

**Risicanalys av  
AB Elektrokoppar  
i Helsingborg**  
*Lars Persson*

---

Department of Fire Safety Engineering  
Lund University, Sweden

Brandteknik  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet

Report 5081, Lund 2001

**Risikanalyis av  
AB Elektrokoppar i Helsingborg**

**Lars Persson**

**Lund 2001**

Risicanalys av AB Elektrokoppar i Helsingborg

Lars Persson

**Report 5081**

**ISSN: 1402-3504**

**ISRN: LUTVDG/TVBB--5081--SE**

Number of pages: 75

Illustrations: Lars Persson, ABB Fastigheter, Västerås

Keywords

Risk analysis, fire, explosion, consequence analysis.

Sökord

Risicanalys, brand, explosion, konsekvensanalys.

Abstract

This report performs a risk analysis of AB Elektrokoppar in Helsingborg with consequence analysis of a few hazards. Theoretical background about risk analysis is given by IEC standards.

Författaren svarar för innehållet i rapporten

© Copyright: Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2001.

---

Brandteknik  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet  
Box 118  
221 00 Lund

brand@brand.lth.se  
<http://www.brand.lth.se>

Telefon: 046 - 222 73 60  
Telefax: 046 - 222 46 12

Department of Fire Safety Engineering  
Lund University  
P.O. Box 118  
SE-221 00 Lund  
Sweden

brand@brand.lth.se  
<http://www.brand.lth.se/english>

Telephone: +46 46 222 73 60  
Fax: +46 46 222 46 12

---

## Förord

Jag vill rikta ett stort tack till alla som hjälpt mig med sammanställandet av denna rapport. Ralp Gullstrand och Johan Åhsberg på AB Elektrokoppar som försett mig med all upptänklilig information om företaget, Leif Olsson, Daniel Jönsson och Janne Midelund på Helsingborgs Brandförsvär, Jörgen Nilsson på Statens Räddningsverk, Berit Andersson vid Brandteknik LTH samt Daniel Nilsson och Peter Kangedal som fortlöpande läst mina utkast.

## Sammanfattning

Syftet med denna rapport är att genom en riskanalys identifiera riskkällor på AB Elektrokoppar och därmed bilda underlag för det framtida säkerhetsarbetet på företaget. Rapporten har tillkommit på initiativ av Helsingborgs Brandförsvär och AB Elektrokoppar och är också en del i kursen ”Problembaserad Brandteknisk Riskvärdering” på Brandingenjörsutbildningen vid Lunds Tekniska Högskola.

Metoden som använts går ut på att utifrån grovanalys identifiera möjliga storolyckor och välja ut de största riskerna för konsekvensanalys.

AB Elektrokoppar tillverkar tråd, ledare, wire och andra produkter av koppar för elektrisk och elektronisk industri. I produktionen hanteras bland annat naturgas, acetylen och isopropylalkohol som alla är mycket brandfarliga. Sot- och oljeavlagringar i byggnaden och oljespill i källaren utgör allvarliga brandrisker. En olycka kan resultera i materiella förluster och ett långvarigt produktionsstopp med stora ekonomiska och som följd. Företaget vill därför ha en riskanalys utförd för att förebygga riskerna.

De riskkällor som bedöms ha den högsta risken väljs ut för en konsekvensbedömning med simulering av brandgasspridning, övertryck vid explosion och utrymningstid. Resultatet av simuleringarna används för bedömning nödvändiga åtgärder för att förhindra olyckor.

För att minska riskerna bör företaget sanera av källaren, flytta hanteringen av isopropylalkohol utomhus, flytta lagringen av färdiga produkter till separat lokal, flytta lagring av förbrukningsmaterial till lämpligare platser samt, när en ny produktionslinje uppförs, sektionera byggnaden med nya brandväggar. Företaget har under rapportens skrivande åtgärdat vissa brister såsom tätning av vissa brandcellsgränser.

Utrymningssimuleringarna visar att den effektiva utrymningstiden blir 1 – 1,5 minuter vilket är tillräckligt för säker utrymning i en så stor lokal. Fördröjningen innan personalen börjar utrymma kommer att variera på grund av de stora avstånden inom fabriken. Det kan ta lång tid innan meddelandet om utrymning når ut till alla. Någon form av system eller rutin för meddelanden bör införas.

En utvärdering av befintlig brandsläckningsutrustning har gjorts för att bedöma beredskapen hos företaget att bekämpa en brand med egen personal. Ett skumaggregat, gott om handbrandsläckare samt bra utbildning av personalen gör att mindre bränder kommer att släckas på ett tidigt stadium. Detta minskar risken för större bränder.

## Summary

The objective of this report is to conduct a risk analysis identify hazards of AB Elektrokoppar in Helsingborg and thereby form a support for future security management at the company. This report is the result of a initiative from Helsingborg Fire department and is also a part of the Fire Safety Engineering education at Lund University.

The method that has been used is identification of possible large accidents by studying qualitative risk analyses.

AB Elektrokoppar manufactures copper products such as wire, cable and other conduits for electric and electronic industries. The production involves handling of natural gas, acetylene and isopropyl alcohol which all is very flammable. Layers of soot and oil on surfaces and oil spill in the basement are large fire hazards. An accident can result in a long stop in production and would give large economical and material losses. Because of this the company would like a risk analysis performed.

To reduce the hazards should the company clean the basement, move the handling of isopropyl alcohol outside the factory, move the storage of finished products to a separate building, move the storage of incidental materials to appropriate places and, when a new production line is finished, section the building with new fire walls. The company has during the writing of the report repaired some of the defects, such as sealing some of the firewalls.

The hazards with the largest risks are chosen for a consequence analysis with simulations of smoke filling, pressure rise at an explosion and evacuation time. The results of the simulations are used for estimating measures needed to prevent the accident.

An evaluation of the fire extinguishing equipment has been performed to estimate the company's preparations for fighting a fire with their own personnel. One mobile foam unit, plenty of fire extinguishers and good education of the personnel makes it possible to put out small fires in an early stage. This reduces the risk of large fires.

## Innehållsförteckning

1	Inledning.....	7
1.1	Bakgrund.....	7
1.2	Mål och syfte.....	7
1.3	Metod.....	8
1.4	Avgränsningar.....	8
1.5	Osäkerheter.....	9
2	Risikanalys.....	10
2.1	Definitioner.....	10
2.2	Risikanalysens syfte.....	14
2.3	Riskekonomi.....	14
2.4	Lagar och förordningar som berör riskanalys.....	15
3	Objektsbeskrivning.....	18
3.1	Verksamhetsbeskrivning.....	18
3.2	Byggnader.....	19
3.3	Underhållsrutiner.....	20
3.4	Brandskydd.....	20
3.5	Utbildning.....	21
4	Identifiering av riskkällor.....	22
4.1	Allmänt.....	22
4.2	Konsekvensanalys av känsliga objekt.....	23
4.3	Enskilda riskkällor.....	27
4.4	Sammanfattning av åtgärder.....	41
5	Redovisning av riskbedömning.....	43
6	Konsekvensanalyser.....	46
7	Utrymning.....	52
8	Utvärdering av befintlig släckutrustning.....	53
9	Slutsats och diskussion.....	55
	Referenser.....	57
	Bilaga 1 beräkningar.....	59
	Bilaga 2 simuleringar.....	62
	Bilaga 3 indata för datorprogram.....	66
	Bilaga 4 ritningar.....	69
	Bilaga 5 illustrationer.....	72
	Bilaga 6 statistik.....	74

# 1 Inledning

Syftet med denna rapport är att visa hur brandsäkerheten på Elektrokoppar kan höjas med en riskanalys som grund samt bilda underlag för det framtida säkerhetsarbetet på företaget.

## 1.1 Bakgrund

1990 startade Helsingborgs brandförsvaret ett projekt som senare kom att kallas ”15 – företagsidén”. Projektets syfte var och är att knyta starka band med företag i Helsingborg som bedriver sådan verksamhet att en brand eller olycka skulle få stora konsekvenser för människor och miljö. Företagen behöver inte vara ”§ 43-anläggningar” för att ingå i projektet. Varje företag har en kontaktperson på räddningstjänsten. Idag har Helsingborgs brandförsvaret knutit 22 företag till sig inom projektet.

Elektrokoppar Svenska AB är ett företag som tillverkar koppar- och aluminiumtråd i olika dimensioner som förädlas till bland annat kabel för elektrisk och elektronikindustri. Företaget har Skandinaviens största fabrik för koppar- och aluminiumtråd i Helsingborg och anläggningen är hjärtat i verksamheten. Till hösten kommer aluminiumverksamheten att avvecklas och en ny produktionslinje för syrefri koppar skall uppföras. I produktionen används bland annat några produkter som innebär risker vid hanteringen. Dessa är naturgas, acetylen och isopropylalkohol (isopropanol, IPA, används även som antifrysmedel i spolarvätska). Endast ett fåtal utrymmen har idag brandlarm.

Om ett längre produktionsavbrott skulle uppstå (mer än två veckor) kommer företaget att förlora marknadsandelar på grund av den oerhört hårda konkurrensen vilket skulle driva företaget till konkurs. Anläggningen är således mycket känslig för störningar och en brand får stora konsekvenser. Incidenter förekommer någon gång per månad, framförallt läckage av IPA, men ingen större brand har ännu inträffat.

Elektrokoppar och Räddningstjänsten i Helsingborg har länge velat ha en riskanalys av produktionsenheten. Analysen skall användas som underlag för att förbättra säkerheten, planeringen för personalens utbildning samt räddningstjänstens insatsplanering.

## 1.2 Mål och syfte

Syftet med projektarbetet är att göra en riskanalys på AB Elektrokoppar i Helsingborg för att identifiera de brand- och explosionsriskerna som finns samt genomföra utvärdering av nuvarande säkerhetssystem och brandbekämpningsutrustning. Målet med denna riskanalys är att få fram ett underlag för företagets planering för förbättringar av säkerheten i fabriken. Eftersom företaget är mycket känsligt för produktionsstörningar har en nollvision satts upp där inga allvarliga olyckor får inträffa. Arbetet görs på uppdrag av Helsingborgs brandförsvaret.

## Problemställning

- Vilka riskkällor finns på företaget?
- Vilka händelser orsakar avgörande konsekvenser?
- Vad kan göras för att förhindra dem?
- Är kostnaden rimlig?

## Övergripande mål och syften

- Skapa underlag för förebyggande åtgärder
- Förhindra att en större brand skapar förödande produktionsstopp
- Utvärdera existerande system för brandbekämpning

## 1.3 Metod

Ingen övergripande risicanalys har tidigare gjorts på företaget. Riskbedömningar av enskilda processer har dock gjorts.

Risikinventering görs genom en grundlig genomgång av lokaler, genomgång av tidigare besiktningar, incidentrapporter och eventuella insatsrapporter samt intervju med personal på företaget. Eventuella rapporter om olyckor på liknande objekt redovisas. Kontroll av brandcellernas integritet utförs.

Sannolikhet och konsekvens för respektive initialhändelse värderas. Om sannolikhet eller konsekvens för en händelse är försumbar görs ingen vidare utredning. Ett antal händelser väljs ut för fördjupad konsekvensanalys med simulering av brandförlopp och utrymning. Risicanalysmetoden som används är grovanalys.

Åtgärder för att minska konsekvensen av en olycka eller sannolikheten för att den uppstår föreslås där riskreducerande åtgärder anses nödvändiga samt där en liten risk lätt kan reduceras ytterligare.

Risken för de händelser där åtgärder krävs redovisas i en riskmatris enligt Räddningsverkets modell i ”Att rädda liv, egendom och miljö” /1/.

Ett antal scenarion väljs ut för konsekvensanalys med datorsimuleringar för att ge en uppfattning om konsekvenser av en brand.

## 1.4 Avgränsningar

Analysen görs med inriktning på brand- och explosionsrisk. Byggnadens strukturella hållfasthet vid brand bedöms ej. Miljöpåverkan av brandgaser eller släckvatten beräknas ej. Byggnad Vac (aluminiumproduktionsanläggningen), den del av huvudbyggnaden som hyrs ut till Ecolan samt transporter till och från företaget analyseras inte. Ventilationssystemets inverkan på brandspridningen beaktas ej.

## 1.5 Osäkerheter

Risikanalyt är gjord under de förutsättningar som råder idag på AB Elektrokoppar. Stora omstruktureringar kommer att göras under hösten, bland annat kommer en ny produktionslinje med smältugn att byggas bredvid den befintliga. Detta ändrar naturligtvis risksituationen. Då fakta om nybyggnationen saknas tas ingen hänsyn till denna i rapporten.

På grund av den värme som processen skapar blir luftströmmarna mycket stora. Luftflödet vid smältugnen är ca 500 000 m<sup>3</sup>/timme (uppgift från företagen) som ventileras ut via öppna fönster i taket. Detta gör beräkningar för brandförlopp och brandgasspridning i lokalen osäkra. Simuleringar visar att brandgaslagret ej når ned till golvnivå. Då luftströmmen runt ugnen kommer att suga med brandgaser ut från lokalen kommer detta att minska brandgaslagret ytterligare om brand uppstår i närheten.

Indata för beräkningar och sannolikhetsbedömningar grundar sig på dokumentation och erfarenheter från anställda på företaget samt statistik sammanställd av Statens Räddningsverk. Brandspjäll, detektorer, larm och andra automatiska skyddsanordningar mot brandgasspridning antas fungera.

## 2 Riskanalys

### 2.1 Definitioner

Med **risk** avses normalt en sammanvägning av bedömd sannolikhet/frekvens för en oönskad händelse med bedömda konsekvenser av händelsen.

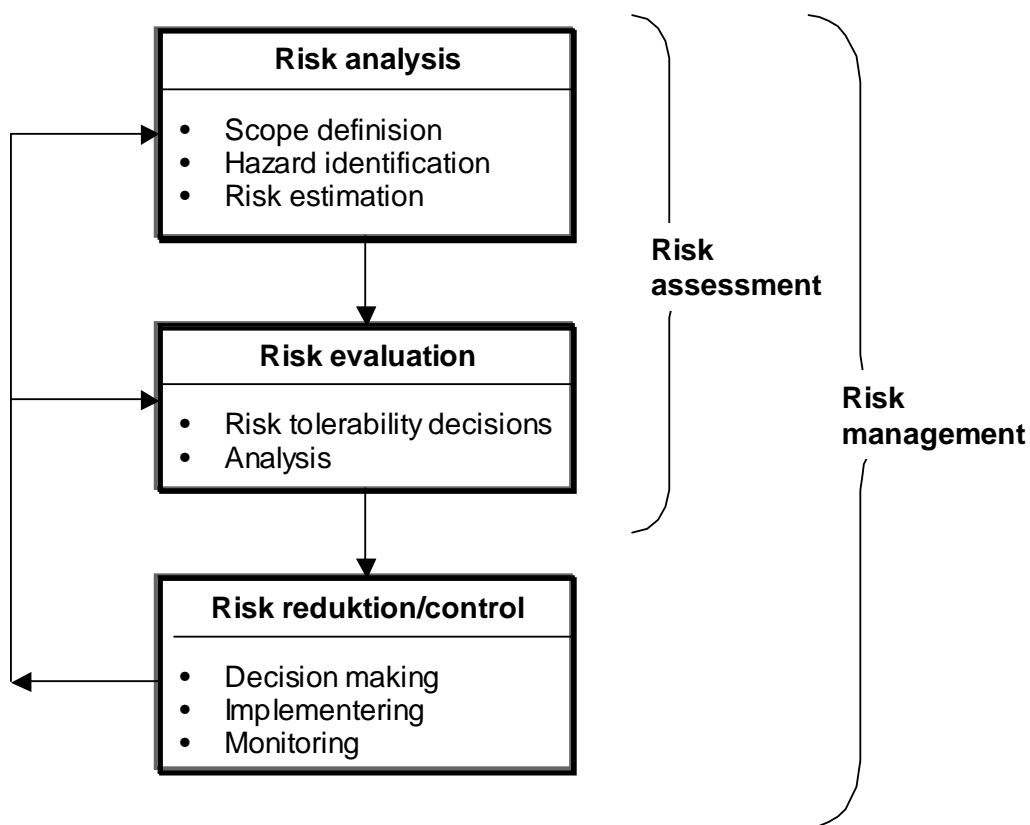
Riskbedömning omfattar huvudsakligen stegen **riskidentifiering**, **riskuppskattning** och **riskvärdering**. Terminologin på området varierar dock. Sammanvägningen (normalt produkten) av sannolikhet/frekvens och konsekvens kallas **riskuppskattning**. Efter riskuppskattningen genomförs **riskvärdering**, som syftar till att avgöra om riskerna kan accepteras eller om åtgärder måste vidtas.

En väsentlig faktor som bör beaktas i riskvärderingen är vilka olika möjligheter som finns att reducera/eliminera risken. **Risicanalys** brukar användas som beteckning på stegen riskidentifiering och riskuppskattning när man använder en strukturerad och systematisk metodik för granskningen, företrädesvis med etablerade metoder.

För att närmare bedöma allvarligheten av en viss skadehändelse kan en särskild **konsekvensanalys** behövas. I en konsekvensanalys bedöms omfattningen av en viss händelse.

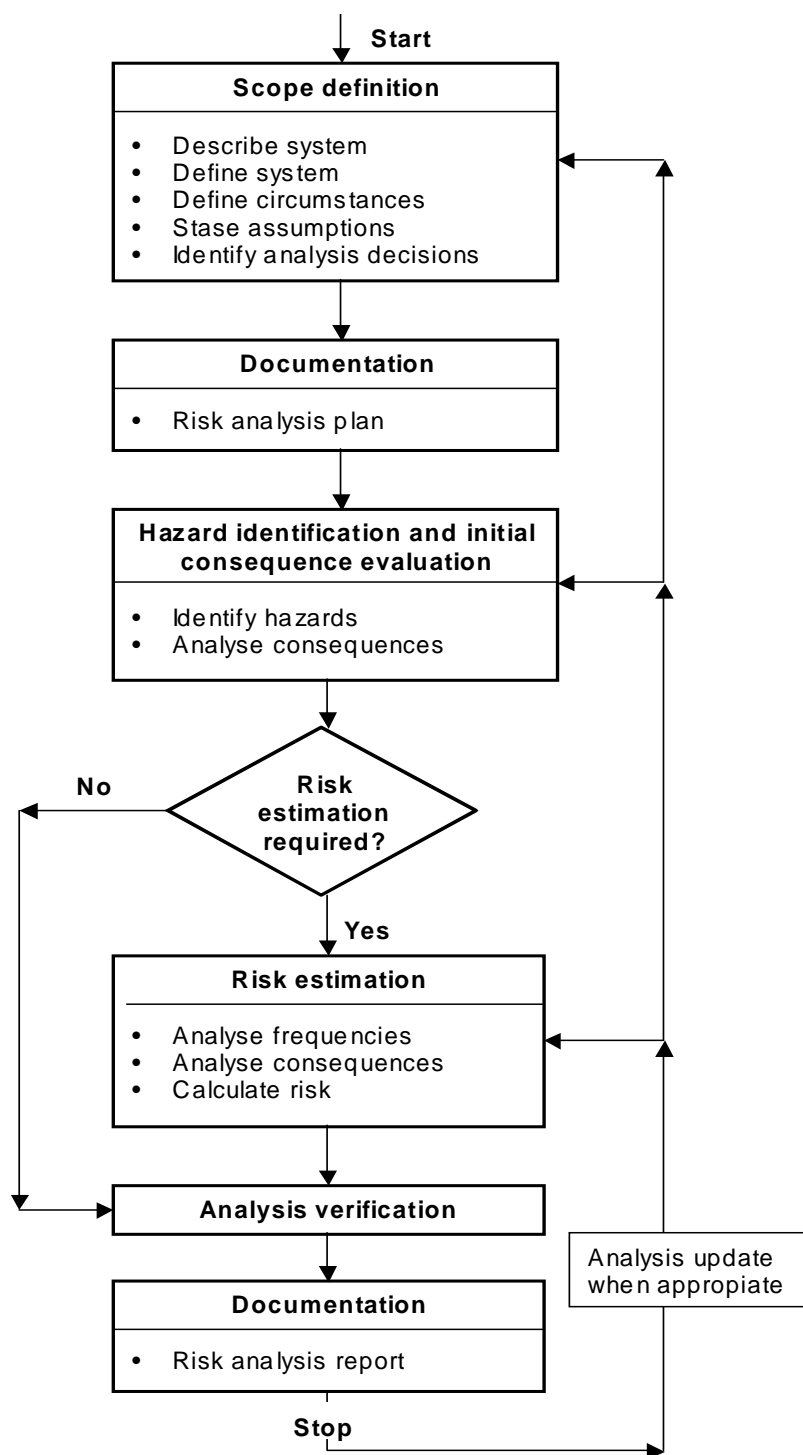
Det är viktigt att inte bara den tekniska installationen bedöms. Bedömningen bör omfatta även organisatoriska frågor som personalens utbildning och kompetens, risken för felhandlingar vid olika arbetsmoment, anlitande av entreprenörer och vikarier eller liknande, rutiner för uppföljning av tillbud och olycksfall, rutiner för fortlöpande tillsyn samt uppföljning av att arbetet verkligen utförs på ett säkert sätt. Det är också viktigt att riskbedömningen vid hantering av gas omfattar alla ingående gaser /2/.

International Electrotechnical Commission (IEC) har utvecklat en internationell standard för genomförandet av en riskanalys. Med standard för riskanalys avses här en allmän beskrivning av hur riskanalys (och även något om riskhantering) och tillhörande begrepp definieras samt något om grundläggande principer för genomförandet och om kvalitetskraven. Standarden har utformats för tekniskt sammansatta system. Den är dock generell och tillämpbar inom många typer av system. En schematisk bild av grundläggande riskhantering ges i figur 2.1 och 2.2.



Figur 2.1 Förenklad bild av grundläggande riskhantering enligt IEC 31010.

Man gör i standarden skillnad mellan "Risk analysis", vilken berörs av standarden, och "Risk assessment" respektive "Risk management" som är övergripande begrepp som innehåller andra aktiviteter än riskanalys, såsom beslut om tolerabel risknivå, val av åtgärder, uppföljning med mera.



Figur 2.2 Riskanalysen steg för steg enligt IEC /3/.

### Scope definition

En beskrivning av orsaken till riskanalysen skall definieras. Tillåtna gränser för felfunktioner i systemet definieras. Systemet som skall analyseras beskrivs översiktligt samt avgränsas gentemot anslutna system. All relevant information för teknik, miljö, lagar, organisation och människor samlas in. Antaganden och begränsningar för analysen anges.

### **Hazard identification and initial consequence evaluation**

Risikällorna i systemet identifieras genom att redan kända risker utreds eftersom dessa kan tidigare ha gett upphov till olyckor. För att identifiera risker skall erkända metoder användas, exempel på dessa redovisas nedan.

