

Brandanalys av SKBs Kapsellaboratorium

Fredrik Hellgren

Erik Hällstorp

**Department of Fire Safety Engineering
Lund University, Sweden**

**Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet**

Report 5043, Lund 1999

Brandanalys av SKBs Kapsellaboratorium

Fire analysis concerning SKB's Encapsulation Laboratory

Fredrik Hellgren
Erik Hällstorp

Report 5043
ISSN: 1402-3504
ISRN: LUTVDG/TVBB—5043--SE

Number of pages: 87

Keywords

Fire scenario, accessibility, vulnerability of components, encapsulation, spent nuclear fuel.

Abstract

An analysis concerning the consequences of fire at SKB's Encapsulation Laboratory in Oskarshamn (Sweden). Evaluation of the vulnerability of components critical to the operation of the facility. Suggestions are made to improve fire safety and accessibility. (Swedish).

© Copyright: Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 1999.

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

SAMMANFATTNING

Kapsellaboratoriet i Oskarshamn drivs av Svensk kärnbränslehantering AB, SKB i syfte att utveckla en teknik för att kapsla in radioaktivt avfall. Verksamheten består för närvarande av att ta fram en svetseteknik för att försluta kopparkapslar inför slutförvaring och kontrollera svetsfogarna m.h.a. ultraljud och röntgen. Ytterligare en station för ilastning av bränslestavar (attrapper) färdigställs under hösten –99. När tekniken är färdigutvecklad är det meningen att man ska ladda och försluta 200 kapslar om året. Detta skall ske i den inkapslingsanläggning som projekteras bredvid det centrala mellanlagret för använt kärnbränsle (CLAB) på Simpevarpshalvön. Utrustningen i Kapsellaboratoriet är unik, svår att ersätta och representerar stora värden. Det är av största vikt att verksamheten vid Kapsellaboratoriet inte försenas eftersom detta kan innebära en försening av hela slutförvaringsprojektet som beräknas starta år 2010.

Målet är att analysera brandsäkerhet och konsekvens av brand i lokalen samt att göra en prioritering av vilka komponenter som är känsligast ur tillgänglighetssynpunkt. Resultatet skall om möjligt även användas vid utformning av brandskyddet i inkapslingsanläggningen. Vidare skall en insatsplan och plan för restvärdesräddning utformas för kapsellaboratoriet.

Anläggningens karaktär gör det svårt att använda existerande metoder för att värdera risknivå och brandskyddsåtgärder. För att kunna utföra en värdering av brandskyddsåtgärder och för att ta fram beslutsunderlag för åtgärder har en metod för att rangordna komponenter tagits fram. Metoden bygger på inventering av brandrisker i anläggningen, simulering av utvalda brandscenarion och bedömningar av vilka konsekvenser dessa leder till för olika komponenter. Analysen leder fram till förslag på brandskyddsåtgärder. Rapporten ger även ett omfattande beslutsunderlag i form av rangordning av komponenter utifrån ekonomiska aspekter och sårbarhet vid brand.

Vi har valt att analysera de enskilda komponenternas eller apparatskåpens *återanskaffningskostnad, stilleståndskostnad, kritikalitet och sårbarhet vid brand*. Stilleståndskostnaden är beräknad som driftskostnaden multiplicerad med återställningstid och kritikalitet. Med kritikalitet avses inverkan på anläggningens drift. Konsekvenserna återanskaffningskostnad och stilleståndskostnad har sedan multiplicerats med sårbarhet vid brand som är en relativt grov bedömning av sannolikheten för skada givet att brand utbrutit i lokalen.

Resultatet visar att elektronstrålesvetsen får högst prioritering trots lågt sårbarhetsvärde. De komponenter som prioriteras högt är först och främst apparatskåp som specialbeställts från tillverkaren (se tabellen t.h.) vilket är naturligt. Dessa tillsammans med ramverket som håller kapseln medför också störst kostnader om de förstörs. Arbetsstationer och styrutrustning anses löpa störst risk att förstöras om brand inträffar eftersom dessa innehåller avancerad elektronik.

Delsystem (komponent)	Rank
EB-Gun + Vakuumpumpar	1
High Voltage Tank	2
Röntgen (Varian Linatron)	3
Styrbox (Varian)	4
Gun Control Cabinet	5
Beam Current Control Cabinet	6
Transformator / Inverter	7
Modulator	8
Regulator	8
Motorstyrning (Sirotec)	10

Vi har inventerat brandriskerna i lokalen och funnit utställningsmoduler, träpallar, emballage, kabelstegar, kabeltrummor, portband, apparatskåp och en personbil som

tänkbara brandrisker. Efter simulering av dessa visar det sig att endast bilbranden är kapabel att skapa stora skador. Brand i kablar och apparatskåp kan ge lokala skador.

För att förebygga brands uppkomst och konsekvenserna av en brand, rekommenderas att bilen flyttas och att portbanden av PVC tas bort. Vidare bör lokalen hållas fri från onödigt brännbart material och en ansvarig för brandfrågor bör utses bland personalen.

Komponenter bör skyddas genom att branddörrar, skåpsdörrar och portar till röntgen- och svetskammaren hålls stängda i möjligaste mån. Apparatskåpen bör i tätas i botten. Vi rekommenderar även installation av inertgassystem i de viktigaste apparatskåpen. Billiga sådana finns numera på marknaden. För tidig upptäckt av brand i apparatskåpen rekommenderas samplande rökdetektorer.

Brandskyddet av de planerade inkapslingsanläggningen behandlas endast översiktligt. Vi anser att expertis inom området bör knytas till inkapslingsanläggningens projektgrupp.

Sista kapitlet behandlar restvärdesräddning och skall ses som orienterande då denna administreras av personal knuten till försäkringsbolaget och räddningstjänsten.

Rapporten innehåller även en insatsplan utformad enligt räddningstjänstens önskemål (Appendix F).

SUMMARY

The Encapsulation Laboratory in Oskarshamn is run by Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB (Swedish nuclear fuel management) in order to develop a technique for encapsulation of spent nuclear fuel. The aim of the research is to develop a welding technique for sealing of copper capsules and testing of the capsules with x-ray and ultrasound. Another function that will be completed during autumn –99 is a station for loading of the capsules with nuclear fuel (models). When the technique is perfected the aim is to load and seal 200 capsules a year in the Encapsulation Facility. The facility is to be built next to CLAB (Central storage for spent nuclear fuel) on the Simpevarp peninsula. The equipment in the Encapsulation Laboratory is unique, difficult to replace and represent great values. It is of outermost importance that the research is not delayed, while this would mean a delay to the whole project of final storage of spent nuclear fuel, which is to start in 2010.

Our objective is to analyse fire safety and consequences of a fire in the building. We also aim to grade the installations in aspect of vulnerability to the operation. The result is to be applied to the design of the new Encapsulation Facility if possible. There is an intention to produce a plan for fire fighting operations and a plan for damage control.

The characteristics of the facility makes it difficult to apply available methods of risk level and preventive measures evaluation. To evaluate fire preventive measures and to create basic data for decision-making we have created a method of ranking installations. The method is based on making an inventory of fire hazards, simulating selected fire scenarios in computer models and assessing the consequences on each installation. The analysis leads to suggestions of preventive measures. The report also gives extensive data for decision-making in the form of ranking installations from economic and fire sensitivity aspects.

We have chosen to analyse replacement cost, interruption cost, criticality and sensitivity in case of fire. The interruption cost is calculated as cost of operation multiplied by replacement time and criticality. Criticality is defined as level of affect on operation. The consequences, replacement cost and interruption cost that is, are multiplied by sensitivity in case of fire which is a rather rough assessment of the probability of an installation getting damaged in case of fire.

Results show that the electron-beam gun receives the highest priority despite a low value on sensitivity. The installations getting the higher grading are unique cabinets specially ordered from the manufacturer (note chart, right). These together with the jacking frame are also the ones generating the highest costs if damaged. Workstations, controllers and adjustable frequency drives are considered to run the highest risk of being destroyed in case of fire since they consist of advanced electronics.

Sub system (component)	Rank
EB-Gun + Vacuum pumps	1
High Voltage Tank	2
X-ray engine (Varian Linatron 3000)	3
X-ray Controller (Varian)	4
Gun Control Cabinet	5
Beam Current Control Cabinet	6
Transformer / Inverter	7
Modulator	8
Regulator	8
Motor controller (Sirotec)	10

When making the inventory we found exhibition modules, wooden pallets, wrapping, cable trays, cable reels, transparent PVC stripes, electronic cabinets and a car to be potential fire hazards. After simulating these we found only the a fire involving the car to be a

significant hazard to the operation. Fires in cable trays and electronic cabinets may cause local damage.

In order to prevent hazardous fires from occurring, removing the car and the PVC stripes is recommended. The laboratory should also be free from unnecessary flammable materials and a head of fire prevention should be appointed.

The installations can be better protected by closing all doors when not in use. The electronic cabinets should be sealed and equipped with an inert gas fire retardant system. There are new systems that are relatively inexpensive. To detect fire at an early stage installation of sampling smoke detector systems is recommended.

The design of the encapsulation facility is only briefly treated. We recommend that expertise is involved in the project stage of the building process.

The last chapter is a brief orientation of damage control. The report also contains a plan for fire fighting operations (Appendix F).

FÖRORD

Vi vill tacka följande personer om hjälpt oss med information, åsikter och stöd under arbetet med rapporten:

Håkan Frantzich, Brandteknik LTH Lund. Ingemar Idh, OKG Oskarshamn. Henry Gustavsson, Bo-Göran Wågman, Tomas Ottoson, Stig Eriksson, Sören Claesson, Thérèse Niesel, Lisette Åkerman och Tigern, SKB Oskarshamn. Peter Söderström, Räddningstjänsten Oskarshamn. Johan Rigberth, Martin Johansson, Magnus Wallin och Oscar Löfgren, Brandingenjörprogrammet LTH Lund. Nära och kära.

INNEHÅLL

1	INLEDNING	1
1.1	MÅL OCH SYFTE	1
1.2	METOD.....	1
1.3	BEGRÄNSNINGAR.....	1
1.4	BAKGRUND	2
2	OBJEKTSBESKRIVNING.....	4
2.1	BYGGNADEN.....	4
2.2	VERKSAMHETEN	4
2.3	NUVARANDE BRANDSKYDD	6
2.4	VENTILATION.....	7
3	METOD FÖR PRIORITERING AV KOMPONENTER	8
3.1	KRAV	8
3.2	TILLVÄGAGÅNGSSÄTT	8
3.3	ÅTERANSKAFFNINGSKOSTNAD / ÅTERSTÄLLNINGSTID.....	9
3.4	KRITIKALITET	10
3.5	SÄRBARHET	10
4	INVENTERING	11
5	SKADEKRITERIER.....	15
5.1	TERMISKA OCH ICKETERMISKA SKADOR	15
6	SIMULERINGAR AV BRANDFÖRLOPP.....	17
6.1	VAL AV SCENARIO.....	17
6.2	RESULTAT	17
7	PRIORITERING AV KOMPONENTER.....	20
7.1	KÄNSLIGHETS- / OSÄKERHETSANALYS AV PRIORITERINGSMETODEN.....	20
7.2	RESULTAT	22
8	FÖRSLAG TILL ÅTGÄRDER.....	23
8.1	FÖREBYGGANDE BRANDSKYDDÅTGÄRDER	23
8.2	BRANDSKYDD AV ENSKILDA KOMPONENTER	24
8.3	ALLMÄN ÅTGÄRD.	25
9	RESTVÄRDESRÄDDNING OCH SANERING	26
9.1	ORGANISATION VID RESTVÄRDESRÄDDNING	26
9.2	DRÄNERING OCH AVFUKTNING	26
9.3	RENGÖRING	26
9.4	SKBS ANSVAR VID RESTVÄRDESRÄDDNING.....	27
10	INKAPSLINGSANLÄGGNINGEN.....	28
10.1	BRANDTEKNISK PROJEKTERING.....	28
10.2	REDUNDANTA SYSTEM	28
10.3	VENTILATION	28
10.4	KABLAR OCH KABELDRAGNING.....	28
11	INSATSPLANERING	29
12	REFERENSER.....	30
12.1	LITTERATUR.....	30
12.2	PROGRAMVAROR.....	31

APPENDIX

APPENDIX A: SIMULERING AV BRANDFÖRLOPP	1
BERÄKNINGSMODELL FÖR TRANSPORT AV BRANDGASER	2
BRANDSCENARIO 1 - BRAND I UTSTÄLLNINGEN.....	3
FÖRUTSÄTTNINGAR	3
RESULTAT AV BERÄKNINGAR OCH SIMULERINGAR	4
KONSEKVENSN AV BRAND I UTSTÄLLNINGEN	5
BRANDSCENARIO 2 – BRAND I TRÄPALLAR.....	6
FÖRUTSÄTTNINGAR	6
RESULTAT AV BERÄKNINGAR OCH SIMULERINGAR	6
KONSEKVENSN AV BRAND I PALLAR	7
BRANDSCENARIO 3 - BRAND I FÖRPACKNINGSMATERIAL.....	8
FÖRUTSÄTTNINGAR	8
RESULTAT AV BERÄKNINGAR OCH SIMULERINGAR	8
KONSEKVENSN AV BRAND I FÖRPACKNINGSMATERIAL	9
BRANDSCENARIO 4 - BRAND I APPARATSKÅP	10
FÖRUTSÄTTNINGAR	10
RESULTAT AV BERÄKNINGAR OCH SIMULERINGAR	10
KONSEKVENSN AV BRAND I APPARATSKÅP	11
BRANDSCENARIO 5 - KABELBRAND.....	12
FÖRUTSÄTTNINGAR	12
RESULTAT AV BERÄKNINGAR OCH SIMULERINGAR	12
KONSEKVENSN AV BRAND I KABLAR	13
BRANDSCENARIO 6 - BRAND I BIL	14
FÖRUTSÄTTNINGAR	14
RESULTAT AV BERÄKNINGAR OCH SIMULERINGAR	14
KONSEKVENSN AV BILBRAND	15
APPENDIX B: RITNINGAR	1
APPENDIX C: INDATA TILL CFAST	1
APPENDIX D: UNDERLAG FÖR PRIORITERING	1
APPENDIX E: PRIORITERINGAR.....	1
KOMponenter RANGORDNADE EFTER PRIORITERINGSVÄRDE [P]	2
KOMponentGRUPPER RANGORDNADE EFTER ESTIMATED MAXIMUM LOSS [EML].....	3
KOMponenter RANGORDNADE EFTER SÅRBARHET	4
KOMponenter RANGORDNADE EFTER STILLESTÅNDSKOSTNAD	5
KOMponenter RANGORDNADE EFTER STILLESTÅNDSKOSTNAD RELATIVT ÅTERANSKAFFNINGSKOSTNAD	6
APPENDIX F: INSATSPLAN.....	1

FIGURER OCH TABELLER

- Fig. 1.1: Bild på inkapslingsanläggningen, © SKB 1998.
Fig. 2.1: Kapsellaboratoriets exteriör, © SKB 1998.
Fig. 2.2: Bild på slutförvaringskapsel, © SKB 1998.
Fig. 2.3: De olika stationerna i Kapsellaboratoriet © SKB 1998.
Fig. 2.4: Lastbäraren, © Hellgren, Hällstorp 1999.
Fig. 4.1: Utställningen från plan 4, © Hellgren, Hällstorp 1999.
Fig. 4.2: Interiören i utställningen, © Hellgren, Hällstorp 1999.
Fig. 4.3: Kabelstegar i anslutning till apparatskåp, © Hellgren, Hällstorp 1999.
Fig. 4.4: Garageinfarten, © Hellgren, Hällstorp 1999.
Fig. 6.1: Huvudsakligt riskområde vid brand i utställningen.
Fig. 6.2: Huvudsakligt riskområde vid brand i pallar.
Fig. 6.3: Huvudsakligt riskområde vid brand i pallar eller förpackningsmaterial.
Fig. 6.4: Högriskområde vid brand i apparatskåp.
Fig. 6.5: Högriskområde vid brand i kablar.
Fig. 6.6: Stort konsekvensområde av bilbrand.
Fig. 7.1: Spridning av rangordning.
Fig. A.1: Effektutvecklingskurva vid simulering av brand i utställning.
Fig. A.2: Brandgaslagrets höjd vid simulering av brand i utställningen.
Fig. A.3: Effektutvecklingskurva vid simulering av brand i pallar.
Fig. A.4: Temperaturgradienter i plymen.
Fig. A.5: Effektutveckling vid simulering av brand i förpackningsmaterial.
Fig. A.6: Effektutvecklingskurva vid simulering av brand i apparatskåp.
Fig. A.7: Brandgaslagrets stighöjd uttryckt i övre och undre kriteriegränsen.
Fig. A.8: Effektutvecklingskurva vid simulering av brand i kabelstege.
Fig. A.9: Brandgaslagrets stighöjd uttryckt i övre och undre kriteriegränsen.
Fig. A.10: Effektutvecklingskurva vid simulering av bilbrand.
Fig. A.11: Temperaturer och brandgaslagrets höjd i laboratoriehallen.
- Tab. 3.1: Indata vid beräkning för prioritering.
Tab. 3.2: Utdata vid beräkning för prioritering.
Tab. 5.1: Effekter på metallytor och elektronik av HCl-kontamination.
Tab. 7.1: Rangordning enligt simulering i @Risk.

Situationsplanen i insatsplanen (appendix F) bygger på kartmaterial från Tekniska förvaltningen vid Oskarshamns kommun. Alla rättigheter till ursprungsmaterialet tillhör Oskarshamns kommun.

1 INLEDNING

1.1 MÅL OCH SYFTE

Syftet med arbetet är att genomföra en brandanalys på Kapsellaboratoriet där möjliga brandförlopp och konsekvenser beskrivs och analyseras. Detta skall ge underlag för att bestämma hur konsekvenserna skall minimeras till en för SKB acceptabel nivå. Rapporten skall ge förslag till åtgärder, prioriteringar och kostnader för att begränsa konsekvenserna. Resultatet av analysen skall om möjligt även appliceras på den projekterade inkapslingsanläggningen på Simpevarpshalvön. Rapporten skall leda fram till en insatsplan för kapsellaboratoriet och plan för restvärdesräddning.

1.1.1 PROBLEMSTÄLLNING

När det gäller utvecklandet av inkapslingstekniken, arbetar SKB inom en tidsram som inte tål några längre stillestånd. Kapsellaboratoriet innehåller unik utrustning som tar lång tid att ersätta och som representerar stora värden. En brand som skadar någon del av utrustningen kan få betydande konsekvenser eftersom detta kan innebära en försening av hela slutförvaringsprojektet som beräknas starta år 2010. Komponenternas brandskydd är därför av största vikt.

Arbetet utgår från följande frågeställningar.

- Hur mycket tål de ingående komponenterna i form av förhöjd temperatur och brandgaspåverkan ?
- Vad kan brinna och vilken rökutveckling och temperaturökning kan förväntas ?
- Vilka åtgärder i form av aktivt och passivt brandskydd krävs för att uppnå acceptabel skyddsnivå enligt SKBs krav?

1.2 METOD

Ett sätt att uppnå målen med rapporten är att rangordna komponenterna i anläggningen efter sårbarhet, återanskaffningskostnad och återställningstid. Rangordningen kan sedan användas som beslutsunderlag främst för brandskyddsåtgärder, men även för andra beslut. Önskemålet om att kunna rangordna komponenterna har lett till att en metod tagits fram för detta ändamål. Metoden har även till viss del sin bakgrund i svårigheten att finna en definition på acceptabel skyddsnivå. Metoden bygger på inventering av brandrisker i anläggningen, simulering av utvalda brandscenarion och bedömningar av vilka konsekvenser dessa leder till för olika komponenter. Analysen leder fram till förslag på brandskyddsåtgärder.

1.3 BEGRÄNSNINGAR

- Utrymning behandlas inte eftersom personantalet i laboratoriehallen bedöms vara så lågt att inga problem uppstår vid utrymning.
- Byggnadens hållfasthet vid brand behandlas inte.

- Brancellsindelningen förutsätts vara intakt. Brandspridning i, till och från kontorsdelar behandlas därmed ej.
- Utställningen anses ligga utanför verksamheten. Inga kostnader relaterade till denna behandlas.

1.4 BAKGRUND

1.4.1 SKB

Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB ägs gemensamt av Forsmarks Kraftgrupp AB, OKG Aktiebolag, Vattenfall AB och Barsebäck Kraft AB. SKB tar hand om och skall slutförvara det radioaktiva avfallet från kärnkraftsindustrin. Hanteringen av allt radioaktivt avfall regleras i lagen och SKB tar inte bara hand om avfall från kärnkraftsindustrin utan också från sjukhus, industrier och forskningsinstitutioner.

1.4.2 RADIOAKTIVT AVFALL

Radioaktivt avfall delas in i tre kategorier efter hur hög aktivitet avfallet har: låg-, medel- och högaktivt avfall. Denna indelning talar om vilken strålningsavskärmning som måste användas då avfallet hanteras. Lågaktivt avfall packas i containrar eller förbränns och packas i plåtfat. Medelaktivt avfall gjuts in i strålskyddande betong. Det högaktiva avfallet, som kan vara använt bränsle eller delar av en reaktor, måste hanteras i strålskärmd specialbehållare.

När avfallet skall slutförvaras delas det in i lång- och kortlivat avfall med hänsyn till hur lång tid det tar för radioaktiviteten i avfallet att avklinga.

1.4.3 SLUTFÖRVARNING

I ett berggrum 50 meter under havets botten vid Forsmarks kärnkraftverk finns Slutförvar för radioaktivt driftsavfall, SFR, där deponeras kortlivat driftsavfall. Efter 500 år kommer radioaktiviteten i avfallet att vara nere i nivå med den i den omgivande berggrunden.

Det långlivade avfallet, som också är det högaktiva, måste hållas isolerat under mycket lång tid. Långlivat avfall mellanlagras i 30-40 år i Centralt mellanlager för använt kärnbränsle, CLAB (se fig. 1.1) som ligger vid Oskarshamns kärnkraftverk på Simpevarpshalvön. Efter mellanlagringen skall avfallet kapslas in och placeras i ett djupförvar 500 meter ned i den svenska berggrunden. I CLAB lagras för närvarande kärnbränsle från den svenska kärnkraftsindustrin. Kärnbränslet finns 25 meter under markytan i vattenbassänger i väntan på slutförvarning.

1.4.4 INKAPSLING

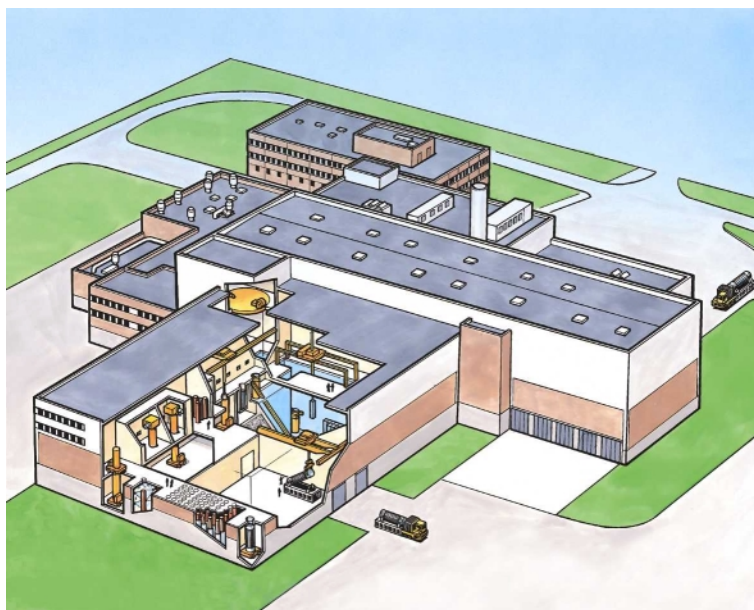


Fig. 1.1: Den planerade inkapslingsanläggningen är på bilden sammanbyggd med CLAB för att underlätta transporten av avfallet (inkapslingsanläggningen genombruten).

SKB planerar att bygga en inkapslingsanläggning i anslutning till CLAB, där det radioaktiva avfallet skall kapslas in i kopparkapslar innan det transporteras till slutförvaring.¹ Kopparkapslarna är fem meter långa och lite över en meter i diameter, de består av ett 5 centimeter tjockt kopparhölje med en insats av gjutjärn. När kapseln är fylld med avfall skruvas ett innerlock av stål på, sedan svetsas ett kopparlock fast så att kapseln blir absolut tät inför slutförvaringen.

1.4.5 KAPSELLABORATORIET

För att kunna utveckla metoden att kapsla in avfallet i kopparkapslar (se fig. 2.2) och för att kunna visa att metoden fungerar tillfredställande och går att industrialisera har SKB byggt ett kapsellaboratorium. Kapsellaboratoriet innehåller de viktigaste funktionerna i den planerade Inkapslingsanläggningen i fullskala (för närmare beskrivning av verksamheten se kap 2.2).

¹ SKB, Så tar vi hand om ...

2 OBJEKTSBESKRIVNING

2.1 BYGGNADEN

Kapsellaboratoriet är inrymt i en f.d. varvshall (se fig. 2.1) belägen i centrala Oskarshamn. Byggnaden uppfördes i början av 70-talet som svetshall. Den ägs nu av SKB och har byggts om under perioden 1996-98. Anläggningen invigdes 98.11.17 och är nu i drift.



Fig. 2.1: Kapsellaboratoriets exteriör från NV.

Byggnaden som upptar en yta av knappt 3000 m² har en stomme av betongpelare och betongbalkar med fasadbeklädnad av plåt. Byggnadens mått är 31,5×90 meter i golvyta och 24 meter i takhöjd

I byggnaden finns förutom laboreriehallen en kontorsdel belägen i nordvästra delen och en utställning om SKBs verksamhet i den sydöstra delen av laboreriehallen. Kontorsdelen består av tre våningsplan med kontor, sammanträdesrum, omklädningsrum, pausrum och fläktrum. I laboreriehallen finns två entresolplan med golv av gallergreting på 3 och 9 meters nivå över golvet. På dessa entresolplan finns operatörspulpet och apparatskåp med styrutrustning och kraftförsörjning till de olika delsystemen. Då delar av processen genererar kraftig röntgenstrålning har tjocka betongväggar byggts upp kring dessa delar för att skydda personalen från röntgenstrålningen.

