilket betyder att ritningen endast behöver anpassas efter de förändringar som sker på planerna. Det är rimligt att anta att det kommer krävas ett antal timmar innan ett färdigställande av ritningen är aktuell men denna andel är antagligen betydligt mindre än för andra ritningar. Det är därför troligt att typsektionen andel kommer att öka något men inte komma i närheten av den förväntade tiden.

Beräkningar

Andelen beräkningar uppgår till 18 % av projektets totala tid vilket är en betydligt större del än den förväntade tiden. Beräkningar som är kvar att genomföra är samtliga grundberäkningar samt infästningarna av nockbalkarna. Dessa beräkningar kräver ett antal timmar men är långt ifrån proportionell mot den kvarvarande tiden. Det är därför högst troligt att andelen beräkningar minskar och närmar sig det förväntade värdet på cirka 11 %.

Möten och konsultation

Denna post är betydligt mindre än den förväntade. Det skall dock tilläggas att konsultation i form av mail och telefonsamtal intensifieras under projektets gång samt att inga projekteringsmöten genomfördes. Med detta i åtanke är det mycket troligt att minst ett projekteringsmöte kommer äga rum samt att konsultationen kommer att intensifieras då projektet går in i sitt slutskede. Dessutom kommer mer konsultation än vanligt att krävas vid nystarten då alla inblandade parter skall återuppta arbetet. Det är därför rimligt att anta att denna post kommer att öka betydligt till det förväntade värdet eller till och med över detta.

Övrigt

Approximationen av denna post stämmer mycket väl överens med det uppmätta värdet på 5 %. Det finns ingen större anledning att anta att denna del av projektets totala tid skulle ändras då projektet närmar sig ett färdigställande, denna post bör inte ändras mer än någon enstaka procentenhet.

5.3 Ändringsanalys

Den uppskattade andelen ändringar uppgick till 15 % av den totala tiden vilket kan jämföras med de uppmätta ändringarna på 16 %. Ur *Figur 4.7* kan det utläsas att de hittills uppmätta ändringarna uppstod under projektets senare del. En extrapolering av detta resultat indikerar en ökning av ändringar senare i projektet. Detta kan ses som en del av sanningen då det i dagsläget finns ett flertal ändringar planerade, frågan är ifall dessa är av en större storleksordning än innan.

De hittills uppmätta ändringarna består nästan uteslutande av *byggtekniska förändringar* och *övrigt*. De byggtekniska förändringarna består i sin tur nästan uteslutande av val av bjälklag och de övriga ändringarna på grund av byte av programvara. Byte av en sådan programvara är en händelse som sker ytterst sällan, antagligen med flera års mellanrum. Denna händelse utgör dessutom majoriteten av de ändringar som skett och kommer inte att orsaka några mer ändringar.

Det finns ett antal planerade ändringar som skall genomföras då projektet återupptas. Exempel på sådana är bjälklagsritningarna och typsektionen som behöver justeras efter senaste ändringar. Dessutom uppstod vissa frågetecken då val av bjälklagsriktning ändrades som måste lösas med inkopplad VVS-entreprenör. Utöver dessa planerade ändringar finns det fortfarande ett flertal kritiska punkter som måste lösas i samråd med arkitekt och beställare.

Baserat på detta är det rimligt att anta att fler ändringar kommer att ske utöver de som redan är planerade. Med tanke på den stora andel som byte av programvara utgör är det dock inte säkert att andelen ändringar kommer att öka mer än några få procentenheter. Med denna prognos får antagandet om andelen ändringar anses vara aningen lågt.

6 SLUTSATS OCH DISKUSSION

Nedan presenteras de frågor om ställts tidigare i rapporten och de resultat som erhållits. Från dessa resultat dras ett antal slutsatser som sedan följs av en diskussion.

6.1 Slutsatser

Projekt kommer antagligen aldrig att drivas helt utan inslag av tidstilläg på grund av ändringar. Det beror till stor del på den mäskliga fakorn och det faktum att det inte går att förutse alla typer av problem som kan uppstå på förhand. Projekt är dessutom alltid unika vilket gör en effektiviseringsprocess svårare.

Denna undersökning syftade till att kartlägga konstruktörens arbetstid vid husprojektering. Av praktiska skäl begränsades studien till en konstruktör vid ett bostadsprojekt. Denne dokumenterade detaljerat sitt arbete i det aktuella projektet. De frågor som ställts tidigare i rapporten återkopplas nedan med de slutsatser som dragits.

Den första frågan som ställdes var hur lång tid som projektet i fråga skulle ta i anspråk och hur denna tid skiljde sig från den förväntade.

Fram till mätningen avslutades hade totalt 36 timmar investerats av konstruktören i det aktuella projektet. Den förväntade tiden uppgick till cirka 88 timmar vilket gör att den uppmätta tiden endast utgjorde 41 % av denna. Baserat på den aktuella situationen är det rimligt att anta att den totala tiden vid ett färdigställande blir något kortare än den förväntade.

Den andra frågan som ställdes var vilka aktiviteter i projektet som tog störst andel tid i anspråk och hur dessa skiljde sig från den förväntade fördelningen.

De aktiviteter som var mest tidsintensiva var att ta fram ritningar för *planer* och *detaljer* följt av att sammanställa ritningen för *typsektion* samt *beräkningar*. *Möten och konsultation* samt *övrigt* utgjorde tillsammans drygt en tiondel av projektets totala tid. Den förväntade tidsfördelningen mellan de olika aktiviteterna stämde relativt väl överens med de uppmätta.

Den tredje och sista frågan som ställdes var hur stor andel av projektets totala tid som utgjordes av de ändringar som normalt sker och hur dessa skiljde sig från den förväntade andelen.

Andelen ändringar som skedde fram tills mätningen avbröts utgjorde 16 % av den totala tiden. Den förväntade andelen motsvarade mycket väl den uppmätta tiden och inga tydliga skillnader dem imellan kunde påvisas. De ändringar som genomfördes utgjordes nästan uteslutande av posterna *byggtekniska förändringar* och *övrigt*.

6.2 Diskussion

För att erhålla bästa möjliga slutprodukt vid uppförandet av en byggnad krävs noggrann planering. Det projekt som påbörjades för detta examensarbete avslutades ej innan rapporten sammanställdes. Trots det så kunde slutsatser dras från tillgänglig data.

Om jag hade påbörjat examensarbetet idag hade jag utfört det på ett snarlikt sätt. För att gardera mig själv mot den osäkerhet som finns med att driva ett verkligt projekt skulle jag dock utöka den enkätundersökning som gjordes. På så vis skulle fler intressanta frågor kunnat besvaras oavsett om projektet färdigställdes eller ej. Med tanke på min erfarenhet som nybliven konstruktör såg jag det som en intressant utmaning att driva ett eget projekt och samtidigt bedriva en detaljerad tidsanalys. Då det från början fanns ett bestämt datum för byggstart infann jag mig i en trygghet om att detta projekt med en tung arbetsbelastning skulle vara i hamn i mycket god tid.