- Jämförelsemetoder, till exempel checklistor och genomgång av tidigare händelser
- grundläggande metoder som är gjorda för att personer med kunskap om processen skall identifiera riskkällor med hjälp av en serie ”vad händer om?”-frågor. Exempel på detta är Hazard and Operability (HAZOP), och Fault Modes and Effects Analysis (FMEA).
- ledande resonemang som händelseträd eller felträd.

En första utvärdering av riskkällorna görs med hjälp av en konsekvensanalys tillsammans med en undersökning av orsakerna. Detta skall resultera i en av följande åtgärder:

- a) korrigera orsaken för att eliminera eller minska risken
- b) avsluta analysen om risken eller konsekvensen är försumbar
- c) fortsatt med riskuppskattning.

Oavsett vilken metod som används garanterar ingen att alla tänkbara riskkällor upptäcks. Analysen måste därför genomföras med stor noggrannhet och fantasi och en bred kompetens måste användas.

### **Risk estimation**

För att uppskatta sannolikheten för en händelse används huvudsakligen tre olika metoder:

- a) relevant data från tidigare händelser
- b) verkliga mätbara värden
- c) expertbedömningar

Alla dessa metoder kan användas var för sig eller tillsammans.

Konsekvensanalysen används för att uppskatta den troliga skadan om en händelse skulle inträffa. Resultaten bör verifieras med en känslighetsanalys där olika ingångsvärden varieras för att studera påverkan på resultatet.

Risk kan uttryckas på flera vis. Några av de vanligaste är:

- förväntad sjukdoms- eller dödsfrekvens för en individ (individrisk)
- frekvens-konsekvens-diagram (F/N-kurva) för samhällsrisik
- förväntad förlust i form av människoliv, ekonomisk kostnad eller miljöskador

### **Analysis verification**

För att kvalitetssäkra analysen bör en genomgång göras av personer som inte deltar i arbetet. Kontrollera att antaganden är rimliga, att lämpliga metoder använts och att analysen kan göras om av personer som ej utfört den första gången.

## 2.2 Riskanalysens syfte

Risikanalytens utformning är beroende av vilka områden som skall analyseras. Inom industrin kan riskerna delas upp i två områden; direkta och indirekta risker. Direkta risker är personrisker, skada på egendom, miljörisker och sabotage. Indirekta risker är ekonomiska och politiska risker.

Brand- och explosionsrisker hänförs till de direkta riskerna.

## 2.3 Riskekonomi

Det kan ofta vara svårt att avgöra hur mycket ett företag skall investera på förebyggande och skyddande åtgärder. En god riskekonomi minimerar den sammanlagda kostnaden för skydd och skador. Det måste finnas en ekonomisk balans mellan skador och skyddet mot dessa. Kostnaderna för skyddet får aldrig överstiga själva skadekostnaden. Hur mycket skall satsas på att förebygga och begränsa skadorna respektive på försäkring? Med ett bra förebyggande skydd kan man välja en högre självrisk och därmed få en lägre försäkringspremie.

**Vilka skador kostar företaget mest?** Företagschefer som får denna fråga brukar oftast välja katastrofen med plötslig utslagning som följd. Det finns dock mycket som tyder på att de små dagliga störningarna i form av maskinhaverier, dåligt materialflöde och arbetsskador etc kostar betydligt mer. Därför bör man satsa på skyddet mot de små skadorna och tillbud. Då reduceras samtidigt risken för katastrofskada eftersom den oftast har börjat som något som kunde ha stannat vid ett tillbud.

Att sätta prislappar på risker och skyddet mot dessa är svårt. Hur finner man kostnaden för alla små tillbud som betraktas som driftskostnad, var görs gränsdragningen mellan olika typer av kostnader? En enda stor skada eller många små kan drabba företaget så hårt att dess skulder överstiger tillgångarna. Skadorna kan också påverka betalningsförmågan. Kostnader för riskreducerande åtgärder kan innefatta:

- **Kapitalkostnader** för utrustning, mark, flyttning av utrustning etc.
- **Driftskostnader** som kan inkludera eventuell extra personal, återkommande övningar, extra underhållskostnader
- **Förlorad vinst** om åtgärden innebär nedsatt produktion eller att man helt skall avstå från en viss verksamhet.

Besparingar görs tack vare reducerad olycksrisk. Exempel på olyckskostnader är:

- **Personskador** orsakar inte alltid större direkt synliga kostnader för en industri, men de verkliga kostnaderna för samhället kan vara betydande.
- **Räddningskostnader** kan uppkomma i samband med bärgning, räddning, sanering mm.
- Kostnader för **skadad egendom**. Detta kan innefatta skador såväl inom som utanför en industriell anläggning.
- Direkta kostnader för **miljöskador** i samband med utsläpp kan uppkomma i form av saneringskostnader, försämrat utnyttjade av naturresurser etc.
- **Produktionsavbrott**

- **Övriga kostnader** kan uppkomma i form av ökade försäkringskostnader eller skadestånd /4/.

En försäkring skyddar företagets likviditet och soliditet. Den utjämnar resultatet förvandlar en okontrollerad risk till en budgeterbar försäkringskostnad. Det finns emellertid skäl som talar emot försäkring, främst att den skapar en falsk trygghetskänsla av typen ”allt är ju försäkrat”. Personalen blir därmed mindre riskmedveten. Även om företaget tecknat full försäkring täcker den inte de **dolda** kostnaderna, dvs kostnader för skador och förluster som inte kan försäkras eller förbisätts.

Exempel på dolda kostnader är:

- Förlorade marknadsandelar under och efter produktionsstoppet
- Gjorda investeringar i t.ex. reklam och produktutveckling kan inte utnyttjas
- Planerade investeringar måste uppskjutas på grund av likviditetssvårigheter
- Skadestånd för att man inte fullföljer leveransåtaganden
- Stagnation i teknisk utveckling
- Förlust av arkivhandlingar och datainformation som inte kan ersättas
- Återförsäljare övergår till försäljning av andra tillverkares produkter
- Driftavbrottet sträcker sig längre än den försäkrade ansvarstiden
- Förlust av goodwill.

Det finns tumregler som säger att de dolda kostnaderna är minst lika stora som de synliga . Detta innebär att om företaget har fått 100 000 kr i försäkringsersättning, så har företaget självt fått stå för minst lika mycket i dolda kostnader /4/.

Elektrokoppar arbetar hårt för att minska produktionsstoppen genom kontinuerlig kontroll och uppföljning av produktionen. Produktionen stoppas var tredje vecka under tre dygn för service och underhåll av maskiner. Då dessa åtgärder förebygger oplanerade produktionsstopp och olyckor orsakade av haverier minskar även de oförutsedda kostnaderna.

## 2.4 Lagar och förordningar som berör riskanalys

Nedan följer ett urval av lagar och förordningar som reglerar vem som skall göra en riskanalys eller riskbedömning. En större sammanställning av standarder för riskanalys och lagar och förordningar därom har gjorts av Räddningsverket /5/. Elektrokoppar har tidigare använt gasol som bränsle för ugnarna och var då klassat som ”§ 43-anläggning”. Sedan 1996 värms ugnarna med naturgas som levereras via pipeline och därmed är företaget inte längre en ”§ 43-anläggning”.

### 2.4.1 Miljö

Elektrokoppar hanterar vissa miljöfarliga ämnen såsom isopropylalkohol, olika oljor, och kopparrester från produktionen. Isopropylalkohol utgör relativt liten miljöfara då den är biologiskt lättnedbrytbar. Se vidare ”Farligt gods pärmen” /6/, blad nr 12. En viss mängd koppar, 0,1-0,2 mg/l följer med kylvattnet ut i Knähakens hamn. Vattenflödet stängs av automatiskt om koncentrationen överstiger 0,2 mg/l. Gaser från kopparsmältningen leds sedan

1995 via ett textfilter där koppardamm samlas upp och sänds till återvinning. En viss avdunstning av oljedimma och lösningsmedel från produktionen förekommer.

Miljöbalken (1998:808) /7/ gäller från och med 1999-01-01 som en gemensam lag för 16 olika miljölagar. Som en följd av detta har 50 andra lagar ändrats och ett stort antal nya förordningar beslutats. Lagen (1985:426) om kemiska produkter innehöll ett krav på riskanalys för den berörda verksamheten men denna lag upphävdes genom införandet av miljöbalken. Motsvarande krav finns nu i Miljöbalken /7/ 6 kap. 2 och 3 §§, 14 kap. 7 §, 26 kap. 19 §.

Lagen (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor trädde i kraft 1999-07-01 som en följd av Seveso II-direktivet. Lagen kräver säkerhetsrapport för verksamheter som hanterar stora mängder farliga ämnen /5/. Utförlig beskrivning av dessa finns i Statens räddningsverks föreskrifter SRVFS 1999:5 /9/.

#### 2.4.2 Brand- och explosion

Företaget hanterar stora mängder brandfarlig gas och vätska men endast mindre mängder lagras. Företaget omfattas därför inte av AFS 1999:5.

I lagen (1988:868) om brandfarliga och explosiva varor /10/ ställs krav på utredning om risker i verksamheten i 7 och 9 §§:

9 § Den som bedriver verksamhet, i vilken ingår yrkesmässig hantering av brandfarliga eller explosiva varor, skall se till att det finns tillfredsställande utredning om riskerna för brand eller explosion i verksamheten och om de skador som därvid kan uppkomma.

I AFS 1997:7 Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om gaser /2/ anges följande:

3 § I all verksamhet där gas hanteras skall en riskbedömning göras. När process, utrustning eller driftsförhållanden i övrigt ändras skall en ny riskbedömning göras. Med utgångspunkt i gjorda riskbedömningar skall de åtgärder vidtas som behövs för att säkerheten skall bli betryggande.

Vid den aktuella verksamheten tillämpas även AFS 1997:5 Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om smältning och gjutning av metall /11/ där följande skrivs:

3 § Arbetsgivaren skall bedöma riskerna vid arbetsmoment, processer och arbetsutrustning. Där riskbilden är komplex eller konsekvenserna vid en olycka allvarliga eller omfattande skall riskbilden klargöras med riskanalys. Metod för analysen skall väljas utifrån processens eller arbetets art. Analysen skall dokumenteras.

Risikanalysen skall ligga som underlag för åtgärder och arbetsinstruktioner.

Räddningstjänstlagen (1986:1102) /12/ innehåller föreskrifter om hur räddningstjänsten i samhället skall organiseras. I denna berörs 38, 39, 41 och 43 §§.

43 § Vid en anläggning, där verksamheten innebär fara för att en olyckshändelse skall orsaka allvarliga skador på människor eller miljö, är anläggningens ägare

eller innehavare skyldig att i skäligen omfattning hålla eller bekosta beredskap med personal och egendom och i övrigt vidta erforderliga åtgärder för att hindra eller begränsa sådana skador.

Räddningstjänstförordningen /13/:

66 b § Ägaren eller innehavaren av en sådan anläggning som avses i 43 § räddningstjänstlagen skall enligt 66 b räddningstjänstförordningen (1992:1753) analysera riskerna vid anläggning som skulle kunna medföra allvarliga skador på människor eller i miljön.

### 2.4.3 Sammanfattning

Av ovanstående lagar och förordningar är följande tillämpbara på Elektrokopparns anläggning i Helsingborg (tabell 2.1). Detta är endast ett urval av lagar.

<b>Lag</b>	<b>Paragraf</b>	<b>Innehåll</b>
Miljöbalken (1998:808)	6 kap 2+3 §§ 14 kap 7 §, 26 kap 19+20 §§	Miljökonsekvensbeskrivning Miljö- och hälsoutredning Kontroll och miljörapport
Lag 1999:381		Kemikalieolyckor
Lag 1988:868	7+9 §§	Brandfarliga och explosiva varor
Räddningstjänstlagen 1986:1102	38, 39 & 41 §§	Alarmering och förebyggande
AFS 1997:5	3 §	Smältning och gjutning av metall
AFS 1997:7	3 §	Gashantering

Tabell 2.1 Sammanställningar av lagar och förordningar.

### 3 Objektsbeskrivning

AB Elektrokoppar har sedan 1958 i Helsingborg Skandinavien's största fabrik för tillverkning av koppar- och aluminiumtråd. Huvudprodukten är tråd i olika dimensioner men även tvinnad kabel och platta ledare tillverkas. Företaget har 170 anställda varav 40 är administrativ personal och resten jobbar i produktionen i 12-timmarsskift. År 2000 producerade och sålde företaget 160.000 ton koppar- och aluminiumprodukter.

Företaget är certifierat enligt EMAS (miljöredovisning), ISO 14001 (miljöarbete) och ISO9002 (kvalitet) och lägger stor vikt vid miljöarbetet. Ett omfattande miljö- och kvalitetsledningssystem finns. Alla kemikalier som hanteras vid företaget utreds noggrant och om en ny tas in måste den ersätta minst en annan.

Verksamheten kommer att förändras under hösten då aluminiumtillverkningen kommer att läggas ner på grund av dålig lönsamhet och en ny produktionslinje för syrefri koppartråd skall byggas. Konkurrensen på marknaden är mycket tuff och ett längre produktionsstopp innebär att företaget tappar marknadsandelar. Detta gör att en olycka kan innebära att företaget tvingas i konkurs.

Företaget är beläget i ett industriområde i Råå strax söder om Helsingborg och öster om Landskronavägen (bild 3.1). I norr begränsas området av Elektrogatan, i söder av Kielergatan och i öster av järnvägen (Västkustbanan). Företaget har järnvägsspår inne på området som används för transport till och från företaget. Närliggande företag är Allers tidningstryckeri.



Bild 3.1 Karta över Helsingborg

#### 3.1 Verksamhetsbeskrivning

I dag finns tre produktionsavdelningar (bild 3.2):

- Vac – aluminiumtråd tillverkas och valsas.
- Vkc – koppartråd tillverkas och valsas.
- Vkt – koppartråd förädlas
- Vat + Vis – färdiglager

Produktionsprocessen i Vac och Vkc är i princip likadan. Vac läggs dock ned i september. Skiss över produktionsprocessen finns i bilaga 5.

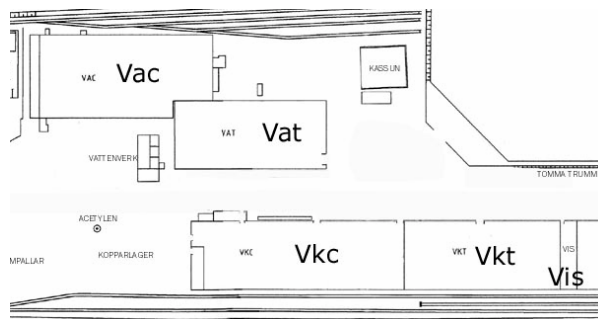


Bild 3.2 Översiktsskiss av avdelningar.

I Vkc smälts 99,995 % ren elektrolytisk koppar i en naturgaseldad smältugn med en effekt på ca 1,3 MW. Företaget köper ungefär 113 000 ton koppar per år (1996), mestadels från Bolidens Rönnskärsverket. Avgaserna från ugnen leds via ett filter ut i atmosfären. Den

smälta metallen leds från smältugnen till en naturgasvärmad hållugn som fungerar som buffert och där temperaturen på smältan kan regleras (ca 800 °C). Utflödet av koppar regleras av den hydrauliska tippningen av hållugnen och leds vidare till ett roterande gjuthjul där utsidan på gjutformen förseglas med ett ändlöst metallband (bild 3.2). Ytan på formen smörjs med rapsolja för att hindra metallen från att fastna. Gjuthjulet kyls med vattenspray med ca 60 m<sup>3</sup> vatten per timme så att metallen stelnar under ett halvt varv i hjulet. Kylvattnet som förorenas med sot och koppar renas i en separat reningsanläggning. Ytan på gjutformen och metallbandet måste förses med ett sotlager för att inte metallen skall fastna. Detta görs med en acetylenlåga som brinner kontinuerligt.

Den gjutna kopparstången matas kontinuerligt till roterande klippverktyg som delar stången i ca 90 cm långa bitar. Dessa ramlar ner i en 10 m<sup>3</sup> bassäng med hög vattengenomströmning för kylning. Kylvattnet kommer från Elektrokopparns eget vattenverk med egen brunn.

Stångbitarna går vidare till valsverket där olika antal roterande valsverktyg, beroende på önskad dimension på den färdiga tråden, bearbetar den. Valsverket har ett ventilationssystem som blåser luften, mättad med vattenånga och små mängder oljedimma, direkt ut i atmosfären.



Bild 3.3 Gjutmaskinen

Den valsade stången smörjs med en vattenbaserad oljeemulsion. Isopropanol tillsätts emulsionen (0,7 %) för att förhindra oxidation och minska mängden oxid på trådytan under valsning. Emulsionen renas i ett ändlöst pappersfilter. Valsverket smörjs med två separata system. Oljan byts normalt vartannat år, och systemet innehåller ca 7 m<sup>3</sup> olja.

Tråden lämnar valsverket med en temperatur av ca 350 °C och kyls till ca 100 °C i en vattenkylare kopplad till Elektrokopparns vattenverk. Tråden blåses ren och lindas upp på trummor i en två-stations maskin med automatisk byte när trumman blir full. Isopropanolångor ventileras ut i atmosfären med luften från blåsarna. 85 % av den färdiga tråden levereras direkt till kund medan resten förädlas i Vkt.

I Vkt dras koppartråd till finare dimensioner i tråddragningsmaskiner. En del av tråden som produceras tvinnas till kabel. De färdiga produkterna är tråd och ren kabel som lindas på trumma. Vkt tillverkar även platt ledare och andra profiler på tråden.

I tråddragningsmaskinerna används oljebaserad emulsion som smörjmedel i dragningen. Denna är mycket svårantändlig. I maskinernas används även vanlig smörjolja till rörliga delar.

### 3.2 Byggnader

Kopparproduktionen ligger i en 320 m lång tegelbyggnad. Elektrokoppar använder inte hela byggnaden, den södra delen hyrs av Ecolean. Verksamheten där anses ej påverka Elektrokoppar. Elektrokopparns del av byggnaden utgör ca 230 m uppdelat i tre sektioner som är ca 130 (Vkc), 80 (Vkt) respektive 20 m (Vis) långa. De avskiljande väggarna och ytterväggarna är gjorda av murat tegel med stora portar för trucktrafik. Taket består av betongbalkar täckta av betongplattor med stenullsplattor på insidan som ljuddämpning.

Längs västra väggen finns kontorsutrymmen i två plan med ytterväggar i tegel. Under delar av byggnaden finns källarutrymmen där vattenreningsanläggning och pumpar är installerade. Under gjutmaskin och valsverk finns källarutrymmen och kulvertar för rör, kabel och ugnarnas hydraulik.

Byggnaden som tidigare använts till förädling av aluminiumtråd (Vat) kommer i framtiden att enbart användas som färdiglager och förråd. Byggnaden är gjord av tegel i en sektion med tak på samma sätt som huvudbyggnaden.

Bredvid Vat ligger vattenverket i en fristående byggnad. Vkc förbinds med Vat via en kulvert för rör och kabel, ca  $1 \times 1 \times 50$  m .

### 3.3 Underhållsrutiner

Produktionen i Vkc följs upp genom att ett möte hålls varje morgon. Var tredje vecka stängs produktionen av från torsdag kväll till söndag kväll för service och underhåll av maskiner. Olyckstillbud dokumenteras och utreds.

### 3.4 Brandskydd

Huvudbyggnadens avgränsningar delar upp fabriken i tre stora brandceller. I dessa avgränsningar finns stora portar för godstrafik och små för gångtrafik. Dessa är normalt öppna men har branddörrar som stängs automatiskt vid brand. Funktionen regleras med rökdetektor ovanför stora porten och funktionen testas regelbundet. Vid besiktning var vissa branddörrars spärrar fastknutna med snöre. Detta innebär att de ej kan stängas vid brand och att brandgaser kan komma in i utrymningsvägar. Även verkstad, ställverk och kontorsdel är egna brandceller. Samtliga har gränser i klass EI-60 (se översiktskarta bilaga 4).

**Dessa brandcellsgränser har dock stora brister.** Samtliga har flera genomföringar för armaturupphängning, rör och kabel som är brisfälligt eller inte alls tätade. Detta gör att en eventuell brand lätt kan sprida sig till angränsande brandcell. I kontorsdelen är vissa fönster i brandcellsgränsen, bland annat i arkivet, ej brandklassade. En brand kan spräcka dessa och kan därmed antända eller rökskada rummet. Eftersom backup för datorernas programvara lagras där är rummet känsligt och måste skyddas. Backup lagras på två olika ställen, båda inom fabriken.

Om en större brand skulle uppstå kommer olja och andra brännbara ämnen som sitter ingrott på alla ytor i lokalerna att värmas upp och avdunsta. Detta kommer att bidra till brandens storlek och spridning. Det är därför viktigt att de brandcellsgränser som finns är intakta och eventuellt nya uppförs. Om två produktionslinjer skall ligga nära varandra bör de avskiljas med en brandvägg.

Enligt Boverkets Byggregler (BBR 94) /14/, avsnitt 5:61, *skall* varje brandcell vara skild från övriga utrymmen i byggnaden med byggnadsdelar (*inklusive genomföringar, erforderliga upplag, förband o.d.*) i lägst den brandtekniska klass som följer av kraven i avsnitten 5:6-5:8. Detta är alltså inte fallet.

I taket i Vkc finns 4 st rökluckor som kan öppnas manuellt från golvet, från utsidan på taket eller utlöses med smältbleck. Normal utlösningstemperatur för smältblecken är 70 °C. Den höga takhöjden i lokalerna gör dock att brandgaserna vid en mindre brand hinner svalna betydligt innan de når taket. Detta gör att en stor mängd brandgaser hinner samlas innan utlösningstemperaturen uppnås. Vid genomgång stod de flesta luckor öppna.

Brandlarm kopplat direkt till räddningstjänsten finns installerat i kontorsutrymmen och i källaren under gjutmaskinen eftersom olja och andra föroreningar rinner ner dit och utgör en mycket stor brandfara. Kulvertarna i anslutande utrymmen är inte larmade. Rökdetektor finns



Bild 3.4 Skumaggregat

vid de invändiga portarna och styr branddörrarna vid respektive port. Utrymmen där brandfarliga varor hanteras är Ex-klassade. Detta innebär att all utrustning är jordad och skyddad från gnistbildning i strömbrytare och liknande för att förhindra antändning av brännbara gaser.

Inget fast släcksystem finns installerat. En portabel skumkärra (bild 3.3) med 120 liter AFFF (alkoholresistent) skumvätska finns vid port 7 (se bilaga 3) och handbrandsläckare med pulver eller koldioxid finns utplacerade i hela fabriken. Ett lager av handbrandsläckare finns vid port 9.

