

Riskinventering i produktionsfas med fokus på kvalitet

Karin Lagebrand

Avdelningen för Konstruktionsteknik
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet, 2014

Rapport TVBK – 5230
ISSN 0349-4969
ISRN: LUTVDG/TVBK-13/5230 (81)

RISKINVENTERING I
PRODUKTIONSFAS MED
FOKUS PÅ KVALITET

KARIN LAGEBRAND

AVDELNINGEN FÖR KONSTRUKTIONSTEKNIK
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
LUNDS UNIVERSITET

SEPTEMBER 2013

AVDELNINGEN FÖR KONSTRUKTIONSTEKNIK

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA

Box 118

221 00 LUND

DIVISION OF STRUCTURAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, LTH

P.O. Box 118

SE-221 00 LUND

SWEDEN

HANDLEDARE

OSKAR LARSSON, AVD. KONSTRUKTIONSTEKNIK LTH

PATRIK SVENSSON, SKANSKA SVERIGE AB

NIKLAS HOLM, SKANSKA TEKNIK AB

EXAMINATOR

SVEN THELANDERSSON,
PROFESSOR EMERITUS, AVD. KONSTRUKTIONSTEKNIK LTH

Förord

Detta examensarbete har genomförts under våren och sommaren 2013 som avslutning på fem års studier vid Civilingenjörsprogrammet Väg- och Vattenbyggnadsteknik på Lunds Tekniska Högskola. Ett stort tack till mina handledare Oskar Larsson, LTH, Patrik Svensson, Skanska Sverige AB och Niklas Holm, Skanska Teknik AB, för alla givande diskussioner och kommentarer. Jag vill även passa på att rikta ett stort tack till medarbetarna på Malmö Live som berättat om projektet och svarat på frågor om allt mellan himmel och jord.

Lund, september 2013

Karin Lagebrand

Sammanfattning

Målet med riskanalyser/riskinventeringar är att uppmärksamma potentiella avvikelser, hur de uppstår och dess konsekvenser. Riskanalys omfattar systematisk identifiering av risker och uppskattning av bedömda riskers omfattning. För att riskanalysen skall vara till någon hjälp är det viktigt att syftet är tydligt och vilka avgränsningar som finns. Det är svårt att eliminera alla risker och därför görs oftare åtgärder för att minimera risken som finns. Riskhantering i byggproduktion har även studerats av Abdelgawad & Fayek (2012).

I ”Journal of Construction Engineering and Management” finns en studie av Aljassmi & Han (2013) som undersöker möjligheten att utreda defekters uppkomst. Defekter och avvikelser påverkar stort en byggnads prestanda, och är en betydande del av de problem ett byggprojekt har idag, vilket betyder att dessa risker behöver identifieras och kvantifieras för att de ska kunna reduceras. En avvikelse uppstår inte på grund av en enskild händelse utan på grund av flera sammanhängande orsaker och händelser.

I rapporten har ett av de större entreprenadföretagens, Skanska Sverige ABs, arbete kring riskinventeringar studerats. Enligt deras föreskrivna rutiner och arbetssätt startar riskhanteringsarbetet redan i anbudsskedet och ska genom hela projektet, och under produktionen, uppdateras. Förutsättningar finns för att göra riskarbetet kontinuerligt, men enligt personerna som intervjuats verkar det inte fungera i praktiken.

Intervjupersonerna beskriver det som att det är stort fokus på arbetsmiljö, vilket gör att kvaliteten kommer i skymundan. Arbetsmiljön och arbetet kring det är fokus när arbetsberedningar och riskinventeringar görs. Till riskinventeringen använder sig företaget av en metod som liknar ”What if”-analys vilket ger en lista med potentiella riskmoment utan någon detaljerad fördjupning.

Processindustrin har utvecklat flera riskanalysmetoder som är möjliga att applicera på ett byggprojekt. Efterintervjuer med personal på pågående projekt och studie av teoretiska riskanalyser föreslår författaren två riskanalysmetoder som kombinerar utvärdering av det tekniska systemet och mänsklig tillförlitlighet är FTA (Felträdsanalys) och ETA (Händelseträdsanalys). Metoderna kan med fördel användas i en och samma riskanalys, men

ofta saknas data för att kunna göra en numerisk värdering av händelserna, vilket gör att det oftare blir en kvalitativ analys än kvantitativ.

En av fördelarna med Felträds-metodiken är att felträdet med sina grenar är lättöverskådligt. Trädet må vara simpelt men strukturen gör metoden enkel att använda och resultatet lätt att redovisa.

Arbetet med att hantera avvikelser verkar vara en gråzon, från intervjupersonerna beskrivs hanteringen utifrån avvikelens storlek. Beroende på omfattningen och påverkan på konstruktionen hanteras eventuella avvikelser och åtgärder olika. Med hjälp av Händelseträds metodiken följer man händelseförloppet framåt i tiden för att identifiera möjliga konsekvenser av händelsen.

Ett kontinuerligt arbete med riskinventering och uppföljning från anbudsskedet till produktionens slut ger bra förutsättningar för att kvalitetsrisker, tillsammans med arbetsmiljö och miljö, skulle kunna minimeras. Det som verkar saknas är just kommunikationen mellan projekteringen och produktionen. Idag är det en tydlig gräns mellan projektering och produktion, men om möjligheterna fanns att bemanna på ett annorlunda sätt och få produktionspersonal att vara delaktig i projekteringen så kanske inte gränsen skulle bli så tydlig. Går det att identifiera en majoritet av potentiella avvikelser redan i projekteringen?

Avvikelse och dess konsekvenser skulle kunna utredas med hjälp av Händelseträdsmetodiken. Fördelarna med valet av analysmetod är dess logiska uppställning och att det är lätt att se hur kontroller ska förhindra att konsekvenserna inträffar. Nackdelen är storleken, det finns ingen begränsning i hur stort det kan göras och det blir snabbt stort om inte avgränsningarna och syftet med analysen är tydlig.

Det verkar inte vara bristen på verktyg att kvalitetssäkra produktionen som gör att avvikelser uppstår, utan de uppstår oftare på grund av brist på pengar och tid. Att en organisation blir personberoende gör den sårbar, det bekräftas av intervjupersonerna.

Abstract

The goal of risk analysis and risk inventories is to identify potential errors, how they arise and their consequences. Risk analysis is the systematic identification of hazards and assessment of risks of estimated extent. It is important that the objective is clear and the boundaries for risk analysis to be helpful. It is difficult to eliminate all risks and therefore there are more frequent measures to minimize the risk. Risk Management in Construction has also been studied by Abdelgawad & Fayek (2012).

In the Journal of Construction Engineering and Management a study by Aljassmi & Han (2013) examines the possibility to investigate defects emergence. Defects and errors have a big impact on a building's performance, and are significant parts of the problems a construction project have today. This means that those risks need to be identified and quantified in order to be able reduce them. A potential error doesn't arise because of a single event, but because of several interrelated causes and events.

The work on risk inventories have in this report been studied for one of the larger construction companies, Skanska Sweden AB. According to their prescribed routines the risk management work starts already in the bidding stage and is updated trough the design and production of the building. The conditions to continuously make the risk assessment exist but in practice the process doesn't seem to work, according the people who have been interviewed.

The interviewees describe it as due to a major focus on the work environment, the quality is somewhat neglected. The work environment is in focus when preparing work and when risk inventories are made. For the risk inventory the company uses a method similar to "What if" analysis, which provides a list of potential risk elements without any detailed depression.

In the process industry several risk analysis methods have been developed that can be used at a construction project as well. Two risk analysis methodologies that combine the evaluation of the technical system and human reliability is FTA (Fault Tree Analysis) and ETA (Event Tree Analysis). Both methods can be used in the same risk analysis but often becomes a qualitative analysis rather than quantitative. One of the advantages for using Fault Tree is that it modeled

as a tree. The tree may be simple but the structure makes the method easy to use and the results easy to report.

The work of managing errors seems to be a gray area. Depending on the extent and impact of the construction, potential errors and actions are handled differently; this is confirmed by the interviewees. Using Event Trees methodology you could follow the course of events in the future to identify the possible consequences of an event.

Continuous work with risk inventory and monitoring from bidding stage to final production may provide good conditions for preventing quality risks, along with working and living environment. Today, there is a clear distinction between design and production, what seems to be missing is the communication between the phases. Is it possible to identify the majority of potential anomalies already in the planning? And what difference would it make if the production staff participated in the design or the other way around, maybe the line wouldn't be so clear.

Deviations and its consequences could be investigated with the help of Event tree. The benefits of choosing the method are the logical layout and the possibility to detect consequences before it happens. The downside of the method is that there is no limit to how big you can make it if your boundaries and purpose isn't clear.

It doesn't seem to be the lack of tools to assure the quality of production that allows errors to occur, but that they aren't used due to lack of time and money. This makes an organization vulnerable because of the dependent on individual performances.

Innehållsförteckning

1	Inledning	3
1.1	Bakgrund.....	3
1.2	Syfte och mål	3
1.3	Problemformuleringar.....	4
1.4	Företag och projekt.....	4
1.5	Avgränsningar.....	4
1.6	Genomförande	4
1.7	Målgrupp.....	5
1.8	Disposition av rapport.....	5
2	Definitioner	7
2.1	Generell definition av risk och riskvärdering	7
2.2	Generellt om riskhantering	8
3	Riskhantering i byggproduktion.....	11
3.1	Riskhantering inom Skanska	11
3.1.1	Anbudsskede	11
3.1.2	Kvalitetssäkring och kvalitetshantering i produktion.....	13
3.1.3	Arbetsberedning	14
3.1.4	Kontrollplan.....	14
3.1.5	Egen- och tilläggskontroll	15
3.1.6	Avvikelsehantering.....	16
3.2	Riskhantering på projektet.....	16

4	Prefabricerat stomsystem och montering i produktionsfas	19
4.1	Montering av våningsplan i produktion.....	20
5	Risikanalysmetoder	23
5.1	Risikanalysmetoder – teori	26
5.2	Sammanfattning av risikanalysmetoderna	35
6	Empiri	39
6.1	Genomförande av intervjuer	39
6.1.1	Intervju med person A.....	39
6.1.2	Intervju med person B	42
6.1.3	Intervju med person C	45
6.2	Analys av intervjuer.....	48
6.2.1	Slutsats.....	51
6.2.2	Risikinventeringsprocessen - Kommentarer.....	52
6.3	Genomförande av Felträdsanalys	52
6.3.1	Exempel på Felträd.....	55
6.3.2	Kommentarer.....	56
7	Hantering av avvikelser i produktionen	59
7.1	Genomförande av Händelseträdsanalys.....	59
7.1.1	Exempel på Händelseträd	61
7.1.2	Kommentarer.....	63
8	Slutsats med diskussion	65
8.1	Möjligheter och risker.....	67

9 Litteraturförteckning.....	69
Appendix 1	71
Intervjufrågor – Kvalitetsansvarig på Malmö Live	71
Intervjufrågor – Montagechef Stomssystem	72
Intervjufrågor – Montageledare Stomssystem.....	73
Appendix 2	74

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Risk kan definieras som sannolikheten för att ett oönskat event med negativa konsekvenser som följd ska inträffa. Byggindustrin är förenad med risker av ”hög sannolikhet och låg konsekvens” (Davidsson, 2003, p. 29), jämfört med exempelvis kärnkraftindustrin som har ett omvänt förhållande. Risker värderas ofta som en produkt av sannolikheten och dess konsekvenser (Det Norske Veritas, 1997). Enligt Davidsson (2003) är det omöjligt att ta hänsyn till alla faktorer och händelser som uppstår pga. människan då hon inte är rationell och kalkylerande.

I ”Journal of Construction Engineering and Management” finns en studie av Aljassmi & Han (2013) som undersöker möjligheten att utreda defekters uppkomst. Defekter och avvikelser inverkar på en byggnads prestanda, vilket betyder att dessa risker behöver identifieras och kvantifieras för att de ska kunna reduceras. En avvikelse uppstår inte på grund av en enskild händelse utan på grund av flera sammanhängande orsaker och händelser.

Företagens intresse i att göra riskanalyser ligger i att skapa goodwill, en bra miljöprofil och visa på kvalitet. Riskanalysen är ett hjälpmedel för att identifiera riskkällor och situationer, osäkerheter kring oönskade händelser. Men en riskanalys underskattar förmodligen sannolikheten för att en avvikelse ska inträffa då människor antas följa regler och instruktioner (Davidsson, 2003).

Målet med riskanalyser är att uppmärksamma potentiella avvikelser, hur de uppstår och dess konsekvenser. Det är viktigt att formulera målen med riskanalysen tydligt för att arbetet ska bli effektivt och strukturerat (Davidsson, 2003).

1.2 Syfte och mål

Syftet med examensarbetet är att undersöka hur Skanska jobbar med riskhantering och riskanalysmetoder i synnerhet. Kan produktionen kvalitetssäkras genom en riskinventering? Examensarbetet avslutas med förslag på åtgärdsmetodik för riskmoment med låg sannolikhet och stora konsekvenser, detta med hjälp av exempel.

1.3 Problemformuleringar

- Hur jobbar Skanska generellt med riskhantering? Jämförelse med arbetssätt vid stommontage och generellt riskhanteringsarbete på projektet
- Hur kan dagens riskinventering förbättras när det gäller kvalitetsaspekter?
- Kan produktionen kvalitetssäkras genom riskanalysbedömningar?
- Hur kan moment som påverkar kvaliteten hanteras?

1.4 Företag och projekt

Projektet som examensarbetet undersöker är Malmö Live med byggstart sommaren 2012. Skanska Sverige AB är entreprenören som driver projektet och anlitar underentreprenör för stomresningen är Skanska Stomsystem. Projektet består av tre huskroppar; ett hotell, en kongress och en konsertsal.

1.5 Avgränsningar

Examensarbetet inriktar sig på att undersöka hur riskinventeringsarbetet genomförs och därför är övriga delar av projektet inte inkluderade i rapporten. Arbetet begränsas i tiden av examensarbetets omfattning (30 högskolepoäng) och görs under en del av produktionstiden. Fokus ligger på kvalitetssäkring i produktionen och arbetet kommer att fokuseras till stomresningen av hotellet i projektet.

1.6 Genomförande

Examensarbetet görs med hjälp av litteratur, intervjuer och studie av stomresning. Studien görs med kvalitativt fokus och frågeställningarna bestäms av produktionsfasen och påbörjad litteraturstudie. Därefter görs intervjuer i syfte att få svar på frågeställningarna och en uppfattning om utvecklingsmöjligheter. Kvalitativa ostrukturerade intervjuer ger möjlighet att säkerställa att information är verklighetsrelaterad och de öppna frågorna ger möjlighet för den tillfrågade att utveckla sina svar. Studien görs med ett deduktivt arbetssätt vilket innebär att författaren drar slutsatser om en händelse utifrån befintliga teorier. Empirin ska ge svar på om teorin kan överensstämma med verkligheten.

1.7 Målgrupp

Arbetets målgrupp är projektets medarbetare. Utöver dessa, andra i branschen som jobbar med riskinventeringar och/eller kvalitetssäkring i produktionen.

1.8 Disposition av rapport

Arbetet byggs upp genom en inledning med bakgrund, mål och avgränsningar. Definitioner av risk, riskvärdering och riskhantering presenteras först. Därefter förklaras prefabricerade stomsystem och en beskrivning av stomresningen på projektet följer.

En allmän beskrivning av vad riskanalys är och vilka typer som finns återfinns i kapitel fem. Därefter beskrivs olika riskanalysmetoder kort innan empirikapitlet och intervjuerna med personal på projektet. Avslutande kapitel ger förslag på hur riskmoment och dess konsekvenser kan hanteras i produktionen och sist följer slutsats och diskussion kring frågeställningar.

2 Definitioner

2.1 Generell definition av risk och riskvärdering

Enligt "Värdering av risk" (Det Norske Veritas, 1997) kan risk definieras som sannolikheten för en oönskad händelse med negativa konsekvenser som följd. Risken värderas ofta som en produkt av sannolikheten och dess konsekvenser.

Faktorer som påverkar människors upplevelse av risk är exempelvis grad av frivillighet, upplevd orättvisa och andra moraliska faktorer. Upplevd risk är starkt kopplad till sannolikheten av en negativ händelse eftersom sannolikheten påverkar människans bedömning av risk. En upplevd kontroll av aktiviteten gör att risken bedöms vara lägre och riskacceptansen blir högre vid stor kännedom och stor grad av frivillighet. Det är däremot händelsens konsekvenser som påverkar människors krav på riskreducerande åtgärder och hur viktigt det är att skydda sig mot en potentiell risk (Davidsson, 2003).

Riskerna bör försöka uppskattas utan subjektiva uppfattningar, fritt från känslomässiga uttryck. Nackdelen med det är att de sociala och kulturella aspekterna utlämnas. Definitionen av risk grundas i ett tekniskt objektiva förhållningssätt, strikt naturvetenskapligt där risk är en sammanvägning av sannolikheten för en händelse och dess (negativa) konsekvenser. Svaret på dessa tre frågor ger risken; 'Vad kan hända? Hur troligt är det att det inträffar?' Och 'Vad är konsekvensen av händelsen?' (Nilsson, 2003).

Till skillnad från ovan nämnda tar det socialkonstruktivistiska perspektivet med fler aspekter och jämfört med den tekniska definitionen av risk, vilket ger en mer komplicerad bild av vad som är en risk. T.ex. försöker den ge svar på varför vissa händelser anses mer oönskade än andra, och varför individer uppfattar och värderar risk olika (Nilsson, 2003).

När datasammanställningar görs kring människors beteende utlämnas viktiga individuella skillnader, och olika händelser kan anses vara likvärdiga. Detta trots att människor i verkligheten undviker risker med låg sannolikhet och stora konsekvenser snarare än risker med stor sannolikhet och mildare konsekvenser. Ytterligare en brist med den tekniska definitionen av risk är att den utlämnar de olika värderingar av konsekvenserna som görs av varje individ då sambandet mellan mänsklig handling och konsekvens är mer komplext än vad definitionen lämnar utrymme för. Bl.a. påverkas människors acceptans av risken av om det är ofrivilligt deltagande, oerfarenhet av riskkällan eller fördelar som inte är påtagliga (Reen, 1998). Riskkällor är t.ex. en industrialläggning eller ett byggprojekt, medan risken är en

önskad händelse. Åtgärder bestäms ofta av konsekvenserna men görs sällan objektiva då de bygger på samhällets värderingar av vilka konsekvenser som är mindre acceptabla, som dödsfall, svåra skador etc. (Nilsson, 2003).

Ingen anläggning eller projekt kan göras helt riskfri, all mänsklig aktivitet är förenat med risk och vi väger risken mot nyttan och/eller nöjet. Ingen människa handlar rätt i alla situationer och därför kan ingen process göras helt säker (Kemikontoret, 2001). Om man själv kan kontrollera risken, dvs. att riskkällan är känd sen innan, är risken mer acceptabel. Ny teknik, som är en okänd riskkälla, bedöms därför hårdare (Davidsson, 2003).

