



Report 5042

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet
Brandteknik

Utrymningssäkerhet i kontorsmiljön vid Oskarshamns kärnkraftverk



Marcus Dahl
Ludwig Tejler
Lund 1999



Institutionen för brandteknik
Lunds Tekniska Högskola
Box 118
221 00 Lund

Department of Fire Safety Engineering
Lund Institute of Technology
Lund University
Box 118
S-221 00 Lund
Sweden
<http://www.brand.lth.se>
e-mail: brand@brand.lth.se

Utrymningssäkerhet i kontorsmiljö vid Oskarshamns kärnkraftverk

Evacuation safety in office environments at Oskarshamns nuclear power plant

September 1999

Report: 5042
ISSN: 1402-3504

ISRN: LUTVDG/TVBB--5042--SE

ABSTRACT: This report is a fire safety evaluation of the office environments at a nuclear power plant in Oskarshamn, Sweden. Calculations and computer simulations concerning smokefilling and evacuation are presented together with the results of a full scale evacuation drill. Results, judgements and suggestions to improve the fire safety are given.
(Swedish)

KEYWORDS: evacuation, fire, nuclear power plant, office environment, smokefilling, OKG, Oskarshamn.

© Copyright Institutionen för brandteknik
Lunds tekniska högskola, Lunds Universitet, Lund 1999

Förord

Vi vill härmed framföra vårt tack till de personer som hjälpt oss vid framtagandet av denna rapport.

Våra handledare: Håkan Frantzich, avdelningen för brandteknik Lunds tekniska högskola och Bertil Svensson, GP-brand vid Oskarshamns kärnkraftverk. De har båda frikostigt bjudit på sin kunskap och tid.

Elisabeth Ståhle för teknisk hjälp med ritningar på de aktuella byggnaderna

Personalen vid både förebyggande och operativa delen av Oskarshamnsverket räddningsstyrka.

Avslutningsvis även ett tack till övrig personal på Oskarshamnsverken för ett trevligt bemötande samt ett till personalen på brandinstitutionen för rappa svar på korta frågor.

Författarna svarar för innehållet i rapporten.

Sammanfattning

Denna rapport är ett elevarbete utfört av två brandingenjörsstudenter vid Lund tekniska högskola. Rapporten är utförd i samarbete med Oskarshamns kärnkrafts grupp AB, OKG AB. Syftet med rapporten är att kontrollera den nuvarande nivån på utrymningssäkerhet i Oskarshamnsverkets kontorsbyggnader, belysa brister och ta fram riktlinjer för det framtida nyttjandet.

För att beräkna tider för detektoraktivering, rökfyllnad och utrymning har datorprogrammen Detact-QS, CFAST och Simulex använts. För att fastställa reaktions- och beslutstid genomfördes en fullskalig utrymningsövning. Utrymningen dokumenterades med hjälp av videokameror. Med dessa videoupptagningar samt en enkätundersökning som genomfördes direkt efter utrymningen erhöles en ganska tydlig bild av personalens reaktioner och handlande.

De viktigaste resultaten av rapporten är:

- En brand som rökfyller nordvästra trapphuset i A-byggnaden medför att enda vägen ut spärras för de som arbetar på plan 4, 5 och 6 i denna byggnad.
- Det befintliga brandskyddet i form av bl.a. sektionering måste skötas bättre för att fungera. Framför allt måste branddörrar underhållas samt hållas stängda alternativt förses med självstängare.
- Kopieringsplatser i korridorerna äventyrar ej utrymningssäkerheten så länge de följer gällande föreskrifter, dvs. god ordning och att skräp och kopieringspapper förvaras i slutna behållare.
- Då hopslagning av kontor till kontorslandskap sker skall dessa utformas med rökavskiljande dörr mot korridoren.
- Utrymning på grund av brand måste ske ut ur byggnaden. Samlingsplatsen skall vara belägen antingen ute i det fria eller i en annan byggnad.
- OKGs personal är välutbildad i brandskydd. Rapporten ger förslag på hur man ytterligare kan förbättra utbildningen.
- Då ombyggnationer skall ske måste de olika avdelningarna på OKG bli bättre på att samverka innan bygget börjar. Detta sparar mycket pengar och gör att missar i brandskyddet undviks.

Resultaten finns mer utförligt beskrivna i rapportens sista kapitel kallat slutsatser och för de läsare som vill sätta sig ännu mer in i vilka förutsättningar som leder fram till resultaten finns både förutsättningar och resultat utförligt presenterade i rapporten.

De studerade byggnaderna vid OKG håller hög klass med avseende på brand- och utrymningssäkerhet. Tyvärr finns brister framförallt i skötseln och tillsynen av brandsektionering och skyltning. Som framtida arbete föreslår vi att mer kraft läggs på att kontrollera det befintliga skyddet med hjälp av brandsyn. Vi har funnit att digitalkamera är ett mycket bra verktyg som med fördel kan användas vid brandsyner för att påvisa fel och brister för ansvariga.

Summary

In this report the fire and evacuation safety in the A-, B-, P- and E-buildings of the nuclear power plant in Oskarshamn (OKG) is evaluated. Computer calculations are complemented and controlled with a full scale evacuation drill. The drill was taped with ten video cameras located in different parts of the building. The tapes has been of great value when the total time to evacuate the buildings are calculated.

To do this we have used a model that the building in order to be safe, must be evacuated before critical conditions are reached. The time it takes to empty the building in case of fire is divided into three parts:

- *Detection time, t_d* - time to detect the fire either for the alarm system or visually by occupants. The detectiontime is either estimated or for heat detectors calculated in the computer program Detact-QS
- *Response and recognition time, t_r* - time from when the people have been informed that there is a fire in the building until decision is made to evacuate. The reaction time also contain the time during the evacuation when for example a choice is made between to different ways out of the building. The response and recognition time is determined based on the video recordings of the full scale evacuation drill.
- *Evacuation time, t_e* - the time it takes for the people in the building to walk out. This time is calculated in the evacuation program Simulex and controlled with the videorecordings from the full scale evacuation drill.

The time to critical conditions is calculated with the computer program CFAST. The total evacuation time is subtracted from time to critical conditions in the compartments. As long as the result is positive the building is safe.

$$M = t_k - (t_d + t_r + t_e), \text{ ok if } M \geq 0$$

t_k = time to critical conditions

t_d = detection time

t_r = response and recognition time

t_e = evacuation time

The most important times to reduce are the detectiontime and response and recognition time. At OKG they have a loudspeaker system, controlled from the central control room, that is used to evacuate the building. But results in this report shows that the time from the detection of the fire until the evacuation message is read, is so long that the occupants must discover the fire and begin the evacuation before the message reach them. This can be dealt with if the fire detection system is modified so that a “bipbip-signal” sounds immediatelt on detection on the concerned floor. This will result in an early detection of the fire and a possibility for the occupants to take actions and perhaps extinguish the fire before it grows big.

The most important results of the report are:

- The smoke from a fire in the north east stairs of the A-building blocks the only escapeway for the occupants on floor 4, 5, and 6 in that building.
- The existing fire protection, for example sectioning of compartments must be looked after better in order to function properly. Most important is that fire doors are well maintained and kept closed or provided with a closing mechanism.
- Photocopier and printers in the corridors do not hazard the evacuation safety as long as they comply with existing rules which for example states that the copy and printing areas are kept in good order and that trash and paper are stored in sealed containers.
- When offices are converted into big open landscapes, the landscapes must be designed so that they can be sealed from the corridor in case of fire.
- Evacuation due to fire must be to outside of the building. The gathering place should be placed either outside or in another building.
- The OKG staff is well educated in fire protection. This report gives a few proposals how to further improve the education in fire protection.

The buildings studied in this report keep a high level of fire and evacuation safety. Unfortunately, the maintenance of the fire preventing systems is lacking, for example is fire compartmentation often broken because of a fire door is forced to stand open with a wedge. We suggest that in the future more resources are added to controlling the already existing systems. We have found that a digital camera is a very good tool, which can be used with great benefits to point out lack and errors to those responsible.

1.	INLEDNING	13
1.1	BAKGRUND	13
1.2	SYFTE	13
1.3	METOD	13
1.3.1	<i>Definition av kritiska förhållanden.....</i>	<i>14</i>
1.4	AVGRÄNSNINGAR.....	14
1.5	MODELLER	14
1.5.1	<i>Datorprogram som använts.....</i>	<i>14</i>
1.6	OSÄKERHETER	15
2	OBJEKTBESKRIVNING	16
2.1	OSKARSHAMNSVERKEN.....	16
2.2	KONTORSBYGGNADERNA.....	17
2.3	BRANDSKYDD	17
3	INVENTERING.....	19
3.1	METOD	19
3.2	BRANDSEKTIONERING	19
3.3	BRANDETEKTION	22
3.4	VENTILATION	22
3.5	BRANDGASVENTILATION.....	22
3.6	BRANDBELASTNING	22
3.7	SKYLTING	23
3.8	RESULTAT OCH DISKUSSION	24
4	UTRYMNING.....	25
4.1	SYFTE	25
4.2	UTRYMNINGSORGANISATION OCH LARMNING.....	25
4.2.1	<i>Rimligt händelseförlopp vid initiering av utrymning p.g.a. brand</i>	<i>25</i>
4.3	RESULTAT OCH DISKUSSION VAD AVSER LARMSYSTEM/ORGANISATION.....	26
4.4	REGELVERK.....	27
4.5	UPPDELNING I UTRYMNINGSVÄG OCH VÄG TILL UTRYMNINGSVÄG	28
5	UTRYMNINGSFÖRSÖK.....	29
5.1	SYFTE.....	29
5.2	METOD	29
5.2.1	<i>Planering.....</i>	<i>29</i>
5.2.2	<i>Utrymningsmeddelandets utformning.....</i>	<i>30</i>
5.2.3	<i>Videofilmning</i>	<i>30</i>
5.2.4	<i>Vittnesuppgifter</i>	<i>31</i>
5.2.5	<i>Enkätundersökning</i>	<i>31</i>
5.3	GENOMFÖRANDE.....	31
5.4	RESULTAT OCH DISKUSSION	31
5.4.1	<i>Internhögtalarsystemet</i>	<i>32</i>
5.4.2	<i>Utrymning och lokalkännedom.....</i>	<i>32</i>
5.4.3	<i>Utbildning.....</i>	<i>34</i>
5.4.4	<i>Säkerhetsföreskrifter.....</i>	<i>35</i>
5.4.5	<i>Försökets styrkor och svagheter.....</i>	<i>35</i>
6	MODELL OCH ANTAGANDEN FÖR BERÄKNING AV UTRYMNINGS-SÄKERHET.....	36
6.1	BRANDMODELLEN	36
6.2	DEFINITION AV UTRYMNINGSTID	36
6.3	BESTÄMNING AV DETEKTIONSTID	37
6.4	DISKUSSION KRING KRITISKA FÖRHÅLLANDEN.....	38
6.5	TILLFÖRLITLIGHETEN HOS OLIKA SYSTEM OCH HÄNDELSETRÄDETS UPPBYGGNAD.....	39
7	UTRYMNINGSSÄKERHET	41
7.1	KRITERIER FÖR SCENARIOVAL.....	41
7.2	SCENARIO; BRAND I KONTORSRUM I P-BYGGNADENS ENTRÉ.....	41

7.2.1	Scenariobeskrivning	41
7.2.2	Beräkning i CFAST.....	43
7.2.3	Utrymningssimulering i Simulex.....	44
7.2.4	Diskussion och resultat.....	45
7.3	SCENARIO: BRAND I A-BYGGNADENS ENTRÉHALL OCH RÖKFYLLNAD AV TRAPPHUS	47
7.3.1	Motivering av scenarioval	48
7.3.2	Beräkning i CFAST.....	48
7.3.3	Rökfyllnad av trapphus på grund av brand i entré.....	49
7.3.4	Rökfyllnad av trapphus på grund av brand i boksnuvror	50
7.3.5	Utrymningssimulering i Simulex.....	52
7.3.6	Diskussion och resultat.....	53
8	UTRYMNINGSSÄKERHET I KONTORSMILJÖ	56
8.1	VENTILATIONEN I KONTORSDELARNA	56
8.2	UTRYMNINGSSIMULERING I SIMULEX	57
8.3	FÖRENKLING AV GEOMETRIN FÖR ETT KONTORSPLAN.....	58
8.4	SCENARIO; BRAND I KOPIATOR I KORRIDOR.....	59
8.4.1	Motivering av scenarioval	60
8.4.2	Scenariobeskrivning inklusive förenklningar och antaganden	60
8.4.3	Beräkning i CFAST.....	60
8.4.4	Utrymningssimulering i Simulex.....	63
8.4.5	Diskussion och resultat.....	63
8.5	SCENARIO BRAND I KONTORSRUM.....	64
8.5.1	Motivering av scenarioval	65
8.5.2	Beräkning i CFAST.....	65
8.5.3	Utrymningssimulering i Simulex.....	66
8.5.4	Diskussion och resultat.....	66
8.6	SCENARIO BRAND I KONTORSLANDSKAP	67
8.6.1	Motivering av scenarioval	68
8.6.2	Beräkning i CFAST.....	68
8.6.3	Utrymningssimulering i Simulex.....	69
8.6.4	Diskussion och resultat.....	70
9	SLUTSATSER.....	72
9.1	FÖRSLAG TILL RIKTLINJER FÖR UTNYTTJANDET AV OKGs KONTORSLOKALER MED AVSEENDE PÅ UTRYMNINGSSÄKERHET	74
	BILAGOR.....	77

1. Inledning

Kapitlet inledning beskriver bakgrunden och syftet med rapporten, vilken metod och vilka beräkningsmodeller/program som använts, samt rapportens osäkerheter och avgränsningar.

1.1 Bakgrund

Oskarshamns kraftgrupp aktiebolag, OKG, är ett företag där man aktivt arbetar med säkerhet. Under senare år har utnyttjandet av företagets kontorslokaler förändrats i takt med att personatorer, kopieringsmaskiner, faxar, skrivare och annan modern kontorselektronik installerats. Behovet av särskilda utrymmen och mer plats både för personal och utrustning har ej kunnat tillgodoses utan ombyggnationer och förändringar. Kontorsmaskiner med tillhörande pappersupplag har ofta placerats i korridorer. Brandbelastningen har ökat genom den ökande pappershanteringen. Flera kontorslandskap har skapats genom att väggar mellan gamla kontorsrum slagits ut. Kontorslandskapen har ej byggts som enskilda brandceller utan är ofta öppna ut mot en korridor. På flera ställen är bokhyllor, med hyllmeter efter hyllmeter av pärmar, placerade i korridorer och kontorslandskap istället för i arkivrum.

På OKG:s brandskyddsavdelning; GP-brand ställde man sig frågan om byggnaderna idag, efter dessa förändringar, klarar de krav som ställs på brand- och utrymningssäkerhet. För att få svar på dessa frågor erbjöds två studenter vid Brandingenjörslinjen i Lund att under sommaren 1999 genomföra ett elevarbete om utrymningssäkerhet i kontorsmiljöer. Resultatet blev det examensarbete du just nu håller i din hand.

1.2 Syfte

Denna rapport skall belysa aktuell nivå på utrymningssäkerheten vid kontorsbyggnaderna på kärnkraftverket i Oskarshamn, identifiera de brister som finns och föreslå åtgärder. Arbetet är framtaget för att fungera som underlag vid beslut rörande utformning och användande av kontorsmiljöer. De frågeställningar som besvaras i rapporten är:

- Uppfyller byggnaderna de krav som ställs på utrymningssäkerhet?
- Vilka regler ska generellt gälla för utnyttjandet av kontorsmiljöer?
- Vilka utrymmen utgör utrymningsväg respektive väg till utrymningsväg?
- Hur skall utrymningslarm och utrymningsorganisation i händelse av brand vara utformad för att ej kunna missförstås eller blandas ihop med utrymning på grund av en olycka med t.ex. radioaktivt nedfall som följd?

1.3 Metod

Denna rapport bygger på den faktainsamling som genomfördes på Oskarshamnsverken under juni månad 1999 och datorsimuleringar genomförda på Lunds tekniska högskola under juli-augusti samma år. Arbetet behandlar och redovisar i huvudsak fem skilda delar;

- Brister uppmärksammade under inventeringen (kapitel 3).
- Ett fullskaligt utrymningsförsök (kapitel 5).
- En enkätundersökning efter genomförd utrymning (kapitel 5).
- En beräkningsdel som behandlar utrymningssäkerheten i byggnaderna. Här har två scenarion valts; brand i ett trapphus och brand i en entré (kapitel 7).
- En beräkningsdel syftande till att ta fram allmänna riktlinjer för utformning och användande av kontorsbyggnader och kontorsmiljöer. I detta kapitel behandlas tre scenarion; brand i kopianator i korridor, brand i kontorsrum och brand i kontorslandskap (kapitel 8).

I beräkningsdelarna datorsimuleras bl.a. brandgaslagrets höjd för att bestämma tid till kritiska förhållanden. För att uppfylla kraven på utrymningssäkerhet skall byggnaden vara utrymd innan kritiska förhållanden uppstår, d.v.s. tidsmarginalen; M , som är tid till kritiska förhållanden minus utrymningstid, skall vara positiv. Tid till kritiska förhållanden, t_k , beräknas med hjälp av datorprogrammet CFAST. Utrymningstiden; t_u är summan av de tre tiderna; detektionstid, t_d , reaktionstid, t_r , och evakueringstid (förflyttningstid), t_e . Detektionstiden för värmedetektorer bestäms med hjälp av datorprogrammet Detact-QS. Evakueringstid erhålls genom simulering i datorprogrammet Simulex och verifieras med videodokumentation av genomförd fullskalig utrymningsövning. Genom utrymningsförsöket bestämdes även reaktionstiden.

På Oskarshamnsverken anges de olika våningsplanen med höjd över havet. I detta arbete har en enklare planbeteckning valts. Markplan är alltid plan 1, andra våningen kallas plan 2 o.s.v. I bilaga 9; *Ritningar*, längst bak i rapporten är våningsplanen angivna enligt detta systemen. Rumsbeteckning följer ritningarna exempelvis betecknas kontorsrum 231 på fjärde plan i P-byggnaden (P4.231).

1.3.1 Definition av kritiska förhållanden

Detta arbete följer i huvudsak de råd som ges i Boverkets byggregler (kap. 5:361) /1/. Kritiska förhållanden uppnås då något av följande inträffar:

- Brandgaslagret sjunker lägre än $1,6 + (0,1 \cdot H)$, där H är rumshöjden.
- Värmestrålningen överstiger en kortvarig strålningsintensitet på max 10 kW/m^2 eller en maximal strålningsenergi på 60 kJ/m^2 utöver energin från en strålning på 1 kW/m^2 .
- Lufttemperaturen i det undre lagret överstiger 80°C .

I de fall då inget av ovanstående fungerar som kriterium på kritiska förhållanden, exempelvis p.g.a. att brandgaserna är svala och tunna, beaktas NKB:s /6/ bestämmelser. NKB /6/ kräver en siktbarhet på 3 m i primärbrandcellen och 10 m i utrymningsvägarna. Denna siktbarhet mäts 2 m över högsta golvnivå.

1.4 Avgränsningar

Rapporten behandlar endast utrymningssäkerhet. Skador på egendom på grund av brand behandlas endast ytligt.

1.5 Modeller

1.5.1 Datorprogram som använts

Detact-QS; ett program som beräknar aktiveringstiden för sprinkler och rökdetektorer vid α^2 -bränder.

CFAST; ett program som beräknar brandgasspridning och värmeutveckling i olika rum i en byggnad som användaren själv specificerar. Programmet använder en tvåzonsmodell. Detta är ett mycket använt program och dess svagheter är kända. Framförallt blir värdena ej tillförlitliga då fler än fem rum läggs in i modellen. Programmet överskattar vanligtvis temperaturen i brandgaslagret och underskattar brandgaslagrets höjd /5/. CFAST ingår i HAZARD-paketet.

Simulex; ett program för simulering av utrymning. Byggnadens CAD-ritningar används som bas. Programmet beräknar endast evakueringstiden, t_e , och för att få total utrymningstid adderas antagna och/eller beräknade värden på detektionstid, t_d , och reaktionstid, t_r .

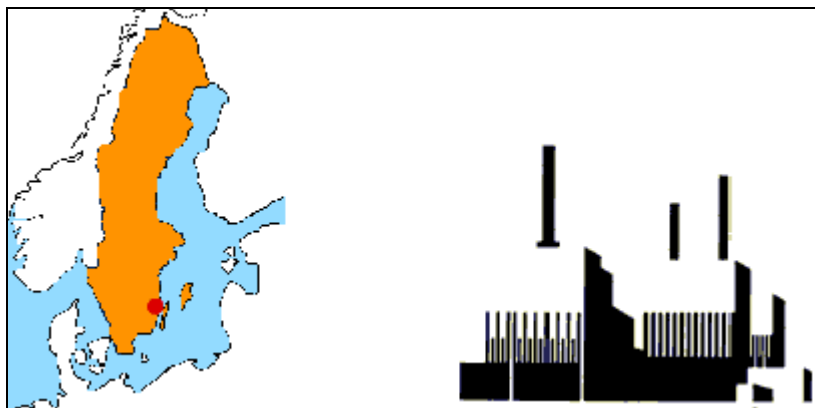
Redovisning av valda indata för de olika datorsimuleringarna är förlagda till bilagorna längst bak i arbetet, främst bilagorna 2 - 7.

1.6 Osäkerheter

Resultaten som redovisas i denna rapport bygger på de förhållanden som rådde då rapporten skrevs sommaren 1999. För vissa parametrar har det varit nödvändigt att göra antaganden. Beräkningar, besök och litteraturstudier har genomförts i syfte att begränsa osäkerheten i antagandena. I rapporten motiveras varje antagande med en diskussion så att läsaren får en möjlighet att förstå bakgrunden och själv göra bedömningar.

2 Objektbeskrivning

2.1 Oskarshamnsverken



Figur 2.1. Oskarshamnsverkets placering i Sveriges avlånga land.

Drygt hälften av den el som årligen produceras i Sverige framställs med hjälp av kärnkraft. Tre mil norr om Oskarshamn i Misterhults vackra skärgård på småländska ostkusten ligger ett av de fyra kärnkraftverk som finns i landet. Platsen kallas för Simpevarp eller Simpevarpshalvön. På halvön jobbar ungefär 1000 personer. De tre kärnkraftsreaktorerna vid denna anläggning drivs av OKG Aktiebolag. OKG står för Oskarshamns kraftgrupp och idag är Sydkraft den största delägaren. Oskarshamnsverket 1, O1, är landets äldsta kommersiella reaktor. Den togs i drift 1972. Två år senare togs O2 i drift. O3 som togs i drift 1985 tillhör landets största och modernaste reaktorer. Verken är placerade så att O1 och O2 ligger tillsammans och O3 en bit därifrån. O1 och O2 är sammanbyggda och kommer i detta arbete benämnas O1/O2. De delar som behandlas i detta arbete är kontorsbyggnaderna A och B vid O1/O2, samt P- och E-byggnaderna vid O3.

En gång om året tas varje reaktor ur bruk för översyn. Denna åtgärd kallas för revision. Vid varje revision kommer mellan 600-1000 entreprenörer utifrån för att arbeta. Ur utrymningsperspektiv innebär det att persontätheten även i kontorsbyggnaderna blir betydligt högre. Kontor, omklädningsrum och cafeterior fylls upp. Många av de entreprenörer som kommer har varit på verket tidigare, men för en del är det en ny arbetsplats med nya rutiner att följa och nya lokaler att lära sig hitta i.