### 3.5 Utbildning

Personalen utbildas kontinuerlig och brandövningar hålls regelbundet av Helsingborgs brandförsvaret. Speciell skumutbildning genomförs. Nyanställda får en genomgång av företaget och får gå som lärling tills han/hon bedöms klara av arbetsuppgifterna. Insatsplan vid olycka/brand finns där arbetsuppgifter och viktiga telefonnummer och kontaktpersoner finns dokumenterade.

## 4 Identifiering av riskkällor

Det finns ett antal för produktionen mycket viktiga delar där även en liten incident kan få stora konsekvenser. Dessa är datorrummet samt kontrollrummen för ugnen, gjutmaskinen och spolverket. Bedömning av sannolikhet och konsekvens har gjorts för dessa där skadehändelser sökts och åtgärder förslagits. Analysen redovisas i kapitel 4.2 .

Övriga identifierade riskkällor för brand och explosion redovisas i kapitel 4.3. Placeringen för respektive riskkälla kan ses på översiktskartan. Möjliga konsekvenser bedöms och redovisas under varje riskkälla. Riskkällorna beskrivs enligt följande mall:

- bokstavsbezeichnung på riskkälla
- beskrivning av systemet eller riskkällan
- om tidigare incident inträffat
- möjliga skadehändelser
- påverkande faktorer
- konsekvensanalys eller bedömning
- förslag till åtgärder för riskkällan

En sammanfattning av samtliga riskkällor finns i tabell 5.2.

Redovisning av samlad risk för skadehändelserna redovisas i kapitel 5. Tillbudsrapporter sedan 1995-08 – 2001-06 har gått igenom och bildar tillsammans med statistik från Statens Räddningsverk (se bilaga 6) underlag för sannolikhetsbedömningen.

### 4.1 Allmänt

Anläggningen har inte tidigare utsatts för något sabotage på eller intill området. Elektrokoppar har medvetet placerat brännbara material som lagras i stora mängder, t.ex. pallar och trummor, på säkert avstånd från allmänna områden. Pallagret står ca 10 m från norra gränsen och det krävs att någon tar sig in på området för att antända det.

Underhållet av lokalerna är i viss mån eftersatt, mycket beroende på slarv. Enligt AFS 1997:5 /7/, 8 § skall storrengöring av arbetslokaler göras vid behov, dock minst en gång per år. Ingrodd oljedimma och smuts bidrar till att sprida en brand. Ljusarmaturer skall rengöras när det behövs, dock minst en gång per år. Detta verkar inte följas. En tjockt lager damm och smuts ligger på kablar, armaturer och andra svåråtkomliga ytor. Detta leder till en snabb spridning av en eventuell brand i elektrisk utrustning. Källaren under gjutmaskin/valsverk är ingrodd med olja och oljeblandat vatten ligger på golvet. En brand här får förmodligen ett mycket snabbt förlopp.

Det står öppna soptunnor med brännbart material i hela fabriken. I synnerhet vid gjutmaskinen och valsverket finns stora mängder oanvända och använda, oljeindränkta trasor. Eftersom såväl öppna lågor som heta material hanteras i omedelbar närhet utgör detta en stor brandrisk. Även självantändning av använda trasor utgör en risk.

Som ett led i företagens miljöpolicy källsorteras avfall på vissa ställen. Även detta sker i öppna containrar där t.ex. trä, papp och plast lagras. En brand här får ett mycket snabbt och kraftigt förlopp.

Oljefat med smörjolja till maskiner står placerade här och var. Dessa är lagrade helt öppet, dock med plasthållare för att undvika spill på marken. Plasten ökar brandbelastningen ytterligare.

Företaget arbetar aktivt med att eliminera tändkällor. Området där isopropylalkohol hanteras är Ex-klassat. Handbrandsläckare finns utplacerade med täta mellanrum och det är sällan mer än 10 meter till närmaste släckare.

I avdelning Vkt finns färre brandrisker då produktionen här ej innehåller värmekällor som i Vkc och därmed också är renare. Riskkällorna här är lagring av olja, förpackningsmaterial och skräp på olämpligt sätt. Liksom i Vkc finns öppna soptunnor och containrar med brandfarligt avfall, oljefat som står öppet nära maskiner samt pallar med plast och papp lagrat vid känsliga objekt.

Färdiglagret (Vis) innehåller mindre mängder kabeltrummor men dessa är glest lagrade och bör inte utgöra någon större risk. I lokalen finns också truckladdare vilka kan orsaka brand eller explosion vid laddning.

### 4.2 Konsekvensanalys av känsliga objekt

Detta kapitel innehåller en analys av riskerna för vissa objekt i fabriken som är vitala för produktionen men inte i sig själva innehåller några större brand- eller explosionsrisker. Om något av dessa objekt slås ut kommer produktionen ej att kunna fortsätta förrän det reparerats. Objekten ägnas därför särskild uppmärksamhet.

#### 4.2.1 Kontrollrum ugn

##### **Beskrivning**

Kontrollrummet innehåller utrustning för datorövervakning av smältugnen och hållugnen. I rummet finns terminaler, dator, reglerutrustning och annan känslig utrustning.

En brand i detta utrymme kan slå ut smältugnen vilket stoppar produktionen. Mjukvara till datorerna finns lagrat som backup men att byta ut gammal, installera och trimma in ny utrustning tar lång tid. Produktion kan ej pågå under tiden vilket orsakar stora ekonomiska förluster. En totalskada på grund av större brand skulle med största sannolikhet slå ut företaget helt.

Väggar och fönster är ej brandklassade och handbrandsläckare finns utanför rummet. Minst en person finns i rummet under produktion. Max 3-4 personer vistas i rummet samtidigt och alla är väl förtrogna med lokalerna som har utgångar åt två håll.

##### **Möjlig skadehändelse**

**A.** Brand i kontrollrummet pga kortslutning eller överhettning i starkströmskabel, dator eller elektrisk utrustning.

**B.** Brand i truck utanför kontrollrummet pga avsliten hydraulledning vid transport, oljeläckage från parkerad truck eller utspild brandfarlig vara.

## **A. Brand i elektrisk utrustning**

### **Påverkande faktorer**

Många av storbränderna som inträffar startas av fel i elektriska installationer enligt /15/, tabell 2.7. På företaget har det tidigare förekommit två elektriska bränder. Rummet är ganska smutsigt eftersom produktionspersonalen går in och ut ofta. Detta gör att smuts sätter sig inne i datorer och annan känslig utrustning och ökar risken för kortslutning eller överhettning.

### **Konsekvens**

Eftersom rummet är bemannat dygnet runt då produktionen är igång bör en brand upptäckas på ett tidigt stadium. Kolsyresläckare finns inte inne i rummet men strax utanför. Relativt små brandskador om det sker under produktion, större skador om det sker under servicedagarna. Även en liten brand i dator eller liknande leder ändå till relativt allvarliga skador och utrustningen måste bytas ut. Små eller inga personskador då utrymning kan ske åt två håll.

## **B. Brand utanför rummet**

### **Påverkande faktorer**

Vid fem tillfällen under fem års tid har läckage av hydraulolja eller annan olja från truckar förekommit. Vid några av dessa har ledningar gått av under arbete. Då oljan är under högt tryck finns risk att den sprutar ut på någon av de heta ytor som finns i närheten och antänds. En brinnande oljepöl alternativt en spraybrand kommer då att bildas. Då truckar ibland parkeras i närheten av rummet under raster kan en läckande ledning bilda en oljepöl. Antändning kan ske genom gnistor från smältugn eller från varm truckmotor. Sannolikheten för antändning anses vara liten.

### **Konsekvens**

En större pölbrand kommer att avge hög strålningsvärme. Detta kommer att skada framförallt kablar som går utanför kontrollrummet. Väggen är inte brandklassad. En större brand kan spräcka glasrutan och sprida branden till kontrollrummet.

Alla truckar är utrustade med handbrandsläckare och släckare finns även på väggen vid kontrollrummet. En brand bör därför kunna kontrolleras på ett tidigt stadium. Om lokalen är obemannad (t.ex. vid raster) kan en brand hinna växa och sprida sig till truckens andra delar. Inga allvarliga personskador bör inträffa, endast någon person brännskadad vid släckningsarbetet.

### **Åtgärder**

Datorer och annan elektronisk utrustning skall rengöras invändigt för att minska risken för kortslutning. Kablar och elektrisk utrustning ses över regelbundet. Kolsyresläckare placeras inne i rummet. Truckar får ej parkeras utanför rummet. Skydda kablar till kontrollrummet och brandklassa väggar, fönster och dörr.

#### 4.2.2 Datorrum

##### **Beskrivning**

Datorrummet är relativt nybyggt och innehåller huvuddatorn för kontroll av produktionen. Rummet är således vitalt för fabriken och mycket känsligt för en brand. Rummet är bara ca 3 x 2 meter där datorn tar upp 1/3 av golvytan. Dörr, väggar och ventilation är ej brandklassade. Rummet är ej larmat. Backup lagras på två ställen i kontorslokalerna.

##### **Möjlig skadehändelse**

- C. Elektrisk brand i dator eller kabel.
- D. Brand utanför rummet.

#### **C. Brand i elektrisk utrustning**

##### **Påverkande faktorer**

Rummet är rent vilket minskar risken för kortslutning. Ventilationen är dålig vilket ökar risken för överhettning. Elektrisk brand är en av de vanligaste brandorsakerna. Rummet är obemannat och har inget brandlarm.

##### **Konsekvens**

Datorn samlar in och bearbetar signaler från styrsystemen i hela produktionsprocessen. Även en mindre brand skulle slå ut produktionen under en längre tid. Om en brand skulle förbli oupptäckt under flera minuter skulle sannolikt datorn slås ut helt. En totalskada skulle slå ut fabriken helt. Inga personskador då rummet normalt är obemannat.

#### **D. Brand utanför rummet**

##### **Påverkande faktorer**

Truckar parkeras ibland utanför rummet på raster. En brand i trucken pga oljeläckage eller batteribrand kan sprida brand eller brandgaser till datorrummet då det ej är brandklassat. Inga tändkällor finns annat än trucken själv.

##### **Konsekvens**

Personalen bör upptäcka branden innan den orsakar större skador på datorrummets dörr och väggar. Det behövs dock mycket lite brandgaser för att skada datorutrustning. Inga personskador annat än vid släckning då rummet är obemannat.

##### **Åtgärder**

Brandklassa dörr, väggar och tak samt ventilation. Förbättra ventilationen (kanske luftkonditionering) så att temperaturen hålls nere.

Installera automatiskt brandlarm eller släcksystem med rökdetektor. Ett brandlarm varnar personalen som kan släcka med handbrandsläckare som finns utanför rummet. Tiden från larm tills att någon uppmärksammat det, hämtat en släckare, fått upp dörren och börjat släcka kan bli flera minuter om det sker under serviceavbrott då lite personal finns på plats. Redan

tiden från att branden startat till att larmet utlöses kan vara flera minuter och branden kan förstöra delar av utrustningen även om ett larmsystem finns.

Ett automatiskt släcksystem som löser ut på en rökdetektor släcker branden omedelbart då rummet har liten volym. Lämpliga släckmedel i ett rum med känslig utrustning som en dator är gasformiga släckmedel (t.ex. CO<sub>2</sub>) eller vattendimma som ej smutsar ned eller lämnar rester. Om en person tar fel handsläckare och sprutar till exempel pulver på datorn kan den förstöras.

#### 4.2.3 Kontrollrum gjutmaskin

##### **Beskrivning**

Kontrollrummet ligger ensamt ca två meter upp snett ovanför gjutmaskinen. Rummet har två utgångar, en på vardera kortsidan, som har egna fristående trappor. Utrymmet är ca 4 x 5 meter och tas till största delen upp av dator- och reglerutrustning. Rummet är ej en egen brandcell. Minst en person finns i rummet under produktion. I övrigt samma som smältugnens kontrollrum.

##### **Möjlig skadehändelse**

**E.** Elektrisk brand i kabel eller dator.

##### **Påverkande faktorer**

Många av storbränderna som inträffar startas av fel i elektriska installationer enligt /15/, tabell 2.7. På företaget har det tidigare förekommit två elektriska bränder. Rummet är ganska smutsigt eftersom produktionspersonalen går in och ut ofta. Detta gör att smuts sätter sig inne i datorer och annan känslig utrustning och ökar risken för kortslutning eller överhettning.

##### **Konsekvens**

Eftersom rummet är bemannat dygnet runt då produktionen är igång bör en brand upptäckas på ett tidigt stadium. Kolsyresläckare finns inte inne i rummet men strax utanför. Relativt små brandskador om det sker under produktion, större skador om det sker under servicedagarna. Även en liten brand i dator eller liknande leder ändå till relativt allvarliga skador och utrustningen måste bytas ut. Små eller inga personskador då utrymning kan ske åt två håll.

##### **Åtgärder**

Datorer och annan elektronisk utrustning skall rengöras invändigt för att minska risken för kortslutning. Kablar och elektrisk utrustning ses över regelbundet. Kolsyresläckare placeras inne i rummet. Truckar får ej parkeras utanför rummet. Skydda kablar till kontrollrummet och brandklassa väggar, fönster och dörr.

#### 4.2.4 Kontrollrum spolverk

##### **Beskrivning**

Kontrollrummet övervakar kylning av tråd samt spolverk. Tråden spolats upp på trumma av metall eller trä alternativt läggs på träpall och plastas in eller läggs i kartong. Lagring av plastrullar och kartong sker runt och ovanpå



Bild 4.1 Kontrollrum spolverk

kontrollrummet och ger hög brandbelastning (bild 4.1). Rummet är ej egen brandcell. Kolsyresläckare finns utanför rummet. I övrigt samma förutsättningar som smältugnens kontrollrum.

#### **Möjlig skadehändelse**

**F.** Elektrisk brand i kabel eller dator.

**G.** Brand i lagrat material

#### **Påverkande faktorer**

Många av storbränderna som inträffar startas av fel i elektriska installationer enligt /15/, tabell 2.7. På företaget har det tidigare förekommit två elektriska bränder. Rummet är ganska smutsigt eftersom produktionspersonalen går in och ut ofta. Detta gör att smuts sätter sig inne i datorer och annan känslig utrustning och ökar risken för kortslutning eller överhettning.

#### **Konsekvens**

Eftersom rummet är bemannat dygnet runt då produktionen är igång bör en brand upptäckas på ett tidigt stadium. Kolsyresläckare finns inte inne i rummet men strax utanför. Relativt små brandskador om det sker under produktion, större skador om det sker under servicedagarna. Även en liten brand i dator eller liknande leder ändå till relativt allvarliga skador och utrustningen måste bytas ut. Små eller inga personskador då utrymning kan ske åt två håll.

#### **G. Brand i lagrat material**

##### **Påverkande faktorer**

Koppartråden är i princip rumstempererad vid spolverket och utgör ingen större tändrisk. Det finns drivmotorer och rörliga delar i spolverket där varmgång och gnistbildning kan ske. Plast och papper är alltid frestande för pyromaner.

##### **Konsekvens**

Både plast och papper är lättantändligt och ger ett mycket snabbt brandförlopp. Om en pall ovanpå kontrollrummet skulle antändas är den dessutom svår att nå för att släcka. Detta skulle leda till att pallen bränner igenom taket och förstör rummet. En brand i en pall som står mot väggen bränner snabbt igenom en ruta eller en dåligt skyddad vägg. Detta skulle slå ut verksamheten under lång tid.

##### **Åtgärder**

Datorer och annan elektronisk utrustning skall rengöras invändigt för att minska risken för kortslutning. Kablar och elektrisk utrustning ses över regelbundet. Kolsyresläckare placeras inne i rummet. Truckar får ej parkeras utanför rummet. Skydda kablar till kontrollrummet och brandklassa väggar, fönster och dörr. Ta bort lagrat material runt och ovanpå kontrollrummet.

#### **4.3 Enskilda riskkällor**

De brandkällor som bedömts kunna utgöra risker redovisas i följande stycke. Redovisningen är uppdelad på respektive produktionsenhet samt utomhus. Placeringen av riskkällorna kan ses i bilaga 3.

#### 4.3.1 Avdelning Vkc

##### Naturgas

###### **Beskrivning**

Smältugnen eldas med 26 st naturgasbrännare med en sammanlagd effekt av 13 MW. Naturgasen distribueras av Helsingborgs Energi via en pipeline till fabriken norra sida. Genom det interna rörsystemet går gasen till ugnen i Vac och vidare genom den förbindande kulverten till Vkc och till ugnen där den fördelas på brännarna. Man förbrukar ca 35 kg gas per producerat ton koppar och producerar ca 32 ton/timme. Detta ger en förbrukning på ca 1100 kg naturgas/timme. Distributionssystemet tryckprovas fram till sista ventilen vid varje uppstart. Detta sker i princip dagligen. Rörledningar ligger placerade längs väggarna för att hindra påkörning. Säkerhetsventiler stänger gasflödet vid tryckfall till exempel vid brott.

###### **Tidigare incidenter**

Gasansamling i smältugnen på grund av brännare som ej tänt har gett explosion som ej skadade ugnen. Ett utflöde av smält koppar som vid två tillfällen har träffat gasslangar till brännare efter den sista ventilen och gett utflöde av gas. Personalen har snabbt kunnat stänga närmaste ventil manuellt och stoppat gasflödet.

###### **Möjlig skadehändelse**

H. Naturgas från en ej tänt brännare kan vid uppstart ansamlas inne i smältugn eller hållugn och bilda explosiv blandning.

I. Brott eller läcka på ledning ger jetflamma eller gasmoln som antänds av het utrustning eller öppen låga.

J. Gasläcka i kulvert ger brand eller explosion.

##### **H. Gasansamling**

###### **Påverkande faktorer**

Säkerhetssystemen skall se till så att brännare ej sprutar in oförbränd gas vid uppstart. Systemet har fallerat en gång och en rejäl explosion inträffade. Säkerhetssystem och rutiner har setts över och åtgärdats. Hållugnen är alltid tänt och gasansamling kan ej ske i denna då gas från en slocknad brännare omedelbart antänds av övriga lågor.

###### **Konsekvens**

Om tillräcklig mängd gas ansamlas kan explosionen bli så kraftig att ugnen rasar. Detta kan slå ut fabriken helt. Mindre explosioner ventileras genom inmatnings- och avtappningshål.

##### **I. Läckage från ledning**

###### **Påverkande faktorer**

Tryck- och täthetsprovning av systemet görs vid varje start. Höga temperaturer vid produktionen ger mycket hög luftomsättning (ca 500 000 m<sup>3</sup>/h, uppgift från företaget). Då naturgasen är lättare än luft (ca hälften så stor densitet, 0,7 kg/m<sup>3</sup> mot luftens 1,2 kg/m<sup>3</sup>)

kommer en eventuell gasansamling att följa med luftströmmen ut och större mängd brännbar blandning kommer ej att bildas.

#### **Konsekvens**

Om utströmmande gas antänds bildas en jetflamma från läckande ledning som kan skada personal i närheten. Utrustning och material i närheten är tillverkade för att motstå höga temperaturer och bör ej antändas. En mindre gasmolnsexplosion skadar personal i närheten.

### **J. Gasläcka i kulvert**

#### **Påverkande faktorer**

En läcka i kulverten kan ge en större mängd brännbar blandning eftersom läckande gas blandas med genomströmmande luft. Då kulverten är upplyst kan antändning ske i lysrörens tändspole.

#### **Konsekvens**

Explosion eller brand i kulverten förstör troligen rör och kablar som finns där och i anslutande utrymmen. En explosion förstör troligen hela kulverten och utrustning i anslutande utrymmen samt dödar eventuell personal som vistas där. Utrymmena är oftast obemannade.

#### **Åtgärder**

Om möjligt installera explosionsavlastningsluckor i ugnen. Ledningar som ej tryckprovas kontrolleras manuellt. Brandsektionering av kulverten är under byggnation. Ventilationsluckor i form av seviceluckor i kulverten upp till marknivå.

### Oxygen

#### **Beskrivning**

Vid port 33 bredvid smältugnen ligger två flaskpaket med oxygen (syrgas, O<sub>2</sub>). Dessa är inkopplade till ett rörsystem som går till acetylenbrännarna. Syrgas är ej brännbart i sig men är mycket brandunderhållande vilket innebär att gasen kan få mycket små brandkällor att flamma upp kraftigt. Flaskpaketen ligger alldeles bredvid porten där mycket trucktrafik förekommer och brända trästockar från ugnen hanteras. Trästockarna används för att minska syrehalten i smältan. Täthetskontroll med läcksökningspray utförs vid byte av flaskpaket.

#### **Möjlig skadehändelse**

**K.** Flaskpaketet körs på av truck eller trucklast tappas på flaskpaketet vilket spräcker flaskor eller ventiler och syrgas strömmar ut varvid brand uppstår.

#### **Påverkande faktorer**

Transport av material till och från smältugnen går nära lagringsstället. Ouppmärksamhet eller slarv kan leda till påkörning eller tappad last. Flaskpaketen är relativt väl skyddade med ett kraftigt räcke runt lagringsplatsen.

#### **Konsekvens**

Om gas sprutar ut på en truck kan det orsakar brand i motorn som sprider sig till resten av fordonet som blir utbränt. Om glödande trästockar finns i närheten kan dessa flamma upp

våldsamt. Liten spridning till omgivningen då i princip inget brännbart finns i närheten. Branden kan värma upp återstående oxygenflaskor och orsaka kärlsprängning.

### **Åtgärder**

Skyddsram eller –bur runt förvaringsstället alternativt flytta oxygenflaskorna till ett mer skyddat ställe.

### Acetylen

#### **Beskrivning**

För att hindra att metallen fastnar beläggs gjutformen med ett lager sot. Detta görs med hjälp av acetylenbrännare. Acetylen kommer i paket om flera sammankopplade flaskor som kopplas in på en ledning till brännarna. Ett flaskpaket per dygn förbrukas. Systemet tryck- eller täthetsprovas vartannat år. Lagring av acetylen sker dels i ett rum i nordvästra hörnet av byggnaden (ca 30 flaskor) där de ansluts till distributionssystemet, samt ute på norra gårdsplanen (tomma och fulla flaskor). Acetylenflaskor för svetsutrustning förekommer på några ställen i fabriken. Acetylen har ett mycket stort brännbarhetsområde, 1,5-82 vol%, och även en liten gasmängd kan orsaka brand eller explosion.

#### **Möjlig skadehändelse**

- L. Läck i rörsystem vid gjutmaskin ger gasansamling i källaren. Antändning ger explosion.
- M. Läckage i lagerrum ger explosion.
- N. Brand i lagrade flaskor på gårdsplanen efter påkörning.