2.2 Generellt om riskhantering

Riskhantering är en arbetsmetod som består av flera delar. I stora drag omfattar riskhanteringsprocessen definiering av mål och avgränsningar, inventering och identifiering av risker, analys/bedömning av sannolikhet och konsekvens för identifierade risker, riskreducerande åtgärder samt uppföljning och erfarenhetsåterföring. Riskhanteringsarbetet bör vara en strukturerad och systematisk process som kan utvecklas efter förändringarna i projektet. Arbetet kan ske på olika nivåer från övergripande frågor i processen till inventering av enskilda riskkällor (Davidsson, 2003).

Det viktigaste är att formulera en tydlig målbeskrivning för att analysarbetet ska bli så effektivt som möjligt. Målbeskrivningen bör ge svar på vad arbetet ska leda till, detaljeringsgraden, fysiska avgränsningar, tidshorisont, vilken fas av verksamheten det gäller och vilka risker som ska beaktas. Hur stora resurser behövs för att genomföra arbetet och vilka resurser finns att tillgå (Davidsson, 2003).

För en strukturerad identifiering bör processen dokumenteras väl och fokusera på de viktigaste problemen. Identifierade skadehändelser avgör analysens innehåll, vilket innebär att alla risker måste identifieras för att få en fullständig analys. I verkligheten innebär det att eventuella riskreducerande åtgärder uteblir, då det är svårt att göra en fullständig analys. En metod för att försöka göra en fullständig identifiering är att använda sig av tidigare erfarenheter kring avvikelser eller av tidigare analyser (Davidsson, 2003).

Bedömningen av sannolikhet och konsekvens för identifierade risker baseras i kvalitativa analyser ofta på erfarenheter och klassas enligt exempelvis en fem-gradig skala. Riskidentifieringen ger en lista över händelser vars sannolikhet kan bedömas utifrån

empiriska skattningar. Beroende på analysens målbeskrivning kan konsekvenserna beskrivas utifrån t.ex. människan, miljö eller ekonomi. I kvalitativa bedömningar görs ofta en erfarenhetsmässig bedömning av konsekvenserna och graderas enligt exempelvis en femgradig skala (Davidsson, 2003).

När riskreducerande åtgärder ska tas fram är det viktigt att det görs systematiskt för att risken ska kunna reduceras eller elimineras. Antingen reducerar man sannolikheten för händelsen eller så reduceras konsekvenserna, eller möjligen en kombination av de båda. Åtgärderna kan bestämmas utifrån gjord riskanalys, där förutsättningarna för skadehändelsen ska vara identifierade (Davidsson, 2003).

En långsiktig uppföljning bör göras för att se om vidtagna åtgärder haft avsedd effekt och om förhållandena för verksamheten förändrats. I uppföljningen bör en utvärdering göras om nya risker tillkommit och/eller förhållandena förändrats så att gjord riskbedömning påverkas (Davidsson, 2003).

3 Riskhantering i byggproduktion

Målet med riskanalyser (riskinventeringar) är att uppmärksamma potentiella avvikelser, hur de uppstår och dess konsekvenser. Riskanalysen är ett hjälpmedel för att identifiera riskkällor och situationer, osäkerheter kring oönskade händelser (Davidsson, 2003). Riskhantering i byggproduktion har även studerats av Abdelgawad & Fayek (2012).

3.1 Riskhantering inom Skanska

Underlaget för riskhanteringsprocessen kommer ifrån en av de större aktörerna inom byggindustrin, Skanska Sverige AB. Projektet som arbetet utgår ifrån är Malmö Live som består av ett hotell, en kongress och en konsertsal. Produktionen startade våren 2012 och Malmös ”nya mötesplats” ska vara klart 2015.

Till projektet är Skanska Stomsystem AB anlitad underentreprenören för att utföra stomresningen. Avsnitt 3.1.1 är gemensamma arbetsrutiner för både Skanska Sverige AB och Skanska Stomsystem AB. Avsnitt 3.1.2–3.1.6 är Skanska Stomsystems egenutvecklade material kring riskhantering. Avsnitt 3.2 beskriver kortfattat projektets (Skanska Sveriges) egen utveckling av riskhanteringsarbetet. Allt materialet är hämtat under våren 2013 och beskriver övergripande arbetssätt från anbudsskedet till produktionsfasen och under pågående produktion.

3.1.1 Anbudsskede

Risker identifieras och hanteras, exempelvis genom att de minskas och/eller begränsas. Målet är att undvika förlustprojekt, hantera risker med avseende på miljö, arbetsmiljö etc. Detta sker i tidigt stadium innan anbud lämnas. Om projektet godkänns och beställaren antar anbudet ska riskinventeringen och riskbedömningarna uppdateras när avtal skrivs. När arbetet startar ska därefter Riskinventeringen uppdateras varje kvartal och redovisas i samband med prognosarbetet (Skanska, 2013).

Riskinventering görs med hjälp av dokument om projektet, där riskens sannolikhet och konsekvens bedöms enligt en tregradig skala. Här föreslås olika områden som bör kontrolleras om risk föreligger, produktionen är en av dem. Föreslagna åtgärder och/eller begränsningar av risken kan antecknas och i vissa fall prissättas. Ett exempel på en Riskinventeringslista ses i

figur 1, en större figur återfinns i bilaga 2. I figuren redovisas ett antal områden, t.ex. inköp, finans, miljö och produktion, där kritiska händelser och möjligheter kan noteras. Vid behov kan externa experter på riskbedömning och/eller experter på ny teknik (om det skall användas) anlitas, det bedömer anbudsansvarig (Skanska, 2013).

		Konsekvens			
		1	2	3	
		betydande avhjälpbart	Betydande	Betydande bestående	
Sannolikhet	1	Inträffar någon enstaka gång	Låg		
	2	Inträffar vid ett fåtal tillfällen	Medel		
	3	Inträffar vid ett flertal tillfällen		Hög	
Projektnamn		Projektnummer		Ange deltagare vid riskinventering och riskbedömning	
Riskinventering		Riskbedömning		Föreslagen åtgärd	
Nr	Riskbeskrivning	Sannolikhet (1 - 3)	Konsekvens (1 - 3)	Risk (S x K)	Beskriv åtgärd för att eliminera eller begränsa risken
	Finans				
	Det finns viteklausul i kontraktet	2	2	4	Medarbetarna informeras om viteklausulerna
	Juridik				
	Eventuella lagändringar kan förekomma under projektiden				
	Kund				
	Saknar samarbete med kund sen tidigare	1	3	3	Fler kundmöten än normalt
	Projektering				
	Samarbete med okända (saknar tidigare erfarenhet) konsulter				
	Bemanning				
	Saknar erfarenhet och kompetens inom visa områden	2	3	6	
	Inköp				
	Projektet har en "nyckelleverantör" som man är beroende av	2	2	4	Utländsk leverantör kan användas
	Produktion				
	Produktionen startar inte i tid	1	2	2	
	Miljö				
	Nya oprövade material används i projektet	3	3	9	Eventuellt byte av material
	Arbetsmiljö				
	Arbete med temporärkonstruktioner, risk för fall till lägre nivå				
	Tredje man				
	Bulle nivåerna överskrider tillåtna nivåer	1	1	1	Bullevallar

Figur 1 – Exempel på riskinventeringslista och exempel på identifierade risker (Skanska, 2013)

Det finns en checklista med risker och möjligheter, med tidigare erfarenheter, som kan konsulteras i anbudsskedet. Här finns förslag och åtgärder, uppdelat efter område, för hur sannolikheten kan minskas och konsekvenserna begränsas. Varje projekt uppmanas att identifiera de unika risker som finns för verksamheten som ska starta, då listan inte är en fullständig förteckning över alla de risker som kan vara aktuella. I checklistan finns en punkt där det frågas om det är något/några speciella moment som är viktigare ur kvalitetssynpunkt. Vidare frågas det efter om kostnaderna för eventuella reparationer eller åtgärder under

garantitiden tagits med i kalkylen. Alla identifierade risker och möjligheter sammanställs och redovisas enligt figur 1 ovan (Skanska, 2013).

På riskinventeringslistan (figur 1) finns plats för att uppskatta identifierade riskers sannolikhet att inträffa och dess konsekvenser. Det görs med hjälp av en tregradig skala, där tre anger hög sannolikhet respektive stora allvarliga konsekvenser. Riskinventeringen bör uppdateras vid förändrade förutsättningar/villkor under ett förhandlingsskede. Åtgärder för att eliminera och/eller begränsa risken bör anges i tabellen, t.ex. om det finns försäkring, en möjlighet att prissätta risken i anbudsskedet, arbetsberedningar etc. (Skanska, 2013).

Riskerna som kommer fram i en Riskinventering görs på övergripande nivå, därför arbetsbereds de risker som rör produktionen på en mer detaljerad nivå i samband med produktionen för att säkerställa arbetsmiljön, kvalitén och miljömålen. För risker rörande arbetsmiljön finns krav på dokumenterade arbetsberedning enligt lag (Skanska, 2013).

Gjord riskinventering i anbudsskedet lämnas i vanliga fall vidare till Projektchefen. Projektchefen gör produktionsförberedelserna kopplade till arbetsmiljöplan och projektplan. Därefter tar Produktionschefen vid och uppdaterar riskinventeringen efter behov samt ansvarar för produktionsstyrningen. Vid överlämnandet sker ett internt slutmöte med Projektchefen och erfarenhetsåterföring görs (Skanska, 2013).

På större projekt kan det finnas behov av en Riskkoordinator/Riskgrupp för koordinering mellan olika delar. Riskkoordinatören (kan vara del av en tjänst) ansvarar för att projektets riskregistrering (riskinventering) uppdateras och att riskerna hanteras av utsedda personer. Gruppen bör träffas regelbundet för avstämning och uppdatering av Riskinventeringen. Lämpligen ingår sakkunniga och de personer som har ansvar för risker i projektet permanent eller vid behov i riskgruppens möten (Skanska, 2013).

3.1.2 Kvalitetssäkring och kvalitetshantering i produktion

Kvalitetssäkring av produkter, som används i produktionen, görs i fabriken, då kvaliteten till stor del avgörs i tillverkningsprocessen. Skriftliga kontrollplaner och kontrollintyg för betongelement som produceras i fabrik görs genom egenkontroll som delas in i grund- och tilläggskontroll. Grundkontroll görs av samtliga produkter och tilläggskontroll görs av vissa delar i projektet där kraven på konstruktionen är hög (Skanska, 2013).

För vissa moment, t.ex. foggjutning, ska kvaliteten tillsammans med gjutetapp och mängd dokumenteras, liknande rutiner finns för fler moment i produktionen. Till montaget av bjälklag finns en färdig checklista med allmänna riskmoment beskrivna tillsammans med förslag på åtgärder för att reducera dem (Skanska, 2013).

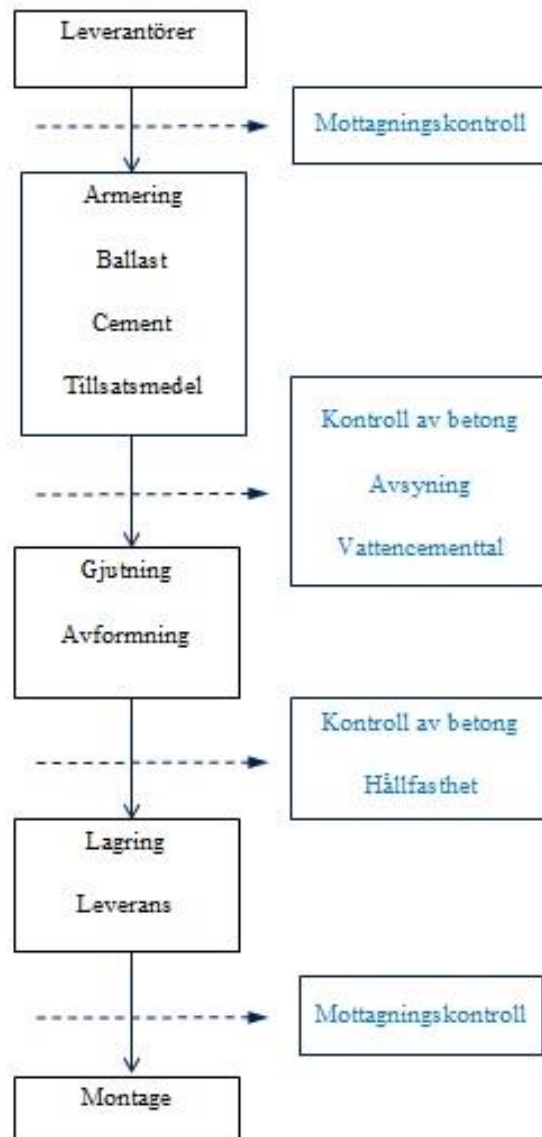
3.1.3 Arbetsberedning

Riskmoment i produktionen ska arbetsberedas innan utförandet. Syftet med arbetsberedningen, förutom en detaljerad planering av arbetsmomentet, är att få en säker arbetsmiljö, hög produktivitet, hög kvalitet och gott miljöarbete. Arbetsberedningen ska ge ett effektivt arbetssätt och identifiera risker med avseende på arbetsmiljön, samt övriga risker på en övergripande nivå. Ansvariga för momentet, skyddsombud och berörda medarbetare, eventuella underentreprenörer/sidoentreprenörer ska tillsammans ta fram arbetsberedningen. Samtidigt som arbetsberedningen tas fram fastställs kriterierna för egenkontrollen. Till hjälp för att upprätta arbetsberedningar för särskilt riskfyllda arbetsmoment finns förslag och beskrivning av säkra arbetsmetoder (Skanska, 2013).

3.1.4 Kontrollplan

Kontrollplanen upprättas i varje projekt och i den ska det stå vad som skall kontrolleras, när och hur det ska gå till. Under projektets gång uppdateras kontrollplanerna efterhand och genomförandet dokumenteras för att säkerställa att kraven uppfylls (Skanska, 2013). Ett förslag till kontrollplan från tillverkning till kund och slutprodukt återfinns i figur 2. De heldragna linjerna visar vägen från kund till slutprodukt och montage, medan de streckade linjerna indikerar var kontroller ska genomföras.

Det finns två system för att göra kontrollplaner. Det första är en kontrollplan utan ritning; då grundkontrolleras kontrollplanens utvalda punkter utifrån om montaget är gjort enligt instruktionerna, därefter signeras att grundkontroll för varje punkt är utförd. Det andra alternativet bygger på att ritningen innehåller en kontrollplan, den etapp/detalj som ska kontrolleras finns på ritningen och kontrollplan upprättas efter det (Skanska, 2013).



Figur 2 - Förslag på kontrollplan

3.1.5 Egen- och tilläggskontroll

Egen- och tilläggskontrolldokumentation används och signeras för verifiering av att montaget är gjort enligt anvisningar på ritningar och montageanvisningar. Konstruktören och montageledningen ska tillsammans analysera vilka punkter som kräver tilläggskontroller (Skanska, 2013). Ett exempel på egenkontrollplan kan ses i figur 3.

En kontinuerlig kontroll bör ske under montaget för att avvikelser/anmärkningar som uppkommer ska kunna åtgärdas snarast möjligt. Slutbesiktningen sker normalt lång tid efter att stommen färdigställts och kvalitetsbrister som uppdagas då är svåra att åtgärda (Skanska, 2013).

Det som inte utförs enligt ritningarna antecknas som avvikelse och rapporteras till ett digitalt avvikelssystem. Avvikelserna kan skrivas för hand om det t.ex. är en underentreprenör som monterar, och därefter föras in i systemet (Skanska, 2013). Mer om programmet för avvikelser finns under avsnitt 3.1.6.

3.1.6 Avvikelsehantering

Med avvikelser avses arbete som inte uppfyller specificerade krav, exempelvis enligt ritning. Syftet med avvikelsehantering är att notera skriftligt var fel uppstår, notera om det är återkommande, avhjälpa med korrigerande åtgärder, undvika att upprepa samma typ av fel, synliggöra kvalitetsbristkostnader och förändra förutsättningarna (Skanska, 2013).

Kravspecifikation					Kontrollinstruktioner, mätmetod		
Identifikation (littera, läge etc.)	Kontrollpunkter (var?)	Kontrollfrekvens (hur ofta?)	Toleranser	Mät- resultat	Avvikelse	Kontrolldatum	Sign
Fogsprång mellan HDF		Innan gjutning	50 mm				
Trappans plushöjd	Samtliga i huset	Löpande	10 mm				

Figur 3 – Exempel på egenkontroll (Skanska, 2013)

Underentreprenören Skanska Stomsystem har ett digitalt program för registrering av avvikelser så att orsaken till händelsen kan utredas. Den som rapporterat in avvikelserna ska kontakta den som tros ha orsakat avvikelserna och rapportera in i systemet. Den som har orsakat avvikelserna utreder orsaken och föreslår åtgärder samt ser till att de utförs och rapporteras in (Skanska, 2013).

3.2 Riskhantering på projektet

Riskhantering på projektet görs enligt Skanska Sveriges arbetssätt, men på projektet har man tagit fasta på kontinuiteten och systematiken i uppförandet av riskinventeringen, utvecklat de redan föreskrivna rutinerna.

Projektet, som drivs av Skanska Sverige AB, som examensarbetet utgår ifrån, har aktivt arbetet med riskhanteringen sedan projekteringen. Risktänket går igenom hela projektet och riskinventeringslistorna uppdateras av riskansvarig kontinuerligt under produktionsfasen genom identifiering, analys, åtgärder och uppföljning.

Som verktyg för att genomföra riskinventering använder man sig av en metod som liknar ”What if?”, se teorikapitel för närmare beskrivning av metoden. I analysen graderas sannolikheten enligt en fem-gradig skala, där ett betyder att händelsen nästan aldrig inträffar och fem betyder att den nästan alltid inträffar. Konsekvenserna graderas enligt samma skala och kan gälla allt från miljöincidenter, ekonomiska förluster till varumärkes relaterade konsekvenser.

4 Prefabricerat stomsystem och montering i produktionsfas

Kort historia om prefabricerade stomsystem och uppkomsten därefter beskrivning av montage av våningsplan på hotellbyggnaden.

I början av förra seklet startade den amerikanska bilindustrin att massproducera bilar. De stora volymerna gjorde att kostnaderna kunde reduceras för varje produkt och moment tas bort där komponenter tillverkades manuellt. Industrialiseringen fick sin start i början av 1900-talet (Boverket, 2008).

Andra världskrigets utbredning gjorde bostadsbristen i Europa omfattande och ett snabbt sätt att lösa problemet gjorde att ny byggteknik eftersöktes. I början av 1950-talet rådde det bostadsbrist även i Sverige men det avhjälpes i mitten av 1970-talet när ”miljonprogrammet” startade. Det traditionella byggandet behövde rationaliseras och industriella produktionsmetoder utvecklades vilket möjliggjorde att en miljon bostäder kunde uppföras under tio års tid (Adler, 2005).

Den tekniska utvecklingen intensifierades på kort tid och system för prefabricering (tillverkning av element i fabrik) och systembyggande utvecklades. Problem med kvalitet och höga produktionskostnader gjorde att en mer kostnadseffektiv produktion efterfrågades. Massproduktionen av stora serier och teknisk standardisering med förtillverkade produkter medförde att det var svårt att ändra saker i efterhand. Förtillverkning gör att ett helt bygge kan äventyras om det finns fel eller brister hos ett förtillverkat element. Organisationen och planeringen innan påbörjat byggande gör att fokus inte längre görs på en funktionsorienterad organisation utan görs utifrån processerna och att nyckelpersoner finns på plats vid rätt tidpunkt i processen (Boverket, 2008).