2.2 VERKSAMHETEN

Vid kapsellaboratoriet pågår utvecklingen av inkapslingstekniken. Metoden går ut på att i en kopparcylinder med påsvetsad botten sänka ned avfallet i en insats av gjutjärn. Sedan försluts kapseln med ett påskruvat innerlock av stål och ett kopparlock som svetsas på plats (se fig. 2.2). Efter förslutningen kontrolleras kapselns täthet m.h.a. röntgen och ultraljud. Kapsellaboratoriet är uppbyggt i olika stationer (se fig. 2.3) mellan vilka kapseln förflyttas i en lastbärare (se fig. 2.4). Lastbäraren består av ett ramverk (s.k. jacking frame) med en höj- och sänkbar cylinder med ett vridbord i. Ramverket transporteras på en luftkuddetruck.

2.2.1 UPPRESNING / UPPRIKTNING / FÖRFLYTTNING

Vid processens början reses kapseln upp m.h.a. traverser och placeras på ett uppriktningsbord och riktas upp för att den övre kanten av kapseln skall vara vågrät inför svetsningen. Efter uppriktningen monteras uppriktningsbordet ihop med en innerkassett och lyfts ned i cylindern på lastbäraren. Ramverket kan sedan flyttas med luftkuddetrucken och dockas under de olika stationerna i anläggningen. Under varje station finns det en plats där ramverket och luftkuddetrucken kan centreras m.h.a. hydraulik och kopplas ihop med anläggningens centraldator via kontakter för att rotation och höjning / sänkning skall kunna fjärrstyras.



Fig. 2.2: Slutförvaringskapsel i genomskärning, man kan se: ytterhöljet av koppar, insatsen med bränslestavar i, innerlocket av stål och det påsvetsade ytterlocket av koppar.

2.2.2 HANTERINGSSTATION

I hanteringscellen demonstreras fyllning av kapslarna och påmonteringen av innerlocket.



Fig. 2.3: De olika stationerna i Kapsellaboratoriet. Från höger till vänster, svetsstation, röntgenstation, ultraljudsstation, uppriktningsstation och i förgrunden hanteringsstation.

2.2.3 SVETSSTATION

Svetsen är en elektronstrålesvets om 100 kW och tillhör de kraftigaste i världen. Svetsstationen består av en vakuumkammare och utanför den ett strålskydd av betong. Processen måste ske i vakuum för att diffraktionen av strålen skall minimeras och strålskyddet finns för att skydda personalen från den röntgenstrålning som processen genererar.

När locket skall svetsas fast på kapseln dockas lastbäraren under vakuumkammaren och tätas mot denna med gummipackningar (se fig. 2.4). Den cylindriska delen av lastbäraren som kapseln befinner sig i blir på så sätt en del av vakuumkammaren. Vid svetsning är både vakuumkammarens dörr och dörren till strålskyddet stängda. Inne i vakuumkammaren sticker kapselns överdel upp genom golvet. Efter att locket har lagts på av lockhanteraren roterar kapseln framför svetsen medan locket svetsas fast.



Fig. 2.4: Lastbäraren dockad under svetsstationen.

2.2.4 RÖNTGENSTATION

För att kontrollera att svetsen uppfyller de krav som ställs på den genomlyses den av en industriröntgen. Röntgenkammaren är liksom svetskammaren strålskärmd för att skydda personalen mot röntgenstrålningen. Även vid röntgenstationen dockas lastbäraren under kammaren och kapseln roterar framför röntgen under undersökningen.

2.2.5 ULTRALJUDSTATION

Vid ultraljudstationen skall svetsen undersökas ännu en gång. Ultraljudsundersökningen genererar inga risker för personalen varför denna station inte behöver skärmas av.

2.3 NUVARANDE BRANDSKYDD

Lokalen är avdelad så att hela laboratoriehallen är en enda stor brandcell. Kontorslokalerna är uppdelade i ett flertal brandceller med EI60 klass. I övrigt är alla lokaler utrustade med automatiskt brandlarm med växelvis rök- och värmedetektorer. Detektorerna är delvis placerade under gallergreting där brandgaserna inte kommer att ansamlas varför funktionen av dessa är tveksam.

2.4 VENTILATION

Laboratoriehallen har deplacerande ventilation som stängs av vid aktivering av rökdetektorer i lufkanalerna. Ventilationen är inte sammankopplad med brandlarmsystemet. Vi har därför bortsett från ventilationssystemets inverkan vid brand. Luftflödena är inte heller av den storleksordningen att de skapar någon strömingshastighet av betydelse i laboratoriehallen.

3 METOD FÖR PRIORITERING AV KOMPONENTER

3.1 KRAV

Det finns ett behov av en prioriteringsmetod för att kunna avgöra vilka komponenter i anläggningen som är utsatta för de största riskerna vid en brand. Prioriteringen bör även kunna användas för att verifiera att föreslagna brandskyddsåtgärder leder till en förbättring av driftssäkerheten.

Prioriteringsmetoden bör uppfylla följande krav:

- Rangordna komponenterna i anläggningen efter deras betydelse för anläggningens drift.
- Ge ett underlag för att bedöma föreslagna brandskyddsåtgärders effektivitet.
- Kunna tillämpas på andra anläggningar av liknande karaktär.
- Utgå ifrån anläggningsinnehavarens ekonomiska och tidsmässiga ramar.
- Bedömningar skall så långt som möjligt utföras av de som har mest kännedom i den aktuella frågan.

Det finns idag ett antal metoder för att bedöma risker. Inom industrin använder man sig av felträdsanalyser eller olika typer av indexmetoder. Dessa lämpar sig främst för objekt där det finns gott om statistik från liknande objekt. I vårt fall har vi därför valt att utforma en egen metod. I efterhand har vi blivit uppmärksamma på att liknande metoder används försäkringsbranschen.

3.2 TILLVÄGAGÅNGSSÄTT

De faktorer som vi vill väga in i prioriteringen är komponentens återställningstid, återanskaffningskostnad, kritikalitet och sårbarhet. Dessa faktorer viktas samman enligt principen:

$$P = (K + T \times c \times k) \times s \quad \text{kr}$$

P = prioriteringsvärde

K = återanskaffningskostnad kr

T = återställningstid veckor

c = kritikalitet $(0 \leq c \leq 1)$

k = veckokostnad 250 000 kr / vecka

s = sårbarhet* $(0 \leq s \leq 1)$

Viktningen av de olika faktorerna sker i tabellform där raderna utgörs av de olika komponenterna i systemet och deras delar (se tab. 3.1). I kolumnerna återfinns faktorerna

* Sårbarhet kan om tillförlitliga data finns ersättas av sannolikheten för att skadan uppkommer under ett år. Därmed ges ett riskmått (kr/år)

och resultatet av olika beräkningar som utförts på materialet. Summeras hela kolumnen för [P] får vi ett totalt riskmått där effekten av olika åtgärder kan jämföras. Stilleståndskostnad (se tab. 3.2) är produkten av återställningstid, kritikalitet, veckokostnad och sårbarhet och skall ses som ett delresultat. EML (Estimated Maximum Loss) är produkten av återställningstid, kritikalitet, och veckokostnad adderad till återanskaffningskostnaden.

Beteckning / System	Delsystem (komponent)	Antal (st)	[K] (kr)	Antal * [K] (kr)	[T] (veckor)	[c]	Grupp	[s] / scenario					
								1	2	3	4	5	6
Grundläggande Funktioner													
PAP 001	Centraldatorpanel (PC)	1	100 000	100 000	6	0.4	A	0.5	0.1	0.2	0.5	0.4	1
QAP 001	Centraldatorskåp	1	100 000	100 000	6	0.4	A	0.2	0.1	0.2	0.6	0.6	0.8
QAP 001	Förstärkarreläer	18	500	9 000	3	0.4	B	0.1	0.1	0.2	0.5	0.5	0.7
QAP 001	I/O-moduler	30	3 000	90 000	3	0.4	A	0.2	0.1	0.2	0.7	0.7	0.9
QAP 001	Kommunikationsutr.	1	100 000	100 000	6	0.4	A	0.5	0.1	0.3	0.8	0.8	1
QAP 002	Nödstoppskåp (slutet)	1	40 000	40 000	4	0.6	B	0	0	0.2	0.3	0.4	0.7
QAP 002	Förstärkarreläer (110 V)	17	500	8 500	3	0.6	B	0	0	0.2	0.3	0.4	0.7
QAP 002	Säkerhetsreläer (110 V)	7	2 000	14 000	5	0.6	B	0	0	0.2	0.3	0.4	0.7
QAP 002	Kontaktorer	30	200	6 000	2	0.6	B	0	0	0.2	0.3	0.4	0.7
QAP 002	Elcentral för inkommande kraft	2	140 000	280 000	3	1.0	B	0	0	0.1	0.2	0.3	0.4
SAP 001	Motorställverk (öppen botten)	1	40 000	40 000	5	0.8	B	0.1	0.1	0.1	0.3	0.6	0.7
SAP 001	Motorskydd	18	20 000	360 000	4	0.8	B	0.1	0.1	0.2	0.5	0.6	0.7
SAP 001	Lampor / vred												
SAP 001	Säkerhetsbrytare												

Tab. 3.1: Indata vid beräkning för prioritering.

Beteckning / System	Delsystem (komponent)	[s] medel av 1-6	[P] (kr)	[P] Rank	EML / Del (kr)	EML Rank	[Txkxc / K]	[Txkxc]
								[kr]
Grundläggande Funktioner								
PAP 001	Centraldatorpanel (PC)	0.45	315 000	29	700 000	34	6	600 000
QAP 001	Centraldatorskåp	0.42	291 667	30	899 000	28	6	600 000
QAP 001	Förstärkarreläer	0.35	108 150	44			600	300 000
QAP 001	I/O-moduler	0.47	182 000	38			100	300 000
QAP 001	Kommunikationsutr.	0.58	408 333	23			6	600 000
QAP 002	Nödstoppskåp (slutet)	0.27	170 667	41	1 098 500	25	15	600 000
QAP 002	Förstärkarreläer (110 V)	0.27	122 267	43			900	450 000
QAP 002	Säkerhetsreläer (110 V)	0.27	203 733	34			375	750 000
QAP 002	Kontaktorer	0.27	81 600	48			1 500	300 000
QAP 002	Elcentral för inkommande kraft	0.17	171 667	40			5	750 000
SAP 001	Motorställverk (öppen botten)	0.32	329 333	28	1 400 000	24	25	1 000 000
SAP 001	Motorskydd	0.37	425 333	22			40	800 000
SAP 001	Lampor / vred							
SAP 001	Säkerhetsbrytare							

Tab. 3.2: Utdata vid beräkning för prioritering.

3.3 ÅTERANSKAFFNINGSKOSTNAD / ÅTERSTÄLLNINGSTID

Konsekvensen består av återanskaffningskostnader och driftstörningar eller en kombination av dessa. Storleken på driftstörningarna bestäms dels av hur länge dessa pågår, återställningstiden, och dels av hur mycket driften störs, kritikaliteten. I det här fallet har återanskaffningstiden (leveranstiden) använts som återställningstid. Återanskaffningskostnad och återställningstid är uppgifter som SKB tillhandahållit. För att jämföra betydelsen av återställningstid och återanskaffningskostnad med varandra används en omräkningsfaktor [k] som representerar kostnaden för en veckas stillestånd för hela anläggningen. Efter samråd med Henry Gustavson på SKB använder vi oss av anläggningens driftskostnad som är c:a 250 000 kr /vecka.* Denna kostnad reduceras sedan av faktorn [c] beroende på att inte hela anläggningen påverkas. Om underlag finns kan man istället undersöka den verkliga stilleståndskostnaden för det delsystem som havererat och ersätta faktorn [kxc] med denna.

* I ett kommersiellt företag måste man även ta hänsyn till förlorade intäkter och dolda kostnader som t.ex. förlorade marknadsandelar, förlorad goodwill och försening av investering. Dessutom kan stilleståndskostnaden variera med tiden.

3.4 KRITIKALITET

Med kritikalitet avses komponentens betydelse för anläggningens drift, d.v.s. ju högre värde på kritikalitet desto vitalare är komponenten ur driftsynpunkt. Kritikaliteten [c] bedöms på en linjär skala från 0 till 1 där 0 innebär att anläggningen inte påverkas alls medan 1 betyder driftstopp på hela anläggning. Nedan visas ett exempel på hjälpkriterier vid bedömning av kritikaliteten:

0,0 = Redundant komponent

0,2 = Små driftsstörningar

0,4 = Driftsstörningar

0,6 = Stora driftsstörningar

0,8 = Drift av ett (för driften viktigt) delsystem omöjlig

1,0 = Drift av hela anläggningen omöjlig

3.5 SÅRBARHET

Sårbarhet avser komponentens känslighet för brandpåverkan, ju lägre värde desto mer robust komponent eller mindre utsatt placering. Sannolikheten för att komponenten skadas bedöms med utgångspunkt från resultat av brandsimuleringar. Simuleringar och beräkningar ger en uppfattning om temperatur, sotmängd och koncentration av HCl under och efter vart och ett av de sex scenarierna. Sannolikheten bedöms med tanke på omgivande förhållanden, risken för lokal påverkan och hur känslig komponenten anses vara.

Vi delar här in utrustningen i tre grupper A, B och C. För varje brandscenario görs sedan en bedömning av inom vilket intervall sårbarheten hos varje grupp ligger (se kap. 6).

A Känslig elektronik och styrutrustningar (exempelvis PC).

B Elektronik exempelvis reläer och motorer.

C Mekanisk / Elektrisk utrustning.

Skalan för sårbarhet är 0-1, sannolikheten för skada givet brand bedöms med en decimals noggrannhet. Vi har även valt att ge komponenter med lång ledtid som måste saneras men inte bytas ut ett lägre värde. Sårbarheten för den enskilda komponenten bedöms i varje scenario och vägs sedan samman till ett medelvärde för komponenten. Detta förutsätter att vi bedömer alla scenarion som lika sannolika. På så vis ser vi vilka komponenter som bedömts som mest utsatta med nuvarande brandskydd och placering. Vi kan enkelt avläsa vilket brandscenario som ger de största konsekvenserna genom att summera alla sårbarhetsvärden för varje scenario.

4 INVENTERING

Sannolikheten för brand i industrilokaler med 3000 kvm golvyta är enligt engelsk statistik 0,076-0,69 ggr/ år d.v.s. brand en gång per 1,4-13 år.¹ Sannolikheten är tio gånger större i elektrisk industri jämfört med mekanisk industri. Sannolikheten för brands uppkomst kommer från äldre statistik och skall inte ses som något annat än jämförelsematerial.

- Den mest uppenbara brandrisken är den stora utställning som står i den södra delen av hallen (se fig. 4.1). Utställningen består av 30 st $3 \times 0,5 \times 3$ m³ (l,b,h) element byggda huvudsakligen i plywood och träfiberskivor. Här finns även ett rör av tändskyddat bomullstygg som reser sig c:a 15 m upp i lokalen och har en diameter på c:a 5 m. Tändskyddet är utformat enligt normer för utställningar vilket betyder att tyget skall vara mer svårantändligt än trä. Bredvid "röret" hänger 1 m breda skynken av någon sorts segelväv (syntetmaterial). I utställningen finns även en del skyltar och modeller i plast, ett tiotal TV-apparater och bildskärmar samt elinstallationer. Det är tänkbart att brand startar i någon av de senare eller att den är anlagd.



Fig. 4.1: Utställningen sedd från plan 4



Fig. 4.2: Interiören i utställningen

¹ Rothstein, The estimation of the fire hazard ...

En TV-apparat som brinner utvecklar c:a 250 kW toppeffekt¹ vilket är mer än tillräckligt för att antända omslutande träkonstruktioner. Då trämaterial antänds sprids branden i huvudsak vertikalt men även till en viss del i sidled. Lokalens stora takhöjd gör att de varma brandgaserna transporteras bort från brandhärden vilket ger ett relativt långsamt brandförlopp. Om branden inte bekämpas sprids den till närliggande element som i sin tur antänder nästa (se fig. 4.2).

Det är tänkbart att personal släcker branden i ett tidigt skede, men upptäcks den inte inom de första minuterna blir branden alltför kraftig för att släcka med de skumsläckare som finns i lokalen.

- På golvet under gallergretingen förvaras träpallar i mindre omfattning. Pallar brinner snabbt om de antänds och strålningsvärmerna kan antända förpackningsmaterial såsom plaster och papper som förvaras i närheten. Vid inventering lagrades tre pallar på vartannat (c:a 0,5 m högt).
- På flera ställen i lokalen finns kartonger fyllda med förpackningsmaterial såsom skumplast, cellplast, expanderade PS-flingor och papper. Plaster innehåller ofta ämnen som vid förbränning skadar elektronik, varför även en mindre brand kan få stora konsekvenser för anläggningens drift (se kap 5).
- Brand i något av det tiotal apparatskåp som i huvudsak finns placerade utmed den västra långsidan kan inte bara slå ut de funktioner som finns där, utan kan även tänkas ge rök- och korrosionsskador på annan utrustning. Ett elektriskt fel i skåpet kan tänkas antända t.ex. reläer, kontakter och kablar som har höljen av plast. Det finns en risk att branden sprider sig via kablar eller genom att brinnande plast droppar ned till undre plan genom gallergretingen som skåpen står på. Vid inventering innehöll skåpen även en del övrigt material såsom kartonger och kabelrullar. Detta ökar antändningsrisken och påskyndar det tidiga brandförloppet .
- Brand i kablar orsakar stora skador p.g.a. de brandgaser de bildar . Det finns ett flertal exempel på kabelbränder som orsakat icke termiska skador för 10 tals miljoner kronor. Brand orsakad av elektriska fel står för 35% av skadehändelserna med mer än en miljon dollar i förluster.² I laboratoriehallen finns ett stort antal kabelstegar för signal-såväl som högspänningskablar (fig. 4.3). De flesta ligger naturligtvis i anslutning till apparatskåpen och utgör därför en risk både för lokal och mer omfattande påverkan.

¹ Tewarson A, the SFPE Handbook of ...

² Karydas D M, A Probabilistic Methodology ...



Fig. 4.3: Kabelstegar i anslutning till apparatskåp på plan 2.

- Det finns en viss risk att hydraulolja läcker ut från luftkuddetrucken och antänds. Detta kan främst skada själva luftkuddetrucken men även ramverket och elektroniken som finns där.
- Kabeltrummor förvaras bredvid utställningen. Trummorna är av trä vilket gör att plasten som används som isolering runt ledaren får "hjälp" att förbrännas och därmed bilda skadliga rökgaser.
- En del av laboreriahallen används som garage och uppställningsplats för återvinningsbart material. En brinnande bil utvecklar stora mängder energi och konsekvenserna av en bilbrand kan mycket väl bli att omgivande konstruktioner och material påverkas.



Fig. 4.4: Garageinfarten, bilen och portbanden som avskiljer denna från laboreriehallen.

- Vid garageinfarten finns s.k. portband upphängda för att minska drag vid portöppning (se fig. 4.4). Dessa består i stort sett av ren PVC som vid förbränning ger stora mängder HCl. Portbanden är i sig inte brännbara vid normal strålningsnivå men i kombination med t.ex. pall- eller bilbrand kan konsekvenserna bli katastrofala.

5 SKADEKRITERIER

5.1 TERMISKA OCH ICKETERMISKA SKADOR

För att kunna bedöma vilka komponenter i anläggningen som kan skadas vid brand måste skadekriterier bestämmas för olika påverkansfaktorer.

Skador som beror av temperaturförhöjning i material benämns termiska. I en så stor lokal som laboratoriehallen finns de termiska skador som kan uppkomma främst i omedelbar närhet av brandhärden eller i själva brandgasplymen. Detta beror på att brandgaserna späds ut under transporten mot taket. Hög takhöjd ger mer utspädda brandgaser och sänker på så sätt temperaturen i brandgaslagret. En brand på övre plan ger mindre men varmare brandgaslager än en lika stor brand på undre planet.

Icketermiska skador kan vara vattenskadorna orsakade av släckvatten samt fukt- smuts- sot- och korrosionsskadorna orsakade av brandgaser. Den här typen av angrepp förstör inte alltid utrustningen omedelbart, men kan komma att orsaka skador i ett senare skede om korrekta saneringsåtgärder inte sätts in. I fallet med elektronik är det först och främst beläggningar innehållande HCl som skapar de allvarligaste skadorna.

5.1.1 SKADOR AV HCl (SALTSYRA)

Då materia innehållande klorföreningar (främst plaster) förbränns, övergår nästan allt klor till HCl i gasform. Värst är PVC som genererar 580 g HCl per kg brunnet material. Vid förbränningen bildas även sotpartiklar och vattenånga. I de fall branden är underventilerad (brist på syre) bildas mer sot än när det finns gott om syre. HCl binds till sotpartiklarna som fastnar på ytor i brandrummet när turbulensen i brandgaslagret minskar. När vattenångan kondenserar på ytan bildas en saltsyralösning som oxiderar metaller. Sotpartiklarna drar till sig och håller kvar fukt så att ytan fortsätter att vara fuktig och att förstöras under lång tid.

Elektroniken förstörs främst genom s.k. elektrisk migration. Det innebär att metalljoner vandrar genom en lösning mellan ledare med olika potential. Jonerna bildar en brygga mellan ledarna som kortsluter dem. För att elektrisk migration skall uppstå krävs en potentialskillnad, fukt/vatten och smuts. Om det finns joner i smutsen ökar hastigheten på de kemiska processerna med ökande koncentration av joner.

Saltsyra förstör även ytor och spel hos mekanisk utrustning. Kontaminationen av HCl mäts i $\mu\text{g} / \text{cm}^2$ och kan med utgångspunkt från tabellen nedan (se tab. 5.1) kopplas till den typ av skada som beläggningen ger upphov till.

Kontamination [$\mu\text{g HCl}/\text{cm}^2$]	Effekt av HCl-kontamination	
	Metallytor	Elektronik
>77	Svår rost, etsade ytor	Kraftig korrosion, katastrofala fel
30	Lätt rost	Aktiv korrosion, korttidsskador
16	Marginella effekter	Moderat korrosion, långtidsskador
8	Inga	Liten ytkorrosion, långtidsskador
3	Inga	Inga

Tabell 5.1: Effekter på metallytor och elektronik av HCl-kontamination. ¹

Utrustningen går ofta att rädda men sanering och återställning tar lång tid och tillförlitligheten hos utrustningen kan bli lägre. Sanering anses nödvändig om beläggningen överstiger $10 \mu\text{g HCl}/\text{cm}^2$. ² I våra beräkningar har vi bedömt att de totala ytorna i lokalen är 1,5 gånger lokalens omslutningsarea. Om vi antar att all HCl beläggs jämnt över dessa ytor innebär det att det räcker med 1,7 kg HCl för att uppnå gränsen för sanering. Omräknat i förbränning av PVC-plast blir motsvarande massa 2,9 kg. Den övre gränsen för när det inte lönar sig att sanera jämfört med att köpa nytt brukar ligga runt $100 \mu\text{g HCl}/\text{cm}^2$. Då det finns utrustning som inte är standard kan det vara aktuellt att sanera även vid högre värden.

¹ Karydas D M, A Probabilistic Methodology ...

² Cider L, Brandskadad elektronik sanering ...

6 SIMULERINGAR AV BRANDFÖRLOPP

6.1 VAL AV SCENARIO

Vi har valt att simulera sex olika scenarion för att få ett brett spektrum av konsekvenser. I inventeringen nämns utställningen, träpallar förpackningsmaterial, apparatskåp, kablar, läckage av hydraulolja, kabeltrummor, personbil och portband som brandrisker. Vi har valt bort brand i hydraulolja därför att denna har stora likheter med brand i träpallar när det gäller effektutveckling. Det är heller inte särskilt intressant ur åtgärdssynpunkt eftersom risken är mycket svår att påverka. Brand i kabeltrummor har valts bort med tanke på likheten med brand i kabelstegar. Portbanden brinner inte utan strålningstillskott från en annan brand. Dessa har därför lagts in som en del av scenariot bilbrand. Förutsättningar, resultat, slutsatser och antaganden som gjorts i samband med simulering finns i appendix A

6.2 RESULTAT

Utdata från beräkningar och simuleringar i datorprogrammet *CFAST*¹ (se appendix C) har analyserats med avseende på massavbrinning, rökproduktion, värmeutveckling och HCl produktion. Därifrån har vi sedan dragit egna slutsatser av effekten på komponenterna. Utförligare analys av brandscenarion finns i appendix A. För varje scenario redovisas var i lokalen skaderisken är störst. Figurerna som redovisar brandriskens lokalisering är endast schematiska, för korrekta ritningar med apparatskåpen utsatta se appendix B.

6.2.1 BRAND I UTSTÄLLNINGEN (1)

En brand i utställningen ger så mycket brandgaser att allt utom markplan rökfylls. Brandgaserna är ganska utspädda varför endast känslig utrustning som t.ex. datorer riskerar att förstöras (se fig. 6.1). Temperaturen i brandgaslagret är för låg för att ge termiska skador. Vi har bedömt sannolikheten för skador på **grupp A** till 0,1-0,5 och **grupp B** till 0-0,1.

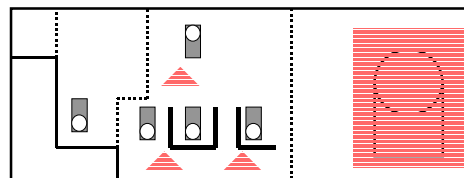


Fig. 6.1: Huvudsakligt riskområde vid brand i utställningen.