De tre blocken vid Oskarshamnsverket, inklusive kontorsbyggnaderna, är uppdelade i kontrollerad och okontrollerad zon. På okontrollerad zon sker arbetet på samma sätt som i vilken arbetsplats som helst. För passage in på kontrollerad sida finns speciella regler och tillvägagångssätt. Skall en person gå från okontrollerad sida till kontrollerad klär hon av sig till enbart underkläder och skor. Därefter passerar hon genom en snurrgrind. Efter grinden tar hon på sig en overall och fortsätter mot en skogräns. Där tar hon på sig skoskydd och kan nu fortsätta in på kontrollerad sida. Eventuella radioaktiva partiklarna kan föras ut med dammet under skorna, därav skoskydden. Beroende på vilken del av byggnaden hon ska besöka finns det ytterligare rutiner för vidare passage. På kontrollerad sida skall dosimeter, för mätning av radioaktiv exponering, bäras. Då personen är på väg ut genomförs proceduren i omvänd ordning och avslutas med passage genom portalmonitorerna som kontrollerar att inga radioaktiva partiklar förs ut. Dörrar i utrymningsvägar mellan kontrollerad och okontrollerad zon är låsta men kan öppnas med hjälp av nödöppnare i händelse av brand. De flesta

snurrgrindar kan reverseras genom att en plomberad sprint tas bort. På detta sätt kan utrymning ske genom omklädningsrummen.

2.2 Kontorsbyggnaderna

De kontorslokaler som behandlas i denna rapport är lokaliserade till två platser; A- och B-byggnaderna vid O1/O2, samt P- och E-byggnaderna vid O3. A- och B-byggnaderna vid O1/O2 är sammanbyggda och kallas i rapporten fortsättningsvis A/B-byggnaden. P-byggnaden kallas internt för entrébyggnaden. E-byggnaden kallas även för kontrollrumsbyggnaden eftersom kontrollrummet till O3 är beläget i markplanet i denna byggnad. Kontrollrummet berörs ej i denna rapport. I rapportens bilaga 9 finns ritningar över de aktuella byggnaderna där läsaren själv kan skapa sig en bild över komplexens uppbyggnad. Kontorskorridorerna är i sin struktur väldigt lika varandra; långa korridorer med små kontorsrum på varje sida. På vissa ställen har byggnaden byggts om så att kontorslandskap för upp till 20 personer skapats. Nedan följer en enkel genomgång av de olika byggnaderna.

P-byggnaden är en byggnad med sex våningsplan. De fyra översta är betydligt mindre till ytan och därför bildas ett stort, platt tak mellan plan 2 och plan 3. Första och andra plan innehåller en mängd olika funktioner; reception, hörsal, omklädningsrum, cafeterior, tvätterier och kontor. Plan 3 till 6 innehåller enbart kontor med undantag för plan 3 där det även finns ett laboratorium som tillhör kontrollerad zon.

E-byggnaden är tre våningar hög. På markplan ligger kontrollrummet. På plan 2 och 3 finns huvudsakligen kontor och elverkstadsutrymmen.

A/B-byggnaden är en komplex byggnad med många olika verksamheter. I östra delen, d.v.s. i A-byggnaden, finns på bottenvåningen en stor cafeteria/matsal. Ovanför ligger plan 2 med bl.a. omklädningsrum, verkstäder och laboratorium. De översta våningarna i A-byggnaden liksom den västra delen av byggnaden, den del som benämns B-byggnaden, består framförallt av kontor.

2.3 Brandskydd

Oskarshamnsverket har en egen räddningsstyrka, *Simpevarpsavdelningens räddningsstyrka*, som består av 5 man förlagda ute på Simpevarpshalvön. Insattiden är därför kort, enligt uppgift 3-7 minuter. Räddningsstyrkan åker även på larm i närområdet. Det finns ett samarbetsavtal med räddningstjänsten i Oskarshamns kommun (ROK). Om det blir larm på verket då den egna räddningsstyrkan är ute larmar bevakningsoperatören i bevakningscentralen (BC) vidare till SOS-sydost som i sin tur larmar Oskarshamns räddningsstyrka. Insattiden för Oskarshamns räddningsstyrka är ungefär 20 minuter.

Kontorsbyggnaderna på OKG är väl sektionerade i brandceller. En riklig mängd brandsläckare finns utplacerade i lokalerna. Samtlig personal får vid anställningens början genomgå en brandkurs. Kursmålet är *"att ge den anställda grundkunskaper om uppkomst/spridning av brand och hur man förebygger och släcker brand"*/8/. Därefter finns det interna påbyggnadskurser beroende på aktuell befattning. För kontorspersonalen som ej erhåller någon sådan målgruppsstyrd kurs följs introduktionskursen upp med en repetitionskurs och en kurs i brandskydd på kontor /8/. Detta medför att personalen kan anses ha en hög utbildningsnivå med avseende på brand. Personalens kunskaper om brandsläckning och brandförebyggande behandlas vidare i kap 5; *Utrymningsförsök*.

Branddetektion i de aktuella byggnaderna sker med rök- och värmedetektorer. Larmcentralen ligger i kontrollrummet som alltid är bemannad. Från kontrollrummet styrs och övervakas reaktorn. Då en detektor löser går larmet i kontrollrummet samtidigt som räddningsstyrkan och blockets stationstekniker automatiskt larmas. Räddningsstyrkan åker på alla larm d.v.s. väntar ej på att få ett automatlarm kontrollerat av en stationstekniker. Räddningsledaren har möjlighet till kontakt med kontrollcentralen via radio. Om utrymning skulle bli aktuell sker denna genom att en operatör i kontrollcentralen läser upp ett utrymningsmeddelande. Byggnaden är försedd med ett internt högtalarsystem som används för personalinformation och larmning. Utrymningsorganisationens struktur och brister beskrivs mer ingående i kapitlen 4 och 5; *Utrymning* respektive *Utrymningsförsök*.

Gällande interna bestämmelser för utformningen av brandskyddet vid OKG finns samlade i en pärm som heter ”OKGs kvalitetsmanual 1999 Brandskydd”/8/.

3 Inventering

Innehållet i detta kapitlet bygger på de litteraturstudier, samtal och rundvandringar som genomförts på plats i Simpevarp. Ett flertal brister uppmärksammades främst med avseende på underhåll av befintliga system. Bland annat noterades skeva eller uppställda branddörrar, inaktuell skyltning och att gällande regler till exempel angående ordning på kopieringsplats ej efterlevs. De flesta av bristerna bedöms vara billiga och enkla att åtgärda. Vi fick vidare uppfattningen att man på GP-brand, den interna brandskyddsavdelningen, ej alltid blev informerad om förestående ombyggnationer. Det är viktigt att brandskyddet kommer in tidigt i planeringsstadiet eftersom det blir dyrare att åtgärda brister i ett senare skede av byggprocessen eller i efterhand /4/.

3.1 Metod

Inventeringen har genomförts på enklaste sätt genom rundvandring med anteckningsmaterial, ritningsunderlag och digitalkamera.

De brister som uppmärksammades under inventeringen exemplifieras i detta kapitel. En mera heltäckande förteckning över de bristerna reovisas i bilaga 8.

Brister som identifierats under inventeringen ligger till grund för valet av brandscenarion i kapitlen 7 och 8; *Utrymningssäkerhet* och *Utrymningssäkerhet i kontorsmiljö*. I dessa två kapitel redovisas beräkningar angående bristernas konsekvenser, samt beräknings- eller resonemangsmässigt verifierade förslag till åtgärder.

3.2 Brandsektionering

Byggnaderna är väl indelade i brandceller, men det finns brister. Flera av branddörrarna i kontorsbyggnaderna var uppställda med kil eller någon form av hasp. På ett par branddörrar var självstängaren bortkopplad och en branddörr i A/B-byggnaden hängde skevt och stängde därför ej. Bilderna 3.1-4 nedan visar två exempel på branddörrar ur funktion. I detta sammanhang bör det nämnas att en relativt liten brand, även om den inte allvarligt hotar personsäkerheten, kan fylla en hel kontorsavdelning med brandgaser. Denna brandgaskontaminering framtvingar en mycket omfattande sanering av berörda kontorsavdelningar där allt fibröst material, tyg och papper, måste rivas ut. Brand i elektronik; som t.ex. datorer eller kopiatorer, utvecklar kraftigt korrosiv rök, som kortsluter komponenterna i intilliggande elektronik. En datorbrand i anslutning till ett kontorslandskap bedöms därför kunna slå ut en mängd datorer och annan kontorselektronik i det landskapet. Sammantaget ger detta att, förutom personsäkerhetsmässigt, det även rent ekonomiskt finns viktiga skäl att upprätthålla en fungerande brandsektionering i kontorsbyggnaderna. Brister i byggnadernas brandsektioneringen borde uppmärksammas under en brandsyn och därefter åtgärdas.



Bild 3.1 och 3.2. Uppställd branddörr på plan 5 i A-byggnaden.

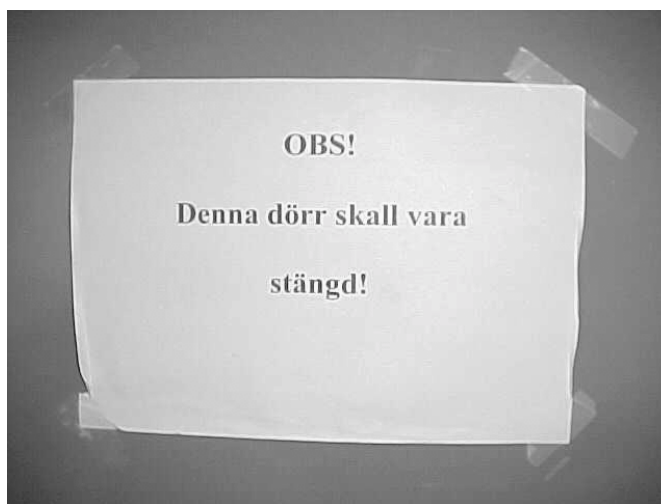


Bild 3.3 och 3.4. Uppställd branddörr till arkiv på plan 5 i B-byggnaden.

Utformningen av entréhallens brandcell i P-byggnaden är olämplig. Brandcellen består av entréhall med kontor, ett öppet trapphus (P1.092) mellan första och andra plan, samt ett kontorslandskap och en cafeteria på andra plan. Kontorslandskapet på plan 2 avskiljs med en vägg som ej når ända upp i taket. Det fattas nästan en hel meter. Detta innebär att ett mycket stort utrymme som dagligen används av huvuddelen av personalen i byggnaden, då de går till och från sina arbetsplatser, vid brand kan komma att rökfyllas. Cafeterierna på både plan 1 och 2 utgör dessutom så kallade samlingsplatser dit personal utrymmer vid till exempel strålningslarm och brand. Ett trapphus (P1.031), utformat som egen brandcell, leder från markplanet ända upp till fläktrummen på plan 7. Detta trapphus mynnar mitt i den stora entrébrandcellen och ej ut i det fria. En brand i entréhallen hindrar personer att utrymma ned genom södra trapphuset och ut genom entréhallen. För merparten av kontorspersonalen är detta den mest naturliga vägen till och från respektive kontor. I trapphuset finns även två hissar utformade som egna brandceller. Detta trapphus (P1.031) benämns vidare i texten för det *södra trapphuset*. Längre norrut i byggnaden finns ytterligare ett slutet trapphus (P1.261). Detta kallas i texten för *norra trapphuset*. Norra trapphuset kan användas för utrymning av P-byggnadens övre våningsplan. Utrymning sker då via kontrollerad zon, ut genom en transportgång (N1.04). En enkel låskåpa bryts, sedan kvarstår endast 20 meters promenad genom transportgången ut i det fria. En brand i exempelvis ett kontorsrum i entréhallen rökfyller de naturliga vägarna in och ut ur byggnaden och påverkar dessutom två plan. Detta

brandscenario behandlas noggrant med avseende på konsekvenser och förslag till åtgärder i kapitlet 7; *Utrymningssäkerhet*. Där simuleras bl.a. en utrymning av P-byggnaden utan möjlighet för de utrymmande att använda södra trapphuset. Även den fullskaliga utrymningsövningen genomfördes enligt detta scenario, se kapitel 5; *Utrymningsförsök*.

Vid besöket i A-byggnaden uppmärksammades ett flertal brister i det trapphus som leder från rum M4.05 i markplanet och upp till de övre kontoren på plan 6. På markplan används hallen (M4.02) i anslutning till trapphuset för in och utförsel av utrustning, samt in och utpassering av personer som skall till cafeteria, omklädningsrummen eller till kontoren på de övre planen. Därför ställs branddörrarna ibland upp för att underlätta transportverksamheten. På andra våningen i trapphuset finns ett flertal boksruddor som bidrar till brandbelastningen uppställda. På våningarna 3 och 5 var vid besöket branddörrarna mellan trapphus och kontorslokaler uppställda. På 6:e våningen var dörren mellan trapphus och kontorsavdelning otät. Från trapphuset på nedre plan kommer man in i cafeteria som visserligen är en egen brandcell men även här stod branddörrarna uppställda. För att utreda vad ovanstående brister kan få för konsekvenser för utrymningssäkerheten används dessa förutsättningar för att genomföra beräkningar enligt scenariot; *brand i A-byggnadens entréhall och rökfyllnad av trapphus* i kapitel 7; *Utrymningssäkerhet*.

För att exemplifiera brister i utnyttjandet av det befintliga brandskyddet kan rum P4.018 och P4.019 på plan 4 i P-byggnaden nämnas. P4.019 används för arkivering men är ej egen brandcell medan P4.018 som utgör egen brandcell står i stort sett outnyttjad. Enligt uppgift innehåller arkivet (P4.019) material som inte bör gå förlorat i händelse av brand. En mycket enkel åtgärd för att skydda arkivmaterialet är flytta det till P4.018, medan utrustningen där; en fax, en skrivare och ett par datorer flyttas till P4.019. Dörrstängarna till de båda branddörrarna in till rum P4.018 var för övrigt borttagna eller urkopplade, se bild 3.5 nedan. Vidare stod dörrarna öppna och skulle inte gjort någon nytta i händelse av brand. Runt om i OKG:s kontorsbyggnader finns det ett flertal exempel på liknande planeringsmissar och felaktigheter i brandskyddet av den interna dokumentationen. Rapportskrivarna har svårt att bedöma hur allvarligt detta kan anses vara rent ekonomiskt i händelse av brand, men det måste i alla händelser vara slöseri med redan befintlig brandsektionering. Vidare bidrar naturligtvis öppna och/eller osektionerade arkivutrymmen högst väsentligt till brandbelastningen i den aktuella kontorsmiljön.



Bild 3.5. Dörrstängare på dörr in till rum P4.018.

3.3 Branddetektion

Branddetektionen i de aktuella byggnaderna sker med rök- och värmedetektorer. Rökdetektorer av optisk typ dominerar. Byggnaderna är väl täckta med detektorer. Byggnadens toaletter är bland de få rum som saknar detektering. Eftersom brandbelastningen på toaletterna är låg, samtidigt som risken för en anlagd brand bedöms vara mycket låg, finner vi inte att detta skulle kunna utgöra någon betydande svaghet i byggnadernas brandskydd. Larmcentralen ligger i kontrollrummet som alltid är bemannat.

3.4 Ventilation

Ventilationssystemets inflytande vid brand är ett svårt kapitel. Eftersom en brand i en sluten volym medför ett övertryck kan brandspridning ske via ventilationssystemet. Detta kräver en avsevärd tryckökning varför brandgasspridning via ventilationssystemet inte bedöms spela någon avgörande roll under utrymningsskedet av ett brandförlopp i kontorsmiljö. Ett av problemen då hänsyn skall tas till ventilationen är att om exempelvis ett fönster går sönder försvinner övertrycket. Ventilationen är ofta styrd så att dess funktion förändras i händelse av brand. I denna rapport har vi framförallt tittat på ventilationssystemet i P-byggnaden eftersom fyra av de fem brandscenarierna i den här rapporten utspelas i just denna byggnad. Ventilationssystemet i övriga av OKG:s kontorsdelar bedöms dock ha en mycket snarlik funktion och påverkan på brandgasspridningen. Ventilationssystemet i P-byggnaden heter ”748.2 – Ventilationssystem för övriga icke kontrollerade områden”, och den systembeskrivning som använts i arbetet är daterad 1998-05-25.

Ventilationsaggregaten i P-byggnaden är uppdelade så att de i ”största möjliga utsträckning betjänar en separat brandcell”. ”Detta för att minska behovet av brandspjäll, isolering och komplicerade kanaldragningar”/7/. Enligt systembeskrivningen förekommer ej brännbart material i sådan omfattning i ventilationssystemet att en brand kan uppstå och sprida sig.

För respektive brandscenario i kap 7 och 8 finns en beskrivning av funktionen och påverkan av aktuellt ventilationssystem och en diskussion om hur detta påverkar brandgasspridningen

3.5 Brandgasventilation

Samtliga trapphus som utgör egen brandcell är försedda med brandgasluckor. Luckorna öppnas manuellt och kan öppnas från samtliga plan.

3.6 Brandbelastning

Brandbelastningen skiljer sig åt i de olika brandcellerna. Ett par ombyggnationer har medfört att den brandbelastning som påverkar korridorerna ökat rejält. Genom att bygga om kontor till kontorslandskap som ej är avskilda mot korridoren kan en brand bli kraftigare och brandgaserna snabbare fylla angränsande korridor och försvåra en utrymning. Finns dörrar och dessa stängs/är stängda fördröjs brandgasspridningen. Vissa kontorslandskap är försedda med dörrar och andra ej.

Ordningen på en arbetsplats påverkar ett initialt brandförlopp. Det är till exempel relativt svårt att få fyr på en vanlig kartong med A4-papper till en kopieringsmaskin medan en hög med hopskrynkade papper snabbt tar eld. Därför har OKG instruktioner för hur kopieringsplatser skall vara ordnade. Exempelvis skall papper förvaras i speciella skåp, kopieringsplatsen hållas ren och snygg och varje kopieringsplats vara upprättad på plats godkänd i samråd med GP-brand /8/. Föreskrifterna efterlevs olika väl på de olika kontorsvåningarna. P-byggnaden plan

6 är exemplariskt medan P-byggnad plan 3, 4 och 5 har sämre ordning på sina kopieringsplatser. Bilderna 3.6 och 3.7 nedan exemplifierar hur det kan se ut.



Bild 3.6 och 3.7. Kopieringsplats plan 3 i P-byggnaden

Ur både brand och stöldsypunkt är det bra att kunna stänga till om en kontorsplats. På flera ställen i byggnaderna har fasta kontorsplatser inrättats i korridorerna. Bland annat i nordöstra hörnet på fjärde våningen i P-byggnaden och i östra delen av korridor M7.160 på fjärde våningen i A/B-byggnaden. Precis som med kopieringsutrymmen och öppna kontorslandskap ökar detta den brandbelastningen som kan komma att påverka korridorerna och sänka framkomligheten. Bilderna 3.8 och 3.9 visar två exempel på klart felplacerat brännbart materiel.



Bild 3.8 och 3.9. Nordvästra korridorsslutet på plan 5 i P-byggnaden. Skräp längst ned i trapphus i A/B-byggnaden (M4.104).

Innebär en höjd brandbelastning genom inrättande av kopieringsplatser/arbetsplatser i korridorer och kontorslandskap något problem för utrymnings säkerheten i byggnaderna? Denna och andra frågor behandlas ingående i kap 8; *Utrymnings säkerhet i kontorsmiljö*. Med stöd av utrymnings simuleringar och brandförloppsberäkningar tar vi där fram förslag till vilka regler och riktlinjer som bör gälla för kontorsmiljöer.

3.7 Skyltning

Enligt de interna brandskydds föreskrifterna /8/ skall ”utrymmen som är väg till eller del i utrymningsväg vara skyltade enligt gällande standard”. Gällande standard är i detta fall de krav som AFS 1993:56 och 1997:11 föreskriver. Skyltningen av byggnaderna är i flera fall

bristfällig. Troligtvis har skyltningen inte hunnit med då ombyggnation skett. För att avhjälpa dessa brister måste brandskyddsavdelningen vara med redan på planeringsstadiet av byggnadsarbetet. Ett exempel på felaktig skyltning belyses av bild 3.10 nedan. Bilden är tagen vid en grind i ett omklädningsrum på plan 2 i P-byggnaden (rum P2.051). Grinden saknar nödöppnare och går därför ej att reversera, dvs. snurra baklänges. Skylten som anger utgång är således felaktig.



Bild 3.10. Grind som är skyltad som utgång trots att den saknar nödöppningsprint (rum P2.051).

3.8 Resultat och diskussion

Byggnaderna är rejält brandcellsindelade. Ett modernt larmsystem täcker in nästan alla rum. OKG satsar på personalutbildning i brandskydd. Tyvärr når OKG inte riktigt ända fram. Brandcellsgränser bryts, gällande föreskrifter följs ej och skyltningen är på sina håll inaktuell. Brister i bandsektioneringen utgör ett hot mot utrymnings säkerheten och gör att stora kontorsarealer kan komma att påverkas av korrosiva brandgaser. Vidare är brandsektioneringen för arkiven i OKG:s kontorslokaler otillfredsställande. Detta bedöms kunna få stora ekonomiska konsekvenser. Samarbetet och kontakten mellan personalen på kontorsavdelningarna, brandskyddsavdelningen och byggnadsavdelningen måste bli bättre. Det finns ekonomiska motiv för närmare kontakter mellan bygg- och brandskyddsavdelningarna eftersom det blir billigare att ta med brandskyddet i planeringen än att modifiera i efterhand. Kapitlets avslutande bilder, bild 3.11 och 3.12 nedan, visar hur en kaffeautomat med hjälp av en förlängningssladd enkelt kan installeras i ett kapprum.



Bild 3.11 och 3.12. Kaffeautomat i garderob på plan 4 i A/B-byggnaden.

4 Utrymning

4.1 Syfte

Detta kapitel syftar främst till att ge en översiktlig bild av utrymningsorganisation och larmning i OKG:s kontorsbyggnader. Vidare utreds i kapitlet vilka lokaler i kontorsbyggnaderna som är att betrakta som utrymningsväg och vilka som skall räknas som väg till utrymningsväg.

4.2 Utrymningsorganisation och larmning

I OKG:s kontorsdelar ger utrymningsorganisationen intryck av att huvudsakligen vara dimensionerad efter olyckor med tänkbart radioaktivt nedfall. Samlingsplatserna efter utrymning är därför belägna inomhus. För O1/O2:s kontorslokaler gäller matsal och cafeteria som samlingsplatser. För O3 gäller cafeterian i P-byggnadens markplan, samt cafeterian på plan 2 /8/. I anslutning till samlingsplatserna finns pennor och personallistor för sammanräkning av de utrymda. Förfarandet med utrymning till och sammanräkning vid dessa samlingsplatser övas kontinuerligt. Utrymning ut i det fria p.g.a. brand övas däremot inte alls.

All detektorövervakning, samt utlösning av utrymningsmeddelande sker från det centrala kontrollrummet (CKR). Vid detektorutlösning ges automatiskt larm till räddningsstyrkan och till samtliga stationstekniker. I varje skift arbetar tre stationstekniker, en av dessa är vakthavande. Då den vakthavande stationsteknikern får meddelande på sin personsökare att en detektor löst ut tar han omedelbart kontakt med CKR och går sedan för att kontrollera om det brinner. Vakthavande stationstekniker beräknas nå stationens kontorsdelar på 2-3 minuter. OKG:s räddningsstyrka åker för att kontrollera alla automatlarm. De beräknas anlända till aktuell kontorsdel 3-7 minuter efter larm. Gällande säkerhetsföreskrifter /8/ säger att vakthavande stationstekniker endast skall agera på brand efter anrop från räddningsledaren. Vid besök i kontrollrummet framkom det som nämnts ovan att vakthavande stationstekniker vid larm kontaktar CKR och därefter går för att undersöka om det brinner. Vid samtal med chefen för räddningsstyrkan framkom det att hans uppfattning var att vakthavande stationstekniker normalt inte åker på larm i kontorsdelarna. Finns det skillnader mellan gällande instruktioner och gällande praxis på den här punkten?

En detektorgrupp i en av kontorsdelarna kopplas ur t.ex. p.g.a. svetsning av golvmatta. En sådan urkopplingen tidsbestäms alltid. Efter kl. 1700 är normalt alla detektorer aktiva. All utstyrning av t.ex. ventilation och magnetupphängda dörrar sker automatiskt. För utstyrning av ventilation och magnetupphängning räcker det att en detektor löser ut. Utstyrning av sprinkler kräver aktivering av två detektorer. Ingen av de kontorsdelar som behandlas i denna rapport är utrustad med sprinkler. Fallerar utstyrning av t.ex. ventilation eller magnetupphängning indikeras detta i kontrollrummet efter 80 sekunder.

