

Kontroll av granskning

- En undersökning av brister i granskningen av konstruktionshandlingar



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Institutionen för Bygg- och miljöteknik

Examensarbete:
Emelie Larsson
Rebecka Johnell

© Copyright Emelie Larsson, Rebecka Johnell

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2016

Sammanfattning

Det har blivit uppmärksammat att granskningen av konstruktionshandlingar har blivit sämre med tiden. Det är mycket som ska hinnas med på väldigt kort tid och många väljer därför att göra en slarvig granskning eller ingen granskning alls.

Granskning görs av konstruktionshandlingar för att säkerställa kvaliteten. Granskning omfattar både hållfasthet, byggtekniskt och rittekniskt. Extern granskning var för drygt 20 år sen standard men togs bort för att lägga ansvaret på de enskilda företagen. Det finns därför ingen offentlig kontroll för att säkerställa att någon granskning genomförs idag. Sverige är ett av världens mest liberala länder när det kommer till granskningsprocessen.

WSP i Helsingborg uppmärksammande bristerna i granskningsprocessen och ville veta vad som ligger till grund till detta. Rapporten består i huvudsak av en intervjustudie med olika konstruktörer på sex olika kontor i Helsingborg, Lund, Malmö och Kristianstad men innehar även en stor del litteraturstudie samt en dokumentstudie bestående av de intervjuade som granskat fem ritningar.

Syftet har varit att få en förståelse för hur granskningsarbetet av konstruktionshandlingar går till idag och problematiken som finns med granskningen. Vilka orsaker och problem det finns samt hur den kan bli bättre.

Intervjuerna visade att konstruktörer tycker att granskningen är ett viktigt moment som skall göras innan handlingarna skickas ut som bygghandlingar. Detta för att säkerställa kvaliteten av ritningarna. Men samtidigt har majoriteten av dem skickat ut handlingar som endast blivit egenkontrollerade och anledningen är tidsbrist. Det är ett ständigt tryck från entreprenörerna som vill få handlingarna snabbast möjligt för att kunna börja bygga. Detta orsakar stress bland konstruktörer och granskningen är det moment som inte blir gjort. Krav på en viss kontroll från samhällets sida verkar vara den enda lösningen. Det gör konstruktörerna och företagen mer motiverade och ordentliga att dokumentera och genomföra kvalitativa granskningar.

Nyckelord: granskning, konstruktionshandlingar, egenkontroll, konstruktion, kvalitetssäkring

Abstract

It's been known that checking of construction documents has become worse over time. There's a lot to get done in a very short period of time and many therefore choose to do a sloppy checking or no checking at all.

Checking of construction documents is done to ensure quality. Checking include both strength, building technics and technical drawing. External checking was the standard over 20 years ago, but was removed to put the responsibility in the individual companies. There's therefore no public control to ensure that any checking is done nowadays. Sweden is one of the most liberal countries when it comes to the process of checking.

WSP in Helsingborg noticed the flaws in the checking process and wanted to know what's behind this. This paper mainly consists of an interview study with various structural engineers in six different offices in Helsingborg, Lund, Malmö and Kristianstad but also has a big part of a literature study and a document study consisting of the interviewed doing a checking of five construction drawings.

The intention has been to gain an understanding of how the checking of construction documents works today and the problems found with the checking. What the causes and problems are and how it can be improved.

The interviews showed that the structural engineers think that checking is an important part and should be done before the documents are sent out to become building documents. This is to ensure the quality of the documents. At the same time the majority of them has sent documents that has only been self-checked and the reason is lack of time. There's a constant pressure from the contractors who wants to get the documents as fast as possible to be able to start the building of the project. This causes stress among the structural engineers and the checking is the part that gets cut out. Requirements on a certain control from the society seems to be the only solution. That'll make the structural engineers and the companies more motivated and careful to document and allows them to do qualitative checking.

Keywords: Checking, construction documents, self-checking, structural engineering, quality assurance

Förord

Detta examensarbete är genomfört under vårterminen 2016 och omfattar 22,5 högskolepoäng. Det är ett avslutande arbete på högskoleingenjörsprogrammet vid Campus i Helsingborg. Examensarbetet är utfört inom institutionen för bygg- och miljöteknologi och avdelningen Byggprojektering på WSP i Helsingborg.

Vi vill börja med att tacka vår handledare Jan Egerstedt på WSP som kom med den inledande idén till rapporten och har funnits som ett stöd under arbetets gång.

Stort tack till vår handledare Stefan Olander på LTH och till alla som hjälpt till med detta examensarbete.

Till sist vill vi ge ett tack till alla konstruktörer som tagit sig tid att svara på våra intervjufrågor och utfört en granskning. Utan er erfarenhet och kunskap hade arbetet varit svårt att genomföra.

Emelie Larsson
Rebecka Johnell

Helsingborg, Maj 2016

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Problemställning	3
1.3 Syfte	3
1.4 Målsättningar	3
1.5 Avgränsningar	3
1.6 Förklaringar	3
2 Val av metod	7
2.1 Litteraturstudie	7
2.2 Intervjustudie	7
2.3 Dokumentstudie	8
3 Projekteringsprocessen	9
3.1 Olika skeden	9
3.2 Produktbestämningen	9
3.2.1 Programskede.....	10
3.2.2 Projekteringsskede.....	10
4 Konstruktionshandlingar	13
4.1 Olika typer av konstruktionshandlingar	13
4.1.1 Förslagshandlingar.....	13
4.1.2 Huvudhandlingar	13
4.1.3 Bygghandlingar	13
4.2 Konstruktörens roll	13
4.3 Konstruktionsfel	14
4.3.1 Typer av fel	14
4.3.2 Konsekvenser av fel.....	16
4.3.3 Orsaker till fel	16
4.3.4 Exempel på fel i produktionen	18
4.4 Moderna ras	18
4.4.1 Takras.....	18
4.4.2 Kista Galleria.....	19
4.4.3 Hälsans Hus.....	19
5 Granskning av konstruktionshandlingar	21
5.1 Allmänt	21
5.1.1 Granskning av ritningar	21
5.1.2 Granskning av beräkningar	21
5.1.3 Egenkontroll	22
5.1.4 Extern granskning	23
5.2 Dokumentation	23
5.3 Kvalitetsledningssystem	23
5.4 Plan- och bygglagen och Plan- och byggförordningen	24

5.5 EKS 10	25
5.6 Lagändring 1995	26
5.7 Problem med konstruktionshandlingar.....	26
5.8 Datorhjälpmedel.....	27
5.9 Samordning.....	27
5.10 Erfarenhetsåterföring	27
6 Fallföretagens granskningsprocess	29
6.1 Granskning.....	29
6.1.1 Egenkontroll	31
6.1.2 Checklista.....	32
6.1.3 Samgranskning	32
6.2 Beräkningar	33
6.3 Värdering av granskning	33
6.4 Tid som läggs på granskning.....	34
6.5 Brister	35
6.5.1 Dimensionering i ett senare skede	35
6.6 Konstruktörer och entreprenörer	36
6.7 Erfarenhetsåterföring	37
6.7.1 Förebygga fel	37
7 Granskning utförd av konstruktörer	39
7.1 Konstruktionsritningar	39
7.1.1 Inbyggda fel.....	39
4K-15.1-101.....	39
4K-15.4-101.....	41
4K-20.1-101.....	42
4K-20.2-001.....	43
4K-20.2-010.....	44
7.1.2 Utvärdering av konstruktionsritningar	45
4K-15.1-101 granskat	45
4K-15.4-101 granskat	45
4K-20.1-101 granskat	45
4K-20.2-001 granskat	45
4K-20.2-010 granskat	45
8 Analys	47
9 Diskussion	51
10 Slutsats	53
11 Rekommendationer för fortsatta studier	55
12 Referensförteckning.....	57

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Konstruktionshandlingar som inte är korrekta och kompletta ger allt från mindre fel till stora allvarliga fel. De mindre felen kan leda en större ekonomisk utgift och förlängning av byggtiden, och de allvarliga felen kan i värsta fall orsaka dödsfall. Det finns förmodligen ett stort mörkertal av konstruktionsfel som ger betydande ekonomiska konsekvenser för de inblandade i bygget och brister i underlaget är den största anledningen till att ÄTA-arbeten utförs (Svensk Byggtjänst, 2014). Utöver de allvarliga fel ligger en lång rad kvalitetsbrister som inte får samma uppmärksamhet, och som visar sig först senare i form av allvarliga fuktskador, undermålig energiprestanda med mera (Thelandersson m.fl., 2012).

Under de senare åren har allvarliga kollapsar av byggnader skett. I Kista Galleria kollapsade en I-balk som blivit feldimensionerad och Hälsans Hus i Ystad rasade till följd av underdimensionerade pelare. Denna typ av händelser borde inte kunna få inträffa. Utredningar som görs i efterhand visar nästan utan undantag på grova fel i planering och/eller utförande. Byggandet i dag sker ofta på ett sätt och i en process som lätt leder till många fel av mer eller mindre allvarlig karaktär. Den bild av processen som framträder vid utredning av ras är ganska typisk för hur byggandet bedrivs idag. Den kännetecknas bland annat av:

- Att det ofta är oklart vem som i praktiken har ansvar för helhetsbedömning och kvalitetskontroll.
- Att en samlad dokumentation av viktiga funktioner, som stabilitet och bärförmåga, med möjlighet till granskning av en utomstående part, inte görs.
- Att tempot är väldigt högt och acceptansen för tidsödande ifrågasättande är låg (Thelandersson m.fl., 2012).

Plan- och bygglagen (PBL) ställer i nuläget krav på bärförmåga, stadga och beständighet men det finns inga krav på kontroll eller sanktioner från samhällets sida (Boverket, 2015). Byggnadsnämnden som innan 1995 granskat alla handlingar gör inte det längre, utan det ligger på det enskilda företaget (Fröderberg, 2014). Samhällets kontroll och granskning måste i nuläget skärpas rejält (Thelandersson m.fl., 2012).

Konstruktionshandlingarna som inte är korrekta fodrar stora resurser efter att byggnaderna har blivit producerade. Detta är en konsekvens av den bristande projekteringen (Hultqvist och Jansson, 2013).

Många fel som upptäcks i byggprojekten har visat sig ha sina rötter i början projekten. De fel som uppstår i början av projekten följer med under hela processen. Det är ingen under hela projektet som kontrollerar om handlingarna är korrekta. Projektledaren kontrollerar inte konstruktionshandlingarna efter att de levererats till byggarbetsplatsen utan påbörjar produktionen efter handlingarna (Badran och Zetterlind, 2013).

På trafikverket görs alltid en kontroll av konstruktionsredovisningen. Beställaren kontrollerar att det som beställts är rätt. Handlingarna skickas in av entreprenören till den granskande enheten och när detta gjorts får projektet en kännedomskopia. Varje projekt har en handläggare som hanterar projektets handlingar. Denna granskar sedan handlingarna ofta med hjälp av en konsult. Konstruktionsredovisningen skall bestå av en detaljerad och objektspecifik redovisning av utformning, dimensionering, material och utförande samt kontroll. När kontroll gjorts lämnar den kontrollerande enheten synpunkter som måste besvaras. Medför synpunkterna ändringar ska redovisningen revideras och skickas in för en ny kontroll. När handlingarna är godkända kan entreprenören bygga efter handlingarna (Engström och Johansson, 2014).

Enligt professor i konstruktionsteknik, LTH, finns det i utlandet två sätt att kontrollera. Den ena är certifiering av aktörer. Den andra är offentlig kontroll av byggande. Det senare är likt det svenska systemet innan 1995. Sverige har ett av de mest liberala sätten i världen när det gäller granskning.

I Japan finns det enligt professor i konstruktionsteknik, LTH, både certifiering av aktörer och offentlig kontroll. Ritningar och beräkningar genomgår en omfattande och noggrann offentlig kontroll. Det finns detaljerade krav för dokumentation för både beräkningar och ritningar. Japans byggnadskonstruktörer för större projekt måste vara 1st Class och kallas då kenchikushi.

Hur kontroller i Nederländerna skall göras föreskrivs inte av myndigheter, påstår professor i konstruktionsteknik, LTH, men det är krav på dokumentation av ritningar och beräkningar. Hela verifikationsprocessen skall kunna reproduceras.

Norge har förut haft ett mer liberalt synsätt, men januari 2013 trädde nya regler i kraft. Obligatoriska oberoende kontroller används som ett verktyg för att säkerställa kvaliteten (Direktoratet for byggkvalitet, 2016).

Skottland har lagt ansvaret att bestämma vem som ska utföra granskningen på en godkänd certifierad person. Denna person bestämmer då omfattningen av granskningen. Konstruktören själv får granska om riskerna för fel anses lågt, i större och mer komplexa projekt tas en extern granskare in. Om ingen extern granskning utförs finns det en risk att fel i konstruktion inte kommer att upptäckas. Att konstruktören själv får granska är därför begränsat till situationer där denna risk anses låg (Structural Engineers Registration Ltd, 2006). Tabellerna i bilaga 1 visar hur Skottland bestämmer sina nivåer över hur mycket granskning som krävs beroende på projektet.

1.2 Problemställning

I samband med konstruktionsritningar kan många olika fel uppkomma och man vill i en granskning komma åt alla. Upprepade fel i konstruktionshandlingar ger även företagen ett sämre rykte hos beställare och entreprenörer. Majoriteten av dessa fel hade med stor sannolikhet kunnat undvikas med en kvalitativ granskning av handlingarna. Varför görs inte alltid en granskning?

1.3 Syfte

Syftet med detta arbete är att undersöka hur granskningen går till och problematiken med granskningen i dagsläget. Vad det finns för orsaker till att granskningen inte håller rätt kvalitet och identifiera eventuella problem som finns med granskningen.

1.4 Målsättningar

Målet med undersökningen är att upplysa de brister som finns med granskning av konstruktionshandlingar idag men även vinningen med en kvalitativ granskningsprocess.

1.5 Avgränsningar

Detta arbete avser att endast studera konstruktören och granskningen i samband med konstruktionshandlingar. Endast nyproduktion kommer att undersökas då granskningsprocessen är annorlunda vid renovering och ändring av en befintlig byggnad. Granskningen kommer att avse byggtekniska fel och tydligheten av handlingarna.

1.6 Förklaringar

Beställare Den som i förfrågningsunderlag, beställning eller kontrakt är uppdragsgivare

EKS Sveriges nationella val till eurokoderna

Entreprenad	Åtagande att på anvisad plats och enligt avtal med beställare utföra ett visst arbete
Entreprenör	Den som åtagit sig en entreprenad
Eurokod	Europeiska konstruktionsstandarder
Fel	Något blev inte som planerats, en avvikelse i planeringen. Fel kan även vara något som ger stopp eller förseningar i projektet
Generalentreprenad	Ansvarsform där en enda entreprenör står i direkt avtalsförhållande till beställaren och där beställaren i förhållande till entreprenören står för projekteringen
Handläggande konstruktör	Konstruktören som utför handlingarna
Kvalitet	Alla sammantagna egenskaper hos en produkt eller tjänst som ger dess förmåga att tillfredsställa uttalade eller underförstådda behov
Kvalitetsstyrning	Systematiska förberedelser nödvändiga för att få den rätta kvalitetsnivån i ett pågående arbete
Kvalitetssäkring	Systematiska förberedelser för att säkerställa ett arbetes kvalitet före start. Inkluderar kvalitetsstyrning. Ett effektivt kvalitetssystem är ett styrinstrument med syfte att ge minskade kostnader för fel och där med öka lönsamhet. Färre fel förbättrar dessutom förtroendet för verksamheten
Personveckor	Det totala antalet veckor visar hur lång tid det tar för en person att göra ett visst arbetsmoment
Projekt	En i tid och för övrigt verksamhet avgränsad arbetsuppgift. Ett byggnadsobjekt kallas ett färdigprojekterat byggnadsförslag som är klart att börja byggas eller som är färdigställt

Revit	Datorhjälpmedel och ritverktyg som skapar design i 3D. Programmet fungerar som stöd för hållbar design, kollisionsskontroll, byggprojektering och tillverkning
Totalentreprenad	Entreprenad eller del av entreprenad där entreprenören i förhållande till beställaren svarar för projektering och utförande
Uppdragsansvarig	Konstruktör som är ansvarig för uppdraget. Kontakt med kunden
Ångspärr	Materialsikt avsett för att försvåra transport av ånga orsakad av diffusion eller konvektion. Skiktet placeras på den varma sidan om isoleringen
ÄTA	Ändring-, tilläggs och avgående arbeten

2 Val av metod

I detta arbete kommer en litteraturstudie, intervjustudie och dokumentstudie ligga till grund. Intervjuer kommer hjälpa till att bidra med kunskap och olika sätt att se på granskning ur olika konstruktörers och företags synvinkel. Konstruktörerna som intervjuats har sedan fått utföra en granskning som med hjälp av konstruktörer på WSP tagit fram olika ritningar. Kontrollerade fel har lagts till i ritningarna som de intervjuade konstruktörerna ska hitta.

2.1 Litteraturstudie

En litteraturstudie har genomförts för att öka kunskapen och förståelsen för ämnet. Detta skedde innan påbörjandet av att skapa frågor till intervjun. Det är till största del facklitteratur, avhandlingar och studentlitteratur som har använts. Det har uppstått en hel del problem med att hitta rätt sorts information då ämnet inte är berört av så många.