Att projektet i fråga avbröts en längre tid styrker den tes om att noggrann planering är nödvändig för ett bra och effektivt byggande. Detta projekt, liksom många andra, skulle påbörjas och avslutas så fort som möjligt utan att föregås av någon djupare diskussion eller planering. Hade en noggrann diskussion och planering utförts skulle antagligen utformningen omarbetats från början och på så sätt undvikits detta kostsamma avbrott i projekteringsskedet.

Resultaten som erhöles föreföll rimliga och inbjuder till vidare undersökning. Den aktivitet som på förhand var svårast att uppskatta visade sig vara ritningen typsektion. Uppenbarligen känns det som att den ritningen kräver en stor del av projektets totala tid trots att både planer och detaljer tar större andel i anspråk. Dessa två ritningar förväntades dessutom att ta mindre tid i anspråk än typsektionen. Anledningen skulle kunna vara att ritningen innehåller en stor mängd information och man då förutsätter att den tar mycket lång tid att producera. De detaljer som ritningen innehåller återanvänds oftast från någon snarlik typsektion som ritats till liknande projekt vilket på så sätt sparar mycket tid. Denna storleksfördelning mellan förväntad och uppmätt tid påvisar den skillnad mellan faktisk och upplevd tid som beskrevs i inledningen och styrker vikten av kontinuerlig tidsuppföljning. Det verkar som att vi granskar en ritning och baserar dess tidsåtgång på hur mycket information den innehåller, inte på den faktiska arbetsbördan.

Andelen ändringar i projektet låg nära det förväntade värdet. Det är dock viktigt att ha i åtanke att 16 % av projektets totala tid inte är värdeskapande. Under denna tid skapas inget värde för kunden då endast omarbete av redan existerande värde sker. Detta är ett typexempel på det *slöseri* som förekommer i projekteringen. Bättre förundersökningar och tidigare planering skulle antagligen minska denna andel avsevärt. Frågan är hur mycket tid och resurser som behöver koncentreras till ett projekts inledningsfas för att förebygga detta slöseri.

Andelen värdeskapande arbete samt andelen slöseri i detta projekt avviker inte nämnvärt från tidigare forskningsresultat inom området. Dessutom motsvarade erhållna resultat relativt väl branschens förväntningar. Med detta i åtanke bör man då ställa sig frågan vad som är mest oroväckande: Att 16 % av projektets totala tid är rent slöseri, eller att branschen förväntar sig det?

7 REFERENSER

- Andersson, J. & Jeswani, A. & Jonshammar, M. & Landberg, P. & Murukesvan, A. & Nashed, N. (2004). Projektarbete *Lean Production* <http://www.ics.kth.se/> (15:e April 2012)
- Josephson, P-E. & Saukkoriipi, L. (2005). *Slöseri i byggprojekt – behov av förändrat synsätt*. FoU-Väst Rapport 0507, Sveriges Byggindustrier.
- Liker, J K. (2004). *The Toyota way, 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. USA: McGraw-Hill.
- Sandström, M. & Svensson, S. (2011). *Logistiklösningar för ökad effektivitet inom byggbranschen*. Examensarbete 2011:78. Chalmers tekniska högskola, Institutionen för Bygg- och miljöteknik.

8 BILAGOR

De bilagor som bifogats har listats i innehållsförteckningen. De ritningar som bifogats är de som var aktuella då projektet lades på is och mätningen avbröts. För att inte påverka framtida insamling av data har nämnda ritningar ej modifierats eller justerats på något sätt utan bör ses som en ögonblicksbild i projektet. På grund av detta är dessa ritningar ofullständiga och vissa textrader har ändrats eller överstrukits för anonymitetens skull.

Enkätundersökning av förväntad tidsfördelning

- En detaljerad tidsanalys av en konstruktör i projekteringsprocessen

Namn: _____ Datum: _____

Frågorna gäller projektet " _____ " med det interna arbetsnumret 12.020.

Enkätundersökningen består av tre korta frågor om förväntad tidsfördelning i det aktuella projektet. Samtliga svar skall anges i hela timmar (h) som effektivt arbetad (fakturerbar) tid. Undersökningen genomförs enskilt och resultaten kommer att användas och presenteras anonymt i ett examensarbete.

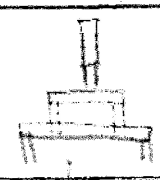
A. Uppskatta det aktuella projektets totala tidsåtgång.

B. Uppskatta tidsfördelningen mellan följande ritningar och aktiviteter.

1. Planer, skala 1:50
2. Detaljer, skala 1:20
3. Typsektion, skala 1:20
4. Beräkningar
5. Möten och konsultation (telefonsamtal, mail osv.)
6. Övrigt

C. Uppskatta hur stor andel av projektets totala tid som beror på ändringar.

Datum 17/2-2012

Intervall	Fördelning	Varav ändringar	Roger/Leif	Kommentarer
08:00-09:00 8:10	Plan. Det. 5 Typps. Ber. M/K. Övr.			
09:00-10:00 9:40	Plan. Det. Typps. Ber. 20 M/K. Övr.		10	
10:00-11:00	Plan. Det. 20 Typps. Ber. M/K. Övr.			
11:00-12:00	Plan. Det. 5+20 Typps. Ber. 15+5 M/K. Övr.		5	Bilking, ber + deli typsektion etc deli?
12:00-13:00	Plan. 10 Det. 5 Typps. Ber. 10 M/K. Övr.			_____
13:00-14:00 13:05	Plan. 5+10 Det. Typps. 15 Ber. M/K. Övr.			_____
14:00-15:00 55 min	Plan. 10+5 Det. 10+10 Typps. 15+5 Ber. M/K. Övr.			_____
15:00-16:00	Plan. 15 Det. 5+5+10 Typps. 10 Ber. M/K. 10 Övr. 5		5 10 5	Senare kommentar: k35-2 flyttades till D, här ej i kop med Terspitall
16:00-17:00	Plan. 10+5 Det. 20 Typps. Ber. M/K. Övr.			<p>Markhållar överklingar/ facklingar</p>  <p>k35-2?</p>
17:00-18:00	D-10			
18:00-19:00	T-30+30 = D!		T-5	#(Summi)
19:00-20:00	D-30 M/K-10			Revis utgång med mera skickade mail som tillgångsdag.

R & H BYGGTEKNIK STIGBERGSLIDEN 5, 414 63 GÖTEBORG Tfn: +46(0)31 13 50 95 Besöks/leverans adress: STIGBERGSLIDEN 5, 414 63 GÖTEBORG	KALKYLUNDERLAG		ANTAL BLAD 1	BLAD NR 1(1)
	PEAB Sverige AB VILLA _____ Sotenäs kommun		PROJEKTNR 12.020	SIGNATUR <i>Andreas Lindelöf</i>
			DATUM 2012-02-14	SENASTE REV

RITNINGSDATUM	BET	RITNINGENS BENÄMNING	SKALA	RITNINGSDATUM	ÄNDRINGS-DATUM
		Planer			
K15-1		Grund- och Bjälklagsplan	1:50	2012-02-14	
K27-1		Bjälklags- och Takplan	1:50	2012-02-14	
		Sektioner och detaljer			
K30-1		Typsektion och detaljer	1:20	2012-02-14	
K35-1		Detaljer	1:20	2012-02-14	
K35-2		Stomdetaljer	1:20	2012-02-14	

HÄNVISNINGAR

INGJUTNA RÖR, FÖRSÄNKNINGAR MM ENL.
ANDRA HANDLINGAR.