En blankett för utrymningsmeddelandes utformning finns i bilaga 1. Denna blankett anskaffades vid besök i kontrollrummet; CKR.

4.2.1 Rimligt händelseförlopp vid initiering av utrymning p.g.a. brand

Utifrån insamlade fakta bedöms nedanstående händelseschema rimligt för initiering av utrymning p.g.a. brand.

- Detektor aktiveras i kontorsdel, vakthavande stationstekniker och räddningsstyrkan larmas automatiskt.

- Räddningsstyrkan utgår omedelbart för att kontrollera om det brinner. Vakhavande stationstekniker tar radiokontakt med CKR och utgår sedan även han för att kontrollera varför detektorn aktiverat.
- Då CKR, via kontakt med stationstekniker, räddningsstyrka eller annan, säkerställt att det är fråga om en brand läses utrymningsmeddelande.
- Berörd kontorspersonal utrymmer till inomhus belägna samlingsplatser och genomför sammanräkning.

4.3 Resultat och diskussion vad avser larmsystem/organisation

Utrymningsorganisationen för OKGs kontorslokaler tycks som tidigare nämnts ensidigt dimensionerad för en storolycka av radioaktiv karaktär. Beslut om utrymning tas centralt och gäller då hela byggnaden, därför att en olycka av denna typ omedelbart berör hela byggnaden. Samma organisationstänkande är inte applicerbart för en utrymning p.g.a. brand i t.ex. en kontorskorridor. För detta fall är det i alla fall inledningsvis endast personalen i den aktuella kontorsavdelningen som utsätts för någon risk, men de måste varnas snabbt.

Med nuvarande utrymningsorganisation är en rimlig uppskattning av den tid det tar från det att branden i t.ex. korridoren startar tills dess att utrymningsmeddelande ljuder 3-4 minuter. För utrymningssäkerheten för byggnaden som helhet eller för det fallet att man endast ser till egendomsskyddet, d.v.s. branden utbryter nattetid, är detta inte alls dåligt. Men om man istället betraktar utrymningssäkerheten för den aktuella brandcellen, d.v.s. det som ur rapportens synvinkel egentligen är intressant, är 3-4 minuter däremot väldigt mycket. Som beräkningarna senare i rapporten, främst beräkningarna i kapitel 8; *Utrymningssäkerhet i kontorsmiljö*, visar är tid till kritiska förhållanden för flera typer av kontorsbränder i storleksordningen 3-4 minuter.

De detektorer som finns i kontorslokalerna håller hög klass, det är rimligt att anta att de detekterar t.ex. en korridorsbrand inom en minut. Att utrymningsorganisationen är sådan att det efter att detektorn löst tar ytterligare 3-4 minuter innan personalen på den aktuella avdelningen får förvarning måste vara slöseri med både tid och teknik. Varför ha moderna detektorer om man organisatoriskt hindrar dem att ge snabb förvarning till berörd personal? Vi har i rapportens beräkningsdelar antagit att personalen självmant börjat utrymma aktuell brandcell långt innan det att utrymningsmeddelande för byggnaden ljuder, med lite otur blir så inte fallet för samtliga i brandcellen.

För att komma till rätta med ovanstående problem kan detektorsystemet kompletteras så att det automatiskt larmar lokalt i aktuell brandcell. Detta bör ske på enklaste sätt med ljudsignal i korridoren så att berörd kontorspersonal får tidig förvarning och kan agera. Detta bedöms vara en av de viktigaste enskilda åtgärderna för att höja utrymningssäkerheten. I övrigt behålls nuvarande larmorganisation.

Genom att på detta sätt förkorta detektionstiden för den berörda personalen utnyttjar man bättre deras brandskyddsutbildning och även de brandsläckare som lokalerna är välförsedda med. Hellre en handbrandsläckare i aktion efter 1 minut än en hel räddningsstyrka efter fem minuter är parollen, både vad avser egendomsskydd och utrymningssäkerhet.

4.4 Regelverk

Brandskyddet i OKG:s kontorslokaler är dimensionerat enligt svensk byggnorm 1975. De regelverk som idag styr utrymningssäkerhet, brandskydd, skyltning etc. för kontorslokalerna är arbetskyddsstyrelsens författningssamling (AFS) /12/ samt i någon mån, och mer övergripande, räddningstjänstlagen /13/ och räddningstjänstförordningen /14/. Intressant i AFS är i vårt fall främst AFS 1993:56, *Utrymning* och AFS 1997:11 *Varselmärkning och varselsignalering*.

Enligt SBN 1980 /9/ gäller nedanstående definitioner och bestämmelser för utrymningsvägar. Idag gäller vid nybyggnad de regler som återfinns i BBR 1994 /1/, vad avser följande definitioner och bestämmelser för utrymningsvägar skiljer sig de båda regelverken dock inte åt (undantaget : 2213 kommenteras nedan).

Nedanstående urdrag ur SBN 1980 /9/ är inte ordagrant återgivna utan har omarbetats för att öka läsbarheten och för att sortera bort sådant som ej rör aktuella kontorsmiljöer.

: 211

Med utrymningsväg menas:

- Utgång direkt till gata eller till gård e d varifrån gata lätt kan nås.
- Utrymme i byggnad som leder från brandcell till sådan utgång¹.

Hiss räknas inte som utrymningsväg.

¹⁾ kan t.ex. vara trappa inom egen brandcell eller under vissa förutsättningar (se :221, 2:a stycket nedan) passage genom annan lokal.

:222

Undantag: Utrymningsväg kan utgöras av annan lokal med utrymningsvägar om något av följande gäller:

- ingen särskild risk för att gångvägen från uppehållsplatsen snabbt spärras *och* utrymningsvägen leder direkt till gata e d.
- ingen särskild risk för att gångvägen från uppehållsplatsen snabbt spärras *och* gångvägen är utförd på särskilt betryggande sätt.
- ingen särskild risk för att gångvägen från uppehållsplatsen snabbt spärras *och* risken att bli inestängd är ringa.

:221

Det skall finnas två av varandra oberoende utrymningsvägar, varav minst en i varje våningsplan.

En av dessa erforderliga utrymningsvägar får utgöras av passage genom annan lokal för likartad verksamhet, om passage kan ske utan nyckel och minst en av övriga utrymningsvägar inte utgörs av fönster.

:2213

Undantag: I fråga om kontorslägenheter godtas brandsäkert trapphus som enda utrymningsväg i byggnad med färre än 16 våningar om gångavståndet från uppehållsplats inte överstiger 30 m.

*Kommentar:*2213 ovan bedöms vara anledningen till att de tre översta våningarna i A-byggnaden endast har tillgång till en utrymningsväg, d.v.s. A-byggnadens nordvästra trapphus. Så hade man inte utan utredning och funktionsberäkningar kunnat bygga idag. Detta problem behandlas vidare i kapitel 7.3, *Brand i A-byggnadens entré och rökfyllnad av trapphus*.

4.5 Uppdelning i utrymningsväg och väg till utrymningsväg

På OKGs begäran redovisas här ett försök att bena ut begreppen utrymningsväg och väg till utrymningsväg, samt att redogöra för vilka av de aktuella kontorslokalerna som är att betrakta som utrymningsväg respektive väg till utrymningsväg.

Förenklat kan man säga att ovanstående definition på utrymningsväg för OKG:s kontorsbyggnader ger att dörrar ut i det fria, trapphus i egen brandcell, samt väg från sådant trapphus till dörr ut i det fria är att betrakta som utrymningsvägar. För utrymningsvägar ställer regelverket, SBN75 då och BBR94 idag, vid nybyggnation krav på t.ex. ytskikt, framkomlighet och brandbelastning. Efter byggandens färdigställande ger AFS 1993:56, *Utrymning*, riktlinjer för hur byggnadens utrymningsvägar skall vara beskaffade. Begreppet väg till utrymningsväg är inget begrepp så till vida att det inte finns några speciella krav på hur dessa skall vara beskaffade. Väg till utrymningsväg är helt enkelt precis vad det låter som, ett avstånd till närmsta utrymningsväg. I de aktuella kontorsbyggnadernas kontorsavdelningar är t.ex. korridorerna att betrakta som väg till utrymningsväg. Sammantaget ger detta att det inte är meningsfullt att i detalj beskriva vilka lokaler som är att betrakta som väg till utrymningsväg. Förslag på vilka lokaler i de olika byggnaderna som skall betraktas som utrymningsväg redovisas däremot nedan.

För A-byggnaden föreslås följande lokaler som utrymningsväg: nordvästra trapphuset, sydöstra trapphuset (.201), centrala trapphuset (.202), alla utgångar i markplanet, hallen med portalmonitorerna (M4.232), samt entréhallen (M4.02).

För B-byggnaden gäller följande lokaler som utrymningsvägar: norra trapphuset (.104), södra trapphuset (.105), samt alla utgångar i markplanet.

För P- och E-byggnaderna vid O3:an är den dokumentation av vilka lokaler som skall behandlas som utrymningsväg som redan finns alldeles utmärkt. Använd den.

5 Utrymningsförsök

Onsdagen den 23 Juni 1999 genomfördes en utrymning av P-byggnaden vid O3:an. Övningen var oannonserad så tillvida att personalen i byggnaden inte var informerade i förväg. Utrymningsövningen genomfördes enligt förutsättningarna att en brand utbrutit i P-byggnadens entré.

5.1 Syfte

Det fanns tre huvudsakliga syften med att genomföra en fullskalig utrymningsövning. Dels skulle brister i utrymningsorganisationen belysas, vidare skulle en videodokumentation av utrymningen ge indata till utrymningssimuleringar bl.a. i form av reaktionstider och vägval. Slutligen ville vi försöka verifiera den använda datasimuleringsmodellen genom att jämföra den simulerade evakueringstiden med den verkliga. Enkätundersökningen som genomfördes i samband med avslutad utrymning skulle ge detaljerad information om hur de utrymmande upplevde utrymningen och om deras utbildningsnivå med avseende på brandskydd.

5.2 Metod

5.2.1 Planering

För att uppnå syftet att belysa brister i utrymningsorganisationen och för att skapa en förutsättning för videodokumentation av vägval beslöts det att genomföra utrymningen enligt ett scenario. Utrymningen skulle ske under förutsättningen att det brann i ett av kontorsrummen i P-byggnadens entré, som då inte skulle kunna utnyttjas för utrymning.

Detta scenario valdes bl.a. för att få svar på följande frågeställningar:

- Kommer personalen att gå till samlingsplatserna; cafeterierna på plan 1 och plan 2, trots att det brinner på plan 1?
- Vilka utrymningsvägar kommer att nyttjas då ordinarie väg är blockerad?
- Går det att via internhögtalarsystemet ge instruktioner i samband med en utrymning?

Av motiv som redovisas i kapitel 7; *Utrymningsssäkerhet - scenario; brand i kontorsrum i P-byggnadens entré*, har vi även valt att räkna på ett scenario med brand i entrén. Ytterligare en anledning till att även genomföra utrymningsförsöket enligt detta scenario var att på så sätt söka verifiera simuleringen mot verkligheten.

Mellan 200 och 300 människor bedömdes uppehålla sig i P-byggnaden vid det tänkta utrymningstillfället. En utrymningsövning av en byggnad i denna storlek krävde en hel del praktiska förberedelser. Bland annat krävdes tillstånd för att överhuvudtaget få genomföra någon utrymning. Vidare behövdes fototillstånd för videokamerorna och då en av utrymningsvägarna passerade genom kontrollerad zon även tillstånd från strålskyddet. Funktionärer behövdes för att hindra de utrymmande att utnyttja entrén och andra ”rökfyllda” utrymnen, för att dela ut skoskydd på gränsen till kontrollerad zon, samt för att genomföra enkätundersökningen. Utan förankring av idén om att genomföra en utrymningsövning hos brandförsvaret och på GP-brand hade denna aldrig kunnat genomföras.

Vid utformningen av enkäten tog vi intryck av de utrymningsenkäter som Håkan Frantzich, vår handledare på avdelningen för brandteknik, utnyttjat i sina utrymningsförsök. Enkäten är dock till största delen vårt eget alster.

Slutligen skulle videokameror för dokumentation av utrymningen införskaffas, laddas, monteras och placeras ut.

5.2.2 Utrymningsmeddelandets utformning

Det meddelande som utlöste utrymningen var formulerat enligt en blankett som införskaffats på plats i kontrollrummet. Blanketten finns som bilaga 1; *Utrymningsmeddelandet, blankett från CKR*. Meddelandets ordalydelse var: ”Lystring, lystring. Detta meddelande till all personal på O3. Viktigt meddelande till all personal på O3. Detta är en övning, men ni skall agera som om det vore verkligt. Utrym omedelbart P-byggnaden på grund av brand i entrén på plan 1. Berörd personal uppmanas bege sig till samlingsplatserna. Entrén kan ej utnyttjas för utrymning.”. Kontrollrummet upprepade meddelandet två gånger. Det bör noteras att operatören i kontrollrummet skriftligen fick meddelandet före övningen, men själv lade till ”men ni skall agera som om det vore verkligt”, kanske för att han misstänkte att det skulle kunna missuppfattas.

Det var meningen ”Berörd personal uppmanas bege sig till samlingsplatserna.” och inte att det ”brann” i entrén som blev styrande för hur utrymningsförloppet skulle gestalta sig. Utrymningsorganisationen för kontorsdelarna på OKG är dimensionerad för olycka av radioaktiv karaktär. Vid en sådan olycka är det viktigt att samling efter utrymning sker inomhus. Byggnadens utrymningsorganisation behandlas mer i detalj i kapitel 4; *Utrymning*. Tidigare har endast utrymningsförfarande med återsamling inomhus övats på OKG. Följaktligen samlades kontorspersonalen på angivna, inomhus belägna, samlingsplatser i byggnaden. Varken rapportskrivarna eller personalen på GP-brand hade dock räknat med att uppslutning kring dessa samlingsplatser inomhus skulle bli så total. Ingen från de fyra översta kontorsvåningarna utrymde ut i det fria.

Formuleringen ”Berörd personal uppmanas bege sig till samlingsplatserna.” diskuterades både med GP-brand och med det lokala brandförsvaret, utan att något framkom som talade mot vald ordalydelse. Inte heller personal i kontrollrummet hade några invändningar. Detta är ett troligt utrymningsmeddelande i händelse av brand i entrén och dessutom helt korrekt enligt gällande säkerhetsföreskrifter /8/. Det är varken troligt eller rimligt att en stressad och med avseende på brand i kontorsdelarna dåligt övad kontrollrumsoperatör skulle kunna improvisera fram en bättre formulering.

5.2.3 Videofilmning

För att dokumentera utrymningen utnyttjades 10 videokameror placerade på strategiska platser runt om i P-byggnaden. Huvudsakligen bevakades kontorskorridorer på plan 2 och på plan 4-6 för att ge en uppfattning om hur och hur snabbt kontorspersonalen där reagerade på utrymningsmeddelandet, om aktuella gångtider och om vilket trapphus de sedan valde för sin utrymning. Även cafeterierna på plan 1 och plan 2 övervakades för att dokumentera genomströmning och eventuell samling av folk.

Videokamerorna placerades ut kvällen innan utrymningsövningen. Trots att försök gjordes att placera dem dolt upptäcktes flera av kamerorna på morgonen utrymningsdagen. Även om en del personal i P-byggnaden vid denna upptäckt blev både nyfiken och förbryllad bedöms utrymningsövningen ha genomförts i stort sett oförberett.

Kvalitén på de videoinspelningar som gjordes vid utrymningstillfället blev mycket bra, både vad gäller skärpa och upptagningsområde. Den utvärdering som gjorts av filmerna redovisas längre fram i detta kapitel under rubriken; *resultat och diskussion*.

5.2.4 Vittnesuppgifter

Förutom videoupptagningar och rapportskrivarnas egna intryck bygger slutsatserna från utrymningsövningen på vittnesuppgifter från den personal som räddningsstyrkan och GP-brand ställde till förfogande. Under genomgång efter avslutad utrymning framkom en rad intressanta iakttagelser. Dessa redovisas längre fram i detta kapitel under rubriken; *resultat och diskussion*.

5.2.5 Enkätundersökning

Ur OKG:s dokumentation /8/ och från personalen på GP-brand kunde slutsatser om hur utbildningsnivån hos kontorspersonal med avseende på brand är tänkt att se ut dras. För att skaffa en uppfattning om de verkliga förhållandena ute på avdelningarna genomfördes i samband med avslutad utrymning en enkätundersökning. Ett annat syfte med enkätundersökningen var att skaffa en mera detaljerad bild av utrymningen och hur den upplevdes av de utrymmande.

Denna enkätundersökning besvarades av 49 personer. Tanken var att den skulle besvaras direkt utanför P-byggnadens olika utgångar i markplan och på så sätt nå ett slumpvis valt snitt av byggnadens personal. Då nästan samtliga personer från byggnadens fyra översta våningar samlades i cafeterian på plan 2 genomfördes istället halva enkätundersökningen på plan 6 efter det att utrymningsövningen avblåsts. Enkätsvaren kan därför delas upp i två tydliga grupper; *kontorsgruppen* och *övriga*. Kontorsgruppens enkät svar, sammanlagt 23 st, kommer från personal på våningarna P5 och P6, uteslutande kontorsanställda. Av de övriga, sammantaget 26 st huvudsakligen utrymda från plan 1 och 2, bedöms nästan hälften vara entreprenörer.

Enkätpopulationen är liten och slutsatser utifrån enkätundersökningen måste därför dras med viss försiktighet. Enkätundersökningen bedöms dock, kompletterad med egna intryck och vittnesuppgifter från utrymningsfunktionärer, på ett tillfredsställande sätt peka ut tendenser med avseende på utrymningssäkerhet m.m. Enkätens utformning, en sammanställning av svaren, samt rapportskrivarnas kommentarer till dessa finns i bilaga 2. Rapportskrivarnas slutsatser utifrån enkätsvaren ligger till grund för detta kapitel resultat och diskussion.

5.3 Genomförande

Onsdagen den 23 juni 1999 klockan 08.30 samlades utrymningsövningens ledning och dess funktionärer för slutgenomgång. Utrymningsmeddelandet löstes ut 08.53. Då utrymningen endast i begränsad omfattning skedde ut i det fria är det inte möjligt att ange någon tid då byggnaden kunde anses utrymd. När det konstaterats att största delen av byggnadens kontorspersonal samlats i cafeterian på plan 2 och de få, ca 50 st, som utrymt ut i det fria besvarat enkätfrågorna avblåstes övningen, klockan var då 09.06. Ungefär hälften av det femtiotal som utrymde ut i det fria besvarade enkätfrågorna. Vid tiotiden på förmiddagen samma dag skedde genomgång efter övning med samtliga funktionärer.

5.4 Resultat och diskussion

Nedanstående diskussion och resultatredovisning bygger huvudsakligen på indata från genomförd enkätundersökning, videoupptagningar under utrymningen, vittnesuppgifter från utrymningsfunktionärerna och på rapportförfattarnas egna intryck. Enkätpopulationen är som tidigare beskrivits indelad i två ungefär lika stora grupper, kontorsgruppen och övriga.

5.4.1 Internhögtalarsystemet

Suget efter information om t.ex. händelseförlopp, samlingsplats och lämpliga vägval hos de utrymmande är stort. Bland de känslor som de utrymmande kände under utrymningen, dominerade osäkerhet och brist på information. Internhögtalarsystemet kan med fördel utnyttjas för att fortlöpande informera de utrymmande om lämpligt vägval, samlingsplatser och händelseförlopp. Sådan styrning minskar osäkerheten, samt ger en tryggare och antagligen också effektivare utrymning.

Nästan ingen i enkätpopulationen ändrade sitt vägval sedan de en gång bestämt sig. Detta kan, om det är att betrakta som generellt, vara ytterligare ett skäl för övning av utrymningsstyrning via internhögtalarsystemet

Internhögtalarsystemet har stort genomslag och är väl lämpat för styrning av en eventuell utrymning. I kontorsgruppen uppfattade nästan alla kontrollrummets meddelande. Det finns dock indikationer på att internhögtalarmeddelanden hörs sämre i delar av markplan. Ungefär en fjärdedel av samtliga tillfrågade i byggnaden tyckte inte att utrymningsmeddelandet hördes tydligt. Vidare hördes utrymningsmeddelandet inte överhuvudtaget i sammanträdesrummet på plan 6, ej heller hördes detta i entreprenörssrummet på plan 2 (P2.261) eller på byggnadens toaletter. Den pulserande ton, signalen för omedelbar fara, som skulle följa på utrymningsmeddelandet hördes inte alls i plan 4-6. Däremot utmärkt i plan 2 och i byggnadens markplan.

Den maskinstege som det lokala brandförsvaret förfogar över räcker p.g.a. P-byggnadens utformning inte till våningarna P4-P6 (Är inte *steglängden* på OKG osedvanligt kort?). Personalen på dessa våningar måste därför kunna utrymma för egen maskin. Det är då viktigt att alla nås av utrymningsmeddelandet.

För att internhögtalarsystemet skall kunna fungera som utrymningslarm måste det höras i samtliga berörda lokaler. Idag är detta inte fallet. Internhögtalarsystemet bör servas och uppgraderas eller bytas ut. För att säkerställa att alla i byggnaden får meddelandet bör detta läsas två gånger, följt av omväxlande pulserande ton (signalen för omedelbar fara) och nya uppläsningar av meddelandet eller kompletterande information. Detta förfarande skall fortsätta till byggnaden är utrymd.

5.4.2 Utrymning och lokalkännedom

I P-byggnaden vistas en mängd personer; sommarvikarier, konsulter och entreprenörer som kan tänkas ha begränsad lokalkännedom. Ungefär en tredjedel av personerna i kontorsgruppen tycker inte det är lätt att hitta i byggnaden. Lokalkännedom och gruppdynamik verkar styra vägvalet under en utrymningssituation i kontorsmiljö i högre grad än t.ex. skyltning. Man tror att man hittar hellre än att stanna och läsa på skyltar. Detta är ett argument för kontinuerlig övning av utrymning.

Cirka hälften av personerna i kontorsgruppen vet inte omedelbart hur de skall ta sig ut om den vanligaste vägen är blockerad. Detta bedöms till del ha att göra med P-byggnadens och även utrymningsvägarnas indelning i kontrollerad och okontrollerad zon. En stor del av de som normalt arbetar i byggnadens kontorsdelar har troligtvis endast ett fåtal gånger, kanske för flera år sedan, besökt kontrollerad zon. Det är sannolikt att denna andel kontorspersonal är mindre benägen att snabbt utrymma genom kontrollerad zon, som t.ex. norra transportgången

(N1.04). Här finns ett uppenbart behov av scenariostyrda utrymningsövningar, för att tvinga på personalen kunskap om de befintliga utrymningsmöjligheterna.

Köbildning och trängsel kan uppkomma i trapphus, vid samlingsplatser, samt vid snurrgrindar och monitorer. Under utrymningsövningen kom det kontinuerligt ett mindre antal människor utifrån in i P-byggnaden. Byggnaderna är ganska stora och ingångarna många. Med nuvarande rutiner är det inget som hindrar att en busslast konferensdeltagare strömmar in i kontorslokalerna från ett håll samtidigt som utrymning och räddningsinsats sker från ett annat. Från det att utrymningsmeddelandet ljuder bör inflödet av personal in i byggnaden stoppas. En rutin där snurrgrindarna in på O3:ans område omedelbart spärras i händelse av utrymning är en lösning. Kanske kan området väktarpersonal dessutom utnyttjas för att i en utrymningsituation t.ex. informera anländande personer om vad som händer?

Ingen av de tillfrågande kände någon större rädsla. Det är följaktligen troligt att de flesta kommer att reagera rationellt och balanserat i en verklig utrymningsituation.