2.2 Intervjustudie

Intervjuer ansågs vara den bästa metoden att få fram information på hur olika företag ser på, hur de värderar och genomför granskning. En kvalitativ intervju har genomförts. Det är viktigt att undersökningspersonerna är av rätt urval. Fel urval av personer gör att hela undersökningen blir värdelös. Syftet med kvalitativa intervjuer är att öka informationsvärdet och skapa en grund för djupare och mer fullständiga uppfattningar om ämnet (Holme och Solvang, 1997). För att få ett så stort informationsinnehåll som möjligt har konstruktörer från olika företag eller kontor valts. De har alla stor erfarenhet av branschen och som konstruktörer. Intervjuerna som genomförts var halvstrukturerade. I halvstrukturerade intervjuer blandas öppet riktade frågor med fasta frågor som har bundna svarsalternativ. För frågorna med fasta svarsalternativ är det viktigt att frågorna ställs med samma formuleringar och i samma ordning i varje intervju. Annars riskerar formuleringarna att påverka intervjupersonen på olika sätt (Höst m.fl. 2006).

Sex konstruktörer intervjuades, från fyra olika företag. Intervjuerna genomfördes på fyra olika orter, Helsingborg, Lund, Malmö och Kristianstad. Anledningen till att olika företag valdes och inte hålla det internt på WSP var för att få en bättre syn på hur branschen generellt ser på granskning. De sex konstruktörerna valdes för att få en bredare inblick i ämnet. Konstruktörerna har olika erfarenheter och kompetenser. Det var en blandning av både handläggande konstruktörer och uppdragsansvariga bland de intervjuade. Frågorna till intervjuerna har varit konsekventa och återfinns i bilaga 12. Frågorna valdes noggrant ut för att passa med ämnet och en få så stor inblick i konstruktörernas roll som möjligt. Frågorna är uppdelade i fyra delar. Den

första delen är om konstruktörernas bakgrund och kompetens. Andra delen är allmänt om granskning och den tredje delen om relationen till granskningen. Den sista delen behandlar förhållandet med entreprenörer. Alla intervjuer skedde fysiskt på den intervjuades kontor. Alla intervjuade gick med på att bli inspelade. Längderna på intervjuerna var i medel 24 minuter. Inför varje intervju fick de intervjuade en kort sammanfattning om vad arbetet handlade om och varför en undersökning gjordes.

En övergripande intervju utfördes med professor i konstruktionsteknik på LTH för att få en god uppfattning om granskningsarbetet och åsikter om processen, då professorn är involverad i området. Ytterligare en övergripande intervju utfördes med insatta personer på WSP för att få företagets information och bild av granskningsprocessen.

2.3 Dokumentstudie

En dokumentstudie syftar till att studera handskrivna eller tryckta redogörelser. Ett kännetecken för dokumentstudier och en svaghet hos dem är att materialet är styrt, det vill säga fastlagt från början (Andersen, 1994). Dokumentstudien i detta fall innefattar konstruktionsritningar.

En dokumentstudie har valts att göras för att få djupare inblick hur olika konstruktörer faktiskt utför granskning av konstruktionsritningar. Alla som blev intervjuade fick i slutet av varje intervju fem ritningar att granska. De fick instruktionen att de skulle utföra granskningen precis som de vanligtvis skulle gjort. De fick veta att det fanns fel i ritningarna, men inte hur många. Alla har markerat på ritningarna det som de ifrågasatt med en tuschpenna eller liknande.

Konstruktionsritningarna är framtagna i Revit med medvetet inbyggda fel. Dessa fel är valda för att undersöka om konstruktörerna granskar allt på ritningarna eller bara vissa delar. Ritningarna kommer från ett flerbostadshus och är sammanhängande för att konstruktörerna ska få en liten uppfattning för projektet men även för att somliga fel syns på mer än en ritning för att skapa helhet. Projektet och ansvariga för ritningarna hålls anonymt.

De inbyggda felen i ritningarna har valts för att få så stor bredd som möjligt av relevanta fel. Felen är av olika karaktär. Somliga ger ingen konsekvens byggt tekniskt, utan är rent estetiskt för att ritningen ska vara lättläslig. Andra fel är mer avancerade, vilka skulle kunna ge förödande konsekvenser så som risk för ras om de passerar granskningen och kommer ut på byggarbetsplatsen. Mer information angående felen och granskningen av ritningarna återfinns i kapitel 6.

3 Projekteringsprocessen

3.1 Olika skeden

I byggprocessen ingår olika skeden, se figur 1. För att förstå var konstruktören befinner sig i processen görs en övergripande sammanfattning nedan. Byggprocessen delas teoretiskt sett in i dessa fyra delar (Nordstrand, 2008).

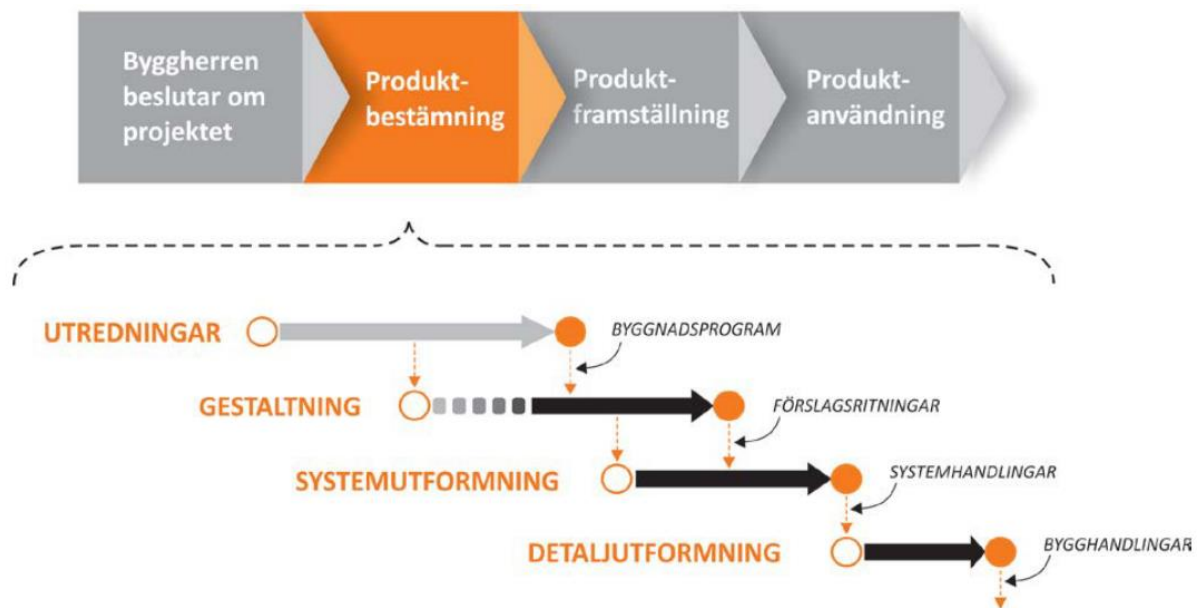


Figur 1. Byggprocessens olika skeden (Nordstrand, 2008)

I det inledande skedet görs en behovsutredning där en byggherre, d.v.s. beställaren (Se kapitel 1.6 Förklaringar) beslutar om att påbörja ett byggprojekt. I detta skede analyseras alla förslag för att sedan besluta om vilket alternativ som ska användas i det fortsatta projektet. När behovet är utrett och förstudien är gjord inleds produktbestämningen där ett byggnadsprogram tas fram och byggnaden gestaltas och konstrueras enligt beräkningar och dimensionering som sedan resulterar i bygghandlingar. När huvuddelen av bygghandlingarna är framtagna påbörjas produktframställningen där byggnaden utförs enligt dessa. Produkten ska sedan stämma överens med det som fastställdes i det inledande skedet, ekonomiskt, tids- och utseendemässigt. När byggnaden slutligen är färdigställd inleds förvaltningen, d.v.s. produktanvändningen där det krävs drift och underhållsåtgärder för att bruka byggnaden (Nordstrand, 2008).

3.2 Produktbestämningen

Produktbestämningen delas in i två delar, programskede och projekteringskede. I programskedet utreds förutsättningar och behov av byggnaden. Projekteringen syftar till att gestalta och konstruera byggnaden utifrån de krav som ställs i det första skedet i byggprocessen. Byggnadens egenskaper beskrivs med hjälp av bl.a. beräkningar och modeller. Alla dessa egenskaper och dokument ligger till grund för upphandlingen som används som underlag för produktionen. Vid produktbestämningen deltar ett flertal aktörer som exempelvis arkitekten, konstruktören och VVS-konsulten (Granroth, 2011). Produktbestämningen kan ses i figur 2 nedan.



Figur 2. Produktbestämningen (Granroth, 2011)

3.2.1 Programskede

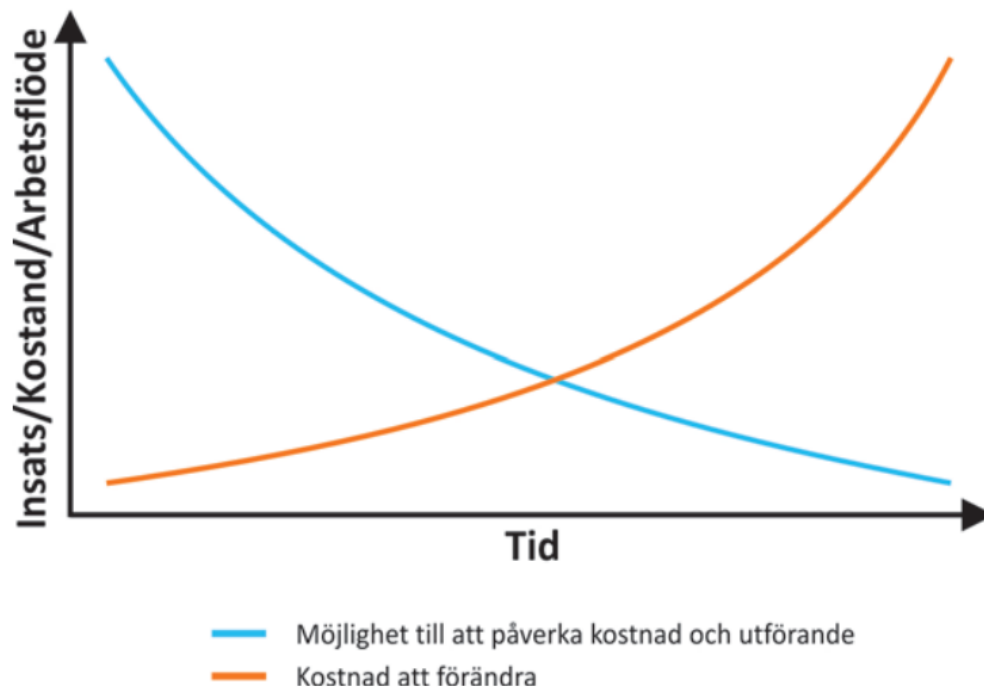
Produktbestämningen inleds med ett programskede, alltså utredningsskedet där det bestäms hur byggnaden ska utformas med hänsyn till projektets syfte och mål. Det bestäms hur stora ytor som behövs för verksamheten, rumsbestämning och placering av dessa. Sedan görs tekniska och miljömässiga utredningar som sammanställs i programhandlingar (Granroth, 2011).

3.2.2 Projekteringsskede

Projekteringen delas in i tre delar som är gestaltning, systemskede och detaljeringskede (Nordstrand, 2008). Gestaltningen syftar till att ta fram olika alternativ och skisser för den tänkta byggnaden. Systemskedet är där det generella stom- och installationssystemet definieras med underlag från det alternativ som tagits fram i gestaltningen. Detta mynnar sedan ut i systemhandlingar. Detaljutformningen tar sedan vid vilket resulterar i ett förfrågningsunderlag som upphandlingen av entreprenörer baseras på. När upphandlingen är slutförd övergår förfrågningsunderlaget till bygghandlingar som används i produktionen (Granroth, 2011).

Förståelse bör finnas för hur projekteringsgången kan påverkas av vald entreprenadform (Se kapitel 1.6 Förklaringar) i projektet. Projekteringen skiljer sig emellan de olika disciplinerna i det avseende att aktörerna ofta använder sig av olika verktyg och arbetssätt. Av den anledningen kan det vara problematiskt när det gäller samordning, då många måste samspela i projekteringen. Det behövs därför en klar strategi från startskedet av ett projekt för hur det fortsatta arbetet ska ske (Nordstrand, 2008).

Desto längre projekteringsprocessen fortgår desto mer kostsamma blir ändringarna. Det är lättare att påverka felen i ett tidigt skede till skillnad från sena ändringar där möjligheten till exempelvis samordning blir lägre (Granroth, 2011). Detta är illustrerat i figur 3.



Figur 3. Möjligheter att påverka kostnaden (Granroth, 2011)

4 Konstruktionshandlingar

4.1 Olika typer av konstruktionshandlingar

4.1.1 Förslagshandlingar

De första ritningarna och beskrivningarna tas fram i samband med förslagshandlingarna och innehåller situationsplan, fasader, våningsplan och installationer. Detta är ett första utkast av hur projektet kommer se ut (Hultqvist och Jansson, 2013).

4.1.2 Huvudhandlingar

Huvudhandlingarna visar utformning, konstruktioner och installationer. I dessa handlingar är detaljnivån högre än i förslagshandlingarna (Hultqvist och Jansson, 2013).

4.1.3 Bygghandlingar

Här tas de slutgiltiga bygghandlingarna fram för att kunna börja produktionen. Framtagningen förutsätter att de det slutgiltiga utförandet är bestämt. De slutgiltiga handlingarna redovisas och anses därefter vara funktionsdugliga och lever upp till beställarens (Se kapitel 1.6 Förklaringar) krav. Bygghandlingarna ska ge den informationen som krävs för att kunna uppföra en byggnad på ett enkelt och effektivt sätt. Bygghandlingarna brukas under hela byggprocessen och det är därför viktigt att dessa är kvalitativa och korrekta (Hultqvist och Jansson, 2013).

4.2 Konstruktörens roll

En konstruktörs uppgift är att utifrån arkitektens ritningar beräkna så att konstruktionen blir hållbar. Konstruktören utför hållfast- och dimensionsberäkningar till konstruktionen (Nordstrand, 2008). Idag använder konstruktörer datorstöd till handberäkningar, avancerad analys och dimensionering. En konstruktör ska även dokumentera sina beräkningar. Konstruktörens arbete ska mynna ut i konstruktionshandlingar som ska lämnas till produktionen. Där skall dessa kunna följas med enkelhet. Kommunikationen mellan konstruktör och andra aktörer, t.ex. arkitekten, VVS-konsulten och entreprenören är viktig så att missförstånd i handlingar inte uppkommer (Nilsson och Svennered, 2012).

4.3 Konstruktionsfel

4.3.1 Typer av fel

Med mänskliga fel menas:

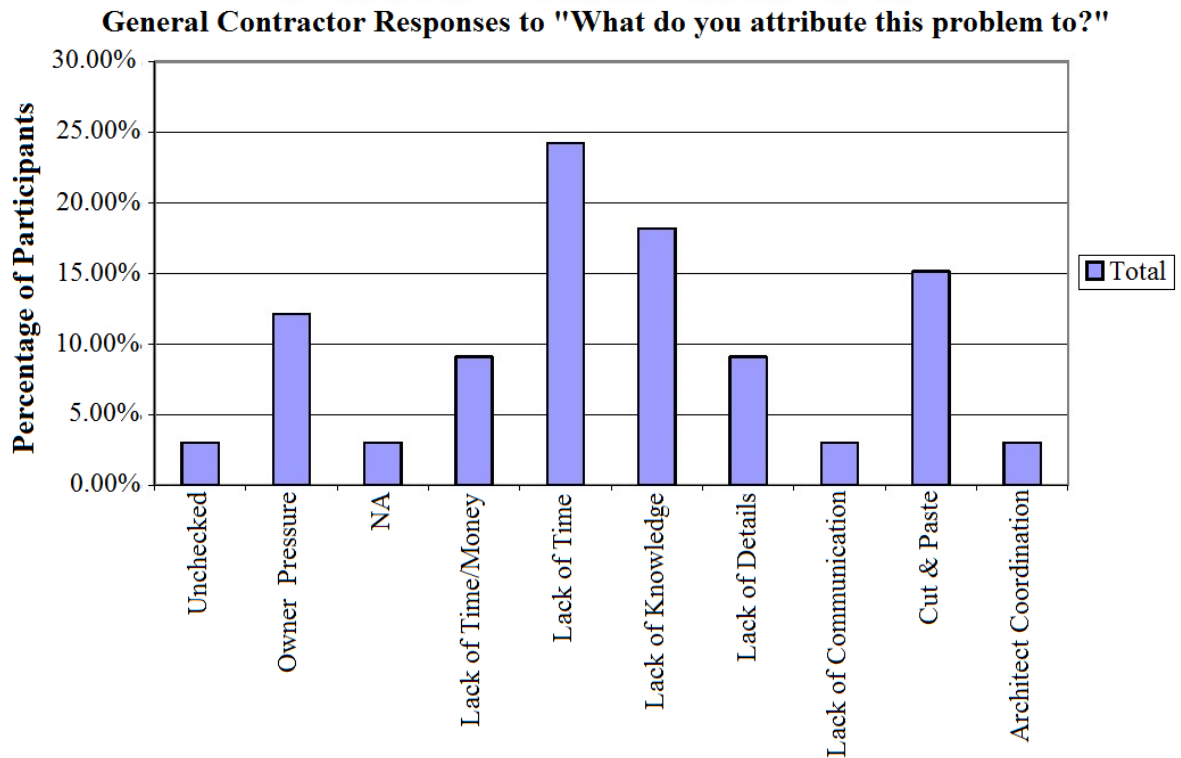
- Fel beräkning
- Fel design
- Fel konstruktion
- Fel underhåll

Det är känt att mänskliga misstag är orsaken till de flesta konstruktionsfel. Extrema belastningar eller materialbrister är normalt av lägre betydelse. Fröderberg (2014) lät 17 svenska konstruktörer från byggsektorn delta i en undersökning. Denna undersökning var indelad i två huvuduppgifter. Den första uppgiften gick ut på att preliminärt utforma en femvånings betongbyggnad och den andra uppgiften gick ut på en konceptuell design av en takkonstruktion med 68 meters spännvidd. Resultaten från undersökningen visar på en stor variation av resultatet mellan ingenjörerna. Den stora beräkningsskillnaden mellan ingenjörerna är inte acceptabel.