#### **L. Läck i rörsystem**

##### **Påverkande faktorer**

Eftersom acetylen har något lägre densitet än luft ( $0,9 \times$ luft) kommer gasen att följa med den varma luften och stiga upp mot taket och endast mindre mängder samlas i källaren. Antändning av gasutsläpp sker troligen snabbt med tanke på värmen och alla öppna lågor. En större läcka kommer att orsaka gasmolnexplosion eller jetflamma.

##### **Konsekvens**

Personal i närheten får tryckskador och indirekta fallskador. Maskiner och annan utrustning skadas lindrigt då de är konstruerade för mycket höga temperaturer och är robusta. Sekundära bränder uppstår i kablar och annat brännbart i närheten. Kontrollrummet kan skadas.

#### **M. Lagerrum**

##### **Påverkande faktorer**

Gasdetektor finns i utrymmet. Både in- och utgående ventilation finns. Dörren är gjord av stålplåt och kärvar vilket kan ge friktionsgnista när den öppnas eller stängs. Inga andra tändkällor finns.

##### **Konsekvens**

En explosion skulle slå ut dörren på den som öppnar den och skada eller välta väggarna i rummet. Brand i läckande gasflaska släcks genom stängning av ventil.

## N. Lager på gården

### Påverkande faktorer

Flaskorna lagras vid förrådet av kopparelektroder och trucktrafiken är frekvent. En påkörning eller tappad last kan förstöra flera flaskor då en kassett med elektroder väger åtskilliga hundra kilo. En mindre skyddsräcke finns vid lagringsstället.

### Konsekvens

Brand i en eller flera flaskor värmer upp andra och kan orsaka kärlsprängning. Inget brännbart inom 20 meters radie ger små materiella skador.

### Åtgärder

Tryck- och täthetsprova distributionssystemet ofta. Reparera ståldörren. Lagra flaskorna avskilt från övrig verksamhet.

## Källare under gjutmaskin/valsverk

### Beskrivning

Under gjutmaskinen och valsverket finns ett källarutrymme som ansluter till kulverten från Vac i norra delen (se skiss i bilaga 3).

Utrymmet är avdelat av en avskärmning för kopparspill under gjutmaskinen men förbinds av en liten gång ca 1 x 1 meter. Det finns två nedgångar till källaren, en spiraltrappa i norra delen och en rak trappa i södra delen som leder till markplanet. Den södra delen är uppdelad i mindre utrymmen och ansluter till en kulvert. Källaren innehåller kablar, rör, styr- och reglerutrustning samt drivmotorer till maskinerna ovanför. Service av vissa delar av maskinerna sköts härifrån (bild 4.2).



Bild 4.2 Källare under gjutmaskin

Eftersom all spillolja och annat avfall rinner ned i källaren är den ingrodd med olja, fett och smuts. Oljeblandat vatten ligger i pölar på golvet och på utrustningen. Oljeindränkta trasor och annat skräp ligger här och var. I norra delen står en stol, delvis i trä, och en piassavakvast. Källaren har brandlarm i de större utrymmena som är mest förorenade. Flera handbrandsläckare med kolsyra finns i källaren. Takhöjden är ca 2 meter i södra delen och ca 3 meter i norra delen.

### Möjlig skadehändelse

O. Brand på grund av varmgång i drivmotor, kabelbrand, kortslutning i armatur eller oljeläckage från maskin som antänds.

### Påverkande faktorer

Många potentiella tändkällor i en brandfarlig miljö ger hög sannolikhet för brand. På företaget är man medvetna om problemet. Större oljeläckage från maskiner har förekommit och mindre

mängder olja läcker hela tiden ner och samlas i pölar. Utrymmet har rökdetektorer kopplat till ett brandlarm.

### **Konsekvens**

En värmeutveckling utan öppen låga i t.ex. motor, kabel eller annat kommer att ge ifrån sig rök på grund av smutsen som finns på den. Om tillräckligt med rök bildas innan antändning kan brandlarmet lösas ut innan brand uppstår och problemet åtgärdas av personal.

Om brand uppstår kommer den att spridas snabbt och ge tjock, svart rök som omöjliggör släckning på nära håll. Om olja som ligger på golvet antänds kommer en pölbrand att bildas. En sådan pölbrand ger en kraftig effektutveckling om tillräcklig syretillförsel finns.

Skumaggregatet kan användas för att skumfylla källaren men eftersom tungskummet lägger sig på golvet och endast får en tjocklek på några decimeter skyddar det inte hela källaren. Komplicerad geometri med många rör o.dyl. gör det svårt att skumfylla källaren. Innan skuminsats påbörjats av personalen har det gått 1-2 minuter. Vid en pölbrand är källaren då övertänd och brandspridning kommer att ske till närliggande kabelkulvertar. Sannolikt blir källaren utbränd. En mindre brand ger skador på kablar, rör och maskiner i närheten.

Mycket av brandgaserna från källaren kommer att dras med i luftströmmen runt smältugnen och ventileras ut genom takfönstren som finns i den upphöjda delen av taket ovanför ugnen (se bilaga 5, bild 7). Detta gör att siktförhållandena blir goda och utrymning ej försvåras.

### **Åtgärder**

Sanering och regelbunden städning av utrymmet för att minska brandrisken. Sektionering för att hindra spridning mellan olika delar (pågår delvis). Alternativt installera heltäckande fast släcksystem för att skydda känslig utrustning och hindra spridning (skumsystem, t.ex. HotFoam, eller vattendimma kan användas. Vattendimmsystemets spraymunstycken kan sättas igen av den smutsiga miljön). Läckageskydd för de maskiner som innehåller större mängder olja.

Den komplicerade interiören försvårar användningen av fasta släcksystem då spridningen av släckmedlet hindras av pelare, rör och annan utrustning. Detta gör att fler munstycken behövs för att effektivt täcka utrymmet vilket höjer kostnaden för installation och underhåll. Förebyggande av brand genom underhåll och rengöring är därför mycket viktigt.

### Arbetsplattform vid valsverk

#### **Beskrivning**

Mellan gjutmaskinen och spolverket finns en plattform så att personalen skall komma på bekväm arbetshöjd för att sköta maskinerna. Där finns arbetsbänkar och skåp med utrustning för service och underhåll av maskinerna. Vid bänkarna finns flera säckar och öppna tunnor med nya och använda trasor som används för att torka olja och liknande från maskindelar. Öppna soptunnor med skräp finns. Handbrandsläckare med koldioxid finns inom 10 meter.

#### **Möjlig skadehändelse**

**P.** Brand i säck med trasor efter självantändning eller antändning vid hetarbete.

### **Påverkande faktorer**

Oljeindränkta trasor som packas hårt självantänder om omgivningstemperaturen blir tillräckligt hög, ca 30-50 °C beroende på lagrad mängd. Antändning av material i närheten vid hetarbete har inträffat fyra gånger på fem år i fabriken. I samtliga fall har branden släckts omedelbart. Vid hetarbete skall brandsläckare medtas.

### **Konsekvens**

Om personal finns i närheten släcks elden manuellt med små materiella skador. Om personal ej finns i närheten utvecklas branden snabbt och kan sprida sig till flera säckar och arbetsbänkar. Värmestrålningen kan antända olja på maskiner i närheten.

### **Åtgärder**

Förvara nya och använda trasor i slutna kärl.

### Ställverk

#### **Beskrivning**

Ställverket är el-centralen för Vkc (det finns även ett i Vkt). Från den upp på ytterväggen går kablar för elförsörjning till hela avdelningen. Ställverket är således vitalt för produktionen och klarar inte längre stopp. Det är byggt som en egen brandcell med murade väggar. Det finns dock flera hål för genomföring av kabel och rör i väggar och tak som samtliga är bristfälligt eller inte alls tätade. Detta gör att en brand utanför lokalen kan sprida sig in via hålen och slå ut ställverket.

#### **Möjliga skadehändelser**

- Q. Brand utanför som sprider sig in i ställverket.
- R. Brand i ställverket som sprider sig utanför brandcellen.

### **Q. Brand utanför ställverket**

#### **Påverkande faktorer**

Utanför ställverket finns inget brännbart lagrat då det är en utrymningsväg. Vid sidan om ställverkets tak sker viss hantering av oljor och lösningsmedel. Detta bidrar till brandrisken.

#### **Konsekvens**

Om en brand uppstår ovanpå ställverket, där oljor hanteras, kan den antända kablar som kommer ut från ställverket. Denna kabelbrand kommer snabbt att spridas in genom taket eftersom ingen tätning finns. En brand slår helt eller delvis ut elförsörjningen till produktionen.

## **R. Brand inne i ställverket**

### **Påverkande faktorer**

Elektrisk utrustning är en vanlig orsak till storbränder. Elektrokoppar har haft tre bränder eller brandtillbud med elektriska orsaker. Då lokalen normalt inte är bemannad kommer en brand som startar inne i ställverket inte att upptäckas förrän utrustning slås ut. Rummet är relativt rent från sot och avlagringar från produktionen vilket minskar brandrisken.

### **Konsekvens**

En brand slår ut elförsörjningen till produktionen. En kabelbrand kan lätt sprida sig utanför brandcellen då tätningar saknas. I närheten finns huvudkablar till avdelningen samt hantering av oljor och lösningsmedel. På grund av verksamheten i fabriken är alla kablar utanför rummet kladdiga och smutsiga. Detta påskyndar brandspridningen i kabelbuntarna.

### **Åtgärder**

Tätning av genomföringar för att hindra brandspridning in till och ut från ställverket. Eftersom rummet är obebod och mycket viktigt för produktionen rekommenderas att brandlarm med rökdetektor installeras. Skydda kablage som går nära hantering av brandfarlig vara.

## Hantering av isopropylalkohol (IPA)

### **Beskrivning**

Isopropylalkohol (isopropanol) är en lättflyktig, mycket brandfarlig vätska och ångor kan med luft ge explosiva blandningar. IPA kan vara farligt vid inandning. Vätskan kan blandas med vatten och organiska lösningsmedel. Även utspädd lösning kan brinna och släckning bör ske med alkoholresistent skum med mjuk påföring. Se vidare "Farligt gods-pärmen", /6/ blad 12.

IPA används i valsverket för att hindra ytoxidering på kopparstången under valsning. Valsningen sker nedsänkt i en vattenbaserad emulsion av 6-7 % olja och 0,7 % IPA. Lagring sker i två tankar om 4 + 6 m<sup>3</sup> med kommunicerande rör mellan. Området är Ex-klassat. Påfyllning sker genom att ena tanken fylls och vätskan rinner via röret till den andra tanken och sker 2 ggr/månad från tankbil.

I området där IPA lagras förvaras också diverse oljor av vilka några är brännbara. Pumpar och andra maskiner finns nära. Stora mängder kablar går ovanför tankarna. Området är avskilt med tegelvägg men utan tak en halvtrappa upp från övrig verksamhet. Dörren till området består endast av galler och är ej avskiljande. Området är svåråtkomligt vid släckning.

### **Tidigare incidenter**

Anslutningsröret för påfyllning från tankbil har större kapacitet än det kommunicerande röret mellan tankarna. Detta har, trots att tankbilsföraren informeras varje gång, lett till upprepade översvämningar av tanken med utflöde av IPA som följd. Detta händer upp till en gång per månad. Som mest har ca 100 liter runnit ut och runnit ned för trappan.

### **Möjliga skadehändelser**

**S.** Antändning av utströmmad vätska ger pölbrand.

## S. Pölbrand

### Påverkande faktorer

Överfyllning sker ofta. Trots detta har ingen brand inträffat. Området är Ex-klassat vilket minskar risken för antändning. IPA är mycket lättantändligt. Ett tappat metallföremål räcker för att skapa en gnista som antänder vätskan eller ångorna.

### Konsekvens

Ett utsläpp av 100 liter ger en vätskepöl på ca 10 – 20 m<sup>2</sup>. En pölbrand skulle bränna sönder utrustning i närheten däribland kablar, oljekärl och plastslangar. Detta kommer att ge ytterligare bränsle till elden. Svårigheter att komma åt med släckutrustning genom grinden gör att branden blir svårsläckt.

En brand skadar personal i direkt kontakt med elden men strålningsvärmens är låg så människor i närheten klarar sig, se beräkningar i bilaga 1.

### Åtgärder

Omedelbart: Begränsa inpumpningshastigheten i tanken genom strypning av flödet för att hindra överfyllning. Beredskap med släck- och saneringsutrustning vid fyllning.

På sikt: Flytta hanteringen utanför huset då risken för verksamheten är hög. Lämplig plats är betongkassunen vid järnvägen

## Hantering av oljefat

### Beskrivning

Olika typer av olja används som smörjmedel i maskinerna. Personalen fyller kannor vid påfyllningsplatser där oljan lagras i fat på plastställningar. Enstaka fat finns på flera ställen i hela fabriken. En större påfyllningsplats finns vid port 9 där upp till 10 fat lagras samtidigt, (bild 4.3). Lagringen sker helt öppet i lokalen och inget skydd mot påkörning finns. Plastställningen har droppskydd för att hindra att olja rinner ut på golvet. Ovanför och i närheten finns kablar och rör.



Bild 4.3 Förvaring av olja

### Möjlig skadehändelse

U. Brand i oljespill i plastställning efter självantändning i trasa, påkörning eller statisk elektricitet. Pölbrand efter påkörning av ställning som förstört oljefat.

### Påverkande faktorer

Oljan lagras helt öppet och det finns mycket trucktrafik i närheten. Handbrandsläckare finns i närheten, personal rör sig ofta i närheten. Inte alla oljor är brandfarliga.

### Konsekvens

En brand kommer troligen att upptäckas och släckas av personal i ett tidigt stadium. Om branden inte uppmärksammas omgående kan den snabbt få fart och bränna ned

plastställningen. Olja kan läcka från fat som åker i marken och ge mer bränsle till branden. Kablar och rör i närheten kommer att skadas.

### **Åtgärder**

Oljan bör lagras i slutet utrymme, t.ex. plåtskåp eller särskilt rum, som minskar risken för brandspridning och skyddar för påkörning.

### Kablar

#### **Beskrivning**

I taket och längs väggarna går flera kabelstegar med kabel för strömförsörjning till maskiner, belysning och annat. Dessa är på grund av takhöjden (ca 10 m) i princip oåtkomliga. På grund av den smutsiga verksamheten i fabriken lagras sot, smuts och olja på kablar, armaturer och innertak.

#### **Tidigare incidenter**

Tre bränder i elektrisk utrustning har förekommit på företaget tidigare, bland annat en kabelbrand. Samtliga har släckts omedelbart.

#### **Möjlig skadehändelse**

V. Kabelbrand som sprider sig pga föroreningar.

#### **Påverkande faktorer**

Elektriska bränder är en vanlig brandorsak i industrier. Smuts och oljedimma som lägger sig på elektrisk utrustning gör att en liten brand sprider sig snabbt.

#### **Konsekvens**

En kabelbrand uppe i taket blir svårsläckt eftersom det på företaget inte finns släckutrustning som når så högt. Brandspridningen kan därför bli omfattande och elförsörjningen kan slås ut under lång tid.

### **Åtgärder**

Om möjligt rengör kablar regelbundet.

### Reservdelslager/verkstad

#### **Beskrivning**

I södra delen av Vkc finns två pallställage med 80 pallplatser och ca 20 pallar på golvet med reservdelar till maskinerna placerade intill verkstaden. Verkstaden ligger i ett separat rum mot ytterväggen och är en egen brandcell. Ovanpå verkstaden finns ett öppet utrymme för reparationer samt ytterligare lagring av pallar med reservdelar (bild 4.4).

Utrymmet är skräpiggt och dammiggt. I närheten lagras färdiga produkter på trumma/pall av trä.



*Bild 4.4 Reservdelslager ovanpå verkstaden*

### **Möjlig skadehändelse**

**W.** Brand ovanpå verkstaden kan spridas till plasten i takets ljudisolering och kablar vilket ger kraftig rökutveckling.

### **Påverkande faktorer**

Utanför verkstaden finns inga tändkällor. Inne i verkstad utförs hetarbeten vid reparation. Utrymmet ovanpå verkstaden används inte regelbundet. Takets ljudisolering är delvis plastklädd.

### **Konsekvens**

I området utanför verkstaden rör sig personal hela tiden och en brand upptäcks snabbt. Verkstaden är en egen brandcell och inga otäta genomföringar har upptäckts. Branden begränsas till brandcellen om dörren stängs. Ovanpå verkstaden kan en brand ligga och pyra utan att upptäckas. Om den tar fart kan den sprida sig till övriga pallar och taket med kraftiga rökskador som följd. Plastbelagda stenullsplattor i taket samt damm ökar brandrisken avsevärt. Brand i reservdelslagret eller verkstaden påverkar produktionen indirekt genom att underhåll av maskiner förhindras.

### **Åtgärder**

Se till att dörren till verkstaden stängs vid brand med manuellt brandlarm alternativt automatiskt brandlarm kopplat till rökdetektor. Tag bort plasten på ljudisoleringsplattorna. Rensa upp ovanpå verkstaden.

### Lagring av färdiga produkter

På två ställen i lokalen, vid väggen mot Vkt och mot västra ytterväggen (se bilaga 3), lagras stora mängder färdiga produkter i form av tråd på trätrummor eller i plast/pappförpackning på pall. Dessa lagras tillfälligt i väntan på lastning på järnvägsvagn eller lastbil. Den stora mängden trä och plast utgör en hög brandbelastning.

### **Möjlig skadehändelse**

**X.** Brand i färdiglager som sprids till annan brandcell.

### **Påverkande faktorer**

Inga tändkällor finns i närheten. Anlagd brand i plast eller kartong är en möjlig brandsorsak. Då lokalen är bemannad dygnet runt kommer en brand troligen att upptäckas av personal och kunna begränsas.

### **Konsekvens**

Plast och pappkartong runt vissa pallar sprider branden mycket fort. I norra delen av lokalen står lagret mot yttervägg och brandspridning kan ske genom fönster till tak. Strålningsvärmén kommer att antända allt brännbart inom 5-10 meter. I södra delen står lagret mot brandavskiljande vägg mot Vkt. Eftersom det finns gott om otäta genomföringar i väggen kan branden att spridas in till Vkt.

### **Åtgärder**

Flytta lagringen till särskild lokal med brandlarm och/eller fast släcksystem.

#### 4.3.2 Avdelning Vkt

##### Förpackningslager

###### **Beskrivning**

Vid västra väggen lagras förpackningsmaterial för färdiga produkter. Kartong, skumplast, tompallar och annat ligger på pall och i hyllor placerade direkt under huvudkabelstråket från ställverket och kontorsutrymmenas utrymningsväg på övervåningen.

###### **Möjlig skadehändelse**

**Y.** Brand i lagrat material av papp eller skumplast.

###### **Påverkande faktorer**

Materialen som lagras är lättantändliga, brinner snabbt och utvecklar mycket rök. Personal rör sig inte alltid i närheten. Flera handbrandsläckare finns i närheten.

###### **Konsekvens**

En brand här sprider sig snabbt till kablar och kan slå ut strömförsörjningen till avdelningen. Det finns risk för brandspridning till närliggande maskin. Brandgaserna från plastmaterialen är troligen giftiga. Brand och brandgaser sprids till kontorsutrymmen ovanför och blockerar utrymningsvägen.

###### **Åtgärder**

Flytta materialen till lämpligare plats ej i närheten av annat brännbart. Inget brännbart får lagras under övervåningens utrymningsväg.

##### Brand i tråddragningsmaskin

###### **Beskrivning**

I Vkt används ett flertal maskiner för bearbetning av koppar- och aluminiumtråd. Tråden dras ut till tunnare dimensioner och i vissa fall viras den till kabel. Obrännbar olja används som smörjmedel vid dragningen.

###### **Möjlig skadehändelse**

**Z.** Överhettning i drivmotor eller drivrem.

###### **Påverkande faktorer**

Olja som finns i drivmotorerna är brännbar. Träpallar och förpackningsmaterial lagras bredvid vissa maskiner. Vanlig brandorsak i industrin.

###### **Konsekvens**

Liten brand som släcks av maskinskötare. Branden kan spridas om brännbart material finns i närheten.

###### **Åtgärder**

Lagra inte olja och förpackningsmaterial nära maskinerna.

### 4.3.3 Avdelning Vis

#### Truckladdning

##### **Beskrivning**

Batteridrivna truckar laddas stående vid ytterväggen ca 5 meter från pallställage med färdiga produkter. En truck står parkerad direkt vid stället. Luftväxlingen i lokalen är bra så länge båda portarna är öppna. Ingen ventilation vid laddningen finns. En viss lagring av färdiga produkter och förpackningsmaterial finns.

##### **Tidigare incident**

Två gånger tidigare har mindre explosioner skett vid truckar.

##### **Möjlig skadehändelse**

Å. Utveckling av vätgas vid laddning som ej ventileras bort ger explosion.

##### **Påverkande faktorer**

Ventilation är dålig om portarna är stängda men lokalen har stor volym. Lokalen är ej bemannad.



*Bild 4.5 Avdelning Vis med truckladdning vid bortre väggen.*

##### **Konsekvens**

En större explosion kan antända trucken eller någon pall med gods i färdilagret. Godset lagras glest i pallställaget och en brand sprider sig långsamt. En explosion uppmärksammas förmodligen av personal som kan släcka en brand. Om explosion sker då bemanningen i fabriken är låg kan brandspridning ske. Om personal finns i närheten kan de skadas svårt.

##### **Åtgärder**

Förbättra ventilation. Enligt AFS 1988:4 skall truckladdning ske i särskild lokal med sådan luftväxling att det så långt som möjligt förhindras att explosiv blandning uppstår. Flytta truckarna från pallställaget.

### 4.3.4 Utomhus

#### Lagring av pallar och trummor

##### **Beskrivning**

På planen utanför huvudbyggnaden lagras större mängder tomma kabeltrummor av trä. Avståndet till ytterväggen är ca 15 meter. En brand här bör ej kunna påverka byggnaden. På norra gårdsplanen lagras en stor mängd träpallar, ca 10 x 20 x 5 meter. Inget brännbart finns i närheten. Vidare utredning görs ej.

#### 4.3.5 Lager (fd Vat)

##### Lagring av färdigvaror

###### **Beskrivning**

Lokalen kommer att byggas om till rent lagerutrymme för färdiga produkter. Oljelager finns vid södra väggen med plats för 30 fat i ställage (bild 4.6) samt kärl för spillolja. Farligt avfall lagras i fem tunnor med lock. Två truckar parkeras bredvid dessa tunnor.

###### **Möjlig skadehändelse**

Ä. Brand i färdiglager eller oljelager.

Självantändning i spillolja eller farligt avfall alternativt sabotage.

###### **Påverkande faktorer**

Lagret är obemannat vilket lockar till sabotage. Inget brandlarm finns installerat. Stora mängder brännbart material i färdiga produkter lagras. Tunnorna med farligt avfall har lock som förhindrar en brand.