En mycket stor majoritet av de tillfrågade är positiva till övning i utrymning. Detta utgör en utmärkt plattform för fortsatt övande. Vittnesuppgifter talar om en trio kontorsanställda på plan 2 som nonchalerade utrymningsmeddelandet och istället gick för att fika, men de stora flertalet agerade enligt anvisningarna. Det system med namnlistor på respektive samlingsstället för inräkning av de utrymmande som idag finns på OKG fungerade utmärkt i P-byggnaden. Detta var ett moment som personalen var väl förtrogna med. Denna typ av inräkning bör naturligtvis ske även efter en utrymning ut i det fria p.g.a. brand. Kanske är det möjligt att genomföra denna inräkning med hjälp av de personliga passerkorten i samband med utpassering genom snurrgrindarna ut från O3:ans område?

Det råder stor osäkerhet bland kontorspersonalen om var samlingsplatserna efter utrymning p.g.a. brand är belägna. Mer än hälften av de tillfrågade ger inga eller felaktiga svar. Det är heller inte, under de fiktiva förutsättningar som utrymningsövningen genomfördes, någon lätt eller rak fråga att besvara. Enligt de interna säkerhetsföreskrifterna /8/ gäller P1:s och P2:s cafeterior som samlingsplatser vid extraordinära situationer som t.ex. stora förändringar av strålningsnivåer eller större bränder. Dessa två samlingsplatser är naturligtvis höggradigt olämpliga vid brand i entrén. Inte heller på GP-brand, hos det lokala brandförsvaret eller i kontrollrummet är det solklart vad som gäller i fråga om samlingsplatser vid brand. Det fanns olika uppfattningar om vad vårt utrymningsmeddelande, så som det var formulerat, skulle utlösa och t.o.m. angående vilka samlingsplatser som gällde.

Antag att vår fiktiva brand i entrén inträffat i verkligheten två veckor senare, mitt under pågående revision, vid t.ex. förmiddagsfika eller skiftbyte. I Cafeterian på plan 2 och i angränsande omklädningsrum uppehåller sig då i storleksordningen 2-300 personer. Om kontrollcentralen följer gällande instruktioner /8/ kommer utrymningsmeddelandet att samla kontorspersonal från P3-P6, ytterligare 2-300 personer, till cafeterian. Cafeterian på plan 2 ligger dessutom i samma brandcell som det aktuella brandrummet. Konsekvenserna bedöms kunna ligga någonstans mittemellan ”samlingsstället plan 2 blir varmt om fötterna vid brand i entrén” och ”om det varit verkligt så hade nog minst hälften brunnit inne”. Båda citaten är hämtade bland svaren från enkätundersökningen. Det framgår tydligt av kommentarer bland enkätsvaren att flera av de utrymmande haft funderingar angående lämpligheten i att samlas inomhus, i anslutning till brandrummet, vid brand på markplanet.

Sammantaget ger detta att trots att både kontrollrums- och kontorspersonalen agerat enligt gällande säkerhetsbestämmelser /8/ utsätts en stor mängd människor för fara. Detta är inte acceptabelt. Utrymningsorganisationen måste ändras så att de instruktioner som ges både till de utrymmande och till kontrollrummet är korrekta. Utrymning p.g.a. brand måste ske ut i det fria. Utrymningsmeddelandet bör vara formulerat enligt en mall som manar till att utrymma byggnaden till samlingsplats utomhus eller möjligtvis till annan byggnad. Vidare bör utrymningsmeddelandet upprepas vid flera tillfällen under hela utrymningen, gärna omväxlande med pulserande ton. Både kontrollcentralens och personalens agerande vid utrymning p.g.a. brand måste övas, i scenarioform och minst en gång per år.

Reaktionstid, evakueringstid och vägval

Videodokumentationen av utrymningsövningen visar att det tar ungefär 150 s att utrymma aktuella kontorsavdelningar. Denna tid består av; tid det tar att läsa ut utrymningsmeddelandet (del av detektionstid/varseblivningstid), reaktions- och beslutstid, samt evakueringstid. Första utläsningen av utrymningsmeddelandet tog ungefär 30 s. Då kvarstår 120 s fördelat på reaktions- och beslutstid, samt evakueringstid. Evakueringstiden, d.v.s. gångtid bedöms enligt videoupptagningarna till 60 s. De 60 kvarvarande sekunderna är reaktions- och beslutstid. Slutsatsen från videodokumentationen är följande:

- Reaktionstid, t_r , är **60 s**.
- Evakueringstid, t_e , är **60 s** (Denna tid stämmer nästan exakt med simulerad evakueringstid).

Nästan all personal på våningarna, plan 4-6 utrymde via det södra trapphuset. Vid en verklig utrymning ut i det fria vill man, speciellt om det brinner i anslutning till entrén, styra en del av personflödet till det norra trapphuset. För att lyckas med detta måste utrymning genom kontrollerad zon i norra transportgången (N1.04), via norra trapphuset och styrning av en sådan utrymning via internhögtalarsystemet övas. De slutsatser angående reaktionstid och vägval som redovisats i stycket ovan används som indata för utrymningssimuleringarna i kapitel 7 och 8; *Utrymnings säkerhet* respektive *Utrymningssäkerhet i kontorsmiljö*.

5.4.3 Utbildning

Utbildningsnivån inom brandskydd på personalen i P-byggnaden är hög. Rapportförfattarnas bedömning är att den jämfört med andra kontorsanställdas ute i samhället är mycket hög. Notera dock att det finns skillnader mellan de olika grupperna. I gruppen övriga, som till hälften bedöms bestå av entreprenörer, har nästan samtliga genomgått kurs i brandsläckning/brandskydd i OKG:s regi. För gruppen kontorsanställda är motsvarande utsago att nästan hälften av de tillfrågade ej genomgått någon sådan utbildning. Enligt OKG:s kvalitetsmanual 1999 /8/ skall alla nyanställda vid OKG genomgå brandskyddsutbildning. Har så ej skett? Är kontorsanställda en eftersatt grupp vad gäller utbildning i brandsläckning/brandskydd? För att underhålla och öka den utbildningsnivå som för närvarande finns bland OKG:s kontorspersonal måste brandsläckning och brandskydd övas och repeteras kontinuerligt.

En stor majoritet av de tillfrågade svarade jakande på frågorna ”Kan du handha en brandsläckare?” och ”Skulle du försöka släcka en brand?”. Detta förstärker ytterligare bilden av OKG:s kontorsanställda som välutbildade och välmotiverade med avseende på brandsläckning och brandskydd.

Trots den höga utbildningsnivån finns det en osäkerhet i det praktiska agerandet vid utrymning/brand. Det är viktigt att koppla de befintliga kurserna i brandskydd direkt till

kursdeltagarnas arbetsplatser. Inom ramen för en sådan kurs skall det ingå besök på kursdeltagarnas arbetsplats med identifiering av brandutrustning och utrymningsvägar, samt diskussion kring några väl valda brandscenarion.

5.4.4 Säkerhetsföreskrifter

OKG:s interna brandskyddsföreskrifter stipulerar att datorer skall stängas av och kontorsdörrar hållas stängda över natten. Enkätsvaren indikerar att detta efterlevs. Vid egna besök i kontorslokalerna kvällstid bedömde rapportskrivarna dock att cirka en fjärdedel av datorerna fortfarande var påslagna och ungefär lika stor andel av kontorsdörrarna var öppna..

Av de tillfrågade har alla respekterat säkerhetsinstruktionen att ej nyttja hissarna vid utrymning. Vittnesuppgifter från utrymningsfunktionärer bekräftar däremot att hissarna nyttjades i minst ett fall.

5.4.5 Försökets styrkor och svagheter

Försökets styrka är att det på ett bra sätt uppfyller syftet att tydligt belysa brister i utrymningsorganisationen. Vidare har videodokumentationen av utrymningsförsöket givit indata för datasimuleringar av skilda utrymningsscenarion. Enkätundersökningen uppfyllde sitt syfte och utgör en viktig informationskälla till detta kapitel. Däremot har vi misslyckats med det mindre viktiga syftet att på ett enkelt sätt verifiera datasimuleringsmodellen. Då den verkliga fullskaliga utrymningen i huvudsak inte skedde ut i det fria ges dåliga möjligheter att jämföra en simulering mot verkligheten. Av samma anledning är det svårt att dra slutsatser fullt ut angående personalens vägval i en verklig utrymningssituation. Jämförelser mellan simulerade och verkliga evakueringstider för våningsplanen P4-P6 visar dock på god överensstämmelse mellan datasimulering och verklighet.

6 Modell och antaganden för beräkning av utrymnings-säkerhet

Detta kapitel beskriver tillvägagångssättet, de antaganden och definitioner som ligger till grund för beräkningarna i kapitel 7; *Utrymnings-säkerhet* och kapitel 8; *Utrymnings-säkerhet i kontorsmiljö*. Bland annat beskrivs vilka kriterier för kritiska förhållanden som nyttjats i rapporten i de fall BBRs kriterier ej bedömts vara tillämpbara.

6.1 Brandmodellen

I denna rapport redovisas effekten under brandens tillväxtfas enligt α^2 -funktionen. I denna funktion står t för tiden i sekunder medan α är en konstant som bestämmer hur snabb den aktuella brandtillväxten är. För exempelvis en snabb brandtillväxt sätts $\alpha = 0.047 \text{ kW/s}^2 / 4/$. För varje brandscenario bedöms, ibland med hjälp av beräkningar, brandens tillväxthastighet, α , samt den maximala effekt branden kan tänkas utveckla. Dessa två parametrar, α och maxeffekt, anges i beskrivningarna för respektive scenario. Brandeffekten antas under tillväxtskedet följa α^2 -funktionen tills dess den når maxeffekten för att därefter vara konstant, se diagram 6.1 nedan. Då rapporten i första hand behandlar utrymnings-säkerhet simuleras brandförloppen endast under 10 – 15 minuter. För flera av scenariorna gör simuleringen av brandförloppet en övertändning av brandrummet trolig. En fullt utvecklad rumsbrand riskerar att sprida sig först till angränsande rum och i förlängningen till angränsande brandceller. Resonemang och beräkningar angående denna typ av brandspridning ligger utanför rapportens begränsningar och berörs inte vidare.

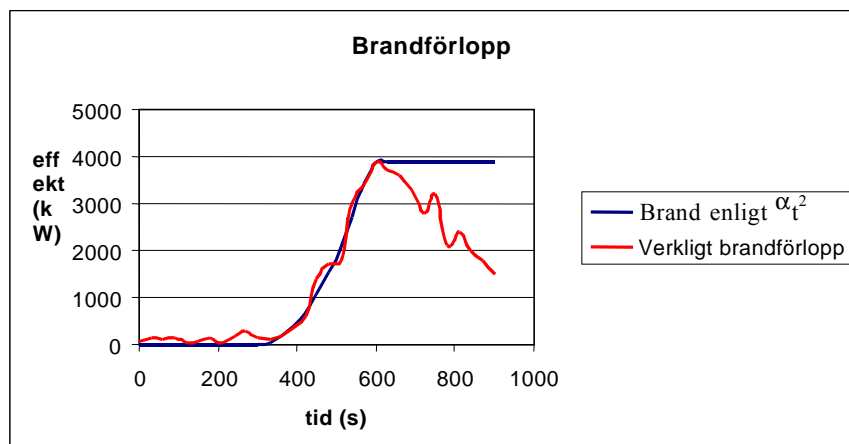





Diagram 6.1. Skillnaden mellan ett verkligt brandförlopp och ett brandförlopp enligt α^2 .

6.2 Definition av utrymningstid

Utrymningstiden, dvs. den tid det tar från brandens start till dess byggnaden är utrymd, kan delas in i tre delar:

- Detektions- eller varseblivningstid. Oftast används ordet detektionstid då man behandlar tider för olika larm- och detektorsystem.
- Besluts- och reaktionstid
- Evakueringstid

Figur 6.1 nedan beskriver närmare vad dessa tre olika delar av utrymningstiden omfattar.

		
<p>Detektions- eller varseblivningstid, t_d.</p> <p>1) Den tid som förflyter från brandens start, via detektoraktivering alternativt att någon ringer in larmet, beslut om utrymning samt att tala ut utrymnings - meddelandet en gång.</p> <p><i>Alternativt:</i></p> <p>2) Den tid det tar från brandens start tills det att någon upptäcker den och gör övriga uppmärksamma på att det brinner.</p> <p>(Detektions- eller varseblivningstiden fastställs under rubriken; <i>Bestämning av detektionstid, nedan</i>)</p>	<p>Reaktions- och beslutstid, t_r.</p> <ul style="list-style-type: none"> Den tid det tar för personerna att besluta sig för att utrymma inklusive tid för olika val och beslut på vägen ut. <p>(Reaktions- och beslutstiden har fastställts tidigare i rapporten genom videodokumentationen under utrymnings-försöket)</p>	<p>Evakueringstid, t_e.</p> <ul style="list-style-type: none"> Gångtid- för personerna att gå från sin uppehållsplats och ut. Antingen ut ur brandcellen eller ut ur byggnaden beroende på vad som söks. <p>(Evakueringstiden har fastställts genom beräkning i programmet Simulex och genom videodokumentation under utrymningsförsöket)</p>

Figur 6.1. Förklaring av detektionstid, reaktionstid och evakueringstid.

6.3 Bestämning av detektionstid

När larmar detektorn? Under förutsättning att det rör sig om en optisk rökdetektor sker detta antagligen före det att flammorna bryter ut, dvs. innan α^2 -kurvan kan antas giltig. Huvuddelen av de detektorer som sitter i OKGs kontorslokaler är just optiska rökdetektorer. Denna typ av detektorer är speciellt lämpade för att upptäcka pyrande brandförlopp, som genererar stora partiklar. Diagram 6.1 ovan visar ett troligt brandförlopp för en elektrisk kontorsmaskin, som inledningsvis pyr under en tid och först därefter brinner med flammor. I denna rapport antas en optisk rökdetektor larma vid tiden noll, alltså vid tiden då α^2 -kurvan börjar gälla. I diagram 6.1 inträffar t.ex. tiden noll för α^2 -kurvan efter ca 310 s.

För de fall då brandrummet är detekterat med en värmedetektor har programmet Detact-QS använts för att bestämma tid till detektoraktivering. En värmedetektor är framförallt lämpad för detektion av rena flambränder t.ex. vätskebränder som genererar mer värme och

storleksmässigt mindre partiklar. På grund av begränsningar i larmsystemet är dock vissa kontor försedda med värmedetektorer trots att en optisk rökdetektor vore ett bättre alternativ.

Räddningsstyrkan larmas i samma stund som en detektor aktiveras. Under tiden fortsätter branden att växa. Resultaten från CFAST (redovisas längre fram i kapitel 7 och 8; *Utrymningsssäkerhet* respektive *Utrymningsssäkerhet i kontorsmiljö*) visar att brandgaser snabbt sprider sig i byggnaden. Inom kort bör då branden upptäckas av någon anställd som ringer och larmar. Enligt de interna brandföreskrifterna /8/ tas beslut om utrymning efter rekognosering på plats av räddningsledaren, eller av kontrollrumsoperatören då någon ringt och larmat. I de scenarion som behandlas i rapporten är brandförloppen så häftiga att utrymning antas initieras av att någon anställd ringer och larmar CKR. Vi antar att det tar en och en halv minut (90 s) från det att någon ringer CKR till dess att kontrollrumsoperatören börjar läsa ut utrymningsmeddelandet. Därefter tar det 30 s att läsa upp utrymningsmeddelandet en gång. Det bedöms ta 30 s från det att α^2 -kurvan börjar gälla, d.v.s. flammande brand, tills någon i anslutning till brandrummet upptäcker branden och ytterligare 30 s innan denna någon ringt till CKR. Totalt ger detta en varseblivnings/detektionstid för hela byggnaden på; $30+30+90+30 = 180$ s.

På den avdelning där det brinner kommer personalen antagligen självmant att utrymma innan utrymningsmeddelandet ljuder i högtalarna. Då personalen enligt fall 2, i figur 6.1 ovan, själva upptäcker branden bedöms detektionstiden/varseblivningstiden till **90 s**. Denna tid består av 30 s som det tar att upptäcka branden och 60 s som går åt att göra övriga uppmärksamma på att det brinner.

Alltså:

- Inom den brandcell där det brinner kommer personalen att upptäcka branden och göra övriga uppmärksamma på att det brinner. Denna tid fastställs till **90 s**.
- För övriga delar av byggnaden är detektionstiden **180 s** då detektionen (någon ringer) och utrymningslarm (internhögtalarsystemet) fungerar.
- Då detektionen fungerar men ej utrymningslarmet (internhögtalarsystemet) bedöms det ta 10 min (600 s) att nå ut med besked om utrymning till en hel byggnad, då detta i så fall måste ske manuellt med ”löpare”. Till denna tid måste tiden för antingen en detektor att aktiveras eller för någon att ringa till CKR läggas till. Total detektionstid i detta fall blir således **600 s + tid för automatisk eller manuell detektering**.

De olika möjligheterna och sannolikheten för att de olika systemen presenteras i händelsesträd under rubriken resultat och diskussion efter varje scenario i kapitel 7 och 8; *Utrymningsssäkerhet* respektive *Utrymningsssäkerhet i kontorsmiljö*.

6.4 Diskussion kring kritiska förhållanden

Då vi tittar på kontorsmiljöer finner vi en del svagheter hos BBRs råd till kritiska förhållanden. BBRs råd är inte anpassade till de lokaler som här är aktuella utan syftar mer till utrymningsssäkerhet i större samlingslokaler, varuhus och liknande byggnader.

Det är framförallt brandgaslagrets höjd som i beräkningarna i CFAST visat sig dimensionerande för utrymningsssäkerheten. För att erhålla kritiska förhållanden på grund av strålning eller temperatur krävs det att personalen utrymmer genom brandrummet eller i dess absoluta närhet och så är ej fallet i något av rapportens scenarion.

CFAST ger ej särskilt säkra värden på hur rökfyllnaden ser ut eftersom programmet är uppbyggt enligt en tvåzonsmodell. CFAST visar däremot på tendenser i rökfyllnadsförloppet. När tendensen är tydlig som i diagram 6.2 nedan fungerar BBRs definition på kritiska förhållande. Med en långsammare sänkning av brandgaslagret som i diagram 6.3 är BBRs definition alldeles för snäv. Detta framförallt då brandgaserna sprider sig långa sträckor, blandas ut och sjunker mot golvet. Detta leder till siktnedsättningar men eftersom personalen har god lokalkännedom bedöms utrymning kunna ske trots att sikten är låg.

Det är troligt att utrymning är fullt möjlig trots att brandgaslagret har sjunkit lägre än $1,6+0,1\cdot H$ (kriteriet för kritiska förhållanden i BBRs råd /1/). Personalen har god lokalkännedom och består framförallt av människor utan några större handikapp. Därför har vi i rapporten använt följande kriterier för kritiska förhållanden:

- Då brandgaslagret *sjunker snabbt* gäller BBRs råd, dvs. $1,6+0,1\cdot H$, där H är rummets höjd. Se diagram 6.2 nedan.
- Då brandgaslagret *sjunker långsamt* erhålls kritiska förhållanden först då brandgaslagret sjunker lägre än **1,5** meter. Även en rullstolsbunden person bedöms ha goda förutsättningar att ta sig ut då brandgaslagrets höjd är 1,5 m. Se diagram 6.3 nedan.

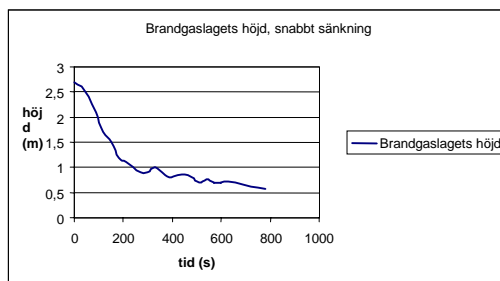


Diagram 6.2. Snabb rökfyllnad.

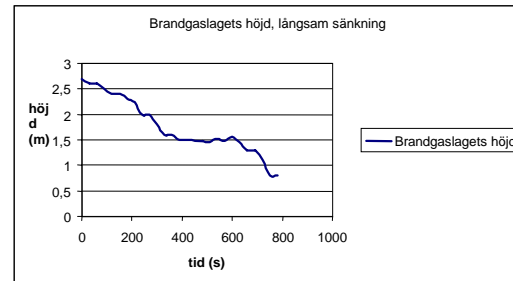


Diagram 6.3. Långsam rökfyllnad

6.5 Tillförlitligheten hos olika system och händelsetrådets uppbyggnad.

Eftersom systemen på OKG bedöms vara välskötta och moderna har höga sannolikheter för funktionen valts.

- Detektorerna bedöms ha 95% tillförlitlighet. Här ingår alltså både att detektorn fungerar och att den aktiveras av den aktuella branden.
- Interhögtalarsystemet bedöms även det ha en 95% tillförlitlighet.
- Sannolikheten för att någon stänger dörren till brandrummet är mycket svår att uppskatta. Eftersom personalen bedöms ha en relativt hög utbildningsnivå med avseende på brand, jämfört med många andra arbetsplatser, bedöms denna sannolikhet till 50%.

Efter varje scenario presenteras resultatet i form av ett händelsetråd. Händelsetrådet består av olika knutpunkter varifrån två möjligheter utgår. Förutsättningen är att en brand uppstår. Då kan två möjligheter inträffa; antingen detekteras branden eller ej. Om detektionen fungerar kan två saker inträffa; antingen fungerar utrymningslarmet eller ej. Och så fortsätter det tills alla möjligheter är täckta, se figur 6.2 nedan.

Som definition på att en utrymning är säker har i rapporten följande ekvation nyttjats:

$$M = t_k - (t_d + t_r + t_e) \geq 0$$

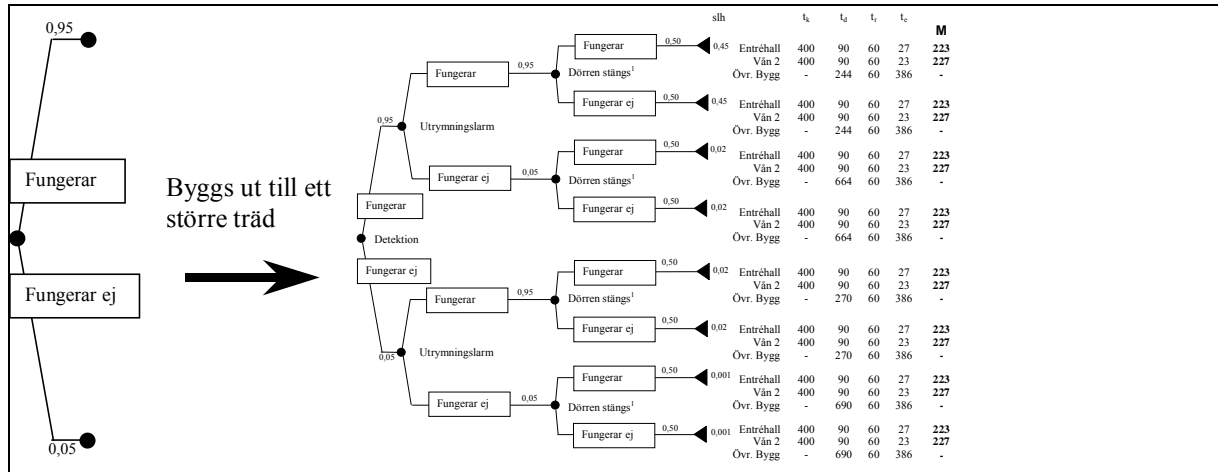
t_k = tid till kritiska förhållanden

t_d = detektionstid

t_r = reaktions- och beslutstid

t_e = evakueringstid

Beskrivet med ord betyder ekvationen ovan helt enkelt att alla skall ha uppmärksammat branden, bestämt sig för att utrymma och hunnit lämna lokalen innan kritiska förhållanden uppstår i densamma. Till höger om händelseträdet placeras en tabell där värden på tid till kritiska förhållanden, detektionstid, reaktionstid och evakueringstid förs in. Resultatet M presenteras längst till höger i tabellen. Om M är positiv kan utrymning enligt modellen ske innan kritiska förhållanden inträffat. Då M är negativt eller nära noll bör de förhållanden som ligger bakom undersökas och eventuella åtgärder för att få M positivt vidtas.