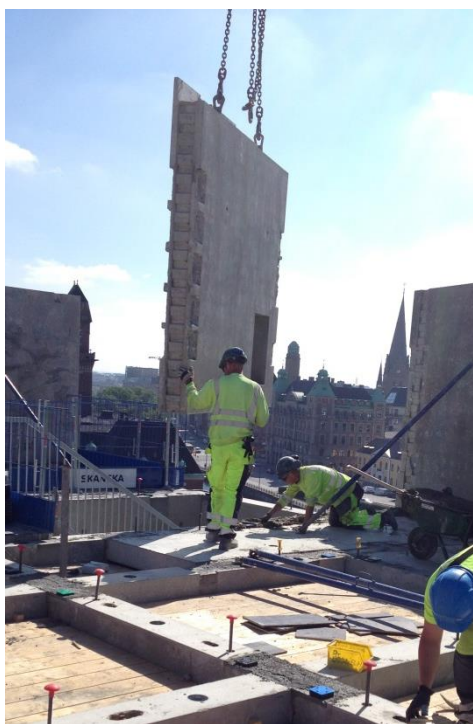
Det är inte bara problem med fel i förtillverkningen av elementen som har gett upphov till kritik mot systemet utan även organisationen omkring. Valmöjligheterna mellan färdiga lösningar var stor men det kom i otakt med samhällsförändringarna, som efterfrågade en mer tidsenlig och anpassningsbar byggteknik (Adler, 2005).

Produktionen av bostäder avtog när ”miljonprogrammet” var klart, vilket gjorde att byggindustrin förändrades. Från att ha byggt med förtillverkade element återgick man till platsbyggnation då det inte längre var lönsamt att tillverka stora serier. Frågan om industrialisering i byggbranschen kom av sig till mitten av 1990-talet då ämnet åter togs upp för diskussion (Boverket, 2008).

4.1 Montering av våningsplan i produktion

Projektet består av tre sammanlänkade byggnader, ett hotell, en kongress och en konsertlokal. I rapporten fokuseras på stomresningen av hotellet. Efter observationer på plats i produktionen beskrivs i detta avsnitt monteringen av ett våningsplan på hotellet. Prefabricerade väggar, pelare, balkar och bjälklag kommer till arbetsplatsen och monteras efterhand.

I fasadlinjen står stålpelare och nya tvåvåningshöga pelare monteras på vartannat våningsplan och kopplas med ett antal bultar. Mellan pelarna monteras C-balkar som bjälklagen vilar på. Prefabricerade väggelement lyfts på plats och kontrolleras mot rätt plushöjd. Alla pelare och väggar stagas när de är på plats, se figur 4.



Figur 4 - Betongelement monteras



Figur 5 - Bjälklag monteras

Bjälklaget (hdf och förspända däckplattor) lyfts på plats med hjälp av tornkran, se figur 5. Upplagen består invändigt av prefabricerade väggelement, i kant med fasaden är det C-balkar. För att plattorna ska kunna bära sin last är det viktigt att upplagen är tillräckligt breda. Mellan plattorna läggs armeringsjärn för att stabilisera i horisontalled, även svetsplåtar svetsas mellan plattorna för att sammanfoga dem. Ihopgjutningen av plattor och väggar görs med ingjutna byglar i plattorna som tillsammans med stag och armering utgör sammanfogningen. Efter att

formar och armeringsjärn är på plats gjuts plattorna ihop. Förankring av bjälklag mot ytterbalk görs med gängstång.



Figur 6 - Innervägg monteras

Väggar svetsas ihop med ett antal svetsplåtar och en elementfog pumpfogas mellan väggarna för att koppla samman dem. Fasaden består av glas och de flesta väggar som monteras är därför innerväggar, se figur 6. När väggarna kring trapphålet är resta monteras trappa och trappavsats på plats. Därefter lyfts färdiga badrumsmoduler upp på valvet. Hisschaktet får ett tillfälligt golv av reglar och plankor, enligt säkra arbetsmetoder, och ses delvis i figur 4. Bjälklaget för nästa våningsplan lyfts på plats och proceduren upprepas.

5 Riskanalysmetoder

I det här kapitalet beskrivs olika kända riskanalysmetoder. Första stycket behandlar riskanalysmetoder generellt och vilka olika typer som finns.

Utifrån ”Riskanalys – Metodbeskrivning för beställare, utförare och granskare” (Ingvarsson, 2003), beskrivs och definieras riskanalys som systematisk identifiering av risker och uppskattning av bedömda riskers omfattning. För att riskanalysen skall vara till någon hjälp är det viktigt att syftet är tydligt och vilka avgränsningar som finns. Det är svårt att eliminera alla risker och därför görs oftare åtgärder för att minimera risken som finns (Ingvarsson, 2003).

Det finns olika typer av riskanalysmetoder, några för att utvärdera tekniska system andra för att utvärdera mänsklig tillförlitlighet eller organisationsstruktur. Exempelvis används AEA (Action Error Analysis), SLIM (Success Likelihood Index Method) och THERP (Technique for Human Error Rate Prediction) för att utvärdera mänsklig tillförlitlighet och FMEA (Felfunktion- och effektanalys) för att utvärdera det tekniska systemet.

Två riskanalysmetoder som kombinerar utvärdering av det tekniska systemet och mänsklig tillförlitlighet är FTA (Felträdsanalys) och ETA (Händelseträdsanalys) (Ingvarsson, 2003). Metoderna kan med fördel användas i en och samma riskanalys, men ofta saknas data för att kunna göra en numerisk värdering av händelserna, vilket gör att det oftare blir en kvalitativ analys än kvantitativ (Davidsson, 2003).

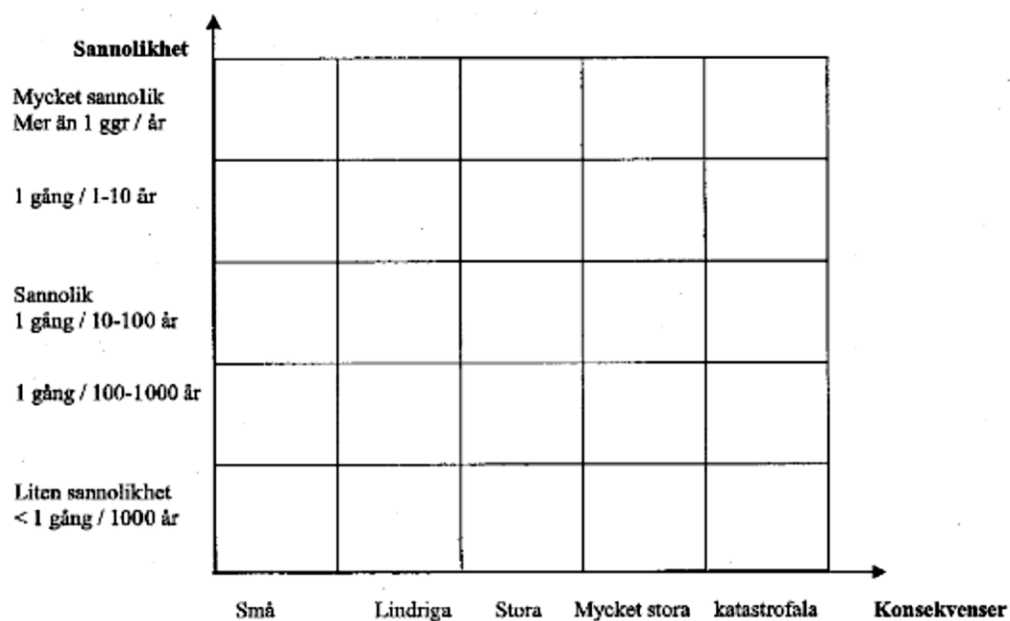
De kvalitativa metoderna tar mer hänsyn till orsaker och omständigheter, medan de kvantitativa metoderna innehåller någon form av uppskattning eller beräkning kring sannolikheten att en händelse inträffar och dess konsekvenser (Ingvarsson, 2003).

Sannolikheten eller frekvensen kan beräknas/uppskattas utifrån några olika huvudprinciper, t.ex. genom statistik som ger information om frekvensen för skadehändelser. Ett annat sätt är med hjälp av sannolikheten för delhändelser beräkna sannolikheten för en skadehändelse. Skillnaden mellan sannolikhet och frekvens är att sannolikhet är ett dimensionslöst tal mellan ett och noll som inträffar under givna förutsättningar. Frekvens är hur många gånger en händelse förväntas inträffa under en given tidsperiod, t.ex. antal gånger på ett år (Davidsson, 2003)

Exempel på en kvantitativ metod är QRA (Quantitive Risk Analysis), vilket är en metod som utvecklats inom processindustrin där man försöker kvantifiera existerande risker mot människor i och samhället utanför (Nilsson, 2003).

De kvalitativa metoderna används för att identifiera risker och görs utifrån existerande verksamhet med syfte att beskriva förutsättningarna. Ofta jämförs riskerna med varandra och uppskattningarna blir ofta grova. Exempel på vanliga metoder är Grovanalys eller Preliminär riskanalys (PHA), Checklista, "What if?" och HAZOP (Hazard and Operability Analysis) (Nilsson, 2003), metoderna beskrivs i efterföljande avsnitt. En känslighetsanalys bör göras för att belysa osäkerheterna i gjord riskanalys (Ingvarsson, 2003).

De semi-kvantitativa analysmetoderna är detaljerade då de förutom risker till viss del innehåller numeriska tal för sannolikheten av en händelse och dess konsekvenser. De numeriska talen behöver inte vara exakta utan kan anges för att lättare kunna rangordna och jämföra risker sinsemellan. En vanlig semi-kvantitativ metod är så kallad "Riskmatris", där olika händelser identifieras och placeras i en matris där ena axeln är graderad med frekvens och den andra med konsekvensens storlek (Nilsson, 2003). Exempel på en Riskmatris ses i figur 7.

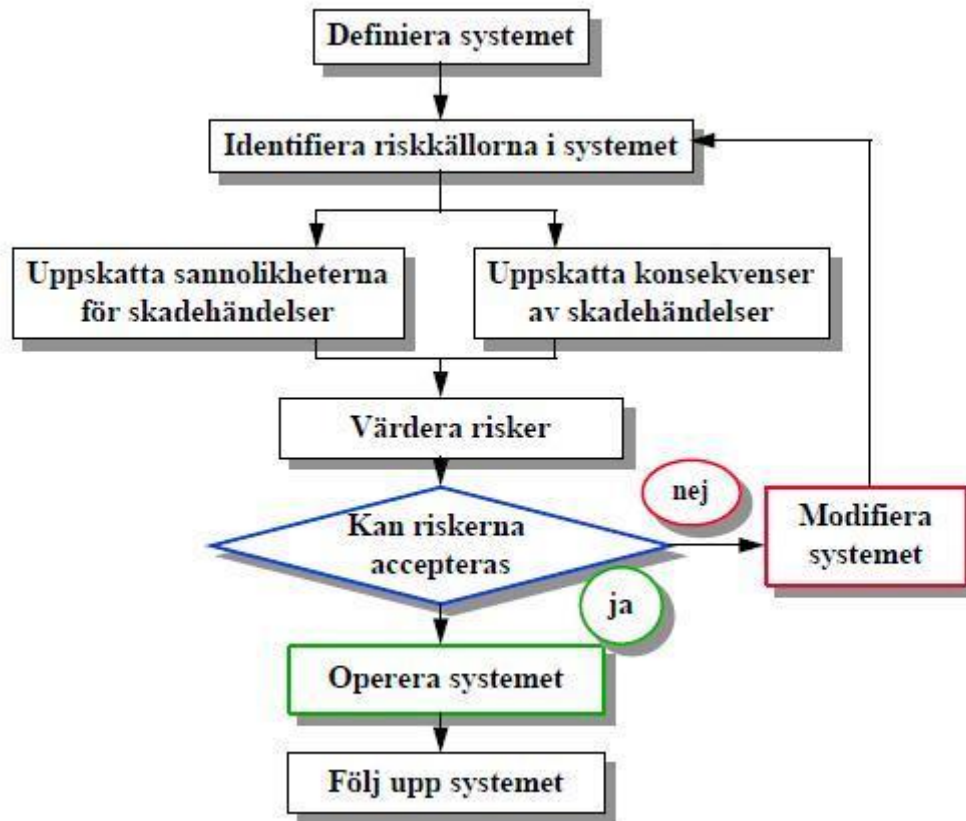


Figur 7 – Exempel på en Riskmatris (Räddningsverket, 1989)

Ett annat sätt att genomföra en semi-kvantitativ analys är med hjälp av ett riskindex, för att enkelt kunna rangordna och jämföra olika riskkällor (Nilsson, 2003). Exempel på metoder

som använder sig av riskindex är SLIM (Success Likelihood Index Method) och THERP (Technique for Human Error Rate Prediction), vilka beskrivs i efterföljande avsnitt.

En figur som visar det principiella upplägget för genomförandet av en teknisk säkerhetsanalys visas i figur 8. Den naturliga ordningsföljden av de olika delstegen börjar med att det studerade systemet definieras så mycket det är möjligt och avslutas med eventuella åtgärder för att reducera sannolikheten för delhändelserna (Kemikontoret, 2001).



Figur 8 - Principiellt upplägg för tekniskanalys (Kemikontoret, 2001, p. 12)

Det finns ett antal metoder att välja mellan i samband med teknisk säkerhetsgranskning, därför bör följande aspekter beaktas; vad är analysens syfte, är det att kontrollera projektet för start eller under pågående drift? Ska analysen vara översiktlig eller detaljerad? Finns det tillräckligt med underlag för att genomföra en analys, är projektet i uppstartsfasen kan underlaget vara begränsat och det måste då beaktas vid val av analysmetod. Vad är möjliga konsekvenser vid en skadehändelse, är bedömningen att konsekvenserna är lindriga kan en mindre analys vara tillräcklig, men är konsekvenserna omfattande bör en mer heltäckande analys göras. Används ny teknologi i projektet, behövs det göras en fördjupad analys? Vad är

projektets omfattning? För stora system behövs ofta en analysmetod som kan synliggöra den komplexitet som är möjlig i ett större system (Kemikontoret, 2001).

Tiden och kostnaden för analysarbetet är två andra faktorer som man måste ta hänsyn till vid val av analysmetod, även tidigare erfarenheter av arbete med olika analysmetoder bör beaktas i valet av metod. Det kan även vara mer lönsamt att kombinera olika metoder med varandra, t.ex. grovanalysmetod med någon form av checklista eller mer detaljerad metod (Kemikontoret, 2001).

5.1 Riskanalysmetoder – teori

Grovanalys eller Preliminär riskanalys (PHA)

Görs ofta i ett tidigt stadium av projektet för att identifiera och värdera riskkällor utan insyn i detaljer i systemet. Baseras huvudsakligen på personers erfarenheter och ofta görs bara kvalitativa uppskattningar utan några numeriska prioriteringar. För att kunna genomföra analysen krävs en målbeskrivning och vilka förutsättningar projektet har. Arbetsgruppen, som gör analysen, bör ha erfarenhet av riskhantering och liknande projekt för bästa resultat (Kemikontoret, 2001).

Analysen görs övergripande och som en ”brainstorming”, den kan också kompletteras med mer systematiska analyser t.ex. checklistor för att inkludera systemets alla risker. En inledande grovanalys görs ofta för att få bild av projektets risker och ger inte en fullständig bild av systemets alla risker. Analysen kan ge ett intryck av att vara mer detaljerad än den egentligen är (Ingvarsson, 2003).

Metoden är ett bra verktyg för att uppskatta den allmänna risknivån och vilka delar av systemet som behöver analyseras mer detaljerat. Analysen ger de mest allmänna och uppenbara riskkällorna i systemet, men för att kunna avgöra vad som är en riskkälla bör ett riskkriterium utarbetas, t.ex., tolerabla och icke-tolerabla zoner, liknande de i en riskmatris (Kemikontoret, 2001).

Checklistor

Metoden med att använda checklistor bygger på personalens tidigare gjorda erfarenheter. Checklisten utformas av personal som har kunskap om systemet och utifrån tidigare erfarenheter. Listan bör vara anpassad efter syftet med analysen och kontrollpunkterna enkla och lätta att förstå. För att listan alltid ska vara aktuell bör den revideras regelbundet så att gällande bestämmelser följs (Kemikontoret, 2001).

Checklistor kan användas under projekteringen, till produktionen och under tiden anläggningen är i drift. Ett exempel är när en anläggning ska startas upp, då kan listorna som upprättades under projekteringen användas för att kontrollera att anläggningen motsvarar säkerhetskraven som satts under projekteringsstadiet (Kemikontoret, 2001).

Detaljeringsgraden på checklistorna beror på syftet med inspektionen. Det kan vara allt från ett antal rubriker, som utgångspunkt för en diskussion, till detaljerade anvisningar av normer och regler. Svaret blir normalt ja eller nej, och fördelen med metoden är att den ger resultat relativt snabbt. Med kunskap om det aktuella systemet och tidigare erfarenheter kan metoden vara en av de mest tids- och kostnadseffektiva om flera personer tillsammans sammanställer checklisten (Kemikontoret, 2001).

Hazard and Operability Analysis (HAZOP)

HAZOP är en kvalitativ, väletablerad metod inom processindustrin. En systematisk genomgång av anläggningen görs för att identifiera möjliga avvikelser från planerad drift (Ingvarsson, 2003). Arbetet börjar med identifiering, sedan beskrivning av konsekvenser för identifierade risker och sist ges förbättringsförslag för att minimera riskerna. Avvikelseanalyseras med hjälp av ledord, t.ex. "inget", "stopp". Syftet är att i första hand identifiera risker och i andra hand operativa problem (Kemikontoret, 2001). Se figur 9 för exempel på ledord i en HAZOP-analys.

Ledord	Betydelse	Exempel: Avvikelser från avsett flöde i rör
Nej, inget	Avsedd funktion uteblir helt	Inget flöde
Mindre, lägre	Kvantitativ minskning	Lågt flöde
Mer, högre	Kvantitativ ökning	Högt flöde
Delvis, del av	Endast en del av avsedd funktion inträffar	Låg koncentration av viss komponent
Dessutom, såväl som	Något utöver avsedd funktion inträffar	Flödet innehåller ytterligare en komponent
Motsatt	Motsatsen till avsedd funktion	Backflöde
Istället, annat än	Något annat inträffar istället	Gas istället för vätska

Figur 9 - Exempel på ledord i en HAZOP-analys (Davidsson, 2003, p. 81)

Analysmetoden blir lätt tidskrävande då det är viktigt att gruppen består av personal med erfarenhet av att använda HAZOP och är insatta i arbetet på anläggningen. Detta gör att analysen blir tidskrävande och arbetsam och det är svårt att få med oförutsägbara risker i analysen. Förutom att identifierar riskkällor kan metoden ge indikationer på om det finns något i systemet som kan innebära en försämring av systemet, men inte är en direkt risk (Ingvarsson, 2003).