¹ NIST, CFAST, HAZARD I Version 1.2

6.2.2 BRAND I PALLAR (2)

Brand i pallar skapar inte tillräckligt mycket brandgaser för att ge stora skador. Däremot kan lokala skador uppkomma på utrustning som är placerad i närheten av pallarna (se fig. 6.2). Vi har bedömt sannolikheten för skador på **grupp A** till 0,1-0,2 och **grupp B** till 0-0,1.

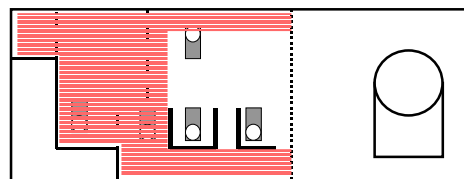


Fig. 6.2: Huvudsakligt riskområde vid brand i pallar.

6.2.3 BRAND I FÖRPACKNINGSMATERIAL (3)

Förpackningsmaterialet skapar så lite brandgaser att de inte når ned till utrustningen. Utrustning som kan stå direkt över eller bredvid det brinnande materialet (se fig. 6.3) förväntas ha en liten risk för skador. I övrigt får utrustningen anses opåverkad. Vi har bedömt sannolikheten för skador på **grupp A** till 0-0,3 och **grupp B** till 0-0,2

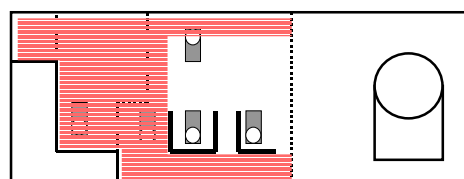


Fig. 6.3: Huvudsakligt riskområde vid brand i förpackningsmaterial.

6.2.4 BRAND I APPARATSKÅP (4)

Vid en brand bland apparatskåpen sprider sig brandgaserna i den undre delen av lokalen. All utrustning hamnar i brandgaslagret men koncentrationen av HCl är relativt låg. Risken för skada är störst hos de skåp som står högt och nära andra skåp (se fig. 6.4) Det är troligt att större delen av anläggningen måste saneras efter en brand i något av apparatskåpen. Vi har bedömt sannolikheten för skador på **grupp A** till

0,3-0,8, **grupp B** till 0,1-0,5 och **grupp C** till 0-0,1.

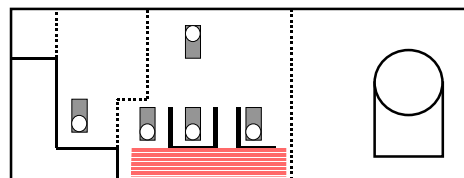


Fig. 6.4: Högriskområde vid brand i apparatskåp.

6.2.5 BRAND I KABLAR (5)

Brand i kablar ger liknande effekter som brand i apparatskåp. Även här är risken för skada störst hos de skåp som står högt eftersom flamspridningen i kablarna först och främst går uppåt. Risken är också störst där det finns mycket kablar d.v.s. utmed västra långsidan (se fig. 6.5). Vi har bedömt sannolikheten för skador på **grupp A** till 0,1-0,9, **grupp B** till 0-0,5 och **grupp C** till 0-0,2.

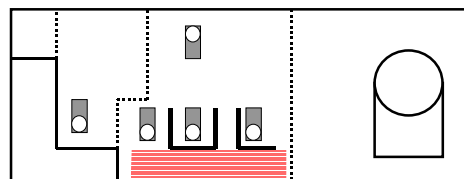


Fig. 6.5: Högriskområde vid brand i kablar.

6.2.6 BRAND I BIL (6)

En bilbrand skapar snabbt så mycket skadliga gaser att hela anläggningen måste saneras (se fig. 6.6). Det är troligt att viss utrustning måste bytas ut. Vi har bedömt sannolikheten för skador på **grupp A** till 0,4-1, **grupp B** till 0,1-0,8 och **grupp C** till 0-0,3.

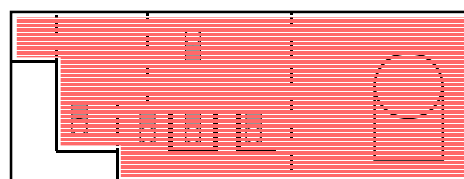


Fig. 6.6: Stort konsekvensområde av bilbrand.

7 PRIORITERING AV KOMPONENTER

7.1 KÄNSLIGHETS- / OSÄKERHETSANALYS AV PRIORITERINGSMETODEN

För att kontrollera i vilken omfattning våra subjektiva bedömningar påverkar resultatet har vi utfört en osäkerhetsanalys på rangordningen med sårbarheten som variabel. Osäkerhetsanalysen, som utförts med datorsimuleringar i programmet *@Risk*¹ omfattar de första 50 komponenterna på rangordningslistan (se appendix D).

Sårbarhetsvärdet för varje scenario har simulerats som triangelfördelat med minsta och största värde beroende av intervallen som presenteras i kap. 6. Vi har tagit hänsyn till att bedömningen av vilken grupp som en given komponent tillhör är subjektiv. Vid simuleringen har intervallet därför breddats med 0,1 både uppåt och nedåt där det har varit möjligt. Som mest sannolikt värde har värdet från Appendix D använts. Antalet simuleringar är 10 000 och simuleringsmetoden är Latin Hypercube.

Vi har valt att studera medelvärde samt 5- och 95-percentilerna. I diagrammet nedan (se fig.7.1) visas variationen i plats på rangordningslistan för de 50 högst rankade komponenterna.

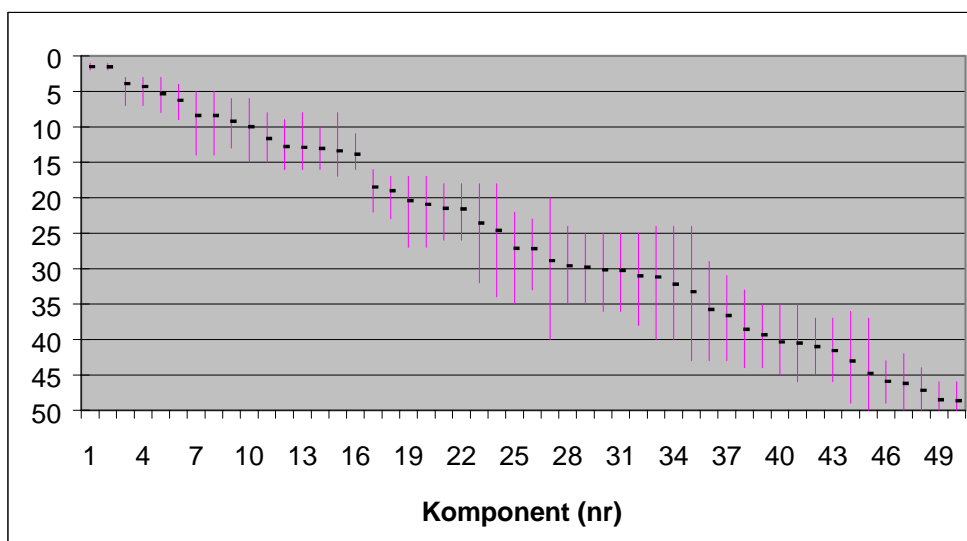


Fig. 7.1: Spridning av rangordning för de 50 högst rangordnade komponenterna. Lila linje markerar 90% konfidensintervall. Punkt markerar medelvärdet. Komponenterna är numrerade enligt tab. 7.1 nedan.

¹ Palisade Corporation, @Risk, The Decision Tools Suite, 1997

R	R _o	Komponent / Delsystem	R	R _o	Komponent / Delsystem
1	1	EB-Gun + Vakuumpumpar	26	23	Centralutr. (inkl. kommunikation)
2	3	Röntgen (Varian Linatron 3000)	27	32	Ramverk
3	2	High Voltage Tank	28	29	Centraldatorpanel (PC)
4	4	Styrbox (Varian)	29	26	Styrningar (Siemens Simatic S5)
5	5	Gun Control Cabinet	30	27	Lasermätningstr
6	6	Beam Current Control Cabinet	31	30	Centraldatorskåp
7	8	Modulator	32	28	Motorställverk (öppen botten)
8	8	Regulator	33	35	Motorer
9	11	Styr / Kraft, Vakuumpump, EB-Gun	34	37	Encoders
10	7	Transformator / Inverter	35	49	Kontakter (Staubli)
11	12	Operatörspanel (PC, Simens)	36	40	Elcentral för inkommande kraft
12	13	Arbetsstation (röntgen)	37	33	Detector Chiller
13	15	Lockhanterare + Motorer	38	34	Säkerhetsreläer (110 V)
14	10	Motorstyrning (Sirotec)	39	42	Styrbox Georges Renault
15	25	Detektorer sensorer	40	36	Styr- / Kraftskåp (lockhanterare)
16	14	Apparatskåp	41	39	Sliding Seal Cabinet (öppen botten)
17	16	Frekvensstyrningar ACS 600	42	38	I/O-moduler
18	17	Synkroniseringsutrustning	43	41	Nödstoppskåp (slutet)
19	19	X-Ray Chiller	44	60	Styrsystem
20	18	Motorkontrollskåp (jacking frame)	45	61	Sänd / mottagare
21	21	Frekvensstyrning (ACS 600)	46	43	Förstärkarreläer (110 V)
22	20	Arbetsstation PC	47	46	Travers
23	24	Transformator	48	47	Styrbox Eclipse Magnetics
24	31	Lock-och skruvhanteringsutrustning	49	44	Förstärkarreläer
25	22	Lampor / vred	50	45	Förstärkarreläer (110 V)

Tab. 7.1: Rangordning enligt simulering i @Risk. Kursiverade värden är rangordning enligt ursprungsvärdet (appendix D).

För att se hur stort genomslag den variationen i resultat har som presenteras i figuren ovan, undersöks korrelationen mellan de olika variablerna och prioriteringsvärdet [P].

Den största korrelationen med [P] har återställningstiden [T] medan korrelationen mellan [P] och sårbarheten [s] är den lägsta.

[P] - [T]	0,82
[P] - [K]	0,60
[P] - [c]	0,42
[P] - [s]	0,31

När åtgärdsförslagen som här inte grundar sig på en regelrätt kostnad-nytta analys utan rangordning av komponenterna är de viktigaste faktorerna i bedömningen återställningstid och återanskaffningskostnad. Osäkerhetsanalysen visar på vikten av att inte enbart studera rangordningen utan även ta hänsyn till andra faktorer. Ett exempel på sådana faktorer är mycket enkla åtgärder som drastiskt minskar sannolikheten för uppkomst av brand.

Som visas i fig. 7.1 är det få komponenter som har större variation än 10 platser på rangordningslistan med de osäkerheter som vi bedömer att vi har. Vid beslut om åtgärder utifrån rangordningslistan är det viktigt att man studerar hur nära i prioriteringsvärde [P] omgivande komponenter på rangordningslistan ligger (se appendix D). Detta för att ta hänsyn till de variationer i indata som finns.

7.2 RESULTAT

Resultaten från rangordningen av prioriteringsvärde (se appendix E) visar att EB-Gun + Vakuumpumpar, High Voltage Tank, Röntgen, Röntgenstyrbox, och Gun Control Cabinet i nämnd ordning löper störst risk att skadas vid brand. De följande fem är Beam Current Control Cabinet, Transformator / Inverter, Modulator, Regulator och Motorstyrning (Sirotec). Dessa har prioriteringsvärden i storleksordning med de fem första. Vi ser att det är störst risker med den specialbeställda utrustningen p.g.a. långa ledtider och höga priser vilket är naturligt eftersom återställningstid och återanskaffningskostnad har så stor betydelse för prioriteringen. Prioriteringen visar vilka komponenter man i första hand bör skydda mot brand.

För att påvisa hur mycket det skulle kosta SKB om en komponent totalförstörs och måste beställas från tillverkaren finns även EML uträknat i appendix D. Rangordning av EML (se appendix E) visar att det är ungefär samma komponenter som ovan som ligger högt. Inbördes ordning är i det här fallet av ringa betydelse utan skall ses som orienterande.

Komponenter har även rangordnats med avseende på sårbarhet. De komponenter som enligt vår bedömning löper störst risk att förstöras vid brand är elektronik som centraldatorpanel, stora delar av centraldatorskåpet, frekvensstyrningar, motorstyrningar, lasermätutrustning och synkroniseringsutrustning. Dessa innehåller kretskort och hårddiskar som är speciellt känsliga för nedsmutsning och korrosion. Riskerna för dessa kan i många fall minskas genom att försluta utrustningen bättre (se kap 8 –Förslag till åtgärder).

Vi har även valt att rangordna konsekvensen stilleståndskostnad för att visa hur likadana komponenter ger olika stilleståndskostnader beroende på vilket system de tillhör. Detta visar att det kan vara aktuellt att flytta en komponent från ett system till ett annat om inte installationen är alltför komplicerad. Det kan i och för sig bli aktuellt att flytta komponenter från system med hög kritikalitet till ett med lägre eftersom alla system inte används samtidigt.

Om stilleståndskostnaden jämförs med återanskaffningskostnaden påvisas att vissa komponenter ger betydligt högre kostnader om de går sönder jämfört med vad det kostar att ha dem i lager. Om tillförlitligheten hos komponenten analyseras resulterar det i ett beslutsunderlag för vilka komponenter man bör lagerhålla. Vissa komponenter har dock så höga värden att de bör lagerhållas utan vidare analys.

De olika presentationsalternativen har valts för att ge ett så komplett beslutsunderlag som möjligt även för andra åtgärder än brandskydd.

8 FÖRSLAG TILL ÅTGÄRDER

8.1 FÖREBYGGANDE BRANDSKYDDÅTGÄRDER

8.1.1 SPRINKLER OCH BRANDCELLSINDELNING

Det allvarligaste scenariot är enligt appendix D scenario 6, bilbrand. Skulle bilen placeras utomhus eller i kallförrådet istället för i laboratoriehallens garagedel minskar konsekvenserna för kärnverksamheten drastiskt. $\Sigma[P]$ minskar från 32 Mkr till 19 Mkr vilket är en reduktion med 42 %. Sprinklerinstallation i garagedelen skulle ge samma effekt men till en betydligt högre kostnad. Om garagedelen sprinklas kan den användas som lagringsplats för reservdelar och skräp vilket minskar konsekvenserna för pall- och emballagebrand. Beräkning i programmet *Detact*¹ visar att sprinkler med RTI-värde 30 och aktiveringstemperatur 68°C på 2 m radiellt avstånd, aktiveras efter 220 sekunder. Temperaturen i garaget är då 270°C vilket innebär att portbanden börjat smälta. Portbanden skyddas alltså inte tillräckligt vid sprinkling och bör därför tas bort om något brännbart skall förvaras i närheten. **Vi rekommenderar därför att portbanden tas bort och bilen flyttas.** Ett alternativ till detta är att uppföra en brandcellsavskiljande vägg med port mellan garagedelen och laboratoriehallen. Den senare åtgärden medför att man även i fortsättningen kan utnyttja garagedelen till förvaring av bil och <a brännbart material.

Vi anser att effekten av att installera sprinkler i hela lokalen är för liten i jämförelse med kostnaden för att vara motiverad. Takhöjden medför att effektutvecklingen enligt *Detact* måste uppnå 13,5 MW för att aktivera ovanstående typ av sprinkler. I dagsläget finns enligt vår bedömning inget i anläggningen som kan utveckla denna effekt utan att redan förstört större delen av anläggningen.

8.1.2 UTBYGGNAD AV BEFINTLIGT BRANDLARM

Brand i utställningen kan fortgå och växa sig stark under lång tid innan brandlarmet med säkerhet aktiveras. Vi föreslår därför en **utbyggnad av det befintliga brandlarmet så att detektering av brand i utställningen säkerställs.** Även om brand i utställningen enligt vår bedömning inte utgör den största risken i Kapsellaboratoriet så bör man företa någon åtgärd för att minska konsekvensen för anläggningen.

8.1.3 ORGANISATORISKA ÅTGÄRDER

För att undvika att brand uppstår bör **rutiner skapas för hantering av skräp, emballage och utrustning som inte används dagligen** så att dessa inte utgör brandrisk eller förvärrar konsekvenserna vid brand. Det brännbara material som behöver vara kvar bör flyttas till garagedelen oavsett om en brandcellsavskiljande vägg uppförs mellan garagedelen och laboratoriehallen eller ej. Detta eftersom garagedelen har lägre takhöjd än laboratoriehallen vilket ökar möjligheten till tidig aktivering av rökdetektor.

¹ NIST, Detact, HAZARD I Version 1.2

För att minska brandgasspridningen om brand inträffar bör **portar och dörrar till apparatskåp, svetskammare, röntgenkammare och förråd stängas då arbetsdagen slutar.**

Vi rekommenderar att någon på kapsellaboratoriet med tillräcklig auktoritet blir **ansvarig för brandskyddet**. På så vis hålls brandskyddsfrågor aktuella och ambitionen att upprätthålla hög brandsäkerhet blir lättare att uppnå.

8.2 BRANDSKYDD AV ENSKILDA KOMPONENTER

8.2.1 DETEKTION AV BRAND I SKÅP

För att förhindra att en brand i ett apparatskåp utvecklas oupptäckt och skadar andra komponenter i andra apparatskåp, bör **rökdetektorer installeras i skåpen**. Lämpligaste alternativet för installation i apparatskåp är s.k. samplande detektorer. Dessa består av en fläkt som samlar in luft från skåpet och en del med detektorer som utsätts för den insamlade luften. Detektorerna kopplas sedan till det befintliga brandlarmet. Denna åtgärd leder till en tidigare upptäckt av bränder i apparatskåp, men kräver att det finns personal på plats för att kunna begränsa skadorna.

8.2.2 AKTIVT SKYDD AV SKÅP

De skåp som har höga prioriteringsvärden bör på ett eller flera sätt skyddas. I nuläget är flera skåp i stort sett öppna i botten. Den första och enklaste åtgärden för att öka skydd av skåp är att **täta botten** på alla skåp som står direkt på gallergretingen.

På marknaden finns i dagsläget flera olika alternativ för att skydda sig mot bränder i apparatskåp. Effektivast är enligt vår bedömning ett s.k. inerteringssystem som fyller skåpet med gas som kväver och kyler branden. Den vanligaste gasen är CO₂. Ett exempel på ett system som bygger på ovanstående metod är Fire Trace™. Systemet består i sin enklaste form av en trycksatt slang av ett plastmaterial som smälter vid värmepåverkan, en tryckventil och en behållare med CO₂. Slangen dras genom de skåp man vill skydda och vid en ev. brand kommer slangen att smälta av inne i det brandutsatta skåpet, vilket ger en platsspecifik applicering av släcksystemet. Fire Trace™ erbjuder även möjligheten att enkelt koppla släcksystemet till det befintliga brandlarmet. Kostnaden för systemet är c:a 8000 kr per skåp vilket relativt värdet av skåpet är nästan obetydlig. Det är möjligt att det finns liknande konkurrerande system på marknaden. Detta har inte undersökts.

Installation av någon typ av släcksystem i apparatskåpen leder till att scenario 4, brand i apparatskåp, i princip inte kan skada något annat apparatskåp än det som brinner. Σ[P] minskar då från 32 Mkr till 25 Mkr, vilket är en reduktion med 21 %.

Vi rekommenderar att någon form av **släcksystem installeras i de viktigaste skåpen** samt att de förses med samplande rökdetektorer. Vi anser att detektering m.h.a. rökdetektor går fortare, vilket gör att större värden kan räddas om lokalen är bemannad. Detta kräver dock att personalen är tränad på att själva släcka vid larm.

Ett alternativ till ovanstående åtgärd är att se till att alla skåp som behöver kylning övertryck-ventileras med uteluft och att alla andra skåp tätas noggrant för att undvika kontaminering av skåpet.

8.3 ALLMÄN ÅTGÄRD.

I Appendix E finns stilleståndskostnad / återanskaffningskostnad redovisad för de olika komponenterna. Tabellen i appendix E visar på behovet av att köpa in och lagerhålla dubletter av de komponenter som har hög relativ stilleståndskostnad och inte lagerhålls i dagsläget. Många av dessa är förhållandevis billiga. Lagerhållning förebygger onödiga och dyrbara stillestånd p.g.a. låg tillförlitlighet hos dessa komponenter. Vi föreslår att man studerar tabellen i appendix E och med utgångspunkt från denna och erfarenheter om tillförlitligheten hos utrustningen beslutar vilka komponenter som det är värt att lagerhålla.

9 RESTVÄRDESRÄDDNING OCH SANERING

I händelse av brand utsätts elektronik och inredning för påverkan i form av vatten, fukt, smuts och sot (se kap. 5). Elektriska komponenter är känsliga för nedsmutsning, särskilt om smutsen innehåller korrosiva ämnen såsom HCl. Saltsyra och sot förstör komponenterna dels genom sina ledande egenskaper och dels genom korrosion. Beläggningar av sot tillsammans med den förhöjda fukthalt som ofta följer av släckningsarbetet gör att HCl binds på komponentens yta och beläggningen blir kvar när brandgaserna har vädrats ut och angriper materialet under en längre tid. Det är därför av största vikt att utrustning tas om hand omedelbart efter ett brandtillbud.

9.1 ORGANISATION VID RESTVÄRDESRÄDDNING

När räddningsinsatsen är avslutad är ägaren ansvarig för att ta hand om restvärdet. Genom samarbetsavtal mellan försäkringsbolagen (Larmtjänst AB) och räddningstjänsten skall räddningstjänsten svara för att skapa en ”torr” skadeplats, dvs suga upp vatten, ventilera ut brandgaser samt torka och emballera känsligt gods. Krävs fortsatt restvärdesskydd tillhandahåller försäkringsbolaget eller Larmtjänst AB restvärdesledare som administrerar restvärdes- och saneringsarbetet. Restvärdesledarna är specialutbildade brandbefäl som på sin fritid engageras av försäkringsbranschen. Restvärdesledaren etablerar en projektorganisation och engagerar personal från det drabbade företaget, från räddningstjänsten och från olika saneringsföretag.¹

9.2 DRÄNERING OCH AVFUKTNING

Korrosions hastigheten är starkt beroende av fukthalten varför en första åtgärd vid restvärdesräddning är att se till att sänka den relativa fuktigheten. Till att börja med måste allt synbart vatten avlägsnas och därefter skall man försöka att hitta eventuellt dolda vätskepooler och ta bort dessa. När det fria vattnet är borta skall den relativa fuktigheten i luften sänkas till en nivå under 40%. Detta kan göras antingen genom att höja temperaturen eller m.h.a. avfuktare. Det bästa alternativet är att använda avfuktare eftersom temperaturhöjning inte ger någon bestående sänkning av luftens fukthalt. Om, som här, lokalen är stor krävs det väldigt stora resurser för att avfukta luften. Ett alternativ är då att bygga in utrustningen i plasttält och skapa en torr miljö inuti tältet för att snabbare stoppa rostangrepp. Viss utrustning kan man flytta till en annan torr lokal.

9.3 RENGÖRING

Som grovsanering börjar man om möjligt med torrensugning d.v.s. dammsugning, manuell torkning eller blåsning med tryckluft. Därefter följer våtrengöring med vatten med alkaliska lösningsmedel eller organiska lösningsmedel. Mekanisk utrustning kan oljas in med rostskyddsolja till dess rengöring sker.²

¹ Larmtjänst,Handledning för akut och fortsatt restvärdesskydd.

² SBF, Restvärdesräddning, - En handledning ...

9.3.1 SANERING AV ELEKTRONIK

Elektroniska komponenter demonteras och saneras av företag som specialiserat sig på detta. Det finns ett antal olika metoder som innefattar bl.a. tryckspolning med tvättlösning, borstning med pensel, tvättning i automatisk utrustning samt sanering m.h.a. ultraljudstvätt. När komponenterna är sanerade klarar de renhetskrav som många tillverkare använder dvs. $1,5 \mu\text{g}$ kloridföreningar/cm².¹ Det finns möjligheter att i förhand teckna avtal med saneringsföretag och få förhandsuppgifter på saneringskostnaden.

9.4 SKBs ANSVAR VID RESTVÄRDESRÄDDNING.

Anläggningsägaren bär formellt hela ansvaret för restvärdet, men genom försäkringsbolagets avtal med räddningstjänsten minimeras detta ansvar. Det enda anläggningsägaren behöver tänka på är att försäkringsbolaget måste ha formell koppling till den svenska försäkringsbranschen. Om svensk försäkring saknas finns möjlighet för företaget att teckna särskilt avtal med Larmtjänst.²

Vid eventuell restvärdesräddning krävs uppgifter om komponenterna för att bedöma vad som är värt att rädda och vad som kan ersättas och hur komponenterna skall prioriteras. SKB måste därför vara beredd på att ställa personal till förfogande för att få fram uppgifterna så snabbt som möjligt.

¹ Cider L, Brandskadad elektronik sanering ...

² Larmtjänst,Handledning för akut och fortsatt restvärdesskydd.

10 INKAPSLINGSANLÄGGNINGEN

10.1 BRANDTEKNISK PROJEKTERING

Då man projekterar för byggandet av den nya Inkapslingsanläggningen är det viktigt att tänka på brandskydd på ett tidigt stadium. Kostnaden för förändringar ökar exponentiellt med tiden och det är därför betydligt billigare att göra rätt från början jämfört med att i efterhand göra förändringar för att tillgodose krav på brandskydd.

Projekteringen av inkapslingsanläggningen har vad vi förstått inte kommit så långt att det är meningsfullt att precisera brandskyddet i detalj. Brandskyddet bör enligt vår uppfattning utföras av fackman som går in tidigt i projekteringen (nu) och kan följa projektet kontinuerligt tills anläggningen tas i drift eller längre.