Undersökningar från runt om i världen visar att över 90% av alla konstruktionsfel är relaterade till mänskliga misstag. Cirka 50% av alla misslyckanden har ursprung från fel som begåtts av ingenjörer under konstruktionsskedet (Fröderberg, 2014).

Mänskliga fel i konstruktionen har också en stor inverkan på kostnaderna i byggprojektet. En undersökning i Australien visade att konstruktionsfelen stod för 7 % av kontraktsvärdet, oavsett entreprenadform och projekttyp (Lopez och Love, 2011).

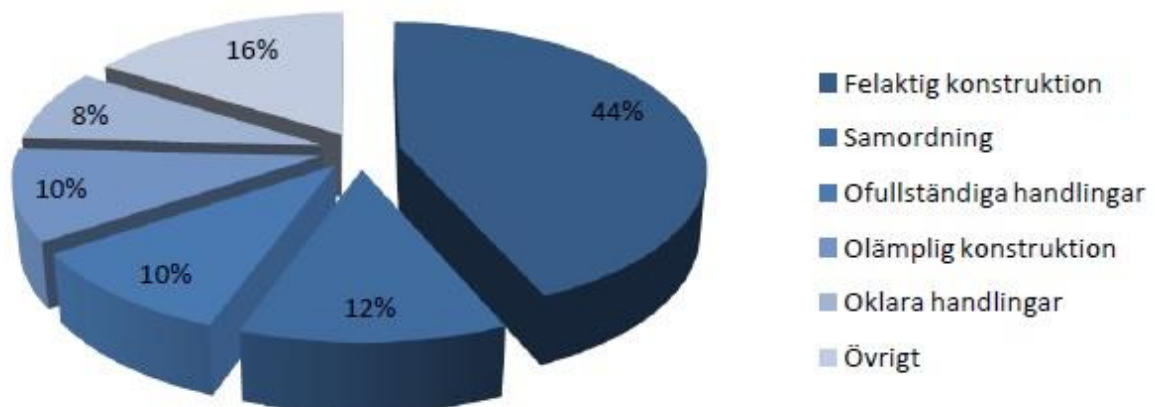
Vanliga fel som upptäcks med avseende på bygghandlingar är fel skala på ritningar, detaljer på projektspecifika lösningar saknas, att det inte framgår på ett tydligt sätt vad ritningen visar och att samordningen mellan konsulter är bristfällig (Hultqvist och Jansson, 2013). De flesta felen som uppkommer på bygget är mindre och kan tänkas oväsentliga. Figur 4 beskriver vad entreprenörerna tror orsakar uppkomsten av fel. Dessa kan vara relaterade till ritningar eller slarv på arbetsplats, men de är kostsamma och tidskrävande. Detta är skäl till att utveckla effektiva och säkra processer (Josephson, 2013).



Figur 4. Beskriver vad entreprenörer tror orsakar fel. (Kenniston, 2003)

I genomsnitt kan mer än 70% av alla fel troligen upptäckas i ett tidigare skede (Josephson och Larsson, 2001). Av de fel som Figur 5 illustrerar nedan hade samtliga kunnat förebyggas med granskning av ritningarna. Kostnaden blir tre gånger så stor för att korrigera fel än om det hade gjorts rätt från början (Hultqvist och Jansson, 2013).

Typer av fel i projektering



Figur 5. Beskriver vilka typer av fel det finns i projekteringen. (Hultqvist och Jansson, 2013)

De vanligaste felen som uppstår är småfel. Infästningar till fönster och dörrar är exempel på vanliga fel. Det är inte fel som riskerar att få byggnaderna att rasa. Estetiskt tilltalande lösningar väljs ibland framför säkrare och beprövade lösningar. Dessa fel visar sig då inte förrän efter ett par år. Risken med dessa fel är att lösningen kan ha spridit sig och använts på flera projekt och felet uppkommer igen. Återkommande problem med handlingarna är enligt produktionspersonalen bristande och ofullständiga handlingar. Detaljritningar är ofta inte med. Detta kan vara en konsekvens av att bygget redan har startat innan alla handlingarna är klara (Buensoz och Ziegenhagen, 2013).

4.3.2 Konsekvenser av fel

Konsekvenserna av att bygghandlingarna inte är rätt och inte håller den kvaliteten de borde är att projektets kvalitet blir sämre. Om kvaliteten är sämre än den borde vara reflekterar detta dåligt på företaget. Felen som måste rättas till i efterhand orsakar även onödiga kostnader som kunde undvikts. Detta gäller även för mindre fel som kan kännas obetydliga, men när de samlas blir de stora kostnader på grund av mängden (Buensoz och Ziegenhagen, 2013).

4.3.3 Orsaker till fel

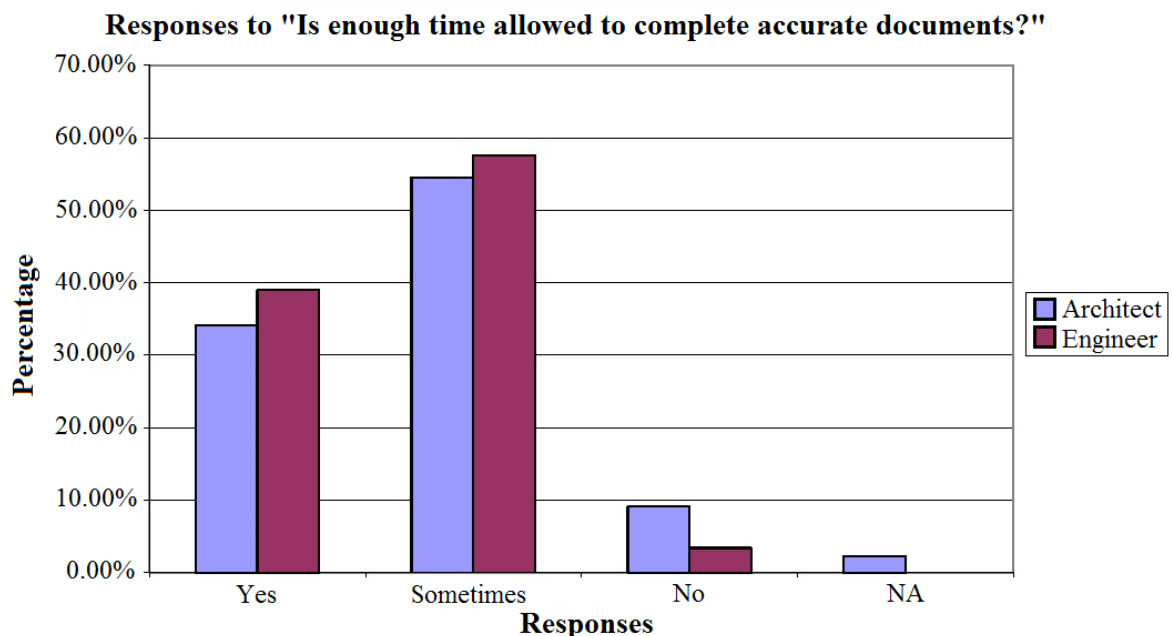
På en byggarbetsplats kan mycket gå fel. De vanligaste orsakerna till att fel inträffar på byggarbetsplatsen är för kort byggtid, slarv och ackordslönen hos yrkesarbetarna. Slarv och för kort tid går hand i hand då enklare och snabbare lösningar väljs för att spara tid som i sin tur orsakar fel. Oförsiktigt handhavande av byggmaterial och olämplig förvaring av detta på arbetsplatsen. Att granskningen av bygghandlingar missas ibland kan verka oviktigt och inte så betydelsefullt. Bristande kunskap och förståelse är orsaker till fel. Attityd och bristande engagemang uppges också vara anledningar till att fel uppstår. En del anser att nya lösningar är en källa till konstruktionsfel. Lösningarna är inte beprövade eller så är de inte genomförbara på ett hållbart sätt (Buensoz och Ziegenhagen, 2013).

Brist på engagemang, risktagande, brist på kommunikation och stress är de vanligaste orsakerna till fel. Flera fel är konsekvensen av att saker är så självklara för projektören att personen inte förklarar det tillräckligt i handlingarna. Detta leder därför till fel på byggarbetsplatsen (Badran och Zetterlind, 2013). I vissa projekt är inte alla handlingar klara innan bygget startar. Detta är stressande både för konstruktörer och för produktionspersonalen. Det kan leda till att nödlösningar tas till för att bli klar i tid (Buensoz och Ziegenhagen, 2013).

Eurokod kan genom sin fokus på detaljerad ingång ha en negativ inverkan på utvecklingen av erfarenhet, kunskap och begreppsförståelse. Speciellt om de används av unga ingenjörer utan noggrann övervakning, som en kompensation för bristande erfarenhet och kunskap (Fröderberg, 2014).

Tidsbrist kan leda till ofullständigt resultat, osäkerhet och så småningom till fel. På ett sätt är tidspress överlägsen andra orsaker till fel eftersom det kan införa andra felorsaker såsom t.ex. otillräcklig granskning, brist på kommunikation, förenklingar etc. De som utarbetar ett komplext projekt börjar slarva genom att försumma normer när de utsätts för press. Många ingenjörer har upplevt hur en god natts sömn har fått dem att inse att gårdagens beslut var felaktigt. Detta kan kallas ingenjörens samvete. Komplexa beslut kan ibland kräva extra tid för eftertanke. Tid behövs för att tänka, för att förstå effekten av ett beslut (Fröderberg, 2014).

Figur 6 och 7 nedan beskriver att det tillgås lite tid att upprätta handlingar som ska ut till byggarbetsplatsen. Det är ofta som konstruktören inte har tillräckligt med tid för att skapa funktionsdugliga konstruktionshandlingar.



Figur 6. Beskriver tidsbristen att upprätta handlingar. (Kenniston, 2003)

Question 6a: Are you given enough time to create complete and accurate construction documents?

Responses	Frequency	Percentage
Yes	23	38.98%
No	2	3.39%
Sometimes	34	57.63%

Figur 7. Beskriver tidsbristen att upprätta konstruktionshandlingar. (Kenniston 2003)

4.3.4 Exempel på fel i produktionen

En undersökning gjord av Badran och Zetterlind (2013) vid Karlstad Universitet visade på olika fel som uppstod vid byggarbetsplatsen på två olika byggen. Flera av felen kunde härledas till missar gjorda av konstruktören och hade kunnat undvikas med en korrekt granskning.

- Det fanns brister i handlingarna som var orsakade av otillräcklig handling. Detta medförde en försening av produktionen då all information inte fanns tillgänglig.
- Ventilation i grunden saknades på ritningen eftersom konstruktören tyckte att det var självklart. Entreprenörerna fick extra hjälp från konstruktören i efterhand och därför blev det ingen försening.
- Granskningshandlingar blev inte omgjorda till bygghandlingar. Entreprenören ska inte rätta sig efter granskningshandlingar då det är bygghandlingar man bygger efter.
- Dåligt måttssatta ritningar som var konsekvensen av en dålig granskning. Detta orsakade en liten försening.

4.4 Moderna ras

I vårt moderna Sverige har ett flertal ras inträffat som resultat till feldimensionerade konstruktionshandlingar. Vissa allvarigare än andra. Dessa kan kopplas direkt eller indirekt till konstruktörer (Fröderberg, 2014).

4.4.1 Takras

Vintern 2009/2010 rasade drygt 180 byggnader och ca 4000 ekonomibygnader fick mer eller mindre allvarliga skador p.g.a. mycket snö, dock inte över Eurokods gränser. Under vintern 2010/2011 fanns enbart ett fåtal takras rapporterade. Gemensam faktor för takrasen var låglutande tak och stora spännvidder. Många av rasen hade kunnat undvikas om dimensioneringskontroll och utförandekontroll hade gjorts i större utsträckning än vad som hade skett (Boverket, 2011).

4.4.2 Kista Galleria

I juli 2008 gav en hög I-balk vika när tunga betongelement monterades ovanpå. Det 7 mm tjocka livet kunde inte bära tyngden. En byggarbetare förlorade livet och två personer skadades allvarligt. Balken fanns med på en av cirka 800 ritningar. Konstruktören hade ritat in balken med påhittade dimensioner och meningen var att fortsätta dimensionera vid ett senare tillfälle. Ritningen skickades iväg till tillverkaren. Den ansvariga konstruktören dömdes till dagsböter och villkorlig dom. Arbetsgivaren dömdes till 1,5 miljoner kronor företagsbot. Företaget hade interna rutiner för granskning, men dessa var inte tillräckligt bra (Arbetsmiljöverket, 2015).

4.4.3 Hälsans Hus

I maj 2012 kollapsade ett trevåningshus i Ystad. Raset inträffade på natten och ingen kom därför till skada. Pelarna i bottenplanet var underdimensionerade och hade samma dimension som pelarna i det tredje planet. Detta var ett resultat av att konstruktörerna av misstag kopierat pelarna från det tredje planet till bottenplanet i ett datorstött ritprogram. Det finns ingen dokumentation som visar hur pelarna beräknats, men det finns dokumentation om egenkontroll som är daterad och signerad. Men eftersom det inte går att återfinna beräkningen finns en stor risk att protokollen signerats utan att en kontroll faktiskt skett. Detta är en stor miss i projekteringen (Statens haverikommission, 2013).

5 Granskning av konstruktionshandlingar

5.1 Allmänt

Granskning bör ske kontinuerligt för att säkerställa att det som ritas stämmer överens med vad som beslutats och att alla krav följs (Hultqvist och Jansson, 2013). Enligt Fröderberg (2014) kan granskningsprocessen delas upp i två delar; granskning av ritningar och granskning av beräkningar.

5.1.1 Granskning av ritningar

Ritningarna, tillika slutprodukten, är normalt granskade av både konstruktören (egenkontroll) och uppdragsansvarig (Se kapitel 1.6 Förklaringar) för projektet innan det distribueras som bygghandling. Detta regleras av ett kvalitetsledningssystem och utförs ofta oavsett om kvalitetssäkring (Se kapitel 1.6 Förklaringar) som helhet utförs eller inte. Kontrollen av ritningar anses viktig och den allmänna uppfattningen är att en erfaren konstruktör upptäcker de flesta felen helt enkelt genom att gå igenom ritningarna visuellt. Idag är det den enskilda konstruktörens ansvar att kräva extra granskning från till exempel en kollega eller chef. Detta kräver ibland envishet från konstruktören och resulterar därför ofta endast i en kort diskussion med en kollega. Detta innebär att det individuella ansvaret från varje konstruktör är stor och kräver en stor mängd självinsikt om vad man behärskar och vad man inte behärskar. En konsekvens av detta är att mängden granskning blir högst individuell. Personer med lite kunskap som har ett stort behov att få sitt arbete granskat, kan bli de som får minst granskning av sitt arbete (Fröderberg, 2014).

5.1.2 Granskning av beräkningar

Enligt Fröderberg (2014) upplever majoriteten av ingenjörer en brist på översyn av konstruktionsberäkningar. Enligt de flesta kvalitetssäkringssystem kontrolleras beräkningarna endast genom egenkontroll. Detta förklarar delvis den stora variationen i testresultaten på Fröderbergs undersökning som nämnts ovan. Även konstruktörerna vittnar om att beräkningarna normalt inte ses över. Kvalitetsstyrningssystemet föreskriver typiskt endast egenkontroll av beräkningarna och som tidigare nämnts, följs inte kvalitetssäkring alltid helt. Egenkontroll av beräkningar kräver att ingenjören förstår allt som ska kontrolleras. En kontroll i en checklista visar bara att operationen utförs - inte att det är korrekt.

Många konstruktörer önskar att deras företag även granskar beräkningarna på samma sätt som ritningarna granskas. Några föreslår även att denna översyn kan utföras på samma sätt som beräkningar för broar ses över - noggrann kontroll som är reglerad av myndigheterna. Vissa hävdar att det var bättre förr, när byggnadsnämnden noga kontrollerade både beräkningar och ritningar. Kontroll måste utföras av någon med tillräcklig erfarenhet för att eliminera fel på ett effektivt sätt. Fröderberg (2014) hävdar att "det är omöjligt att hitta fel i alla beräkningar, oavsett hur noggrann du har varit" och "det är viktigare att förstå det strukturella systemet än att behärska hur specifika elementet är utformat" för att förklara vad som är viktigast att granska.

Avgörande för att möjliggöra effektiv kontroll av beräkningar är att ha tydliga riktlinjer för dokumentation av beräkningar. Idag varierar detta mycket och beror på både den som utför beräkningen och hur mycket tid denna har till sitt förfogande. Många hävdar att den övergripande kvaliteten på beräkningarna ökar om de sammanställs på rätt sätt. En beräkningsrapport gör det lättare att kontrollera att allt finns med. Riktlinjer för dokumentation av beräkningar saknas ofta och likt granskningsprocessen är det upp till den enskilde ingenjören att dokumentera beräkningarna korrekt. Konstruktörerna vill förbättra sina dokumentationsfärdigheter och pekar till exempel på problem med spårbarhet av värden när handberäkningar kombineras med datorberäkningar. Generellt är det viktigt att tydligt definiera vad beräkningarna representerar och att ha ett dokument i varje projekt med de konstruktionsvillkor som sammanställts (Fröderberg, 2014).

5.1.3 Egenkontroll

Egenkontroll är ett vanligt sätt att granska på. I en sådan kontroll ska konstruktören som utfört arbetet i större omfattning själv kontrollera att arbetet är korrekt utfört. I en dubbelkontroll granskas arbetet av en annan medarbetare, när en extra kontroll bör göras. Att följa upp gör att fel kan upptäckas tidigare om entreprenören eller projektören följt upp arbetet och senare gjort en erfarenhetsåterföring (Josephson och Larsson, 2001).