###### **Konsekvens**

En brand kan hinna bli stor innan den upptäcks och kan bränna ner hela lagret.



*Bild 4.6 Oljelager*

###### **Åtgärder**

Separera oljelager samt farligt avfall från övrigt lager. Om stora mängder färdiga produkter skall lagras bör brandlarm och eventuellt fast släcksystem, t.ex. sprinkler installeras.

#### 4.4 Sammanfattning av åtgärder

<b>Vkc</b>	<p><u>Omedelbara åtgärder:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Begränsa inpumpningshatigheten i IPA-tankarna och beredskap med släckutrustning vid påfyllning.</li><li>• Brännbart material som lagras på eller vid kontrollrummen flyttas.</li><li>• Sanering, regelbunden städning samt brandsektionering av källaren.</li><li>• Lagra oljefat i avskilt rum/skåp.</li></ul> <p><u>Åtgärder på sikt:</u></p> <p><b>Kontrollrum och datorrum</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Elektrisk och elektronisk utrustning skall rengöras invändigt och kontrolleras regelbundet.</li><li>• Kolsyresläckare placeras inne i rummet.</li><li>• Truckar får ej parkeras utanför rummet.</li><li>• Utvändiga kablar skyddas mot mekanisk och brandpåverkan genom inkapsling.</li><li>• Väggar och ventilation brandklassas.</li></ul> <p><b>Övrigt</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Explosionsavlastning i ugnen.</li><li>• Flytta eller skydda oxygenflaskorna.</li><li>• Tryck- och täthetsprova rörsystem för acetylen och oxygen ofta samt regelbunden kontroll av hela naturgassystemet som ej trycktestas.</li><li>• Brandlarm med rökdetektor och automatisk dörrstängare i verkstad, ställverk, datorrum och kontrollrum.</li><li>• Eventuellt installera fast släcksystem i källare och datorrum.</li><li>• Flytta lagringen av IPA utanför fabriken.</li><li>• Plasten i taket ovanför verkstaden avlägsnas.</li><li>• Lagring av färdiga produkter flyttas till särskild lokal som utrustas med brandlarm och/eller fast släcksystem.</li></ul>
<b>Vkt</b>	<p><u>Omedelbara åtgärder:</u> Brännbart material som lagras i närheten av kablar, maskiner eller utrymningsvägar flyttas.</p> <p><u>Åtgärder på sikt:</u> Lagring av färdiga produkter flyttas till särskild lokal.</p>
<b>Vis</b>	Flytta truckladdning till särskild lokal med god ventilation.
<b>Vat</b>	Separera truckar, olja och avfall från övrigt lager. Brandlarm och /eller sprinklersystem om stora mängder färdiga produkter skall lagras.
<b>Generellt</b>	Förvara återvinningsmaterial, trasor och skräp i behållare med lock. Täta genomföringar och hål i brandväggar.

Sektionering: Vid en brand i Vkc kan som tidigare nämnts en brand sprida sig på grund av att lokalerna är ingrodda med sot, smuts och ångor av olja, IPA och

andra rester från produktionen som förångas vid kraftig uppvärmning. En brand som börjar på golvet kan således sprida sig längs väggar och tak och därmed utom räckhåll tills räddningstjänsten kan påbörja sin släckinsats. Detta leder till att en brand kan sprida sig till exempel från produktionsdelen till reservdelslagret och leda till en totalskada på lokalerna.

Eftersom det är svårt att hålla lokalerna rena vid en så smutsig produktion bör andra skyddsåtgärder vidtagas. En brandvägg bör uppföras tvärs över lokalen vid verkstaden, reservdelslagret och bort till kontoren. När en ny produktionslinje uppförs bör lokalen avdelas på längden för att inte en brand vid en maskin skall påverka produktionen vid den andra. På så sätt kan en viss produktion upprätthållas trots stora skador på en linje.

## 5 Redovisning av riskbedömning

Av de riskkällor som identifierats i kapitel 4 har de som ger de största konsekvenserna valts ut och riskuppskattning gjorts, tabell 5.2. En sammanvägning av sannolikhet och konsekvens gör med hjälp av nedanstående kriterier, tabell 5.1. Risken redovisas i en matris, figur 5.1 och 5.2. En riskvärdering ger sedan underlag för en konsekvensanalys på vissa riskkällor. Eftersom få personer jobbar samtidigt i fabriken är risken för personskada i många fall låg. I obemannade utrymmen kan de ekonomiska skadorna bli stora medan inga personskador förekommer. Därför har en separat bedömning av konsekvens för människa gjorts. Bedömning av sannolikhet görs med utgångspunkt från tidigare incidenter på företaget 1995 – 2001 samt statistik över bränder i metall/maskinindustri 1996 – 2000 från SRV, se bilaga 6.

<b>Sannolikhet</b>		
<b>1</b>	Liten sannolikhet, mindre än 1 gång per 1000 år	
<b>2</b>	Sannolik, 1 gång per 100 – 1000 år	
<b>3</b>	Sannolik, 1 gång per 10 – 100 år	
<b>4</b>	Mycket sannolik, 1 gång per 1 – 10 år	
<b>5</b>	Mycket sannolik, mer än 1 gång per år	
<b>Konsekvens</b>		
	<b>Människor</b>	<b>Egendom, total skadekostnad</b>
<b>1</b>	Övergående lindriga obehag	Små – ingen påverkan
<b>2</b>	Enstaka skadade, varaktiga obehag	Lindriga – kort produktionsstopp (1 dag)
<b>3</b>	Enstaka svårt skadade, svåra obehag	Stora – produktionsstopp (flera dagar)
<b>4</b>	Enstaka dödsfall, flera svårt skadade	Mycket stora – längre produktionsstopp (veckor)
<b>5</b>	Flera dödsfall, 10-tals svårt skadade	Katastrofala – Produktionen utslagen

Tabell 5.1 Klassificering enligt Räddningsverkets riskmatris /1/.

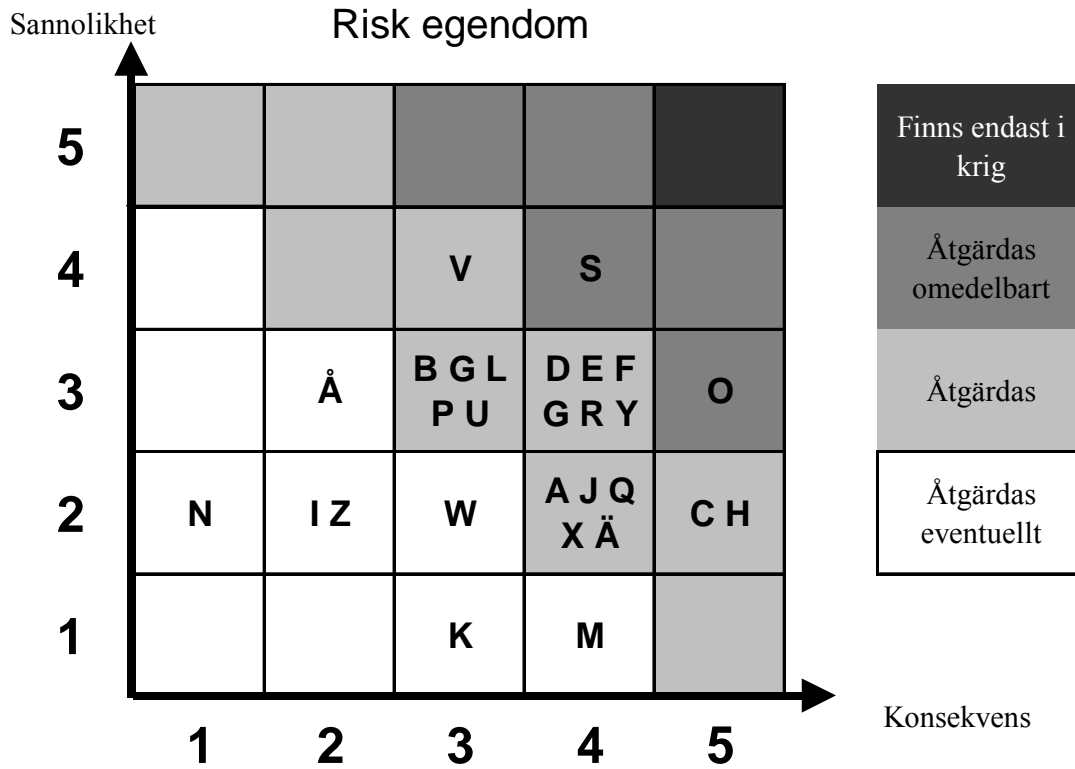
Matrisen i figur 5.1 visar att det finns ett antal riskkällor som innebär en stor risk för allvarliga skador på framför allt egendom, det vill säga byggnader, maskiner och produkter. De största riskerna utgörs av olyckor som skadar vitala delar i produktionen; huvuddator, smältugn och gjutmaskin/valsverk. De flesta skador innebär också kortare eller längre produktionsstopp på grund av skador på maskiner eller annan utrustning knuten till produktionen.

Figur 5.2 ger att riskerna för allvarliga skador på personalen är små. Det är endast vid explosioner då man inte hinner flytta sig i säkerhet som det finns risk för dödsfall. I övriga fall bör personer i närheten endast ådra sig lättare skador.

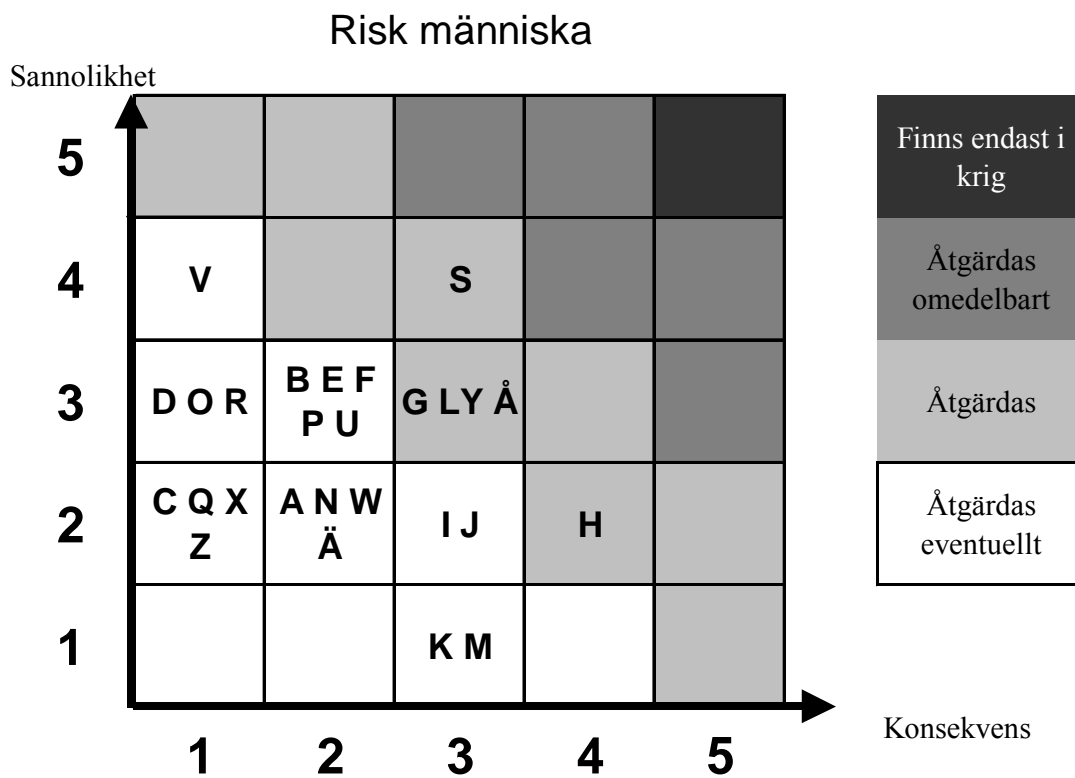
Beteckning	Risikälla	Skadehändelse	Sannolikhet	Konsekvens Egendom	Konsekvens människor
A	Kontrollrum smältugn	Brand i rummet	2	4	2
B	Kontrollrum smältugn	Brand utanför	3	3	2
C	Datorrum	Brand i rummet	2	5*	1
D	Datorrum	Brand utanför	3	4*	1
E	Kontrollrum gjutmaskin	Brand i rummet	3	4	2
F	Kontrollrum spolverk	Brand i rummet	3	4	2
G	Spolverk	Brand i förp.mtrl.	3	3	3
H	Naturgas	Explosion i ugn	2	5	4
I	Naturgas	Jetflamma/gasmoln	2	2	3
J	Naturgas	Explosion i kulvert	2	4	3
K	Oxygen	Gasutsläpp	1	3	3
L	Acetylen	Gasläcka maskin	3	3	3
M	Acetylen	Gasläcka lagerrum	1	4	3
N	Acetylen	Påkörning	2	1	2
O	Källare	Brand	3	5*	1
P	Plattform	Brand	3	3	2
Q	Ställverk	Brand utanför	2	4*	1
R	Ställverk	Brand i rummet	3	4*	1
S	IPA	Pölbrand	4	4	3
U	Olja	Brand	3	3	2
V	Kablar	Brand	4	3	1
W	Verkstad/reservdelslager	Brand	2	3	2
X	Färdiglager Vkc	Brand	2	4*	1
Y	Lagring Vkt	Brand	3	4	3
Z	Maskin	Brand	2	2	1
Å	Truckladdning	Explosion	3	2	3
Ä	Lager Vat	Brand	2	4	2

\* Rummet obemannat, inga personskador.

Tabell 5.2 Sammanställning av riskkällor



Figur 5.1 Redovisning av risk för egendom i matris från tabell 5.2.



Figur 5.2 Redovisning av risk för människa i matris från tabell 5.2.

## 6 Konsekvensanalyser

För att få en uppfattning om vilka konsekvenser som en brand i fabriken kan få har de riskkällor som ger de allvarligaste konsekvenserna valts ut och datorsimuleringar för ett eller flera scenarion gjorts. Valda riskkällor och scenarion är:

- O.** Källare: pölbrand efter oljeläckage i rum 2 eller 4
- S.** IPA-lager: pölbrand efter överfyllning av lagringstank
- X.** färdiglager: brand i trummor och pallar av trä.

Simuleringar görs för 10 minuter då räddningstjänsten beräknas påbörja släckinsats efter maximalt denna tid. En förutsättning är då ett större utsläpp så att bränslet räcker i 10 minuter.

### 6.1 Datormodeller för brandscenarier

De datorprogram som används är *Hazard* för brandsimulering, *Chems-Plus* för explosionssimulering, *Simulex* för utrymningssimulering och *IPS GAS* för beräkning av värmestrålning.

#### Hazard

Programpaketet *Hazard* består av tre delar, *CFast*, *CEdit* och *CPlot* och används för att beräkna kritiska förhållanden vid brand. Programmet är utvecklat av National Institute of Standards and Technology, NIST, i USA.

*CEdit* är programmets indata del. Rumsgeometri, effektkurva och väggarnas material är faktorer som anges. Effektkurvan beror på det brinnande materialet i rummet. Programmet klarar endast rektangulära rum. Är rummen av annat slag måste förenklingar göras..

*CFast* är simuleringsdelen som bygger på en tvåzonsmodell. Data används från *CEdit*. Att tvåzonsmodellen används innebär att:

- Rummet delas in i två zoner, övre och undre. Brandgaserna i den övre zonen antas ha en gemensam temperatur och den undre zonen en annan.
- Transport av brandgaser från brandhärd till brandgaslagret sker momentant.
- Branden beskrivs som en effektkurva. Brandspridning i rummet tar uttryck av en ökad brandeffekt.

Trycket antas vara konstant i rummet.

I *CPlot* redovisas simuleringarna i kurvor som beskriver bland annat temperaturer, brandgaslagrets höjd och syrehalten.

#### Chems-Plus

Datorprogrammet *Chems-Plus* (Arthur D. Little, Inc, USA) innehåller beräkningsmodeller för ett flertal olika typer av gas- och vätskeutsläpp. Med hjälp av en databas innehållande 377 olika ämnen kan spridning, giftighet, brand och liknande beräknas.

### Simulex

Programmet Simulex (Integrated Environmental Solutions, USA) simulerar personers rörelse i en lokal med hjälp av en inmatad översiktskarta. På kartan placeras personer ut som kan ges olika hastighet och beteende. Till exempel tidfördröjningar, trappor och dörrar kan läggas in för att påverka tiden för utrymning.

### IPS GAS

*IPS GAS* är ett program för beräkning av till exempel pölbrand, gas- och vätskeutsläpp, gasspridning i luften. Programmet bygger på FOA:s handbok om brandfarliga och giftiga utsläpp /16/ och beräkningarna i programmet är i princip samma som i boken.

## 6.2 Brand i källare

En brand i ett litet utrymme kommer att begränsas av tillgången på syre och värmestrålningen från brandgaslagret. Om det finns öppningar i tak och väggar så att brandgaserna kan ta sig ut och friskluft kan komma in kommer branden att fortsätta växa tills övertändning sker eller allt bränsle är förbrukat. Om ingen eller dålig ventilation finns kommer branden att förbruka det syre som finns i lokalen för att sedan minska i effekt för att anpassas till syretillgången.



Bild 6.1 Källaren rum 4

Om takhöjden är liten kommer brandgaslagret snabbt bli så tjockt att det når ned till branden och därigenom minskar syretillgången. Samtidigt ökar värmestrålningen från de heta gaserna i brandgaslagret så att mer bränsle förångas och förbränns vilket ökar brandens effekt. Detta kan leda till övertändning innan syretillgången begränsar branden.

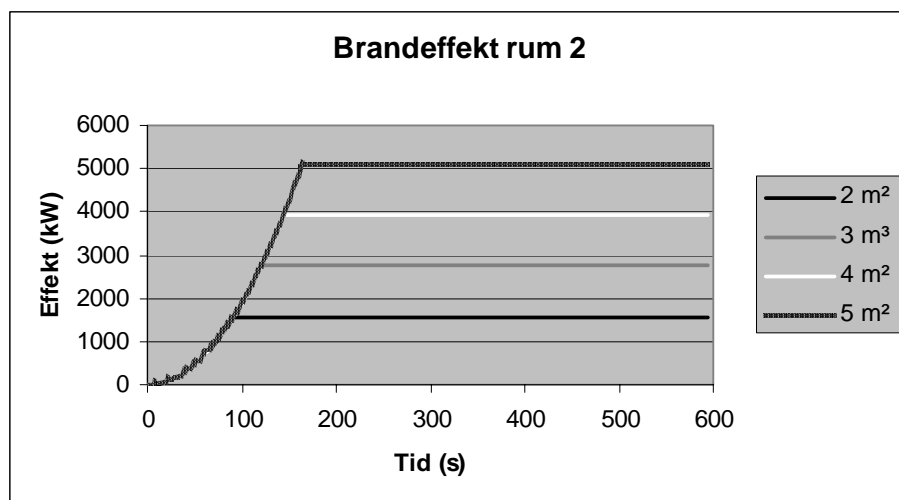
Det som är avgörande för effekten som en vätskebrand utvecklar är *yta* på branden. En stor volym vätska som har en liten yta exponerad mot luften utvecklar en liten effekt och kan lätt släckas medan en liten volym som rinner ut över golvet kan skapa avsevärda effekter under kortare tid.

På golvet i källaren ligger oljespill från maskinerna ovanför. Större läckage på 100-tals liter från maskiner har förekommit. Det finns en risk att dessa antänds och bildar en pölbrand i källarutrymmet. I det trånga utrymmet behövs en relativt liten värmeutveckling för att övertändning skall inträffa och orsaka stora skador.

De simuleringar som gjorts av en större pölbrand i källaren visar att om pölen har en yta på minst 4 m<sup>2</sup> kommer tillräcklig effekt utvecklas (ca 4 MW) för att övertändning skall ske (se bilaga 2). Övertändningen inträffar efter ca 140 sekunder (2 minuter) beroende på storlek och placering på branden, vilket innebär att en släckinsats måste påbörjas *inom 2 minuter*.

Eftersom det är svårt att komma nära en brand i det trånga utrymmet måste släckningen ske utifrån, lämpligast genom skumfyllning av källaren.

Eftersom källaren innehåller en del nivåskillnader, till exempel under valsverket, kommer en skumfyllning inte åt en brand i detta utrymme förrän efter någon minut. Även rör, maskiner och annan utrustning kan hindra skummet från att nå en brandhärd och därmed försena släckningen.



Det enda sättet att garanterat nå alla utrymmen är att installera ett fast släcksystem där släckutrustning (skumaggregat, sprinklerhuvud eller liknande) kan installeras på svåråtkomliga ställen.

Diagram 6.1 Effekttutveckling vid brand i källaren.

Om man vill skydda elledningar och annan utrustning som sitter monterad högt upp på väggar där ett skumsystem inte kommer åt förrän efter några minuter bör någon typ av sprinklersystem väljas. En vanligt vattensprinklersystem är inte att rekommendera på grund av risken för oljebränder då större mängder vatten kommer att lägga sig under den brinnande vätskan och inte göra någon nytta. Det finns även skum- och pulversprinklersystem men dessa begränsas av den komplicerade interiören i rummet.

Ett vattendimmsystem använder sig av små mängder vatten som finfördelas i ett spraymunstycke och därmed kyler branden effektivare. Tack vare att de små vattendropparna är luftburna och följer med den turbulens som skapas av sprayen kommer de åt ställen som annars kan vara avskärmade. Vattendimman kan även kyla utrymmen som ej är brandpåverkade men hotas av heta brandgaser. Eftersom det är svårt att få tillräckligt små vattendroppar med dagens system och att vattnet på grund av turbulensen gärna ”klumpar ihop sig” och faller till golvet är vattendimmsystem ett sämre alternativ.

Gasformiga släckmedel är ej lämpliga då utrymmet ej är slutet och gaserna därmed kommer att läcka ut genom taket vid trapporna och andra öppningar.

### 6.3 Pölbrand av IPA

Vid en pölbrand i ett öppet utrymme kommer inte brandgaslager eller syretillgång att begränsa branden. Effekttutvecklingen styrs enbart av bränslets yta och mängd.

Hos Elektrokoppar har vid tidigare incidenter IPA runnit över lagringstankarna och ut på golvet. Som mest har ca 100 liter runnit ut och ytan vid tankarna är uppskattningsvis 10 – 20 m<sup>2</sup> (se bild 1.2). Detta ger en maximal brandeffekt på ca 12 MW men sannolikt kommer ytan på ett vätskeutsläpp att begränsas av all utrustning i närheten. Beräkningarna är gjorda på ett utsläpp på 10 m<sup>2</sup> enligt /16/.



Bild 6.2 Lagringstankar för IPA. Metallbehållare i betongkassuner.