Figur 6.2. Hur ett händelsetråd byggs upp.

7 Utrymnings säkerhet

Detta kapitel behandlar utrymnings säkerheten i A/B-byggnaden och P-byggnaden. Scenariovalet har skett främst utifrån hur mycket branden påverkar utrymnings säkerheten. Bland annat visar resultatet av beräkningarna kring scenariorna i detta kapitel på hur brister i brandcellsindelning och skötsel kan påverka utrymnings säkerheten.

7.1 Kriterier för scenarioval

För att behandla utrymnings säkerhet på OKG har en uppdelning på två kapitel genomförts. Nedanstående kriterier har legat till grund för val av brandscenariona i detta kapitel:

- Branden berör många personer.
- Långsam detektion.
- Försvårad utrymning.
- Stor brandcell.
- Hög brandbelastning.
- Sannolikhet för brandinitiering.

Med ovanstående kriterier i beaktande har två scenarion valts ut.

1. Brand i ett av kontorsrummen i P-byggnadens entré
2. Brand i hall och rökfyllnad av trapphus i A-byggnaden

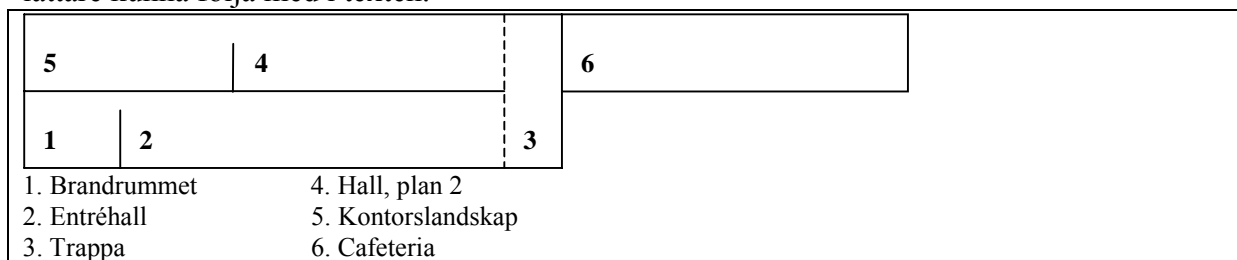
Mer ingående motivering enligt kriterierna ovan finns under respektive scenario.

7.2 Scenario; Brand i kontorsrum i P-byggnadens entré

Scenariot *brand i kontorsrum i P-byggnadens entré* är valt eftersom det trapphus i P-byggnaden som huvuddelen av de anställda på plan 3 till 6 använder för att komma till och från sina arbetsplatser mynnar ut mitt i entréhallen och alltså *inte* ut i det fria. Entréhallens brandcell, som beskrevs ingående i kapitel 3; *Inventering*, är stor och sträcker sig genom två plan. Många personer berörs av en brand i P-byggnadens entré genom att den försvårar utrymningen av byggnaden och eftersom brandcellen är stor.

7.2.1 Scenariobeskrivning

Brand utbryter i ett av de kontorsrum som finns i entréhallen. Branden växer snabbt. Rummet har en glasvägg mot entréhallen. Brandcellen består av entréhallen med kontor, trappan upp till plan 2, där hall, kontorslandskap, samt cafeteria också ingår, se figur 7.1 nedan. Följden blir att P-byggnaden måste utrymmas. Läsaren uppmanas studera ritningarna i bilaga 9 för att lättare kunna följa med i texten.



Figur 7.1. Förenklad bild av entréhallens brandcell sedd från sidan.

Kontorsrummet, där branden startar, kommer i den följande texten att benämnas *brandrummet*. Som bilderna 7.1-3 nedan visar är rummet avgränsat mot entréhall med glasväggar och mot bredvidliggande kontorsrum med gipsväggar. Brandrummet är 2,95 m brett och 4,75 m djupt. Takhöjden är 4,10 m i entréhallen. 2,95 m upp sitter ett innertak som i brandrummet består av fiberskivor medan det i entréhallen består av ett mycket grovt galler. Gallrets inverkan på brandgaserna försummas i beräkningarna. Då brandrummets väggar endast sträcker sig upp till undertaket finns inget hinder för rökspridning sedan innertaket kollapsar. Då innertaket består av fiberplattor upplagda på aluminiumprofiler bedöms kollaps ske då temperaturen i brandgaslagret når 200°C.



BILD 7.1, 7.2 och 7.3. Bilder från brandrummet (kontor P1.019).

Brandbelastningen i brandrummet är hög. I rummet finns ett skrivbord belamrat med papper och pärmar, en bokhylla, gardiner och några stolar. Detta ger en total brandbelastning på uppskattningsvis 300 kg trä och papper. Tre fönster vetter från brandrummet mot söder.

Vad kan då tänkas initiera brand i detta utrymme. Kortslutning i datorn eller transistorradion, en glödande tändsticka eller ett kvarglömt adventsljus? Ofta ”tar sig” inte en brand utan självdör eller släcks av någon rådig person. Vid ett sådant tillfälle kommer endast lokala delar att påverkas. För att få ett scenario som påverkar flera personers säkerhet och inskränker möjligheterna att utrymma byggnaden via det södra trapphuset måste branden få möjlighet att ta sig och växa. Scenariot i beräkningarna nedan förutsätter att en brand uppstår någonstans i kontoret och sprider sig till bokhylla och skrivbord. Ytterliggare en osäkerhet är hur räddningstjänstens agerande påverkar brandförloppet. Om räddningsstyrkan finns inne på området kan den vara på plats på 3-7 minuter. Om räddningsstyrkan är på uppdrag utanför området kan det ta 20 minuter innan Oskarshamns räddningstjänst anländer enligt de förhållanden och överenskommelser som finns beskrivna i kapitel 2; *Objektsbeskrivning-Brandskydd*.

Takhöjden i entréhallen är 4,10 meter. Kritiska förhållanden, enligt Boverkets råd; $1,6m + 0,1 \cdot H$ /1/, erhålls i entréhallen då brandgaslagret sjunker under 2,0 m. I hallen plan 2 då brandgaslagret sjunker under 1,9 m eftersom takhöjden där är 3,2 m.

För kontor anger NKB /6/ att om beräkningar genomförs med brandförlopp enligt αt^2 är tillväxthastigheten, α , snabb, dvs. $0,047 \text{ kW/s}^2$. αt^2 -modellen är relevant för brandtillväxten efter det att de första lågorna uppkommit. Eftersom brandrummet är detekterat med värmedetektor krävs det att branden är kraftig nog att åstadkomma en varm stigande luftström, som orkar upp till innertaket, för att aktivering skall ske. Detta antas ske först då

lågor uppstår, därför försummas tiden innan lågor, då branden bara pyr. Samtliga tider i beräkningarna utgår därför från tiden noll, då αt^2 -kurvan startar.

Under storskaleförsök gjorda på kontorsrum med ungefär hälften så stor brandbelastning, jämfört med detta fall, har branden nått en maximal effektutveckling på ungefär 2 MW /11/. Därför väljs ett brandförlopp enligt αt^2 upp till en effekt på 4 MW, därefter konstant, se diagram 7.1 nedan. Huruvida brandspridning sker till intilliggande kontor är svårt att bedöma. Gipsväggarna står emot värme bra men eftersom de inte når upp till taket utan slutar i höjd med innertaket, kan branden sprida sig till intilliggande kontor. Förloppet är svårt att förutspå men är ej heller intressant ur utrymningssäkerhetssynpunkt eftersom den antagna branden är mer än tillräcklig för att rökfylla hela brandcellen. Som känslighetsanalys genomförs simuleringar med brandeffekter på 2 respektive 6 MW. Simuleringen i Hazard sker under 15 minuter, dvs. 900 s.

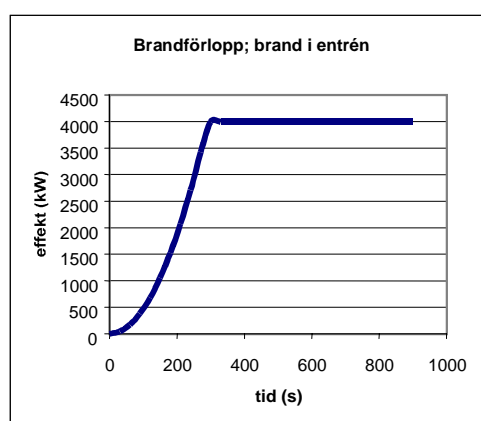


Diagram 7.1. Brandförloppet

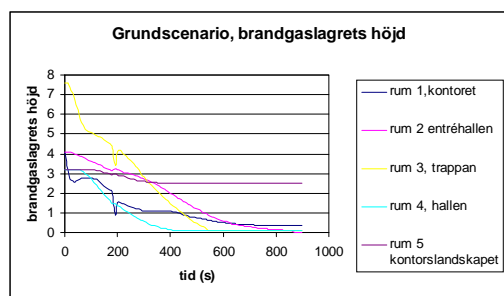
Ventilationen i brandrummet består av frånluftsaggregat. Några tilluftsdon finns ej, tilluften försörjs genom att rummet är otätt mot entréhallen (då väggarna endast sträcker sig upp till innertaket). Brandspridning via ventilationssystemet är mycket osannolik eftersom det p.g.a. otätheten ej kan byggas upp något brandtryck. Om brandgaserna som sugts in i frånluftssystemet är för varma då de når frånluftsläkten på plan 7 stänger både från- och tilluftsfläktarna. Om en signal från system 869, det branddetektionssystem som finns i P-byggnaden, erhålls stoppas tilluften. Frånluften fortsätter att gå. Detta syftar till att förbättra sikten genom att suga ut så mycket av brandgaserna som möjligt.

7.2.2 Beräkning i CFAST

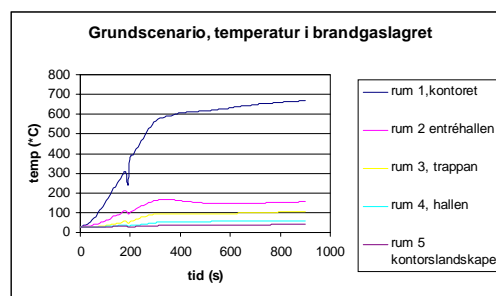
Ett grundscenario med fem varianter har beräknats i CFAST. Entréhallens brandcell har delats upp i fem rum, enligt figur 7.1 ovan. Vissa förändringar i längd och bredd har gjorts för att få volymen att stämma. Takhöjden har dock ej förändrats. Cafeterian på plan 2 har i två av varianterna lagts till som ett sjätte rum. Det bör ytterligare än en gång påpekas att CFAST ger osäkrare värden ju fler rum som simuleras. Utskrift av indatafil till CFAST för grundscenariot finns i bilaga 3. Där finns även känslighetsanalysen.

Hållbarheten hos brandrummets fönster har varierats liksom läckaget in till cafeterian. Känslighetsanalysen visar att resultaten för brandrummet, entréhallen, trapphuset och hallen plan 2 är mycket lika, oberoende av variationer på indata. I diagram 7.2 och 7.3 nedan presenteras temperatur och höjd på brandgaslagret för grundscenariot. Den plötsliga svackan i

kurvorna efter ungefär 200 s beror på att fönsterna i brandrummet då går sönder. Eftersom temperaturen blir över 600°C i brandrummet är det troligt att det övertänder.



Figur 7.2. Brandgaslagret höjd.



Figur 7.3. Temperatur i brandgaslagret.

Resultaten från beräkningarna ger tid till kritiska förhållanden enligt tabell 7.1 nedan.

Rum	Tid till kritiska förhållanden, t_k
Entréhallen (rum 2)	400 s (totalt brandgasfylld efter 600 s)
Hallen plan 2 (rum 4)	150 s (totalt brandgasfylld efter 300 s)
Kontorslandskapet, plan 2 (rum 5)	Beräkningarna tyder på att brandgaslagret ej sjunker nedanför innertaket men det är troligare att brandgaserna, som är ordentligt avkylda, tränger ned genom otätheter. Eftersom hallen utanför är helt brandgasfylld efter 400 s är bedömningen att kritiska förhållanden inträffar även i kontorslandskapet efter 400 s. Detta trots att dörrstängarna till kontorslandskapet fungerar.

Tabell 7.1. Tid till kritiska förhållanden för olika lokaler i brandcellen.

Beräkningsresultatet för kontorslandskapet, plan 2, är ej trovärdigt (se tabell 7.1 ovan). Enligt CFAST sjunker brandgaslagret inte lägre än till innertaketets höjd. I verkligheten har innertaket troligen en bromsande effekt på brandgaserna. Det är troligt att brandgaserna som är ganska svala, cirka 40°C, efter en stund blandas om och fyller kontorslandskapet med tunna brandgaser.

7.2.3 Utrymningssimulering i Simulex

Två simuleringar har genomförts i Simulex. I ena fallet går samtliga vägar i byggnaden att använda och personerna väljer väg så att byggnaden utrymms så fort som möjligt. I det andra fallet kan entrén ej användas för utrymning utom för dem som normalt arbetar i de kontor som finns i entréhallen. Persontätheten är lika stor och personerna utplacerade på samma sätt i de båda simuleringarna. Indata till Simulex finns mer detaljerat beskrivet i bilaga 3. Resultaten från simuleringarna presenteras i tabell 7.2 nedan

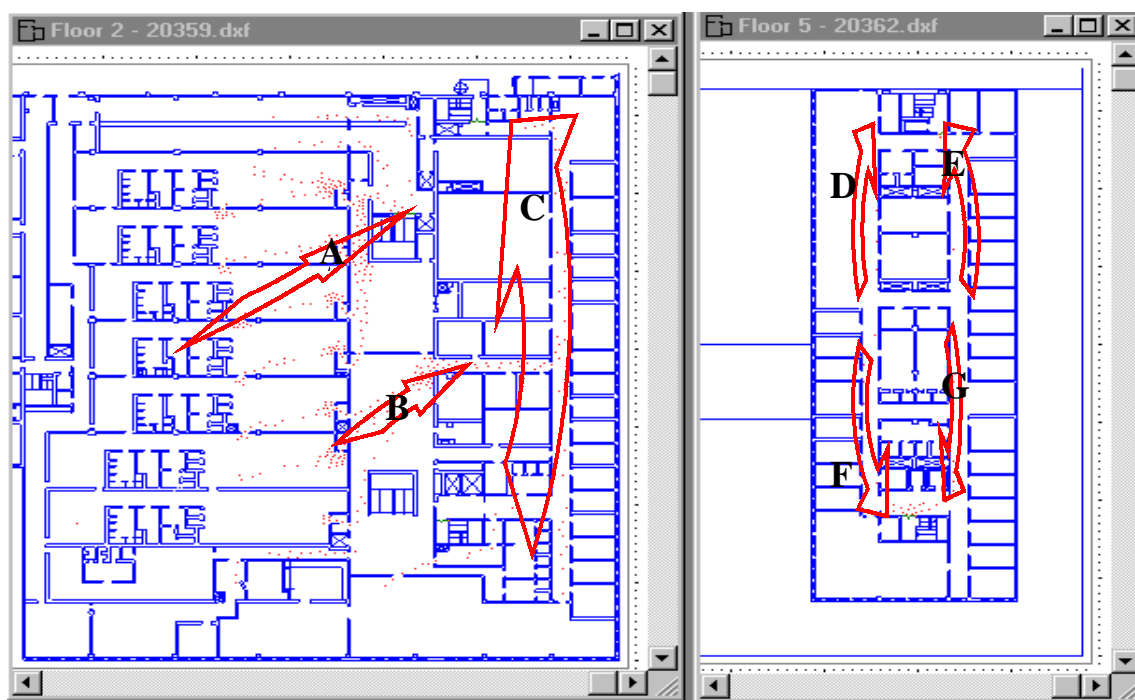


Bild 7.2. Plan 2 och plan 5 i P-byggnaden, 16 s efter simuleringens början.

Bilden ovan visar hur utrymningsförloppet ser ut i Simulex, 16 sekunder efter simuleringens början, då det brinner i entréhallen. Den vänstra rutan visar plan 2 och den högra plan 5. På plan 2 utrymmer ungefär 400 personer från omklädningsrummen och cafeteria mot de norra trapphusen, pil A och B. De personer från plan 3 till 6 som börjar sin utrymning med att använda det södra trapphuset, går ut ur trapphuset på plan 2, följer korridoren norrut enligt pil C och använder det norra trapphuset för att komma ut.

Bilden på plan 5 ger en representativ bild av hur utrymningen ser ut på plan 3 till 6. På dessa plan styrdes 75% av personalen, pil F och G, till att börja sin utrymning genom det södra trapphuset. Övriga nyttjar norra trapphuset enligt pil D och E. Detta antagande grundar sig på utrymningsförsöket, där huvuddelen av personalen använde södra trapphuset trots att utrymningsmeddelandet upplyste dem om brand i entrén där detta trapphus mynnar ut.

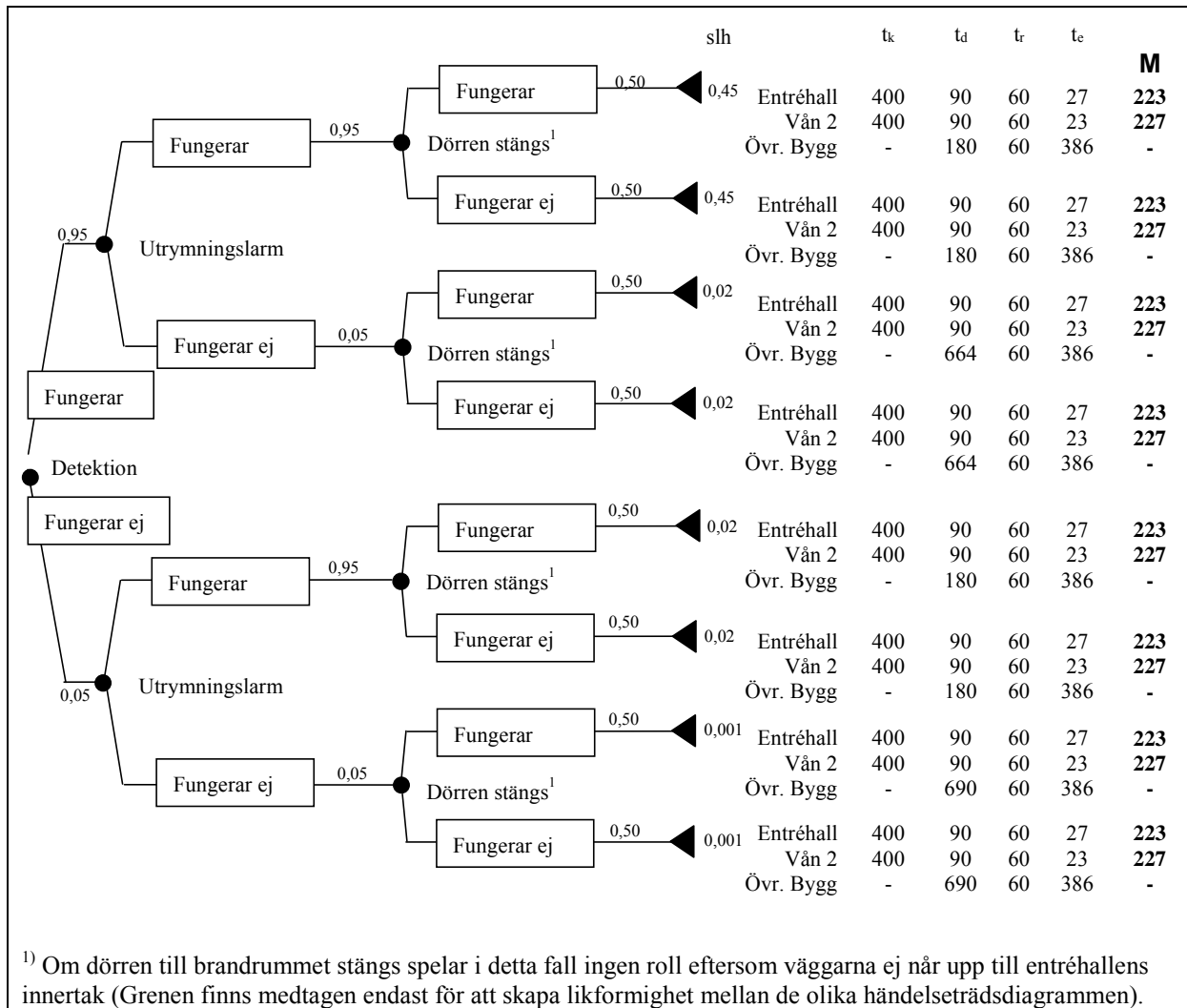
Rum	Evakueringstid, t_e
Entréhallen	27 s
Kontorslandskapet, plan 2	23 s
Hela byggnaden	4 min och 38 s, då <i> samtliga utrymningsvägar kan nyttjas</i> 6 min och 26 s, då <i> entrén ej kan nyttjas</i>

Tabell 7.2. Resultat från Simulex.

7.2.4 Diskussion och resultat

Tiderna som Simulex ger är mycket exakta och beror på vilken väg ut ”gubbarna” är styrda till. Det är även viktigt att poängtera att Simulex ger evakueringstiden, t_e , alltså den tid det tar för en person att gå från sin uppehållsplats till utgången. Med hjälp av videodokumentationen av utrymningsförsöket har reaktions- och beslutstiden, t_r , bestämts till 60 s, enligt kapitel 5; *Utrymningsförsök*. Detektionstiden, t_d , för värmedetektorn i kontorsrummet är 64 s, enligt beräkningar i bilaga 3. Utifrån CFAST-beräkningar har tiden till kritiska förhållanden bestämts. Kravet för säker utrymning är som tidigare nämnts att tidsskillnaden, M , skall vara positiv då den sammanlagda utrymningstiden dras från tid till kritiska förhållanden, alltså:

$$M = t_k - (t_d + t_r + t_e) \geq 0$$



Figur 7.3. Händelseträd för scenariot brand i kontorsrum.

Kommentarer till händelseträdet:

- Att upptäcka branden samt meddela övrig personal bedöms ta 90 s. Denna tid gäller för både plan 1 och plan 2 eftersom röken letar sig ut ur rummet och lägger sig i taket. På andra våningen upptäcks röken då den kommer upp från trappan.
- Om utrymningslarmet (internhögtalarsystemet) ej fungerar bedöms det ta tio minuter att göra alla i hela byggnaden varse att det brinner.
- Även om det brinner i entréhallen bedöms detta inte inom den första tiden påverka övriga byggnaden pga. sektionering med brandceller.
- Evakueringstiden 386 s har tagits fram med hjälp av simuleringar och genomfört utrymningsförsök.

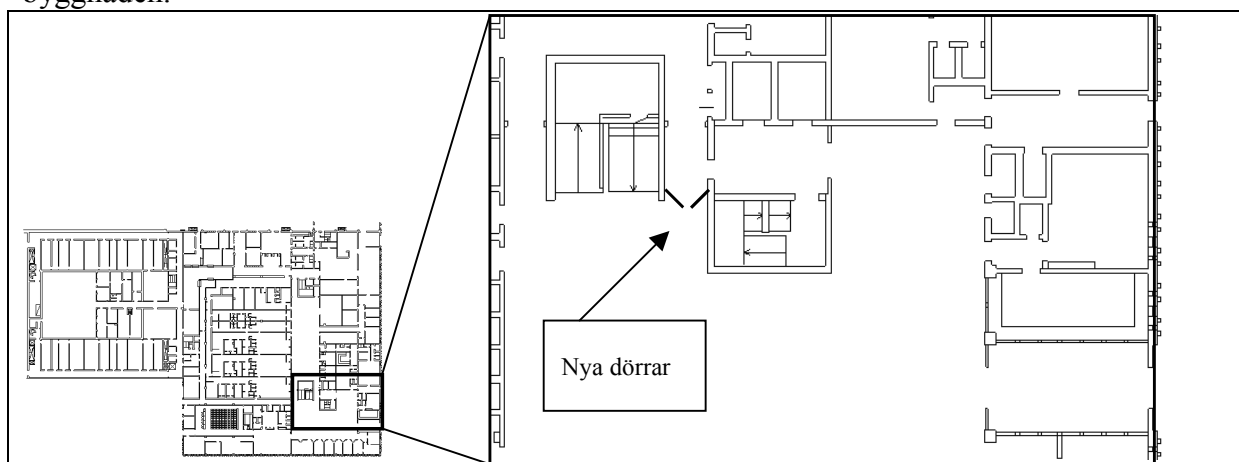
Även om tiderna är behäftade med osäkerheter bedöms utrymning av den personal som arbetar i entréhallens brandcell kunna utrymma utan problem. I händelseträdet, figur 7.3 ovan, är tidsskillnaden, M, rejält positiv för samtliga fall vilket betyder att aktuella delarna av byggnaden är utrymda flera minuter innan kritiska förhållanden uppstår. Slutsatserna av detta måste vara att P-byggnaden har en hög nivå av utrymnings säkerhet.