Det är viktigt att komma ihåg att alla fel inte kommer att upptäckas av en granskning, trots att stora fel är vanligtvis lättare att upptäcka än små fel. Även om obegränsad tid ges, kommer endast cirka 85% av den totala mängden fel att hittas. För att kunna upptäcka fel krävs en viss erfarenhet från den som granskar. Detta kan ifrågasätta användningen av egenkontroll som enda kontroll för arbetet med unga och oerfarna ingenjörer (Fröderberg, 2014).

5.1.4 Extern granskning

Eftersom ingen extern kontroll föreskrivs i Sverige, kan felaktig tradition lätt utvecklas. Denna typ av fel är förmodligen oavsiktliga i de flesta fall. Det finns exempel på osund och avsiktlig feltolkning av designkoder (t.ex. Eurokod) som har blivit utvecklad till en vana och sedan dupliceras, särskilt om koden är ofullständig eller motsägelsefull (Fröderberg, 2014).

5.2 Dokumentation

Enligt professorn i konstruktionsteknik, LTH, är det viktigt att kunna beskriva och tydligt förstå vad det är man gör för att minska antalet fel på en konstruktionshandling. Det är för lite dokumentation och beskrivningar i dagsläget, konstruktörer förlitar sig mycket på datorprogram och detta kan leda till förlorad insikt i projektet. Även Fröderberg (2014) påvisar hur viktigt det är med dokumentation. Han påstår att kommunikation inom byggprojekt har en stor inverkan på antalet fel och kvaliteten. Det är inte bara den direkta kommunikationen mellan projektörer, men också hur besluten från projektet bevaras och görs tillgängliga. Ordentlig dokumentation är nyckeln till varje kvalitetssäkringssystem, men erfarenheten har visat att bakgrundsinformation och dokumentation (t.ex. konstruktionsberäkningar) ibland saknas eller är svåra att tolka. Detta kan skapa både ineffektiva lösningar samt fel på grund av bristande information.

5.3 Kvalitetsledningssystem

Kvalitetssäkring har en betydande begränsning, det säkerställer kvaliteten i ledningssystem, men inte av dess innehåll. Det kommer att säkerställa att alla förfaranden har följts korrekt, men det kommer normalt inte upptäckas om resultatet av förfarandet är korrekt eller lämpligt. Det är därför oberoende kontroller är nödvändiga.

Kvalitetssäkringssystemet kan ibland brista. Detta kan bero på:

- tidspress (även om det är känt att kontrollen ger mervärde, väljer ingenjörer att inte utföra den)
- simultana eller överlappande aktiviteter gör att kontroll blir svår
- kvalitetssäkring garanterar inte alltid att något är rätt, utan snarare reglerar att en uppgift har utförts och kontrollerats enligt ett visst protokoll.

Kvalitetssäkringens strategi bland konstruktörer inom byggsektorn i Sverige, har i allmänhet varit att konstruktionsberäkningar kontrolleras med egenkontroll, medan konstruktionsritningar kontrolleras av oberoende. Detta är problematiskt i den meningen att det är mycket svårare att upptäcka ett fel än ett misstag i en beräkning. Ett misstag (t.ex. felaktig indata) ger typiskt ett orimligt resultat och är lätt att upptäcka, medan ett missförstånd (t.ex. felaktigt val av beräkningsmodell) skulle vara svårt att upptäcka av den person som har begått felet. Att minska felen med egenkontroll är relativt liten. Det är svårt att upptäcka sina egna misstag (Fröderberg, 2014).

5.4 Plan- och bygglagen och Plan- och byggförordningen

PBL säger att det är byggherren som har det fulla ansvaret för att alla bygg-, rivnings- och markåtgärder genomförs enligt de krav som gäller. Det innebär att byggherren ska se till att de tekniska egenskapskraven uppfylls (Boverket, 2015).

Plan- och bygglag (2010:900) 8 kap 4-8 §§

4 § Ett byggnadsverk ska ha de tekniska egenskaper som är väsentliga i fråga om

1. bärförmåga, stadga och beständighet,
2. säkerhet i händelse av brand,
3. skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljön,
4. säkerhet vid användning,
5. skydd mot buller,
6. energihushållning och värmeisolering,
7. lämplighet för det avsedda ändamålet,
8. tillgänglighet och användbarhet för personer med nedsatt rörelse- eller orienteringsförmåga, och
9. hushållning med vatten och avfall.

Plan- och bygglag (2010:900) 10 kap 5 §

5 § Byggherren ska se till att varje bygg-, rivnings- och markåtgärd som byggherren utför eller låter utföra genomförs i enlighet med de krav som gäller för åtgärden enligt denna lag eller föreskrifter eller beslut som har meddelats med stöd av lagen. Om åtgärden är lov- eller anmälningspliktig, ska byggherren se till att den kontrolleras enligt den kontrollplan som byggnadsnämnden fastställer i startbeskedet.

Plan- och byggförordning (2011:338) 3 kap 7-23 §§

7 § För att uppfylla det krav på bärförmåga, stadga och beständighet som anges i 8 kap. 4 § första stycket 1 plan- och bygglagen (2010:900) ska ett byggnadsverk vara projekterat och utfört på ett sådant sätt att den påverkan som byggnadsverket sannolikt utsätts för när det byggs eller används inte leder till

1. att byggnadsverket helt eller delvis rasar,
2. oacceptabla större deformationer,
3. skada på andra delar av byggnadsverket, dess installationer eller fasta utrustning till följd av större deformationer i den bärande konstruktionen, eller
4. skada som inte står i proportion till den händelse som orsakat skadan.

5.5 EKS 10

EKS är Boverkets konstruktionsregler. EKS 10 (BFS 2015:6) började gälla 1 januari 2016. Fem nya konstruktionsstandarder har tillkommit och ändringar har gjorts i befintliga regler. Reglerna har kompletterats och förtydligats vad gäller ändringen av befintliga byggnader, dimensioneringskontroll, utförandekontroll och konstruktionsdokumentation (Boverket, 2016).

Följande är exempel från EKS 10 som är relevanta:

28 § Beräkningar och eventuella provningar för verifiering av konstruktionens bärförmåga ska dokumenteras. Dokumentationen ska vara ändamålsenlig och komplett så att byggnadsverket kan uppföras och kontrolleras på ett korrekt sätt. (BFS 2015:6).

Allmänt råd: Dokumentationen bör vara utformad så att den kan kontrolleras av någon som inte medverkat i projektet. Den bör redovisas i ett samlat dokument. (BFS 2015:6).

29 § En byggnads bärande konstruktion ska beskrivas i ett särskilt dokument (konstruktionsdokumentation). Beskrivningen ska redovisa förutsättningarna för dimensioneringen och utförandet. Den ska även beskriva den bärande konstruktionens verkningssätt. Även val av exponeringsklasser och val av korrosivitetsklasser ska anges. Dessutom ska beskrivningen innehålla uppgifter om vilket gällande regelverk som har tillämpats. I beskrivningen ska även finnas uppgifter om dimensioneringskontrollens omfattning och vem som har gjort kontrollen. (BFS 2015:6).

Allmänt råd: Förutsättningar för dimensionering och utförande som bör redovisas är exempelvis val av laster, lastkombinationer, säkerhetsklasser, statiska modeller, livslängd. Ett särskilt krav på dokumentation av verifieringen av bärförmåga i händelse av brand finns i avdelning C, kapitel 1.1.2, 4 §. (BFS 2015:6).

30 § Resultaten av utförda kontroller ska dokumenteras. Eventuella avvikelser med tillhörande åtgärder ska noteras liksom andra uppgifter av betydelse för den färdiga konstruktionens kvalitet. (BFS 2015:6).

5.6 Lagändring 1995

Innan 1995 granskades alla konstruktionshandlingar av byggnadsnämnden. Det var alltså en extern kontroll av en byggnadsinspektör. År 1995 lades ansvaret över på det enskilda företaget att utföra egenkontroll och granskning (Fröderberg, 2014). Detta har fått konsekvenserna att byggnadsnämnden inte längre efterfrågar beräkningar. Att redovisa och upprätta dessa handlingar har därmed försvunnit. Det finns idag ett behov av konstruktionsredovisning och kontroll i projekteringskedet. Vid en dimensioneringskontroll måste det finnas beräkningar att kontrollera. (Boverket, 2014). De delar av regelverket som berör de tekniska egenskaperna är numera utformade som funktionskrav. Det är funktionen hos den färdiga byggnaden som ska motsvara beskrivna krav. Det är byggherren som ansvarar för att funktionskraven uppfylls. Kraven i nuvarande regelverk ställs på byggherren och inte direkt entreprenören eller byggmästaren, som det tidigare regelverket gjort (Boverket, 2014).

Enligt professorn i konstruktionsteknik, LTH, togs granskningen av byggnadsnämnden bort för att förenkla och för att få ner byggkostnaden. Det var också tänkt att främja innovation och nytänkande.

Det kan samtidigt inte påstås att det tidigare systemet fungerade tillfredsställande vid alla tidpunkter, men det har föreslagits av företrädare för industrin att det nya systemet långsamt har försämrat kvalitet i både design och konstruktion. Under samma tid har tillverkningspriser i Sverige nästan fördubblats jämfört med konsumentprisindex. Det kan finnas många orsaker till detta, men kostnader på grund av konstruktionsfel eller olämpliga tekniska lösningar kan vara delar av detta pussel (Fröderberg, 2014).

5.7 Problem med konstruktionshandlingar

Kommunikation är det största problemet med konstruktionshandlingar. Konstruktionshandlingar är sättet att kommunicera mellan konstruktörer och entreprenörer. Många professionella påpekar att handlingarna får sämre och sämre kvalitet (Kenniston, 2003). Vad som orsakar problemen med att det blir sämre kvalitet på konstruktionshandlingarna är brist på tid, pengar och kunskap. Alla som är involverade i ett projekt är i grunden drivna av pengar. Det är därför ingen stor överraskning att pengar är ett problem när det kommer till kvaliteten av handlingarna. Det finns inte tillräckligt med pengar i budgeten att betala i den tid det tar att producera kvalitetshandlingar. Detaljer utelämnas ofta av denna anledning. Kvaliteten utelämnas ofta pga. tidsbrist. För att få hög kvalitet på handlingarna krävs det att konstruktörer får

tillräckligt med tid. Det blir bättre kvalitet om alla handlingar är klara innan byggstart (Kenniston, 2003).

5.8 Datorhjälpmedel

Ju mer konstruktörer förlitar sig på avancerade datorhjälpmedel desto mer troligt är det att fel kommer inträffa och även granskningen blir svårare. Många konstruktörer tror att det är p.g.a. datorerna som kvaliteten på konstruktionshandlingar försämrats. Problemen med datorprogram är att konstruktören måste förstå vad det är de gör. Annars blir det bara streck på en skärm (Kenniston, 2003). Fröderberg (2014) beskriver datorn och dess programvara som en svart låda. Den svarta lådan är en metafor som beskriver hur inmatning omvandlas till utgång via en process med begränsad eller ingen insyn. Detta beskrivs ha en negativ effekt på utvecklingen av användarens upplevelse. Å ena sidan har utvecklingen av avancerade datorverktyg gett byggnadsingenjör kraftfulla designhjälpmedel, som möjliggör mycket snabbare process och utformning av komplexa konstruktioner. Avancerade verktyg minskar också modellosäkerhet eftersom de ofta kan ge en mer korrekt beskrivning av det verkliga beteendet hos en struktur. Å andra sidan tenderar konstruktionshjälpmedel att ingenjören förlitar sig i den process som i sin tur gör det svårare för denna att ifrågasätta resultatet av analysen och att upptäcka fel på grund av felaktig inmatning.

5.9 Samordning

Samtliga konsulter samlas för ett samordningsmöte och granskar tillsammans varandras handlingar. Alla egenkontroller kontrolleras att de är gjorda och dessutom görs med hjälp av checklistor en samordnad granskning, som innebär att handlingar kontrolleras av de andra (Nordstrand, 2008).

5.10 Erfarenhetsåterföring

Erfarenhetsåterföring är en sak som verkar diskuteras ofta inom företagen. Erfarenheterna är att den alltid kan bli bättre. När det fungerar bra är det normalt anslutet till små grupper inom företagen med en tradition att diskutera tekniska problem, men informationen når normalt inte ut utanför gruppen. Vissa menar att entreprenören är en viktig del i erfarenhetsåterföringen (Fröderberg, 2014).

6 Fallföretagens granskningsprocess

6.1 Granskning

Varje företag har sitt eget system för hur granskningen ska utföras, men skillnaderna är inte så stora. Enligt WSP går ritning för ritning igenom. Det som står i ritningsstämpeln ska stämma överens med vilken ritning det är. Handlingsriktighet och tydlighet av ritningen skall kontrolleras. Dimensioner, höjder, tjocklekar etc. skall ifrågasättas för att säkerställa riktigheten. På ritningen markeras det som är granskat med en blyertspenna. Mått eller littera som saknas markeras med röd penna och även de delar som ifrågasätts om det är rätt.

När alla ritningar har granskats går de igenom med den person som gjort ritningarna från början, eftersom det är denna som kommer att genomföra ändringarna. Som granskare vet man inte allt om projektet och därför görs nödvändigtvis inte alla ändringar som markerats, då granskaren inte är medveten om delar som bestämts om projektet i tidigare skede. När ritningarna korrigerats av konstruktören markeras ändringarna med grönt över de granskade ritningarna. Datum och vem som har utfört granskningen markeras på ritningen och de scannas in och sparas digitalt. Detta är ett bevis på att en granskning är gjord och att åtgärder är utförda.

Granskning bör utföras på detta vis i alla projekt. Skillnaden på mindre projekt jämfört med stora är tiden det tar att granska. Ett litet projekt kan ta tio minuter att granska, medan ett stort projekt kan ta tre timmar eller mer att gå igenom. Då utförs dock inte all granskning på en gång.

Vanligtvis granskas inte beräkningarna som konstruktören har utfört. Vana konstruktörer som dimensionerat i många år har erfarenhet och kännedom om vilka dimensioner som är rimliga. Beräkningar granskas endast när konstruktören känner sig osäker på sitt arbete.

I intervjuerna som utförts framgår det att granskningen alltid utförs av en erfaren konstruktör. En erfaren konstruktör vet vad denna ska granska och vilka delar som är viktigast och ofta är felaktiga. Det är ofta den uppdragsansvariga på projektet som utför slutgranskningen. Några konstruktörer delar uppfattningen att granskning är något som följer med under projektets gång.

Alla intervjuade skriver ut ritningarna och granskar på pappret. De markerar med en penna vad de tittat på och vad som bör ifrågasättas. Ingen tycker att det fungerar att granska i datorn. Nästan alla tror att de i stort sätt utför

granskningen på samma sätt som sina kollegor på företaget. De tror att det främst är detaljarbetet som skiljer sig mellan kollegorna. Endast en tror att alla granskar på sitt eget sätt, att det är ett personlighetsdrag. Vissa är noggrannare än andra och lägger mer tid på granskning. En annan säger att de erfarna konstruktörerna som granskar vet vad de ska titta efter och vad som är viktigt. De gör endast stickkontroller.

Alla intervjuade vet vilka riktlinjer som respektive företag jobbar efter. De skiljer sig något emellan, men alla är eniga om att en granskning alltid ska utföras. En egenkontroll av arbetet görs i första hand, följt av en granskning av en person som inte varit med och ritat. En del företag har som riktlinje att en oberoende person som inte varit delaktig i projektet ska granska, men det är inte alltid detta följs ändå. Anledningen till att det inte följs är att det tar tid som inte alltid finns att sätta sig in i projektet. Då är det smidigare och mindre tidskrävande att välja någon som redan är insatt och vet vad projektet handlar om. Denna tid läggs endast om det är ett komplext projekt där konsekvenserna blir stora eller om beställaren specifikt bett om det.

Fem av sex intervjuade är överens om att det ibland behövs en extern granskning. Det är i projekt som är tekniskt svåra, ekonomiskt krävande och som är väldigt komplexa. Är det nya saker som inte utförts tidigare eller om det räknas på något som man inte gjort tidigare så är det bra med en extern som granskar. Vissa kan tycka att det räcker med en extern part inom företaget, men att det då är viktigt att det är rätt person som utför det och att tid finns så inte granskningen blir stressad. En av de intervjuade säger att man inte tror att man själv gör fel, men om någon annan som inte varit med i projektet tittar på det, då får man en helt annan granskning. Den externa personen sätter sig in i projektet på djupet. Den intervjuade tror att om den oberoende granskaren och t.ex. en uppdragsgivare går igenom projektet tillsammans och diskuterar och ifrågasätter handlingarna kommer man upptäcka många fel själv. Den intervjuade menar också om den som gjort ritningarna presenterar vad denna utfört hittar personen ofta själv sina misstag genom att prata och förklara projektet.

Alla av de intervjuade har skickat ut handlingar som inte är granskade av någon annan part än sig själv. Någon påstår även att det är det vanligaste.

6.1.1 Egenkontroll

Alla som arbetar i uppdrag skall kontrollera sitt eget arbete innan det lämnas till granskning för att övertyga sig själv om att resultatet överensstämmer med de förutsättningar som angivits. Efter avslutad egenkontroll och korrigerande framställs granskningskopior av dokumenten. Efter en slutlig översyn signeras och dateras granskningskopior av den som har färdigställt dokumentet och svarat för egenkontrollen. Signaturen innebär ett intygande av att egenkontroll har utförts och såvitt upprättaren kan bedöma är handlingen komplett, färdig och korrekt. Dokumentation av egenkontroll i form av signerade granskningskopior utgör redovisande dokument som skall bevaras. Egenkontroll och granskning får göras på samma handling (WSP). Figur 8 visar en stämpel som fylls i på ritningarna efter granskning.