Temperaturen i flammen ligger oftast på 1200 – 1400 °C /16/ vilket bränner sönder det mesta som befinner sig i den. Plastbehållare för olja, träpallar, kablar längs väggen samt pumpar och annan utrustning ligger i farozonen. Olja, trä och plast ökar bränslemängden avsevärt och branden kan växa kraftigt. På fem meters avstånd är värmestrålningen ca 5,2 kW/m<sup>2</sup> vilket inte vållar några större problem. Huden kan utsättas för 20 kW/m<sup>2</sup> under ett par sekunder och 2 kW/m<sup>2</sup> under 1 minut utan man känner smärta så personer som inte befinner sig direkt i elden klarar sig med lättare besvär /16/.

Vid en brand kommer tankarna att värmas upp kraftigt och gas i tankarna kan antändas och explodera. Detta kommer att orsaka avsevärda materiella skador.

Hantering av IPA är mycket farlig och bör snarast flyttas utanför fabriken, till exempel till den betongkassun som finns vid järnvägen. Därifrån kan ledningar dras in till fabriken och till maskinen. Detta minskar såväl brand- som explosionsrisken och eliminerar risken för skador på fabriken. En viss risk för brand finns alltid om läckage skulle uppstå på ledningen som transporterar IPA till maskinen men den risken är försumbar då läckaget skulle bli litet.

### 6.4 Brand i färdiglager

På flera ställen i fabriken lagras färdiga produkter i form av koppartråd på trummor eller pallar av trä, i vissa fall inslagna i plast (bild 6.3). Detta utgör en hög brandbelastning och en brand som inte upptäcks (t.ex. i fd Vat som oftast är obemannat) kan spridas till en stor yta då plasten brinner snabbt. En uppskattning av brandeffekten i lagret kan göras genom att jämföra med brand i träpallar där många försök gjorts.



Bild 6.3 Färdiglager i VKC.

SJ-pallar som staplats till 3 meters höjd utvecklar maximalt ca 15 MW men hos

Elektrokopparns lagras ungefär hälften så mycket trä per golvyta eftersom trärummorna och de pallar som används består av mindre trä än en pall så 7,5 MW är en rimlig uppskattning. Brandspridningen blir betydligt långsammare än vid en vätskebrand (medium,  $\alpha=0,012$ ) så brandeffekten efter 10 minuter är ca 4,3 MW (diagram 6.2). Dessutom tar koppartråden upp mycket av värmen vilket också bromsar brandutvecklingen.

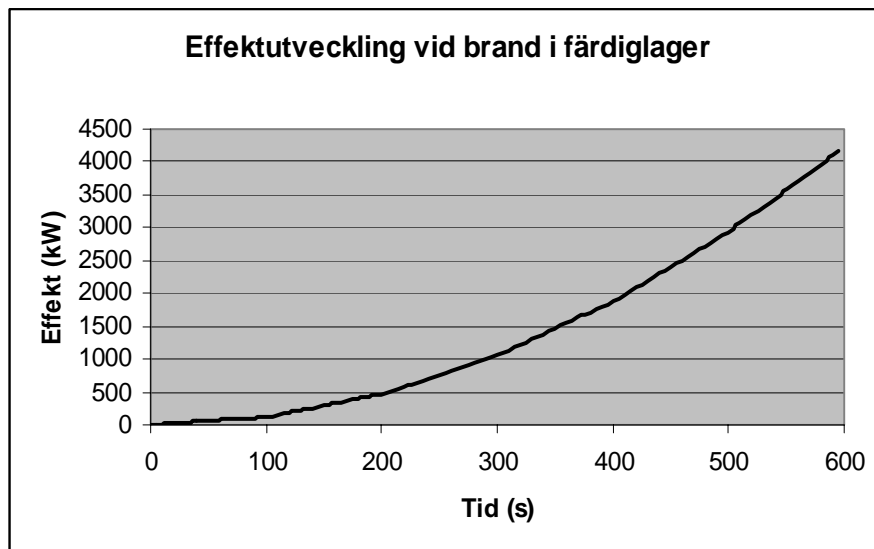


Diagram 6.2 Effektutveckling vid brand i färdiglager.

På samtliga ställen står produkterna lagrade mot en vägg och i ett fall mot en brandavskiljande vägg mot Vkt. Eftersom denna vägg inte är tätad vid genomföringar kommer sticklågor och brandgaser att spridas in till avdelningen och eventuellt antända material där. Dessa genomföringar måste tätas.

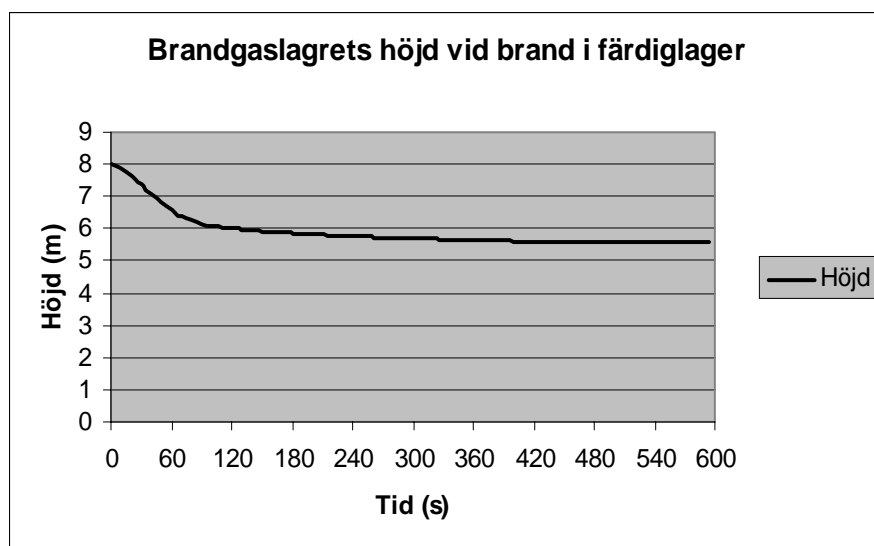


Diagram 6.3 Brandgaslagrets höjd vid brand i Vkt

Simuleringar visar att brandgaslagret inte når ner till golvet utan stannar vid ca 5,5 meters höjd (diagram 6.3). Innertaket delas upp av bärande betongbalkar och simuleras som olika rum, 10 meter breda, med en 7 meter hög öppning mellan (del 1 respektive del 2), se bild 6.4.

Takhöjden (ca 8 meter) gör att brandgaserna hinner kylas på grund av luftinblandningen innan de når taket och det minskar risken för spridning av branden. Temperaturen kommer upp till 140 grader efter 10 minuter vilket kan påverka plast i kablar och liknande men spridningen blir i så fall begränsad då små mängder brännbart material finns i taket. Däremot kan gaserna hindra utrymning och släckningsarbete om de svalnar till rumstemperatur och då stannar vid en lägre nivå.

Kontorsutrymmen som ligger på entresolplanet är en egen brandcell och påverkas inte direkt av brandgaser men två utrymningsvägar är öppna trappor i lokalen och dessa kan blockeras av

brandgaser. Det finns två skyddade utrymningsvägar ned till markplanet där kontorspersonal kan utrymma. I övrigt är lokalerna glest bemannade och utrymning bör ske obehindrat.

Om så stora mängder brännbart material skall fortsätta att lagras inne i produktionslokalerna bör lagringsutrymmet avgränsas mot övriga utrymmen för att hindra brandgasspridning i lokalerna. Den enklaste lösningen är att flytta all lagring till separata lokaler och där ha rökdetektorer och/eller sprinklersystem.

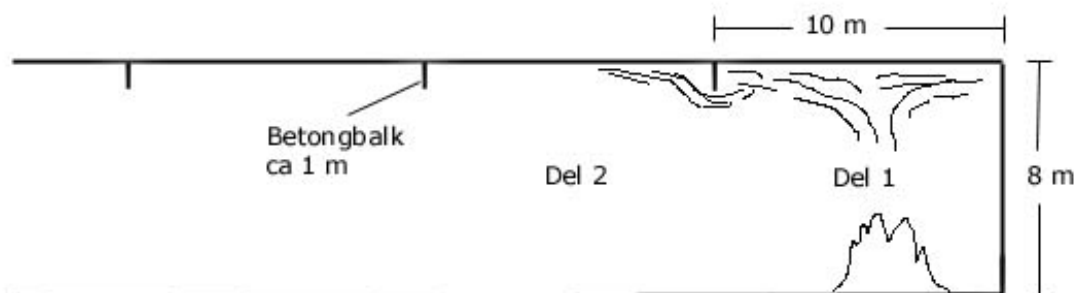


Bild 6.4 Principskiss vid Cfast-simulering.

## 7 Utrymning

För att undersöka personalens möjligheter att utrymma lokalerna har datorsimuleringar gjorts med hjälp av programmet Simulex. Översiktskartor som tillhandahållits av Elektrokoppar har matats in i programmet och personer motsvarande det antal som normalt vistas i lokalerna (50 – 60 st) har placerats ut. Därefter har ett flertal simuleringar gjorts med olika kombinationer av blockerade utgångar och trappor. Alla utrymnen har två, av varandra oberoende, utrymningsvägar.

I datormodellen rör sig personerna med en hastighet av ca 1-1,3 m/s vilket motsvarar lugn promenadtakt. I en utrymningssituation kommer människor som är stressade av en brand i lokalen att rör sig fortare vilket minskar utrymningstiden. Stressade människor kan också orsaka trängsel vid dörrar och i trappor men eftersom det är ett litet antal människor som skall förflytta sig i förhållande till antalet utrymningsvägar och den stora golvytan bör trängseln bli minimal. Regelbundna övningar hålls och alla som vistas i lokalerna är väl förtrogna med omgivningen vilket gör att utrymning inte bör vara ett problem.

Samtliga simuleringar visar en effektiv utrymningstid på 1 – 1,5 minuter från att personerna börjar rör på sig. Eftersom det inte finns något utrymningslarm som kan varna personalen i hela fabriken samtidigt kommer fördröjningen av utrymningen att bli flera minuter. Den totala utrymningstiden för hela fabriken kan bli 5-10 minuter beroende på hur snabbt informationen sprids. Den långsträckta lokalen gör att de personer som inte är i samma avdelning som branden inte utsätts för någon direkt fara och fördröjningen innebär således inte någon ökad personrisk.

Trots det är det mycket viktigt att all personal via en larmrutin omedelbart informeras vid en olycka så att utrymning kan ske så snabbt som möjligt. Detta för att återsamling skall kunna ske snarast och att räddningstjänsten inte skall behöva söka efter personer i onödan.

## 8 Utvärdering av befintlig släckutrustning

På Elektrokoppar finns idag utöver handbrandsläckare med pulver, skum och koldioxid även släckutrustning i form av ett portabelt skumaggregat med cirka 120 liter AFFF (alkoholresistent och filmbildande) skumvätska.

**Skum** är ett av de vanligaste släckmedlen och kan användas mot olika typer av bränder och är mest lämpat för släckning av vätskebränder. Det får ej användas mot bränder i elektrisk utrustning då vattnet i skummet är elektriskt ledande.



Bild 7.1 Skumaggregat

Skumaggregatet (bild 7.1), som drivs av vattentrycket i ledningen, kan enligt specifikationen från tillverkaren ge ett expansionstal (luftinblandning) på 10 eller 45, så kallat tungskum respektive mellanscum, beroende på vilket munstycke som används. I detta fall är det munstycke F225 H vilket ger expansionstal 10, dvs tungskum. Detta ger en god räckvidd och en brand kan bekämpas från långt håll. Skumskiktet blir bara några decimeter tjockt så det kan till exempel inte släcka en brand på väggen i källaren utan kan bara användas mot golvbränder.

Förmågan att täcka bränsleytan är beroende av skuminblandning, utflytningsförmåga och påföringshastighet samt brandens nedbrytning av skummet. Med normal inblandning av skumvätska på 3-6 % av vattenvolymen ger det aggregatet en kapacitet på 2 – 4 m<sup>3</sup> oexpanderad skumvätska. Med expansionstal 10 ger det 20 – 40 m<sup>3</sup> skum. Normala påföringshastigheter för tung- och mellanscum är 3-6 l/m<sup>2</sup>×min (oexpanderat skum) och skumaggregatets kapacitet räcker därmed för de flesta vätskebränder som kan uppstå på företaget. Det kan även användas för att dämpa en brand i fasta material till dess att räddningstjänsten anländer.

En handbrandsläckare med **koldioxid** har en effektiv räckvidd på 1-2,5 meter och kan därmed endast användas mot små bränder där man kan komma nära eller mot bränder i slutna utrymmen där gasen hålls kvar och kyler branden. Fördelen är att det är rent, dvs det lämnar inga rester kvar efter släckinsatsen, och kan användas mot många typer av bränder. Vid brand i fibrösa material där branden tränger in i materialet har den dålig verkan.

I fabriken finns kolsyresläckare i olika storlekar från 6 till 30 kg utplacerade. Dessa bör räcka för att begränsa eller släcka de flesta mindre bränder som kan uppstå i lokalerna.

En **pulversläckare** har en räckvidd på ca 5 meter och kan därmed användas även vid större bränder där det inte går att komma nära. Pulver kan användas mot alla typer av bränder, även i elektrisk utrustning. Den största nackdelen är att det ger mycket saneringsarbete efter släckning då pulvret lägger sig på allting i närheten och kan förstöra mer än branden själv. Pulver skall alltså inte användas vid brand i känslig utrustning, till exempel datorer. För att släcka en brand om 4 m<sup>2</sup> brinnande bensin behövs 5-10 kg pulver beroende på dess kemiska sammansättning /17/. Släckare finns i storlekar från 6 till 12 kg.

Samtliga pulversläckare på Elektrokoppar innehåller ABE-pulver som har ett ämne som bildar en skyddande hinna över materialet som besprutas, och därmed hindrar återantändning. Detta gör pulvret mycket effektivt. Pulversläckare kan användas i en första insats mot en större brand för att dämpa elden tillfälligt innan räddningstjänsten anländer. Nackdelen är att pulvret gör sikten nästan obefintlig och kan försvåra det fortsatta släckningsarbetet.

## 9 Slutsats och diskussion

Företaget har sedan flera år ett bra skadeförebyggande arbete inom såväl arbetsmiljö som olycksrisker där man rapporterar och följer upp alla incidenter som inträffar. Certifiering enligt ISO och EMAS garanterar ett bra miljö- och kvalitetsarbete. Möte hålls varje morgon där produktionen följs upp och personalen kan framföra åsikter. Personalen utbildas regelbundet i brandövningar, bland annat med skumaggregatet.

Fabriken är uppdelad i tre stora brandceller med flera mindre brandceller i varje där kontorslokaler, el-centraler och förvaringsutrymmen inryms. I många fall finns det hål i brandcellsgränserna där rör och kablar dragits igenom. Då dessa genomföringar är bristfälligt eller inte alls tätade fyller inte brandcellsgränserna sin funktion. En brand ger brand- och/eller brandgasspridning till nästa cell och ökar därmed skadorna på egendom och i värsta fall även personer. Dessa brandcellgränser måste tätas och i Vkc bör nya uppföras för att dela av lokalen när den nya produktionslinjen uppförs. Erfarenheter från flera storbränder visar att en brandcellsgräns kan hindra eller fördröja en brand tillräckligt för att räddningstjänsten skall få den under kontroll.

Det finns ett antal vitala objekt i produktionen där även små skador skulle få stor konsekvenser. Kontrollrummen samt datorrummet är mycket känsliga och det passiva skyddet för dessa bör förstärkas med brandklassade väggar och dörrar samt rengöring av känsliga detaljer. Det finns inga stora brandrisker i eller nära objekten men då de är viktiga för produktionen måste extra stor hänsyn tas.

Av de riskkällor som gås igenom i kapitel 4 bedöms källaren och IPA-hanteringens ha de största riskerna. En brand i källaren skulle skada gjutmaskinen och valsverket och orsaka ett längre produktionsstopp. Regelbunden rengöring av utrymmet samt uppsamlingsanordning för oljespill minskar brandrisken avsevärt. För att skydda utrymmet ytterligare kan ett fast släcksystem installeras.

Hanteringens av isopropylalkohol är en mycket stor brandfara och incidenter med utsläpp förekommer regelbundet. En brand får ett mycket häftigt förlopp och sprider sig till kablar, lagrat material och maskiner i närheten. En explosion skulle ge även skada eller döda personer i närheten. Följden blir stora materiella skador samt ett längre produktionsstopp. Hanteringen måste snarast flyttas utanför fabriken.

Byggnadens stora volym hindrar en övertändning men en brand kan ändå sprida sig i lokalerna eftersom oljedimma och alkoholångor från produktionsprocessen tillsammans med sot och smuts avlagras på alla ytor. Denna hinna är mycket brandfarlig. Erfarenheter från bränder av detta slag visar att den vid långsam uppvärmning förångas och bidrar till brandens intensitet. En brandcellsindelning av Vkc hindrar spridning av brand och brandgaser till hela lokalen.

Utrymnings säkerheten är tillfredsställande då lokalernas storlek förhindrar kritiska förhållanden att uppstå. Tiden för att ta sig ut ur fabriken enligt blir datorsimuleringen 1-1,5 minuter plus fördröjning innan alla fått meddelandet om utrymning. Fördröjningen varierar beroende på var i fabriken man befinner sig men i värsta fall kan det ta 5-10 minuter innan alla kommit ut. Alla utrymmen har två oberoende utrymningsvägar.

De släckredskap som finns i fabriken räcker till att släcka mindre bränder och personalen är väl utbildad på handhavandet av dem. Skumaggregatet kan även begränsa större bränder, framför allt vätskebränder, i väntan på att räddningstjänsten anländer.

Är då alla dessa åtgärder ekonomiskt försvarbart? Som nämnts i kapitel 2.3 är det viktigt att inte kostnaderna för skyddet överstiger kostnaderna för en eventuell skada. De viktigaste åtgärderna som föreslagit är relativt enkla och billiga och ger markant minskad risk. Då företaget inom kort skall bygga en ny produktionslinje kan ombyggnader i brandskyddet göras samtidigt och på så sätt minska kostnaderna. Det dyraste förslaget är de fasta släcksystemen. Där kan besparingar göras om samma system kan skydda flera utrymmen. Släckmedel får väljas med hänsyn till vad som skall skyddas i de olika utrymmena och vissa kompromisser måste göras.

## Referenser

- 1) Räddningsverket "Att skydda och rädda liv, egendom och miljö" Statens Räddningsverk, 1989
- 2) AFS 1997:7 Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om gaser samt styrelsens allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna.
- 3) Risk analysis of technological systems - application guide. Dependability management. International Electrotechnical Commission, IEC. CEI/IEC 300-3-9, Geneve 1995.
- 4) Davidsson, Lindgren, Mett, "Värdering av risk, Räddningsverket, 1997
- 5) Helena Nässlander, Sammanställning av ett antal standards för riskanalys och deras komponenter", Statens Räddningsverk, 1998
- 6) Svenska Brandförsvarsföreningen, "Farligt gods", Brandförsvarsföreningens Service AB, 1998
- 7) SFS 1998:808, "Miljöbalk"
- 8) SFS 1999:381, "Åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor"
- 9) Gustaf Hamilton, "Risk Management 2000", Studentlitteratur, 2001
- 10) SFS 1988:868 "Lag om brandfarliga och explosiva varor"
- 11) AFS 1997:5 "Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om smältning och gjutning av metall"
- 12) SFS 1986:1102 "Räddningstjänstlagen"
- 13) SFS 1992:1753 "Räddningstjänstförordningen"
- 14) Boverket, "Boverkets Byggnadsregler 94, C E Fritzes Stockholm 1993
- 15) Brandskyddslaget, LTH-Brandteknik, Brandskydd boverkets byggregler teori & praktik, Nyman & Jonsson AB, Stockholm 1994
- 16) FOA, "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor", Försvarets Forskningsanstalt, 1995
- 17) Göran Holmstedt, "Kompendium i släckmedel ock släckverkan", Brandteknik LTH, 2000
- 18) Karlsson, Quintiere, "Enclosure Fire dynamics", CRC Press LLC, 2000'
- 19) Diverse rapporter om riskanalys från Institutionen för brandteknik, Lunds universitet och Helsingborgs Brandförsvär.

Datorprogram

- Microsoft Office 2000
- Hazard, National Institute of Standards and Technology, (NIST) USA.
- Chems-Plus, Arthur D. Little, Inc, USA
- Simulex, Integrated Environmental Solutions, USA
- IPS GAS, FOA, Sverige

# Bilaga 1 beräkningar

## 1.1 Effektutveckling i källare

Beräkningsformlerna är hämtade ur "Enclosure Fire Dynamics"/18/ och FOA-handboken /16/.

Antagande: Oljeläckage från valsverk. Oljan rinner ned i källaren, bildar en pöl och antänds.

Data för olja:                      Densitet:  $\rho = 760 \text{ kg/m}^3$   
    Massavbrinning:  $\dot{m}''_{\infty} = 0,039 \text{ kg/m}^2\text{s}$   
    Förbränningsvärme:  $\Delta H_c = 46,4 \text{ MJ/kg}$   
    konstant  $k\beta = 0,7 \text{ m}^{-1}$

Beräkningsformler:

För att approximera utsläppets diameter används formeln  $D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$  [m], där A är utsläppets area.

Massavbrinningshastigeten är till viss mån diameterberoende och beräknas med formeln  $\dot{m}'' = \dot{m}''_{\infty} (1 - e^{-k\beta D})$  [kg/m<sup>2</sup>s].

Den maximalt avgivna effekten från branden beräknas genom  $\dot{Q}_{\max} = A_f \dot{m}'' \chi \Delta H_c$  [W], där  $\chi$  är förbränningseffektiviteten som anges 0-1,0 (normalt antas 0,7).

Brandens effekt antas växa exponentiellt enligt sambandet  $\dot{Q} = \alpha \cdot t^2 / 15$ , där  $\alpha$  är en tillväxtfaktor som bestämts genom försök /15/ kap 3. Här antas branden växa "ultra fast" vilket ger  $\alpha = 0,19 \text{ kW/s}^2$ . Tiden till maximal effekt blir  $t_{\max} = \sqrt{\frac{\dot{Q}_{\max}}{\alpha}}$

Kontroll av erforderlig luftmängd (källaren har begränsad lufttillförsel):

1 kg syrgas som förbränns utvecklar 13 100 kJ /15/. Mängden luft som krävs vid förbränningen blir  $\dot{V} = \frac{\dot{Q}_{\max}}{13100 \times \chi \times 0,23 \times 1,2}$  [m<sup>3</sup>/s], där 0,23 är massfraktionen syre i luften och 1,2 är luftens densitet i kg/m<sup>3</sup>.