Metoden är mest kostnadseffektiv om den tillämpas på nya anläggningar. Det måste finnas en detaljerad beskrivning av anläggningen och kunskap kring systemet för att avvikelser från planerad process ska kunna identifieras (Kemikontoret, 2001).

”What if?”-analys

Kvalitativ metod som på ett systematiskt sätt kartlägger risker. Utvecklades inom olje- och kemiindustri på 1960-talet i USA. Oplanerade händelser identifieras med hjälp av frågor om vad som kan hända, och vad konsekvensen kan bli. För att göra analysen krävs att minst en person har kunskap om metoden och systemet som ska analyseras. Numerisk riskvärdering görs normalt inte med ”What if?” (Ingvarsson, 2003)

Arbetet kan liknas vid ”brainstorming” och kan användas på flera systemnivåer. Bäst resultat fås om personerna i gruppen har erfarenhet av metoden. Analysen kan fokuseras kring vissa typer av konsekvenser, som anses viktiga, t.ex. kvalitet, personskador, miljö eller kringliggande anläggningar. Ofta genomförs analysen genom att man börjar med inflödet av

material och går hela processen igenom till slutförandet. Genomförandet av analysen avslutas med att någon blir ansvarig för att de föreslagna åtgärderna genomförs (Ingvarsson, 2003).

Syftet med analysen är att identifiera oplanerade händelser samt orsakerna bakom och vilka skador som kan uppstå. Styrkan med metoden är att den är flexibel och kan göras utifrån tillgänglig information. Förutom förståelse för systemet behöver gruppen tillsammans en förmåga att se möjligheter till avvikelser och oönskade händelser. Det krävs mer erfarenhet av de inblandade för att inte listan ska bli ofullständig, då den är mindre strukturerad än andra metoder (Kemikontoret, 2001).

Tids- och kostnadseffektiviteten är direkt beroende av projektets storlek och komplexitet, och om metoden är inarbetad bland personalen. Resultatet från analysen redovisas i en tabell utan inbördes jämförelse eller kvantitativa värderingar (Kemikontoret, 2001).

Mänsklig tillförlitlighets analys (HRA)

Människan anses ha en stor del i driftstörningar och olyckor, men det är svårt att utvärdera mänskligt beteende på samma sätt som tekniska komponenter. Metodens syfte är att systematiskt gå igenom mänskliga felhandlingar som kan ske och vilka konsekvenser de kan få. I vissa fall kan sannolikheten för mänsklig tillförlitlighet uppskattas (Ingvarsson, 2003).

Mänsklig tillförlitlighetsanalys kallas ibland för Operatörsanalys och beskrivs enligt ”Tekniska Riskanalysmetoder” (Kemikontoret, 2001) som en metod för att identifiera systemstörningar, bidragande orsaker och effekten av operatörsbeslut. Analys av operatörstillförlitlighet kan fungera som komplement till systemtekniska analyser (Kemikontoret, 2001).

Syftet med metoden är att på ett systematiskt sätt försöka ta reda på hur allvarliga konsekvenserna kan bli pga. felaktiga mänskliga beslut. För att analysen ska ge resultat är det viktigt att veta vad för kunskap beslutet grundar sig på. En förståelse för individen, vilka yttre omständigheter som kan göra att resultatet inte motsvarar förväntningarna, och hur t.ex. utbildning, stressfylld arbetsmiljö, bristfälliga driftinstruktioner, organisationsstruktur etc. påverkar beslutssituationen (Kemikontoret, 2001).

Operatörens tillförlitlighet kan behöva analyseras när det t.ex. ställs höga krav på processsäkerhet. Metoden ska ge svar på om operatören har en rimlig möjlighet att kunna

identifiera aktuellt processtillstånd och ta de beslut eller genomföra de åtgärder som behövs. Beslut som kan öka sannolikheten att ett skadeförlopp inträffar kartläggs och därför krävs en detaljerad beskrivning (arbetsinstruktioner) av de olika arbetsmomenten i processen, för att genomföra det (Kemikontoret, 2001).

HRA är ett samlingsnamn för mänskliga tillförlitlighetsanalyser (Ingvarsson, 2003) och i vissa av metoderna kan sannolikheten för mänsklig tillförlitlighet uppskattas. Nedan följer beskrivningar för tre av metoderna.

Action Error Analysis (AEA)

Arbetet börjar med en stegvis beskrivning av olika operationer i anläggningen och i varje steg identifieras tänkbara felhandlingar, beslutsfel, konsekvenser och orsaker (Ingvarsson, 2003). Varje aktivitet granskas med hjälp av ledord, ex. ingen, fel, rätt för tidig eller för sen handling. Exempel; Vad händer om handlingen inte utförs i rätt tid eller hoppas över? (Davidsson, 2003). Analysen kan försvåras om de inte finns etablerade rutiner och instruktioner, men om det finns är metoden effektiv och systematisk vid identifikation (Ingvarsson, 2003).

Success Likelihood Index Method (SLIM)

Metod för att lyfta fram sannolikheten för mänskliga felhandlingar vid rutinuppgifter eller uppgifter som kräver problemlösning. Omfattande metod som kräver att en person kan SLIM och att någon har erfarenhet av verksamheten. Metoden görs i ett antal steg, första steget är identifiering av ett antal faktorer som påverkar sannolikheten för felhandlingar, ex. utbildning, tidspress, riskuppfattning. Steg två är att gradera mänskliga felhandlingar som leder till utvalda scenarier och i steg tre viktas faktorerna som påverkar felhandlingarna. Dessa steg ger ett index kallat "Success Likelihood Index". Beräknat index ger en värdering av mänsklig tillförlitlighet. Analysmetoden kan appliceras på många olika typer av mänskliga felhandlingar, dock är den komplicerad vilket kräver stora kunskaper om metoden och hur den ska användas (Ingvarsson, 2003).

Technique for Human Error Rate Prediction (THERP)

THERP är en metod för att beräkna sannolikhet för mänsklig tillförlitlighet och värdering av dess konsekvenser. Ursprungligen är det en kvantitativ analys men den kan göras utan numeriska värden för identifiering av händelsekedjor som följd av en felhandling. Metoden bygger på händelseträds metodik där varje steg redovisas i en logisk ordningsföljd. Arbetsgången kan kortfattat beskrivas som att de arbetsuppgifter som ska analyseras definieras, operatörs/systemfel identifieras, händelseträdet konstrueras, sannolikhet för varje delmoment beräknas och vilka faktorer som påverkar prestationsförmågan (stress, kompetens, ergonomiska förhållanden) redovisas. Därefter mänskliga felhandlingars påverkar på systemet utvärderas och förslag på förbättringar görs (Ingvarsson, 2003).

Metoden kräver detaljkunskap om bl.a. organisationen, systemet och hur förhållandet mellan människa och maskin ser ut. Utöver det behövs någon med god kunskap om THERP för att ge en bra grupp. Analysens styrka ligger i att de krav som ställs på operatören kartläggs och svagheter som påverkar mänsklig tillförlitlighet identifieras. Den stora nackdelen med metoden är att den bara är aktuell vid samma förutsättningar och inte tillämpbar på situationer som kräver problemlösning. Det förekommer även svårigheter med tolkning av sannolikhetsdata och samtliga handlingar som påverkar systemet måste identifieras för att analysen ska bli fullständig (Ingvarsson, 2003).

Felfunktion- och effektanalys (FMEA)

Analysen görs med en genomgång av möjliga felfunktioner och feltillstånd hos komponenter (delar i ett system) samt vilka konsekvenser en felfunktion kan ge. Metoden syftar till att identifiera felfunktioner som direkt eller indirekt bidrar till skadehändelser. Det är inte möjligt att utreda felfunktioner som uppstår pga. flera felfunktioner i en anläggning (Kemikontoret, 2001).

Analysen kan genomföras av en person eller flera med olika kompetenser som är välinsatta i anläggningens processer och tänkbara felfunktioner samt hur de kan fortplanta sig i systemet. Metoden redovisas som en systematiskt uppställd tabell, se figur 10 för ett exempel. Systemets storlek och komplexitet bestämmer tids- och kostnadsåtgång men metoden blir lätt arbetskrävande även för små system då samtliga felfunktioner ska identifieras för alla delar i anläggningen (Kemikontoret, 2001).

Funktion	Fel-funktion	Felorsak	Feleffekt aktuellt/överordnat system	F	A	U	R	Rekommenderade åtgärder
Omrörning och blandning av oljeprodukter och tillsatser till homogen färdig produkt.	Ingen eller otillräcklig omrörning.	Motor går ej. Impeller lossnat från axel.	Homogenisering blir ofullständig. Felaktig produkt till färdiglager. Upptäcks vid lab-test av produkt.	5	5	2	50	Indikation på att motor går bör finnas på kontrollpanel. Värdera belastningsmätare.

F – motsvarar felfrekvens. A – motsvarar allvarlighet av fel. U – sannolikhet för upptäckt. R – produkten: F×A×U.

Figur 10 - Exempel på en FMEA-analys på en omrörare med motor (Davidsson, 2003, p. 82)

Varje felfunktion behandlas som oberoende händelse och analysen görs först kvalitativ. Där efter tas felfrekvens och eventuella konsekvenser av riskällor fram för att de inbördes ska kunna jämföras. Analysen är ett bra underlag för att göra en mer detaljerad riskanalys av mer komplexa skadeflöpp med exempelvis trädmetoder (Kemikontoret, 2001).

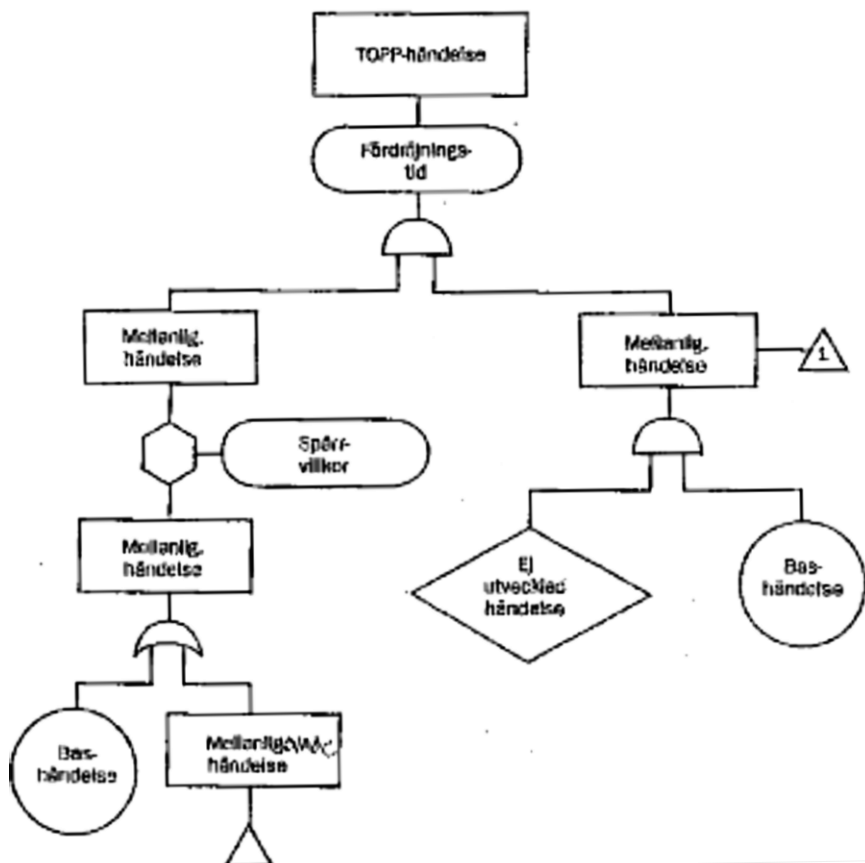
Felträdsanalys (FTA)

Logiskt uppbyggd analysmetod med fokus på en avvikelse/olycka i ett system, s.k. topphändelse. Analysen redovisas som i en grafisk modell med kombinationer av händelser som leder till topphändelsen. Händelserna kan vara både felhandlingar och komponentfel. Styrkan i metoden ligger i att den åskådliggör skadeflöppet och förhållandet mellan delarna, vilket ger en möjligheter att föreskriva åtgärder för varje mellanhändelse. Målet är att kvantifiera händelserna för att lätt kunna jämföra effekterna av riskreducerade åtgärder. Analysen görs ofta utifrån resultaten av exempelvis en grovanalys, HAZOP eller ”What if?” (Kemikontoret, 2001).

Insikt i systemet och kunskap om delars felfunktion bör finnas eller kan fås ur gjord FMEA-analys. Det är vanligt att en expert på metoden konstruerar felträdet med information från personalen. Tid- och kostnadsåtgång beror på detaljgraden i analysen och komplexiteten i systemet (Kemikontoret, 2001).

Analysen redovisas som ett trädidiagram, med en logisk struktur med villkorssatser mellan varje gren och mellanliggande händelse i trädet. Vanliga typer av villkorssatser är *och* och *eller*, *och* betyder att två händelser måste inträffa för att den ovanliggande ska ske medan *eller* betyder att endera måste ske (Davidsson, 2003). I figur 11 är ett exempel där mellanliggande händelser med grindar illustreras, *och*-grinden ses under Topp-händelsen i trädet och *eller*-grinden ses nere till vänster som en uppochnedvänd månskärva.

Redovisningsmetoden är till för att underlättar jämförelsen av olika åtgärder. Styrkan ligger i överskådligheten av möjliga kombinationer av händelser, som leder till topphändelsen. Analysen kan göras både kvantitativt och kvalitativt, beroende på underlag och resurser (Davidsson, 2003).

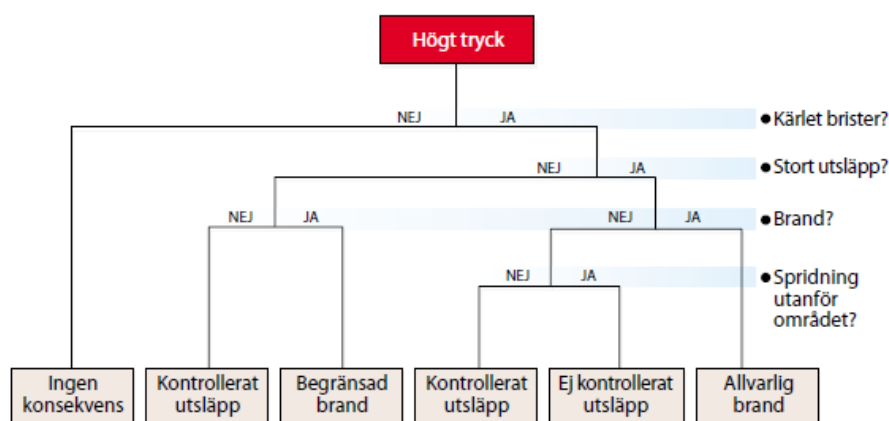


Figur 11 - Exempel på felträd (Kemikontoret, 2001, p. 73)

Händelseträdsanalys (ETA)

Används för att identifiera vilka konsekvenser som kan inträffa på grund av en skadehändelse. Metoden kan ta hänsyn till mänskligt felhandlande, felfunktioner i systemet och vilka "säkerhetssystem" (exempelvis larm), som finns. En kronologisk uppställning av olika skadeförlopp tillsammans med en kvantifiering (numerisk) av olika delhändelser är optimal, men saknas data kan en kvalitativ analys göras. Ofta kan felträd och händelseträd kombineras i samma riskanalys (Kemikontoret, 2001).

Metoden bygger på att samtliga händelser efter skadehändelsen identifieras och värderas. Figur 12 är ett exempel, om sannolikheten för varje delsteg är känt kan sannolikheten för olika konsekvenser beräknas (Kemikontoret, 2001). Kedjan av händelser som inträffar står i kronologisk ordning och den logiska strukturen gör att det är enkelt att se i "framtiden" vad som kan inträffa (Davidsson, 2003).



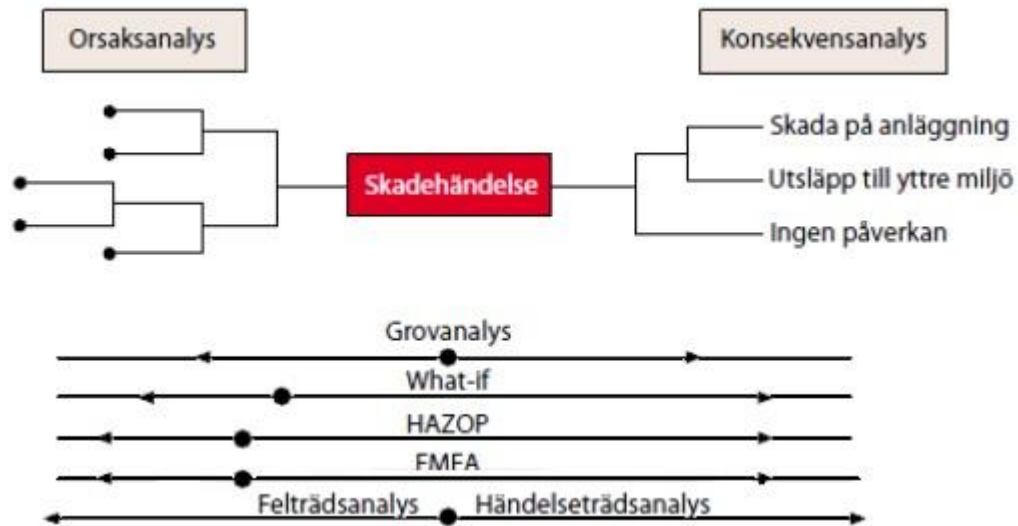
Figur 12 - Exempel på Händelseträdsanalys av ett blandningskärl (Davidsson, 2003, p. 84)

Analysen kan genomföras av en person, men blir ofta bättre om den görs i en mindre grupp, det ger ofta en bättre diskussion kring skadehändelsen och dess konsekvenser. Det behövs minst en med erfarenhet av händelseträdsmetodiken och några med kunskap om processen. Tids- och kostnadsåtgången bestäms av hur många skadehändelser som ska utredas och komplexiteten i systemet (Kemikontoret, 2001).

Felträd och händelseträd utreder olika delar av ett händelseförlopp vilket gör att båda metoderna kan användas för att göra en fullständig analys. Avsaknad av relevant data gör ofta att analysen blir kvalitativ snarare än kvantitativ (Davidsson, 2003).

5.2 Sammanfattning av riskanalysmetoderna

Några av de beskrivna analysmetodernas ”arbetsområde” illustreras i förhållande till skadehändelsen i figur 13.



Figur 13 - Samband mellan skadehändelse och olika riskanalysmetoder, modifierad bild (Davidsson, 2003, p. 91)

Ett större utbud av kvalitativa, än kvantitativa, riskanalysmetoder presenterades i föregående avsnitt. Detta beror dels på att de kvalitativa metoderna är fler och dels på att de är mer tillämpliga för att uppfylla rapportens mål då det är svårt att kvantifiera mänskliga felhandlingar, vilket allmänt anses vara den största orsaken till avvikelser hos ett system. Som Ingvarsson & Ross (2003) skriver är det svårt att få fram sannolikhet för mänskliga felhandlingar. Om det finns numeriska värden bygger de ofta på experimentella studier eller data från olika simuleringar. Men det är svårt att identifiera samtliga faktorer som påverkar människan och få analysmetoder tar hänsyn till medvetna handlingar, det är bland annat därför mycket svårt att göra kvantitativa riskanalyser av mänsklig tillförlitlighet.