10.2 REDUNDANTA SYSTEM

Flera av komponenterna som ligger högt upp på rangordningslistan har en betydligt högre eller lika hög stilleståndskostnad som återanskaffningskostnad. Stilleståndskostnaden för inkapslingsanläggningen kommer enligt vår bedömning bli flera gånger högre. Därmed kan det löna sig att ha redundanta system även för de komponenter som betingar mycket högt inköpspris t.ex. elektronstrålesvetsen. För att få ett tillräckligt beslutsunderlag måste givetvis komponentens tillförlitlighet och kritikalitet utvärderas ytterligare. Här bör de erfarenheter om komponenters tillförlitlighet som gjorts under driften av Kapsellaboratoriet tas i beaktande.

10.3 VENTILATION

Brandgaser kan p.g.a. tryckökning i lokalen pressas in i apparatskåp även om dessa är väl tätade. Ventilationen i lokalen och kylningen av apparatskåp bör utformas med tanke på detta. En lösning är att samla alla apparatskåp med hög kritikalitet i ett brandtekniskt avskilt utrymme och installera ett inertgassystem i detta.

10.4 KABLAR OCH KABELDRAGNING

Det scenario som det är svårast att skydda sig emot är brand i kablar. För att minska konsekvenserna av brand kan kablar utföras med dubblerade system, fysiskt åtskilda i sprinklade kabelbanor. Kablarna bör även vara flamskyddade och ha isolering som inte bildar HCl vid förbränning.

11 INSATSPLANERING

En insatsplan har utformats enligt Räddningstjänsten i Oskarshamns önskemål. Denna innehåller bl.a. angreppsvägar, objektsbeskrivning, planritningar och kontaktpersoner. Insatsplanen ger även vägledning om särskilt skyddsvärd utrustning och var i anläggningen denna är belägen. Vi har valt att bilägga insatsplanen i appendix F.

12 REFERENSER

12.1 LITTERATUR

Cerberus, *Produktblad CAB 0138 utgåva 94.05*, (Sverige) 1996

Cider Lennart, *Brandskadad elektronik sanering och tillförlitlighet*, Institutet för verkstadsteknisk forskning, Göteborg (Sverige) 1992

Ierardi James A., *A computer model of fire spread from engine to passenger compartments in post-collision vehicles*, Worcester Polytechnic Institute, Worcester (USA) 1999

Karlsson Björn, *Modeling of Fire Growth on Combustible Lining Materials in Enclosures*, Report TVBB-1009, Lund (Sverige) 1992

Karlsson Björn / Quintiere James G., *Enclosure Fire Dynamics*, Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Lund (Sverige) 1998

Karydas D. M., *A Probabilistic Methodology for the Fire Smoke Hazard Analysis of Electronic Equipment*, Department of Industrial Engineering and Information Systems, Northeastern University, Boston (USA) 1990

Keski-Rahkonen Olavi / Mangs Johan, *Full scale fire experiments on electronic cabinets II*, VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo (Finland) 1996

Larntjänst, *Handledning för akut och fortsatt restvärdeskydd*, Larntjänst AB, Stockholm (Sverige) 1997

Rothstein, *The estimation of the fire hazard in different occupancies*, Fire Surveyor vol. 8, no. 2, pp 21,25

SBF, *Restvärdesräddning - En handledning vid skadesanering*, Svenska brandförsvärsföreningen, Stockholm (Sverige) 1988

SKB, *Så tar vi hand om Sveriges radioaktiva avfall*, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm (Sverige) 1997

Särdqvist Stefan, *An Engineering Approach to Fire-Fighting Tactics*, Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Lund (Sverige) 1996

Särdqvist Stefan, *Initial Fires*, Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Lund (Sverige) 1993

Tewarson Archibald, *the SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, Section 3 Chapter 4, SFPE Society of Fire Protection Engineers, Quincy (USA) 1995

12.2 PROGRAMVAROR

NIST, National Institute of Standards and Technology, *Detact, HAZARD I Version 1.2*

NIST, National Institute of Standards and Technology, *CFAST, HAZARD I Version 1.2*

Palisade Corporation, *@Risk, The Decision Tools Suite, 1997*

APPENDIX

APPENDIX A: SIMULERING AV BRANDFÖRLOPP

BERÄKNINGSMODELL FÖR TRANSPORT AV BRANDGASER

För att kunna avgöra tiden till det att brandlarmet löser ut och om tvåzonsbildning är möjlig, vill vi veta om brandgaserna kan transporteras upp till taket på byggnaden. Lyftkraften hos brandgaserna kommer sig av en densitetsdifferens mellan brandgaserna och den omgivande luften. Denna är i sin tur orsakad av en skillnad i temperatur. Brandgaserna späds ut genom inblandning av svalare omgivande luft under transporten mot taket och temperaturen sjunker därmed med ökande höjd över branden. Vi beräknar temperaturskillnaden, ΔT_x [$^{\circ}\text{C}$] i plymens mitt vid en viss höjd, x [m] och antar att ett $\Delta T_x > 10\text{-}20$ $^{\circ}\text{C}$ är tillräckligt för att övervinna diffusion och lufrörelser som finns i lokalen. Slutsatsen är att om $\Delta T_x > 10\text{-}20$ $^{\circ}\text{C}$ på höjden x [m] kommer brandgaserna att passera denna nivå. För att beräkna detta har vi använt oss av Heskestads förenklade plymekvation¹.

$$\Delta T_0 = 25 \times \left(\frac{\dot{Q}_C^{2/5}}{(z - z_0)} \right)^{5/3} \quad z_0 = 0,083 \dot{Q}^{2/5} - 1,02D$$

ΔT_0 = Temperaturförhöjning utmed plymens centrumlinje [$^{\circ}\text{C}$]

\dot{Q} = Den simulerade effektutvecklingen [kW]

\dot{Q}_C = Den konvektiva delen av effektutvecklingen [kW]. Vi har valt $0,7 \times \dot{Q}$.

z = Höjd över brandhärden

z_0 = Plymens virtuella ursprungshöjd [m]

D = Brandhärden diameter, här valt till 2 m i alla scenarion.

¹ Karlsson B / Quintierie J G, Enclosure ...

BRANDSCENARIO 1 - BRAND I UTSTÄLLNINGEN

FÖRUTSÄTTNINGAR

Utställningen som finns i den sydöstra delen av laboratoriehallen är byggd av obehandlad plywood och träfiberskiva. Materialen är enligt uppgift från leverantören inte tändskyddade. Som tidigare nämnts finns det gott om tändkällor i form av TV-apparater och bildskärmar i utställningen. Brandförloppet har simulerats m.h.a. *CFAST*¹. Indatafiler till *CFAST* finns i appendix C

I brist på användbara data på effektutveckling vid brand i träfiberskiva eller plywood använder vi data för spånskiva (particleboard) från ett s.k. *room corner test* i fullskala. Detta test ger en effektutvecklingskurva som i princip är linjär fram till 200 s då den når 500 kW, efter detta ökar effektutvecklingen brant.² Den branta ökningen efter 200 s beror på återstrålning från taket i testrummet. Eftersom någon återstrålning från taket inte är aktuell i laboratoriehallen använder vi här en effektutveckling, Q [kW] som följer sambandet $Q = 2,5 \times t$, där t är tiden i [s] (se fig. A.1). Förbränningsentalpin, ΔH_c , för spånskiva (particlebord) är 14 kJ/g.³

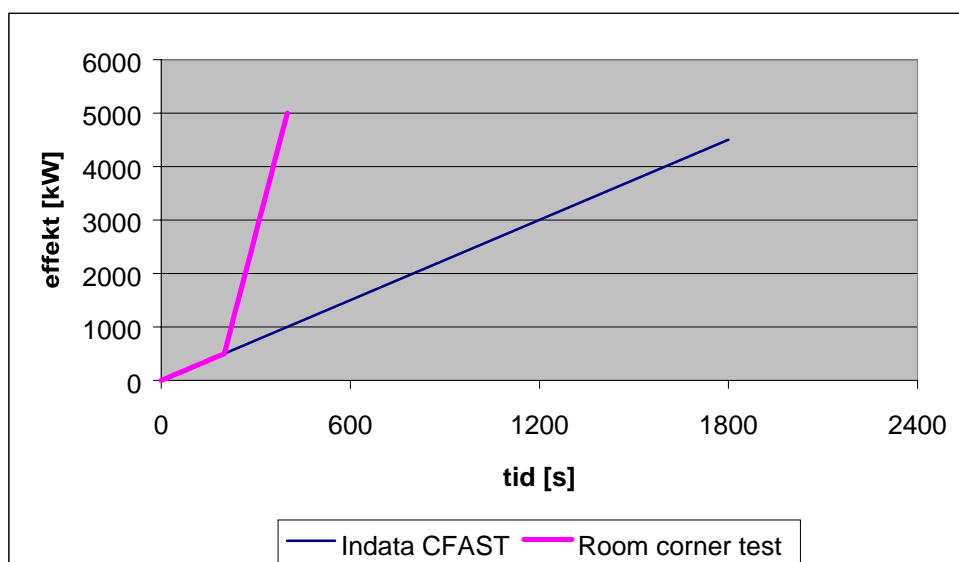


Fig. A.1: Effektutvecklingskurva vid simulering av brand i utställning.

¹ NIST, CFAST, HAZARD I Version 1.2

² Karlsson B, Modeling of Fire Growth on ...

³ Tewarson A, the SFPE Handbook of ...

RESULTAT AV BERÄKNINGAR OCH SIMULERINGAR

BRANDGASER

I detta scenario kommer temperaturhöjningen i plymen vid taket att vara 10°C efter 8 min och 20°C efter 18 min. Slutsatsen blir därmed att brandgaserna förväntas nå upp till taket och att tvåzonsbildning uppstår. Brandgaslagret sjunker enligt CFAST-simulering ned till 3 m över golvet inom 30 min. (se fig. A.2).

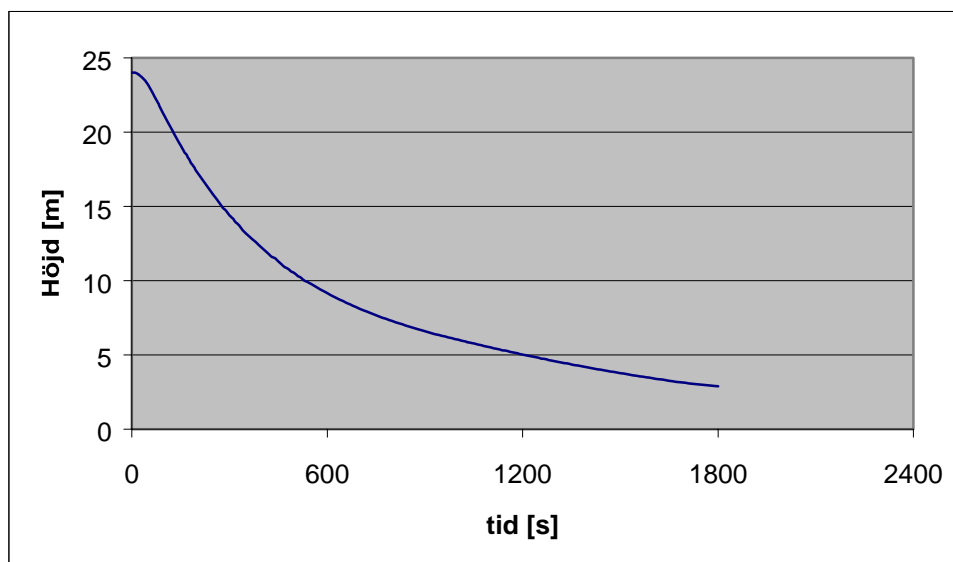


Fig. A.2: Brandgaslagrets höjd vid simulering av brand i utställningen enligt CFAST. Brandgaserna når plan 4 redan efter c:a 10 minuter

Simuleringen visar att temperaturen i brandgaslagret inte stiger över 55°C. Detta är inte tillräckligt för att orsaka termiska skador på utrustningen. Mer alarmerande är att brandgaslagret relativt snabbt kommer ner på en nivå som gör att brandgaserna kan skada utrustningen på översta planet. Det finns även risk för att utrustning på de undre planen blir påverkade.

LARMTIDER

För att få en uppfattning om hur lång tid det tar innan räddningstjänsten kan vara på plats uppskattar vi brandlarmets aktiveringstider. Optiska rökdetektorer av ljusspridningstyp från ett annat fabrikat än det som är installerat har en larmnivå som ligger vid 4-7 % fördunkling av ljus¹ vilket motsvarar 0.17-0.32 Obscura. Vi har valt att använda 0,3 Obscura som larmnivå. När trämaterial brinner med flamma alstras c:a 200 Obm³/kg vilket kan jämföras med glödbrand som ger en rökpotential på c:a 1900 Obm³/kg. Montrarna innehåller även en del plastmaterial som bidrar till rökproduktionen. Vi har antagit och simulerat flambrand som enligt resonemanget i kapitlet ovan ger tvåzonsbildning. Dessa ingångsvärden ger oss att larmet löser ut c:a 15 min. efter det att branden startat. Räddningstjänsten har en insatstid på c:a 10 min vilket betyder att branden kan börja bekämpas efter c:a 25 minuter.

¹ Cerberus, Produktblad CAB 0138 utgåva 94.05.

KONSEKVENSN AV BRAND I UTSTÄLLNINGEN

Då räddningstjänsten påbörjar insats ligger brandgaserna på en nivå knappt 4 m över golvet. Vi antar därför att utrustningen på plan ett inte utsätts för brandgaser då sårbarhetsanalysen i kap. 4 och 7 genomförs. Brandgaserna innehåller troligen endast mindre mängder kloridjoner. Effekten är c:a 3,8 MW (se fig. A.1), vilket räddningstjänsten bör klara av att bekämpa.¹

¹ Särdaqvist S, An Engineering Approach to ...

BRANDSCENARIO 2 – BRAND I TRÄPALLAR

FÖRUTSÄTTNINGAR

I detta scenario antas ett antal pallar (3-4 st) som står på golvet i labbhallen av okänd anledning fattar eld. Vi antar med stöd av litteratur, flambrand och att effektutvecklingen följer en s.k. αt^2 -kurva under tillväxtstadiet. Detta innebär att effektutvecklingen, Q [kW] följer sambandet $Q = \alpha t^2$, där α beskriver hur fort effekten ökar med tiden t . Maxeffekten anges i litteraturen till 1420 kW och α till 0,012 kJ/s.¹ Vid konstruktion av en dimensionerande effektkurva låter vi branden växa tills den når 1420 kW då den planar ut (se fig. A.3). För barrträ (Douglas fir) anges förbränningsentalpin, ΔH_c till 13 kJ/g.² Om effektutvecklingen avtar linjärt från 800 s för att helt upphöra vid 1200 s, kommer den förbrända massan att uppgå till knappt 80 kg, vilket är rimligt.

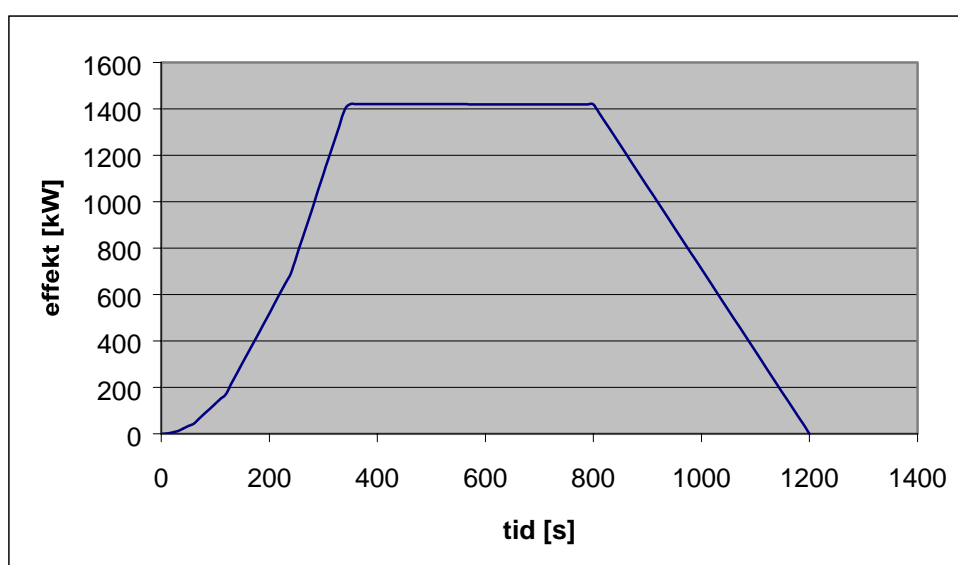


Fig. A.3: Effektutvecklingskurva vid simulering av brand i pallar.

RESULTAT AV BERÄKNINGAR OCH SIMULERINGAR

BRANDGASER

Vid simuleringen av detta scenario påvisas inte någon större risk för termiska skador. Däremot kommer brandgaslagret enligt *CFAST* relativt snabbt att nå ned till översta våningen i labbhallen. Beräkningar som utförts på samma sätt som för scenario 1 visar att plymtemperaturen på taknivån inte uppnår 20°C förhöjning (se fig. A.4). Det är därmed inte säkert att brandgaserna kommer att bilda den övre zon som *CFAST* förutsätter varför giltigheten av modellen är tveksam. Temperaturgradienterna ligger trots allt så högt att vi valt att använda oss av resultaten från *CFAST*.

¹ Karlsson B / Quintierie J G, Enclosure ...

² Tewarson A, the SFPE Handbook of ...

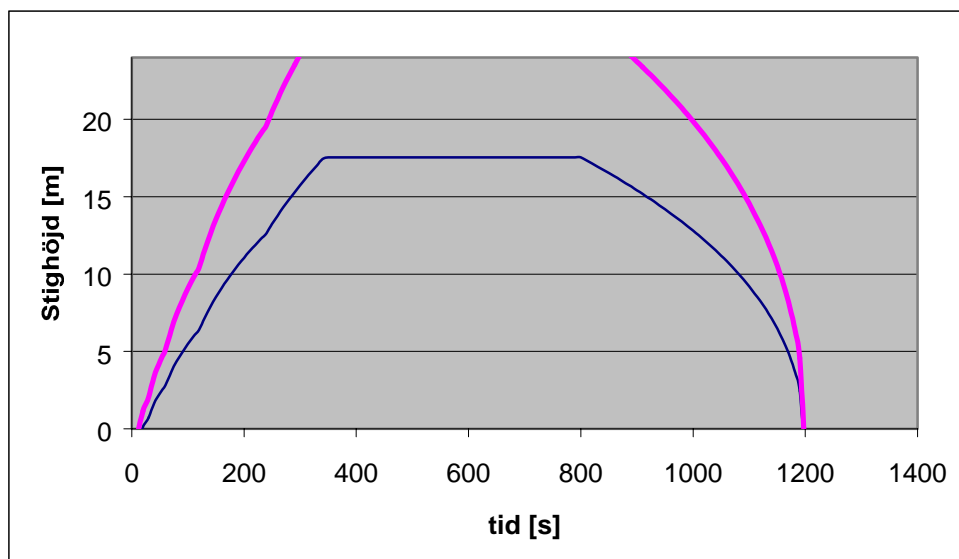


Fig. A.4: Temperaturgradienter i plymen för uppskattning av brandgasernas stighöjd. Den övre kurvan visar på vilken höjd brandgaserna har en temperaur som är 10°C högre än omgivningstemperaturen. Den undre visar höjden för 20°C temperaturförhöjning.

LARMTIDER

Uppskattningen av tiden till det att brandlarmet aktiveras har gjorts på samma sätt som för scenario 1. Rökpotentialen för trä ($200 \text{ obm}^3/\text{kg}$) används och även här aktiveras larmet efter c:a 15 min förutsatt flambrand och tvåzonsbildning. Om brandgaserna istället sprider sig jämnt över hela lokalen finns risk att brandlarmet inte aktiveras inom en halvtimme. Resultatet är alarmerande då det betyder att en brand av den här typen inte med säkerhet kommer att aktivera brandlarmet. Detta medför att en brand som genererar lite rök kan brinna ut oupptäckt och skada elektronik och övrig utrustning.

KONSEKVENSN AV BRAND I PALLAR

När räddningstjänsten är på plats efter 25 min. har branden, om den inte spridit sig, redan avtagit av sig själv. Rökgaslagret ligger på c:a 4,5 m och påverkar därmed andra och tredje plan. Temperaturen och koncentrationen av skadliga ämnen är däremot relativt låg varför scenariot är ganska ofarligt så länge inga plaster är inblandade i branden (se scenario 3). Det finns däremot risk för lokala skador om pallarna är placerade direkt under elektronisk utrustning.

BRANDSCENARIO 3 - BRAND I FÖRPACKNINGSMATERIAL

FÖRUTSÄTTNINGAR

Brandscenario 3 bygger på att det tar eld i emballagematerial som finns uppstaplat i lokalen på olika platser. För att bestämma effektutvecklingskurvan för emballagematerialet har vi använt oss av data från försök med wellpapplådor fyllda med polystyrenchips.¹ Lådorna är 380×570×380 mm³ och staplade 2×2×3. Varje kartong väger 1120 g. Av detta är 420 g polystyren och 700 g kartong. Effektutvecklingskurvan förenklas något för att underlätta vid simuleringen. Detta innebär att effektutvecklingen är obetydlig fram till 480 s för att sedan öka linjärt upp till 2250 kW vid 570 s, effektutvecklingen minskar sedan linjärt för att nå 0 kW vid 780 s (se fig. A.5).

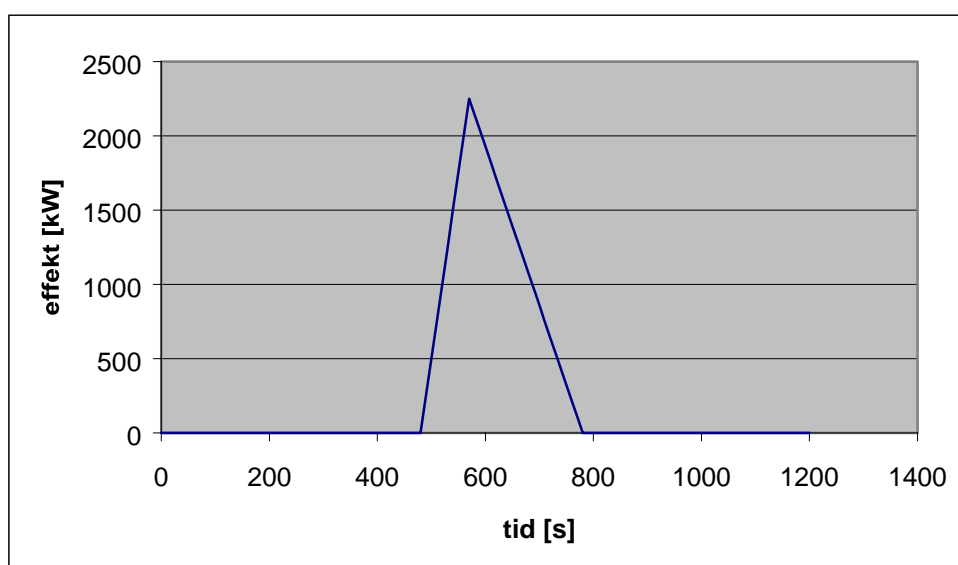


Fig. A.5: Effektutveckling vid simulering av brand i förpackningsmaterial. Kurvan är en förenkling av resultat från test utförda med en pall med polystyrenchips i kartonger.

Vi har simulerat branden på alla tre planen i labbhallen för att kunna se effekten av brandgasernas utspädning på väg upp mot taket. För polystyren finns som indata förutom förbränningsentalpin, $\Delta H_c = 25,9$ kJ/g, även produktionen av kol, $Y_{ch} = 0.015$ g/g och sot, $Y_s = 0,200$ g/g angiven. För wellpapp är $\Delta H_c = 13.2$ kJ/g.²

RESULTAT AV BERÄKNINGAR OCH SIMULERINGAR

BRANDGASER

När väl effektutvecklingen sätter fart kommer temperaturen ganska snabbt upp till tillräcklig nivå för att skapa lyftkraft åt brandgaserna. Temperaturen i brandgaslagret är

¹ Särqvist S, Initial Fires ...

² Tewarson A, the SFPE Handbook of ...

även här för låg för att ge termiska skador (43°C). Volymen brandgaser är ganska liten. Även om branden startar på plan 1, når brandgaslagret inte ned till utrustningen på plan 4.

LARMTIDER

Den högre rökpotentialen hos materialet i detta scenario leder till att larmet aktiveras relativt snart efter det att effektutvecklingen tagit fart. Enligt beräkningarna kommer larmet att aktiveras efter 9,5 min. Detta innebär att räddningstjänsten kan vara där efter c:a 20 min.

KONSEKVENSN AV BRAND I FÖRPACKNINGSMATERIAL

Då branden i detta fall har ett mycket snabbt förlopp är vår slutsats att bränder av den här typen kommer att kunna brinna ut eller sprida sig genom strålning till omgivande material innan räddningstjänsten hunnit ingripa. Förutsatt att det som brinner inte innehåller plaster som skapar HCl vid förbränning kommer konsekvensen att vara nedsmutsning av lokal och utrustning när sot i brandgaserna fälls ut på omgivande ytor.

BRANDSCENARIO 4 - BRAND I APPARATSKÅP

FÖRUTSÄTTNINGAR

Större delen av apparatskåpen är placerade utmed den västra långsidan utspjutt på tre plan. Vid simulering i *CFAST* har scenariot delats upp i tre delar beroende på vilket plan branden uppkommit på. Effektutvecklingskurvan till detta scenario är hämtad från försök utförda på elskåp (se fig. A.6). Försöken har utförts på VTT i Finland och konfigurationen i skåpet liknar den som man kan finna i kapsellaboratoriets elskåp.¹ Skåpet var 630×488×2250 mm³ och innehöll c:a 45 kg reläer och kontaktorer samt c:a 20 kg kablar och ledningar av olika slag. Ytan av ventilationsöppningarna på försöksskåpet var mindre än på skåpen i Kapsellaboratoriet, men framför allt skiljer sig försöksskåpen från skåpen i Kapsellaboratoriet genom att botten var täckt med en fastsvetsad plåt i motsats till gallergretingen. Mätningar i diagrammen ger största rökproduktion 4500 Obm³/kg.