### Resultat:

Area [m <sup>2</sup> ]	D [m]	$\dot{m}''$ [kg/m <sup>2</sup> s]	$\dot{Q}_{\max}$ [kW]	$t_{\max}$ [s]	$\dot{V}$ [m <sup>3</sup> /s]
2	1,6	0,026	1689	94	0,66
3	1,95	0,029	2826	122	1,12
4	2,26	0,031	4027	146	1,59
5	2,52	0,032	5197	165	2,05

Tabell 1 Resultat från beräkningar av effekt och luftflöde.



Nusselts tal  $Nu = 0,037 \cdot Re^{4/5} \cdot Pr_{luft}^{1/3}$ , där  $Pr_{luft} = 0,71$  är Prandtl's tal för luft.

Reynolds tal  $Re = u \cdot D/\nu$  där  $u$  är vindhastigheten i m/s,  $D$  är pölens diameter (samma som i 1.2) och  $\nu = 15,08 \cdot 10^{-6}$  är luftens kinematiska viskositet.

Massfraktionen bränsle vid vätskeytan  $Y_{FW} = \frac{1}{1 + [(p / p_{IPA}) - 1] \cdot (M_{luft} / M_{IPA})}$ , där

lufttrycket  $p = 760$  mm Hg och  $M_{luft} = 28,85$  g/mol.

$B = (Y_{F\infty} - Y_{FW}) / (Y_{FW} - Y_{FR})$ , där  $Y_{F\infty}$  är massfraktionen bränsle i luften ovanför vätskeytan och  $Y_{FR}$  är massfraktionen bränsle i vätskepölen.

Massan förångad vätska blir  $\dot{m}_s = \dot{m}_s'' \cdot A_p$  [kg/s] där  $A_p$  är pölens area.

*Resultat:*

$$Y_{FW} = 0,113 \quad (Y_{F\infty} = 0, Y_{FR} = 1,0)$$

$$B = 0,128$$

$$Re = 47\,347 \text{ vid } u = 0,2 \text{ m/s}$$

$$Nu = 181,49$$

$$h = 1,30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$\dot{m}_s'' = 0,157 \text{ g/m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_s = 1,57 \text{ g/s} = 94 \text{ g/min}$$

Om pölen ligger kvar upp till 5 minuter ger det en gasmassa på  $1,57 \cdot 5 \cdot 60 = 471$  g. Detta är inte tillräckligt för att åstadkomma en gasolnsexplosion.

## Bilaga 2 simuleringar

### Källare

För att få en uppfattning om hur stora skadorna kan bli och hur stor brand som krävs för övertändning har flera simuleringar i Cfast gjorts med olika effektutvecklingar i olika rum. För beteckningar på rummen se bild 1. Kriteriet i programmet för övertändning är en brandgastemperatur i övre lagret på 600 °C.

Indata till programmet finns i bilaga 3. Beräkningar av effekt finns i bilaga 1. I de fall som övertändning inträffar (temp > 600 °C) slutar programmets tvåzonsmodell att gälla och brandgaser kommer att fylla hela brandrummet.

I rum 2 inträffar övertändning om branden utvecklar en maximal effekt av 4 MW vilket motsvarar en brand på 4 m<sup>2</sup> olja (diagram 1). Övertändning inträffar efter ca 140 sekunder. Det luftflöde som krävs (upp till 2 m<sup>3</sup>/s) kommer att begränsa branden då ventilationen är dålig i en källare. Programmet skall ta med detta i simuleringen men det blir ändå en osäkerhetsfaktor. Brandgaslagret kommer snabbt att sjunka (diagram 2) men utrymnet är oftast obemannat så utrymning är inget problem. Vid brand i rum 4 inträffar ingen övertändning förrän vid 5 m<sup>2</sup>, förmodligen på grund av syrebrist (diagram 3 och 4).

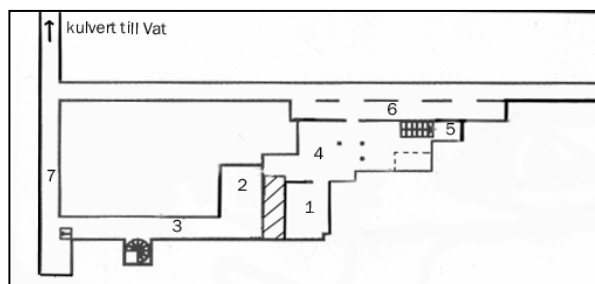


Bild 1 Översikt över källare. Takhöjd i rum 2+3 är 3 meter, i rum 1+ 4-6 är den 2 meter. Kulverten 7 är ca 1×1 meter

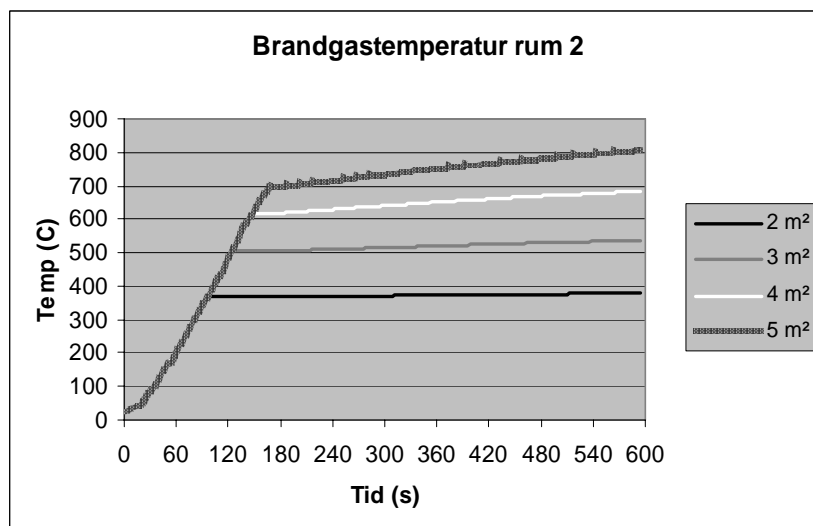


Diagram 1 Brandgastemperatur vid brand i rum 2.

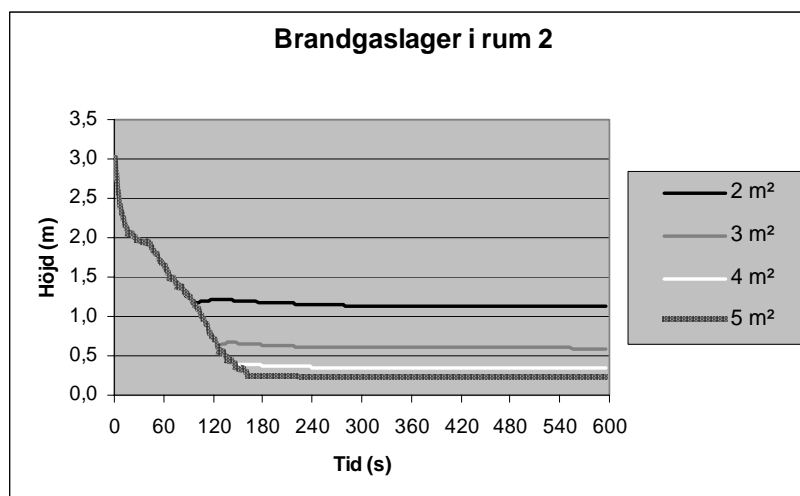


Diagram 2 Brandgashöjd vid brand i rum 2.

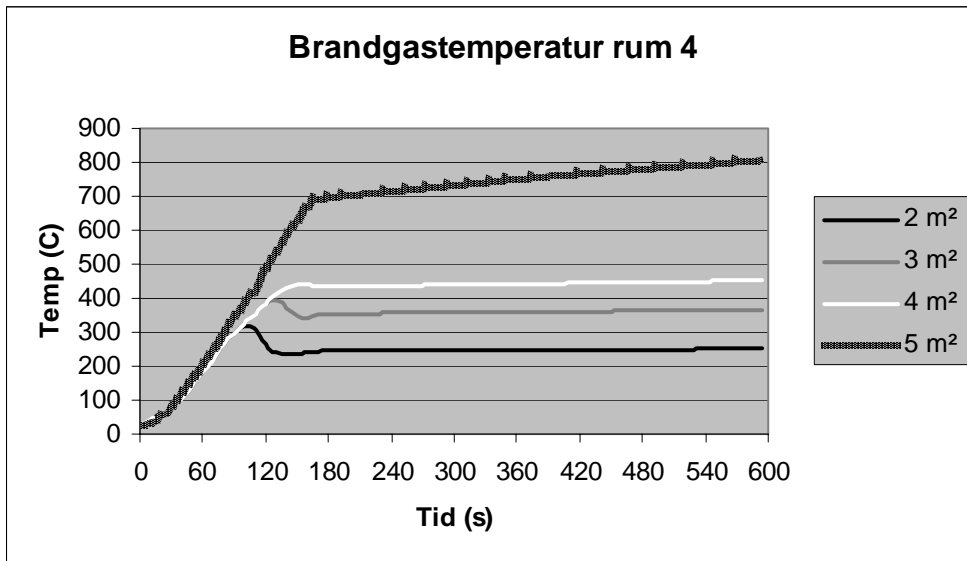


Diagram 3 Brandgastemperatur vid brand i rum 4.

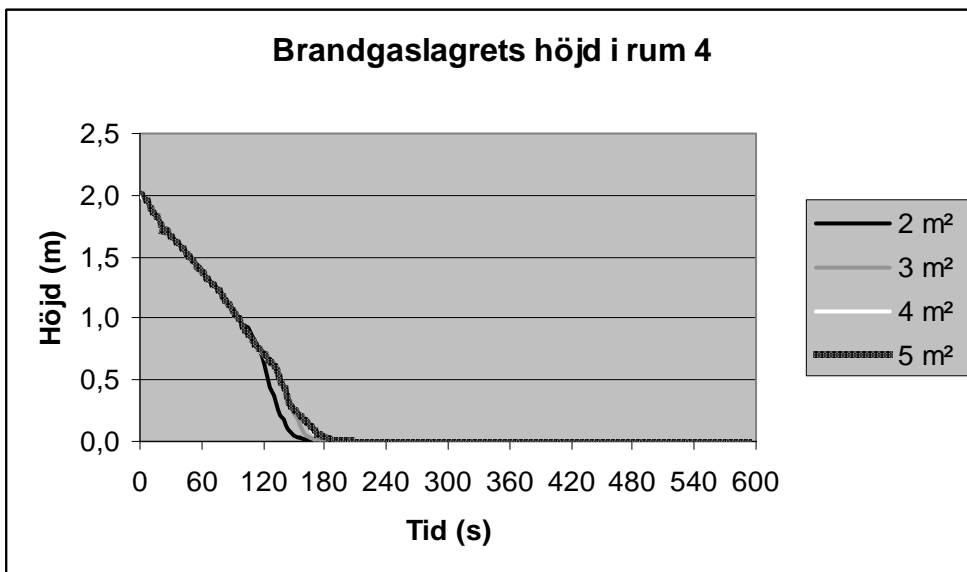


Diagram 4 Brandgaslagrets höjd vid brand i rum 4.

## Brand i IPA-hantering

Branden har beräknats på 100 liter IPA vilket gör att bränslet tar slut efter 260 sekunder och brandeffekten sjunker. Brandgaslagret kommer att gå ner till 7,5 meter (diagram 6) vilket inte hindrar utrymning. Temperaturen går upp till ca 150 °C (diagram 5) som mest vilket gör att rökluckornas smältbleck kommer att lösas ut om de inte öppnats manuellt.

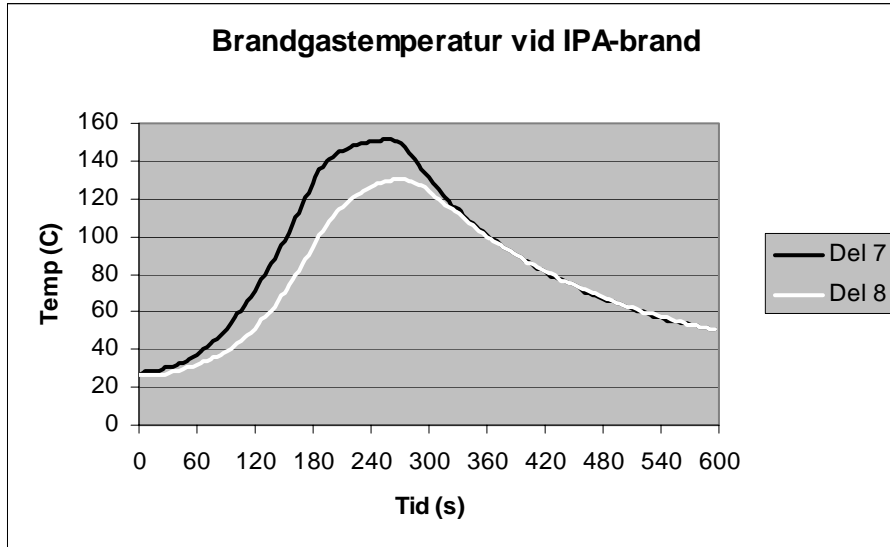


Diagram 5 Brandgasernas temperatur i olika taksektioner.

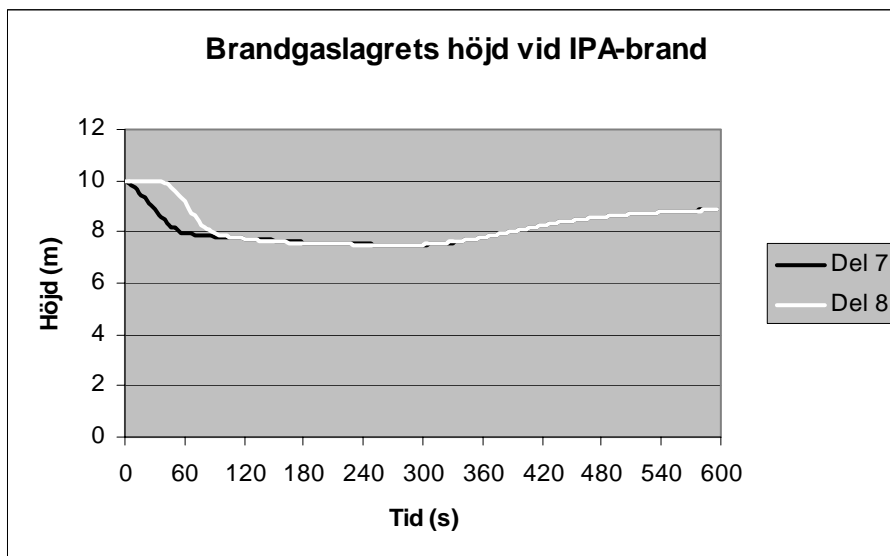


Diagram 6 Brandgaslagrets höjd i olika taksektioner.

## Brand i färdiglager

Effektutvecklingen i en träbrand växer långsammare än för vätskebrand ( $\alpha = 0,012 \text{ kW/s}^2$ ). Om branden får växa ostört, till exempel i obemannade utrymmen, kan den bli omfattande. Temperaturen i brandgaserna kommer upp till  $140 \text{ }^\circ\text{C}$  efter 10 minuter men redan efter 6 minuter är det  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  vilket är den temperatur vid vilken eventuella rökluckor att öppna. En viss termisk tröghet finns i de smältbleck som reglerar öppningen. Rökluckor påverkar inte branden då brandgasernas höjd och temperatur gör att återstrålningen från dem är låg (diagram 7 och 8).

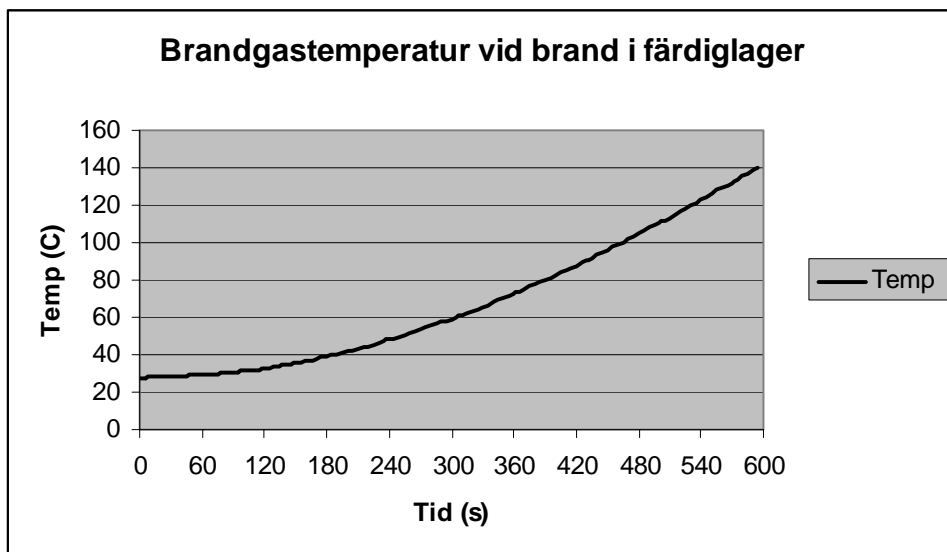


Diagram 7 Brandgasernas temperatur vid brand i trävaror.

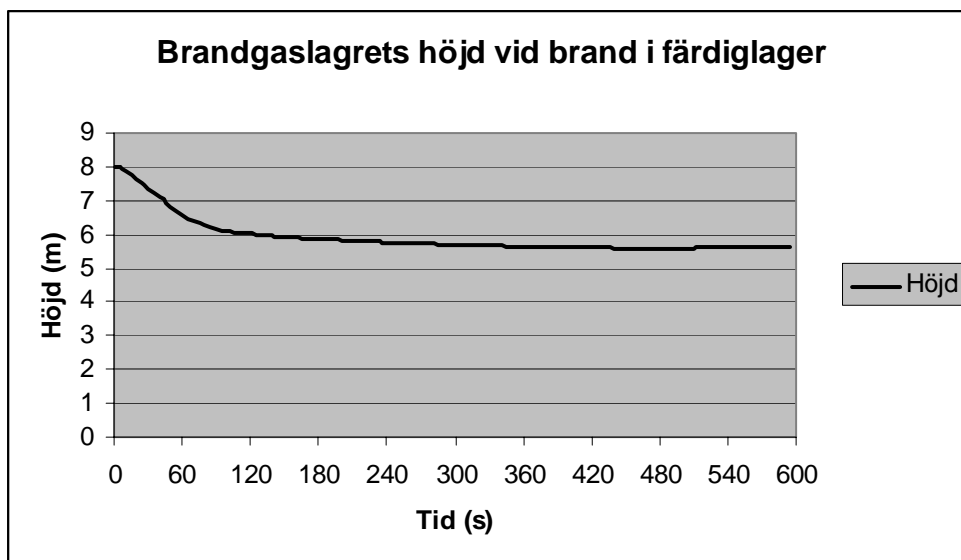


Diagram 8 Brandgaslagrets höjd vid brand i trävaror.

## Bilaga 3 indata för datorprogram

### Indata för Hazard

```

VERSN      3KALLARE
#VERSN 3 KALLARE
TIMES      600      0      5      5      0
DUMPR KALLIV5.HIS
STPMAX 5.00000
TAMB 300.000      101300. 0.000000
EAMB 300.000      101300. 0.000000
HI/F 1.00000 0.000000 0.000000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
WIDTH 3.00000 3.00000 8.00000 10.0000 2.30000 12.0000 1.00000
DEPTH 4.00000 4.00000 1.50000 5.00000 1.50000 1.50000 50.0000
HEIGH 2.00000 3.00000 3.00000 2.00000 2.00000 2.00000 1.00000
CEILI CONCRETE STEEL1/8 STEEL1/8 CONCRETE CONCRETE CONCRETE CONCRETE
WALLS CONCRETE CONCRETE CONCRETE CONCRETE CONCRETE CONCRETE CONCRETE
#CEILI CONCRETE STEEL1/8 STEEL1/8 CONCRETE CONCRETE CONCRETE CONCRETE
#WALLS CONCRETE CONCRETE CONCRETE CONCRETE CONCRETE CONCRETE CONCRETE
#FLOOR CONCRETE COMBRICK CONCRETE CONCRETE CONCRETE CONCRETE CONCRETE
HVENT 1 2 1 1.00000 1.50000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000

CVENT 1 2 1 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000

HVENT 1 4 2 1.50000 1.90000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000

CVENT 1 4 2 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000

HVENT 2 3 1 1.50000 3.00000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000

CVENT 2 3 1 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000

HVENT 3 7 2 1.00000 2.00000 1.00000 0.000000 0.000000 0.000000

CVENT 3 7 2 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000

HVENT 4 5 1 1.50000 2.00000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000

CVENT 4 5 1 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1.00000

```

## Riskanalys av AB Elektrokoppar i Helsingborg

---

```

HVENT  4  6  2  0.700000  1.80000  0.300000  0.000000  0.000000  0.000000

CVENT  4  6  2          1.00000          1.00000          1.00000          1.00000
1.00000          1.00000          1.00000          1.00000          1.00000
1.00000          1.00000          1.00000          1.00000          1.00000
1.00000          1.00000          1.00000          1.00000          1.00000
1.00000

VVENT  8  3  3.00000  1
VVENT  8  5  2.00000  2
CHEMI  16.0000  80.0000  5.00000  4.64002E+007  300.000  400.000  0.300000
LFBO  4
LFBT  2
CJET  OFF
FPOS  2.69000  5.50000  0.000000

FTIME          18.0000          36.0000          54.0000          72.0000          90.0000
108.000          126.000          144.000          165.000          675.000
693.000          711.000          729.000          747.000          765.000
783.000          801.000          819.000          840.000

FAREA          1.00000          1.72000          2.71000          4.37500          5.00000
5.00000          5.00000          5.00000          5.00000          5.00000
5.00000          5.00000          5.00000          5.00000          5.00000
5.00000          5.00000          5.00000          5.00000          5.00000

FMASS          0.000000          0.00130996          0.00523985          0.0117896          0.0209593
0.0327490          0.0471586          0.0641881          0.0838373          0.110073
0.110073          0.0873671          0.0672810          0.0498149          0.0349686
0.0227424          0.0131360          0.00614954          0.00178300          0.000000

FQDOT          0.000000          60782.4          243130.          547042.          972518.
1.51956E+006  2.18817E+006  2.97834E+006  3.89007E+006  5.10741E+006
5.10741E+006  4.05385E+006  3.12185E+006  2.31142E+006  1.62255E+006
1.05525E+006          609512.          285340.          82731.6          0.000000

HCR          0.333000          0.333000          0.333000          0.333000          0.333000
0.333000          0.333000          0.333000          0.333000          0.333000
0.333000          0.333000          0.333000          0.333000          0.333000
0.333000          0.333000          0.333000          0.333000          0.333000

OD          2.00000          0.760296          0.135848          0.0221089          0.0200000
0.0200000          0.0200000          0.0200000          0.0200000          0.0200000
0.0200000          0.0200000          0.0200000          0.0200000          0.0200000
0.0200000          0.0200000          0.0200000          0.0200000          0.0200000

CO          2.00000          0.760296          0.135848          0.0221089          0.0200000
0.0200000          0.0200000          0.0200000          0.0200000          0.0200000
0.0200000          0.0200000          0.0200000          0.0200000          0.0200000
0.0200000          0.0200000          0.0200000          0.0200000          0.0200000

CT          1.00000          1.00000          1.00000          1.00000          1.00000
1.00000          1.00000          1.00000          1.00000          1.00000
1.00000          1.00000          1.00000          1.00000          1.00000
1.00000          1.00000          1.00000          1.00000          1.00000

SELECT 1 4 6
#GRAPHICS ON
DEVICE 1
WINDOW  0.    0. -100. 1280. 1024. 1100.