Kritiska förhållanden kommer ej att inträffa på exempelvis plan 5 för att det brinner i entréhallen men behovet finns ändå att snabbt och enkelt kunna utrymma byggnaden. Tiderna från Simulex gav:

Samtliga utrymningsvägar kan nyttjas: $t_e = 4 \text{ min } 38 \text{ s (278 s)}$
Entrén kan ej nyttjas: $t_{e(\text{ej entré})} = 6 \text{ min } 26 \text{ s (386 s)}$

Skillnaden i tiderna beror framförallt på att färre köer bildas eftersom fler vägar ut blir tillgängliga. Tidsvinsten kan tyckas vara liten men simuleringarna beskriver en verklighet utan rädsla, oro och andra faktorer. När de som går först ner genom det södra trapphuset kommer till plan 1 och ser den rökfyllda entréhallen kommer folk uppifrån som ej uppfattat situationen att trycka på och undra varför kön ej rör sig nedåt. Läsaren får själv föreställa sig situationen där han/hon står längst ned i ett trapphus och skall förklara för ett hundratal osäkra människor att de måste gå tillbaka uppåt och välja annan väg ut.

Det södra trapphuset skulle kunna användas för utrymning trots brand i entréhallen genom att ett avskiljande dörrparti byggs enligt figur 7.4 nedan. Då kan utrymning även ske via cafeterian på plan 1. Detta är ett billigt sätt att ytterligare höja utrymnings säkerheten i byggnaden.



Figur 7.4 Förslag på nya branddörrar utanför södra trapphuset på plan 1

En sideeffekt av utrymningssimuleringen är den även visar att hörsalen på plan 1 utryms snabbt och enkelt trots att 80 personer var placerade där.

7.3 Scenario: brand i A-byggnadens entréhall och rökfyllnad av trapphus

I detta scenario förutsätts en brand uppstå i A-byggnadens entréhall (M4.02), se bild 7.4 nedan. En av dubbeldörrarna mellan entréhallen och trapphuset plan 1 (M4.05) står uppställd och brandgaser stiger i den öppna trappa som leder till de ovanliggande fem kontorsvåningarna. På plan 5 är branddörren mellan trappan och A-byggnadens kontorsavdelning uppställd. Brandgaserna har sådan stigningskraft att de fyller detta kontorsplan. I detta kapitel simuleras även rökfyllnad av detta A-byggnadens nordvästra trapphus p.g.a. brand i de boksnurror som står uppställda på plan 2 i trapphuset, se bild 7.5 nedan.



Bild 7.4. A-byggnadens entré med uppställd dörr mot trapphuset.



Bild 7.5. Boksnurror på plan 2 i A-byggnadens nordvästra trapphus.

7.3.1 Motivering av scenarioval

Scenariot; ”brand i A-byggnadens entréhall och rökfyllnad i trapphus” har valts därför att entréhallen är den mest naturliga vägen ut för en stor andel av A-byggnadens personal. Detta scenario berör många människor och försvårar väsentligt utrymning. Vidare påverkar en brand i entréhallen en mycket stor brandcell som förutom entréhallen även innefattar A-byggnadens nordvästra trapphus i sex plan. Vid genomförd inventering upptäcktes på flera plan brister i brandsektioneringen mellan denna brandcell och omgivande kontorsavdelningar. Framförallt stod branddörrarna mellan trapphuset och A-byggnadens kontorsavdelningar öppna och upphängda på plan 3 och 5. På plan 2 i trapphuset stod ett antal boksnurror fyllda med låneböcker uppställda. Mer detaljerad beskrivning av brister i A/B-byggnadens brandskydd och bilder av övriga brister återfinns i kapitel 3; *Inventering*. Scenariot med brand i t.ex. en enskild kontorsavdelning har valts bort, trots att sannolikheten för brandinitiering där bedöms vara större. Detta därför att byggnaden är indelad i brandceller på ett sådant sett att en brand i en av dessa mindre brandceller inte utgör lika stor risk med avseende på utrymnings säkerhet som valt scenario.

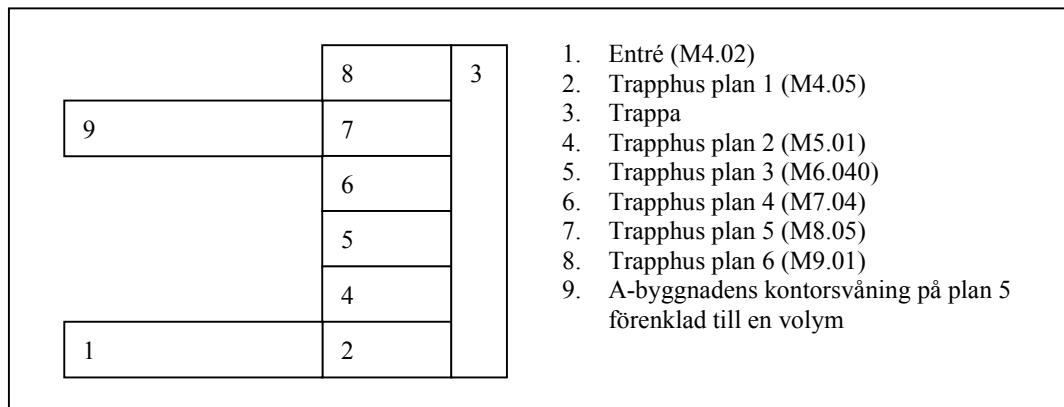
De frågeställningar som legat till grund för val av scenariot, brand i A-byggnadens entré, och behandlas i detta kapitel är:

- Kan brandgaserna från en brand i entréhallen antas få sådan stigningskraft att de kan påverka nordvästra trapphuset i alla dess plan?
- Är stigningskraften sådan att den om branddörrarna står uppställda räcker för att rökfylla till trapphuset angränsande kontorsavdelningar?
- Kan en brand i boksnurrorerna på plan 2 rökfylla trapphuset?
- Kan utrymning av A-byggnadens övre plan säkerställas innan trapphuset rökfylls i respektive brandscenario?

7.3.2 Beräkning i CFAST

För att kunna simulera brandförloppet med CFAST har entréns brandcell och A-byggnadens kontorsvåning på plan 5 förenklats till rätblock med samma höjd och volym som dessa utrymmen i verkligheten har. Entréns brandcell innehåller förutom entrén även A-byggnadens hela nordvästra trapphus. Vid denna geometriska förenkling har rumshöjden antagits vara höjden till innertak. Detta antas rimligt då brandgaserna i alla utrymmen utom i direkt anslutning till brandrummet är så avkylda att de inte bedöms kunna orsaka en innertakskollaps. Trappan i det öppna nordvästra trapphuset har förenklats till ett smalt, 18 meter högt schakt. Det omgivande trapphuset har förenklats till rätblock med anslutning till

trappschaktet och med samma höjd och volym för respektive våning som i verkligheten. De nummer som givits rummen i figur 7.5 nedan är samma ordning i vilken rummen är presenterade i den del av bilaga 4 som behandlar indata till CFAST.



Figur 7.5. Geometrisk förenkling av entréns brandcell, samt kontorsvåning plan 5 i A-byggnaden.

Den största svagheten i denna geometriska förenklingen ligger i att trappan i verkligheten knappast kan liknas vid ett schakt. I den verkliga trappan hade brandgaserna måst ringla sig uppåt och därmed kylts mer än i det simulerade fallet med schaktförenklingen där de istället kan stiga rakt uppåt. Denna svaghet i den geometriska förenklingen bedöms dock motverkas och troligen helt överflyglas av en svaghet i CFAST:s datormodell. Datormodellen bygger nämligen luftinblandningsberäkningen på en bild av rummet där rökplymen kan stiga fritt in i brandgaslagret utan att slå i väggarna. Detta förenklade synsätt ger en mycket felaktig bild av temperaturen i t.ex. en trappa. I ett smalt trapphus når rökplymen snabbt väggarna och därmed avbryts vidare avkylande luftinblandning. Temperaturen i trapphuset och således även brandgasernas stigkraft blir i verkligheten betydligt högre än vad simuleringarna visar. Detta torde framförallt påverka temperaturer och brandgasstigkraft i A-byggnadens tre översta plan där rökfyllnadsförloppet därför kan antas få ett betydligt snabbare förlopp än vad simuleringarna visar. Det finns rökluckor i taket på trapphuset, men dessa måste öppnas manuellt inne i trapphuset.

Vidare tar CFAST ingen hänsyn till den tid det tar för brandgaserna att stiga från brandhärden till taket utan redovisar energibalansen för utrymmena momentant. Detta får naturligtvis större felgenomslag i ett mycket högt rum som t.ex. i det aktuella trapphuset. Utdata för temperatur och rökfyllnad bör alltså tolkas med en 20-30 sekunders fördröjning framförallt för de översta våningarna i A-byggnaden. I de händelseträdd som nyttjas för resultatredovisning i slutet av detta kapitel har 30 s därför adderats till tiden för kritiska förhållanden i båda scenariona.

7.3.3 Rökfyllnad av trapphus på grund av brand i entré

Grundscenariot innefattar alla utrymmen i figur 7.5 utom rum 9, A-byggnadens kontorsvåning på plan 5, som läggs till först senare. Den brand som används i grundscenariot är en 4 MW:s α^2 -brand med snabb tillväxt, d.v.s. $\alpha=0.047$. Enligt uppgift används A-byggnadens entré ibland för korttidsförvaring av inkommande gods. En brand med denna tillväxthastighet och effektstyrka skulle exempelvis kunna uppstå i en pall med kontorsmateriel eller en pall med byggnadsmaterial exempelvis tapeter och golvmattor. Som brandstiftare skulle kunna tänkas t.ex. en glödande cigarettfimp i en närbelägen papperskorg. För att undersöka hur olika faktorer påverkar rökfyllnadssimuleringarna i CFAST har grundscenariot varierats. En

listning av dessa variationer med kommentarer till respektive variant finns i bilaga 4. För fördjupade studier i hur variationer av grundscenariot påverkade temperatur och rökfyllnad i olika utrymmen hänvisas läsaren till denna bilaga.

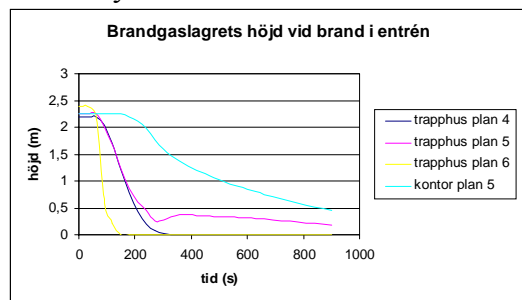


Diagram 7.4. Brandgaslagrets höjd vid brand i entrén.

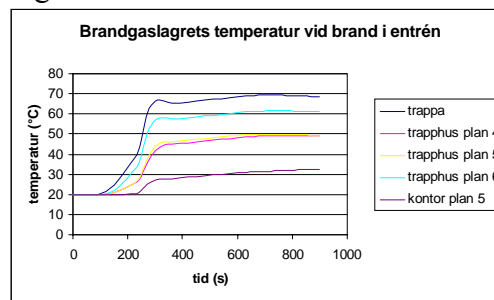


Diagram 7.5. Brandgaslagrets temperatur vid brand i entrén.

Ovanstående diagram, 7.4 och 7.5, visar brandgasspridning och brandgastemperatur enligt en scenariorient där entrédörren antas kollapsa vid en brandgastemperatur av 300 °C, men är representativa för scenariot i alla varianter utom då brandhärden flyttas. Dessa båda diagram skall dock tolkas med hänsyn tagen till de svagheter i datormodell och i geometrisk förenkling som tidigare redogjorts för. Det är således troligt att temperaturerna för respektive rum i verkligheten kan bli betydligt högre och rökfyllnaden därmed betydligt snabbare. Enbart simuleringsresultaten räcker dock för att besvara några av kapitlets inledande frågeställningar. En brand i entrén kommer att, om branddörrarna står uppställda som vid rapportskrivarnas besök, rökfylla A-byggnadens nordvästra trapphus i alla dess plan och även angränsande kontorsavdelningar.

7.3.4 Rökfyllnad av trapphus på grund av brand i boksurrör

Utöver ovanstående varianter på scenariot ”brand i A-byggnadens entré” har konsekvensen av en brand i boksurrorna på plan 2 i A-byggnadens trapphus simulerats. Detta scenario kallas vidare i texten och i aktuella diagram för *bokbrand*. Detta scenario behandlas inte lika ingående som grundscenariot med brand i entrén, bl.a. genomförs ingen känslighetsanalys med variation av ventilationsförhållanden och brandeffekter.

Syftet med att genomföra rökfyllnadsberäkningar enligt scenariot bokbrand är att visa att även relativt små brandeffekter, om de utvecklas i själva trapphuset, räcker för att rökfylla det samma.

I scenariot bokbrand förutsätts boksurrorna på plan 2 i A-byggnadens nordvästra trapphus utveckla en maximal brandeffekt på 200 kW, d.v.s. endast en bråkdel av de brandeffekter som bollats med i scenariot; brand i entrén. Även i detta scenario förutsätts branden sedan den väl etablerat sig tillväxa enligt ett snabbt α^2 -brandsförlopp, d.v.s. med $\alpha=0.047$. Branden i boksurrorna på plan 2 blir aldrig syrekontrollerad och utvecklar i sinom tid hela sin maximala brandeffekt.

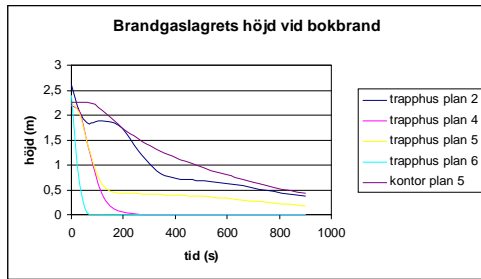


Diagram 7.6. Brandgaslagrets höjd vid bokbrand.

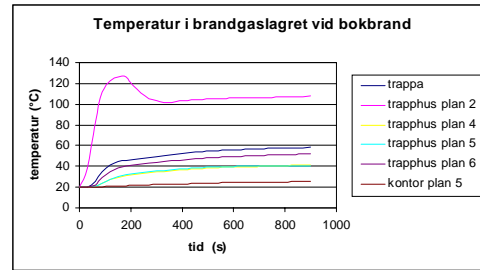


Diagram 7.7. Brandgaslagrets temperatur vid bokbrand.

Diagram 7.6 och 7.7 rörande scenariot bokbrand här ovan måste även de tolkas med hänsyn tagen till svagheter i datormodellen och i den geometriska förenklingen. Temperaturerna i olika rum kan liksom tidigare antas bli högre och rökfylld gå snabbare i verkligheten än vad simuleringarna visar. Resultaten från simuleringarna räcker dock, även utan dessa hänsyn tagna, för att konstatera att en brand i boksurrorna på plan 2 har potential att rökfylla A-byggnadens nordvästra trapphus. Ytterligare en av kapitlets inledande frågeställningar är därmed besvarad.

I detta kapitel ger scenarierna generellt så snabb och kraftfull rökfylld att BBR:s definition att kritiska förhållanden uppträder då brandgaslagret sjunker lägre än $1,6 + 0,1H$ bedöms vara användbar.

I tabell 7.3 nedan redogörs endast för tid till kritiska förhållanden för A-byggnadens plan 4, 5 och 6. Detta då det på plan 1, 2 och 3 finns alternativa utrymningsvägar via angränsande brandceller och personerna här inte som på plan 4, 5 och 6 är hänvisade till nordvästra trapphuset för sin utrymning. För människorna på plan 1 bedöms detektionstiden vid en brand i entrén dessutom bli mycket kort och utrymning påbörjas tidigare än för övriga plan. Personerna i matsalarna på plan 1 har tillgång till ett flertal utrymningsvägar utöver entrén. På plan 2 och 3 är brandcellsindelningen sådan att personerna där, bl.a. personerna i de stora omklädningsrummen, kan utrymma utan att utsättas för några brandgaser. Ur utrymningssäkerhetssynpunkt är således den intressanta frågeställningen; kan personalen på plan 4, 5 och 6 utrymma genom B-byggnaden via nordvästra trapphuset innan detta rökfylls?

För scenariot brand i entrén har tid till kritiska förhållanden bestämts utifrån de scenariovarianter där brandhårdarna varit belägna i entrén.

Utrymme	Tid till kritiska förhållanden, t_k , vid brand i A-byggnadens entré*	Tid till kritiska förhållanden, t_k , vid bokbrand i trapphus plan 2*
Trapphus plan 4	I intervallet 140-160s	ca 80s
Trapphus plan 5	I intervallet 130-140s	ca 80s
Trapphus plan 6	I intervallet 100-105s	ca 45s
A-byggnadens kontor plan 5	ca 280s = 4 min och 40 s	ca 210s = 3 min och 30 s

* 30 s har adderats för att kompensera för brandgasernas stigtid.

Tabell 7.3. Tid till kritiska förhållanden för olika lokaler enligt scenarierna brand i A-byggnadens entré och bokbrand.

Under förutsättning att branddörrarna mellan trapphus och kontor är stängda behöver det faktum att kritiska förhållanden uppstår i trapphuset inte innebära att människor utsätts för någon fara. Kritiska förhållanden innebär i detta fall endast att personalen på plan 4, 5 och 6 i A-byggnaden inte längre kan utrymma självständigt. Efter det att kritiska förhållanden uppstått i nordvästra trapphuset måste rökdykare manuellt öppna trapphusets brandgasventilation och eventuellt tillföra bärbara brandgasfläktar för att säkerställa utrymning. Idag står dock dörrarna mellan kontor och trapphus uppställda med kil eller liknande på flera plan, vilket innebär att personerna på dessa plan på ett helt annat sätt blir exponerade för brandgaser.

7.3.5 Utrymningssimulering i Simulex

Två utrymningssimuleringar i Simulex har genomförts för A/B-byggnaden. I den ena har evakueringstiden för A/B-byggnaden då alla tillgängliga trappor och utgångar kunnat nyttjats beräknats. Den andra simuleringen har genomförts enligt brandscenariot, *brand i A-byggnadens entré*. Entréhallen har i detta fall ej kunnat utnyttjas för utrymning och då nordvästra trapphuset varit på väg att rökfyllas har personal på A-byggnadens plan 4-6 tvingats utrymma genom B-byggnaden. De tider som redovisas som utdata från Simulex motsvarar endast personalens evakueringstid, d.v.s. endast transporttid. Byggnadens persontäthet har uppskattats efter genomfört besök på plats. Därefter har vi valt att simulera efter vilken persontäthet som maximalt kan tänkas rimlig under t.ex. revision. Båda utrymningssimuleringarna har genomförts med samma persontäthet i byggnaderna. Antagna värden för antal personer i A/B-byggnaden, persontätheten, finns i bilaga 4.

Simuleringen ger att evakueringstiden för A/B-byggnaden med alla utgångar tillgängliga är 4 min och 7 s. Dimensionerande trängsel, d.v.s. den plats som sist blir utrymd, är hallen med portalmonitorerna på plan 1 (M4.232), där trapporna från de stora omklädningsrummen mynnar. Trängsel uppstår även i omklädningsrummet på plan 3 (M6.255), framförallt runt ingångarna till trapphus 202.

Utrymningssimulering av A/B-byggnaden enligt scenariot; *brand i A-byggnadens entréhall och rökfyllnad i trapphus*, i vilket A-byggnadens hela nordvästra trapphus fylls av brandgaser och därför inte kan utnyttjas för utrymning, ger följande dimensionerande trängsel: A-byggnaden:s sydöstra trapphus (202), speciellt runt ingångarna från de stora omklädningsrummet på plan 3. Vidare belastas B-byggnadens norra trapphus (104) hårt, avsevärd trängsel förekommer även här. Hela B-byggnaden tömd efter ca 5 min 50 s. Efter 7 min är A-byggnaden ännu inte tömd. Sydöstra trapphuset korkar igen och simuleringen kunde inte slutföras. Detta spelar dock mindre roll då personerna som köar och trängs i omklädningsrummet på plan 3 och i detta trapphus (202) inte utsätts för några brandgaser.

Betydligt intressantare än evakueringstiderna för hela byggnaden är evakueringstiderna för de brandceller som direkt exponeras för brandgaser eller de brandceller som efter rökfyllnad av nordvästra trapphuset inte längre kan utrymmas. Dessa tider redovisas i tabell 7.4 nedan. Av värdena i nedanstående tabell är det endast evakueringstiderna från A-byggnadens översta tre plan som nyttjas i kommande beräkningar. Övriga evakueringstider bifogas för att ge läsaren en uppfattning om utrymningsförloppet.

Plan	Evakueringstid, t_e , A-byggnaden*	Evakueringstid, t_e , B-byggnaden**
Plan 1	35 s	---
Plan 2	36 s	---
Plan 3	29 s	---
Plan 4	29 s	2min 25 s
Plan 5	24 s	1min 30 s
Plan 6	36 s***	1min 33 s

*Anger evakueringstider ut ur brandgasexponerade brandceller eller ut ur brandceller som ej kan utrymmas sedan nordvästra trapphuset rökfyllts. Till brandgasexponerade brandceller räknas även sådana som först blir rökfyllda om en branddörr läcker eller är uppställd.

** Anger evakueringstid tills det att B-byggnadens korridorer är tömda. Personer utrymmer fortfarande genom B-byggnadens båda trapphus.

*** I denna evakueringstid inkluderas 15 personer som utrymmer ut ur konferensrummet (M10.02) på plan 7.

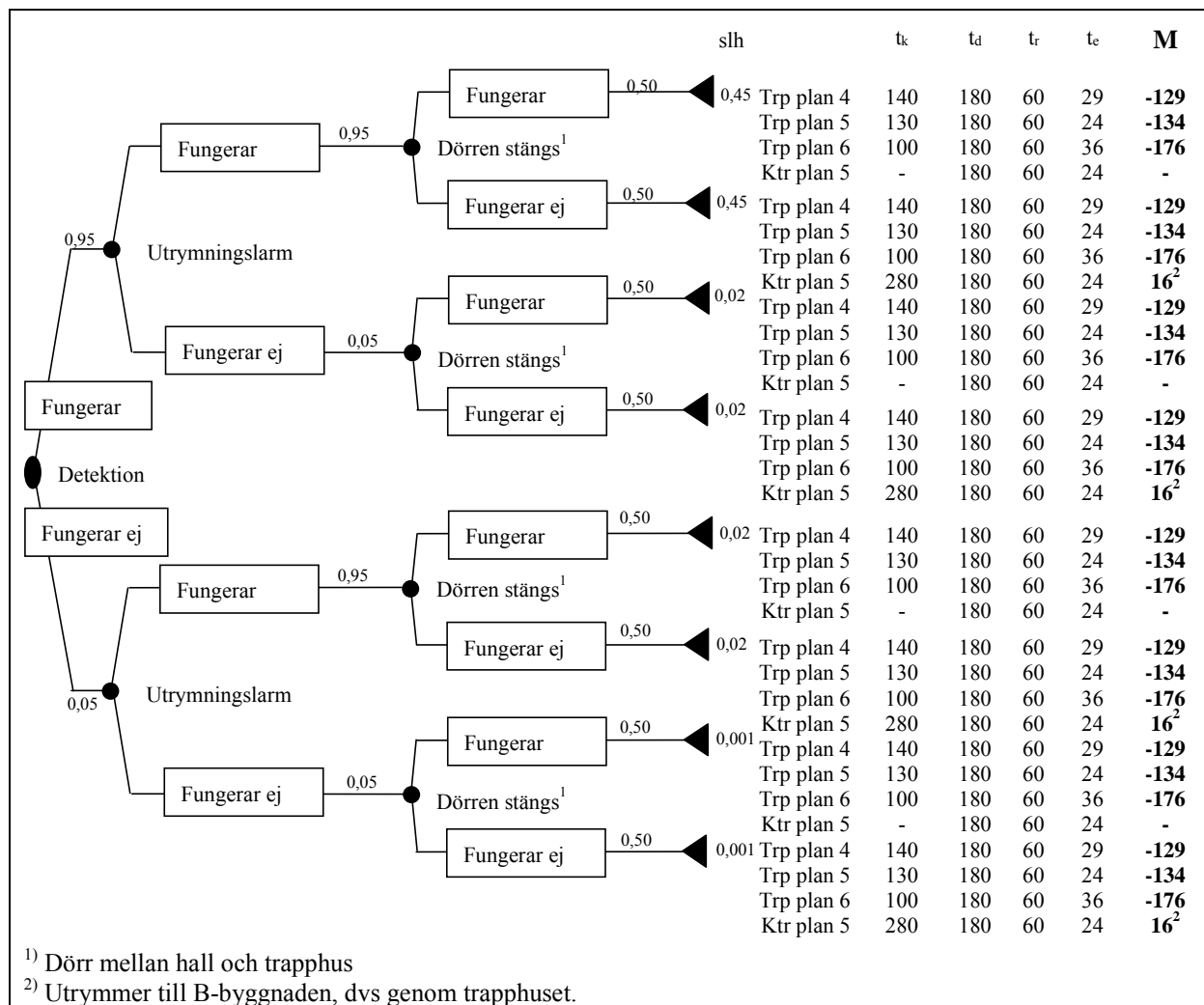
Tabell 7.4. Resultat från Simulex.