GRANSKNINGSKOPIA EGENKONTROLL	
Dat_____	Sign_____
INTERNGRANSKNING	
Dat_____	Sign_____
GRANSKNINGSSYN- PUNKTER ÅTGÄRDADE	
Dat_____	Sign_____

Figur 8. Granskningsstämpel från Revit (WSP)

Två av de sex intervjuade utför inte egenkontroller på de mindre arbetena som de utför. De andra fyra tycker att egenkontroller är extremt viktigt att alltid utföra. Några påpekar dock att kvaliteten av egenkontrollerna kan vara mindre bra vid mindre projekt. En av de intervjuade tar upp att efter 1995 när byggnadsnämnden slutade granska alla konstruktionshandlingar var det meningen att egenkontrollen skulle ske av företagen. Branschen skulle sköta egenkontrollerna själva. Företagen klarade inte av detta och gjorde det enkelt för sig och lade ansvaret på den enskilda personen. Den intervjuade påpekar att detta är fel. Det är inte fel att den egna personen kontrollerar sina egna delar, men det skulle finnas ett steg till där företaget tar ansvar och inte den enskilda personen.

En annan av de intervjuade tycker att det är i egenkontrollerna alla fel upptäcks. Denna tycker att efter att ha suttit och jobbat i samma projekt i flera veckor ser man inte felen själv längre. Det är inte förrän man sätter sig ner och verkligen går igenom ritningarna som man upptäcker sina egna fel. Detta görs av den intervjuade helst några dagar innan man lämnar över till granskning för att ha tid till att korrigera sina misstag. Det finns alltid saker som missats, så egenkontroll ska alltid göras.

Av de intervjuade har några skickat ut handlingar som inte har genomgått någon egenkontroll alls, dock ej av bärande konstruktion. Andra av de intervjuade har aldrig skickat ut en handling utan att ha gjort en egenkontroll. De anser att detta är en viktig del av processen.

6.1.2 Checklista

För att underlätta säkerställande av resultat används som regel någon form av checklista på WSP. Checklistor kan förekomma i många olika former, den kan vara generell, företagsintern, uppdragspecifik eller så kan checklistan upprättas i samband med egenkontroll och granskning. Checklista som upprättas i samband med egenkontroll bör ange inriktningen, till exempel måttgranskning eller hänvisningar mellan olika ritningar. Även checklista som upprättas i samband med granskning bör ange inriktningen, till exempel att överslagsberäkningar har genomförts eller att alla anläggningsdelar och konstruktioner har redovisats. Övriga checklistor anpassas efter uppdraget genom markering av vilka punkter som är relevanta alternativt stryka de punkter som inte är relevanta samt komplettering med punkter som är viktiga i det aktuella uppdraget.

Alla intervjuade har checklistor att tillgå, men tycker att erfarenhet är det största hjälpmedel som finns. Den generella uppfattningen om checklistor är att de är för långa, för omfattande och för formella. En påpekar att det är svårt att skriva bra checklistor eftersom projekten alltid skiljer sig. Checklistor kan vara bra i stora projekt och för oerfarna konstruktörer.

6.1.3 Samgranskning

Samgranskning är relevant när flera olika parter ingår i ett projekt. Då görs en övergripande slutlig kontroll av samordningen med de ansvariga för respektive del. Samgranskningen utförs under en bestämd period då särskilda granskningskopior av alla handlingar hålls tillgängliga på en bestämd plats eller distribueras till alla som har arbetat inom uppdraget. Ansvariga för varje del kontrollerar att alla inblandade parter som man tidigare har samordnat med på ett korrekt sätt har uppfattat alla uppgifter som har överenskommit under tidigare möten. (WSP)

6.2 Beräkningar

Som tidigare nämnts granskas generellt inte konstruktionsberäkningarna. De ska däremot dokumenteras. De intervjuade har varierande svar. En säger att man bara gör redovisningen så bra man måste. Beräkningarna finns dokumenterade men det är ingen som efterfrågar dem. Därför tas det genvägar och ingen lägger tid på att göra beräkningarna förståeliga i dokumentationen. En annan av de intervjuade säger att man ska dokumentera sina beräkningar, men det görs egentligen aldrig eftersom det är tidskrävande. Alla beräkningar är i princip på ett handskrivet papper och en beräkningsfil på datorn. I bästa fall återfinns pappret i pärmen med en hänvisning vilken fil det handlar om.

Företagen säger att beräkningarna ska dokumenteras på ett visst sätt, men det följs inte och ingen vet vad som verkligen gäller. Fel av företaget säger den intervjuade, men denna tror att det är så i branschen överlag.

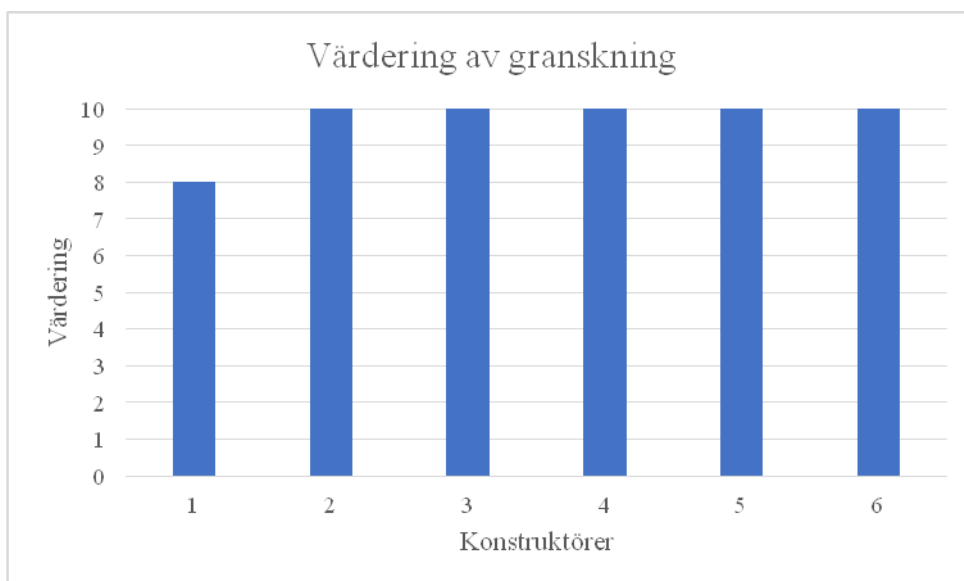
De nya tilläggen i EKS 10 som nämnts tidigare (se kapitel 5.5 EKS 10), var det bara hälften av de intervjuade som kände till. De som kände till det tycker det är ett bra tillägg som behövs. Det är behövligt att det finns i lagen så tid kan läggas på dokumentation. Det är ett bra dokument att ha i samband med granskning enligt en av de intervjuade. Då finns det ett dokument med alla beräkningar och ritningarna att gå efter och det blir lättare att stämma av däremellan.

6.3 Värdering av granskning

Konstruktörerna är generellt eniga om att granskning är viktigt. De säger att det kan handla om människoliv om något skulle gå fel, men framförallt är det företagets ansikte utåt. Är det mycket fel på ritningarna ser det inte bra ut för företaget. En av de intervjuade tar upp att man som konstruktör ställs inför problemet att välja mellan att skicka ut ofärdiga handlingar eller vägra skicka ut. Denna säger då att i många fall hade varit bättre att inte skicka ut halvfärdiga handlingar. Det går inte fortare i bygget när man skickar ut något som inte är klart.

De intervjuade tycker att om det är ett mindre projekt så är granskningen inte lika viktig som i ett större. En ger ett exempel att t.ex. en tillbyggnad inte är lika viktig för det är inte så mycket som kan gå fel. Någon form av granskning bör ändå genomföras, men det kan räcka med en enklare granskning som en genomgång med en erfaren som tittar igenom handlingarna.

Dock säger en att även om granskningen är oerhört viktig, enligt Figur 9 värderar majoriteten av konstruktörerna den till 10 av 10, är det inte alltid den blir av p.g.a. tidsbrist. Då försöker de granska i efterhand, men då andra projekt står på tur finns det inte alltid tid i efterhand heller. Är det något fel på handlingen revideras den. Vid tidsbrist säger en annan att det är viktigare att få ut handlingarna än att de är rätt, beroende på vilket läge man är i, alltså inte i samband med bygghandling. Det gäller då i samband med granskningshandling eller förfrågningsunderlag.

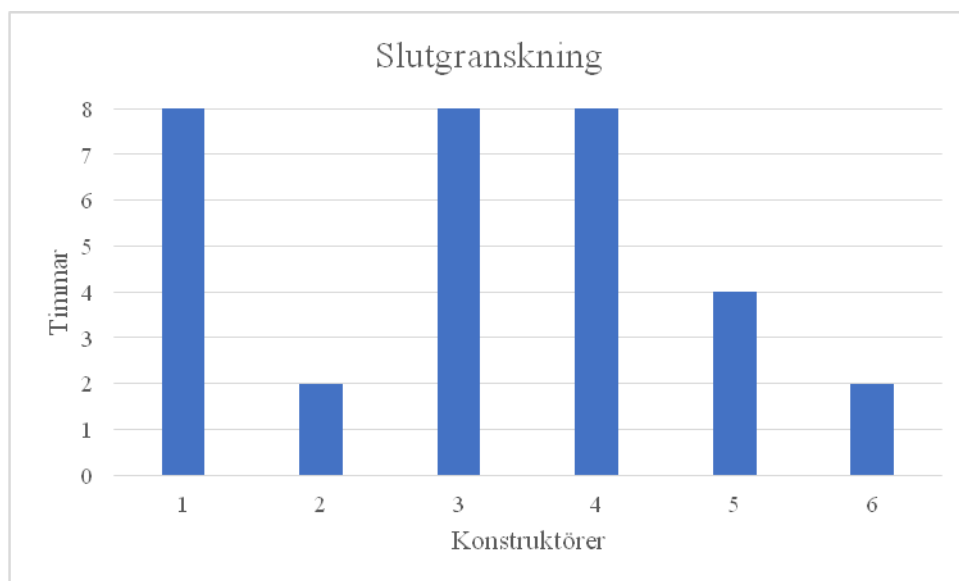


Figur 9. Värderingen av granskningen enligt de intervjuade konstruktörerna.

6.4 Tid som läggs på granskning

De intervjuade fick frågan hur mycket tid som de lägger på granskning. Det är varierande svar mellan konstruktörerna. Tabellen avser slutgranskning eftersom vissa lägger tid på granskning innan slutgranskningen också. Projektet är som referens i storleksordningen åtta personveckor (Se kapitel 1.6 Förklaringar).

Egenkontroller säger en av de intervjuade tar ungefär en arbetsdag och ytterligare en dag för att rätta till de fel som har hittas innan det ska lämnas in för slutgranskning. Slutgranskningen går enligt den intervjuade fortare att utföra eftersom den inte är så ingående. På en egenkontroll kontrollerar man att alla mått stämmer. En annan av de intervjuade som har rollen som uppdragsansvarig säger att det tar längre tid att granska om denna inte sett projektet på länge och måste sätta sig in i det på nytt jämfört med att vara insatt när slutgranskningen börjar.



Figur 10. Antalet timmar som läggs på slutgranskning.

Enligt Figur 10 framgår det att de olika konstruktörerna tror sig lägga olika lång tid på en slutgranskning, allt ifrån två till åtta timmar.

6.5 Brister

Brister i handlingarna uppkommer enligt de intervjuade från tidsbrist. Det bidrar till stress och granskningen hinns inte med. Den som granskar känner sig pressad av nästa projekt som ligger och väntar. Om någon som upplever tidspress och är stressad ska granska blir det ingen bra granskning. I samband med granskning måste konstruktörerna kunna gå igenom allting i lugn och ro.

6.5.1 Dimensionering i ett senare skede

De intervjuade fick frågan om de sätter in byggelement som inte är dimensionerade men som är tänkta att bli dimensionerade i ett senare skede. Fem av sex sätter in byggelement som inte är dimensionerade. En säger att det är ett generellt problem i branschen. Det är leverantörerna som dimensionerar prefabricerade byggelement. Ifall man lägger till byggelement som inte är dimensionerat ska dessa markeras så att de säkert blir kontrollerade senare, men det är tvetydligt hur de ska markeras. Det är ett allmänt problem att börja modellera och rita i 3D eftersom allt ser klart ut efter en dag, men ingenting är dimensionerat eller korrekt, men det ser stort, fint och rätt ut. För att det inte ska bli några missförstånd tycker några av de intervjuade att det är bäst om beräkningar och modellering utförs av samma person.

6.6 Konstruktörer och entreprenörer

I totalentreprenader (Se kapitel 1.6 Förklaringar) är alla de intervjuade överens om att produktionen påbörjas innan alla handlingar är färdiga. Alla tycker dock inte att det bringar problem. Det är viktigt att när bygget påbörjas innan alla handlingar är färdiga att kommunikationen fungerar bra då det blir ständiga diskussioner. Konstruktören får då i efterhand som bygget fortlöper ta fram handlingar. Det blir en ritning i taget efter vad entreprenören efterfrågar. Detta kan för konstruktören upplevas stressigt eftersom den jobbar med en del utan att veta hur helheten ser ut. En av de intervjuade säger att ju större ett projekt är när de börjar bygga utan att alla handlingar är klara, desto större risk är det att problem uppstår. Vid mindre projekt är det mer direktkontakt med entreprenören och mycket kan lösas under tiden. En annan av de intervjuade tycker det är mest tidspressen som är problemet i totalentreprenad. En annan tycker problemet är att entreprenören ofta vill ändra saker.

I generalentreprenad (Se kapitel 1.6 Förklaringar) är det lättare eftersom konstruktören då kan arbeta i rätt ordning och ändra efter hand som det blir fel.

Av de intervjuade är det dem som är uppdragsansvariga som är i kontakt med beställaren. Annars är det om alla handlingar är färdiga eller inte som en konstruktör är i kontakt med beställaren. Vid en generalentreprenad där alla ritningarna är färdiga och av god kvalitet har inte konstruktören direkt någon kontakt med byggarbetsplatsen. Vid totalentreprenad där inte alla handlingar är klara blir det mycket kontakt med bygget.

För att kommunikationen mellan konstruktör och entreprenör skall fungera bra tycker de flesta av de intervjuade att prestigelöshet och förståelse för varandras arbete är viktigt. De tycker det är bra att träffas fysiskt och gå igenom vad som ska göras för att missförstånd inte ska ske.

6.7 Erfarenhetsåterföring

Erfarenhetsåterföringen fungerar olika på de olika företagen. En av de intervjuade tycker det är svårt att sprida erfarenheten. Det fungerar bra inne på kontoret, men resterande kontor på företaget har svårare att ta del av erfarenheten. Ingen vet inte riktigt hur man ska kunna sprida detta utanför kontoret. Ett försök har gjorts med en datorbas där alla anställda har kunnat gå in och skriva artiklar. Tanken var att om någon hade ett projekt där man lärt sig något eller stött på något problem så skulle man kunna gå in och dela med sig av detta. Problemet blev att det var svårt att få de anställda att lägga tid på det. Det fungerade aldrig i praktiken.

Andra av de intervjuade säger att erfarenhetsåterföringen vanligtvis sker genom diskussion av lösningar. En annan säger att deras erfarenhetsåterföring sker på avdelningsmöten och där tas förbättringar och lärdomar upp.

Ytterligare en säger att de yngre konstruktörerna får sitta med en erfaren och lära sig därigenom. De är sedan med på granskningen och den äldre konstruktören förklarar vad som händer.

6.7.1 Förebygga fel

Tidsbrist är det som ligger i grunden till att många av felen sker överhuvudtaget. Beställaren och anbudsgivaren måste få en mer realistisk bild av hur lång tid det faktiskt tar att både projektera och bygga. Projekten ska inte bara bli färdigt, det ska också bli bra.

7 Granskning utförd av konstruktörer

7.1 Konstruktionsritningar

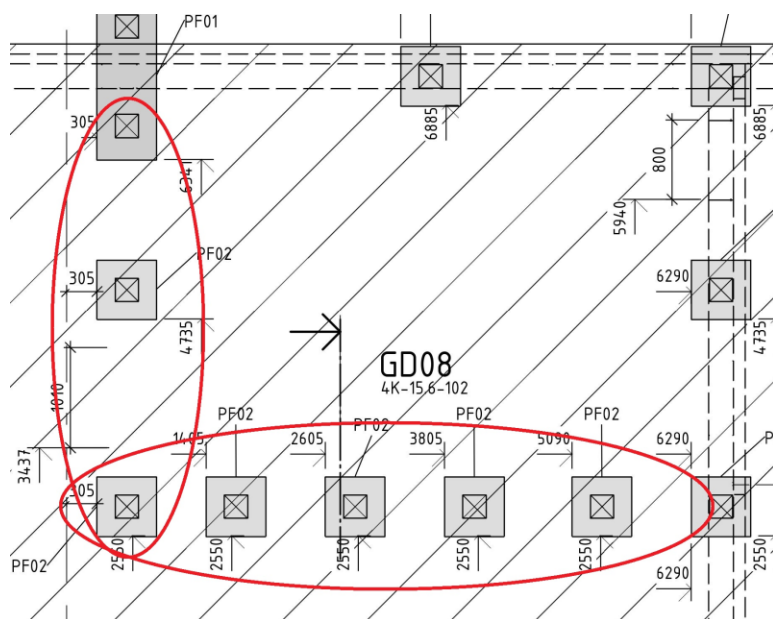
För att undersöka hur olika konstruktörer granskar konstruktionsritningar har det med WSP:s hjälp tagits fram fem ritningar gjorda i Revit (Se kapitel 1.6 Förklaringar) med medvetet inbyggda fel. Detta ska visa vad de olika konstruktörerna upptäcker vid en granskning. Ritningarna kommer från ett flerbostadshus och är sammanhängande för att konstruktörerna ska få en liten uppfattning för projektet men även för att somliga fel syns på mer än en ritning för att skapa helhet. Projektet och ansvariga för ritningarna hålls anonymt, precis som de olika konstruktörerna som utför granskningen.