Oavsett om man väljer att använda sig av en kvantitativ, kvalitativ eller semi-kvantitativ analysmetod är det lämpligt att starta med att göra en Grovanalys (PHA) i ett tidigt stadium av ett nytt projekt. Analysens omfattning och identifierade risker beror på analysgruppens personliga erfarenheter och görs utan några numeriska prioriteringar. Det ger en översiktlig kvartläggning som man kan ta vidare och analysera mer specifika delar av projektet. En brist

med metoden blir således att små detaljer som har stor påverkan lätt glöms bort och analysen blir lätt ofullständig om systemet är stort och komplext.

Checklistor används gärna då de är lätta att ta fram och hantera. Listorna tas fram med hjälp av erfarenheter från personalen och bör revideras regelbundet, då blir den en av de mest tids- och kostnadseffektiva metoderna. Förutom det är fördelen med metoden att den kan användas under flera olika stadier och även av oerfaren personal, i utbildningssyfte. Nackdelen med att göra checklistor är att listan normalt ger ett ja- eller nej-svar vilket gör att den blir onyanserad.

Den väletablerade analysmetoden (inom processindustrin) HAZOP kan bli tidskrävande och arbetsam, då det är grundläggande att det finns detaljerade beskrivningar av anläggningen och att arbetsgruppen har kunskap om HAZOP-metodiken. Syftet med metoden är att identifiera risker och analysera avvikelserna med hjälp av ledord när felfunktioner hos olika komponenter uppstår, det gör att mänskliga felhandlingar är svåra att identifiera med metoden. Då mänskliga felhandlingar anses vara en av de största orsakerna till avvikelser passar metoden bättre att använda i en processindustri än i byggnadsindustrin.

”What if?”-metoden beskrivs ofta som en ”brainstorming” och det krävs av deltagarna att de har en förmåga att visualisera avvikelser och oönskade händelser som kan uppstå för att metoden ska vara användbar. Svagheten med metoden är just ”brainstormingen” som lätt blir ostrukturerad och därför blir analysen ofullständig. Fördelen med metoden är att den är genomförbar utifrån den information som finns just då, och blir tidseffektiv ju mer den används. En annan nackdel är att mer komplexa skadehändelser kan vara svåra att utreda och därför kan det vara bra att komplettera analysen med t.ex. Felträds- eller Händelseträds-metoderna.

Det finns ett antal metoder för att utvärdera mänsklig tillförlitlighet. Mänsklig tillförlitlighetsanalys, förkortad HRA, är ett samlingsnamn för de olika metoderna som kan användas och syftet är att utreda operatörens tillförlitlighet och därmed hur mänskliga felhandlingar påverkar en process. Analysen är lämplig att göra tillsammans med en mer teknisk analys som utreder komponenterna i processen. För att kunna genomföra analysen krävs att det finns instruktioner till arbetsmomenten i processen och att de upprepas, för att analysen ska bli komplett. Metoden utvärderar operatörens kunskap, vilken teknisk utbildning som behövs och att organisationsstrukturen är tillfredställande för att operatören ska ha en realistisk möjlighet att ta rätt beslut.

En av operatörsanalyserna förkortas AEA där varje arbetsmoment i processen identifieras på ett systematiskt sätt så att alla tänkbara felhandlingar och beslutsfel identifieras. Arbetsmomenten eller aktiviteterna granskas med hjälp av ledord och det måste finnas en viss upprepningsseffekt i processen för att metoden ska kunna användas, saknas det på vissa moment blir metoden ineffektiv att använda. Metoden använder sig inte av något index eller numeriska värden utan är en kvalitativ metod som beskriver varje steg med ord.

Den andra metoden förkortas SLIM och är en metod som används för att värdera sannolikheten för mänskliga felhandlingar. Metoden görs i princip i två steg, först identifieras ett antal faktorer som påverkar sannolikheten för mänskliga felhandlingar (ex. utbildning och tidspress). Därefter graderas de felhandlingar som gör att en avvikelse/skadehändelse uppstår och dessa två värderingarna ger tillsammans ett index av mänsklig tillförlitlighet. Nackdelen med att använda sig av SLIM är, precis som i AEA, att det krävs en upprepningsseffekt av arbetsmomenten och att metoden blir mest effektiv om det finns personal i gruppen som har erfarenhet av metoden sen tidigare.

Sista analysmetoden för att utvärdera mänsklig tillförlitlighet är analysmetoden THERP. Det är en mer kvantitativ analys för att beräkna sannolikheten för mänsklig tillförlitlighet och dess konsekvenser. Den bygger på händelseträdsmetodiken och är därför lättöverskådlig då varje steg redovisas i kronologisk ordning. Metoden kartlägger vilka svagheter som påverkar mänsklig tillförlitlighet genom att utvärdera arbetsinstruktioner och vilka faktorer som påverkar prestationsförmågan, t.ex. stress och kompetens. Det som är svårt med att kvantifiera mänskliga felhandlingar är att det saknas data och att analysen inte är relevant om någon förutsättning förändras.

FMEA-metoden används främst för att identifiera felfunktionerna på utrustningen i systemet, oavsett om de har direkt eller indirekt påverkan på skadehändelsen. Varje felfunktion behandlas som en oberoende händelse, och felfrekvenser med dess konsekvenser kan jämföras mellan olika riskkällor. Metodens uppbyggnad gör att det är svårt att utreda felfunktioner som beror av flera komponenter och mänskliga felhandlingar, därför kan vissa skadehändelser utredas ytligare med t.ex. hjälp av Felträd- eller Händelseträdsmetoderna. Analysen kan även kompletteras med någon av analysmetoderna för mänsklig tillförlitlighet för en fullständig analys av processen/anläggningen.

Den logiska uppbyggnaden i en FTA-analys, med möjlighet att identifiera bidragande mänskliga felhandlingar samtidigt med utrustningsfel gör att analysmetoden passar bra att

applicera på en process som bygger på hur operatörerna hanterar tekniska komponenter. Fokus är på den s.k. topphändelsen vilket gör att kända och okända riskkällor kan identifieras. Analysen redovisas som ett träd-diagram där grenarna länkar samman olika händelser på ett logiskt sätt. Nackdelen är att för att göra en fullständig analys av systemet behöver man göra ett felträd för varje del i systemet, vilket gör arbetet omfattande men förhoppningsvis komplett om de okända riskkällorna också identifieras.

Även i ETA-analysen utgår man ifrån en topphändelse, en oönskad händelse, exempelvis avvikelse eller olycka. Syftet med att illustrera analysen som ett träd är att på ett kronologiskt sätt redovisa händelserna och vilka konsekvenser som kan ske. Fördelen med metoden är, precis som med FTA, att den kan ta hänsyn både till mänskligt felhandlande och tekniska komponenter i processen. Alla delhändelser kan kvantifieras om relevant data finns annars kan även denna metod enbart göras kvalitativ. Varje händelse ska vara motsatsen till varandra vilken gör att avsaknaden av kvantitativ data kan göra analysen tandlös om man inte kan avgöra vilket av två alternativ som är mest sannolikt att inträffa. Trots det verkar FTA och ETA tillsammans eller var för sig, lämpliga att använda i byggprojekt då man kan utvärdera både mänskliga felhandlingar och fel i systemet.

Kopplingen mellan analyser av mänsklig tillförlitlighet och kvalitet görs i studien presenterad av Aljassmi & Han (2013). I artikeln skriver författarna att defekter och brister i en konstruktions prestanda är ett av de vanligaste problemen i byggprojekt. Risken för att en defekt ska uppstå behöver identifieras och kvantifieras, för att kunna reduceras. En avvikelse uppstår inte på grund utav en enskild händelse utan uppstår på grund av flera sammanhängande orsaker/händelser. Orsakernas betydelse och frekvens gör att de kan bidra mer eller mindre till att vissa händelser inträffar och forskningen kring detta område är bristfällig (Aljassmi, 2013).

Studien, som artikeln bygger på, syftar till att ta fram en metod för att identifiera och kvantifiera orsakerna till att en defekt uppstår. Tanken är att öppna upp för att kunna hantera det komplexa spelet som ger en defekt och för att ge en förståelse till hur prioriteringen och kostnaden kan göras för ett byggprojekt med defekter. Studien använder sig av Felträds-metodiken (se avsnitt 5.3) tillsammans med frekvens och intensitet av de identifierade händelserna testas teorin i ett byggprojekt (Aljassmi, 2013).

6 Empiri

För att undersöka hur väl rutiner och teori om riskhantering, riskinventering/riskanalyser fungerar genomförs kvalitativa intervjuer. Intervjufrågorna är öppna för att den tillfrågade ska kunna utveckla sina svar. Syftet är att få svar på frågeställningarna i inledningen av arbetet, och vilka möjligheter det finns att utveckla arbetet med att göra riskinventeringar.

6.1 Genomförande av intervjuer

Intervjuer med utgångspunkt ifrån rapportens frågeställningar.

Intervjuerna genomfördes under juni/juli månad 2013 med personal som arbetar på Malmö Live. Intervjufrågorna utgår ifrån rapportens frågeställningar och intervjupersonerna har olika roller på projektet och tillfrågades utifrån deras roll och erfarenhet för att få en bredd på svaren. Person A är kopplad till projektet som kvalitetsansvarig och jobbar för Skanska Sverige. Person B är montageledare och person C är montagechef på Skanska Stomsystem som är anlitad underentreprenör vid stomresningen. De fyra huvudfrågorna och svaren presenteras i detta kapitel och intervjufrågorna återfinns i sin helhet i appendix 1.

6.1.1 Intervju med person A

Hur arbetar Ni med riskhantering/riskinventering?

- ”Riskhanteringstänket” är med hela processen från anbudsskedet, där projektet går igenom innan anbud lämnats. Om anbud lämnas kan projektet genomgå en så kallad ”tidig granskning” där risker i produktionen identifieras, men sedan brister det och identifierade risker kommer inte med från projekteringen till produktionen. Här finns möjligheter att påverka arbetsmiljö, miljö och kvalitet, här kan det korrigeras. I och med att projekteringen ofta köps in av konsulter så arbetar de utifrån ”sina risker” och de risker som identifierats i en tidig granskning kommer inte vidare, vilket är en stor brist i riskhanteringen.
- Det är som att risker som identifieras i projekteringen stannar vid övergången till produktionsstart och det är den stora bristen, processen i stort. Produktionschefen befinner sig, inför starten av ett nytt projekt, på två stolar då föregående projekt ska

avslutas och därför finns inte tid eller möjlighet att vara en del av projekteringen inför produktionsstarten.

- Utifrån min erfarenhet ligger mycket fokus på arbetsmiljö vilket gör att kvaliteten kommer i skymundan. Många brister som upptäcks kan åtgärdas redan i projekteringen, och där är ett stort förbättringsområde.

Hur arbetar Ni med kvalitetssäkring i produktionen?

- Produktionschefen är den som är kvalitetsansvarig på sitt projekt. De är inte experter på allt men kvalitetssäkring det är att använda sig av en specialist, om man själv saknar kunskapen. En kontinuerlig genomgång av kvalitetsmålen borde göras för produktionen, för att säkerställa att de kvalitetskrav man har uppnås.
- Ett sätt att kvalitetssäkra produktionen är alla egenkontroller som utförs. Enligt föreskrifter ska alla leveranser till arbetsplatsen kontrolleras innan produkterna monteras. Därefter görs egenkontroller som utformats efter en förbestämd kontrollplan. Ett exempel är när ett element behöver kapas, och konsekvenserna det får, dels med extra arbete och tidsförlust och hur konstruktionen i sig påverkas av att förtillverkade element förändras på arbetsplatsen.
- Underentreprenören har ett program för att rapportera avvikelser av prefabricerade element och avvikelser i montage. En brist med programmet är att när material köps utomlands finns inte samma kontrollsystem som här hemma. Det kan diskuteras vad som är en avvikelse, och vilka avvikelser som ska lyftas fram. När man jobbar i ett sent skede och korrigerar det som blivit fel kan det vara svårt att gå tillbaka i processen och bestämma vart avvikelsen uppstod.

Vad kan förbättras när det gäller kvalitetssäkringen?

- Information och kommunikation är de två viktigaste sakerna för att inte ”göra som man brukar göra” utan ta hänsyn till de projektspecifika krav som finns i varje projekt. Arbetsberedningar blir arbetsmiljö, fast det borde innefatta allt [miljö, kvalitet, produktivitet och ekonomi].

- Ett problem, med kvalitetssäkring, är vad som är en avvikelse. För att något ska vara en avvikelse måste det finnas en förutbestämd toleransnivå och det ska finnas i avtalet för projektet.
- Ett förslag är att efter gjord riskinventering, och identifiering av kritiska moment, bör kontrollprogram upprättas och utifrån dem bör egenkontrollplaner göras med satta toleransnivåer. Därefter bör förebyggande åtgärder och samarbete med inköps- och produktionspersonal göras. Kommunikationen mellan den som gör inköp och den som tar emot leveransen är viktig. Det är något som brister i dag och som ofta framkommer i revisioner av gamla projekt.
- Det bästa arbetssättet för att göra en riskinventering är en grupp människor som har olika erfarenheter. Processen skulle kunna förbättras om det fanns en mall att diskutera utifrån. Men att det inte fungerar i dag är en ledningsfråga, om förutsättningarna fanns skulle förhoppningsvis engagemanget och motivationen också finnas.
- När de projektspecifika kraven är satta måste arbetet med riskinventeringen starta. Det är i projekteringen man kan påverka, ifrågasätta och det är här produktionsmänniskor måste vara med, för det är de som ska utföra arbetet. Man behöver bemanna på ett annat sätt än idag, så att ansvariga för produktionen kan vara med och påverka under projekteringen.
- Erfarenhetsåterföringen av genomförda projekt är bristfällig i företaget i stort, men man måste även vara mottaglig för informationen och få informationen i rätt tid.

Andra saker som påverkar kvaliteten/produktionen?

- Andra saker som brister idag är att resurser inte tillsätts i rätt tid. Man gör så gott man kan med det man har och för att lösa problemen man har i dag behöver företaget jobba mer förebyggande och flytta fokus till tidigare i processen.
- Varje projekt börjar med kundens beställning och det kunden bryr sig om är att dennes produkt levereras i rätt tid, med rätt kvalitet och till rätt kostnad. Arbetsmiljö och säkerhet är saker företaget arbetar med tiden mellan beställning och leverans, men att det händer så mycket där i processen att kundens krav glöms bort. Ibland verkar det inte vara klart vilka förväntningar kunden har och därför tappas kundfokus.

-
- Det är självklart att säkerheten är viktig och att alla ska komma hem varje dag. Men ibland blir det för mycket med olycksstatistik, det är ingen som rapporterar avvikelser eller kvalitetsfel, det är inte samma fokus på rapporteringen där.
 - Om fokus hade flyttats till tidigare i processen med bättre underlag och handlingar hade mycket resurser kunnat sparas in. I ett tidigt skede finns fortfarande möjligheter att påverka, men då måste produktionspersonal få vara delaktig i projekteringen.
 - Det är även viktigt att de som projekterar får återkoppling från produktionen. Ibland görs ritningar som inte går att använda då handlingarna i sig brister, eftersom en del projektörer saknar den praktiska erfarenheten av byggande. Det får följderna att handlingarna, som är grunden till inköp, revideras och förändringar görs som inte kan utföras på redan lagt anbud.
 - Idag sitter alldeles för många och gör riskbedömningar utifrån egna erfarenheter. En riskinventering ska göras av en grupp med olika erfarenheter och olika positioner, om det behövs ska man använda sakkunniga med kompetens inom speciella riskområden. Och det borde ske redan i projekteringen. Det är upp till var och en att inse sina egna begränsningar och att våga ta hjälp kring det man inte har kunskap om, ”risker kan bli möjligheter med rätt person”.
 - Det är en risk med dagens bonussystem, att pengar utbetalas efter att du levererat och i rätt tid. Vägen dit bryr man sig inte om och Skanska Sverige lämnar en längre garantitid på sina arbeten. Allt bottnar i ekonomi och jakten mot toppen gör att man inte ”hinner” samla den erfarenheten och förståelse för helheten som är så viktig.
 - Konkurrensen om billigaste priset i ett anbud kan innebära konsekvenser längre fram, man måste inse vad konsekvenserna blir om man väljer det billigaste. Ett dyrare alternativ kan vara bättre sett till att företaget alltid lämnar en garantitid. Kommunikation och en ”second opinion” i projekteringen är vad som saknas.

6.1.2 Intervju med person B

Hur arbetar Ni med riskhantering/riskinventering?

- Riskinventering är när speciella moment kontrolleras; vad som kan hända och vad man gör för att försöka undvika det. Den så kallade montageplanen blir en enda stor riskinventering och samtidigt en stor arbetsberedning. Montageplanen beskriver hela händelseförloppet från leveranser av element, koppling av element, montering och

vilka toleranser som accepteras. Eftersom det kan vara svårt att få med allting från början kan montageplanen komma att kompletteras under tiden med specifika arbetsberedningar. Att göra en montageplan innan produktionsstart fungerar bra.

- Skanska Stomsystem arbetar mycket med riskhantering och då framförallt förebyggande för en säker arbetsmiljö. Med enkla hjälpmedel kan säkerheten höjas på arbetsplatsen.
- Datasystemet som används för att hantera avvikelser i produktionen, som produkter och leveranser till arbetsplatsen, används både för egentillverkade element och beställda.

Hur arbetar Ni med kvalitetssäkring i produktionen?

- Alla produkter kontrolleras enligt gjord kontrollplan, innan de levereras från fabriken. Det görs löpande egenkontroller på arbetsplatsen och till exempel kontrolleras lägeshöjden kontinuerligt, och jämförs med toleransnivåerna, av montörer på plats. Toleransnivåer är generella och kommer delvis från Betongelementförenings Handbok.
- Kontrollpunkterna kommer från kontrollplanen som montagechefen utformat utifrån sina och andras erfarenheter. Varje projekt är unikt men i och med att produkterna som monteras är ganska standardiserade, skiljer sig inte kontrollpunkterna så mycket åt mellan projekten. Kontrollpunkterna kan kompletteras utifrån vad beställaren vill.
- Kontrollplanen måste vara klar innan produktion startar och då är det bestämt vilka kontroller som ska genomföras. Det kan vara så att man kommer på under tiden att nya punkter behöver kontrolleras och då läggs de till. Många av punkterna bygger på erfarenhet och vissa är projektspecifika som utgår ifrån vad byggnaden är tänkt att användas för. Toleransnivåerna kan skärpas beroende på vad byggnaden ska användas till.
- Konstruktören står för konstruktionen och tillsammans förs en dialog om det uppstår avvikelser. Det finns en möjlighet att komma med idéer om hur vissa moment rent praktiskt kan göras, och sedan får konstruktören göra valet. Hur avvikelser kan åtgärdas diskuteras utan att så att säga fördärva något annat, ingen vill orsaka mer skada utan bara rätta till felet. Konstruktören har sista ordet och kan välja ett dyrare alternativ av

två men det handlar om en slutprodukt som någon beställt och beställaren ska känna sig nöjd.