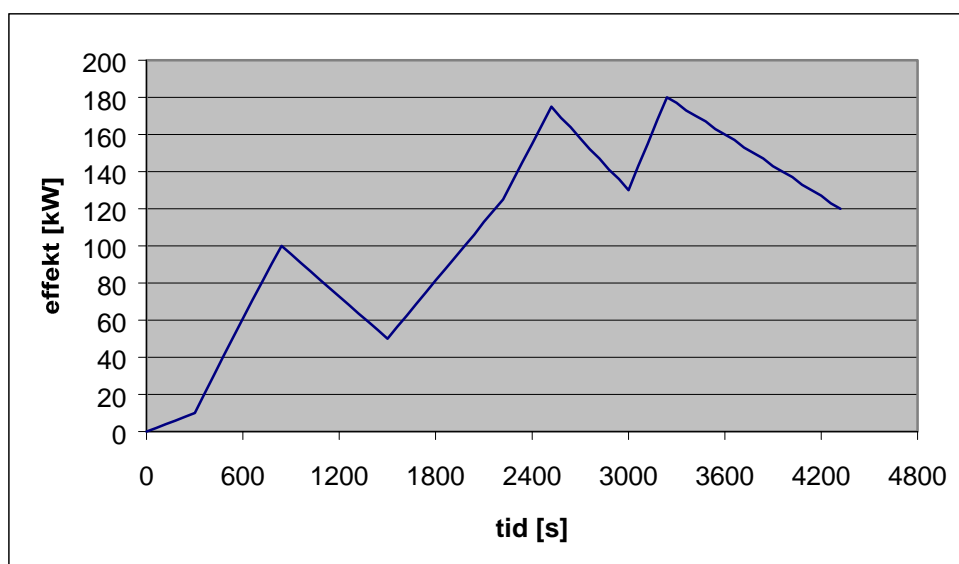


Fig. A.6: Effektutvecklingskurva vid simulering av brand i apparatskåp. Värden från försök vid VTT.

RESULTAT AV BERÄKNINGAR OCH SIMULERINGAR

BRANDGASER

Resultatet av beräkningar med Heskestads plymekvation (se fig. A.7) visar att effektutvecklingen inte är tillräcklig för att ge lyftkraft åt brandgaserna. Brandgaslagrets temperaturhöjning vid tvåzonsbildning är obetydlig varför vi måste anta att gaserna fördelar sig över hela brandrummet. Det blir troligtvis en högre påverkan på komponenter placerade direkt över det brandhärjade skåpet.

¹ Keski-Rahkonen O / Mangs J, Full scale fire ...

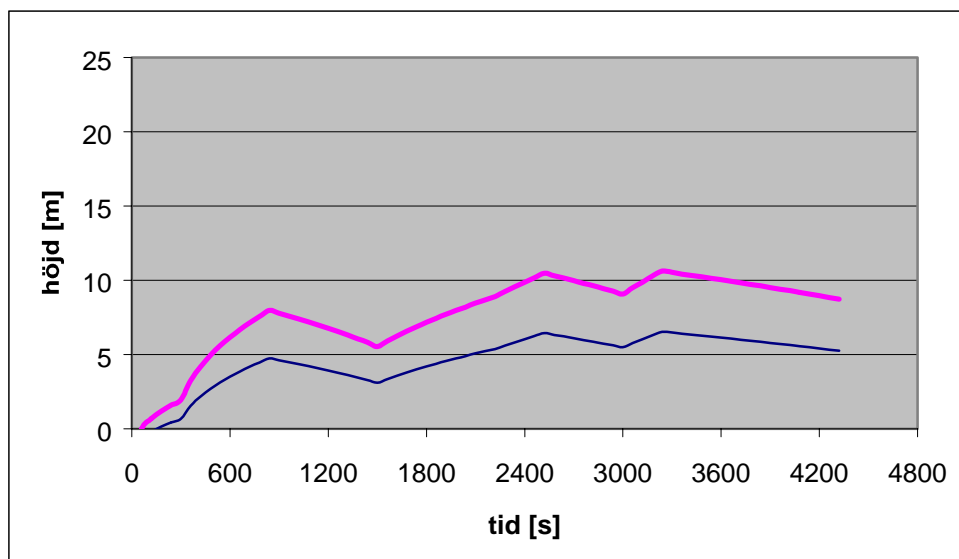


Fig. A.7: Brandgaslagrets stighöjd uttryckt i övre och undre kriteriegränsen, 10°C resp. 20°C över omgivningstemperaturen. Om branden inträffar på plan 1 eller plan 2 kommer brandgaserna inte upp till taket.

LARMTIDER

Brandgaserna innehåller likt föregående scenario mycket sot p.g.a. att branden blir underventilerad i skåpet. I och med att brandgaserna sprids ut och brandeffekten (pyrolysen) är relativt liten blir koncentrationen i brandgaslagret inte tillräcklig för att lösa ut brandlarmet förrän tidigast efter 26 min. Det är mycket möjligt att brandlarmet inte aktiveras överhuvudtaget.

KONSEKVENSER AV BRAND I APPARATSKÅP

Brandgaserna är spridda över hela lokalen. Efter 35 min har ungefär 7 kg av innehållet i skåpet pyrolyserat. Om skåpet får brinna ut förbränns c:a 24 kg plastmaterial. För att nå gränsvärdet för sanering som är $10 \mu\text{g HCl}/\text{cm}^2$ räcker det att plasterna innehåller 2 kg klor vilket motsvarar drygt 3 kg PVC-plast. Det är därför troligt att hela anläggningen måste saneras efter en brand i något av apparatskåpen.

BRANDSCENARIO 5 - KABELBRAND

FÖRUTSÄTTNINGAR

Samtliga data för dimensionerande brand i kablar har tagits från litteratur.¹ Kablarna sitter på en kabelstege i Z-konfiguration, d.v.s. 0,53 m horisontellt, 1,37 m vertikalt och 0,53 m horisontellt igen. Kabelstegen innehåller 35 kablar med 12,7 mm diam. i ett lager.

Effektutvecklingen har förenklats något (se fig A.8). I verkligheten måste man räkna med att branden fortsätter att sprida sig tills någon släcker den eller alla kablar i lokalen brunnit upp. Vid försöket uppmättes även följande parametrar:

$$\text{rökpotential} = 2800 \text{ Obm}^3/\text{kg}$$

$$\text{Produktion av HCl} = 0,12 \text{ g/g brunnet material}$$

$$\Delta H_{\text{eff}} = 41 \text{ MJ/kg}$$

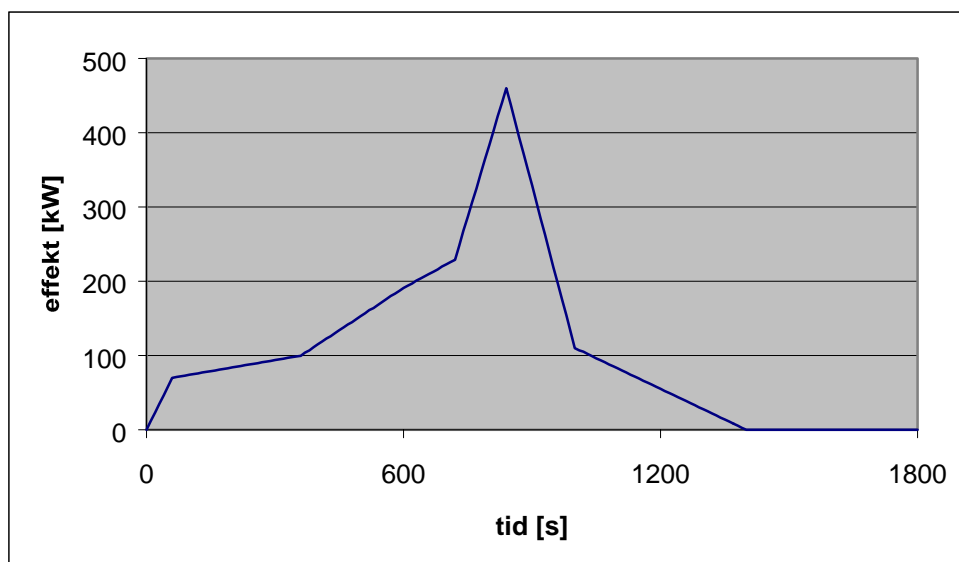


Fig. A.8: Effektutvecklingskurva vid simulering av brand i kabelstege. Grafen är en förenkling av utförda prov.

RESULTAT AV BERÄKNINGAR OCH SIMULERINGAR

BRANDGASER

Även här visar beräkningar med plymekvationen att brandgaserna inte får tillräcklig med lyftkraft för att nå taket (se fig. A.9). Detta innebär liksom i föregående scenario att brandgaserna sprider sig horisontellt i lokalen.

¹ Särndqvist S, Initial Fires ...

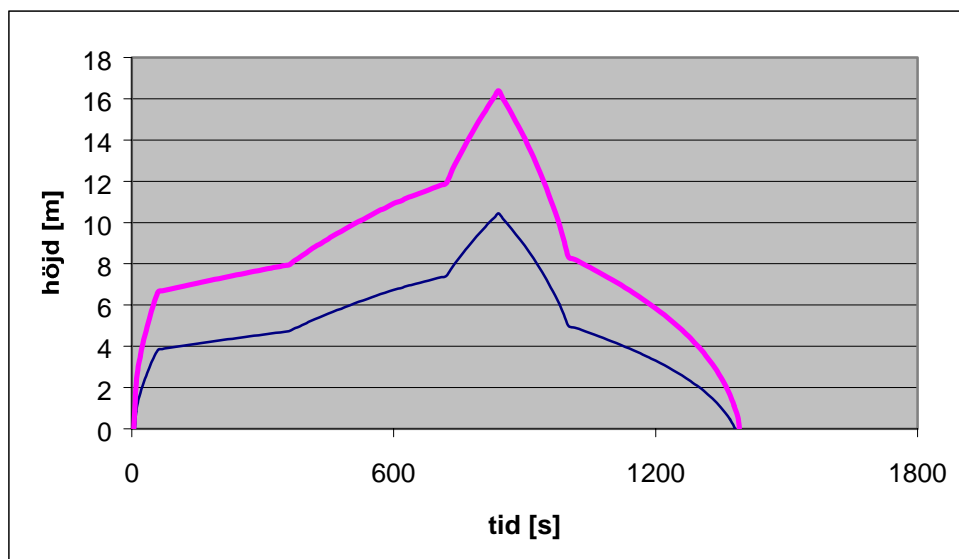


Fig. A.9: Brandgaslagrets stighöjd uttryckt i övre och undre kriteriegränsen 10°C resp. 20°C över omgivningstemperaturen.

LARMTIDER

Tillräcklig koncentration för att aktivera brandlarmet nås efter c:a 14 min. Räddningstjänsten är där efter 25 minuter och kan då förhindra fortsatt spridning förutsatt att någon behörig har brutit strömmen till anläggningen.

KONSEKVENSER AV BRAND I KABLAR

Som tidigare nämnts kommer branden troligtvis inte att mattas av efter det att effekten nått sin topp. Då den avbrunna massan i simuleringen är 11 kg och produktionen av HCl 0,12 g/g brunnet material, alstras c:a 1,3 kg HCl, vilket betyder att lokalen måste saneras om branden inte släcks på ett tidigt stadium. Vi bedömer att kabelbranden kommer att kunna kontaminera närliggande skåp så kraftigt att komponenterna i dessa måste bytas och mer avlägsna skåp kommer att behöva saneras.

BRANDSCENARIO 6 - BRAND I BIL

FÖRUTSÄTTNINGAR

Dimensionerande effektkurva (se fig A.10) är tagen från litteratur.¹ Kurvan är framtagen från åtta olika tester för att användas som referenskurva vid beräkningar. ΔH_{eff} är uppmätt till 16-29 MJ/kg, vilket ger att 230-410 kg material brinner upp. Rökproduktionen är osäker men om vi antar att det mesta är plast som brinner blir rökpotentialen i storleksordning med kabelbranden, d.v.s. 4500 Obm³/kg. Garagedelen som bilen står i är avskild från laboratoriehallen med s.k. portband av mjukgjord transparent PVC (c:a 200 kg). I beräkningarna har vi antagit att dessa smälter bort och därmed öppnar upp mot laboratoriehallen linjärt med tiden under c:a 10 min med start då temperaturen i garagedelen nått c:a 200°C.

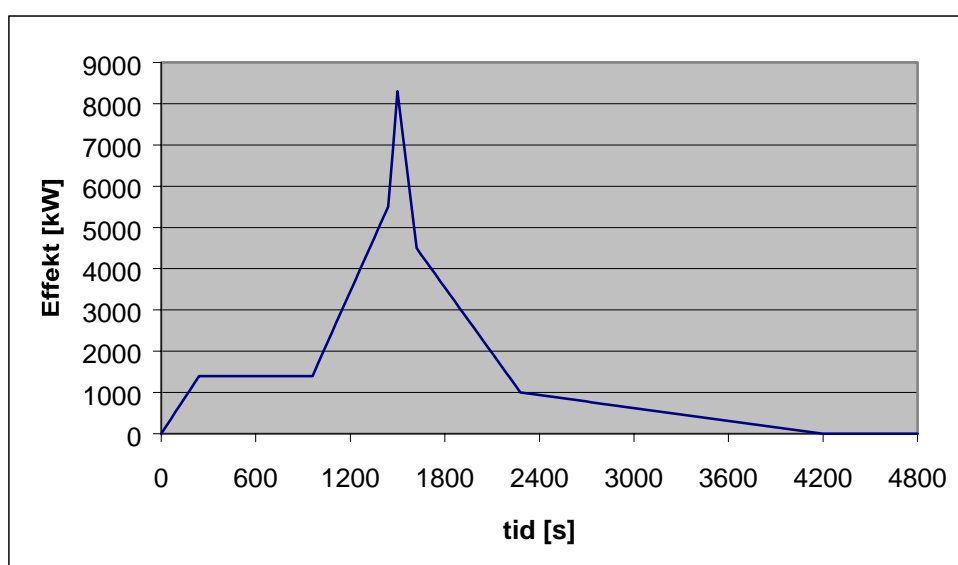


Fig. A.10: Effektutvecklingskurva vid simulering av bilbrand.

RESULTAT AV BERÄKNINGAR OCH SIMULERINGAR

LARMTIDER

I och med att lokalen är ganska liten startar brandlarmet i princip omedelbart vilket gör att räddningstjänsten kan vara på plats efter c:a 10 minuter.

BRANDGASER

Brandgaserna samlas, med undantag för mindre läckor, i garagedelen som är 5,6 m hög. När temperaturen där överstiger c:a 200°C börjar portbanden smälta och släpper då ut brandgaserna i laboratoriehallen. Temperaturen i garagedelen stiger först till 350°C men sjunker åter samtidigt som brandgaslagret där stiger (se fig. A.11). Här bildas inte en

¹ Ierardi J. A. , A computer model of fire spread ...

konisk plym på samma sätt som i de tidigare scenarierna. Brandgasplymen går istället delvis utmed väggen vilket ger mindre inblandning och därmed högre temperatur i plymen. Heskestads plymekvation för cirkulära tvärsnitt visar att brandgaserna nått och jämnt når taket. I laboratoriehallen bildas ett brandgaslager som så småningom når marken. Om branden får fortsätta uppnås en temperatur på 130°C vilket kan tänkas ge termiska skador på utrustningen. Brandgaserna innehåller väldigt stora mängder klorider från portbanden och plasterna i bilen.

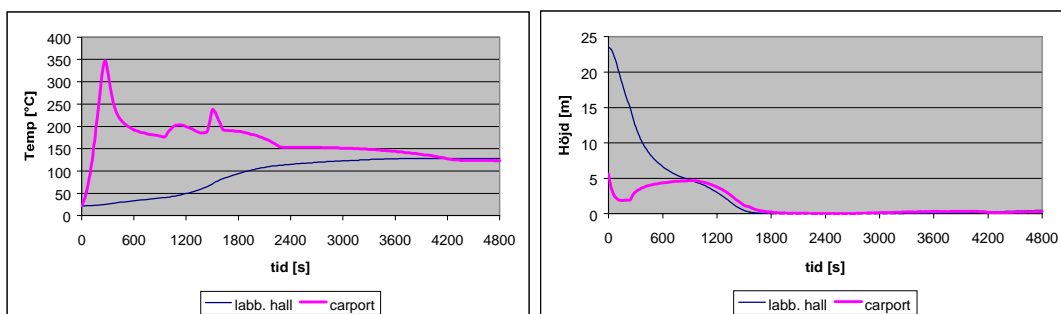


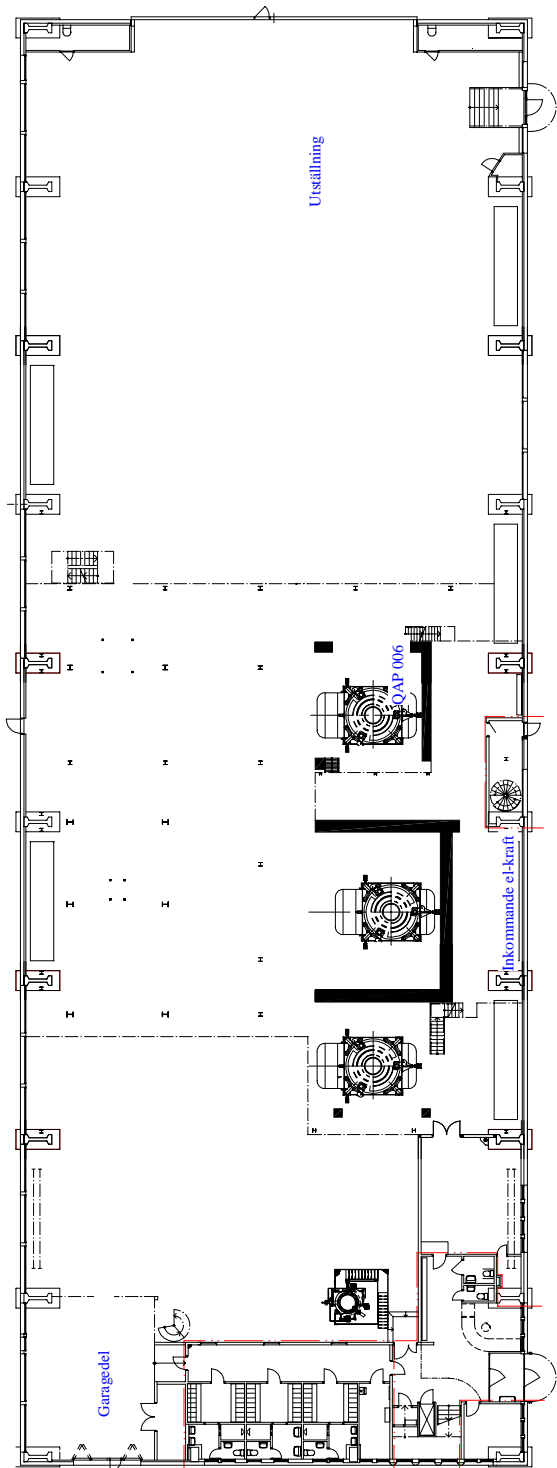
Fig. A.11: Temperaturer och brandgaslagrets höjd i laboratoriehallen och garagedelen.

KONSEKVENSER AV BILBRAND

När räddningstjänsten påbörjar sin insats efter c:a 10 min ligger brandgaslagret redan c:a 7 m över marken. Innan branden är släckt är det mycket möjligt att även plan 2 ligger i den övre nedsmutsade zonen. Det räcker med att c:a 15 % (30 kg) av portbanden eller bilen pyrolyseras för att beläggningen av HCl i lokalen ska nå värdet 100 µg /cm², vid vilket elektronik inte längre kan saneras med gott resultat. Efter 10 min har enbart bilen tappat 34 kg i vikt. Det är därför troligt att viss utrustning måste bytas ut medan den övriga kan saneras.