ANVISNINGAR

MATERIAL

BETONG C25/30, vct = 0,6
ARMERINGSKVALITET:
LÖSARMERING: B500B

UTFÖRANDE

TÄCKANDE BETONGSKIKT (exkl tolerans)

MOT CELLPLAST 30 MM
MOT ÖVERKANT 25 MM
MOT MAKADAM 50 MM
ÖVRIGT 25 MM

GEOTEKNIK

XXX

DRÄNERING

DRÄNERINGSLEDNING LÄGGS I FALL MIN 1:200
RUNT HUSET OCH ANSLUTS TILL DRÄNERINGS-
BRUNN. BESTÄMS PÅ PLATSEN.

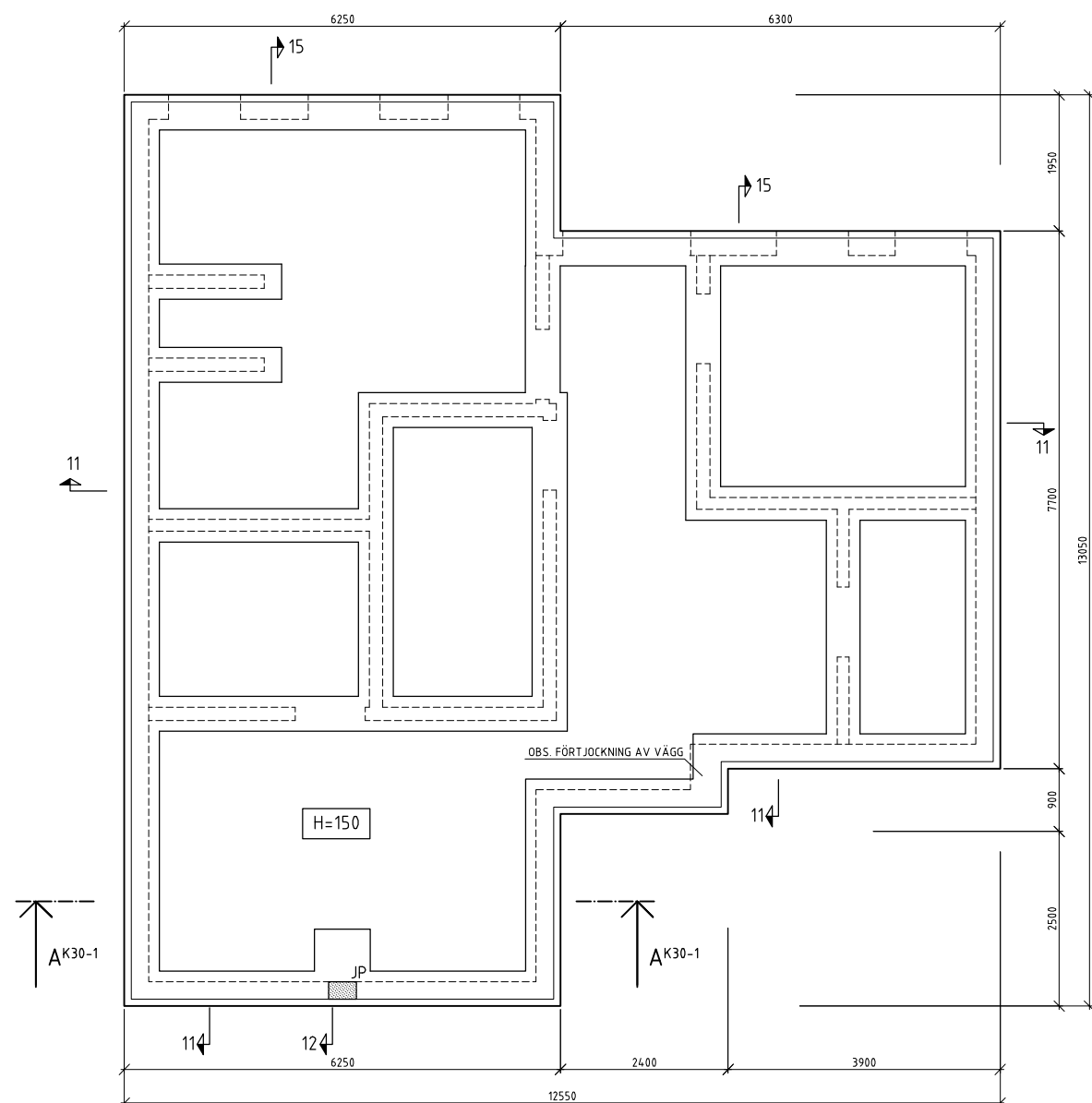
RADON

XXX

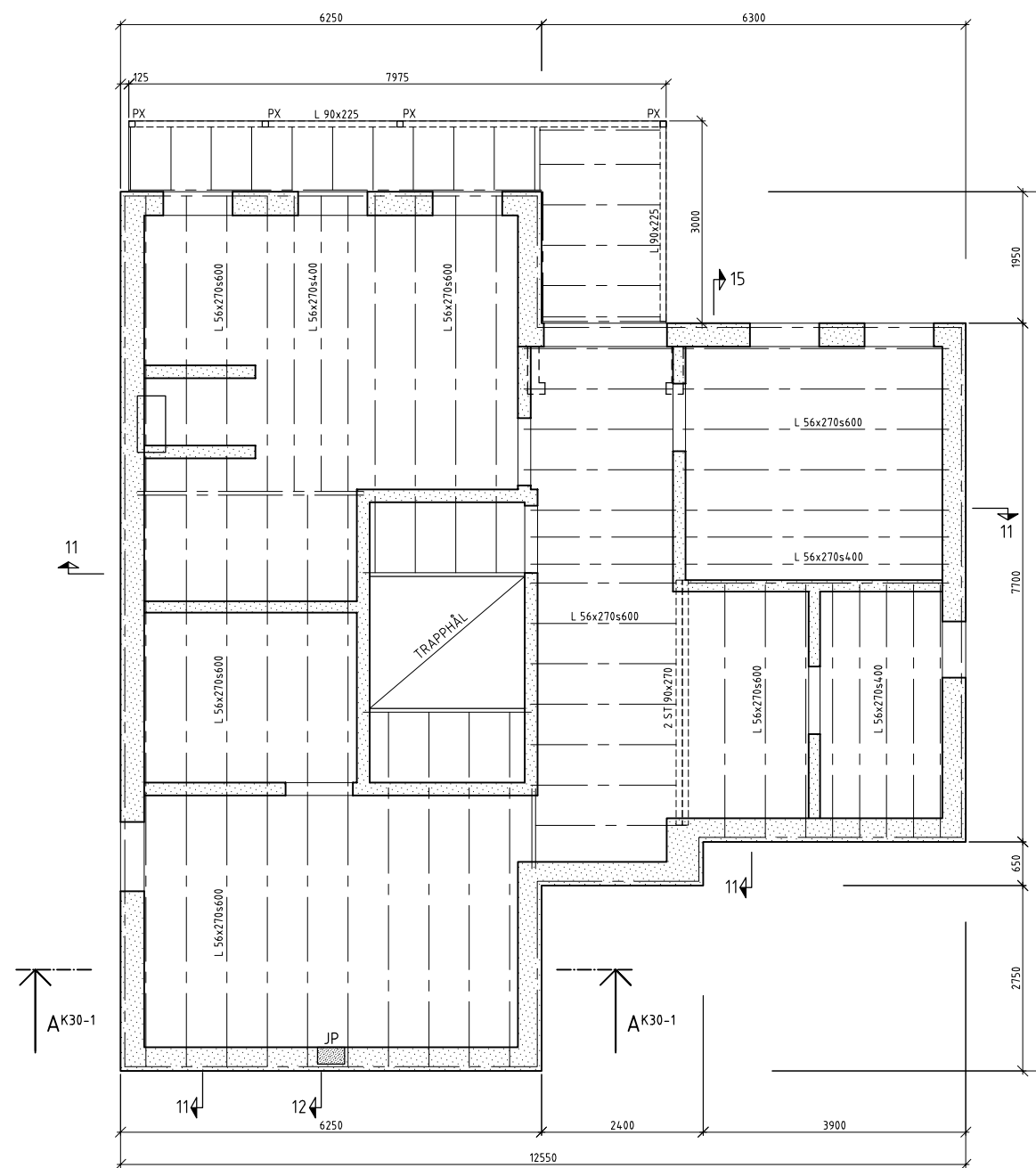
FÖRKLARINGAR

BETECKNINGAR PÅ BJÄLKLAGSPLAN

- Armering i överkant
- - - - - Armering i underkant



GRUNDPLAN 1:50
MÅTT AVSER UTSIDA KANTELEMENT



BJÄLKLAG ÖVER KÄLLARPLAN 1:50
MÅTT AVSER UTSIDA ÖPUTSADE LECABLOCK