Vad kan förbättras när det gäller kvalitetssäkringen?

- Vissa av de problem som uppstår i produktionen hade kunnat åtgärdas om produktionspersonal hade fått vara med i projekteringen. Det är svårt att tänka på allt ifrån början men ambitionen internt är att företaget ska komma in tidigare i projekteringen och låta personal som jobbar i produktionen vara med i ett tidigt skede för att bidra med erfarenheter. Man lär sig av sina misstag från projekteringen och försöker utvecklas så att förutsättningarna i produktionen blir bättre.
- Det har alltid varit en skarp linje mellan projektering och produktion men det finns en ambition att sudda ut den och låta produktionspersonal vara delaktig i projekteringen och då binda ihop teoretiker och praktiker. Det finns alltid praktiska moment man inte kan se förrän vid arbete i produktionen och därför är det en bra idé att vara med tidigare i processen, där man kan dela med sig av sin erfarenhet.

Andra saker som påverkar kvaliteten/produktionen?

- Det är ett problem med sena förändringar i projekteringen. När ritningar och förutsättningar förändras i närheten till produktionsstart. Anbudet på arbetet lämnas i ett tidigt skede och på de handlingar som finns tillgängliga då, när sedan produktionsstart sker och förändringar finns blir det ofta mer jobb som ska göras för samma budget. Anbudslämnare tar för lätt på vissa arbetsmoment och förutsätter att det löser sig.
- Vid problemet med sena förändringar får ofta mer personal tas in, men ibland hjälper inte det då flera arbetsmoment inte kan utföras samtidigt. Ett annat sätt att lösa problemen är att befintlig produktionspersonal arbetar mer.
- Utifrån ritningarna tas en modell över byggnaden och ett typelement som ska monteras fram. Problemet i detta fall var att typelementet var det enklaste av alla element och många till antalet men inte i majoritet. Det gör att montaget blir mer avancerat och tidskrävande än beräknat.

- Arbetsberedningar innehåller inte bara arbetsmiljörisker utan även miljörisker, kvalitetsrisker tänker man nog inte så mycket på. Men en arbetsberedning ska vara en förhandsfundering på ett visst arbetsmoment, och kvalitet kan ju finnas i ett arbetsmoment. Det är som att kvalitetsrisker är frånkopplat från arbetsberedningen då kvaliteten redan är klar sen innan, i och med förutbestämda toleransnivåer som bestämts i ett tidigare skede.

6.1.3 Intervju med person C

Hur arbetar Ni med riskhantering/riskinventering?

- Riskhanteringsarbetet börjar redan i anbudsskedet med ritningar och projektspecifika förutsättningar. Anbudet vinnas på systemhandlingar och det är utifrån dem som alla beräkningar om tid, material och personal görs. Riskinventeringen för stomresningen bygger mycket på erfarenheter.
- För stomresningen upprättas en så kallad montageplan som görs av montagechef tillsammans med montageledare. Montageplanen är i princip en sammanställning av de risker som har upptäckts längs vägen. Risken kan vara transporter eller antal kranar, det varierar hela tiden.
- Det är svårt att få med sig kvalitetsrisker från projekteringen till produktionen. Det är på startmötet de risker som framkommit noteras och förs in i montageplanen. Det kan till exempel gälla kvalitet av färg på väggar, och enda sättet att förmedla det är via montageplan och möten med produktionspersonal. Det finns ingen checklista att pricka av, det bygger på personer. Inför produktionsstart hålls möte med samtliga montörer som informeras om montageplanen. Det finns sedan två sätt att informera om förändringar under produktionen, antingen revideras montageplanen och ett tilläggsblad görs som presenteras på ett kort möte. Eller görs en separat arbetsberedning som ges specifikt till den som monterar.
- Alla risker som noterats hanteras, men frågan är om allt kommer med i riskinventeringen. Vissa toleransnivåer har missats i projekteringen och det är svårt att sätta nivåer när produktionen påbörjats. Där saknas en checklista för att täcka in att det kommer med.

-
- Ur Betongelementförenings Handbok kommer toleransnivåer för alla prefabricerade element. I avtalet ska även toleransnivåer som är mer projektspecifika finnas, dessa toleransnivåer ska finnas angivna på dem tilläggskontroller som görs.
 - Ett verktyg är arbetsberedningar och en arbetsberedning ska innehålla allt, ekonomi, kvalitet, arbetsmiljö etc. ”En arbetsberedning ska fastställa att alla mår bra och tjänar på det, så enkelt är det.” Oavsett hur man gör så ska målen att kunden är nöjd, att man tjänat pengar och att ingen skadat sig uppnås. Sen är ordningen så klart omvänd.

Hur arbetar Ni med kvalitetssäkring i produktionen?

- Kvalitetsrisker i produktionen hanteras med hjälp av kontrollplaner. Fabriken har en kontrollplan för deras produkter och en kontrollplan finns för montaget. Alla måste vara delaktiga i kontrollplanen.
- Ofta är det montören som upptäcker avvikelser. Det är inte upp till montören att besluta om åtgärder vid avvikelser, om det inte gäller enklare saker. Konstruktiva beslut är endast konstruktören som ska göra och det ska vara skriftligt. Det kan vara svårt att invänta ett skriftligt beslut när pressen är hög och arbetet stannar av hela tiden, den tiden finns inte.
- Det finns ett program för inrapportering av avvikelser, allt från produkter till avvikelser vid montering, vilket betyder att produktavvikelser enkelt kan rapporteras tillbaka till fabriken. Det fungerar så att den som upptäcker avvikelser registrerar den och berörda personer informeras. Berörda personer föreslår åtgärder och ansvarar för uppföljningen tills avvikelserna är åtgärdade. Det har länge funnits ett motstånd mot att registrera avvikelser då det kan uppfattas som jobbigt istället för att se det som en möjlighet att förbättras.

Vad kan förbättras när det gäller kvalitetssäkringen?

- Den som gör kalkylen måste kunna identifiera risker. Idag är det för personrelaterat och hänger på att vissa medarbetare identifierar de risker kring kvalitet som finns, att tilläggskontroller görs för både fabriken och montaget. Det är väldigt personligt och det är inte bra.

- För att höja kvaliteten måste företaget kollektivt höja sig, både mentalt och utbildningsmässigt. Den som utför jobbet måste kunna toleransnivåerna likväl som montageledare. Idag utbildas personalen både internt och externt, det är både ett generationsskifte på gång och personalomsättningar som gör att man måste utbilda. Förutom det måste man höja personalens mentala nivå genom att ge dem feedback på deras arbete.
- Erfarenhetsåterföringen är eftersläpande i företaget, men det är svårt att förmedla erfarenheter. Ett förslag är att det på startmötets agenda finns punkter som en krysslista för saker att göra. Ett förslag är att en eller två gånger om året samlas och presentera projekt med deras tio svåraste avvikelser, öppet och ärligt, istället för att älta förbättringsprogram så bör man prata utifrån genomförda projekt.
- Med hjälp av statistik från avvikelsehanteringsprogrammet hade de vanligaste avvikelserna kunnat identifieras och åtgärdats en gång för alla, men programmet är inte optimalt för att göra denna typ av statistik. Många avvikelser registreras och mycket lite åtgärdas.

Andra saker som påverkar kvaliteten/produktionen?

- Ett tajt tidsschema på projektet gör att det krävs mer personal och övertid för att kunna färdig ställa i tid. Förändringar av byggnaden gjorde att vid produktionsstart behövdes mer personal och tid än beräknat, men tidplanen är fastslagen redan innan förändringarna och därför behövdes mer personal än beräknat redan från start och att personalen jobbar övertid.
- Konsekvenserna av beslutet med att göra sena förändringar i projektet gjordes utan en övergripande blick. Men i och med att tidplanen ligger fast sedan tidigare, och pengarna det kostar att levererar projektet efter slutdagen är stora, löser man det med mer personal och övertid.

6.2 Analys av intervjuer

I detta avsnitt analyseras genomförda intervjuer och avlutas med en sammanfattning och författarens analys.

Hur arbetar man med riskhantering/riskinventering?

Intervjupersonerna beskriver riskhanteringsprocessen enligt de interna riktlinjerna och att kvalitetsrisker är svåra att få med från projekteringen, bristerna finns i processen och kommunikationen. Ändå beskriver alla att riskhanteringsprocessen påbörjas redan i anbudsskedet. Möjligheten att påverka är större i projekteringen än i produktionen vilket beskrivs av intervjupersonerna och svårigheterna med att fixa projekteringsmissar.

Enligt företagets rutiner ska en riskinventering göras inför varje projektstart och följas upp varje kvartal. Från intervjuerna framgår att arbetet med riskinventering verkar fungera fram till och med projekteringen, men att från produktionen är det upp till projektchef hur riskinventeringen uppdateras. Som de intervjuade beskriver det riskerar man att missa identifierade risker i projekteringen, som påverkar produktionen, oavsett om projekteringen görs av konsulter eller företaget, då det saknas kontinuitet i riskhanteringsarbetet. Processen kring hur och när riskinventeringen görs behöver förändras.

Det är stort fokus på arbetsmiljö från ledning och bland produktionspersonal. Person B beskriver hur bra man är på säker arbetsmiljö och hur man arbetar för att uppfylla de kraven. Intervjupersonerna från underentreprenören beskriver det som att montageplanen blir en stor riskinventering och arbetsberedning. Frågan är om man får med sig alla risker/möjligheter då montageplanen görs i anslutning till produktionen, då projekteringen är klar.

Montageplanen bygger till stor del på erfarenheter och blir därmed personberoende, vilket inte är hållbart i längden. Om montageplanen behöver förändras kan dokumentet kompletteras med extra arbetsberedningar eller så görs specifika arbetsberedningar som berörd montör får. Frågan är om det görs uppföljning på de extra arbetsberedningarna som görs?

Arbetsberedningar verkar vara den arbetsmetoden som måste genomföras och innehåller mycket arbetsplatssäkerhet. Som en av personerna som intervjuats beskrev det så bestäms toleransnivåer och därmed kvaliteten i ett tidigare skede och kommer därför inte med i

arbetsberedningen. Hur ser uppföljningen ut när ”extra” arbetsberedningar görs? Följs det upp?

Hur arbetar man med kvalitetssäkring i produktionen?

Från intervjuerna och de interna riktlinjerna framkommer att produktionen ska kvalitetssäkras genom egenkontroller på utfört arbete. Underentreprenören jobbar med ett eget program där alla avvikelser ska registreras. Frågan är vilka avvikelser som noteras och om orsakerna bakom avvikelsen utreds eller om det bara är ”symptomen” som botas, då systemet verkar sakna statistik och därmed långsiktig uppföljning av rapporterade avvikelser.

Produktionspersonalen berättar att alla produkter, som kommer till arbetsplatsen, ska kontrolleras enligt kontrollplanen och att det löpande genomförs egenkontroller. Kontrollpunkterna bestäms utifrån kontrollplanen och den bygger på erfarenheter. Kontrollplanen beskrivs som ett levande dokument som kan förändras vid behov, frågan är om förändringarna följs upp och erfarenhetsåterföring görs?

Toleransnivåerna vid stomresningen är generella och fås ur Betongföreningens Handbok förutom de som är projektspecifika. Toleransnivåerna hänger ihop med kontrollplanen och vilka kontrollpunkter som görs. Kvalitetsrisker i produktionen hanteras med hjälp av kontrollplanen.

Enligt intervjuerna av underentreprenören hanteras avvikelsen utifrån omfattning och gäller det konstruktionen i sig kontaktas konstruktören. En inställning till att problem löser sig på plats verkar göra att det saknas ett arbetssätt kring hur avvikelser ska åtgärdas, förutom att de ska registreras i programmet som underentreprenören använder sig av. Som person C beskriver har det funnits ett visst motstånd mot att registrera avvikelser, vilket gör att man undrar hur stor del som aldrig kommer fram och om det finns statistik över återkommande avvikelser?

Vad kan förbättras när det gäller kvalitetssäkringen?

En återkommande punkt under intervjuerna är erfarenhetsåterföringen. Alla intervjuade beskriver att mycket av arbetet bygger på erfarenheter hos personalen och en av de

intervjuade påpekar att just i och med att arbetet bygger på vissa nyckelpersoner blir organisationen sårbar. Rutiner för erfarenhetsåterföring saknas och det upplevs som ett problem.

Som intervjupersonerna beskriver det råder det oenighet om vad som är en avvikelse, och därför om vad som ska rapporteras. För att något ska vara en avvikelse måste en toleransnivå finnas, och detta saknas ibland enligt person A. Kontrollplanen bör innehålla toleransnivåerna och detta bör göras i samarbete med berörd inköpspersonal, kommunikationsmissar här kan innebära att man inte uppfyller toleransnivåerna och kvalitetsfel uppstår.

Möjligheten att påverka är störst i projekteringen och produktionspersonalen borde vara en del tycker samtliga intervjupersonerna. Men för att det ska vara möjligt behöver man bemanna på ett annat sätt än man gör idag. Person B beskriver det som att idag är det en skarp linje mellan projekteringen och produktionen, och det finns många fördelar med att låta produktionspersonalen dela med sig av sina erfarenheter. Men vad skulle det få för konsekvenser för projekteringen? Blir processen mer utdragen och hur skulle ett omvänt förhållande med konsulter arbetande i produktionen påverka projekteringen? Frågan är hur och om projekteringen skulle förändras om linjen blev otydligare?

Andra saker som påverkar kvaliteten/produktionen?

Som intervjupersonerna från underentreprenören beskriver det är tidsplanen en orsak till att avvikelser uppstår. Sena ändringar i projektet förändrar planerat arbete, personalbehov och material, vilket betyder att en gjord riskinventering inte längre är aktuell, och därmed inte tillför det som är poängen med att göra just en riskinventering.

Från intervjuerna framkommer att avsaknaden av rätt resurser i rätt tid gör att man löser problem på plats utifrån de förutsättningarna, vilket kanske inte är ett optimalt arbetssätt, sett till kvaliteten eller arbetsmiljön. Enligt person C löser man vanligen problem som uppstår vid sena förändringar i projekteringen med mer personal och att den tillgängliga personalen arbetar övertid, då tidsplanen sätter gränsen.

Fokus borde flyttas till tidigare i processen, där det är lättare att göra förändringar och resursåtgången är mindre. Primära syftet med ett projekt och produktionen är att leverera

enligt kundens beställning med rätt kvalitet, i rätt tid och till rätt kostnad, vilket kan komma ur fokus när det endast görs arbetsberedningar för god arbetsmiljö.

Enligt person B innehåller arbetsberedningar inte bara arbetsmiljörisker utan även miljörisker. I och med satta toleransnivåer är kvaliteten redan förutbestämd och det kan vara anledningen till att kvalitetsrisker är frånkopplat från arbetsberedningen då det bestäms i ett tidigare stadium.

Ett annat problem är enligt person A att många riskinventeringar görs individuellt och utifrån egna erfarenheter. Det är en risk i sig att riskinventeringen blir ofullständig och risker missas som hade kunnat förebyggas eller elimineras.

6.2.1 Slutsats

Utifrån genomförda intervjuer kan författaren konstatera att arbetet kring riskinventering och kvalitetssäkringen kan förbättras för att upprätthålla en god kvalitet på produktionen. Det finns flera intressanta problem att undersöka närmare, men i denna rapport är uppgiften att analysera riskinventeringen och inkludera förbättringsförslag kring metodvalet.

Efter genomförda intervjuer kan författaren dra slutsatsen att arbetet med att säkerställa kvaliteten kan förbättras för att undvika kostsamma åtgärder. Som intervjupersonerna beskriver finns ett uttalat fokus på arbetsmiljön, vilket kan vara anledningen till att man tappar kundfokus och därmed de kvalitetskrav som finns. Det borde aldrig kompromissas med arbetsmiljö, och dessa saker borde vara oberoende av varandra och därför kunna utföras. Inte något man använder som ursäkt för att det missas med kvalitet etc. Kanske kan det vara för att det enligt lag måste göras arbetsberedningar för att säkerställa arbetsmiljö, eller så är det tradition och rutiner som gör det. Problem med tajta tidplaner, sena förändringar, kommunikationsproblem, personberoende och eftersläppande erfarenhetsåterföring verkar vara de stora beröringspunkterna som hänger ihop på ett eller annat sätt.

Vad gäller riskinventeringen verkar den stora bristen finnas i att den riskinventering som påbörjas i anbudsskedet inte följer med till produktionen utan där påbörjas en ny riskinventering och i värsta fall görs den av en individ vilket gör att den enbart baseras på den personens erfarenheter och riskerar därmed att bli ensidig. En möjlig lösning för att förhindra en del risker som uppkommer är att produktionspersonalen är delaktig i projekteringen, då kan risker förändras och förhindras redan före produktionsstarten. Det kan dock medföra andra,

organisatoriska, problem med hur ett sådant upplägg kan lösas. Man kan uppnå säkrare och bättre kvalitet, men det kostar tid och pengar.

Underentreprenören Skanska Stomsystem gör en omfattande riskinventering genom sin montageplan, och avvikelser hanteras genom det digitala avvikelseprogrammet som finns. Projektet arbetar med att kontinuerligt följa upp gjord riskinventering, vilket inte innefattar underentreprenören, så mellan företagets arbetsätt på projektet verkar det saknas koppling. Det gemensamma målet är skrivet i avtalet men vägen dit har man inte gjort gemensam. Om det beror på företagets beroendeställning till varandra (anlitad totalentreprenad för stomresningen) eller om tydliga arbetsrutiner saknas är bara spekulationer.

6.2.2 Riskinventeringsprocessen - Kommentarer

Riskinventeringen som är gjord för produktionen kan förbättras genom att ytterligare en analysmetod används, för att hantera händelser som behöver utvecklas. Riskinventeringen görs med en metod som liknar "What if?"-metoden och med den som förutsättning kan händelser som ses som mer komplexa utredas närmare, än det görs idag, med hjälp av en felträdsanalys.

Problemet med att riskinventeringen/riskanalysen inte utnyttjas på det sätt som är möjligt med riktlinjer och rutiner (se kapitel 3) kan vara att den är svår att överblicka. En av fördelarna med Felträds-metodiken är att felträdet är lättöverskådlig. I avsnitt 6.3 beskrivs genomförandet av att upprätta ett felträd med exempel. Därefter beskrivs fördelarna med att använda sig av just felträd i kommentarerna efteråt.

Beskrivning och genomgång av analysen återfinns i tidigare kapitel om Riskhantering (kapitel 3) och Prefabricerade stomsystem (kapitel 4). Praktiskt genomförande av Felträdsanalys och exempel finns i nästa avsnitt.

6.3 Genomförande av Felträdsanalys

Vid val av analysmetod är det viktigt att analysens syfte och avgränsningar är tydliga, vilken/vilka delar av systemet som ska inventeras etc. Förutom det bör man välja utifrån vilket underlag som finns och detaljeringsgraden av systemet. Mänskliga felhandlingar kan

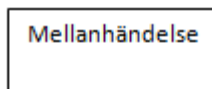
kombineras med tekniska problem som t.ex. fel på utrustningen. Kostnaden och tidsåtgången avgörs av hur detaljerad analysen görs och hur komplext projektet är (Kemikontoret, 2001).