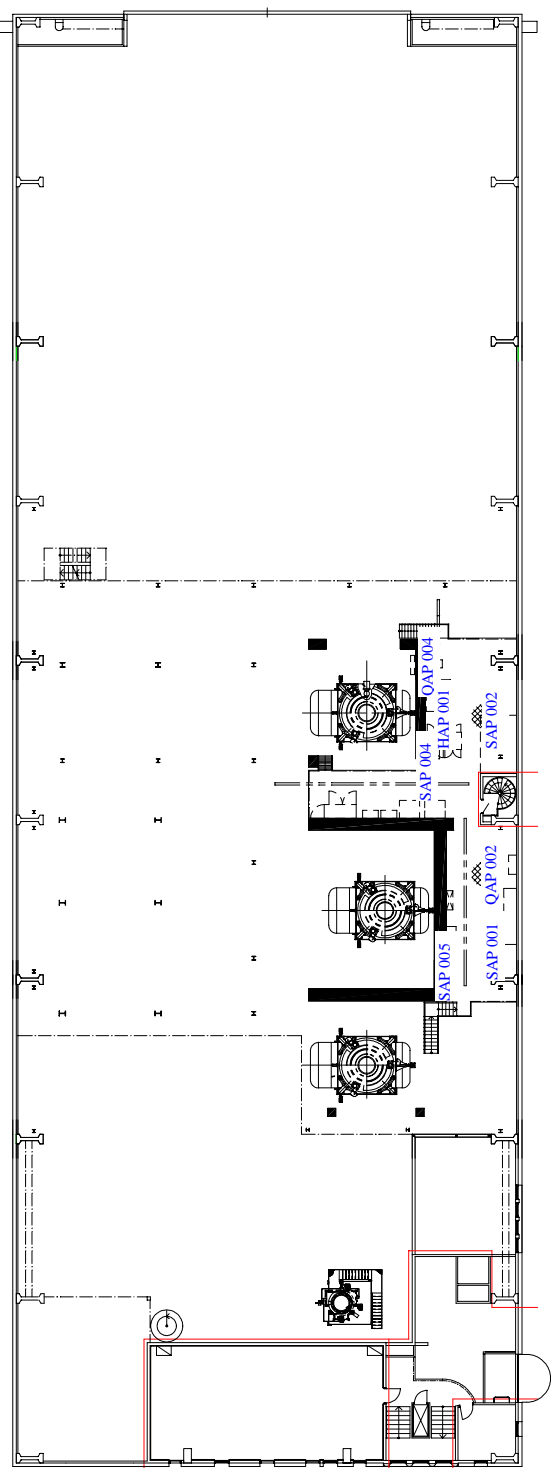
APPENDIX B: RITNINGAR

BOTTENVÅNING



METER
0 2 4 6 8 10 20

VÅNING 2

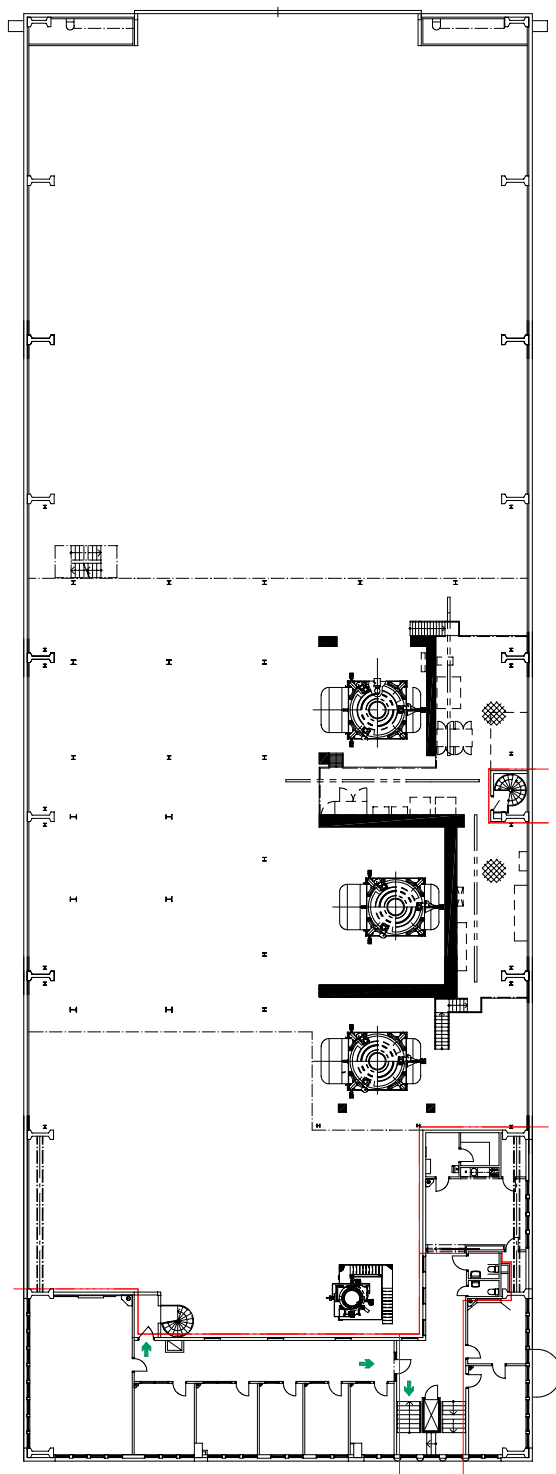


METER
0 2 4 6 8 10 20

PLAN 1 +2,03 OCH +2,08

PLAN 2 +4,88

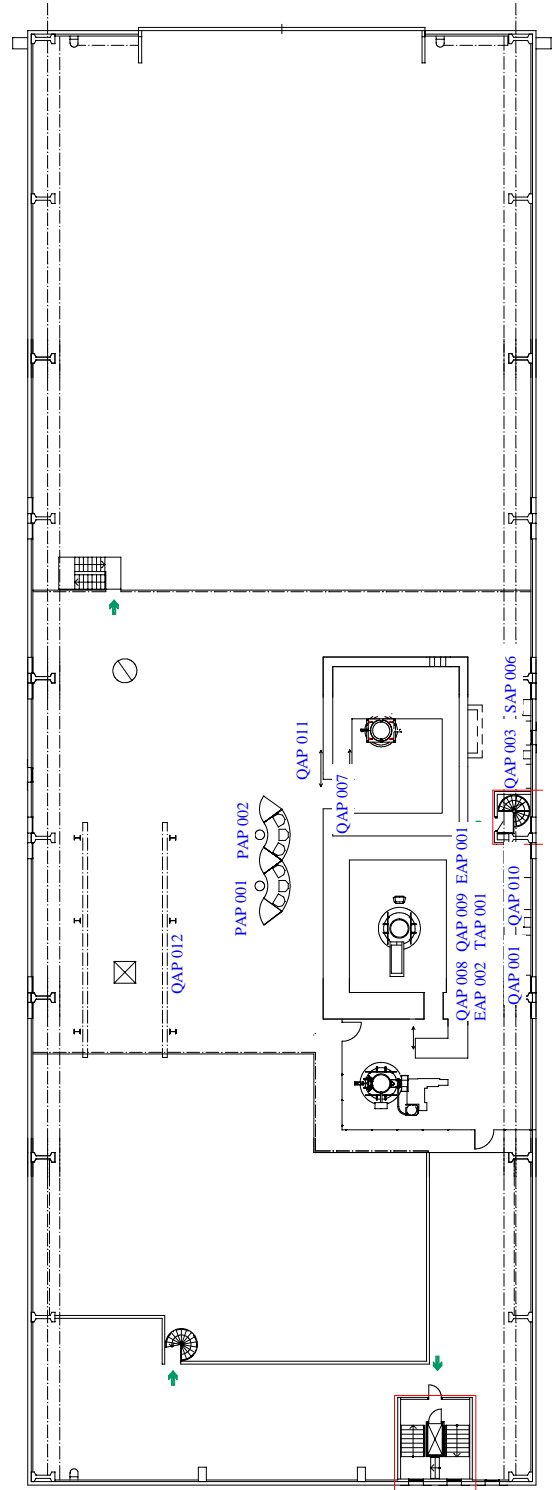
VÅNING 3



METER
0 2 4 6 8 10 20

PLAN 3 +7,68

VÅNING 4



METER
0 2 4 6 8 10 20

PLAN 4 +10,98

APPENDIX C: INDATA TILL CFAST

BRANDANALYS AV SKBS KAPSELLABORATORIUM

Indata till Scenario 1

```

VERSN      2SKB1
TIMES      1800      0      10      10      0
TAMB       295.    101300.      0.
EAMB       295.    101300.      0.
HI/F       0.00
WIDTH      90.00
DEPTH      31.50
HEIGH      23.50
HVENT      1  2  2    1.000    1.500    0.000    0.000
CVENT      1  2  2    1.00    1.00
CEILI      OFF
WALLS      OFF
FLOOR      CONCRETE
CHEMI      0.      0.    10.0    14000000.    300.    400.    0.000
LFBO       1
LFBT       2
FPOS       17.00    20.00    0.00
FTIME      1800.
FMASS      0.0000    0.3214
FHIGH      0.00    3.00
FAREA      0.00    3.00
FQDOT      0.00    4.50E+06
CJET       OFF
HCR        0.333    0.333
STPMAX     5.00
DUMPR      SKB1.HIS
WINDOW     -50      0    -100    1280    1024    1100
GRAPH 1    100.    050.    0.    600.    475.    10.    3 TIME    HEIGHT
GRAPH 2    100.    550.    0.    600.    940.    10.    3 TIME    CELSIUS
GRAPH 3    720.    050.    0.    1250.    475.    10.    3 TIME    FIRE_SIZE(kW)
GRAPH 4    720.    550.    0.    1250.    940.    10.    3 TIME    O|D2|O(%)
INTERFA    0  0  0  0  1    1 U
TEMPERA    0  0  0  0  2    1 U
HEAT       0  0  0  0  3    1 U
O2         0  0  0  0  4    1 U

```

Indata till scenario 2

```

VERSN      2SKB2
TIMES      1800      0      10      10      0
TAMB       295.    101300.      0.
EAMB       295.    101300.      0.
HI/F       0.00
WIDTH      90.00
DEPTH      31.50
HEIGH      23.50
HVENT      1  2  1    1.000    2.000    0.000    0.000
CVENT      1  2  1    1.00    1.00    1.00    1.00    1.00    1.00    1.00
1.00
CHEMI      16.      50.      3.0    13000000.    300.    400.    0.150
LFBO       1
LFBT       2
FPOS       15.00    45.00    0.00
FTIME      10.      30.      60.     120.     240.     343.     800.     1200.
FMASS      0.0000    0.0001    0.0008    0.0033    0.0133    0.0532    0.1092    0.1092    0.0000
FHIGH      0.25    0.25    0.25    0.25    0.25    0.25    0.25    0.25    0.25

```

BRANDANALYS AV SKBS KAPSELLABORATORIUM

```

FAREA    0.50    0.50    0.50    0.50    1.50    1.50    1.50    1.50    0.50
FQDOT    0.00      1.20E+03 1.08E+04 4.32E+04 1.73E+05 6.91E+05 1.42E+06
1.42E+06 0.00
CJET OFF
CT       1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000
HCR      0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333
CO       2.000 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020
OD       2.000 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020
STPMAX   5.00
DUMPR SKB2.HIS
WINDOW   -50      0    -100 1280 1024 1100
GRAPH 1  100.  050.  0.  600.  475.  10.  3 TIME HEIGHT
GRAPH 2  100.  550.  0.  600.  940.  10.  3 TIME CELSIUS
GRAPH 3  720.  050.  0. 1250.  475.  10.  3 TIME FIRE_SIZE(kW)
GRAPH 4  720.  550.  0. 1250.  940.  10.  3 TIME O|D2|O(%)
INTERFA 0 0 0 0 1 1 U
TEMPERA 0 0 0 0 2 1 U
HEAT    0 0 0 0 3 1 U
O2      0 0 0 0 4 1 U

```

Indata till scenario 3

```

VERSN    2SKB3
TIMES    1200      0    10    10    0
TAMB     295.  101300.  0.
EAMB     295.  101300.  0.
HI/F     0.00
WIDTH    90.00
DEPTH    31.50
HEIGH    23.50
HVENT    1 2 1 1.000 2.000 0.000 0.000
CVENT    1 2 1 1.00 1.00 1.00 1.00
CHEMI    16.  50.  3.0  18400000.  300.  388.  0.150
LFBO     1
LFBT     2
FPOS     17.00  45.00  0.00
FTIME    480.  570.  780.
FMASS    0.0000 0.0000 0.1223 0.0000
FHIGH    0.25  0.25  0.25  0.25
FAREA    0.00  0.50  0.50  0.50
FQDOT    0.00  0.00  2.25E+06 0.00
CJET OFF
HCR      0.333 0.333 0.333 0.333
CO       0.020 0.020 0.020 0.020
OD       0.020 0.020 0.020 0.020
STPMAX   5.00
DUMPR SKB3A
WINDOW   -50      0    -100 1280 1024 1100
GRAPH 1  100.  050.  0.  600.  475.  10.  3 TIME HEIGHT
GRAPH 2  100.  550.  0.  600.  940.  10.  3 TIME CELSIUS
GRAPH 3  720.  050.  0. 1250.  475.  10.  3 TIME FIRE_SIZE(kW)
GRAPH 4  720.  550.  0. 1250.  940.  10.  3 TIME O|D2|O(%)
INTERFA 0 0 0 0 1 1 U
TEMPERA 0 0 0 0 2 1 U
HEAT    0 0 0 0 3 1 U
O2      0 0 0 0 4 1 U

```

Indata till scenario 4 brand på plan 1

BRANDANALYS AV SKBS KAPSELLABORATORIUM

```

VERSN      2SKB4-ELSKAP
TIMES      4320      0      60      60      0
TAMB       295.    101300.      0.
EAMB       295.    101300.      0.
HI/F       0.00
WIDTH      90.00
DEPTH      31.50
HEIGH      23.50
HVENT      1  2  2    1.000    1.500    0.000    0.000
CVENT      1  2  2    1.00    1.00    1.00    1.00    1.00    1.00    1.00
1.00
CHEMI      0.    50.    3.0    19200000.    300.    400.    0.000
LFBO       1
LFBT       2
FPOS       1.00    45.00    0.00
FTIME      300.    840.    1500.    2220.    2520.    3000.    3240.    4320.
FMASS      0.0000    0.0005    0.0052    0.0026    0.0065    0.0091    0.0068    0.0094    0.0063
FHIGH      0.00    1.50    1.55    1.59    1.69    1.88    2.00    2.00    2.00
FAREA      0.00    0.50    0.50    0.50    0.75    0.75    0.75    1.00    1.00
FQDOT      0.00    1.00E+04    1.00E+05    5.00E+04    1.25E+05    1.75E+05    1.30E+05
1.80E+05    1.20E+05
CJET OFF
HCR        0.333    0.333    0.333    0.333    0.333    0.333    0.333    0.333    0.333
STPMAX     5.00
DUMPR SKB1A.HIS
WINDOW     -50      0    -100    1280    1024    1100
GRAPH 1    100.    050.    0.    600.    475.    10.    3 TIME    HEIGHT
GRAPH 2    100.    550.    0.    600.    940.    10.    3 TIME    CELSIUS
GRAPH 3    720.    050.    0.    1250.    475.    10.    3 TIME    FIRE_SIZE(kW)
GRAPH 4    720.    550.    0.    1250.    940.    10.    3 TIME    O|D2|O(%)
INTERFA    0  0  0  0  1    1 U
TEMPERA    0  0  0  0  2    1 U
HEAT       0  0  0  0  3    1 U
O2         0  0  0  0  4    1 U

```

Indata till scenario 4 brand på plan 2

```

VERSN      2SKB4-ELSKAP
TIMES      4320      0      60      60      0
TAMB       295.    101300.      0.
EAMB       295.    101300.      0.
HI/F       0.00
WIDTH      90.00
DEPTH      31.50
HEIGH      23.50
HVENT      1  2  2    1.000    1.500    0.000    0.000
CVENT      1  2  2    1.00    1.00    1.00    1.00    1.00    1.00    1.00
1.00
CHEMI      0.    50.    3.0    19200000.    300.    400.    0.000
LFBO       1
LFBT       2
FPOS       1.00    45.00    3.15
FTIME      300.    840.    1500.    2220.    2520.    3000.    3240.    4320.
FMASS      0.0000    0.0005    0.0052    0.0026    0.0065    0.0091    0.0068    0.0094    0.0063
FHIGH      0.00    1.50    1.55    1.59    1.69    1.88    2.00    2.00    2.00
FAREA      0.00    0.50    0.50    0.50    0.75    0.75    0.75    1.00    1.00
FQDOT      0.00    1.00E+04    1.00E+05    5.00E+04    1.25E+05    1.75E+05    1.30E+05
1.80E+05    1.20E+05
CJET OFF
HCR        0.333    0.333    0.333    0.333    0.333    0.333    0.333    0.333    0.333

```


BRANDANALYS AV SKBS KAPSELLABORATORIUM

```

STPMAX 5.00
DUMPR SKB4B.HIS
WINDOW -50 0 -100 1280 1024 1100
GRAPH 1 100. 050. 0. 600. 475. 10. 3 TIME HEIGHT
GRAPH 2 100. 550. 0. 600. 940. 10. 3 TIME CELSIUS
GRAPH 3 720. 050. 0. 1250. 475. 10. 3 TIME FIRE_SIZE(kW)
GRAPH 4 720. 550. 0. 1250. 940. 10. 3 TIME O|D2|O(%)
INTERFA 0 0 0 0 1 1 U
TEMPERA 0 0 0 0 2 1 U
HEAT 0 0 0 0 3 1 U
O2 0 0 0 0 4 1 U

```

Indata till scenario 4 brand på plan 4

```

VERSN 2SKB4-ELSKAP
TIMES 4320 0 60 60 0
TAMB 295. 101300. 0.
EAMB 295. 101300. 0.
HI/F 0.00
WIDTH 90.00
DEPTH 31.50
HEIGH 23.50
HVENT 1 2 2 1.000 1.500 0.000 0.000
CVENT 1 2 2 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
1.00
CHEMI 0. 50. 3.0 19200000. 300. 400. 0.000
LFBO 1
LFBT 2
FPOS 1.00 45.00 9.00
FTIME 300. 840. 1500. 2220. 2520. 3000. 3240. 4320.
FMASS 0.0000 0.0005 0.0052 0.0026 0.0065 0.0091 0.0068 0.0094 0.0063
FHIGH 0.00 1.50 1.55 1.59 1.69 1.88 2.00 2.00 2.00
FAREA 0.00 0.50 0.50 0.50 0.75 0.75 0.75 1.00 1.00
FQDOT 0.00 1.00E+04 1.00E+05 5.00E+04 1.25E+05 1.75E+05 1.30E+05
1.80E+05 1.20E+05
CJET OFF
HCR 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333
STPMAX 5.00
DUMPR SKB4C.HIS
WINDOW -50 0 -100 1280 1024 1100
GRAPH 1 100. 050. 0. 600. 475. 10. 3 TIME HEIGHT
GRAPH 2 100. 550. 0. 600. 940. 10. 3 TIME CELSIUS
GRAPH 3 720. 050. 0. 1250. 475. 10. 3 TIME FIRE_SIZE(kW)
GRAPH 4 720. 550. 0. 1250. 940. 10. 3 TIME O|D2|O(%)
INTERFA 0 0 0 0 1 1 U
TEMPERA 0 0 0 0 2 1 U
HEAT 0 0 0 0 3 1 U
O2 0 0 0 0 4 1 U

```

Indata till scenario 5 brand på plan 1

```

VERSN 2SKB5B
TIMES 1800 0 10 10 0
TAMB 295. 101300. 0.
EAMB 295. 101300. 0.
HI/F 0.00
WIDTH 90.00
DEPTH 31.50
HEIGH 23.50

```

BRANDANALYS AV SKBS KAPSELLABORATORIUM

```

HVENT 1 2 2 1.000 1.500 0.000 0.000
CVENT 1 2 2 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
CHEMI 0. 0. 10.0 17500000. 300. 400. 0.000
LFBO 1
LFBT 2
FPOS 0.50 35.00 0.00
FTIME 60. 360. 600. 720. 840. 1000. 1400.
FMASS 0.0000 0.0040 0.0057 0.0109 0.0131 0.0263 0.0063 0.0000
FHIGH 0.00 0.05 0.09 0.19 0.38 0.40 0.40 0.40
FAREA 0.00 0.05 0.09 0.19 0.38 0.40 0.40 0.00
FQDOT 0.00 7.00E+04 9.97E+04 1.91E+05 2.29E+05 4.60E+05 1.10E+05
0.00
CJET OFF
HCR 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333
HCL 0.120 0.120 0.120 0.120 0.120 0.120 0.120 0.120
STPMAX 5.00
DUMPR SKB5AB.HIS
WINDOW -50 0 -100 1280 1024 1100
GRAPH 1 100. 050. 0. 600. 475. 10. 3 TIME HEIGHT
GRAPH 2 100. 550. 0. 600. 940. 10. 3 TIME CELSIUS
GRAPH 3 720. 050. 0. 1250. 475. 10. 3 TIME FIRE_SIZE(kW)
GRAPH 4 720. 550. 0. 1250. 940. 10. 3 TIME O|D2|O(%)
INTERFA 0 0 0 0 1 1 U
TEMPERA 0 0 0 0 2 1 U
HEAT 0 0 0 0 3 1 U
O2 0 0 0 0 4 1 U

```

Indata till scenario 5 brand på plan 2

```

VERSN 2SKB5A
TIMES 1800 0 10 10 0
TAMB 295. 101300. 0.
EAMB 295. 101300. 0.
HI/F 0.00
WIDTH 90.00
DEPTH 31.50
HEIGH 23.50
HVENT 1 2 2 1.000 1.500 0.000 0.000
CVENT 1 2 2 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
CHEMI 0. 0. 10.0 17500000. 300. 400. 0.000
LFBO 1
LFBT 2
FPOS 0.50 35.00 3.15
FTIME 60. 360. 600. 720. 840. 1000. 1400.
FMASS 0.0000 0.0040 0.0057 0.0109 0.0131 0.0263 0.0063 0.0000
FHIGH 0.00 0.05 0.09 0.19 0.38 0.40 0.40 0.40
FAREA 0.00 0.05 0.09 0.19 0.38 0.40 0.40 0.00
FQDOT 0.00 7.00E+04 9.97E+04 1.91E+05 2.29E+05 4.60E+05 1.10E+05
0.00
CJET OFF
HCR 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333
HCL 0.120 0.120 0.120 0.120 0.120 0.120 0.120 0.120
STPMAX 5.00
DUMPR SKB5A.HIS
WINDOW -50 0 -100 1280 1024 1100
GRAPH 1 100. 050. 0. 600. 475. 10. 3 TIME HEIGHT
GRAPH 2 100. 550. 0. 600. 940. 10. 3 TIME CELSIUS
GRAPH 3 720. 050. 0. 1250. 475. 10. 3 TIME FIRE_SIZE(kW)
GRAPH 4 720. 550. 0. 1250. 940. 10. 3 TIME O|D2|O(%)
INTERFA 0 0 0 0 1 1 U

```

BRANDANALYS AV SKBS KAPSELLABORATORIUM

TEMPERA 0 0 0 0 2 1 U
 HEAT 0 0 0 0 3 1 U
 O2 0 0 0 0 4 1 U

Indata till scenario 5 brand på plan 4

VERSN 2SKB5C
 TIMES 1800 0 10 10 0
 TAMB 295. 101300. 0.
 EAMB 295. 101300. 0.
 HI/F 0.00
 WIDTH 90.00
 DEPTH 31.50
 HEIGH 23.50
 HVENT 1 2 2 1.000 1.500 0.000 0.000
 CVENT 1 2 2 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
 CHEMI 0. 0. 10.0 17500000. 300. 400. 0.000
 LFBO 1
 LFBT 2
 FPOS 0.50 35.00 9.00
 FTIME 60. 360. 600. 720. 840. 1000. 1400.
 FMASS 0.0000 0.0040 0.0057 0.0109 0.0131 0.0263 0.0063 0.0000
 FHIGH 0.00 0.05 0.09 0.19 0.38 0.40 0.40 0.40
 FAREA 0.00 0.05 0.09 0.19 0.38 0.40 0.40 0.00
 FQDOT 0.00 7.00E+04 9.97E+04 1.91E+05 2.29E+05 4.60E+05 1.10E+05
 0.00
 CJET OFF
 HCR 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333
 HCL 0.120 0.120 0.120 0.120 0.120 0.120 0.120 0.120
 STPMAX 5.00
 DUMPR SKB5C.HIS
 WINDOW -50 0 -100 1280 1024 1100
 GRAPH 1 100. 050. 0. 600. 475. 10. 3 TIME HEIGHT
 GRAPH 2 100. 550. 0. 600. 940. 10. 3 TIME CELSIUS
 GRAPH 3 720. 050. 0. 1250. 475. 10. 3 TIME FIRE_SIZE(kW)
 GRAPH 4 720. 550. 0. 1250. 940. 10. 3 TIME O|D2|O(%)
 INTERFA 0 0 0 0 1 1 U
 TEMPERA 0 0 0 0 2 1 U
 HEAT 0 0 0 0 3 1 U
 O2 0 0 0 0 4 1 U

Indata till scenario 6

VERSN 2STOR BILBRAND
 TIMES 4800 0 30 30 0
 TAMB 295. 101300. 0.
 EAMB 295. 101300. 0.
 HI/F 0.00 0.00
 WIDTH 82.00 8.10
 DEPTH 31.50 10.30
 HEIGH 23.50 5.60
 HVENT 1 2 1 6.500 5.600 0.000
 HVENT 1 2 2 2.600 5.600 0.000
 HVENT 1 3 2 1.000 1.500 0.000 0.000
 CVENT 1 2 1 0.05 0.05 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
 CVENT 1 2 2 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
 CVENT 1 3 2 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
 CEILI OFF DEFAULT
 CHEMI 0. 50. 3.0 20000000. 300. 400. 0.000

BRANDANALYS AV SKBS KAPSELLABORATORIUM

```

LFBO      2
LFBT      2
FPOS      6.07    1.11    0.00
FTIME     240.    960.   1440.   1500.   1620.   2280.   4200.
FMASS     0.0000  0.0700  0.0700  0.2750  0.4150  0.2250  0.0500  0.0000
FHIGH     0.00    1.00    1.00    1.00    1.00    1.00    1.00    0.00
FAREA     0.00    1.50    2.25    2.63    2.81    2.90    2.95    3.00
FQDOT     0.00    1.40E+06 1.40E+06 5.50E+06 8.30E+06 4.50E+06 1.00E+06
0.00
CJET OFF
HCR       0.333  0.333  0.333  0.333  0.333  0.333  0.333  0.333
STPMAX    5.00
DUMPR SKBBIL.HIS
WINDOW    -50      0  -100  1280  1024  1100
GRAPH 1   100.   050.   0.   600.   475.   10.   3 TIME HEIGHT
GRAPH 2   100.   550.   0.   600.   940.   10.   3 TIME CELSIUS
GRAPH 3   720.   050.   0.  1250.  475.   10.   3 TIME FIRE_SIZE(kW)
GRAPH 4   720.   550.   0.  1250.  940.   10.   3 TIME O|D2|O(%)
INTERFA  0 0 0 0 1    1 U
TEMPERA  0 0 0 0 2    1 U
HEAT     0 0 0 0 3    1 U
O2       0 0 0 0 4    1 U
INTERFA  0 0 0 0 1    2 U
TEMPERA  0 0 0 0 2    2 U
HEAT     0 0 0 0 3    2 U
O2       0 0 0 0 4    2 U

```

APPENDIX D: UNDERLAG FÖR PRIORITERING

Tabellens uppdelning i sidor

Sida 2	Sida 3
Sida 4	Sida 5

BRANDANALYS AV SKBS KAPSELLABORATORIUM

Beteckning / System	Delsystem (komponent)	Antal (st)	[K] (kr)	Antal * [K] (kr)	[T] (veckor)	[c]	Grupp	[s] / scenario					
								1	2	3	4	5	6
Grundläggande Funktioner													
PAP 001	Centraldatorpanel (PC)	1	100 000	100 000	6	0.4	A	0.5	0.1	0.2	0.5	0.4	1
QAP 001	Centraldatorskåp	1	100 000	100 000	6	0.4	A	0.2	0.1	0.2	0.6	0.6	0.8
QAP 001	Förstärkarreläer	18	500	9 000	3	0.4	B	0.1	0.1	0.2	0.5	0.5	0.7
QAP 001	I/O-moduler	30	3 000	90 000	3	0.4	A	0.2	0.1	0.2	0.7	0.7	0.9
QAP 001	Kommunikationsutr.	1	100 000	100 000	6	0.4	A	0.5	0.1	0.3	0.8	0.8	1
QAP 002	Nödstoppskåp (slutet)	1	40 000	40 000	4	0.6	B	0	0	0.2	0.3	0.4	0.7
QAP 002	Förstärkarreläer (110 V)	17	500	8 500	3	0.6	B	0	0	0.2	0.3	0.4	0.7
QAP 002	Säkerhetsreläer (110 V)	7	2 000	14 000	5	0.6	B	0	0	0.2	0.3	0.4	0.7
QAP 002	Kontakter	30	200	6 000	2	0.6	B	0	0	0.2	0.3	0.4	0.7
QAP 002	Elcentral för inkommande kraft	2	140 000	280 000	3	1.0	B	0	0	0.1	0.2	0.3	0.4
SAP 001	Motorställverk (öppen botten)	1	40 000	40 000	5	0.8	B	0.1	0.1	0.1	0.3	0.6	0.7
SAP 001	Motorskydd	18	20 000	360 000	4	0.8	B	0.1	0.1	0.2	0.5	0.6	0.7
SAP 001	Lampor / vred												
SAP 001	Säkerhetsbrytare												
1. Elektronsträlevets													
Kraftförsörjning													
SAP 002	Styr / Kraft till Vakuumpump, EB-Gun	1	150 000	150 000	16	0.8	A	0.1	0.1	0.2	0.5	0.4	0.8
SAP 004	Transformator / Inverter	1	950 000	950 000	20	0.8	B	0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.8
HAP 001	High Voltage Tank	1	800 000	800 000	40	0.8	B	0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.8
Styrssystem													
PAP 002	Operatörspanel (PC, Simens)	1	350 000	350 000	12	0.8	A	0.3	0	0.1	0.5	0.4	1
QAP 003	Gun Control Cabinet	1	500 000	500 000	20	0.8	A	0.2	0.1	0.1	0.5	0.6	0.8
QAP 004	Beam Current Control Cabinet	1	300 000	300 000	20	0.8	A	0.1	0.1	0.1	0.5	0.4	0.8
QAP 006	Tätningsskåp	1	20 000	20 000	3	0.6	C	0	0	0	0.1	0.2	0.4
QAP 006	Magnetventiler	16	800	12 800	3	0.6	C	0	0	0	0.1	0.2	0.4
QAP 006	Tryckgivare	9	400	3 600	3	0.6	C	0	0	0	0.1	0.2	0.4
QAP 007	Tätningsskåp	1	20 000	20 000	3	0.6	C	0	0	0	0.1	0.2	0.4
QAP 007	Magnetventiler	6	800	4 800	3	0.6	C	0	0	0	0.1	0.2	0.4
QAP 007	Tryckgivare	4	400	1 600	3	0.6	C	0	0	0	0.1	0.2	0.4
EB-Gun													
EB-gun	EB-Gun + Vakuumpumpar	1	10 000 000	10 000 000	72	0.8	B	0	0	0	0.2	0.1	0.3
SAP 006	Sliding Seal Cabinet (öppen botten)	1	100 000	100 000	6	0.4	B	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.7
SAP 006	Frekvensstyrning (ACS 600)	3	50 000	150 000	6	0.6	A	0.2	0.1	0.1	0.6	0.7	0.9
SAP 006	Förstärkarreläer (110 V)	6	500	3 000	3	0.4	B	0.1	0.1	0.1	0.5	0.5	0.8
Lockhantering													
L.h	Lockhanterare + Motorer	1	1 000 000	1 000 000	40	0.4	B	0	0	0	0.2	0.1	0.4
QAP 010	Styr- / Kraftskåp (med kylning)	1	60 000	60 000	4	0.6	B	0.1	0.1	0.1	0.3	0.5	0.7
QAP 010	Styrningar (Siemens Simatic S5)	1	50 000	50 000	4	0.6	A	0.2	0.1	0.2	0.8	0.9	1
QAP 010	Lasermätningstr	1	40 000	40 000	4	0.6	A	0.2	0.1	0.2	0.8	0.9	1
QAP 010	Motorstyrning (Sirotec)	1	200 000	200 000	10	0.8	A	0.2	0.1	0.2	0.8	0.9	1
QAP 011	Manöverbox	1	10 000	10 000	2	0.2	B	0	0	0	0.1	0	0.2
2. Transportutrustning													
Luftkuddetruck													
L.k.truck	Styrsystem	1	20 000	20 000	4	0.8	B	0	0	0	0.1	0	0.2
L.k.truck	Luftkuddar	4	120 000	480 000 lager		0.8	C	0	0	0	0	0	0
L.k.truck	Drivhjul	2	40 000	80 000	6	0.8	C	0	0	0	0	0	0
L.k.truck	Säkringar	1	500	500	1	0.8	C	0	0	0	0	0	0
L.k.truck	Kontakter	1	2 000	2 000	2	0.8	B	0	0	0	0.1	0	0.2
L.k.truck	Kompressor	1	10 000	10 000	2	0.2	C						
L.k.truck	Batteriladdare	1	10 000	10 000	3	0.2	B	0	0	0	0.1	0	0.2