7.3.6 Diskussion och resultat

De varianterna av scenariot, *brand i A-byggnadens entré*, som laborerar med att flytta brandhärden närmare trapphuset visar entydigt att temperaturerna då blir högre samtidigt som brandgasspridningen går snabbare. På samma sätt visar scenariot, bokbrand, att även en liten brand placerad inne i trapphuset kan rökfylla detta i hela dess höjdsträckning och även sprida brandgaser till intilliggande lokaler. Sammantaget visar detta på hur viktigt det är att trapphus i utrymningsvägarna är fria från brandbelastning.

I samtliga simulerade scenarion och scenariovarianter fylls nordvästra trapphuset med brandgaser och kan därefter inte längre nyttjas för utrymning. I flera av de simulerade varianterna sker detta mycket fort. Simuleringarna visar även att brandgaserna från rimligt stora bränder på lägre plan får sådan stigningskraft att de, om branddörrarna står uppställda, via trapphuset kan rökfylla kontorsvåningar på högre plan. Även ett alternativt brandscenario med en kontorsbrand på ett av de mellersta planen skulle naturligtvis på samma sätt, via nordvästra trapphuset, kunna rökfylla ovanliggande kontorsvåningar. Slutsatserna måste vara att branddörrar mellan entré och trapphus, samt mellan trapphus och kontorsvåningar måste hållas stängda. Rapportskrivarnas bedömning är att det för att fortsättningsvis säkerställa att branddörrar hålls stängda krävs någon form av utökad kontroll. Kan Securitas, som redan har väktare patrullerande i byggnaderna, få detta som tilläggsuppgift?

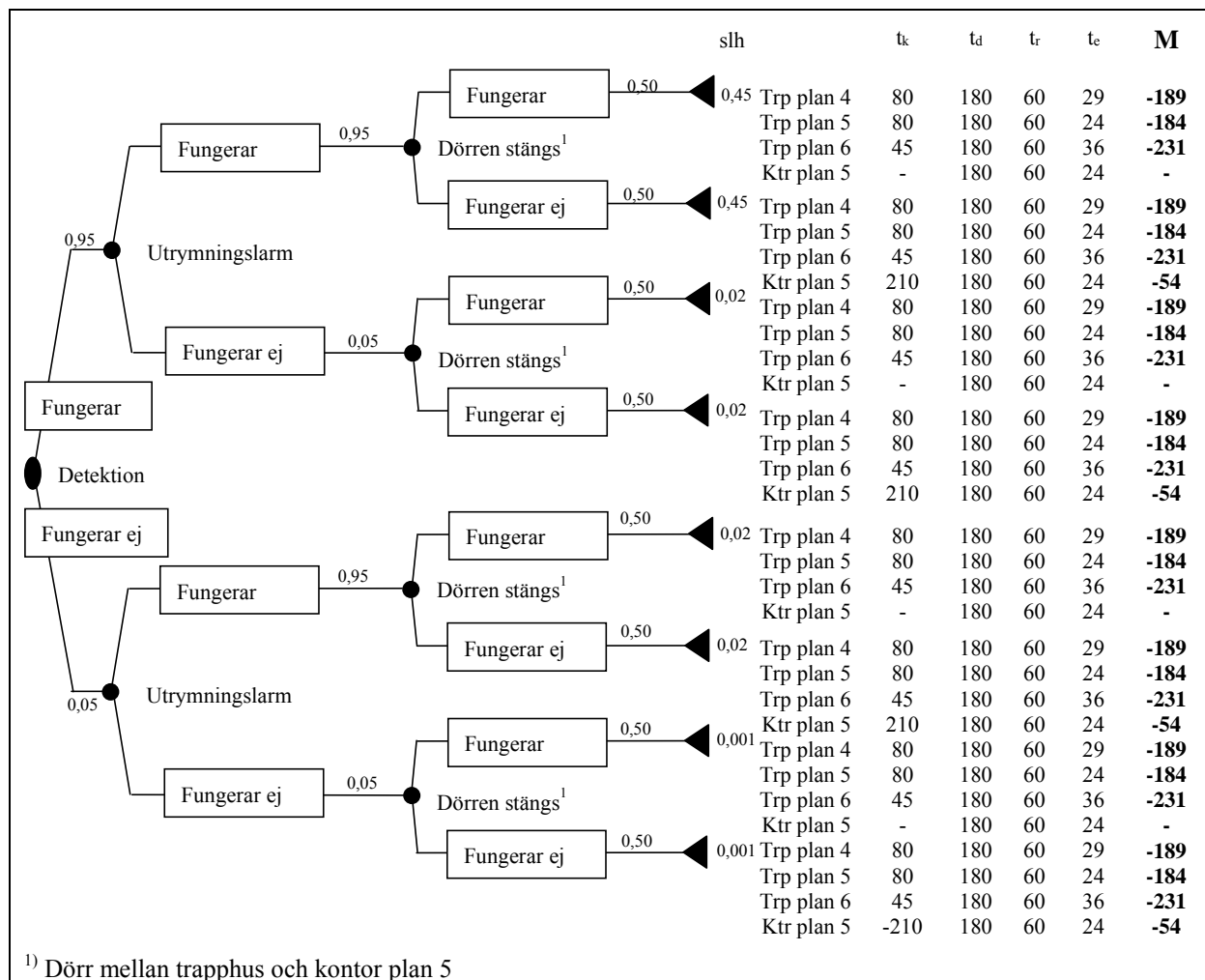
”Kan utrymning av A-byggnadens övre plan säkerställas innan trapphuset rökfylls?”, så löd den sista av kapitlets inledande frågeställningar, den enda som ännu inte besvarats. I händelseträden nedan behandlas denna sista frågeställning. I de båda följande händelseträden är tiden till kritiska förhållanden i trapphuset på plan 4, 5 och 6 redovisade samt tiden till rökfyllnad av kontoren på plan 5 (under förutsättning att dörren mellan trapphus och kontor är öppen).



Figur 7.6. Utrymning enligt scenariot brand i A-byggnadens entré och rökfylld av trapphus.

Händelseträdet ovan, figur 7.6, visar att trapphusen mycket snabbt rökfylls och därefter ej längre kan nyttjas för utrymning. Om dörrarna mellan trapphus och kontor stängs eller är stängda kommer kritiska förhållanden inte att uppstå inne i kontorsavdelningarna. Observera dock att trappan är enda utrymningsvägen från de tre översta kontorsvåningarna i A-byggnaden. M-värdet för personalen i kontoren på plan 5 är i och för sig positivt, de har tid att utrymma, men ingenstans att utrymma till. Sammantaget ger detta att utrymningssäkerheten för A-byggnaden, som den ser ut idag, inte är tillfredställande.

Händelseträdet nedan, figur 7.7, visar resultatet från beräkningarna då det brinner i ett par boksruddor på plan 2 i trapphuset. Brandeffekten är för detta fall väsentligt lägre än i föregående scenario, men trapphuset rökfylls, p.g.a. brandens placering, oerhört snabbt. Även enligt detta scenario är utrymningssäkerheten i A-byggnaden otillfredsställande. Att M-värdet för A-byggnadens kontorsavdelning plan 5 är starkt negativt (-54 s) gör det troligt att människor här kan komma till skada. I alla händelser kommer personalen i A-byggnadens plan 4-6 inte att hinna utrymma innan kritiska förhållanden uppstår i trapphuset.



Figur 7.7. Utrymning enligt scenariot bokbrand.

För att komma till rätta med de brister i utrymnings säkerheten för A-byggnaden som uppenbarligen finns krävs åtgärder. Branddörrar, i synnerhet sådana som gränsar till trapphus måste hållas stängda och trapphus hållas fria från brandbelastning. För att säkerställa detta krävs någon form av utökad kontrollfunktion. Rapportskrivarna menar att någon på respektive avdelning måste ha personligt ansvar för t.ex. branddörrarna. Han/hon måste ha sådan utbildning att han/hon kan förmedla förståelse bland sina medarbetare om varför det är viktigt att hålla branddörrarna stängda. I den brandskyddsutbildning som bedrivs för kontorsanställda måste det ingå besök på kontorsavdelningar och diskussion om tänkbara konsekvenser för olika felhandlingar, t.ex. uppställda branddörrar. När GP-brand i samband med brandsyner upptäcker brister fotograferas dessa och presenteras på enklaste sätt för ansvarig på respektive avdelning. Enkelt och påtagligt, det måste fungera.

Även med en högre andel stängda branddörrar är det olämpligt att personalen på plan 4-6 i A-byggnaden bara har tillgång till en enda utrymningsväg. Beräkningarna som redovisas i de båda ovanstående händelseträden visar otvetydigt att detta inte är tillräckligt. En sund utrymningsstrategi för en byggnad måste innebära att personalen i berörd byggnad skall kunna utrymma utan assistans utifrån. För att säkerställa att personalen på plan 4-6 i A-byggnaden kan utrymma självständigt föreslås installation av en utvändigt utrymningstrappa.

8 Utrymnings säkerhet i kontorsmiljö

I detta kapitel granskas utrymnings säkerheten i kontorsmiljöerna. Syftet med detta är att ta fram riktlinjer för hur nyttjandet av kontorslokalerna skall ske. Äventyrar exempelvis en kopieringsplats i en kontorskorridor utrymnings säkerheten? Hur påverkas brandskyddet då kontor slås ihop till kontorslandskap? De plan i de olika byggnaderna som innehåller kontor är snarlika i uppbyggnad, långa korridorer med kontorsrum på varje sida. På sina ställen är flera kontor sammanslagna till kontorslandskap. På grund av likheter både geometriskt och i utnyttjande har plan 5 i P-byggnaden fått stå modell för den förenklade geometrin som använts vid brandförloppsberäkningar i CFAST. Även vid utrymnings simulering anser vi att resultatet från plan 5 i P-byggnaden är representativt för samtliga kontorskorridorer. Resultatet från beräkningar och simuleringar genomförda i detta kapitel är alltså applicerbara på de byggnader som rapporten behandlar. En presentation av utrymningsberäkningarna och framtagning av geometrimodell presenteras därför före de tre scenarion som behandlas i detta kapitel. Funktionen hos ventilationen beskrivs också före de tre scenariona.

Kriterier för scenarioval

Följande frågeställningar har legat till grund för val av brandscenarion.

Hur påverkas utrymnings säkerheten av:

- Öppen eller stängd kontorsdörr, både vad gäller brandrummet och intilliggande kontor?
- Kontorslandskap jämfört med enskilda kontorsrum?
- Stökigt kopieringsrum jämfört med ett välordnat?
- Funktionen hos detektorer och magnetuppställda dörrar?

Med ovanstående kriterier har tre scenarion valts ut.

1. Brand i kontorslandskap
2. Brand i kopieringsplats i korridor
3. Brand i kontorsrum

Motivering enligt kriterierna ovan finns under respektive scenario.

8.1 Ventilationen i kontorsdelarna

För att få en bild av hur ventilationen eventuellt påverkar en brand eller påverkas av en brand tittar vi noggrant på ventilationssystemet (system 748:64) /7/. Om en signal erhålls från en detektor i brandlarmet (system 869) eller om brandtermostat (KD525) i ventilationssystemet detekterar hög temperatur stoppas tilluften medan frånluften fortsätter att gå. Brandtermostat KD525 sitter placerad efter tilluftspumpen i fläktrum P3.074.

Både kontorsrum och kontorslandskap i P-byggnaden är försedda med både från- och tilluft. Korridorerna är endast försedda med frånluft. Tanken bakom detta system är att suga ut brandgaserna med frånluften och på så sätt fördröja rökfyllnadsförloppet. Det sitter ett termiskt relä innan frånluftsfläkten som stänger av denna om frånluften blir för varm.

Det är svårt att förutsäga hur mycket rökfyllnadsförloppet påverkas då endast frånluften går och eftersom både från och tilluften stängs av i A/B-byggnaden i händelse av brand har vi valt att försumma ventilationens inverkan. Detta är en grov förenkling i fallet P-byggnaden. Det är dock mycket svårt att beräkna eller förutspå hur stor inverkan på rökfyllnadsförloppet blir då frånluften går. Ventilationen i kontorsbyggnaderna, främst i P-byggnaden där frånluften fortsätter gå i händelse av brand, bedöms fördröja rökfyllnaden. Om ventilationens påverkan

försummas hamnar resultatet på säkra sidan och blir dessutom applicerbart på A/B-byggnaden.

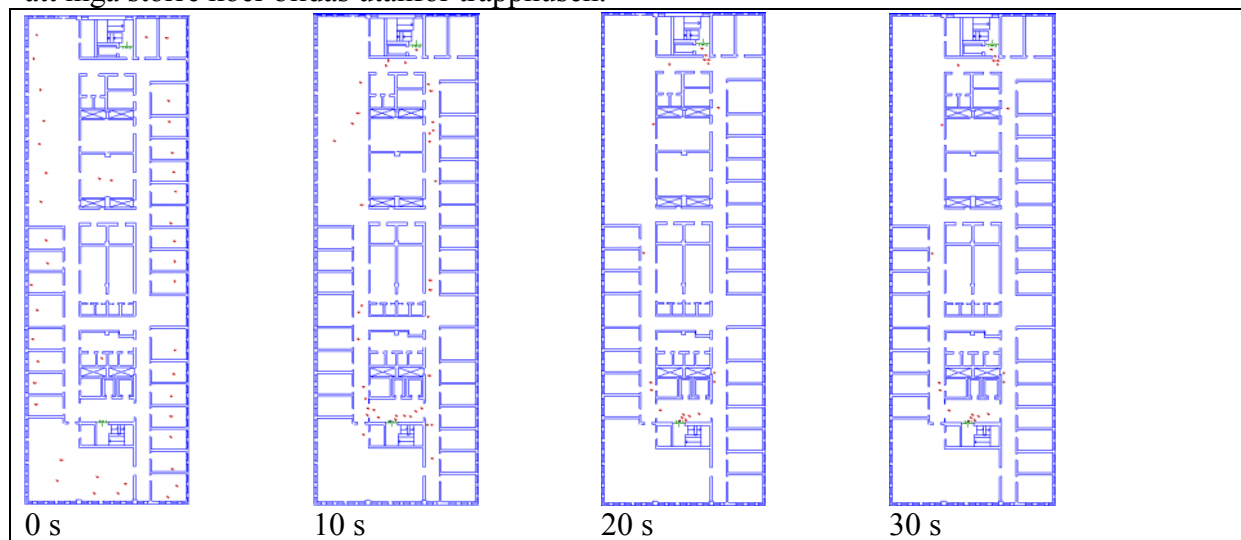
8.2 Utrymningssimulering i Simulex

Fem olika utrymningssimulering av plan 5 i P-byggnaden har genomförts i Simulex. Framförallt har vägvalet och antalet personer varierats. I tabell 8.1 nedan visas hur förutsättningarna varierats och hur det påverkade evakueringstiden.

Variant	Beskrivning	Evakueringstid, t_e
1	52 personer, alla via norra trapphuset	1:03
2	52 personer, alla via södra trapphuset	0:53
3	52 personer, hälften till vart och ett av de två trapphusen	0:31
4	52 personer, 75% till det södra trapphuset och 25% till det norra trapphuset	0:58
5	200 personer, hälften till vart och ett av de två trapphusen	1:08

Tabell 8.1. Resultat av olika varianter av utrymningssimulering i Simulex.

Det tar alltså ungefär en minut att utrymma kontoren på plan 5. Resultatet bedöms vara representativt för motsvarande avdelningar i hela P-byggnaden. Det samma gäller ungefärligt för korridorerna i E-byggnaden och avdelningarna i A/B-byggnaden. Att variant 2, då alla utrymmer via södra trapphuset, är snabbare än variant 4 beror på att det bara finns en dörr in till norra trapphuset vilket medför att en mindre kö bildas. Figuren nedan, figur 8.1, visar bilder från Simulex 0, 10, 20 och 30 s in i simuleringen, enligt variant 4. Man kan se i figuren att inga större köer bildas utanför trapphusen.



Figur 8.1. Utrymningsförloppet på plan 5. Bilder tagna från Simulex (variant 4).

Vad denna simulering inte visar är att det samtidigt kommer personer uppifrån i trapphusen. Detta innebär en fördröjning. Denna fördröjning har dock redan studerats i samband med simuleringarna för scenariot; *Brand i kontorsrum i P-byggnadens entré*. Det visade sig då att evakueringstiderna för de lägre kontorskorridorerna, plan 3-5, blev:

Plan 3 0:59 (30 pers)

Plan 4 1:01 (50 pers)

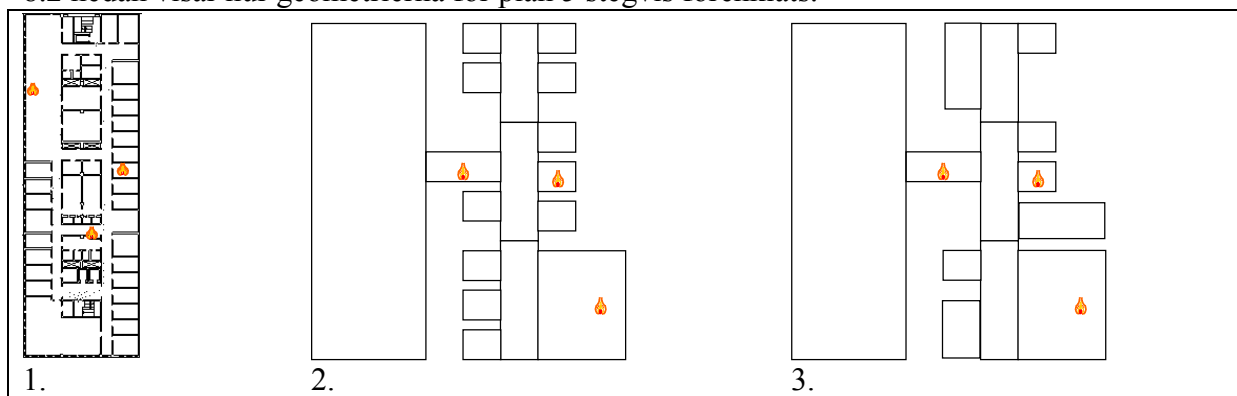
Plan 5 1:02 (52 pers) dvs. 4 s längre tid än variant 4, se tabell 8.1 ovan.

Evakueringstiden för plan 6 är ungefär 40 s, men personalen där kommer ut överst i trapphusen och hindras ej av personer som utrymmer från plan ovanför. Eftersom simuleringen, *Brand i kontorsrum i P-byggnadens entré*, i kapitel 7 är genomförd med förutsättningen att 75% använder det södra trapphuset och 25% använder det norra kan tiderna jämföras med de som erhållits i variant 4 ovan. Eftersom det bara skiljer ett par sekunder blir slutsatsen att trapphusens kapacitet är tillräcklig och ej medför någon fördröjningseffekt.

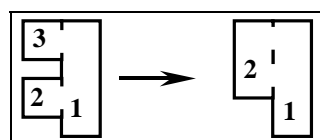
Evakueringstiden, t_e , fastställs med stöd av simuleringarna ovan och verifieras med resultatet från utrymningsförsöket, se kapitel 5; *Utrymningsförsök*, till **60 s**.

8.3 Förenkling av geometrin för ett kontorsplan

A/B-, E- och P-byggnaden innehåller korridorer med kontor på vardera sidan. Planen är mycket lika varandra i sin uppbyggnad som läsaren själv kan se i bilaga 9; *Ritningar*. För att kunna genomföra beräkningar i CFAST måste geometriförenklingar göras. Förenklingar genomförs med plan 5 i P-byggnaden som typiskt kontorsplan. Våningen består av två trapphus med två långa, parallella korridorer emellan. Våningen innehåller både kontorslandskap och enskilda kontorsrum. I den följande texten, 8.3, beskrivs bl.a. vilka geometriska förenklingar som gjorts för att kunna simulera de tre scenariona i kapitel 8. Figur 8.2 nedan visar hur geometrierna för plan 5 stegvis förenklats.



Figur 8.2. Stegvis förenkling av plan 5. Placering av branden vid de tre olika scenariona är representerade med flamsymboler.



Figur 8.3. Förenkling av två kontorsrum (rum 2 och 3) till ett (rum 2).

De rum som är försedda med brandsymbol i figur 8.2 ovan är de olika brandrummen. Många rum kan eventuellt slås ihop. För att få svar på hur detta påverkar resultatet slås flera kontorsrum ihop enligt figur 8.2 och 8.3 ovan. En enkel simulering genomförs och redovisas nedan för att undersöka om detta ger någon skillnad. Diagram 8.1 och 8.2 nedan visar resultatet från simulering av geometrivarianterna i figur 8.3 ovan i CFAST. Branden är en α^2 -brand med snabb tillväxthastighet, $\alpha=0,047$, upp till 1 MW och därefter konstant effekt.

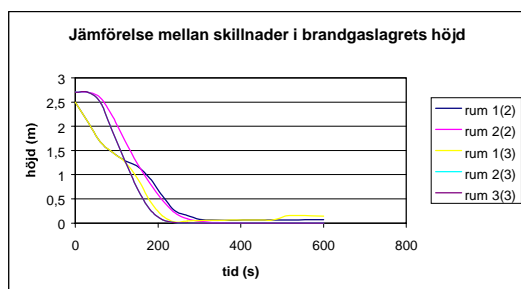


Diagram 8.1. Skillnader i brandgaslagrets höjd.