Felträdsanalysen tar utgångspunkt i en topphändelse och händelserna dit granskas så långt det är möjligt, helst tills man kommer till bashändelsen. Topphändelsen bör precisera var, vad och när en skadehändelse inträffar, annars riskerar analysen att bli oklar och eventuellt misstolkas. Därefter bör förutsättningarna för analysen beskrivas så som systemets fysiska avgränsningar, händelser som kan inträffa och systemets tillstånd. Bashändelser och händelserna däremellan visar det logiska sambandet till topphändelsen med hjälp av villkorssymboler, eller-, och-spärr- och fördröjningsgrind är de vanligaste. Dessa symboler kopplar samman felfunktionerna och felhandlingarna med varandra. Händelserna mellan bas- och topphändelsen kallas för mellanliggande händelse, utvecklad händelse eller yttre händelse (gränsvillkor) eller överföringsmarkeringar (Kemikontoret, 2001). Symbolerna och dess betydelse listas på nästkommande sida.

Felfunktioner i ett felträd kan delas in i primära och sekundära fel. Primära fel inträffar när utrustningen/maskinen ska fungera normalt medan sekundära fel inträffar under speciella förhållanden som utrustningen inte är avsedd för. Ingen yttre påverkan kan härledas vid primärt fel, därför betecknas det som en bashändelse i felträdet. Sekundärfel beror på yttrepåverkan och betecknas därför normalt som mellanliggande händelse (Kemikontoret, 2001).

Texten i felträdet (se exemplet i avsnitt 6.4) ska beskriva händelsen och svara på samma frågor som topphändelsen, inga uppgifter får vara underförstådda då det medför risk för misstolkning. Varje nivå bör bearbetas var för sig och inga händelser bör lämnas ofullständiga. Grindarna kan inte kopplas till varandra utan bara mellan angivna felhändelser. Med ett systematiskt arbete vid konstruktion av felträdet blir det fullständigt och komplett om reglerna följs (Kemikontoret, 2001).

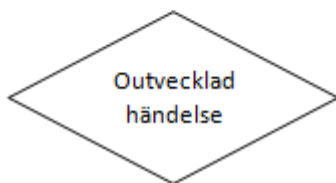
Händelser



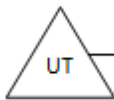
Mellanliggande händelse; en felhandling eller felfunktion som kopplas ihop med andra händelser med hjälp av grindar



Bashändelse; grundläggande händelse av felhandlande eller felfunktion som inte behöver analyseras vidare



Outveckladhändelse; en felhandling eller felfunktion som inte beskrivs vidare därför att nödvändig information saknas



Överförings-markering; IN/UT-markering som anger att felträdet utvecklas vidare vid motsvarande markering som kan förekomma på en annan sida. För att skilja dem åt kan man använda sig av siffror eller bokstäver

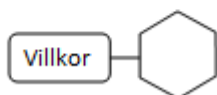
Grindar



OCH-grind; två eller flera händelser behöver ske för att skadehändelsen ska ske



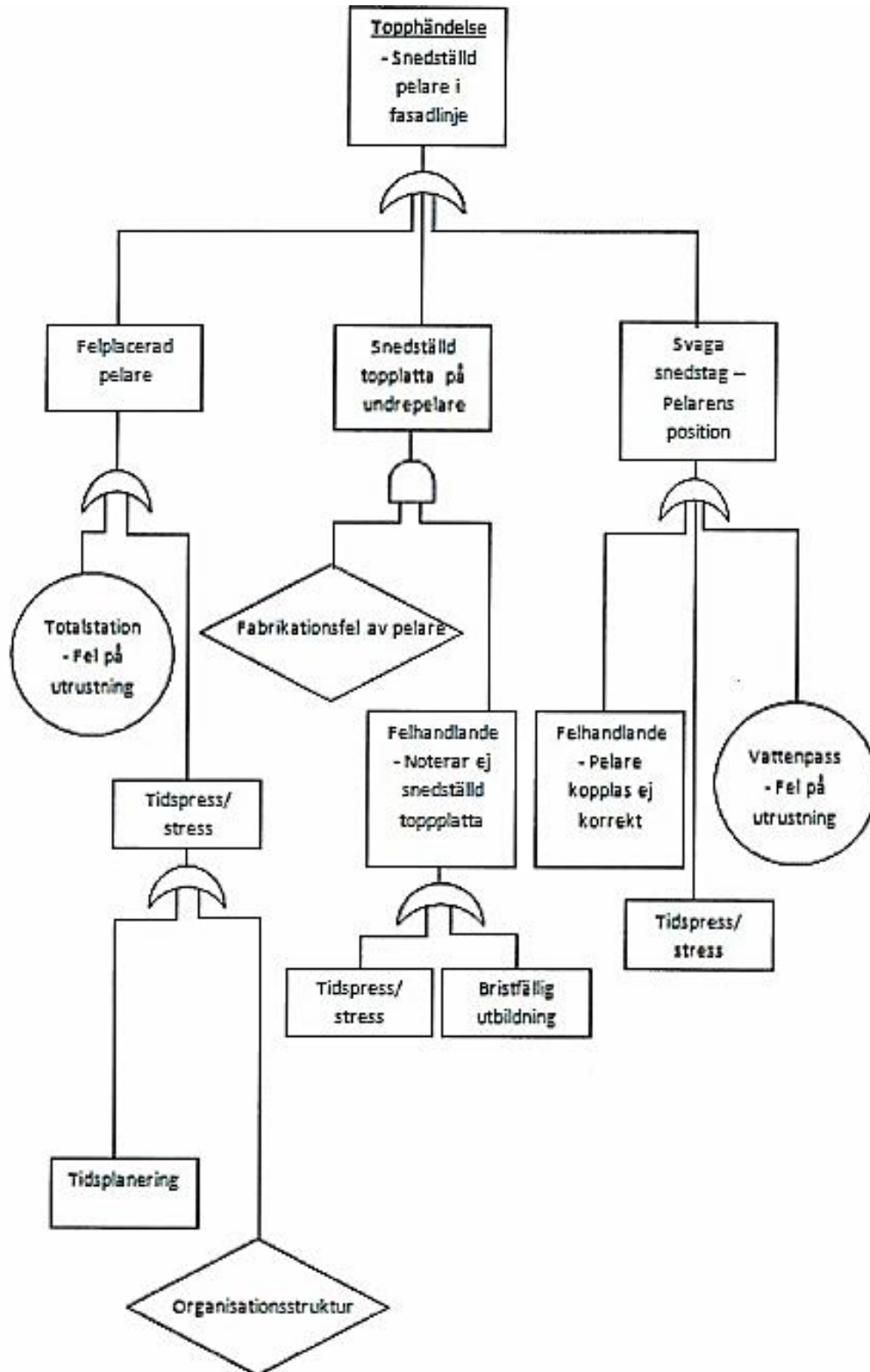
ELLER-grind; en av händelserna inträffar för att skadehändelsen ska se



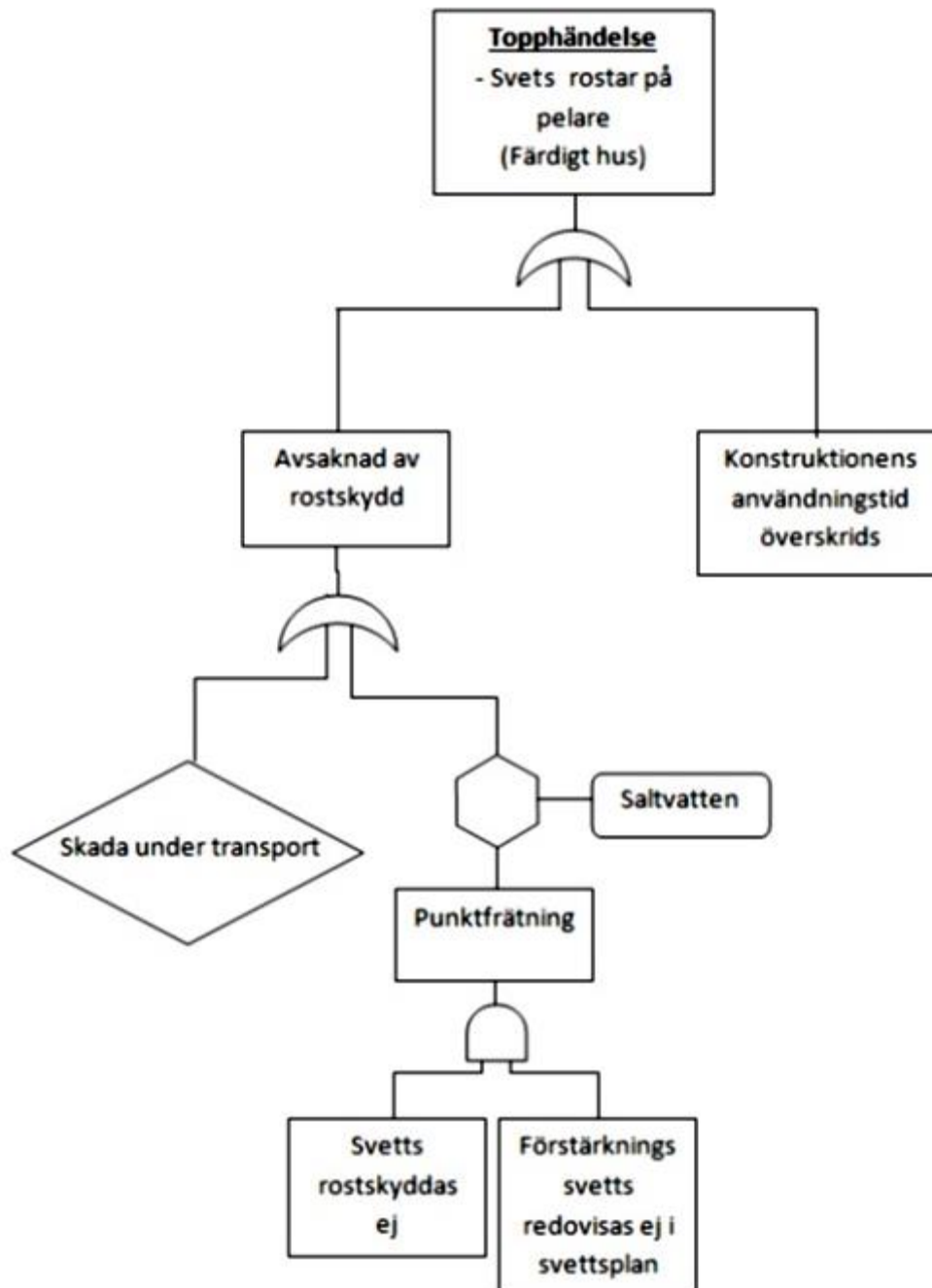
SPÄRR-grind; angivet villkor måste uppfyllas för att händelsen ovan symbolen ska inträffa

6.3.1 Exempel på Felträd

Exempel på avvikelse som kan förekomma vid stomresning.



Exempel på avvikelse som kan förekomma under stomresningen men upptäcks senare.



6.3.2 Kommentarer

Projektets riskinventering görs idag med en metod som liknar analysmetoden ”What if?” och utifrån den metoden kan potentiella skadehändelser framkomma som kan utredas mer grundligt exempelvis med hjälp av Felträds-metodiken.

Felträdet med topphändelsen ”Snedställd pelare” är ett exempel på avvikelse som kan förekomma och utredas mer grundligt med hjälp av felträdsmetoden. Trädet må vara simpelt och topphändelsen allmän, men strukturen gör metoden enkel att använda och resultatet lätt att redovisa. Tidsåtgången och kostnaden för en eller flera personer att konstruera ett träd beror så klart på antal händelser som ska utredas och systemets omfattning.

Exemplet med topphändelsen ”Svets som rostat” är kanske mest intressant med tanke på att Skanska Sverige har garantitid på sina arbeten (se avsnitt 6.1.1 Intervju med person A). Defekter eller avvikelser behöver inte uppstå under produktionstiden, men förutsättningarna skapas under den tiden. Åtgärder för att reducera sannolikheten att det inträffar bör göras i det steg som är mest lämpligt, ur ett tid- och kostnadsperspektiv. Med frekvens eller sannolikhet för att delhändelserna ska inträffa hade felträdet varit ett ännu bättre verktyg.

7 Hantering av avvikelser i produktionen

Sista kapitlet innan slutsatsen hanterar avvikelsernas konsekvens och möjligheterna att göra förebyggande åtgärder för att minska konsekvenserna.

Arbetet med att hantera avvikelser verkar vara en gråzon, från intervjupersonerna beskrivs det som att hanteringen utgår från avvikelsernas storlek. Beroende på omfattningen och påverkan på konstruktionen hanteras eventuella avvikelser och åtgärder olika. Då det inte heller verkar vara så att intervjupersonerna har samma syn på vad som är en avvikelse, är frågan om alla avvikelser noteras och för vem. Person A bekräftar bilden av att hanteringen kring avvikelser är outvecklad på så sätt att det inte finns någon systematik i hur åtgärderna genomförs, om det rapporteras eller vem som får/ska/borde ta del av eventuella rapporter.

Ett sätt att kvalitetssäkra produktionen kan vara att göra riskanalysbedömningar enligt ett systematiskt arbetssätt med grupper av personer med olika erfarenheter och befattningar, som person A förespråkade. Eftersom defekter/avvikelse inte uppstår på grund av en enskild händelse, kan konsekvenserna av en sådan händelse också vara svår att överskåda. Sena förändringar i projekteringen och fast tidplan kan göra avvikelser i produktionen kostsamma och tidskrävande. (se avsnitt 6.1.2 och 6.1.3). Det är två anledningar till att utreda speciella moment som är viktiga för att produktionen ska fungera med hjälp av Händelseträdsmetodiken. På så sätt skulle man kunna arbeta med ”förebyggande åtgärder” för att undvika vissa konsekvenser om avvikelser uppstår.

Ett möjligt arbetssätt för att kvalitetssäkra produktion är att, med utgångspunkt i gjord riskinventering, utreda vissa händelser och dess konsekvenser med hjälp av Händelseträdsmetodiken. Det finns flera anledningar till att man behöver kvalitetssäkra produktionen och inte jobba med ”brandsläckning” som person A kallade det i intervjun.

7.1 Genomförande av Händelseträdsanalys

I avsnittet beskrivs genomförandet av ett Händelsetråd närmare och efterföljs av exempel, för att visa på lämpligheten och redovisningsmöjligheterna.

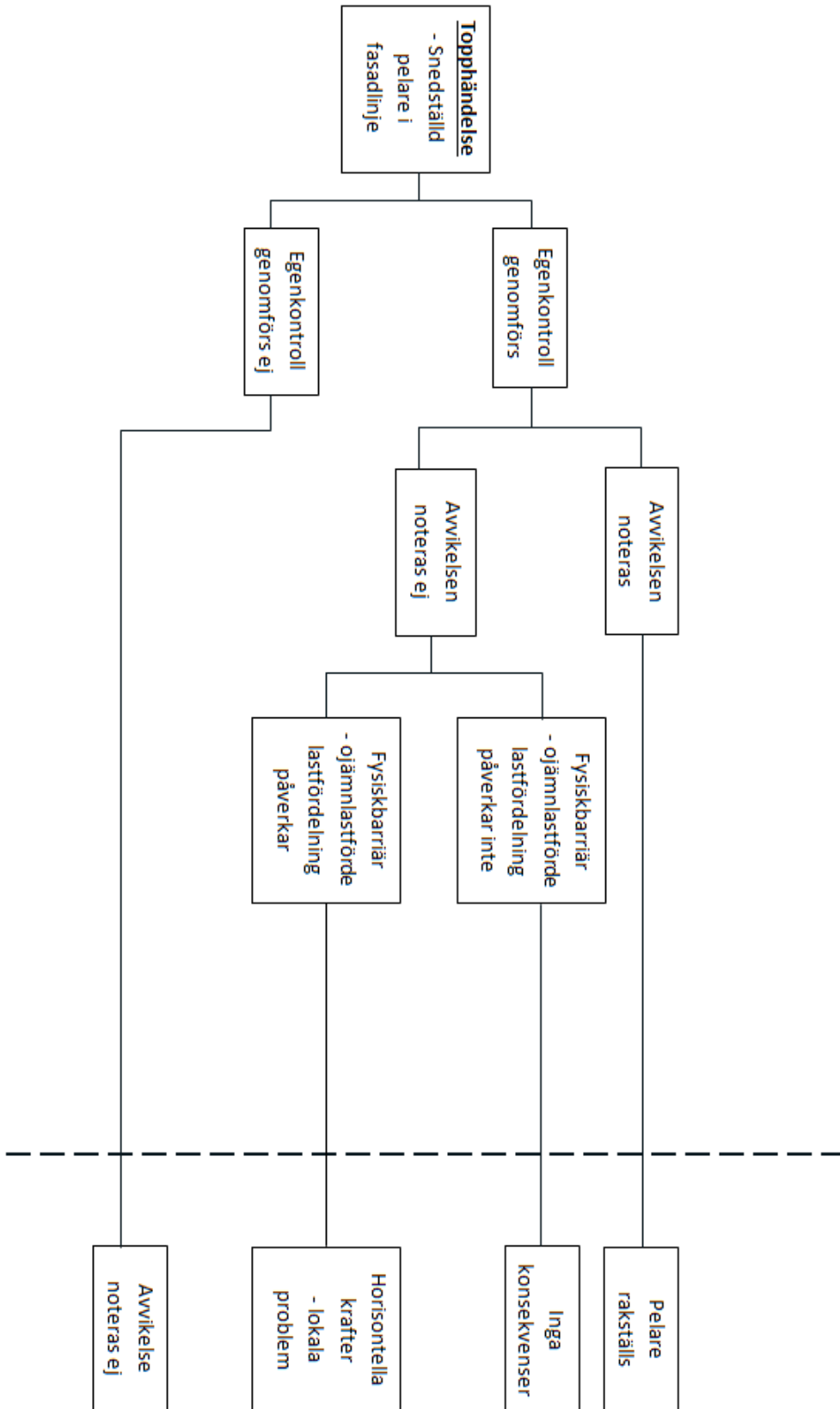
Händelsetrådet tar sin början i en önskad händelse, precis som vid Felträdsanalys, men följer förloppet framåt för att försöka hitta möjliga konsekvenser av händelsen. En enkel logisk struktur baseras på att en viss konsekvens inträffar eller inte. En viss konsekvens kan i sin tur