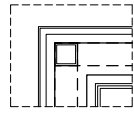
BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SKÖT

KALKYLUNDERLAG

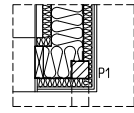
R&H BYGGTEKNIK	Stigbergsgården 5 414 83 Göteborg Tel: 031-13 50 95 Mail: Andreas@rth.bu	SOTENÄS KOMMUN	
		[Redacted]	
RITAD AV Andreas Lindelöf	HANDLAGES AV Leif Rosenqvist	GRUND- OCH BJÄLKLAGSPLAN	1:50 (A1)
DATUM Göteborg 2012-__-__	ARBETSNUMMER 12.020	RIKTHIGSNUMMER K15-1	BET

FÖRKLARINGAR

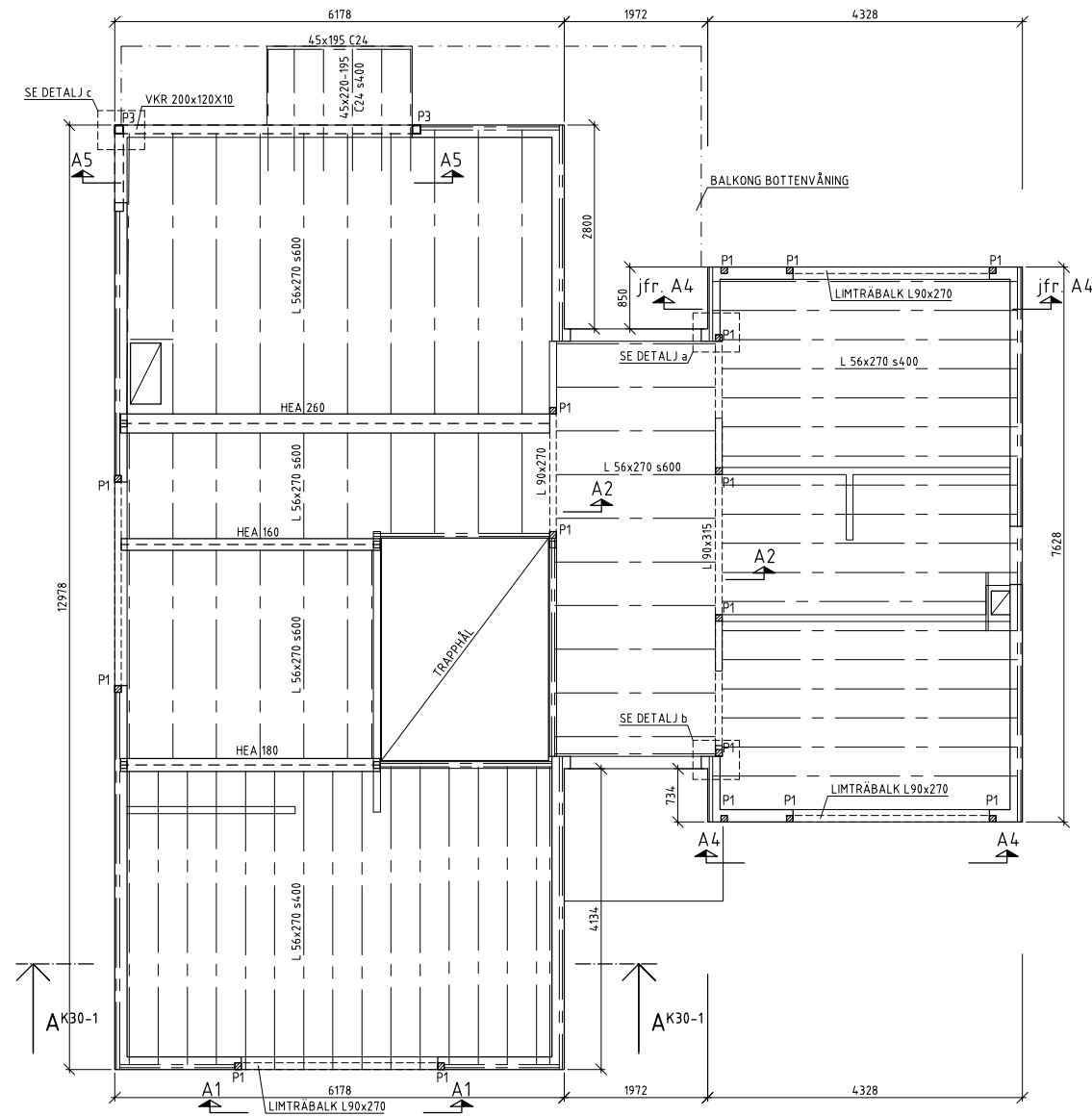
- P1 ANGER LIMTRÄPELARE L90x90
- P2 ANGER LIMTRÄPELARE L115x115 OVANPÅ LIMTRÄBALK, SE DETALJ.
- P3 ANGER STÅLPELARE VKR 120x120x10
- P4 ANGER STÅLPELARE VKR 80x80x6,3