```

## Risicanalys av AB Elektrokoppar i Helsingborg

---

```
LABEL 1 970. 960. 0. 1231. 1005. 10. 15 00:00:00 0.00 0.00
GRAPH 1 100. 50. 0. 600. 475. 10. 3 TIME HEIGHT
GRAPH 2 100. 550. 0. 600. 940. 10. 3 TIME CELSIUS
GRAPH 3 720. 50. 0. 1250. 475. 10. 3 TIME FIRE_SIZE(kW)
GRAPH 4 720. 550. 0. 1250. 940. 10. 3 TIME O|D2|O()
HEAT 0 0 0 0 3 1 U
HEAT 0 0 0 0 3 2 U
HEAT 0 0 0 0 3 3 U
HEAT 0 0 0 0 3 4 U
HEAT 0 0 0 0 3 5 U
HEAT 0 0 0 0 3 6 U
HEAT 0 0 0 0 3 7 U
TEMPE 0 0 0 0 2 1 U
TEMPE 0 0 0 0 2 2 U
TEMPE 0 0 0 0 2 3 U
TEMPE 0 0 0 0 2 4 U
TEMPE 0 0 0 0 2 5 U
TEMPE 0 0 0 0 2 6 U
TEMPE 0 0 0 0 2 7 U
INTER 0 0 0 0 1 1 U
INTER 0 0 0 0 1 2 U
INTER 0 0 0 0 1 3 U
INTER 0 0 0 0 1 4 U
INTER 0 0 0 0 1 5 U
INTER 0 0 0 0 1 6 U
INTER 0 0 0 0 1 7 U
O2 0 0 0 0 4 1 U
O2 0 0 0 0 4 2 U
O2 0 0 0 0 4 3 U
O2 0 0 0 0 4 4 U
O2 0 0 0 0 4 5 U
O2 0 0 0 0 4 6 U
O2 0 0 0 0 4 7 U
```

## Bilaga 4 ritningar

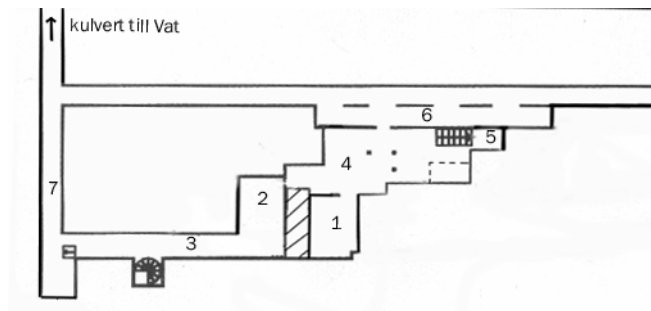


Bild 2 Källare

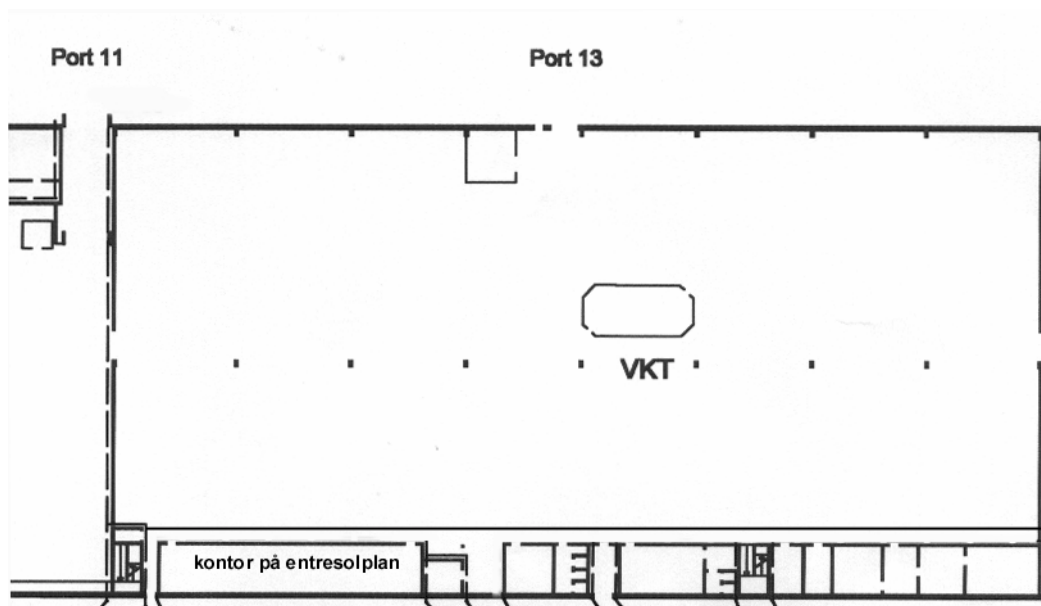


Bild 3 Vkt

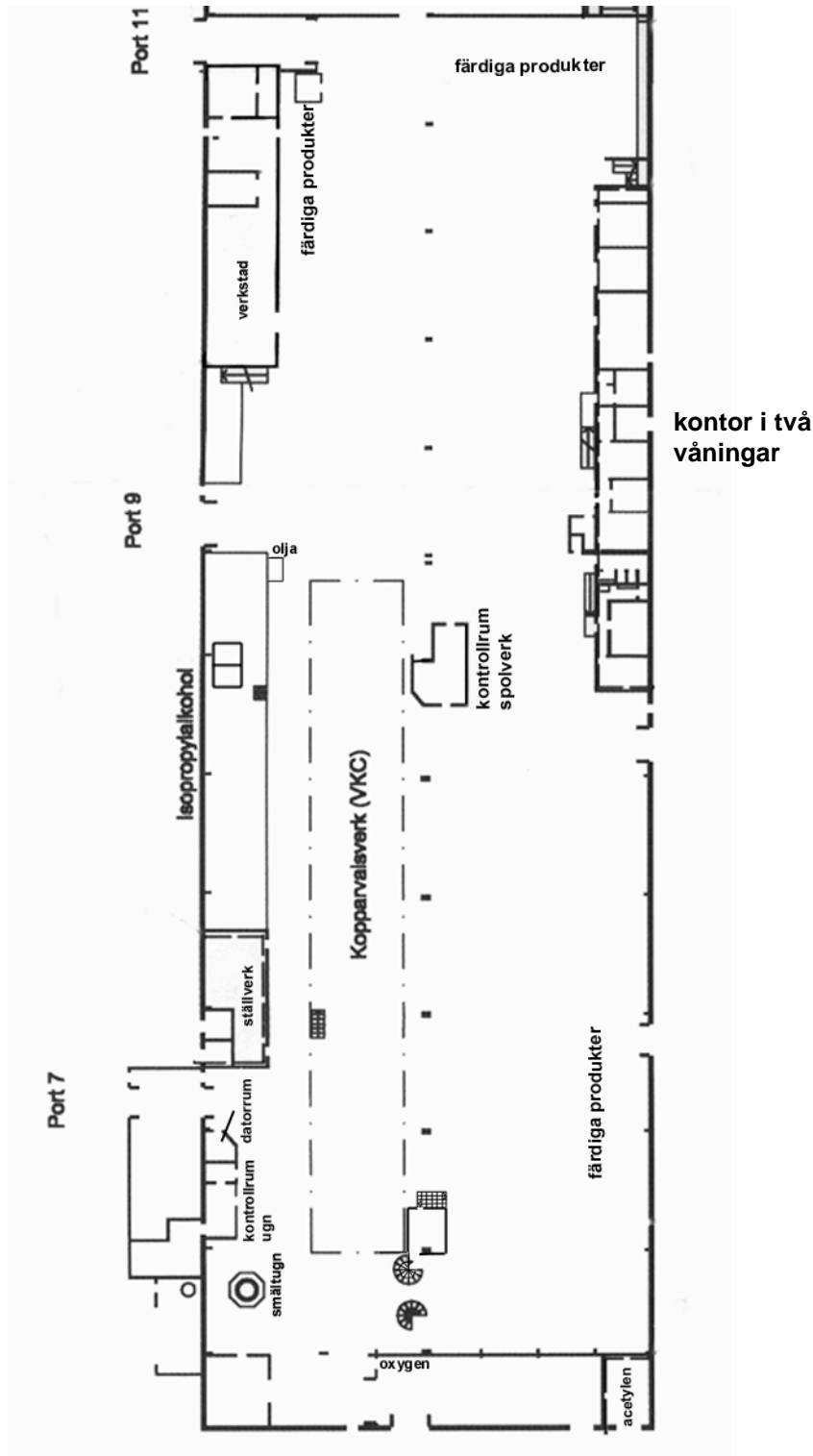


Bild 4 Vkc

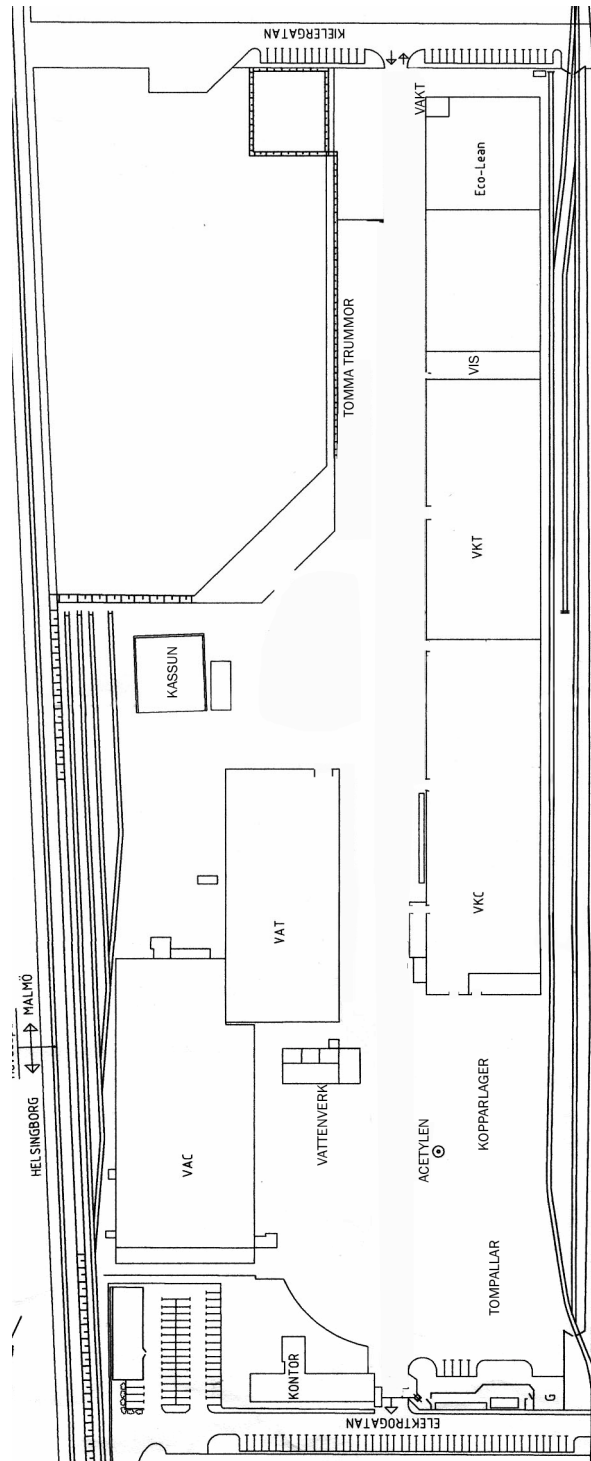


Bild 5 Översikt

## Bilaga 5 illustrationer

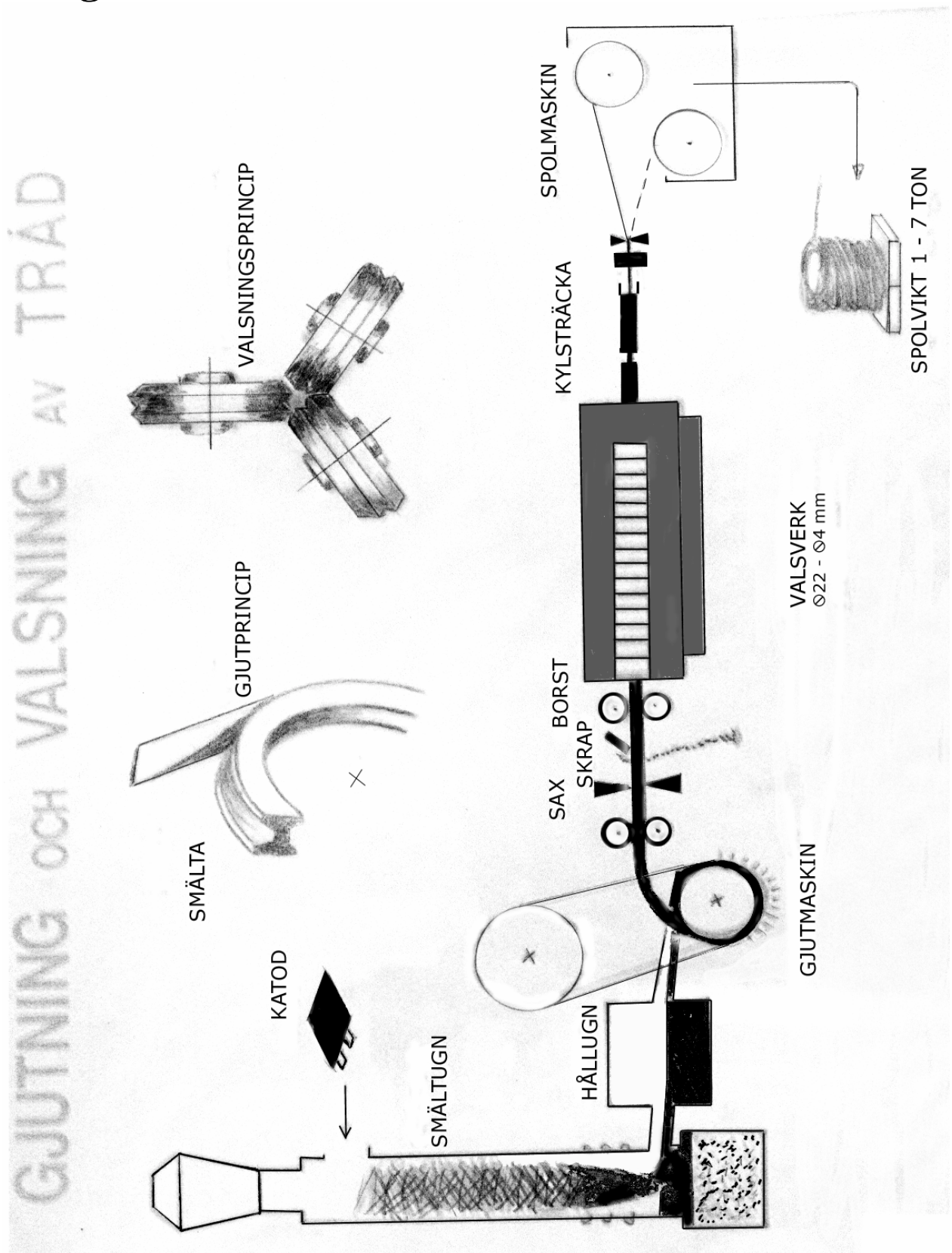


Bild 6 Skiss över produktionen

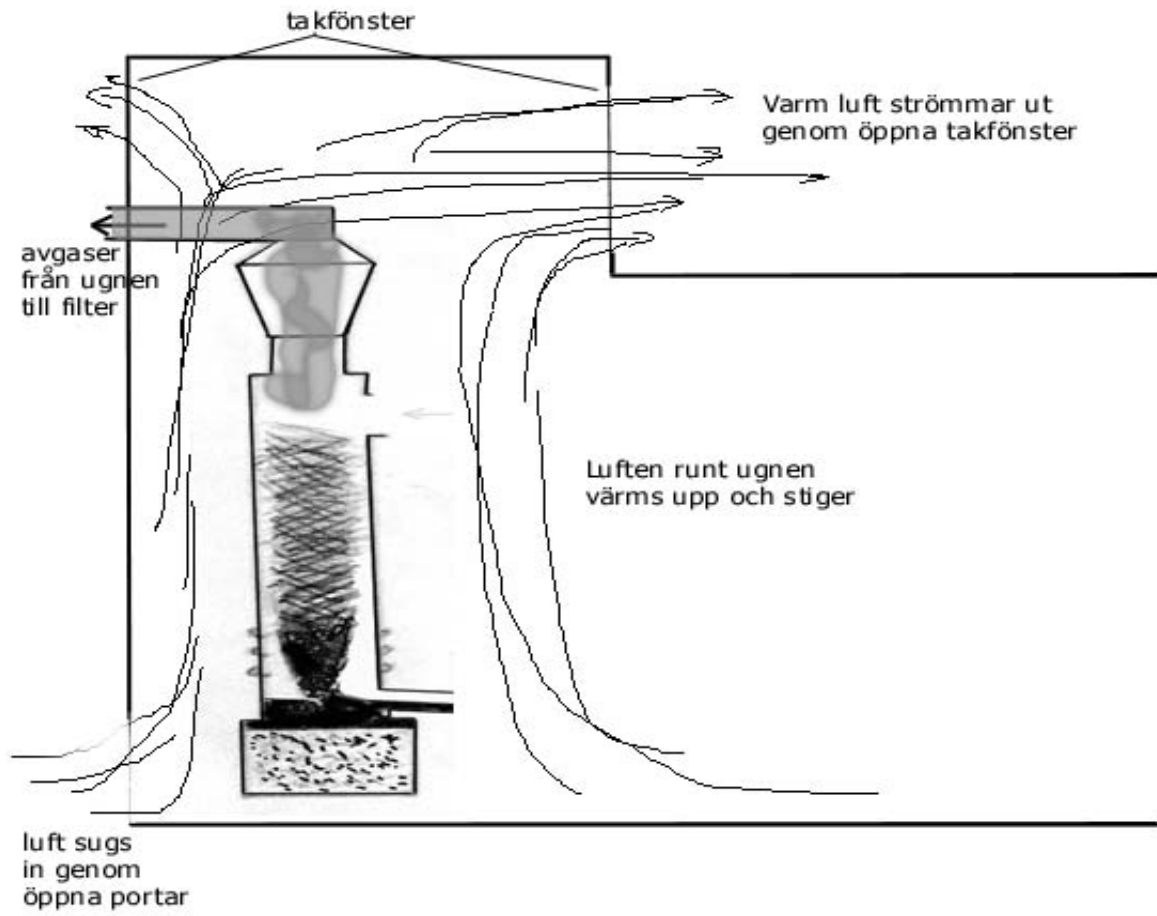


Bild 7 Principskiss över luftrörelser runt smältugnen.

## Bilaga 6 statistik

Statistik över bränder i metall/maskinindustri 1996-2000\*

\* All statistik för år 2000 är preliminär

### Antal räddningsinsatser för brand i metall/maskinindustri

År	Ant.Räddningsinsats
1996	344
1997	381
1998	347
1999	355
2000*	371

\*statistiken för år 2000 är preliminär

### Brandorsak för brand i metall/maskinindustri

Brandorsak	1996	1997	1998	1999	2000*	Totalt
0 Orsak ej angiven	84	95	60	69	69	377
1 Återantändning	1	1	2	3	2	9
10 Hantverkare	20	26	29	22	30	127
12 Explosion	6	14	9	8	12	49
13 Soteld	1	1	2	2	3	9
14 Värmeöverföring	59	56	66	66	74	321
15 Gnistor	34	52	49	48	76	259
16 Självantändning	14	28	22	22	21	107
2 Anlagd med uppsåt	2	4	3	1	1	11
4 Glömd spis	5	1	1	4	1	12
5 Rökning		1	1	1		3
6 Levande ljus	1			1	1	3
7 Tekniskt fel	59	75	77	76	57	344
8 Blixtnedslag		2	1			3
9 Fyrverkerier			1			1
91 Annan	58	25	24	32	24	163
<b>Totalt</b>	<b>344</b>	<b>381</b>	<b>347</b>	<b>355</b>	<b>371</b>	<b>1798</b>
<b>Antal industrier</b>	<b>6594</b>	<b>6636</b>	<b>6667</b>	<b>6688</b>	<b>okänt</b>	

Anmärkning: En brand har endast en brandorsak

\*statistiken för år 2000 är preliminär

### Antal räddningsinsatser för brand i industri

År	Ant.Räddningsinsats
1996	1350
1997	1428
1998	1310
1999	1355
2000*	1380

\*statistiken för år 2000 är preliminär

### Brandorsak för brand i industri

Brandorsak	1996	1997	1998	1999	2000*	Totalt
0 Orsak ej angiven	401	357	254	283	278	1573
1 Återantändning	17	16	24	12	23	92
10 Hantverkare	87	99	73	78	96	433
12 Explosion	24	31	13	21	22	111
13 Soteld	14	8	14	14	10	60
14 Värmeöverföring	174	230	270	273	276	1223
15 Gnistor	122	161	173	141	191	788
16 Självantändning	71	85	97	89	83	425
2 Anlagd med uppsåt	30	33	28	29	35	155
3 Barns lek med eld	5	6	2	10	11	34
4 Glömd spis	13	9	14	13	11	60
5 Rökning	7	5	5	9	6	32
6 Levande ljus	5	2		2	3	12
7 Tekniskt fel	204	250	244	259	241	1198
8 Blixtnedslag	1	8	3	3	6	21
9 Fyrverkerier		2	2	1		5
91 Annan	175	126	94	118	88	601
<b>Totalt</b>	<b>1350</b>	<b>1428</b>	<b>1310</b>	<b>1355</b>	<b>1380</b>	<b>6823</b>
<b>Antal industrier</b>	<b>40743</b>	<b>41040</b>	<b>41376</b>	<b>41703</b>	<b>okänt</b>	

Anmärkning: En brand har endast en brandorsak

\*statistiken för år 2000 är preliminär

Sammanställt av Jörgen Nilsson, Statens Räddningsverk, Karlstad