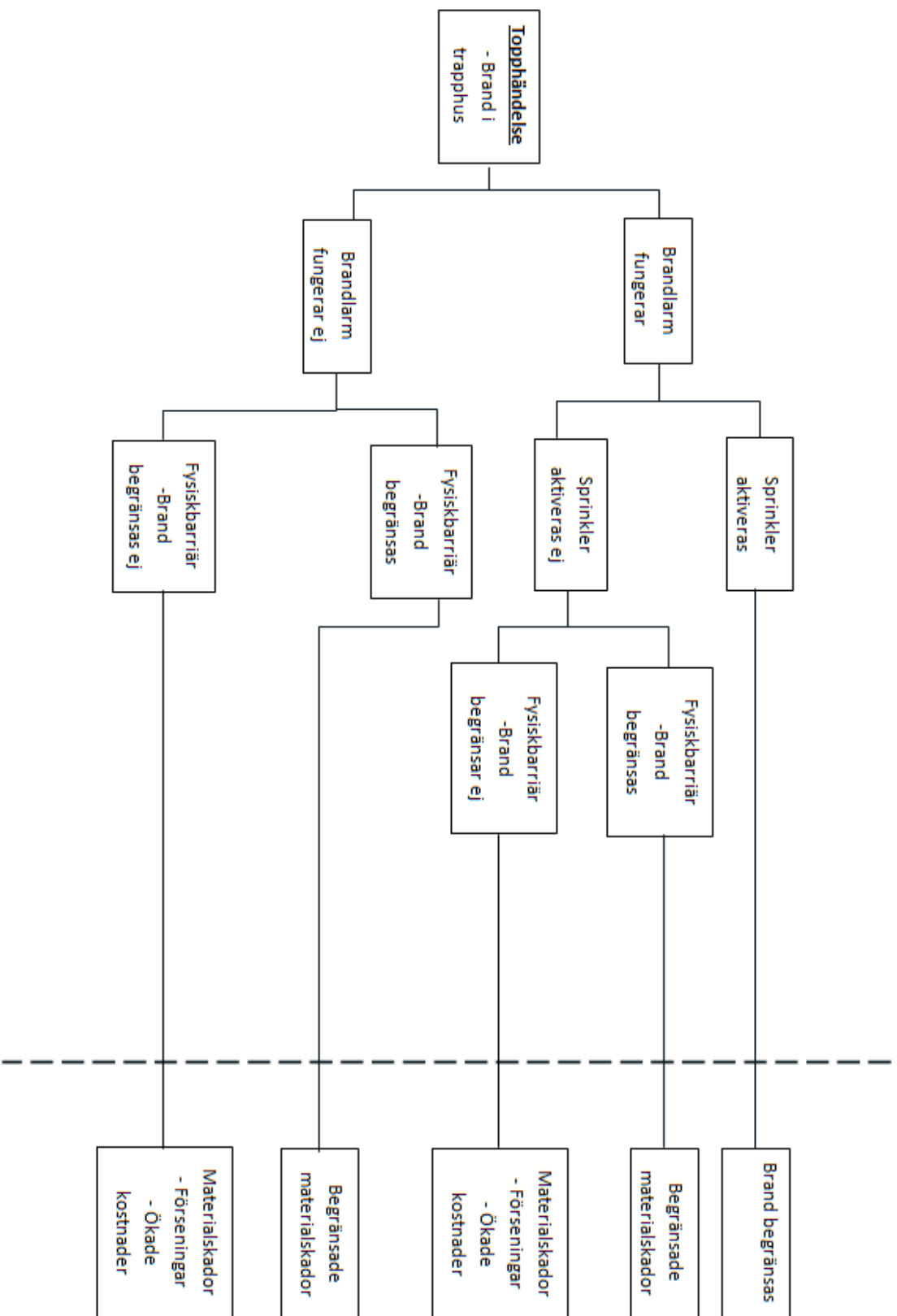
ha olika följdkonsekvenser och kedjan av konsekvenserna som inträffar efter en händelse följer en tydlig tidslinje. (Davidsson, 2003).

Ett händelsetråd konstrueras lätt genom att en skadehändelse identifieras. Därefter identifieras de säkerhetsfunktioner som finns för att förhindra utvecklingen, t.ex. larm eller fysiska barriärer. Trädet får grenar som är varandras motsats, exempelvis fungerar brandvarnaren eller inte. Sist konstrueras själva händelseträdet där varje steg kan värderas med en sannolikhet eller frekvens om det är en kvantitativ analys som görs (Kemikontoret, 2001).

Exempel på avvikelser som kan uppstå vid stomresning finns i nästa avsnitt.

7.1.1 Exempel på Händelseträd





7.1.2 Kommentarer

Händelseträdet ger en kronologisk ordning av händelsekedjan efter att skadehändelsen inträffat, vilket gör det hela lättöverskådligt och identifierar var eventuella åtgärder bör göras. Metoden kan ta hänsyn till både mänskligt felhandlande och felfunktioner hos komponenter, vilket talar för att den är lämplig att använda på ett byggprojekt som Malmö Live. Utifrån nuvarande risikinventering kan skadehändelser som är mer intressanta att utreda tas fram, vad finns för ”säkerhetssystem” och vad är konsekvensen av skadehändelsen?

Precis som i Felträdsanalysen hade en numerisk värdering av delhändelserna gjort analysen djupare. Åtgärderna bör så klart göras efter vilka konsekvenser man vill undvika, men då är kvantifiering av delhändelserna lämpligt för att avgöra den ekonomiska åtgärdens ”användning”.

8 Slutsats med diskussion

Examensarbetes problemformuleringar besvaras och diskuteras. Kapitlet avslutas med ”risker och möjligheter”

Första frågan man bör ställa sig är vad är kvalitet? Vad är en avvikelse? Vem identifierar den? Och vad är kvalitetssäkring? Begreppen betyder olika saker beroende på vem man frågar och därför är det oerhört viktigt att fundera på vem som gör riskanalysbedömningar. Vem/vilka identifierar riskmoment och vad är kvalitetssäkring för den personen eller dem? Därefter är det viktigt att syftet och målet med riskinventeringen är tydliga samt vilken analysmetod som ska användas, det är avgörande för arbetet med att uppnå målen görs.

Förutsättningar finns för att göra ett kontinuerligt riskarbete men i praktiken verkar det inte fungera enligt de personerna som intervjuats. Enligt föreskrivna rutiner och arbetssätt startar riskhanteringsarbetet redan i anbudsskedet och ska genom projektet och produktionen göras med hjälp av en riskinventeringslista som uppdateras varje kvartal under produktionen. Det som verkar saknas är rutiner för hur man ska hantera konsulter och underentreprenörers identifierade risker, om det finns riskmoment som produktionspersonalen bör känna till.

Projektchefen ansvarar för att riskinventeringen görs inför produktionsstart och det är en risk i sig. Riskinventeringen blir lätt ensidig om den enbart bygger på en persons individuella erfarenheter, men frågan är om det finns tid/möjligheter och andra förutsättningar för att alltid kunna göra riskinventeringen i grupp? Bäst förutsättningar för produktionen fås enligt de intervjuade om riskinventeringen görs i grupp med flera olika deltagare.

På Malmö Live är förutsättningarna att arbeta med riskinventeringslistan bättre då det finns en risksamordnare som ser till att listan uppdateras kontinuerligt under produktionstiden. Man skulle anta att eftersom underentreprenören tillhör samma bolag, används samma arbetssätt, men underentreprenörens arbete är vidareutvecklat för att passa deras arbete bättre och här finns en viss diskrepans.

Kvaliteten borde vara fokus, utan att gå utöver arbetssäkerheten, från anbud till överlämning av beställd produkt. I anbudsskedet kan man så klart inte börja detaljstyra produktionen, men förutsättningarna för att göra det påbörjas här med riskinventeringen.

Defekter är en betydande del av de problem ett byggprojekt har. En defekt uppstår inte av en enskild händelse, vilket betyder att arbetet med att kvalitetssäkra produktionen måste börja

tidigt i processen för att minimera sannolikheten att en avvikelse uppstår. När produktionsstarten närmar sig är det enklare att i detalj utreda vissa riskmoment med hjälp av föreslagna metoder. Men en förutsättning för att en avvikelse ska uppstå är att det finns en toleransnivå, annars är det svårt att avgöra när en avvikelse uppstår.

Ett hjälpmedel att utreda defekter i produktion är med hjälp av Felträdsanalys. Metoden kan göras med utgångspunkt ifrån identifierade händelser i riskinventeringen. Det är viktigt att metodvalet är enkelt för att det i praktiken ska användas och åtgärder kunna genomföras för att reducera sannolikheten att en oönskad händelse inträffar. Med frekvens eller sannolikhet för att delhändelserna ska inträffa hade felträdet varit ett ännu bättre verktyg, en viktig pusselbit som saknas för att metoden ska vara optimal.

Som intervjupersonerna påpekar är det stort fokus på arbetsmiljö, vilket gör att kvaliteten kommer i skymundan. Arbetsmiljön och arbetet kring det är i fokus när arbetsberedningar och riskinventeringar görs, det gör att kvalitetsaspekterna till viss del faller bort.

Identifierade riskmoment som kan komma att påverka kvaliteten på produktionen skulle redan i projekteringen kunna utvecklas med hjälp av Händelseträdsmetodiken, men det kan behövas hjälp av produktionskunnig personal vilket är en annan fråga som ligger utanför omfattningen hos denna rapport.

Ett kontinuerligt arbete med riskinventering och uppföljning från anbudsskedet till produktionens slut ger bra förutsättningar för att kvalitetsrisker, tillsammans med arbetsmiljö och miljö, skulle kunna minimeras. Enligt intervjuerna hade en del av de avvikelser som uppstår kunna avhjälpas redan i projekteringen om de redan då hade uppmärksammats. Personalen från underentreprenören som intervjuats menar att om produktionspersonal hade fått delta tidigt i projekteringen hade en del riskmoment kunnat elimineras redan då. Skulle ett annat scenario med projektörer som deltar i produktionen ge liknande resultat?

Händelseträdsmetodiken kan vara ett värdefullt hjälpmedel för att utreda avvikelser och dess konsekvenser. Exempel och genomförandet av dessa visar på de fördelar och nackdelar som finns med metodvalet. Fördelarna med valet av denna analysmetod är dess logiska uppställning och att det är lätt att se hur kontroller kan förhindra att konsekvenserna inträffar. Nackdelen är just storleken, det finns ingen begränsning i hur stort det kan göras och det blir snabbt stort om inte avgränsningarna och syftet med det är tydliga.

Det finns frågor, utifrån internrutiner och genomförda intervjuer, för produktionen att undersöka kring hanteringen av avvikelser.

- Vem tar beslut om åtgärder vid avvikelse? Resurser och pengar?
- Beroende på avvikelser storlek åtgärdas den på olika sätt, och vem som informeras verkar bero av samma anledningar. Frågan är vad är en avvikelse och hur påverkar den resten av produktionen? Vem bör få information?
- En kvantifiering av olika delhändelser är bra för att avgöra ekonomiska åtgärders användning, men varför finns ingen statistik kring det? Olycks- och tillbudsstatistik finns

Som sagt för att göra en fullständig analys med hjälp av ett händelsetråd behövs någon som har förståelse för hur systemet är uppbyggt, arbetsrutiner och någon som är införstådd med riskanalysmetoden.

8.1 Möjligheter och risker

Skanska beskriver det som att deras riskinventeringslista ska innehålla både möjligheter och risker i ett projekt.

Förutsättningarna för att göra en riskanalysbedömning finns från anbudsskedet till produktionen. Det som verkar saknas är just kommunikationen mellan projekteringen och produktionen. Den är idag otydlig, men om möjligheterna fanns att bemanna på ett annorlunda sätt och få produktionspersonal att vara delaktig i projekteringen så kanske inte gränsen skulle bli så tydlig. En fråga är då hur processen skulle påverkas? Förlängd projekteringstid och vad blir kostnaden? Går det att identifiera en majoritet av potentiella avvikelser redan i projekteringen?

Avgränsningarna i examensarbetet gör att det inte går att dra några generella slutsatser för byggprojekt i allmänhet. Eftersom det framkommit i intervjuerna att många produktionsfel anses ”inträffa” redan i projekteringsstadiet är det en fråga som borde utredas närmare. Organisationsplaneringen verkar vara central i frågan om förutsättningarna finns att reducera antalet avvikelser på ett byggprojekt, en slutsats från de genomförda intervjuerna, som borde utredas vidare.

Det verkar inte vara bristen på verktyg att kvalitetssäkra produktionen som gör att avvikelser uppstår, utan de uppstår oftare på grund av brist på pengar och tid. De verktyg som används, förutom de uppenbara, verkar vara människors kunskap och erfarenheter. Därefter löses problem så gott det går. Att göra en organisation personberoende gör den sårbar när erfarenhetsåterföring generellt inom företagen verkar släpa efter, vilket bekräftas av intervjupersonerna. Erfarenhetsåterföringen borde vara en lika naturlig del som riskinventeringen för att kunna utvärdera om arbetet fungerar effektivt.

Om det är arbetssättet, att använda sig av en metod som liknar ”What if?”-metoden, som gör att riskinventeringslistan inte används finns potential att utveckla den med hjälp av föreslagna trädmetoder. Men faktum är att ingen av riskanalysmetoderna är utarbetad för ett byggprojekt, medan kemiprocessindustrin har utvecklat flera. En metod som kan ta hänsyn till mänskliga fel, organisationsstruktur och produkters tillförlitlighet skulle öppna upp nya möjligheter.

Som sagt - med rätt person kan risker bli möjligheter.

9 Litteraturförteckning

Abdelgawad, M. & F. A., 2012. Comprehensive Hybrid Framework for Risk Analysis in the Construction Industry Using Combined Failure Mode and Effect Analysis, Fault Trees, Event Trees, and Fuzzy Logic. *Journal of Construction Engineering and Management*.

Adler, P., 2005. *Bygga industrialiserat*. Lund: AB Svensk Byggtjänst och författarna.

Aljassmi, H. & H. S., 2013. Analysis of Causes of Construction Defects Using Fault Trees and Risk Importance Measures. *Journal of Construction Engineering and Management*, Juli.

Boverket, 2008. *Industriellt byggande - koncept och processer*, Karlskrona: Boverket.

Davidsson, G., 2003. *Handbok för riskanalys*, u.o.: Räddningsverket.

Det Norske Veritas, 1997. *Värdering av risk*, Karlstad: Räddningsverket.

Ingvarsson, J. & R. A., 2003. *Riskanalys - Metodbeskrivning för beställare, utförare, granskare*. Solna: Brandförsvärsföreingens Service AB.

Kemikontoret, 2001. *Riskhantering 3 - Tekniska Riskanalysmetoder*. u.o.:Kemikontoret.

Nilsson, J., 2003. *Introduktion till riskanalysmetoder*, Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola.

Reen, O., 1998. *The role of risk perception for risk management. Reliability Engineering and System Safety*. Northern Ireland: Elsevier Science Ltd..

Räddningsverket, 1989. Att skydda och rädda liv - Handbok i kommunal riskhantering. i: Karlstad: Räddningsverket.

Skanska, 2013. *Vårt sätt att arbeta*. [Online]
[Använd 2013-06-20].



Appendix 1

Intervjufrågor – Kvalitetsansvarig på Malmö Live

Hur arbetar Ni med riskhantering/riskinventering?

- Vad är Skanskas inställning till riskhantering generellt och avseende kvaliteten, hur arbetar man med det?
- Hur får man med identifierade kvalitetsrisker från projekteringen? Får man med dem till produktionsstarten?
- Vad innebär det att vara kvalitetsansvarig? Hur säkerställs kvaliteten på Malmö Live?

Hur arbetar Ni med kvalitetssäkring i produktionen?

- Hur/Vilka metoder använder man sig av för att ta fram riskmoment? Kan processen förbättras, förenklas, utvecklas? Vem gör bedömningen?
- Hur hanteras moment som innebär problem med kvalitet? Bör hanteras?

Vad kan förbättras när det gäller kvalitetssäkringen?

- Hur tycker du att man borde jobba Skanska/Malmö Live? Vad är bra? Vad kan förbättras?

Andra saker som påverkar kvaliteten/produktionen?

- Finns det något som påverkar kvaliteten som inte tas hänsyn till idag? Någon/något som saknas?
- Hur kan man kvalitetssäkra produktionen genom riskanalysbedömningar?

Intervjufrågor – Montagechef Stomsystem

Hur arbetar Ni med riskhantering/riskinventering?

- Vad är Skanskas inställning till riskhantering generellt och avseende kvalitet, hur arbetar man med det?
- Följdfråga; Hur arbetar Ni med riskhanteringsprocessen idag? (Stomsystem)

Hur arbetar Ni med kvalitetssäkring i produktionen?

- Finns beskrivningar och hjälpmedel för att upprätta arbetsberedningar, vad finns för att säkerställa kvaliteten i produktionen?
- Hur tar ni upp kvalitetsrisker i produktionen? Hur hanteras dem? Bör hanteras?
- Hur görs kontrollplaner för produktionen?

Vad kan förbättras när det gäller kvalitetssäkringen?

- Hur tycker du att man borde jobba Skanska/Malmö Live? Vad är bra? Vad kan förbättras?

Andra saker som påverkar kvaliteten/produktionen?

- Finns det något som påverkar kvaliteten som inte tas hänsyn till idag? Någon/något som saknas?

Intervjufrågor – Montageledare Stomsystem

Hur arbetar Ni med riskhantering/riskinventering?

- Vad är Skanskas inställning till riskhantering generellt och avseende kvalitet, hur arbetar man med det?
- Följdfråga; Hur arbetar Ni med riskhanteringsprocessen idag? (Stomsystem)

Hur arbetar Ni med kvalitetssäkring i produktionen?

- Finns beskrivningar och hjälpmedel för att upprätta arbetsberedningar, vad finns för att säkerställa kvaliteten i produktionen?
- Hur görs kontrollplaner för produktionen?
- Hur hanterar ni upp kvalitetsrisker i produktionen? Bör hanteras?

Vad kan förbättras när det gäller kvalitetssäkringen?

- Hur tycker du att man borde jobba Skanska/Malmö Live? Vad är bra? Vad kan förbättras?

Andra saker som påverkar kvaliteten/produktionen?

- Finns det något som påverkar kvaliteten som inte tas hänsyn till idag? Någon/något som saknas?

Appendix 2

Exempel på riskinventeringslista från avsnitt 3.1.

		Konsekvens				
		1	2	3		
		betydande avhjälpbart	Betydande	Betydande bestående		
	1	Inträffar någon enstaka gång	Låg			
Sannolikhet	2	Inträffar vid ett fåtal tillfällen		Medel		
	3	Inträffar vid ett flertal tillfällen			Hög	
Projektnamn		Projektnummer		Ange deltagare vid riskinventering och riskbedömning		
Riskinventering		Riskbedömning			Föreslagen åtgärd	
Nr	Riskbeskrivning		Sannolikhet (1 - 3)	Konsekvens (1 - 3)	Risk (S x K)	Beskriv åtgärd för att eliminera eller begränsa risken
	Finans					
	Det finns viteklausul i kontraktet		2	2	4	Medarbetarna informeras om viteklausulerna
	Juridik					
	Eventuella lagändringar kan förekomma under projektiden					
	Kund					
	Saknar samarbete med kund sen tidigare		1	3	3	Fler kundmöten än normalt
	Projektering					
	Samarbete med okända (saknar tidigare erfarenhet) konsulter					
	Bemanning					
	Saknar erfarenhet och kompetens inom visa områden		2	3	6	
	Inköp					
	Projektet har en "nyckelleverantör" som man är beroende av		2	2	4	Utländsk leverantör kan användas
	Produktion					
	Produktionen startar inte i tid		1	2	2	
	Miljö					
	Nya oprövade material används i projektet		3	3	9	Eventuellt byte av material
	Arbetsmiljö					
	Arbete med temporärakonstruktioner, risk för fall till lägre nivå					
	Tredje man					
	Bullemnivåerna överskrider tillåtna nivåer		1	1	1	Bullervallar