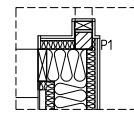
DETALJ c 1:20



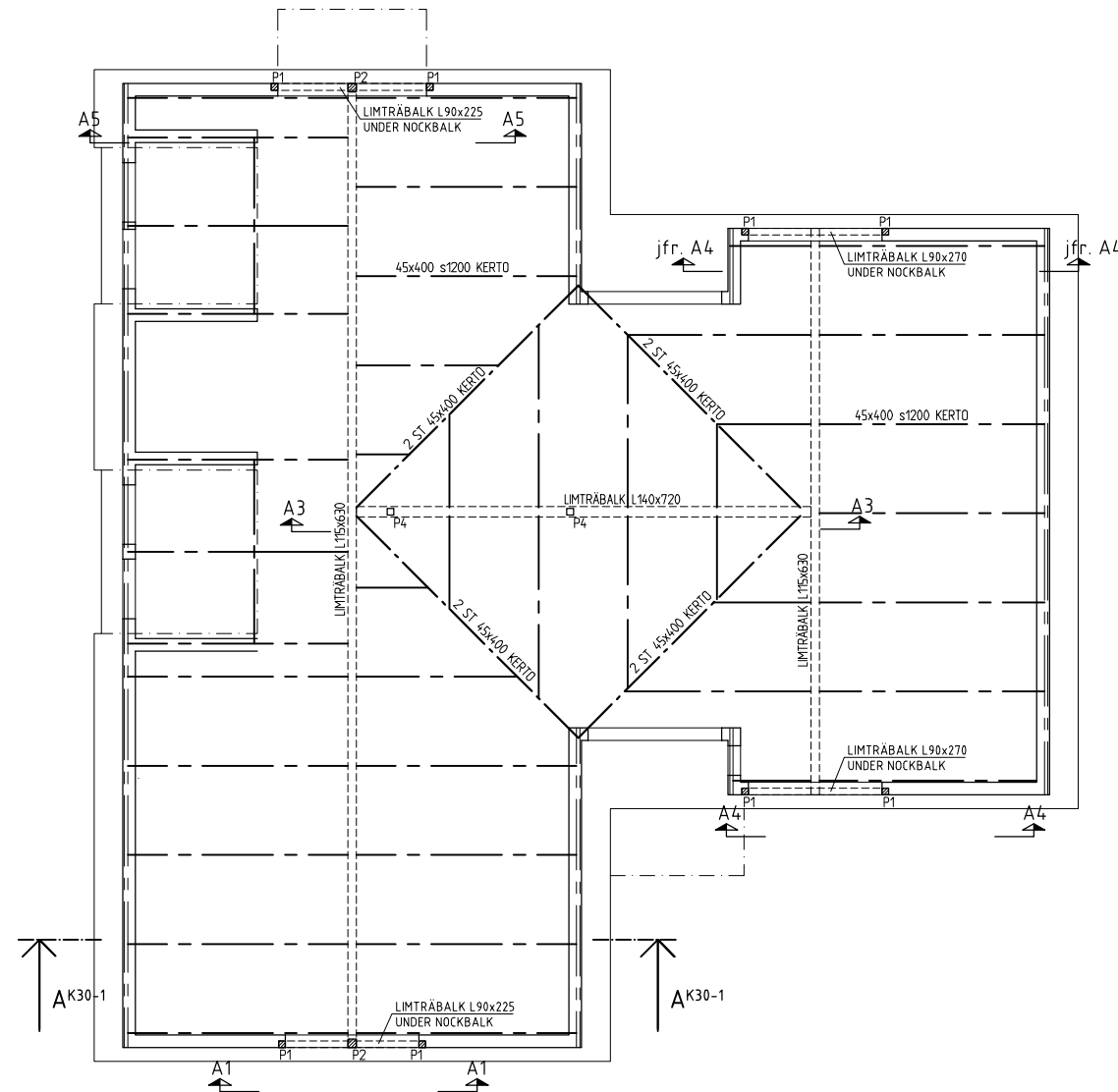
DETALJ a 1:20



BJÄKLÄG ÖVER BOTTENVÅNING 1:50
MÅTT AVSER UTSIDA STOMME



DETALJ b 1:20

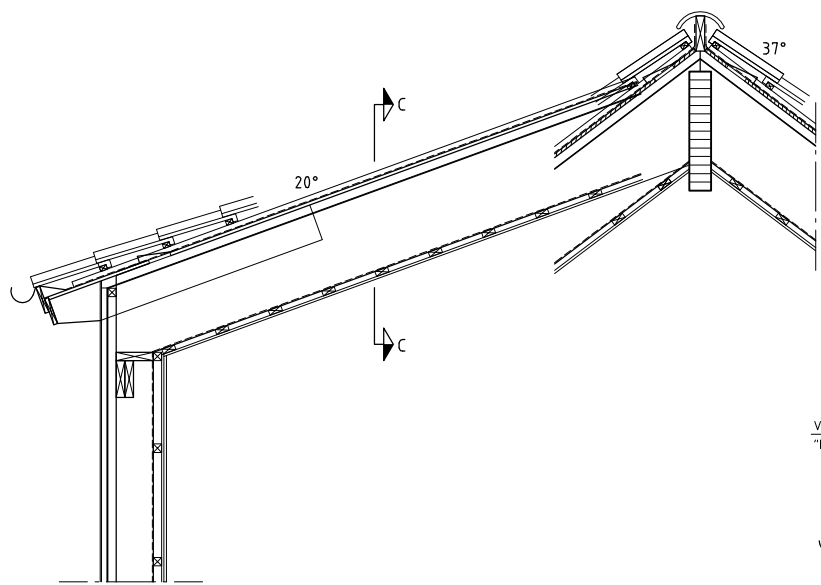


STOM- OCH TAKPLAN 1:50

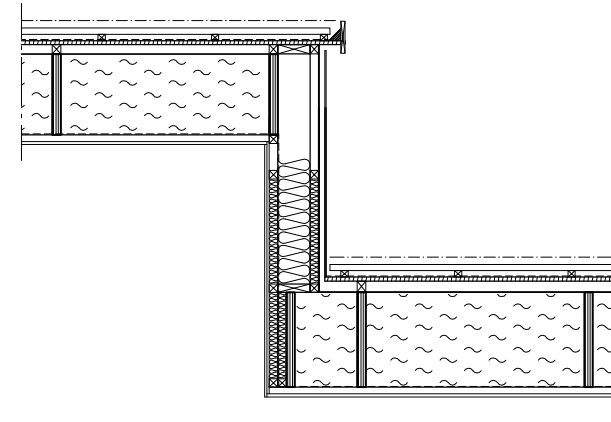
BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SKÖR