7.1.1 Inbyggda fel

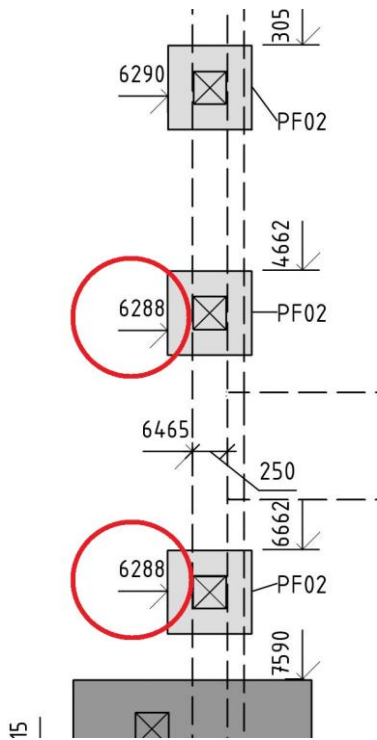
Fel har valts för att få så stor bredd som möjligt av relevanta fel. Felen är av olika karaktärer, några irrelevanta konsekvensmässigt och andra med stora konsekvenser så som risk för ras om de passerar granskningen och kommer ut på byggarbetsplatsen.

4K-15.1-101

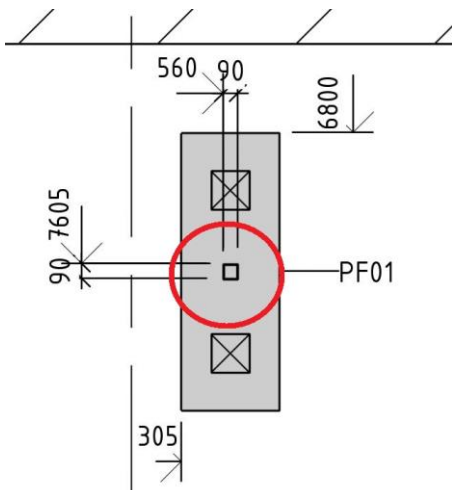
Felen som konstruerats går att finna i bilaga 2. Originalritningen ligger som bilaga 7. Det första felet är de saknade väggarna. De bör upptäckas eftersom väggarna syns på tre av de andra ritningarna. Det verkar även misstänksamt att det finns påfundament men inga väggar.



Andra felet i denna ritning är pålfundamenten som är förskjutna två millimeter. Detta ger i verkligheten inte något större fel, men alla pålar bör vara på samma linje, om inte ska det ifrågasättas vid en granskning.

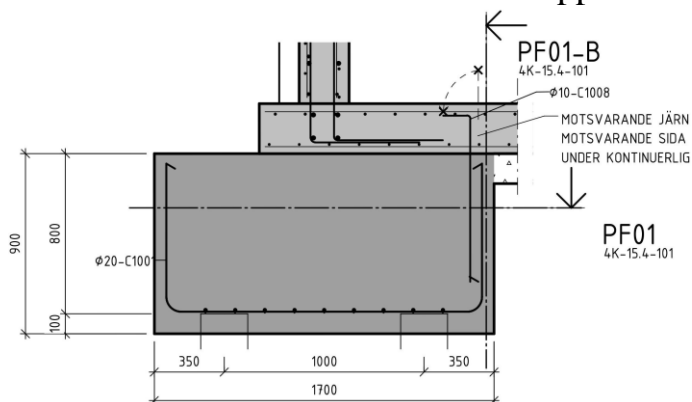


Det tredje inbyggda felet som går att se i ritningen är egentligen inget som med en enskild ritning kan upptäckas. Det är ett VKR-rör som är gravt underdimensionerat och går bättre att se 4K-20.2-001, som ligger som bilaga 5. I originalritningen, se bilaga 10, går den stora skillnaden att se.

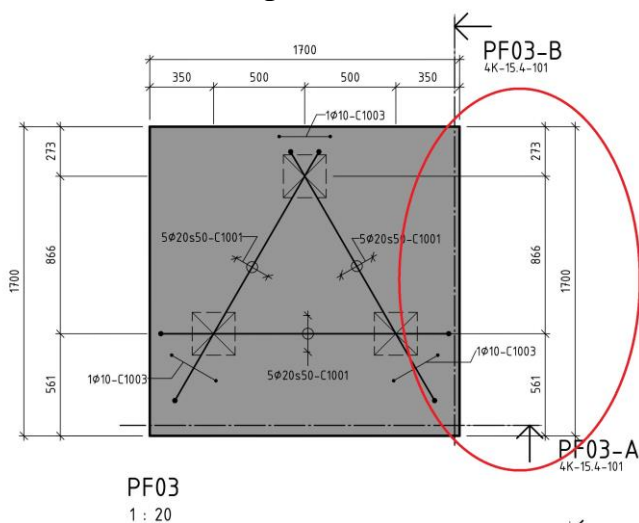


4K-15.4-101

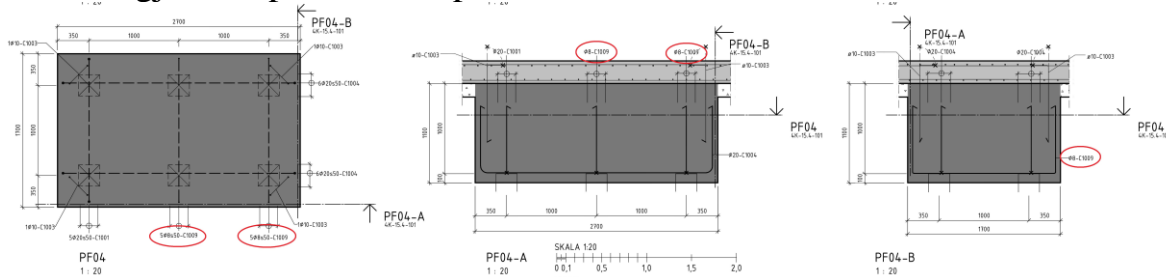
Ritningen ligger som bilaga 3 och originalritningen som bilaga 8. Littera saknas för en av detaljerna. Det är inget som ger en teknisk byggkonsekvens, utan är slarv från konstruktören som upprättat ritningen.



Andra felet är inte heller något som ger konsekvenser på byggarbetsplatsen, men det ser kladdigt ut med dubbel måttsättning.

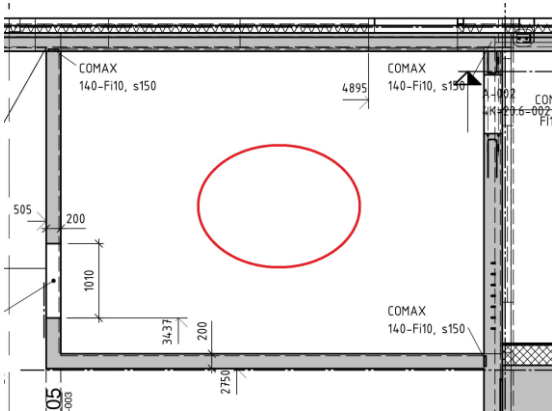


Det sista felet som bör hittas av den granskande konstruktören är armeringen som är väldigt liten. Två av tre armeringar har krympt från 5φ20 till 5φ8. Om detta gjuts på arbetsplatsen blir det stora konsekvenser.

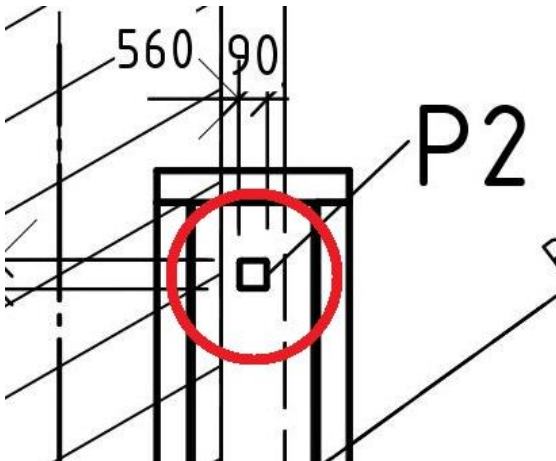


4K-20.1-101

Bilaga 4 visar ritningen med felen och bilaga 9 originalritningen. Litteran som beskriver färdig golvhöjd, underkant och betongens tjocklek saknas för ett rum.

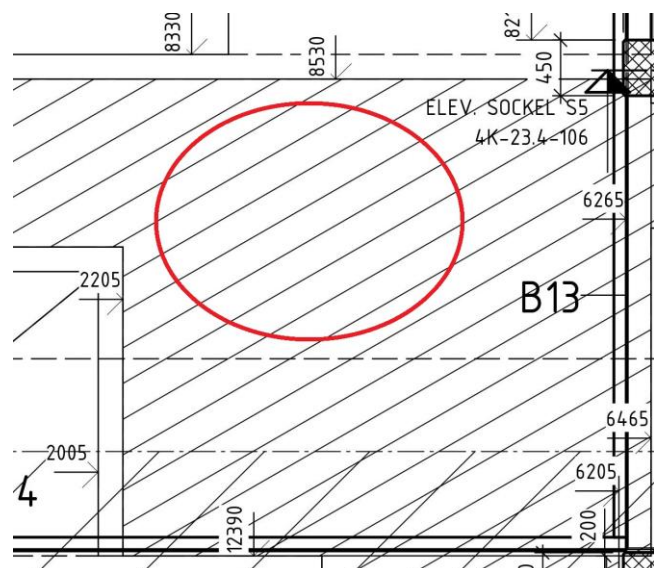


VKR-röret med de för små dimensionerna syns även här.



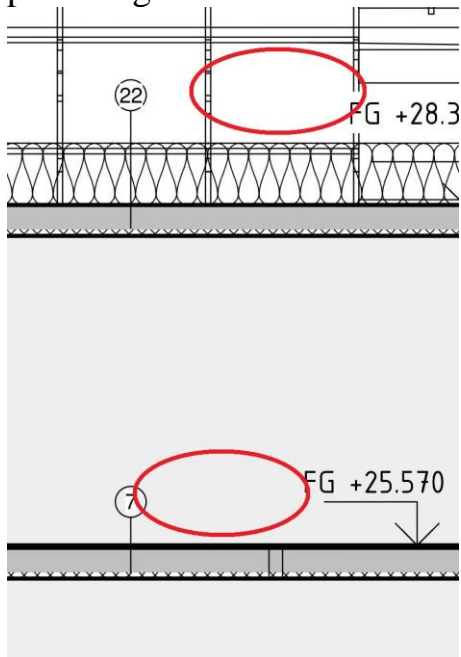
Till sist finns det en skraffering där det är oklart vad denna betyder, det finns ingen förklaring till denna. Detta bör vid en granskning ifrågasättas.

FÖRKLARINGAR ENLIGT 4K-20.1-100
TRANSPORTÖPPNINGAR 2100X1010 BYGGS IGEN EFTER ATT STOMME ÄR REST
FÖRESKRIFTER ALLMÄNNA FÖRESKRIFTER 4K-01.5-001
HÄNVISNINGAR HUVUDEKTIONER SE RIT. 4K-20.2-001; -009 BALK_PELARUPPSTÄLLNINGAR SE RIT. 4K-22.4-100; -103 UPPSTÄLLNING BALKONGER SE RIT. 4K-45.4-100 MÅTT KONTROLLERAS PÅ PLATS AV ENTREPRENÖR/LEV. INNAN TILLVERKNING.

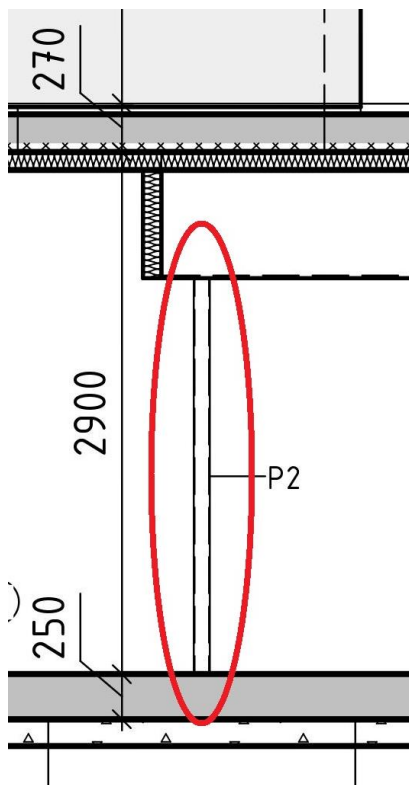


4K-20.2-001

Ritningen ligger som bilaga 5 och originalritningen som bilaga 10. Plan 7 och plan 8 saknas. Det ger inga konsekvenser att de saknas men de bör vara med på ritningen.



På den här ritningen syns VKR-röret tydligt och ser underdimensionerat ut. Det som ska vara en 450x450 betongpelare är utbytt till ett VKR-rör 90x90x4. Konstruktörerna borde ifrågasätta varför pelaren är så smal i bottenplanet i ett flervåningshus.



4K-20.2-010

Ritningen ligger som bilaga 6 och originalritningen som bilaga 11. I denna ritning finns felan endast i förklaringarna för att kontrollera om all text läses igenom vid en granskning. Det är här det går att se att den underdimensionerade pelaren är av typen VKR-rör 90x90x4. Här bör även konstruktören observera att ingen plastfolie i taket är utskrivet. Detta ger förödande konsekvenser eftersom taket då inte blir tätt utan ångspärren (Se kapitel 1.6 Förklaringar).

FÖRKLARINGAR	
OBS! DESSA BET. GÄLLER HUVUDSEK. 4K-20.2-001; -010	
PL = PLAN	
① = 200 SKALVÄGG	⑩ = 250 BETONG 100 CELLPLAST 150 DRÄNERINGSLAGER FIBERDUK
② = 20 PUTS 60 LÄTTKLINKERBTG 170 CELLPLAST 150 PREFABBETONG	⑪ = 250 BETONG 150 DRÄNERINGSLAGER FIBERDUK
③ = 80 LÄTTKLINKERBTG 120 CELLPLAST 250 BETONG	⑫ = 250 BETONG
④ = FIBERDUK 100 CELLPLAST SPÅRAD 250 BETONG	⑬ = SOCKELELEMENT 200 SKALVÄGG
⑤ = FIBERDUK 100 CELLPLAST SPÅRAD 200 BETONG	⑭ = 30 ÖVERGOLV 240 BETONG 100 CELLPLAST 150 DRÄNERINGSLAGER FIBERDUK
⑥ = 200 PLATSGJUTENBTG	⑮ = 250 PREFAB.BTG
⑦ = 20 ÖVERGOLV 250 BETONG	P1 = CIRKULÄR BTG PELARE Ø350
⑧ = 60 ÖVERGOLV MED SLAGLJUDSDÄMPNING 210 BETONG	P2 = VKR 90x90x4
⑨ = 250 JORD FIBERDUK 100 CELLPLAST 10 ENKADRÄIN 10 GJUTASFALT 5 TÄTSKIKT YEP 6500 350 BETONG	BALKAR 950x400: B3,B4,B8,B13,B14 950x600: B1,B2,B6,B7,B9,B10 950x800: B11,B12,B15,B16
⑯ = 80 LÄTTKLINKERBTG 120 CELLPLAST 250 BETONG	
⑰ = 95 MIN.ULL 2*12 MINERITSKIVA	
⑱ = 200 SKALVÄGG 120 MIN.ULL 10 GLASROCK 32 LUFTSPALT 20 U-PLYWOOD PLÅT	
⑲ = SEDUM TÄTSKIKT 2*100 MIN.ULL PLASTFOLIE 111 TRP (KON.BEL.) 100 AKUSTIK.ISOL.	
⑳ = 80 PLATTSÄTT. 50 SAND 100 DRÄNERANDE CELLPLAST TÄTSKIKT 350 BETONG	
㉑ = 80 LÄTTKLINKER	
㉒ = 250 BETONG 500 LÖSULL	
㉓ = 20 ISOVERTAKFOT- SYSTEM 33 EL. LIKVÄRDIGT 250 MIN.ULL+ TAKSTOL 45 MIN.ULL+ 45x70 TRÄREGLAR s450 28 x70 GLESPANEL 2x13 GIPS	
㉔ = 25 LUFTSPALT 20 ISOVERTAKFOT- SYSTEM 33 EL. LIKVÄRDIGT 225 MIN.ULL+ TAKSTOL 45 MIN.ULL+ 45x70 TRÄREGLAR s450 28 x70 GLESPANEL 2x13 GIPS	
㉕ = 300 LÖSULL 45 MIN.ULL + 45x70 GLESPANEL s450 28 x70 GLESPANEL 2x13 GIPS	
㉖ = 25 LUFTSPALT 20 ISOVERTAKFOT- SYSTEM 33 EL. LIKVÄRDIGT 225 MIN.ULL+ TAKSTOL 200 BTG	
㉗ = 20 ISOVERTAKFOT- SYSTEM 33 EL. LIKVÄRDIGT 250 MIN.ULL+ TAKSTOL 200 BTG	
㉘ = 300 LÖSULL 200 BTG	
㉙ = 500 LÖSULL 0,2 PLASTFOLIE 200 BTG	

7.1.2 Utvärdering av konstruktionsritningar

Sex konstruktörer har granskat ritningarna, från fyra olika företag. Alla har med penna markerat på ritningarna det som de ifrågasatt eller tyckt varit fel. Somliga har lämnat kommentarer.

4K-15.1-101 granskat

En av konstruktörerna har markerat att pålfundamenten är förskjutna två millimeter. Övriga av konstruktörerna har inte hittat något de inbyggda felen. Däremot har de påpekat annat som de tycker är slarvigt eller felaktigt på ritningen.