BRANDANALYS AV SKBS KAPSELLABORATORIUM

Beteckning / System	Delsystem (komponent)	[s] medel av 1-6	[P] (kr)	[P] Rank	EML / Del (kr)	EML Rank	[Txkxc / K]	[Txkxc] [kr]
Grundläggande Funktioner								
PAP 001	Centraldatorpanel (PC)	0.45	315 000	29	700 000	34	6	600 000
QAP 001	Centraldatorskåp	0.42	291 667	30	899 000	28	6	600 000
QAP 001	Förstärkarreläer	0.35	108 150	44			600	300 000
QAP 001	I/O-moduler	0.47	182 000	38			100	300 000
QAP 001	Kommunikationsutr.	0.58	408 333	23			6	600 000
QAP 002	Nödstoppskåp (slutet)	0.27	170 667	41	1 098 500	25	15	600 000
QAP 002	Förstärkarreläer (110 V)	0.27	122 267	43			900	450 000
QAP 002	Säkerhetsreläer (110 V)	0.27	203 733	34			375	750 000
QAP 002	Kontaktorer	0.27	81 600	48			1 500	300 000
QAP 002	Elcentral för inkommande kraft	0.17	171 667	40			5	750 000
SAP 001	Motorställverk (öppen botten)	0.32	329 333	28	1 400 000	24	25	1 000 000
SAP 001	Motorskydd	}	0.37	425 333	22		40	800 000
SAP 001	Lampor / vred							
SAP 001	Säkerhetsbrytare							
1.Elektionstrålesvets								
Kraftförsörjning								
SAP 002	Styr / Kraft, Vakuumpump, EB-Gun	0.35	1 172 500	11	3 350 000	13	21	3 200 000
SAP 004	Transformator / Inverter	0.27	1 320 000	7	4 950 000	10	4	4 000 000
HAP 001	High Voltage Tank	0.27	2 346 667	2	8 800 000	3	10	8 000 000
Styrssystem								
PAP 002	Operatörspanel (PC, Simens)	0.38	1 054 167	12	2 750 000	14	7	2 400 000
QAP 003	Gun Control Cabinet	0.38	1 725 000	5	4 500 000	11	8	4 000 000
QAP 004	Beam Current Control Cabinet	0.33	1 433 333	6	4 300 000	12	13	4 000 000
QAP 006	Tätningsskåp	0.12	54 833	51	486 400	36	23	450 000
QAP 006	Magnetventiler	0.12	53 993	53			563	450 000
QAP 006	Tryckgivare	0.12	52 920	56			1 125	450 000
QAP 007	Tätningsskåp	0.12	54 833	51	476 400	37	23	450 000
QAP 007	Magnetventiler	0.12	53 060	55			563	450 000
QAP 007	Tryckgivare	0.12	52 687	57			1 125	450 000
EB-Gun								
EB-gun	EB-Gun + Vakuumpumpar	0.10	2 440 000	1	24 400 000	1	1	14 400 000
SAP 006	Sliding Seal Cabinet (öppen botten)	0.25	175 000	39	853 000	29	6	600 000
SAP 006	Frekvensstyrning (ACS 600)	0.43	455 000	21			18	900 000
SAP 006	Förstärkarreläer (110 V)	0.35	106 050	45			600	300 000
Lockhantering								
L.h	Lockhanterare + Motorer	0.12	583 333	15	5 000 000	9	4	4 000 000
QAP 010	Styr- / Kraftskåp (med kylning)	0.30	198 000	36	2 350 000	16	10	600 000
QAP 010	Styrningar (Siemens Simatic S5)	0.53	346 667	26			12	600 000
QAP 010	Lasermätningstr	0.53	341 333	27			15	600 000
QAP 010	Motorstyrning (Sirotec)	0.53	1 173 333	10			10	2 000 000
QAP 011	Manöverbox	0.05	5 500	72			10	100 000
2.Transportutrustning								
Luftkuddetruck								
L.k.truck	Styrssystem	0.05	41 000	60	1 802 500	20	40	800 000
L.k.truck	Luftkuddar	0.00	0	73				
L.k.truck	Drivhjul	0.00	0	73			30	1 200 000
L.k.truck	Säkringar	0.00	0	73			400	200 000
L.k.truck	Kontaktorer	0.05	20 100	66			200	400 000
L.k.truck	Kompressor		0	73			10	100 000
L.k.truck	Batteriladdare	0.05	8 000	71			15	150 000

BRANDANALYS AV SKBS KAPSELLABORATORIUM

Beteckning / System	Delsystem (komponent)	Antal (st)	[K] (kr)	Antal * [K] (kr)	[T] (veckor)	[c]	Grupp	[s] / scenario					
								1	2	3	4	5	6
Jacking frame													
SAP 005	Motorkontrollskåp	1	150 000	150 000	8	0.8	B	0	0.1	0.1	0.4	0.5	0.7
SAP 005	Frekvensstyrningar ACS 600	4	20 000	80 000	6	0.8	A	0.1	0.1	0.3	0.6	0.7	0.8
SAP 005	Synkroniseringsutrustning	2	15 000	30 000	6	0.8	A	0.1	0.1	0.3	0.6	0.7	0.8
SAP 005	Säkringsreläer (24 V)	1	100	100	2	0.4	B	0	0.1	0.1	0.3	0.5	0.6
J F	Ramverk	1	3 000 000	3 000 000	8	0.8	C	0	0	0	0.1	0.1	0.1
J F	Motorer	1	120 000	120 000	6	0.8	B	0.1	0	0.1	0.2	0.1	0.4
J F	Encoders	6	10 000	60 000	6	0.8	B	0.1	0	0.1	0.2	0.1	0.4
J F	Dockningsstation	4	30 000	120 000	6	0.6	C	0	0	0	0.1	0.1	0.1
J F	Kontakter (Staubli)	4	60 000	240 000	8	0.6	B	0	0	0	0.1	0.1	0.1
Uppriktningsbord													
U.r.b	Traverser	1	850 000	850 000		0.8	C	0	0	0	0	0	0.3
U.r.b	Vridbord	1	800 000	800 000		0.8	C	0	0	0	0	0	0.1
U.r.b	Kontaktorer	1	500	500	2	0.2	B	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2
U.r.b	Frekvensomvandlare	1	10 000	10 000	3	0.2	A	0.1	0	0.1	0.3	0.1	0.4
3.Röntgen													
Kylare													
EAP 001	Detector Chiller	1	50 000	50 000	4	0.8	B	0.1	0	0.1	0.3	0.5	0.6
EAP 002	X-Ray Chiller	1	300 000	300 000	8	0.8	B	0.1	0	0.1	0.3	0.5	0.6
Kraftförsörjning													
TAP 001	Transformator	1	100000	100 000	8	0.8	B	0.1	0	0.1	0.2	0.4	0.5
QAP 008	Modulator	1	2 000 000	2 000 000	20	0.8	B	0.1	0	0.1	0.2	0.4	0.5
QAP 009	Regulator	1	2 000 000	2 000 000	20	0.8	B	0.1	0	0.1	0.2	0.4	0.5
Röntgenkammare													
R.k	Röntgen (Varian Linatron 3000)	1	4 000 000	4 000 000	50	0.8	A	0.1	0	0	0.3	0.1	0.5
R.k	Lyftram	1	100 000	100 000	4	0.8	C	0	0	0	0	0	0.2
R.k	Detektorer sensorer	1	450 000	450 000	24	0.8	B	0.1	0	0	0.1	0.1	0.1
Styrutrustning													
S.u	Arbetsstation	1	500 000	500 000	10	0.8	A	0.5	0.1	0.1	0.5	0.2	1
S.u	Styrbox (Varian)	1	500 000	500 000	24	0.8	A	0.4	0.1	0	0.4	0.2	0.9
4.Ultraljud													
U.I	Apparatskåp	1	300 000	300 000	10	0.8	A	0.2	0.1	0.2	0.6	0.4	0.9
U.I	Sänd / mottagare	1	200 000	200 000	10	0.8	C	0	0	0	0	0	0.1
U.I	Arbetsstation PC	1	200 000	200 000	4	0.8	A	0.4	0.2	0.3	0.6	0.4	1
U.I	Vattensystem	1	50 000	50 000	4	0.8	C	0	0	0	0	0	0.1
U.I	Vridbord	1	100 000	100 000	6	0.0	C						
5.Hanteringsstation													
H.s	Travers	1	500 000	500 000	20	0.2	C	0	0	0	0	0.1	0.3
QAP 012	Styrskåp	1	20 000	20 000	4	0.2	B	0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.5
QAP 012	Styrbox Georges Renault	1	80 000	80 000	8	0.2	A	0.2	0.2	0.2	0.5	0.1	0.8
QAP 012	Styrbox Eclipse Magnetics	1	15 000	15 000	5	0.2	A	0.2	0.2	0.2	0.5	0.1	0.8
QAP 012	Frekvensstyrningar	2	12 000	24 000	3	0.2	A	0.2	0.2	0.2	0.5	0.1	0.8
QAP 012	Förstärkarreläer	6	500	3 000	3	0.2	B	0	0.1	0.1	0.3	0.1	0.6
QAP 012	reläer	6	100	600	1	0.2	B	0	0.1	0.1	0.3	0.1	0.6
H.s	Lock-och skruvhanteringsutrustning	1	800 000	800 000	20	0.2	B	0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.4
summa =								6.8	3.8	7.3	22.5	22.1	41.3

BRANDANALYS AV SKBS KAPSELLABORATORIUM

Beteckning / System	Delsystem (komponent)	[s] medel av 1-6	[P] (kr)	[P] Rank	EML / Del (kr)	EML Rank			
Jacking frame									
SAP 005	Motorkontrollskåp	0.30	525 000	18	1 860 100	19	11	1 600 000	
SAP 005	Frekvensstyrningar ACS 600	0.43	554 667	16			60	1 200 000	
SAP 005	Synkroniseringsutrustning	0.43	533 000	17			80	1 200 000	
SAP 005	Säkringsreläer (24 V)	0.27	53 360	54			2 000	200 000	
J F	Ramverk	0.05	230 000	32	5 140 000	8	1	1 600 000	
J F	Motorer	0.15	198 000	35			10	1 200 000	
J F	Encoders	0.15	189 000	37			120	1 200 000	
J F	Dockningsstation	0.05	51 000	58			30	900 000	
J F	Kontakter (Staubli)	0.05	72 000	49			20	1 200 000	
Uppriktningsbord									
U.r.bord	Traverser	0.05	42 500	59	850 000	30	0	0	
U.r.bord	Vridbord	0.02	13 333	68	800 000	33	0	0	
U.r.bord	Kontaktorer	0.08	8 375	70	160 500	38	200	100 000	
U.r.bord	Frekvensomvandlare	0.17	26 667	65			15	150 000	
3.Röntgen									
Kylare									
EAP 001	Detector Chiller	0.27	226 667	33	850 000	30	16	800 000	
EAP 002	X-Ray Chiller	0.27	506 667	19	1 900 000	18	5	1 600 000	
Kraftförsörjning									
TAP 001	Transformator	0.22	368 333	24	1 700 000	22	16	1 600 000	
QAP 008	Modulator	0.22	1 300 000	8	6 000 000	4	2	4 000 000	
QAP 009	Regulator	0.22	1 300 000	8	6 000 000	4	2	4 000 000	
Röntgenkammare									
R.k	Röntgen (Varian Linatron 3000)	0.17	2 333 333	3	14 000 000	2	3	10 000 000	
R.k	Lyftram	0.03	30 000	64	900 000	27	8	800 000	
R.k	Detektorer sensorer	0.07	350 000	25	5 250 000	7	11	4 800 000	
Styrutrustning									
S.u	Arbetsstation	0.40	1 000 000	13	2 500 000	15	4	2 000 000	
S.u	Styrbox (Varian)	0.33	1 766 667	4	5 300 000	6	10	4 800 000	
4.Ultraljud									
U.I	Apparatskåp	0.40	920 000	14	2 300 000	17	7	2 000 000	
U.I	Sänd / mottagare	0.02	36 667	61			10	2 000 000	
U.I	Arbetsstation PC	0.48	483 333	20	1 000 000	26	4	800 000	
U.I	Vattensystem	0.02	14 167	67	850 000	30	16	800 000	
U.I	Vridbord	0.00	0	73	100 000	39	0	0	
5.Hanteringsstation									
H.s	Travers	0.07	100 000	46	1 500 000	23	2	1 000 000	
QAP 012	Styrskåp	0.17	36 667	61	542 600	35	10	200 000	
QAP 012	Styrbox Georges Renault	0.33	160 000	42			5	400 000	
QAP 012	Styrbox Eclipse Magnetics	0.33	88 333	47			17	250 000	
QAP 012	Frekvensstyrningar	0.33	58 000	50			13	150 000	
QAP 012	Förstärkarreläer	0.20	30 600	63			300	150 000	
QAP 012	reläer	0.20	10 120	69			500	50 000	
H.s	Lock-och skruvhanteringsutrustning	0.15	270 000	31	1 800 000	21	1	1 000 000	
		summa [P] =							
		31 963 515							

APPENDIX E: PRIORITERINGAR

KOMPONENTER RANGORDNADE EFTER PRIORITERINGSVÄRDE [P]

Beteckn.	Delsystem (komponent)	Rank			
EB-Gun	EB-Gun + Vakuumpumpar	1	SAP 006	Sliding Seal Cabinet	39
HAP 001	High Voltage Tank	2	QAP 002	Elcentral	40
R.k	Röntgen (Varian Linatron)	3	QAP 002	Nödstoppskåp (slutet)	41
S.u	Styrbox (Varian)	4	QAP 012	Styrbox Georges Renault	42
QAP 003	Gun Control Cabinet	5	QAP 002	Förstärkarreläer (110 V)	43
QAP 004	Beam Current Control Cabinet	6	QAP 001	Förstärkarreläer	44
SAP 004	Transformator / Inverter	7	SAP 006	Förstärkarreläer (110 V)	45
QAP 008	Modulator	8	H.s	Travers	46
QAP 009	Regulator	8	QAP 012	Styrbox Eclipse Magnetics	47
QAP 010	Motorstyrning (Sirotec)	10	QAP 002	Kontaktorer	48
SAP 002	Styr / Kraftsskåp	11	J F	Kontakter (Staubli)	49
PAP 002	Operatörspanel (PC, Siemens)	12	QAP 012	Frekvensstyrningar	50
S.u	Arbetsstation	13	QAP 006	Tätningsskåp	51
U.l	Apparatskåp	14	QAP 007	Tätningsskåp	51
L.h	Lockhanterare + Motorer	15	QAP 006	Magnetventiler	53
SAP 005	Frekvensstyrningar (ACS 600)	16	SAP 005	Säkringsreläer (24 V)	54
SAP 005	Synkroniseringsutrustning	17	QAP 007	Magnetventiler	55
SAP 005	Motorkontrollskåp	18	QAP 006	Tryckgivare	56
EAP 002	X-Ray Chiller	19	QAP 007	Tryckgivare	57
U.l	Arbetsstation PC	20	J F	Dockningsstation	58
SAP 006	Frekvensstyrning (ACS 600)	21	U.r.bord	Traverser	59
SAP 001	Lampor / vred	22	L.k.truck	Styrssystem	60
QAP 001	Kommunikationsutr.	23	U.l	Sänd / mottagare	61
TAP 001	Transformator	24	QAP 012	Styrskåp	61
R.k	Detektorer sensorer	25	QAP 012	Förstärkarreläer	63
QAP 010	Styrningar (Simatic S5)	26	R.k	Lyftram	64
QAP 010	Lasermättningsutr	27	U.r.bord	Frekvensomvandlare	65
SAP 001	Motorställverk	28	L.k.truck	Kontaktorer	66
PAP 001	Centraldatorpanel (PC)	29	U.l	Vattensystem	67
QAP 001	Centraldatorskåp	30	U.r.bord	Vridbord	68
H.s	Lock-och skruvhant.utr.	31	QAP 012	reläer	69
J F	Ramverk	32	U.r.bord	Kontaktorer	70
EAP 001	Detector Chiller	33	L.k.truck	Batteriladdare	71
QAP 002	Säkerhetsreläer (110 V)	34	QAP 011	Manöverbox	72
J F	Motorer	35	L.k.truck	Luftkuddar	73
QAP 010	Styr- / Kraftskåp	36	L.k.truck	Drivhjul	73
J F	Encoders	37	L.k.truck	Säkringar	73
QAP 001	I/O-moduler	38	L.k.truck	Kompressor	73
			U.l	Vridbord	73

KOMPONENTGRUPPER RANGORDNADE EFTER ESTIMATED MAXIMUM LOSS [EML]

Beteckn.	DELSYSTEM	Rank			
			L.k.truck	Styrsystem	20
EB-Gun	EB-Gun + Vakuumpumpar	1	H.s	Lock-och skruvhant.utr.	21
R.k	Röntgen (Varian Linatron)	2	TAP 001	Transformator	22
HAP 001	High Voltage Tank	3	H.s	Travers	23
QAP 008	Modulator	4	SAP 001	Motorställverk	24
QAP 009	Regulator	4	QAP 002	Nödstoppskåp (slutet)	25
S.u	Styrbox (Varian)	6	U.l	Arbetsstation PC	26
R.k	Detektorer sensorer	7	R.k	Lyftram	27
J F	Ramverk	8	QAP 001	Centraldatorskåp	28
L.h	Lockhanterare + Motorer	9	SAP 006	Sliding Seal Cabinet	29
SAP 004	Transformator / Inverter	10	EAP 001	Detector Chiller	30
QAP 003	Gun Control Cabinet	11	U.r.bord	Traverser	30
QAP 004	Beam Current Control Cabinet	12	U.l	Vattensystem	30
SAP 002	Styr / Kraftsskåp	13	U.r.bord	Vridbord	33
PAP 002	Operatörspanel (PC, Siemens)	14	PAP 001	Centraldatorpanel (PC)	34
S.u	Arbetsstation	15	QAP 012	Styrskåp	35
QAP 010	Styr- / Kraftsskåp	16	QAP 006	Tätningsskåp	36
U.l	Apparatskåp	17	QAP 007	Tätningsskåp	37
EAP 002	X-Ray Chiller	18	U.r.bord	Kontaktorer	38
SAP 005	Motorkontrollskåp	19	U.l	Vridbord	39

KOMPONENTER RANGORDNADE EFTER SÅRBARHET

Beteckn.	Delsystem (komponent)	[s]			
			QAP 009	Regulator	0,22
QAP 001	Kommunikationsutr.	0,58	TAP 001	Transformator	0,22
QAP 010	Motorstyrning (Sirotec)	0,53	QAP 012	Förstärkarreläer	0,20
QAP 010	Styrningar (Simatic S5)	0,53	QAP 012	reläer	0,20
QAP 010	Lasermätningstr	0,53	R.k	Röntgen (Varian Linatron)	0,17
U.I	Arbetsstation PC	0,48	QAP 012	Styrskåp	0,17
QAP 001	I/O-moduler	0,47	QAP 002	Elcentral	0,17
PAP 001	Centraldatorpanel (PC)	0,45	U.r.bord	Frekvensomvandlare	0,17
SAP 005	Frekvensstyrningar (ACS 600)	0,43	H.s	Lock-och skruvhant.uttr.	0,15
SAP 005	Synkroniseringsutrustning	0,43	J F	Motorer	0,15
SAP 006	Frekvensstyrning (ACS 600)	0,43	J F	Encoders	0,15
QAP 001	Centraldatorskåp	0,42	L.h	Lockhanterare + Motorer	0,12
S.u	Arbetsstation	0,40	QAP 006	Tätningsskåp	0,12
U.I	Apparatskåp	0,40	QAP 007	Tätningsskåp	0,12
QAP 003	Gun Control Cabinet	0,38	QAP 006	Magnetventiler	0,12
PAP 002	Operatörspanel (PC, Simens)	0,38	QAP 007	Magnetventiler	0,12
SAP 001	Lampor / vred	0,37	QAP 006	Tryckgivare	0,12
SAP 002	Styr / Kraftskåp	0,35	QAP 007	Tryckgivare	0,12
QAP 001	Förstärkarreläer	0,35	EB-Gun	EB-Gun + Vakuumpumpar	0,10
SAP 006	Förstärkarreläer (110 V)	0,35	U.r.bord	Kontakter	0,08
S.u	Styrbox (Varian)	0,33	R.k	Detektorer sensorer	0,07
QAP 004	Beam Current Control Cabinet	0,33	H.s	Travers	0,07
QAP 012	Styrbox Georges Renault	0,33	J F	Ramverk	0,05
QAP 012	Styrbox Eclipse Magnetics	0,33	L.k.truck	Styrsystem	0,05
QAP 012	Frekvensstyrningar	0,33	U.r.bord	Traverser	0,05
SAP 001	Motorställverk	0,32	J F	Kontakter (Staubli)	0,05
QAP 010	Styr- / Kraftskåp	0,30	J F	Dockningsstation	0,05
SAP 005	Motorkontrollskåp	0,30	L.k.truck	Kontakter	0,05
HAP 001	High Voltage Tank	0,27	L.k.truck	Batteriladdare	0,05
SAP 004	Transformator / Inverter	0,27	QAP 011	Manöverbox	0,05
EAP 002	X-Ray Chiller	0,27	R.k	Lyfttram	0,03
QAP 002	Nödstoppskåp (slutet)	0,27	U.I	Vattensystem	0,02
EAP 001	Detector Chiller	0,27	U.r.bord	Vridbord	0,02
QAP 002	Säkerhetsreläer (110 V)	0,27	U.I	Sänd / mottagare	0,02
QAP 002	Förstärkarreläer (110 V)	0,27	U.I	Vridbord	0,00
QAP 002	Kontakter	0,27	L.k.truck	Luftkuddar	0,00
SAP 005	Säkringsreläer (24 V)	0,27	L.k.truck	Drivhjul	0,00
SAP 006	Sliding Seal Cabinet	0,25	L.k.truck	Säkringar	0,00
QAP 008	Modulator	0,22			

KOMPONENTER RANGORDNADE EFTER STILLESTÅNDSKOSTNAD

Beteckn.	Delsystem (komponent)	[T×k×c]			
			EAP 001	Detector Chiller	800 000
			L.k.truck	Styrsystem	800 000
EB-Gun	EB-Gun + Vakuumpumpar	14 400 000	R.k	Lyftfram	800 000
			U.1	Vattensystem	800 000
R.k	Röntgen (Varian Linatron)	10 000 000	QAP 002	Säkerhetsreläer (110 V)	750 000
HAP 001	High Voltage Tank	8 000 000	QAP 002	Elcentral	750 000
S.u	Styrbox (Varian)	4 800 000	QAP 001	Kommunikationsutr.	600 000
R.k	Detektorer sensorer	4 800 000	QAP 010	Styrningar (Simatic S5)	600 000
QAP 003	Gun Control Cabinet	4 000 000	QAP 010	Lasermätningstr	600 000
QAP 004	Beam Current Control Cabinet	4 000 000	PAP 001	Centraldatorpanel (PC)	600 000
SAP 004	Transformator / Inverter	4 000 000	QAP 001	Centraldatorskåp	600 000
			QAP 010	Styr- / Kraftskåp	600 000
QAP 008	Modulator	4 000 000	QAP 002	Nödstoppskåp (slutet)	600 000
QAP 009	Regulator	4 000 000	SAP 006	Sliding Seal Cabinet	600 000
L.h	Lockhanterare + Motorer	4 000 000	QAP 002	Förstärkarreläer (110 V)	450 000
SAP 002	Styr / Kraftsskåp	3 200 000	QAP 006	Tätningsskåp	450 000
PAP 002	Operatörspanel (PC, Siemens)	2 400 000	QAP 007	Tätningsskåp	450 000
			QAP 006	Magnetventiler	450 000
QAP 010	Motorstyrning (Sirotec)	2 000 000	QAP 007	Magnetventiler	450 000
S.u	Arbetsstation	2 000 000	QAP 006	Tryckgivare	450 000
U.1	Apparatskåp	2 000 000	QAP 007	Tryckgivare	450 000
U.1	Sänd / mottagare	2 000 000	QAP 012	Styrbox Georges Renault	400 000
SAP 005	Motorkontrollskåp	1 600 000	L.k.truck	Kontakter	400 000
EAP 002	X-Ray Chiller	1 600 000	QAP 001	I/O-moduler	300 000
TAP 001	Transformator	1 600 000	QAP 001	Förstärkarreläer	300 000
J F	Ramverk	1 600 000	SAP 006	Förstärkarreläer (110 V)	300 000
SAP 005	Frekvensstyrningar (ACS 600)	1 200 000	QAP 002	Kontakter	300 000
SAP 005	Synkroniseringsutrustni ng	1 200 000	QAP 012	Styrbox Eclipse Magnetics	250 000
J F	Motorer	1 200 000	SAP 005	Säkringsreläer (24 V)	200 000
J F	Encoders	1 200 000	QAP 012	Styrskåp	200 000
J F	Kontakter (Staubli)	1 200 000	L.k.truck	Säkringar	200 000
L.k.truck	Drivhjul	1 200 000	QAP 012	Frekvensstyrningar	150 000
SAP 001	Motorställverk	1 000 000	QAP 012	Förstärkarreläer	150 000
H.s	Lock-och skruvhant.utr.	1 000 000	U.r.bord	Frekvensomvandlare	150 000
H.s	Travers	1 000 000	L.k.truck	Batteriladdare	150 000
SAP 006	Frekvensstyrning (ACS 600)	900 000	U.r.bord	Kontakter	100 000
J F	Dockningsstation	900 000	QAP 011	Manöverbox	100 000
U.1	Arbetsstation PC	800 000	L.k.truck	Kompressor	100 000
SAP 001	Lampor / vred	800 000	QAP 012	reläer	50 000