KALKYLUNDERLAG

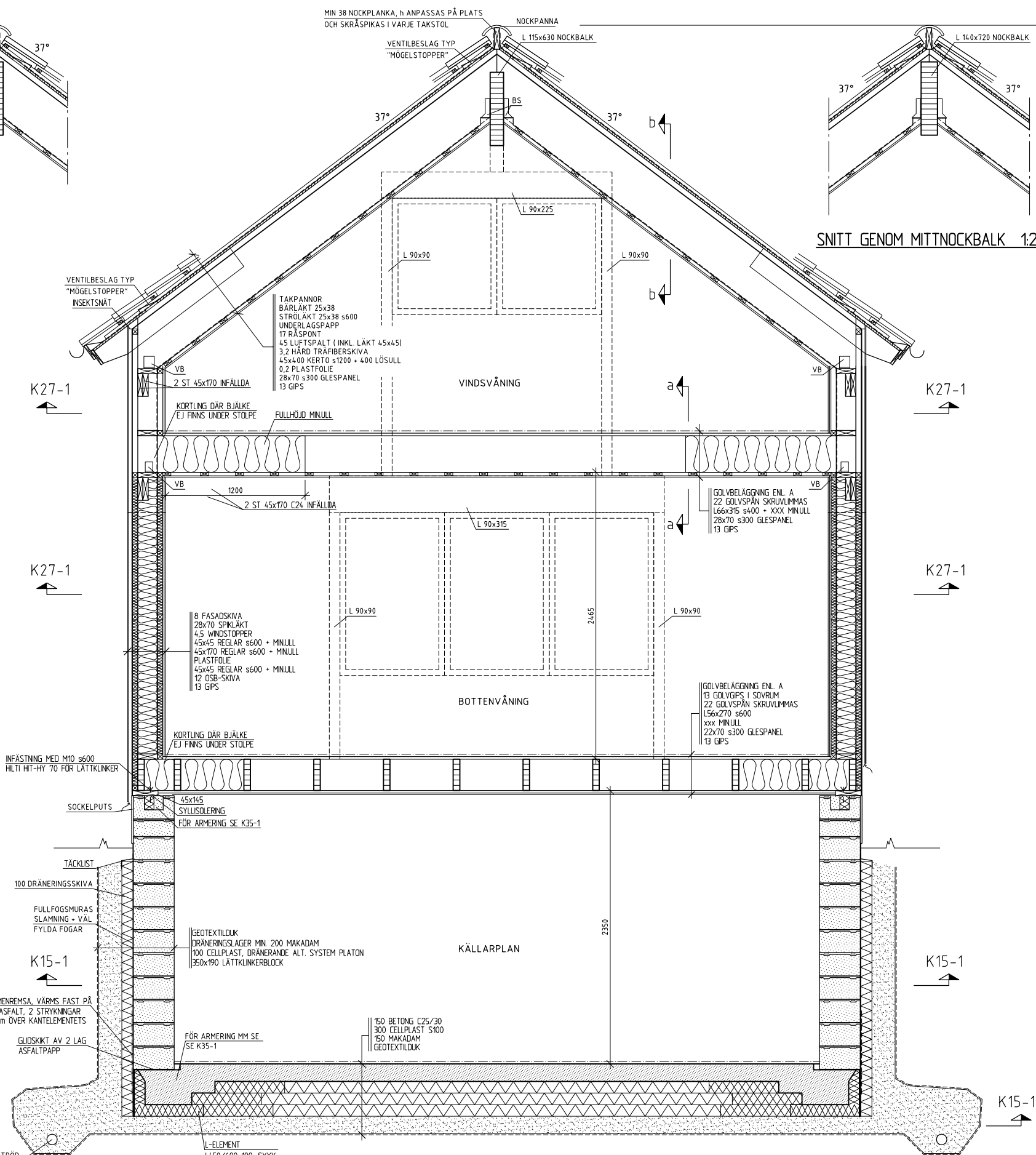
<p>R&H BYGGTEKNIK</p> <p>Stigbergsgården 5 414 83 Göteborg Tel: 031-13 50 95 Mail: Andreas@rth.se</p>	<p>SOTENÄS KOMMUN</p>	
	<p>BJÄKLÄG- OCH TAKPLAN</p>	<p>1:50 (A1)</p>
<p>RITAD AV Andreas Lindelöf</p>	<p>HANDLAGGES AV Leif Rosenqvist</p>	<p>ARBETSNUMMER 12.020</p>
<p>DATUM Göteborg 2012-__-__</p>	<p>Leif Rosenqvist</p>	<p>RITNINGSNUMMER K27-1</p>



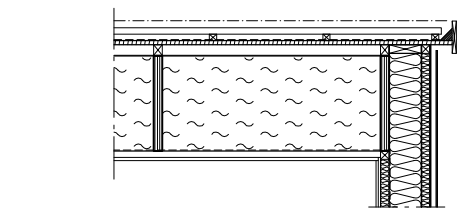
SEKTION TAKKUPA 1:20



C-C SNITT GENOM TAKKUPA 1:20

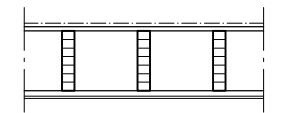


SNITT GENOM MITTNOCKBALK 1:20



b-b SNITT GENOM TAKKONSTRUKTION 1:20

BS ANGER BALKSKO TYP BMF 45x167, 10+10 ANKARSKRUV I NOCKBALK SAMT 5-5 I SEKUNDÄRBALK. ANKARSKRUV TYP 50-4,5.
 VB ANGER VINKELBESLAG TYP BMF 105 MED FÖRSTÄRKNING PÅ BÅDA SIDOR MED 8-8 ST ANKARSKRUV 4,5-40 PER SIDA.