4K-15.4-101 granskat

Det är två av konstruktörerna som har hittat att litteran saknas för en av detaljerna. Det är även två som har upptäckt att två av tre armeringar har fel dimension. En har påpekat att det är dubbel måttsättning. Två av konstruktörerna hade mycket att säga om denna ritning, hur de hade velat ha det istället.

4K-20.1-101 granskat

En konstruktör har upptäckt den underdimensionerade pelaren som syns i den här ritningen. En annan har reagerat att det är något konstigt med pelaren som förut var en betongpelare men är ändrat till ett VKR-rör, men inte att det verkar fel. Att förklaring till skrafferingen saknas har två konstruktörer hittat. Ingen har reagerat på att litteran som beskriver färdig golvhöjd, underkant och betongens tjocklek saknas i ett rum. De har annars påpekat att vissa saker är oklara på ritningarna.

4K-20.2-001 granskat

En konstruktör har reagerat över VKR-röret och markerat det. Ingen har upptäckt att plan 7 och plan 8 saknas. Konstruktörerna har påpekat några missar som enligt dem är fel på ritningen i övrigt.

4K-20.2-010 granskat

Samma konstruktör som upptäckt VKR-röret i de andra ritningarna har här markerat texten med VKR-röret och sagt att det är fel. Denna konstruktör är den även den enda som upptäckt att plastfolien saknas och har markerat detta. Ingen av de övriga konstruktörerna har upptäckt att plastfolien saknas även om de verkar ha läst igenom texten, då de kommenterat på andra saker.

8 Analys

Som framgår av undersökningen har de olika företagen inte liknande riktlinjer. En del av de intervjuade påstår att det finns riktlinjer hur granskningsprocessen ska utföras på sitt företag men att det är upp till den enskilde hur det ska utföras och att företaget inte har någon koll eller uppföljning att riktlinjerna följs. Även Fröderberg har tagit upp problemet med att det är upp till den enskilde konstruktören. Detta framgår även via ritningarna som skickats ut för granskning av konstruktörerna. Det märks tydligt att de tittar och ifrågasätter olika saker i ritningarna på respektive kontor. Många tittar framförallt det rittekniska och estetiska på ritningarna. Vilket de under intervjun även påpekat är viktigt för att ritningarna ska representera företaget. Fokus under granskningen verkar vara på fel saker, även om det rittekniska är viktigt, är det kanske inte där huvudfokus borde ligga då dessa fel inte har några direkta konsekvenser.

Någon har påpekat att det är olika typsnitt i förklaringar på ritning 4K-20.2-010 men inte sett att det sakas plastfolie i hela takkonstruktionen. Något som skulle kunna få förödande konsekvenser både för ett litet och stort projekt då fuktskador hade kommit att påvisats. Detta hade heller inte kommit att ses på en besiktning. Konstruktörerna läser alltså igenom texten men reagerar endast på det estetiska på ritningen och inte det som är av tyngst betydelse. Endast en av de sex konstruktörerna reagerade att plastfolien saknas, även om detta borde vara ett uppenbart fel utan att veta vidare mycket om byggnaden som ritningarna syftar till.

Det andra felet med förödande konsekvenser var att pelaren var märkbart underdimensionerad, som syns tydligast på ritning 4K-20.2-001. Detta har också endast en av de sex intervjuade konstruktörerna reagerat på. Hade detta fel kommit ut på byggarbetsplatsen och ingen på produktionen hade reagerat hade antagligen byggnaden rasat vilket är något av det värsta som kan hända. Från denna kan slutsats dras att även beräkningarna behöver ses över vid en granskning då endast en reagerat över detta på ritningen fast det i detta fall var så pass överdrivet. Enligt Fröderberg och de flesta intervjuade önskar även konstruktörerna att beräkningarna ska ses över av någon annan p.g.a. att något fel i beräkningarna kan vara svårt att upptäcka själv vid en egenkontroll och att det kan kännas som en trygghet då det handlar om mycket ansvar för en konstruktör. Även professorn i konstruktionsteknik påpekar vikten av dokumentation av beräkningarna för att någon annan alltid ska kunna kolla igenom dessa på ett enkelt sätt.

Två av konstruktörerna reagerade på att armeringen var olika på ritning 4K-15.4-101 och att armeringen verkade i underkant. Detta är ett fel som fler borde reagera på då armeringarna har olika dimensioner, man behöver alltså inte veta något mer för att ana att det är något fel. Även detta indikerar på att konstruktörerna tittar på ritningen utan att riktigt tänka efter. Man fokuserar än en gång på fel saker så som det estetiska och missar det med värre konsekvenser.

Vet inte konstruktören hur och vad den ska ifrågasätta i en granskning kan det vara en irrelevant process. Det räcker inte att bara utföra en granskning eller kontroll bara för att den ska utföras, den måste utföras på ett kvalitativt sätt så att fel kan elimineras. Även om tiden ständigt tas upp som den bidragande faktorn för att en granskning utförs felaktigt, verkar det lika viktigt att veta vad som ska kontrolleras och hur det ska utföras.

Tid är den faktor som sägs ha störst betydelse för att en granskning inte utförs eller utförs slarvigt. Det kan ifrågasättas varför inte tid faktiskt ges till en kvalitativ granskning, då fel kan upptäckas och bygget slipper ÄTA-arbeten (Se kapitel 1.6 Förklaringar) i onödan för att konstruktörerna fick en extra halv dag eller dag att granska ritningarna på. Som denna rapport har påvisat är granskningen idag inte tillräcklig. Det är många fel i produktionen som beror på att handlingarna inte stämmer eller inte är tydliga nog. Extra tid avsatt enbart för granskning hade eliminerat delar av detta.

Som Kenniston (2003) påpekar är det bättre för projektet om handlingarna är klara i tid. De intervjuade håller med men säger också att det är näst intill omöjligt i en totalentreprenad. Där börjar konstruktörerna med grunden trots att lastnedräkning behövs för att säkerställa att grunden är dimensionerad nog för att bära resterade delar av byggnaden. Att entreprenaden efterfrågar handlingar på detta sätt skapar stress hos inte bara konstruktörer utan även hos andra aktörer inblandade. Bra förståelse för varandras yrken och prestigelöshet är enligt de intervjuade vad som skapar en god relation mellan konstruktörer och entreprenörer.

Det intressanta med lagändringen 1995 är att i tron om att byggprocessen skulle bli billigare och bättre i framtiden har kostnaderna nu stigit och kvaliteten av handlingarna har blivit sämre. Det skulle behövas ett mellanting från dagsläget och för 20 år sedan där byggnadsnämnden kontrollerade allt. Problemen som uppstår är vad detta kan tänkas vara och vem som ska betala för det. Förslaget på vad detta kan tänkas vara för mellanting är att projekt och företag blir slumpmässigt kontrollerade. Det är alltså inte alla projekt som blir granskade av samhället, men risken finns. Det är tänkt att om risken finns att bli offentligt granskade så skärps granskningsprocessen. Då blir kvaliteten på

handlingarna bättre för att företagen och även den enskilde konstruktören inte vill få ett slag på fingrarna att de måste skärpa sig.

Skottland har i denna rapport visat sig vara en extremt bra förebild, i alla fall i teorin. Det är en bra tanke att omfattningen på projektets storlek, kostnad och komplexitet avgör vilken omfattning granskningen ska vara på. För om företagen inte behöver granska små projekt i stor omfattning känns inte hela granskningsprocessen så krävande som den verkar uppfattas idag.

9 Diskussion

Rapportens syfte anses väl besvarat. Syftet var att undersöka hur granskningen går till och problematiken i dagsläget. Det anses besvarat liksom att finna orsaker till att handlingarna inte håller rätt kvalitet samt identifierat problem som finns.

Intervjuerna som ligger till grund till arbetet har alla utförts hos aktiva konstruktörer i Helsingborg, Lund, Malmö och Kristianstad. För att få en bredare syn och större variation hade studien gynnats av en större undersökning på fler arbetsplatser och fler konstruktörer i olika regioner.

Problematiken att använda en intervjustudie är att informationen som samlats påverkas i stor grad av frågorna som ställs under själva intervjun och hur de intervjuade tolkar frågorna samt hur de som utför intervjun påverkar de intervjuade. Informationen som samlats baseras på personernas individuella åsikter och uppfattningar vilket påverkar resultatet av rapporten i hög grad. Det finns en risk att de intervjuade även anpassat svaren för att ge de svar som de trodde att intervjuarna ville höra.

Dokumentstudien som de granskade ritningarna ligger till grund för hade kunnat göras på ett annorlunda sätt för att få ett bättre resultat att använda sig av. Det hade förmodligen varit bättre att skicka ut kompletta handlingar av ett mindre projekt så att konstruktörerna förstått projektet bättre än för att skicka ut ett urplock av ett stort projekt. Dessa ritningar visade sig innehålla många befintliga fel utöver de fel som medvetets lades in, så en noggrannare kontroll av ritningarna innan utskick hade varit att rekommendera. En stor risk med att be konstruktörer granska för en undersökning är att de utför en noggrannare granskning än vad de egentligen skulle ha gjort för de förväntar sig att hitta fel. En annan risk är den motsatta, att konstruktörerna utför granskningen slarvigare än de normalt skulle ha gjort eftersom det inte är ett riktigt projekt och därför inte prioriterar sin tid på detta.

Brister i granskningen är svår att hitta en enda orsak till. Det är ett flertal potentiella orsaker som har lett granskningen till dit den är idag. En svårighet med undersökning har varit att företagen arbetar olika och har olika värderingar. De har alla påstått att granskning är en viktig del av processen men det är något av det första som förbises när tiden inte finns. Men att fel missas i granskningen är svårt att härleda till en enda orsak. Det är inte bara tiden som saknas. Tydliga riktlinjer saknas också. Det är dock inget som går att bevisa om konstruktörer gav mer tid till granskning att felen skulle minska och kvaliteten bli bättre, men det är ett troligt scenario.

Vikten har i denna undersökning lagts på förståelsen för hur granskning går till och vad som ligger till grund till orsaken att granskningen inte utförs som den borde. För att kunna effektivisera granskningsprocessen och försäkra sig om att granskning utförs borde en större undersökning av problemet utföras.

10 Slutsats

Konstruktörer verkar generellt tycka att granskningen av konstruktionshandlingar är viktig. Ändå är det granskningen som blir bortprioriterad när tiden inte finns. Intervjuerna pekar på att granskningen inte görs för att det inte finns tillräckligt mycket tid till det. Eftersom det inte finns någon kontroll av vare sig granskningen eller beräkningarna från samhällets sida, sköter företagen detta på sitt eget sätt. Detta får konsekvensen att granskningen blir av olika kvalitet på olika företag och beroende på vem som granskar. Det finns inget protokoll som styr över hur en granskning ska gå till. Varje enskilt företag har tagit fram egna riktlinjer och kvalitetssäkringssystem, somliga bättre än andra. Dokumentstudien visar att av de sex konstruktörer som utförde granskningen påpekade de alla på olika saker. De inbyggda felen var det däremot inte många som hittade. Granskningen är alltså idag inte så bra som den borde vara eller så bra som den kunnat bli. Att utföra en granskning innebär inte att alla fel raderas från handlingen. För att säkerställa att en kvalitativ granskning görs behöver den som utför granskningen erfarenhet och tillräckligt med tid.

Innan en bygghandling hamnar hos entreprenören bör alltid en granskning ske. Omfattningen av granskningen och kontrollen av konstruktionshandlingar bör avgöras av projektets storlek, komplexitet och konsekvenserna om fel skulle inträffa. Detta för att det inte ska uppfattas som en för tidskrävande del i projektet och för att höja motivationen samt för att få det mer kostnadseffektivt. Andra länders sätt att granska är eventuella förebilder, t.ex. Skottlands sätt där en erfaren och certifierad konstruktör definierar graden av komplexitet och risk och därefter tar en slutsats i vilken omfattning av granskning som krävs. Byggbranschen kan även lära av Trafikverket. Trafikverket granskar konstruktionen av broar på ett sätt som påminner om Sverige innan 1995 när byggnadsnämnden skötte all granskning.

En skarpare kontroll från samhällets sida är nödvändig för att få en kvalitativ granskningsprocess i praktiken. Vinningen med en kvalitativ granskningsprocess är att eliminera felen som kan finnas i konstruktionshandlingar. I stora och komplexa projekt bör därför en extern granskning vara obligatorisk, det ska inte vara upp till företaget utan det ska finnas reglering för dessa. PBL och dess tillämpningsregler måste innefatta tydliga och konkreta krav. En oberoende extern granskning utförd av en kvalificerad part hade i troligtvis höjt kvaliteten av handlingarna. Då även företagen hade tagit sin interna granskning mer seriöst i och med att en myndighet ska kontrollera handlingarna. Det är en kostnadsfråga om en extern part ska granska alla handlingar som produceras. Idéer till detta är att införa slumpmässiga kontroller från myndighetens sida eller som tidigare nämnts att

endast införa extern kontroll vid avancerade och komplexa projekt. Att införa slumpmässiga kontroller och sanktioner hade medfört ett hot om att handlingarna när som helst kan komma att bli kontrollerade av myndigheter och därmed hade företagen troligtvis prioriterat granskningen även vid tidsbrist.

Det måste ställas krav på dokumentation av stabilitet och bärförmåga samt att beskrivningar av konstruktörerna måste förbättras. Om konstruktörer tvingas att dokumentera sitt tillvägagångssätt på ett sätt som är beskrivet för en person som inte är insatt i projektet lär konstruktören dessutom hitta många fel själv. Det är viktigt att tydligt kunna beskriva och förstå vad det är som görs i projekteringen. Denna dokumentation möjliggör även en kvalitativ tredjepartskontroll.

11 Rekommendationer för fortsatta studier

Fortsatta studier inom ämnet granskning kan vara att kontrollera hur entreprenören ser på granskning och om ytterligare en granskning bör ske från deras sida. Entreprenören är den som ska förstå handlingarna och bygga efter dem, det kan därför vara av vikt att denna kan lita på handlingarna och känner till granskningsarbetet.

Nästa rekommendation är att kontrollera vad kostanden för granskningen faktiskt blir jämförelsevis med vad det kostar att rätta till felen i efterhand. I denna rapport har inte någon hänsyn till kostnader i den bemärkelsen tagits.

Sista rekommendationen är att undersöka vem som ska finansiera och ansvara för granskningen. I denna rapport har det kommit fram att någon behöver ta ansvar för granskningen, men vem är det som ska ta detta på sig och finansiera det?

12 Referensförteckning

Andersen. H (1994), *Vetenskapsteori och metodlära: En introduktion*, Studentlitteratur, Lund

Arbetsmiljöverket (2015), *Kistaraset företagsbot* (Hämtad 2016-03-10)
<https://www.av.se/arbetsmiljoarbete-och-inspektioner/boter-straфф-och-sanktionsavgifter/foretagsbot/kistaraset-foretagsbot/>

Boverket (2011), *Erfarenheter från takras i Sverige vintrarna 2009/10 och 2010/11 En slutredovisning av Boverkets regeringsuppdrag M2010/2276/H*

Boverket (2014), *Rapport 2014:11 Förstudie kontrollplan*

Boverket (2014), *Byggherrens ansvar* (Hämtad 2016-03-11)
<http://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/lov--byggande/byggprocessen/byggherrens-ansvar/>

Boverket (2016), *Boverkets konstruktionsregler, EKS 10*

Boverket (2016), *Om Boverkets konstruktionsregler, EKS* (Hämtad 2016-03-11)
<http://www.boverket.se/sv/byggande/regler-for-byggande/om-boverkets-konstruktionsregler-eks/>

Badran. M, Zetterlind. S (2013), *Fel i byggskedet som kan härledas till projekteringen*, Karlstads Universitet

Buensoz. E, Ziegenhagen. E (2013), *Orsaker och konsekvenser av byggfel*, Jönköping

Direktoratet for byggkvalitet (Hämtad 2016-04-13)
<http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Temaveiledninger/Veiledning-uavhengig-kontroll/?dxp=%2Fdxp%2Fcontent%2Fuavhengigkontroll%2F1%2F1%2F>

Engström. S, Johansson. S (2014), *Trafikverkets granskningsprocess vid totalentreprenader Erfarenhet och fallstudie av broprojekt*, Department of Civil and Environmental Engineering Division of Construction Management CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY Gothenburg, Sweden 2014

Fröderberg. M (2014), *The human factor in structural engineering: A source of uncertainty and reduced structural safety*, Faculty of Engineering, Division of Structural Engineering, Lund University, Lund

Granroth. M (2011), *BIM - ByggnadsInformationsModellering*. 1. uppl. Stockholm, KTH.