KOMPONENTER RANGORDNADE EFTER STILLESTÅNDSKOSTNAD RELATIVT ÅTERANSKAFFNINGSKOSTNAD

Beteckn.	Delsystem (komponent)	[T×k×c / K]			
			QAP 003	Gun Control Cabinet	8
			R.k	Lyftram	8
SAP 005	Säkringsreläer (24 V)	2 000	PAP 002	Operatörspanel (PC, Siemens)	7
QAP 002	Kontaktorer	1 500	U.l	Apparatskåp	7
QAP 006	Tryckgivare	1 125	PAP 001	Centraldatorpanel (PC)	6
QAP 007	Tryckgivare	1 125	QAP 001	Centraldatorskåp	6
QAP 002	Förstärkarreläer (110 V)	900	QAP 001	Kommunikationsutr.	6
QAP 001	Förstärkarreläer	600	SAP 006	Sliding Seal Cabinet	6
SAP 006	Förstärkarreläer (110 V)	600	QAP 002	Elcentral	5
QAP 006	Magnetventiler	563	EAP 002	X-Ray Chiller	5
QAP 007	Magnetventiler	563	QAP 012	Styrbox Georges Renault	5
QAP 012	reläer	500	SAP 004	Transformator / Inverter	4
L.k.truck	Säkringar	400	L.h	Lockhanterare + Motorer	4
QAP 002	Säkerhetsreläer (110 V)	375	S.u	Arbetsstation	4
QAP 012	Förstärkarreläer	300	U.l	Arbetsstation PC	4
L.k.truck	Kontaktorer	200	R.k	Röntgen (Varian Linatron)	3
U.r.bord	Kontaktorer	200	QAP 008	Modulator	2
J F	Encoders	120	QAP 009	Regulator	2
QAP 001	I/O-moduler	100	H.s	Travers	2
SAP 005	Synkroniseringsutrustning	80	EB-gun	EB-Gun + Vakuumpumpar	1
SAP 005	Frekvensstyrningar (ACS 600)	60	H.s	Lock-och skruvhant.utr.	1
			J F	Ramverk	1
SAP 001	Lampor / vred	40			
L.k.truck	Styrssystem	40			
L.k.truck	Drivhjul	30			
J F	Dockningsstation	30			
SAP 001	Motorställverk	25			
QAP 006	Tätningsskåp	23			
QAP 007	Tätningsskåp	23			
SAP 002	Styr / Kraftsskåp	21			
J F	Kontakter (Staubli)	20			
SAP 006	Frekvensstyrning (ACS 600)	18			
QAP 012	Styrbox Eclipse Magnetics	17			
EAP 001	Detector Chiller	16			
TAP 001	Transformator	16			
U.l	Vattensystem	16			
QAP 002	Nödstoppskåp (slutet)	15			
QAP 010	Lasermätningstr	15			
L.k.truck	Batteriladdare	15			
U.r.bord	Frekvensomvandlare	15			
QAP 004	Beam Current Control Cabinet	13			
QAP 012	Frekvensstyrningar	13			
QAP 010	Styrningar (Simatic S5)	12			
R.k	Detektorer sensorer	11			
SAP 005	Motorkontrollskåp	11			
HAP 001	High Voltage Tank	10			
QAP 010	Styr- / Kraftskåp	10			
QAP 010	Motorstyrning (Sirotec)	10			
QAP 011	Manöverbox	10			
L.k.truck	Kompressor	10			
J F	Motorer	10			
U.l	Sänd / mottagare	10			
QAP 012	Styrskåp	10			
S.u	Styrbox (Varian)	10			

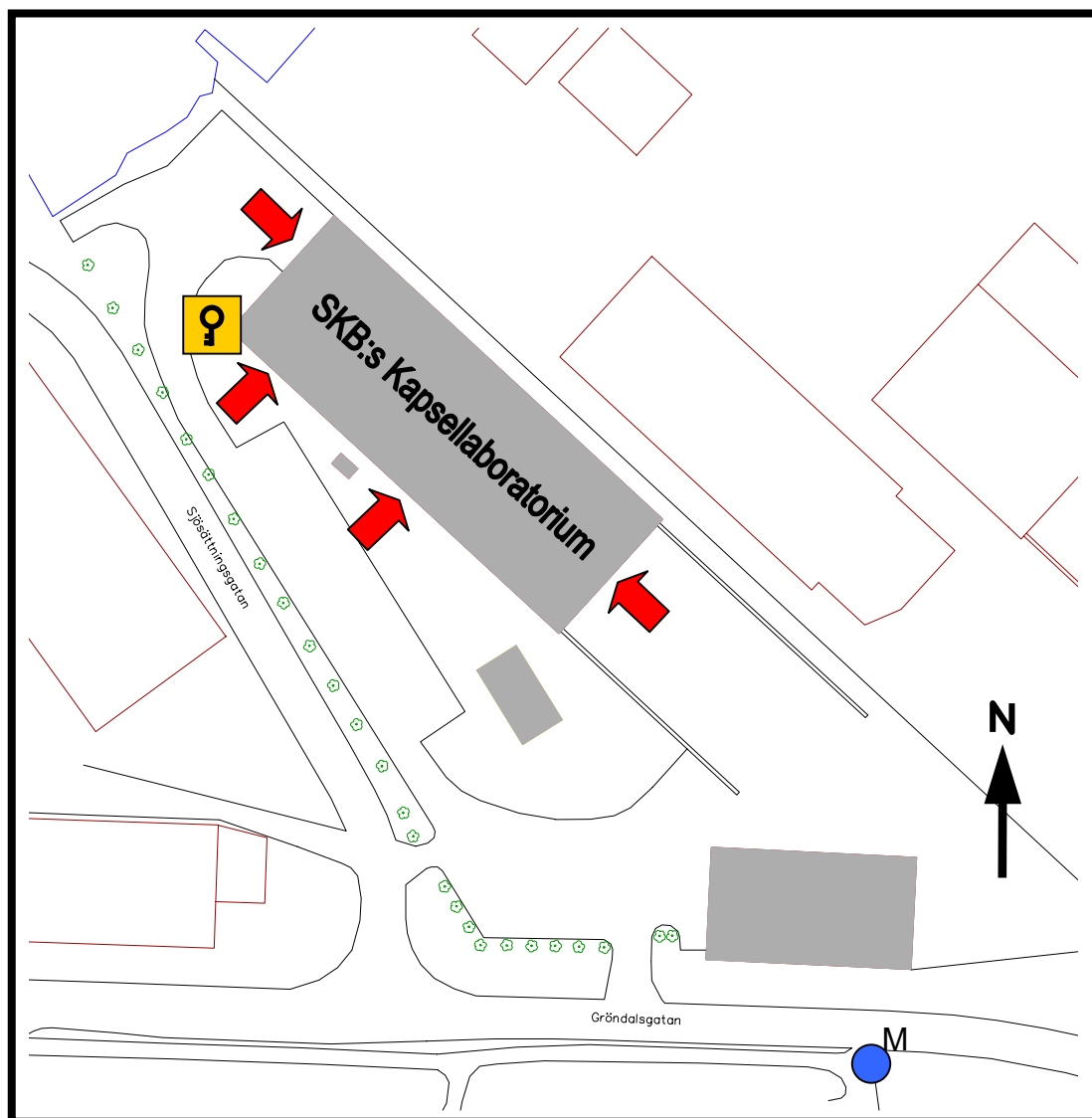
APPENDIX F: INSATSPLAN

INSATSPLAN SKB:s KAPSELLABORATORIUM

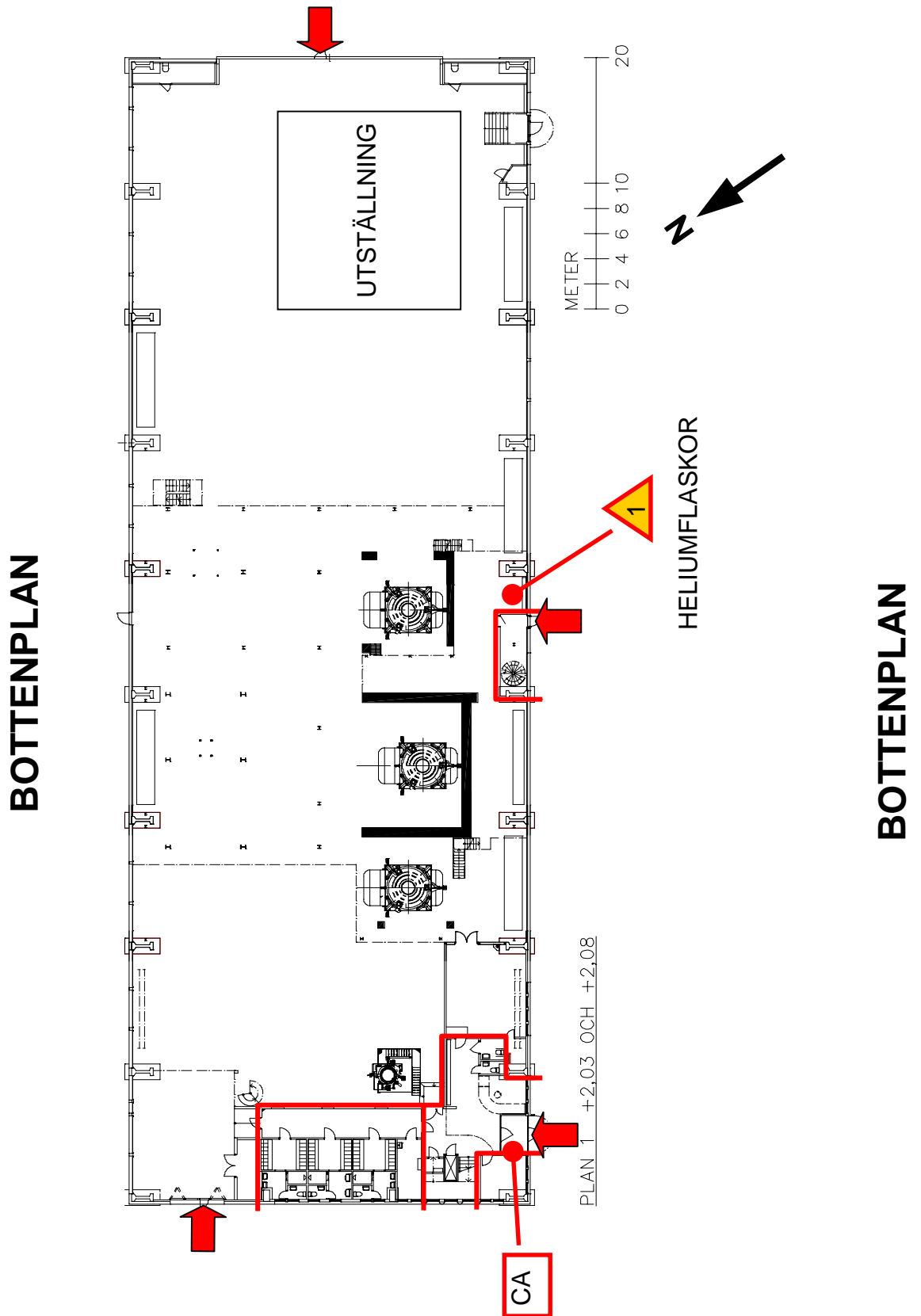
ADRESS: GRÖNDALGATAN 15-19 0491-76 79 00 vxl.
FASTIGHET: VERKSTADEN 19

KONTAKTPERSONER: PLATSCHEF
HENRY GUSTAVSSON 0491-16 504
0706-34 73 55
THOMAS OTTOSSON 0491-92 248
0705-11 05 36

SITUATIONSPLAN

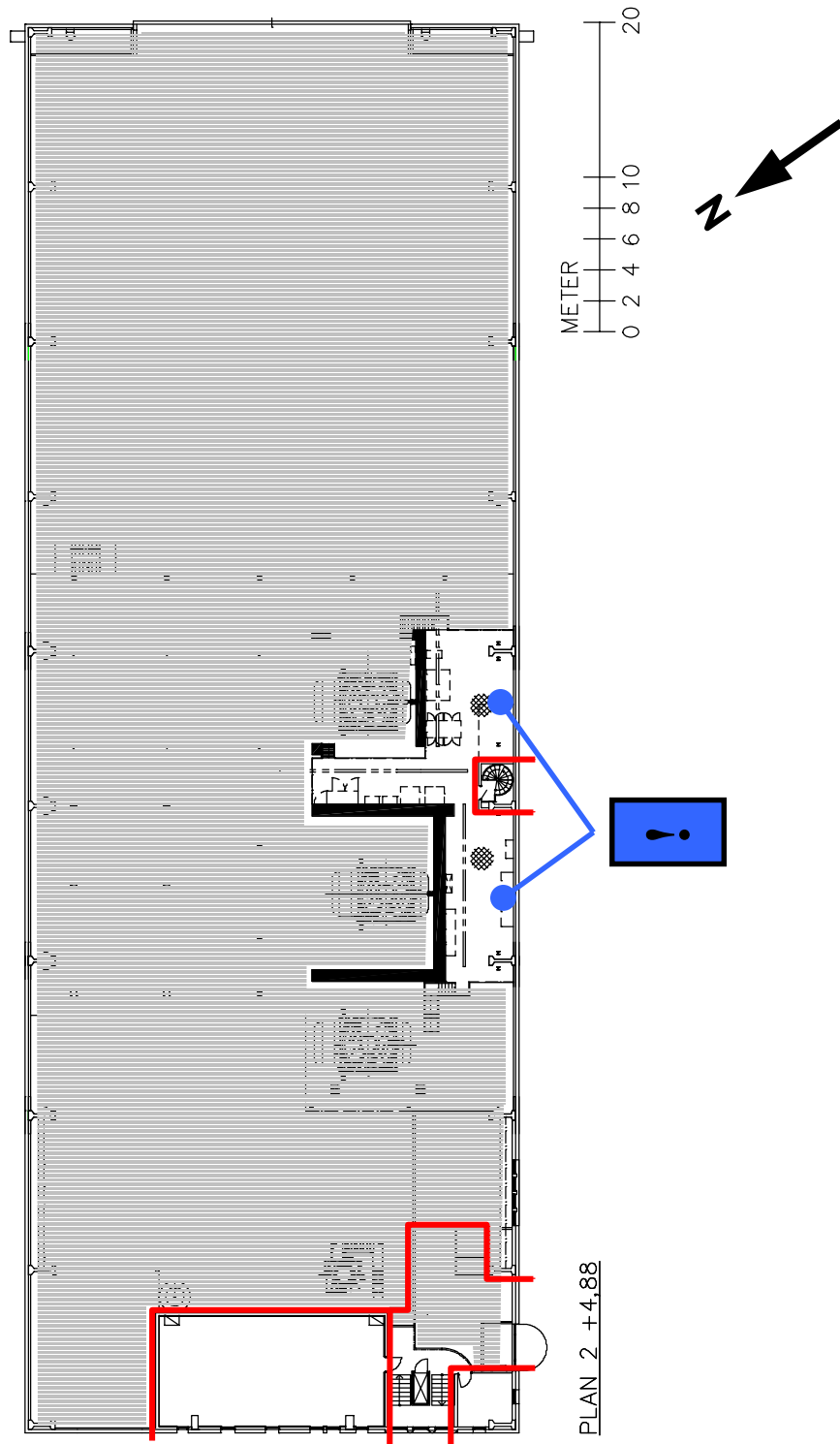


BOTTENPLAN



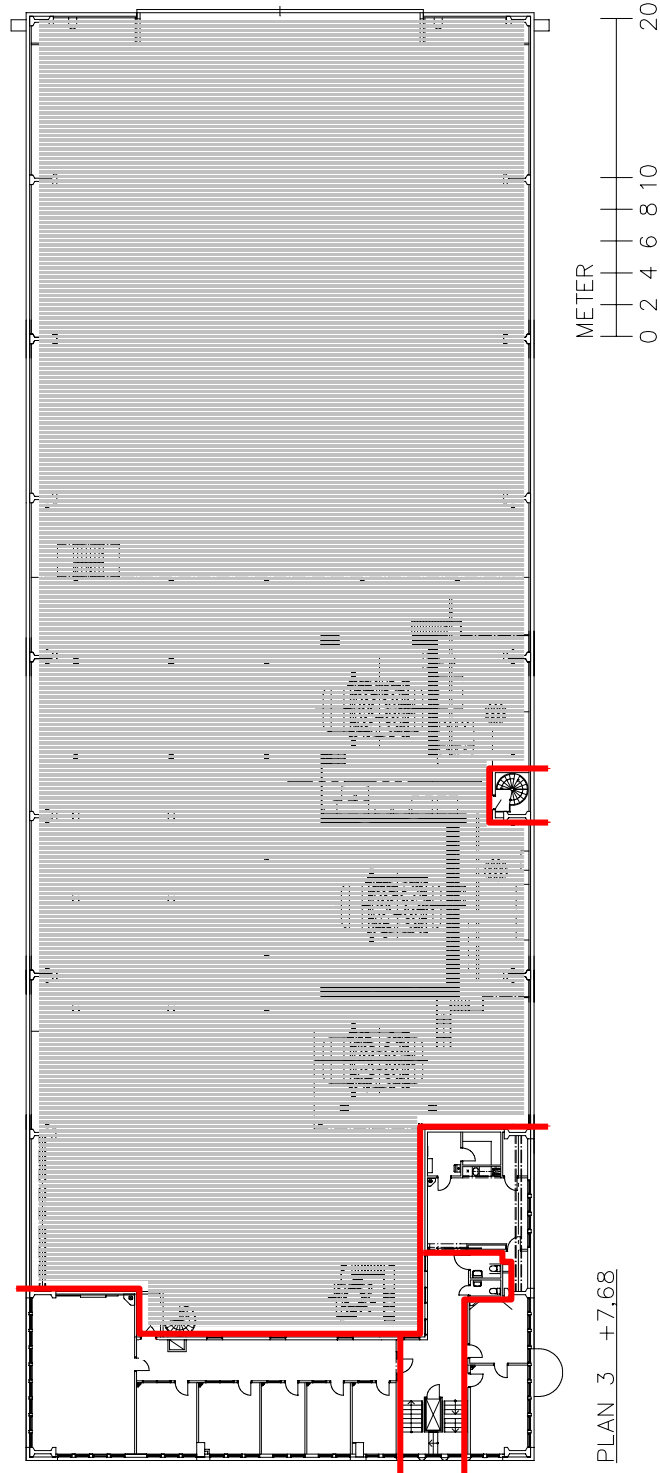
PLAN 2

PLAN 2



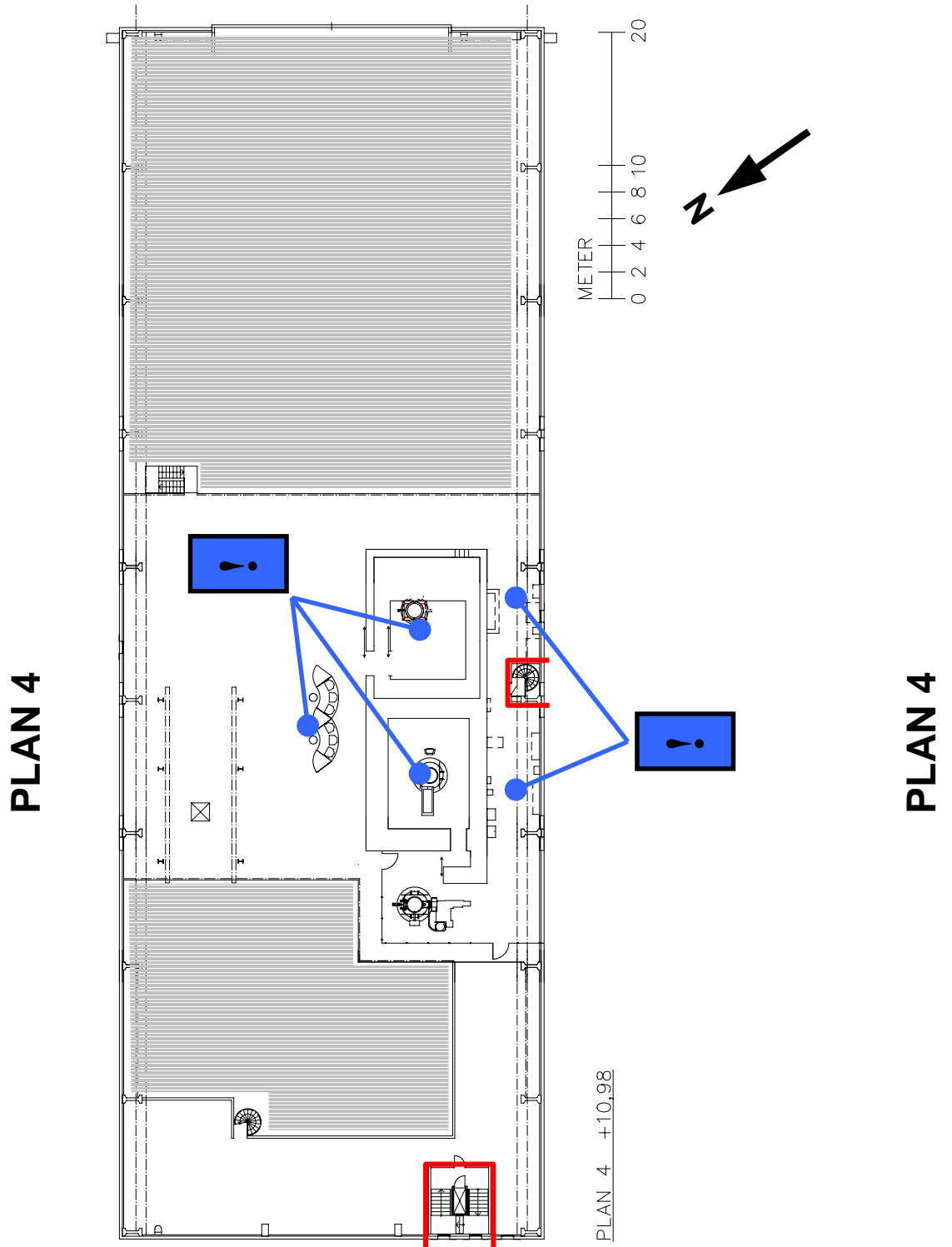
PLAN 3








PLAN 3



PLAN 3

PLAN 4



<p style="text-align: center;">OBJEKTSBESKRIVNING</p> <p>Byggnaden består av en stor öppen hall med laborieutrustning. I hallens norra ände finns en kontorsdel och i södra änden finns en skärmställning av brännbart material.</p> <p>Kontorsdelen är brandcellsindelad medan laboriehallen är osekionerad. Trapphusen i kontorsdelen och mitt på byggnadens västra sida är egna brandceller</p> <p>Byggnaden har fyra plan i kontorsdelen och tre plan i laboriedelen. Våningsplanen i laboriedelen är byggda av gallergreting.</p>	<p style="text-align: center;">TECKENFÖRKLARING</p> <p> BRANDPOST MARK</p> <p> NYCKELSKÅP</p> <p> ANGREPPSVÄG</p> <p> BRANDCELLSGRÄNS</p> <p> FARLIGT GODS</p> <p> CENTRALAPPARAT BRANDLARM</p> <p> KÄNSLIG UTRUSTNING (SKYDDSVÄRD)</p>
<p style="text-align: center;">SÄRSKILDA RISKER</p> <p>1) Två Heliumflaskor</p> <p>Starkström finns indragen i byggnaden. För att bryta denna kontakta:</p> <p>Oskarshamns Energi 0491-88 110 010-24 91 531</p> <p>Alt. SOS 112</p>	<p style="text-align: center;">TÄNK PÅ</p> <p>All elektronik längs den västra långsidan av byggnaden är viktig för verksamheten. Elektroniken och annan känslig utrustning är markerad på ritningarna i insatsplanen.</p> <p>Använd i möjligaste mån kolsyresläckare eller skum mot elektroniken på plan 2 och plan 4 (skumsläckare finns i lokalen).</p> <p>Ventilera ut brandgaser snarast. Som stöd för restvärdesräddning har kontaktpersonerna prioriteringslista över utrustningen i anläggningen. Prioriteringslistan finns även vid brandlarmets centralapparat.</p>