a-a SNITT GENOM BJÄLKLÄG 1:20

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SKÖN

KALKYLUNDERLAG

SOTENAS KOMMUN	
TYPSEKTION OCH DETALJER	1:20 (A1)
ARBETSNUMMER	12.020
RISSNUMMER	K30-1

R&H
BYGGTEKNIK

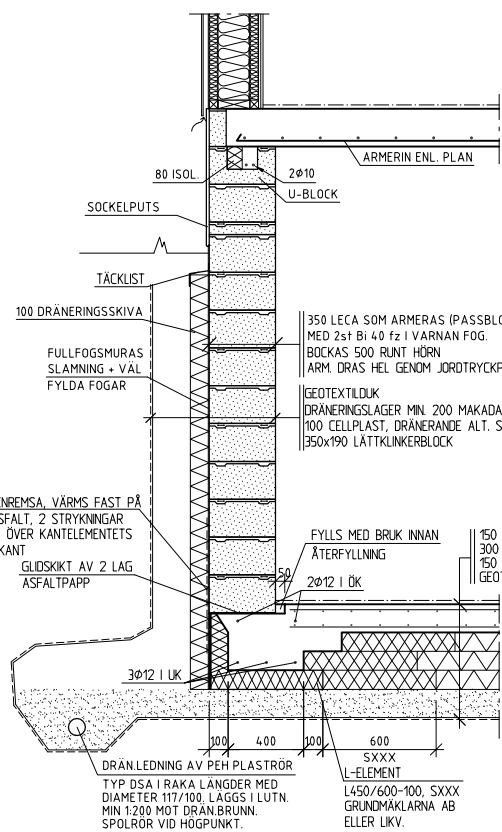
STIGBERGSGÅRDEN 5
414 83 GÖTEBORG
TEL: 031-13 50 95
MAIL: ANDREAS@RH.BU

RISSAD AV
Andreas Lindelöf

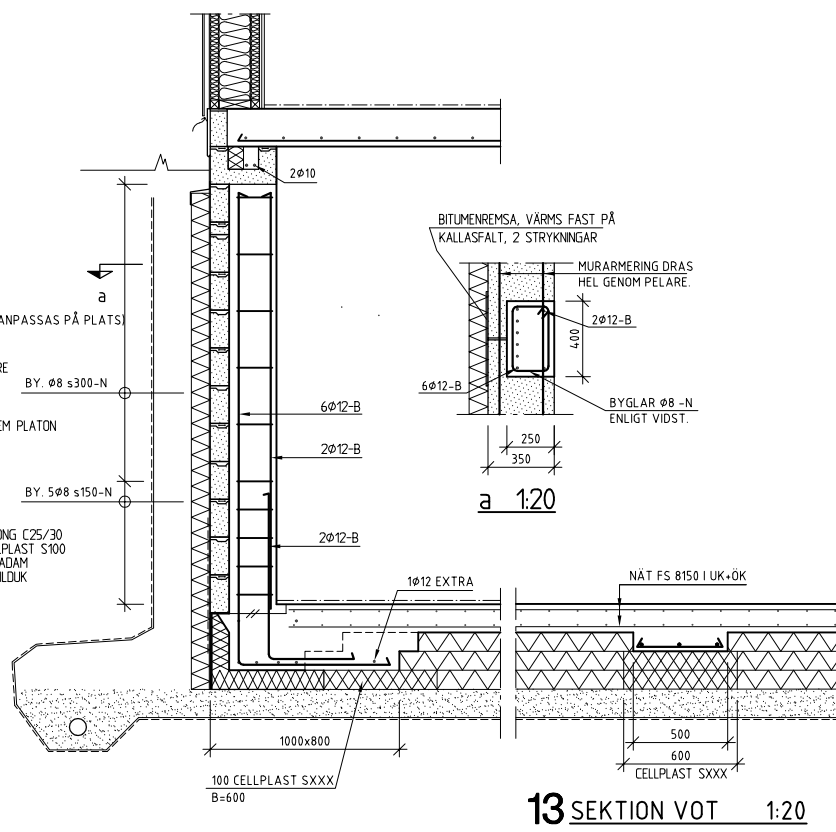
HANDLAGGES AV
Leif Rosenqvist

DATUM
Göteborg 2012-__-__

Leif Rosenqvist

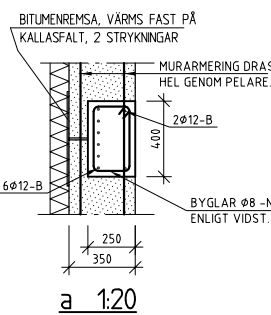


11 KANTBALK VID MOTFYLLNING 1:20

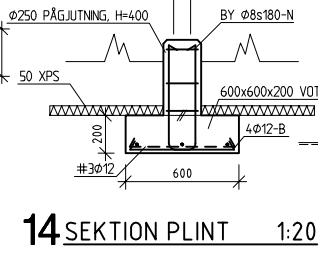


12 SEKTION JORDTRYCKSPELARE 1:20

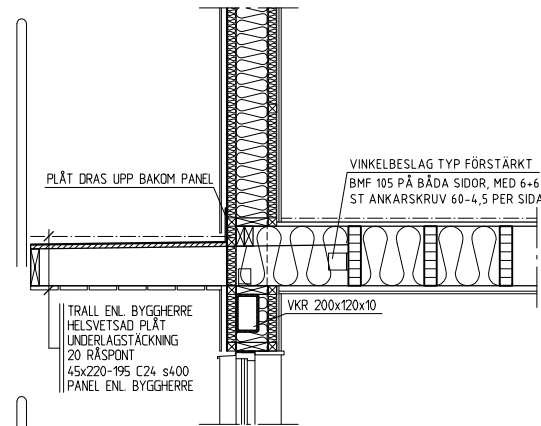
ÖVRIGT ENL. 1



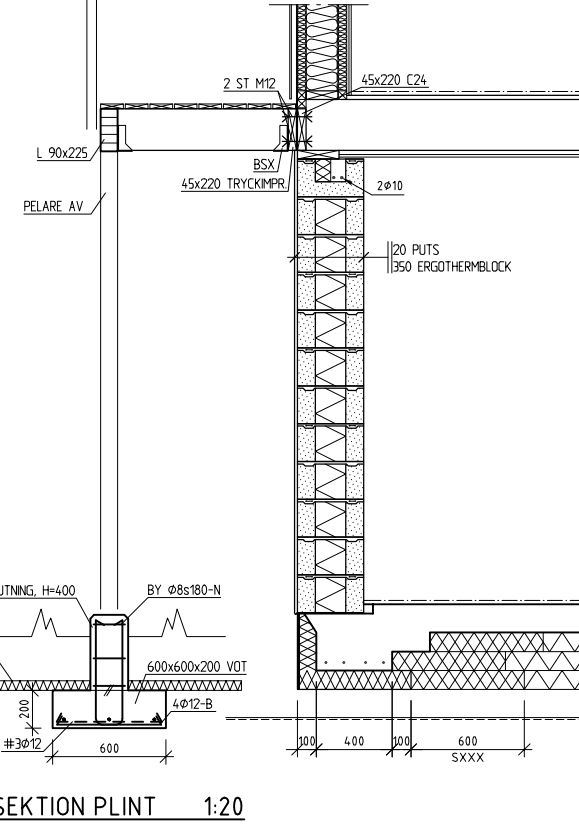
13 SEKTION VOT 1:20



14 SEKTION PLINT 1:20



22 DETALJ VID BALKONG 1:20



15 KANTBALK UTAN MOTFYLLN. 1:20

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SKÖT
KALKYLUNDERLAG				
SOTENAS KOMMUN				
GRUNDETALJER OCH ÖVRIGA DETALJER 1:20 (A1)				
ARBETSNUMMER		RITNINGSNUMMER		
12.020		K35-1		

R&H
BYGGTEKNIK

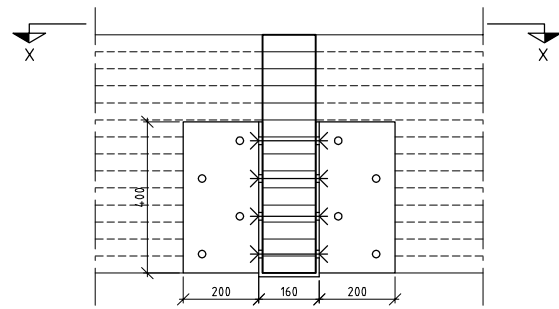
Stigbergsgården 5
414 83 Göteborg
Tel: 031-13 50 95
Mail: Andreas@rth.nu