Hansson. B, Olander. S, Landin. A, Aulin. R, Persson. U (2015), *Byggledning: Projektering*, Studentlitteratur, Lund

Holme. I. M, Solvang. B. K (1997), *Forskningsmetodik: Om kvalitativa och kvantitativa metoder*, Studentlitteratur, Sweden

Hultqvist. A, Jansson. D (2013), *Brister i bygghandlingar - En intervjustudie av de brister i ritningar som påverkar den övergripande byggkvaliteten i produktionsskedet*, Institutionen för bygg- och miljöteknik, Avdelningen för Construction Management, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg 2013

Höst. M, Regnell. B, Runesson. P (2006), *Att genomföra examensarbete*, Studentlitteratur, Lund

Josephson. P-E (2013), *Långsiktig framgång – reducera fel och slöseri i byggandet*, svensk byggtjänst, Malmö

Josephson. P-E, Larsson. B (2001), *Det är konstigt att vi inte upptäckte det tidigare – Betydelsen av tidig felupptäckt i byggprojekt*, SG idé & tyck ab, Göteborg

Karlsson. R, Andersson Markkanen. J (2012), *Hantering av bygghandlingar – En intern granskning av STRABAG Sveriges rutiner*, KTH, Sweden

Kenniston. J (2003), *Current issues surrounding the quality of construction documents*, Worcester Polytechnic Institute, Civil & Environmental Engineering

Lopez. R, Love. P. E. (2011). *Design error costs in construction projects*. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138, 585-593

Nilsson. M, Svennered. M (2012), *Integrerad arbetsprocess mellan projektör och konstruktör*, Institution för bygg- och miljöteknik, Avdelningen för konstruktionsteknik, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg

Nordstrand. U (2008), *Byggprocessen*, Liber AB, Nacka

Statens haverikommission (2013), *Slutrapport RO 2013:03*, Stockholm

Structural Engineers Registration Ltd (2006), *Guidelines of checking the structural design of buildings*

Svensk Byggtjänst (2014), *Besparingsmöjligheter genom effektivare kommunikation i byggprocesser*, Industrifakta, Helsingborg

Thelandersson. S, Elfgren. L, Gylltoft. K, Sundquist. H (2012), *Byggnader som rasar växande problem i Sverige*, DN Debatt Publicerad 2012-11-06
<http://www.dn.se/debatt/byggnader-som-rasar-vaxande-problem-i-sverige/>

Verksamhetssystemet WSP Säkerhetsställande av resultat – Ej projektering

Verksamhetssystemet WSP Säkerhetsställande av resultat – Projektering

Bilaga1

Tabell 1. Granskningsnivå (Structural Engineers Registration Ltd, 2006)

Granskningsnivå (Design Check Level - DCL)	Minimikrav för kontroll av ritningar, beräkningar och specifikationer
DCL 1 Egenkontroll	En certifierad person som även är konstruktören i projektet kan kontrollera sina egna beräkningar
DCL 2 Enkel granskning	Konstruktionen ska bli undersökt av personer som inte är med i framställningen av konstruktionsberäkningar. En certifierad person som inte är densamma som konstruktören ska utföra denna granskning.
DCL 3 Mellanliggande granskning	Konstruktionen ska bli mer ingående undersökt gällande beräkningar jämfört med en enkel granskning. Granskningen kan fortfarande utföras av personer som är med i designteamet men som inte är inblandade i framställningen av konstruktionsberäkningar. En certifierad person som inte är densamma som konstruktören ska utföra denna granskning.
DCL 4 Utökad granskning	Tredje parts granskning: en detaljerad granskning med hänvisning till ritningarna men inte originalberäkningarna skall utföras av en person eller en grupp som inte varit inblandad i någon aspekt av den ursprungliga designen.

En viktig faktor för att avgöra en lämplig granskningsnivå är konsekvenserna av fel i konstruktionen. Tre riskklasser baserade på konsekvens klassifikationen i EN 1990 (Eurokod) har antagits i SERs granskningsprocess enligt följande:

Tabell 2. Riskklass (Structural Engineers Registration Ltd, 2006)

Riskklass (Risk Class – RC)	Beskrivning
RC1	Låg risk för dödsfall och där ekonomiska, sociala eller miljömässiga konsekvenser är små eller försumbara.

RC2	Medelstor risk för dödsfall och där ekonomiska, sociala eller miljömässiga konsekvenser är betydande.
RC3	Hög risk för dödsfall och där ekonomiska, sociala eller miljömässiga konsekvenser är stora.

Konstruktioner där ingen oberoende kontroll är nödvändig. (Certifierad person kan vara densamma som konstruktören):

Tabell 3. Riskklassificering (Structural Engineers Registration Ltd, 2006)

Riskklassificering (Risk Classification – RC)	Byggnadstyp och typ av grundläggning
RC1	Enkla hus inklusive ändringar och tillägg till befintliga hus. Små byggnader Mindre förändringar av fabriker, lagerbyggnader eller kontor som enligt certifierad bedöms tillhöra risk klassifikation RC1.

Konstruktion som måste genomgå en oberoende granskning:

Tabell 4. Riskklassificering (Structural Engineers Registration Ltd, 2006)

Riskklassificering (Risk Classification – RC)	Byggnadstyp och typ av grundläggning
RC2A	Hotell som högst består av fyra våningar Lägenheter och andra bostadshus som högst består av fyra våningar Kontor som högst består av fyra våningar Fabriker som högst består av tre våningar Butiker och slutna köpcentrum som högst består av tre våningar på mindre än 2000 kvm golvyta i varje våning.

	<p>Skolbyggnader som består av ett plan</p> <p>Monteringsbyggnader, underhållsbyggnader och andra byggnader som är tillgängliga för allmänheten som högst består av två våningar på mindre än 2000 kvm golvyta i varje våning</p>
RC2B	<p>Hotell, lägenheter och andra bostadshus högre än fyra våningar men lägre än 15 våningar</p> <p>Pedagogiska byggnader högre än en våning men högst 15 våningar</p> <p>Butiker och slutna köpcentrum med mer än tre våningar men högst 15 våningar</p> <p>Sjukhus på högst tre våningar</p> <p>Kontor högre än fyra våningar men lägre än 15 våningar</p> <p>Monteringsbyggnader, underhållsbyggnader och andra byggnader som är tillgängliga för allmänheten och med varje våningsyta på mer än 2000kvm men inte mer än 5000kvm</p> <p>Öppna parkeringsplatser och lagerbyggnader på mer än sex våningar</p> <p>Läktare för upp till 5000 åskådare</p>
RC3	<p>Flervåningshus med svår grundläggning och som är högre än 15 våningar</p> <p>Byggnader med okonventionell konstruktion och speciell arkitektur</p> <p>Byggnader benägna med dynamisk instabilitet</p> <p>Alla byggnader som definieras ovan som RC2A och RC2B som överskrider</p>

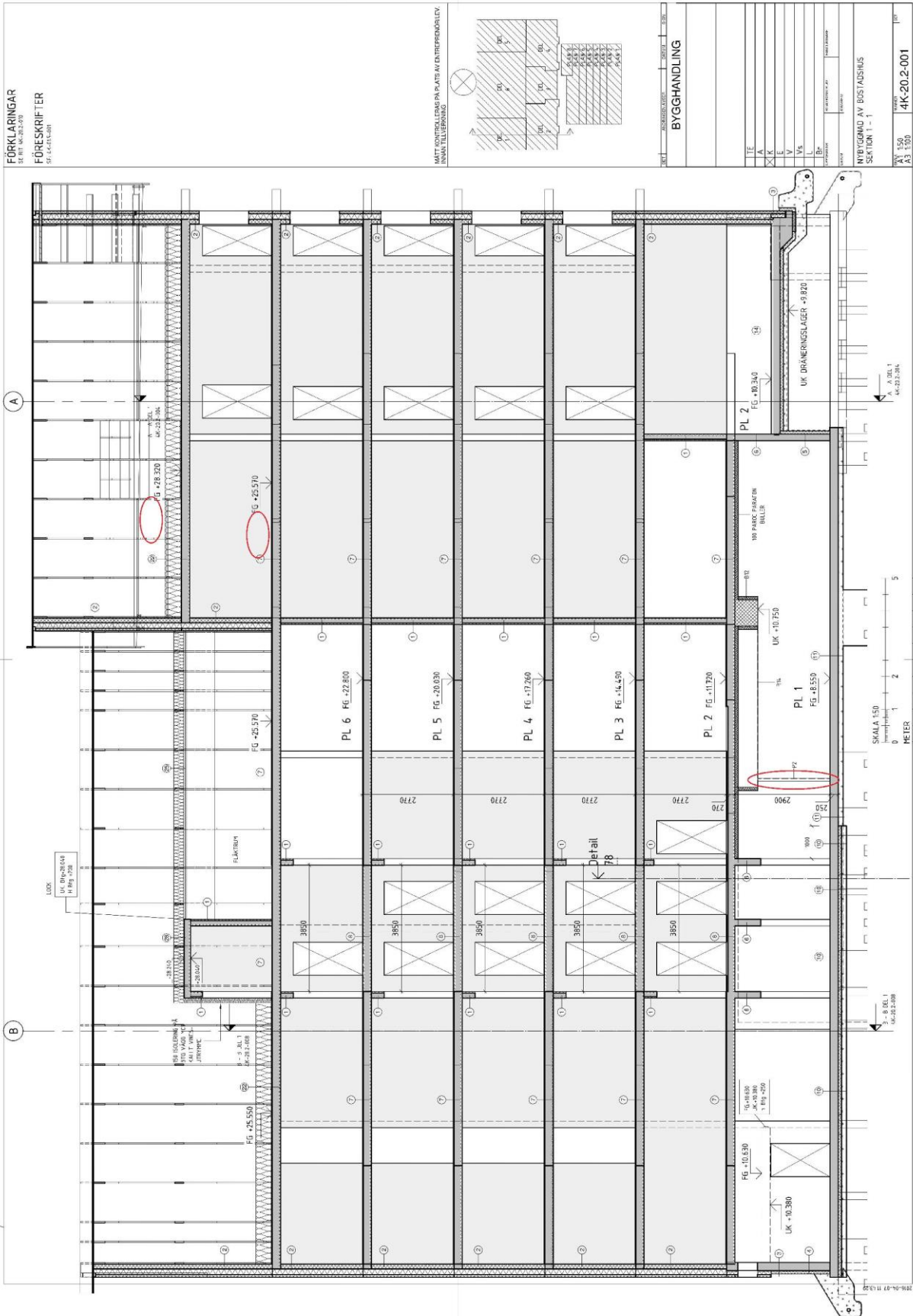
	<p>gränserna för området och/eller antal våningar</p> <p>Låktare och sportarenor som rymmer mer än 5000 åskådare</p> <p>Lagerbyggnader och fabriker av den mest komplicerade typen samt områden av särskild brandrisk</p>
--	---

Tabell 5. Granskningsnivå (Structural Engineers Registration Ltd, 2006)

Granskningsnivå	Relevant riskklassificering	Granskningens omfattning
DCL 2 Enkel granskning	RC2A	<p>Kontroller av följande ska finnas med vid en granskning:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principiella och primära designfunktioner - Kontroll av beräkningar - Översyn av bärlighet och utformning av fundament - Detaljerad granskning av stabilitet och lastantaganden - Vid förändring av befintlig byggnad ska denna överses med en tillståndsbedömning - Kontrollera kollapskrav - En översyn av den strukturella brandsäkerheten - En kontroll av berättigade planer och specifikation
DCL 3 Mellanliggande granskning	RC2B	<p>Den mellanliggande granskningen ska täcka samma kriterier som den enkla granskningen men en utökad kontroll av konstruktionsberäkningarna ska göras. Särskild uppmärksamhet bör ägnas åt kritiska eller viktiga element.</p>

DCL 4 Utökad granskning	RC3	Denna kategori av byggnad kräver en fullständig granskning som ska utföras av en grupp som inte varit involverade i projektet tidigare. Gruppen som granskar ska ha tillgång till ritningarna och beskrivningarna samt bör analysera konstruktionsberäkningarna utan hänvisning till konstruktionsantaganden eller beräkningar som utförts av designgruppen.
-------------------------------	-----	--

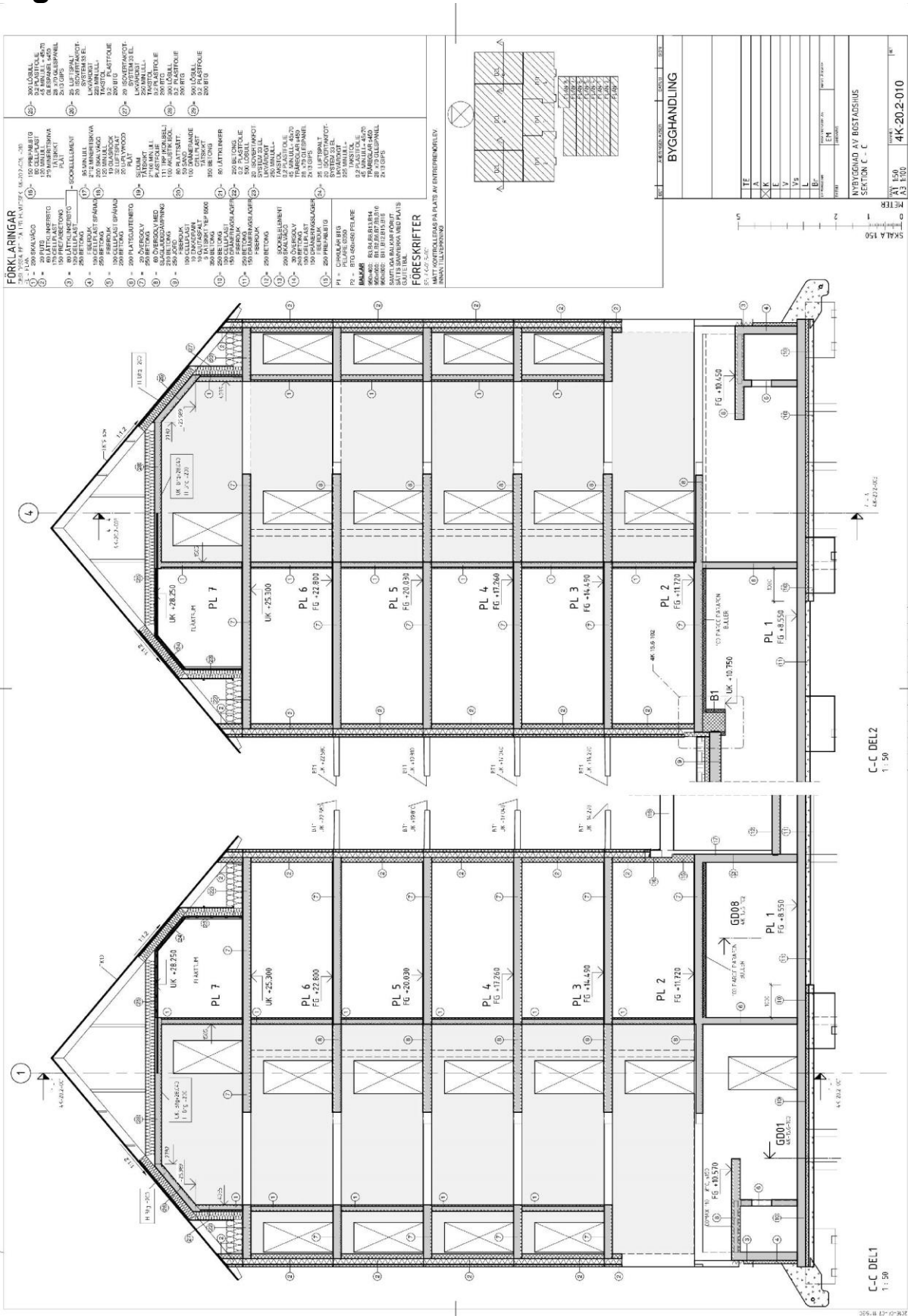
Bilaga 5



Bilaga 6



Bilaga 11



Bilaga 12

1. Vilken roll som konstruktör har du? *Handläggare alt. uppdragsansvarig?*
2. Var har du för utbildning?
3. Hur länge har du arbetat som konstruktör?
4. Vilka typer av projekt har du arbetat med det senaste året?

5. Hur viktigt anser du att det är att dina handlingar (beräkningar och ritningar) granskas innan utskick? Skala 1-10. *Svarar man 10 så ska man vara beredd att inte leverera handlingar på utsatt datum om granskningen ej är utförd och då vara beredd på vite mm.*
6. Hur länge har du arbetat med att granska andras arbete (ritningar/beräkningar)?
7. Gör du alltid egenkontroller på ditt arbete? *Varför/Varför inte? Om inte, hur garanterar du då att ditt arbete blir felfritt?*
8. Beskriv kortfattat hur granskningsarbetet utförs på dina projekt?
9. Tror du att ditt granskningsförfarande skiljer sig från dina kollegors sätt att granska?
10. Hur mycket tid lägger du på granskning av ett projekt som är i storleksordningen 8 personveckor?
11. Vad har du för metod eller hjälp att tillgå vid en granskning? *Checklistor etc.*
12. Känner du till vilka riktlinjer ditt företag har för granskning? *Vilka är de?*
13. Tycker du att granskningen är något som en extern part borde utföra? *Ej kopplat till ditt företag - varför?*
14. Har du någon gång skickat ut handlingar som inte är granskade av annan part/kollega?
15. Har du någon gång skickat ut handlingar som du inte har egenkontrollerat eller granskat själv?
16. Vilka brister upplever du att det finns i granskningen av konstruktionshandlingar idag? *Vad tror du att orsakerna kan vara?*
17. Upplever du att nya och oerfarna konstruktörers arbete granskas noggrannare än äldre och erfarnas?
18. Beskriv hur du redovisar dina beräkningar. *Finns det riktlinjer för dokumentation?*
19. Känner du till kapitlet i EKS 10 angående dokumentation av konstruktionshandlingar? *Kommer ni att följa detta? Vad tycker du om detta tillägg?*

20. Diskuterar du med dina kollegor om lösningar för att komma fram till bästa resultat?
21. Händer det att du i din arbetsgång ritat in ett byggelement som inte är dimensionerat, som är tänkt att dimensioneras i ett senare skede?
Varför?
22. I vilken utsträckning, gällande granskning, använder du dig av datorbaserad hjälp?
23. Hur fungerar erfarenhetsåterföringen på företaget? *Hur kan den bli bättre?*
24. Är det vanligt att produktionen börjar innan alla konstruktionshandlingar är klara? *Om ja, har byggprocessen fortlöpt smärtfritt eller har det uppstått problem?*
25. Hur involverad är du som konstruktör i byggprojektet efter produktionsstart?
26. Vad är viktigast för en bra kommunikation mellan entreprenör och konstruktör?
27. Vad ifrågasätter vanligtvis entreprenören i handlingarna? *Finns det återkommande frågor?*