RITAD AV
Andreas Lindelöf

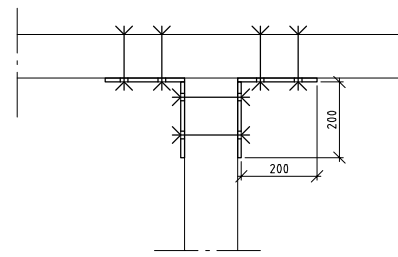
HANDLAGGES AV
Leif Rosenqvist

DATUM
Göteborg 2012-__-__

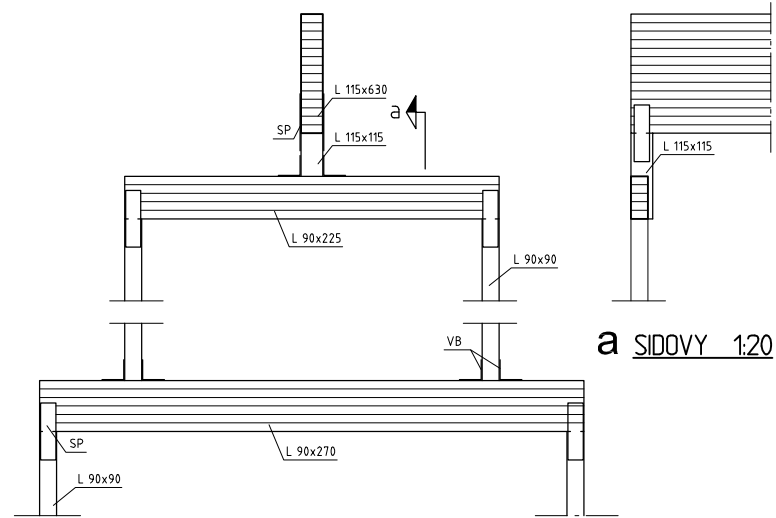
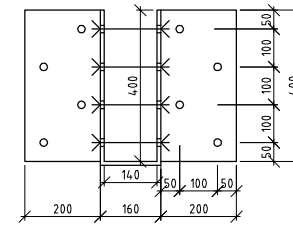
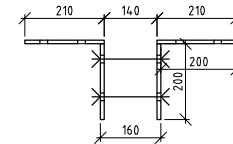
Leif Rosenqvist



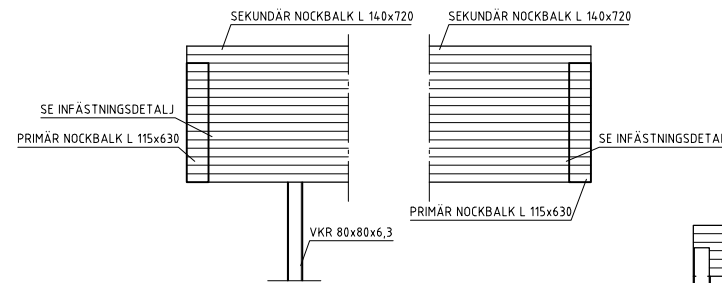
INFÄSTNINGSDETALJ 1:10



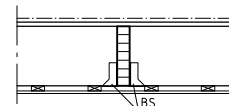
X-X INFÄSTNINGSDETALJ 1:10



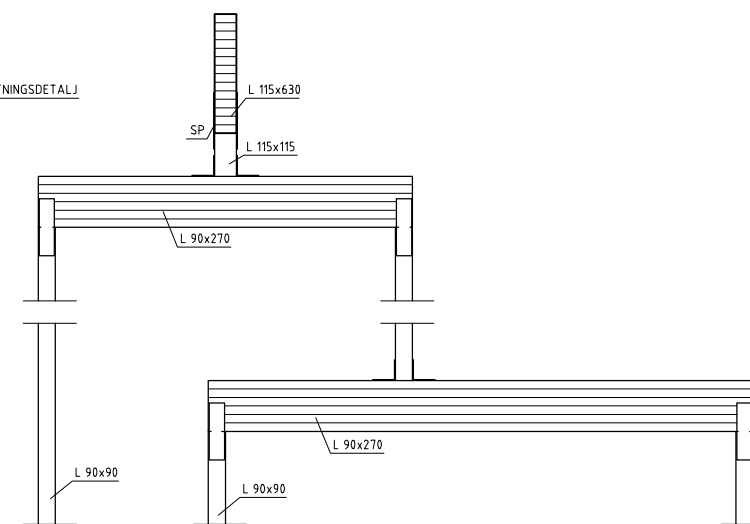
A1 DETALJ BÄRNING GAVEL 1:20



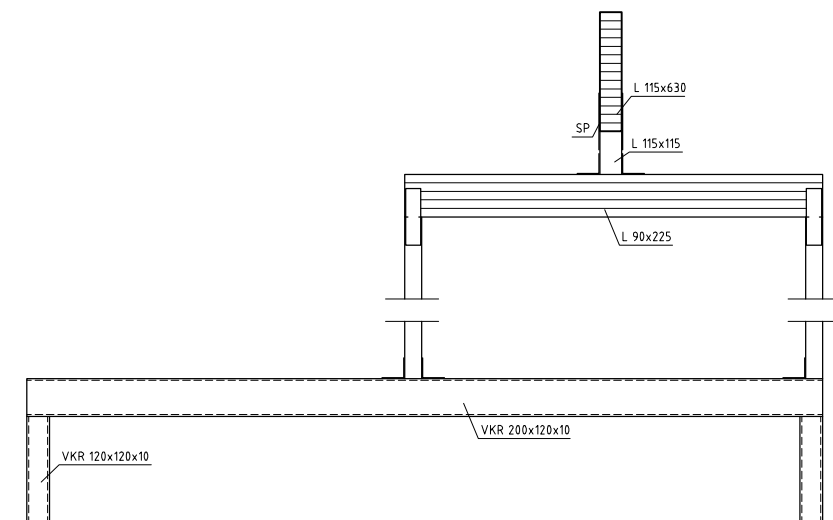
A3 DETALJ NOCKBALKAR 1:20



A2 AVVÄXLING 1:20



A4 DETALJ BÄRNING GAVEL 1:20



A5 DETALJ BÄRNING GAVEL 1:20

FÖRKLARINGAR

- SP ANGER SPIKN.PLÄT 80x300, SPIKAS MED 4x8 ST SPIK.
- VB ANGER VINKELBESLAG TYP BMF 105 MED FÖRSTÄRKNING PÅ BÅDA SIDOR MED 6+6 ST ANKARSPIK 4.0-4.0 PER SIDA.
- BS ANGER BALKSKO TYP BMF 70x125, 8+8 ANKARSKRUV I PRIMÄRBALK SAMT 4+4 I SEKUNDÄRBALK. ANKARSKRUV TYP 4.0-4.5.

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SKEN

KALKYLUNDERLAG

R&H BYGGTEKNIK Stigbergsgården 5 414 83 Göteborg Tel: 031-13 50 95 Mail: Andreas@rhb.nu	SOTENÄS KOMMUN	
	STOMDETALJER	1:20 (A1)
RITAD AV Andreas Lindelöf DATUM Göteborg 2012-__-__	HANDLÄGGES AV Leif Rosenqvist Leif Rosenqvist	ARBETNSNUMMER 12.020
RITNINGNUMMER K35-2		BET 1