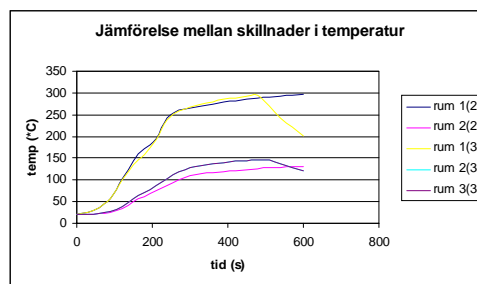
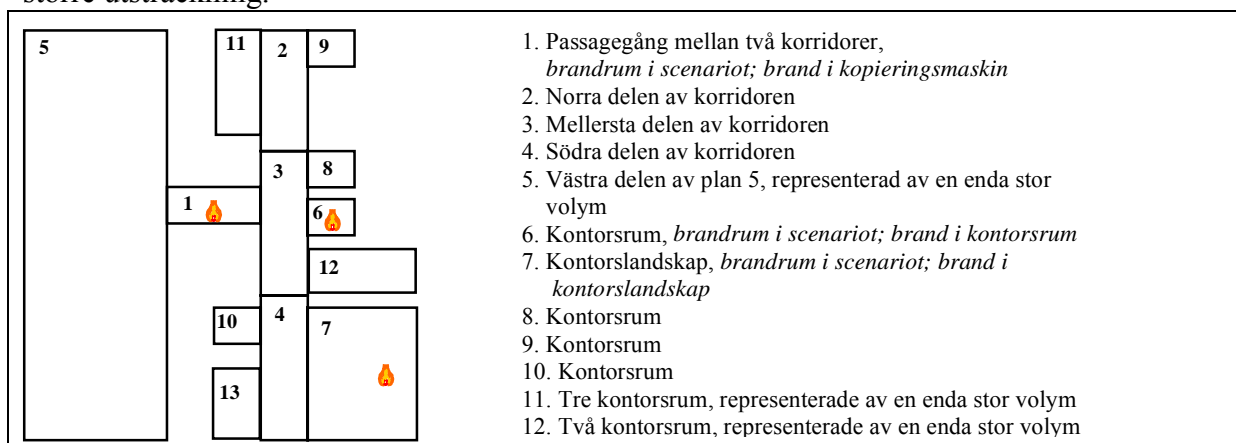


Diagram 8.2. Skillnader i brandgaslagrets temperatur.

Resultatet visar att fastän volymen är exakt lika stor i de båda simuleringarna så skiljer sig utdata. Då kontorsrummen simuleras som skilda geometrier sker rökfyllnad snabbare och temperaturen i brandgaserna blir högre än då kontorsrummen simuleras som en sammanslagen geometri. Denna skillnad är dock försumbar eftersom andra faktorer som exempelvis brandens storlek, ventilation och geometriernas uppbyggnad påverkar resultatet i större utsträckning.



Figur 8.4. Den slutgiltiga geometriförenklingen med rumsbeteckningar enligt indatafilen till CFAST. Placering av branden vid de tre olika scenariona är representerade med flamsymboler.

Figur 8.4 ovan visar den slutgiltiga geometrin. Rum 5 representerar volymen för hela västra delen av våningsplanet.

CFAST har en svaghet när det gäller att beräkna rökfyllnad av långa korridorer. Eftersom programmet bygger på tvåzonsmodellen blir brandgaslagrets höjd lika högt oavsett om man betraktar mitten på korridoren eller ena ändan. I verkligheten kyls brandgaserna av och luftinblandning sker, vilket gör att längre bort från branden kan brandgaslagret vara lägre. Enligt en rapport från SKI /2/ bör kvoten av längden dividerat med bredden ej överstiga 5 för beräkning i CFAST. För simulering av långa smala korridorer är det därför lämpligt att korridoren delas upp i flera rum och att en tröskel läggs in i taket mellan rummen. Korridoren på plan 5 i P-byggnaden är 66 meter lång och endast 1,9 meter bred. Korridoren borde delas upp i minst sex rum, men eftersom resultatet även blir mer osäkert ju fler rum som simuleras har korridoren endast delats upp i tre rum. Detta för att få värden på rökfyllnadsförloppet i kontoren längre ned i korridoren som inte är alltför osäkra.

8.4 Scenario; brand i koptator i korridor

Kontorslokalerna är som även tidigare beskrivits intensivt utnyttjade. Kopieringsmaskiner, faxar och skrivare har p.g.a. platsbrist placerats i bland annat korridorer och kapprum. De

ställen där kopiatorer, faxar och skrivare står uppställda på OKG skiljer sig mycket inbördes. En del platser är välskötta, andra stökiga och fulla med pappersavfall. Med detta scenario söker vi svaret på frågan hur en brand i en kopieringsmaskin i en korridor påverkar utrymningssäkerheten på ett kontorsplan.

8.4.1 Motivering av scenarioval

Genom att ställa ut kopieringsmaskiner, faxar och skrivare i korridorerna ökas brandbelastningen medan framkomligheten minskas. Frågan är om och i så fall hur detta påverkar utrymningssäkerheten. Enligt försäkringsbolagens statistik /4/ orsakar tv-apparater ungefär 1500 bränder i Sverige varje år. Någon tillgänglig statistik för exempelvis PC-skärmar har vi ej lyckats finna. Men klart är att när dagens kontorsmaskiner blir äldre och det samlas damm i dem ökar risken för brandinitiering. Enligt de interna föreskrifterna /8/ skall datorer stängas av efter arbetsdagens slut. Att dessa bestämmelser ej följdes framgick klart vid besök under kvällstid i kontorsbyggnaderna. På många av arbetsplatserna stod datorn igång. Det går mycket lätt att resonera sig fram till att en dator som står på 24 timmar per dygn utgör en tre gånger så stor risk jämfört med en som står på under arbetsdagens 8-9 timmar. Skeptikern kan argumentera med att det sliter på maskinen att knäppa av och på. Då detta sker är maskinen under uppsikt och skulle den vid något av dessa tillfällen börja ryka går det snabbt att dra ur kontakten eller manuellt larma. Därmed förkortas insatstiden vilket är ett av de effektivaste sätten att begränsa konsekvenserna av en brand.

8.4.2 Scenariobeskrivning inklusive förenklingar och antaganden

En kopieringsmaskin som står uppställd i en passagegång mellan två korridorer börjar brinna. Bild 8.1 nedan visar hur det ser ut på många kopieringsplatser på de aktuella byggnaderna. Bilden är tagen på plan 5 i P-byggnaden. Bild 8.2 visar ett kopieringsrum som det bör se ut. En större brand är ej att vänta men våningsplanet måste ändå utrymmas. Huruvida branden leder till att beslut tas att utrymma hela P-byggnaden är ointressant. Vi väljer istället att titta vad som händer lokalt på det aktuella våningsplanet.



Bild 8.1. Kopieringsmaskin och skrivare uppställda i korridoren P-byggnaden plan 5.



Bild 8.2. Kopieringsrum i norra delen av plan 5 i P-byggnaden.

8.4.3 Beräkning i CFAST

Hur brinner en kopiator? Kopiatoren är en relativt stor maskin med ett hölje av plast. Inuti finns bland annat mycket elektronik, kol och papper. Någon enorm effektutveckling i MW storlek är ej att vänta. I avsaknad av data från försök gjorda på kopiatorer görs antagandet att en kopiator brinner ungefär som en TV-apparat. Genom att studera hur en TV brinner /11/

konstateras att branden växer långsamt, när en maxeffekt på 100-300 kW och därefter avtar då bränslet tar slut.

Geometrin som använts som indata till CFAST har beskrivs ingående i början av detta kapitel. Branden placeras i passagegången mellan den östra och västra korridoren, rum 1.

Erfarenhetsmässigt låter man inte bränder avta då de simuleras i hazard, men eftersom en kopianer innehåller en begränsad mängd brännbart material tar vi fram två olika brandförloppsalternativ. Detta i syfte att genomföra en enkel jämförelse mellan två olika alternativa brandförlopp i CFAST. De båda brandförloppskurvorna beskrivs i diagram 8.3 nedan. Båda bygger initialt på ett brandförlopp enligt α^2 , där tillväxthastigheten α har antagits vara långsam (slow, $\alpha = 0,003 \text{ kW/s}^2$).

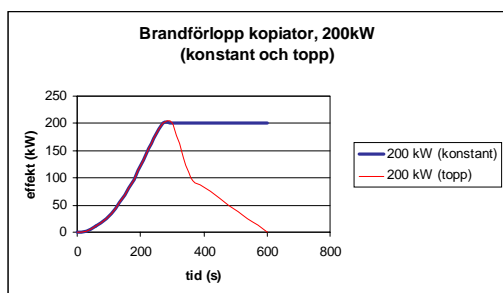


Diagram 8.3. Två olika brandförlopp vid brand i kopianer

Resultatet från de båda simuleringarna visas i diagram 8.4-7 nedan. Eftersom samtliga rum, 13 stycken, finns med rekommenderas läsaren att ej jämföra rum för rum utan istället titta på tendenskillnaderna i resultatet.

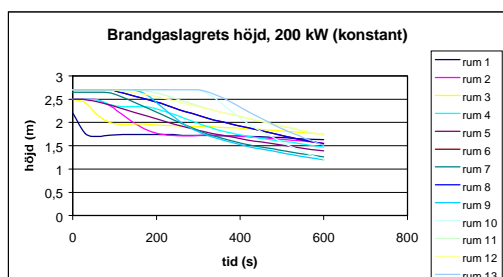


Diagram 8.4. Brandgaslagrets höjd för rum, 200 kW konstant brand.

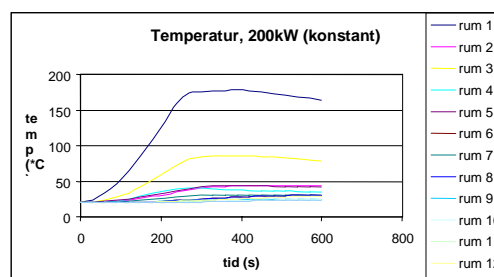


Diagram 8.5. Temperatur i brandgaslagret samtliga för samtliga rum, 200 kW konstant brand.

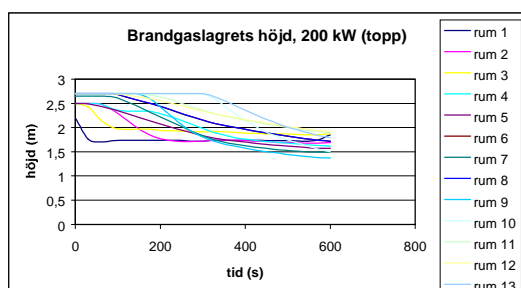


Diagram 8.6. Brandgaslagrets höjd, samtliga rum, 200 kW topp brand.

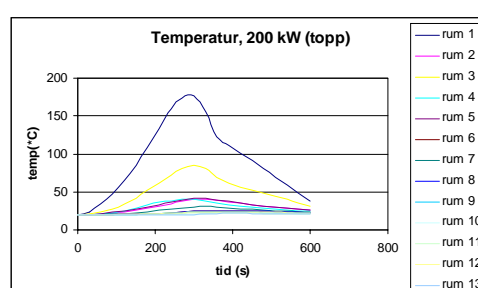


Diagram 8.7. Temperatur i brandgaslagret för samtliga rum, 200 kW topp brand.

Skillnaderna från de båda simuleringarna är att temperaturen ligger kvar på en högre nivå vid konstant brand. Samtidigt sjunker brandgaslagret lägre. Resultatet från ”toppbranden” är dock

mer troligt. Temperaturen sjunker då branden avtar samtidigt som röken letar sig in i alla öppna geometrier. Flera av rummen når kritiska förhållanden inom ett par minuter, enligt BBR $(1,6 + 0,1 \cdot H) / 1$, men det är inte troligt att detta påverkar utrymningssäkerheten i någon högre grad. Diagram 8.6 ovan visar att brandgaserna stannar ungefär 1,5 meter över golvet. Men då brandgaserna blandas ut med luft är det mer troligt att inget distinkt tvåzonsförhållande inträffar utan att brandgaserna istället blandas upp och fyller korridorerna med rök.

Eftersom en brand i exempelvis en kopieringsmaskin inte påverkat utrymningssäkerheten så mycket är det mer intressant att titta på behovet av sanering efter en brand. Brandrök är mycket illaluktande och har ofta en korrosiv inverkan på elektronik /10/. I de öppna geometrier som alla kontorskorridorer på OKG har sprider sig brandgaserna. För vidare analyser av resultatet anser vi att toppbranden är den brand som bäst överensstämmer med verkligheten. Därför väljer vi att analysera detta förlopp noggrannare genom att titta på vad som sker i de rum som ligger nära brandrummet. Ett tydligare diagram, diagram 8.8, med endast de rum som ligger i anslutning till brandrummet visas nedan. Bredvid finns en figur, figur 8.5, som visar rumsnumreringen.

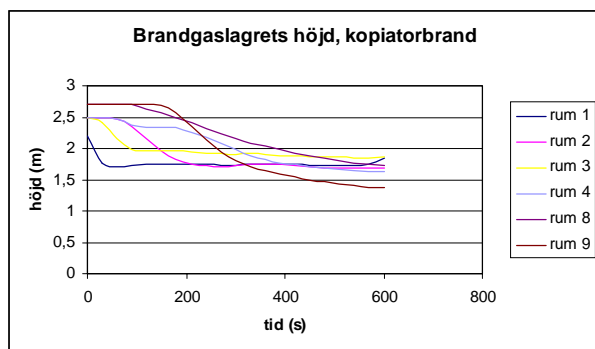
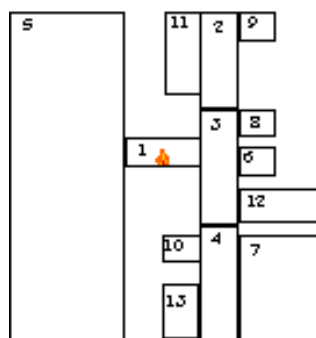


Diagram 8.8. Brandgaslagrets höjd i vissa rum.



Figur 8.5. Rumsbenämningar

Brandgaser tränger således lätt in i kontor som står öppna längre ned i korridoren. Se exempelvis på kurvan för rum 9 som ligger i byggnadens nordöstra hörn. Observera att denna slutsats är grov eftersom CFAST inte tar hänsyn till var rummen är placerade utan endast vilka rum som har förbindelse med varandra. Anledningen till brandgaslagret sjunker olika snabbt i rum 2 och rum 4, dvs. norra respektive södra delen av korridoren, är att brandgaserna snabbt läcker vidare in i kontorslandskapet, rum 7, från rum 4 och därmed får en stor öppen volym att fylla med rök.

Då kontorsrum ej används skall de vara stängda enligt de interna föreskrifterna /8/. Vad innebär detta för rökfylldhet? Effekten av en brand begränsas om man kan stänga dörren till brandrummet men detta är inte möjligt om kopiatorn står uppställd i korridoren. Om de utrymmande stänger dörren till sina kontor erhålls en mindre volym som därför fylls snabbare med brandgaser. Tiden till kritiska, t_e , förhållanden minskar. Men detta betyder inte att man bör ändra föreskrifterna och säga att brinner det utanför ditt kontor så stäng *inte* dörren. Detta av två anledningar. För det första ska föreskrifter vara enkla och entydiga och för det andra ställer brandgasskador stora och kostsamma krav på sanering.

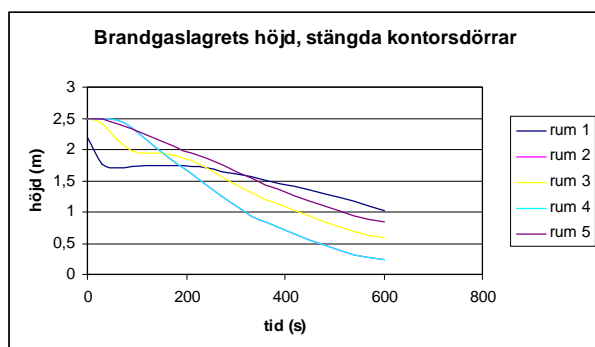
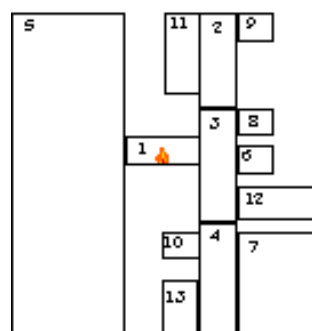


Diagram 8.9. Brandgaslagrets höjd då kontorsdörrarna är stängda.



Figur 8.6. Rumsbenämning

Diagram 8.9 ovan, visar hur brandgaslagret sjunker då dörrarna in till kontoren är stängda, alltså så som det enligt föreskrifterna är tänkt. Kurvan för södra och norra korridordelarna sammanfaller. Brandgaserna sjunker lägre då dörrarna in till kontoren är stängda än om de är öppna eftersom brandgaserna har en mycket mindre volym att fylla. Videofilmerna från utrymningsförsöket visar dock att mycket få av de utrymnande stänger dörren då de lämnar sina rum. Kritiska förhållanden erhålls efter ungefär 200 sekunder.

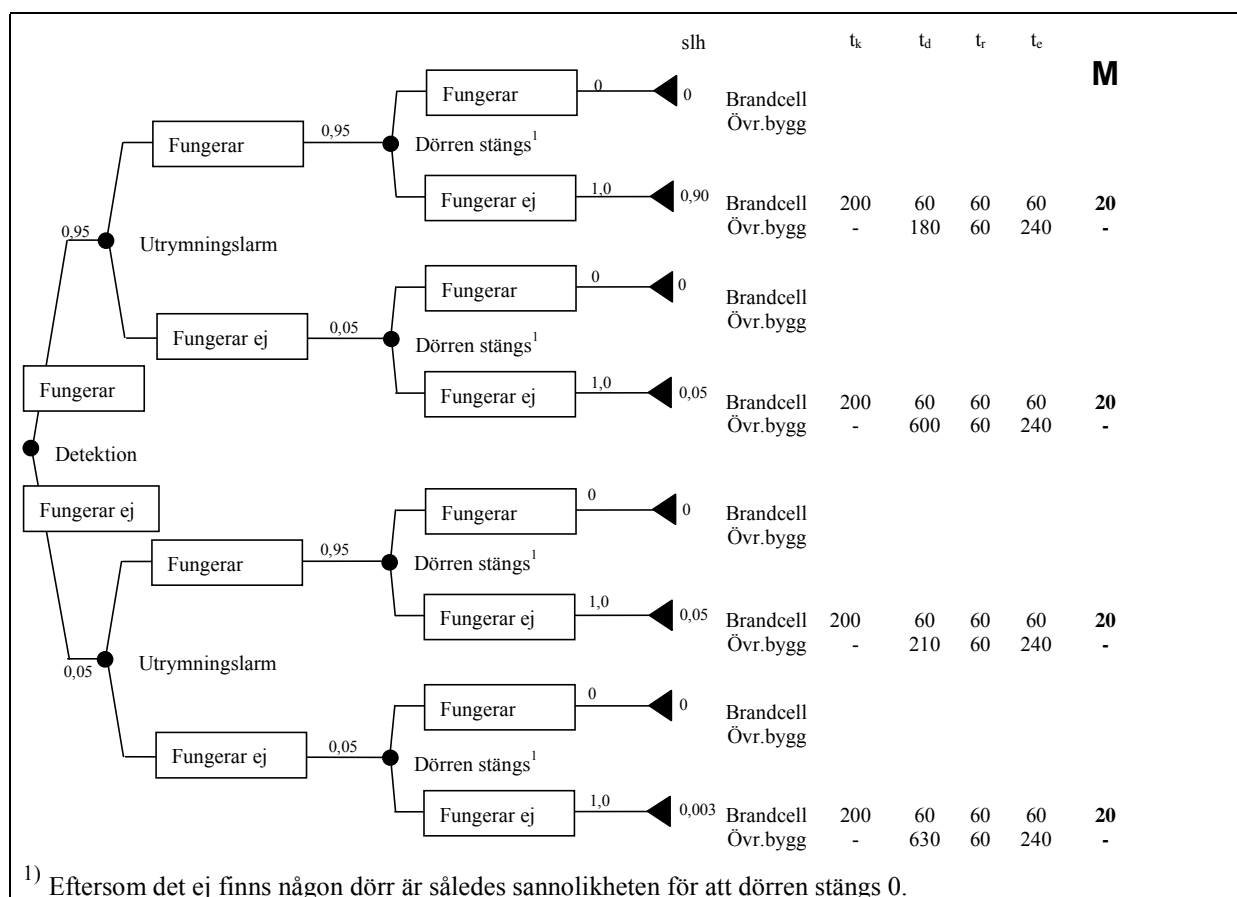
Några känslighetsanalyser utöver de som ovan gjorts har inte genomförts. Resultaten verkar vid en ingenjörsmässig betraktning rimliga. Resultaten från beräkningarna i detta kapitel kan tyckas självklara, men syftet med dessa har varit att verifiera åtgärdsförslagen genom beräkningar.

8.4.4 Utrymningssimulering i Simulex

I början av detta kapitel beskrivs ingående hur evakueringstiden, t_e , bestämts med hjälp av både Simulex och dokumentationen av det utrymningsförsök som genomförts på plats. Därför nöjer vi oss här med att rekapitulera att evakueringstiden, t_e , är 60 s.

8.4.5 Diskussion och resultat

Resultatet från beräkningarna visar att även om branden är liten, 200 kW motsvarar ungefär två brinnande papperskorgar, så påverkar den ett helt våningsplan. Om dörrarna till kontorsrummen stängs eller ej påverkar inte utrymningssäkerheten, då samtliga tider (M) i händelseträdet antar positiva värden. Studera händelseträdet, figur 8.7 nedan.



Figur 8.7. Händelsesträd för scenariot brand i kopiator i korridor.

Genom att stänga dörrarna in till kontorsrummen begränsas behovet av sanering efter en brand. Röken kommer visserligen att vara obehaglig, men några problem för personalen att utrymma kommer ej att uppstå. Eftersom det inte finns några dörrar mellan kontorslandskapet och korridoren finns det ingen möjlighet att förhindra rökspridning in i kontorslandskapet. Behov av dörrar mellan kontorslandskap och korridor blir ännu mer uppenbart då brand i kontorslandskap behandlas längre fram i detta kapitel.

Om branden istället uppstått i ett rum avsett för kontorsmaskiner skulle konsekvenserna av en brand bli mycket lokala. Det är alltså lämpligt att så långt som möjligt utnyttja separata rum till kopieringsmaskiner och skrivare.

8.5 Scenario brand i kontorsrum

Kontorsrum utgör den vanligaste geometrin i de aktuella byggnaderna. Oftast nyttjas rummet av endast en person. Möbleringen består typiskt, som syns på bild 8.3-5 nedan från kontor P6.044 på plan 6 i P-byggnaden, av ett skrivbord, en persondator, bokhylla fylld med pärmar, samt diverse stolar. Något generellt rökförbud finns ej på OKG.



Bild 8.3, 8.4 och 8.5. Tre bilder från kontor P6.044 på plan 6 i P-byggnaden.

8.5.1 Motivering av scenarioval

Detta scenario har valts bland annat för att visa hur effektivt brandkonsekvenser begränsas genom att dörren till brandrummet stängs. Vidare är kontorsrum den vanligaste lokalen i kontorsbyggnaderna, varför risken för brandinitiering i ett kontorsrum verkar rimlig.

8.5.2 Beräkning i CFAST

Effektkurvan som valts till detta scenario är samma som för scenariot *Brand i kontorsrum i P-byggnadens entré*, kapitel 7. Dock har en maxeffekt på 3 MW valts istället för 4 MW eftersom detta kontor är något mindre och sparsammare inrett. Effektkurvan för detta scenario redovisas i diagram 8.10 nedan.

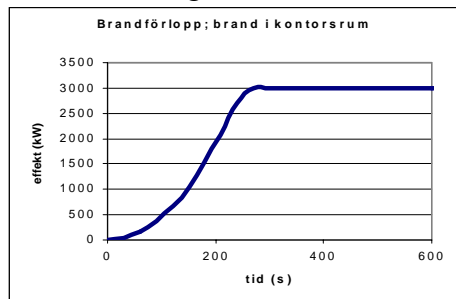


Diagram 8.10. Effektkurva

Diagrammen 8.11 och 8.12 nedan visar brandgaslagrets höjd respektive temperatur för grundscenariot. Brandgaslagrets sjunker som förväntat mycket snabbt i brandrummet men mer intressant är att det snabbt sprider sig ut i korridor och till andra kontor. Inom 150 till 200 sekunder är höjden från golvet till brandgaserna ungefär 1,5 meter för samtliga simulerade rum. Skulle dörren till kontorsrummet stängts på ett tidigt skede hade få eller inga brandgaser trängt ut i korridoren. Kritiska förhållanden $/6/$ enligt brangaslagrets höjd $(1,6 + 0,1 \cdot H)$ inträffar efter 200 sekunder (tre minuter och 20 sekunder).

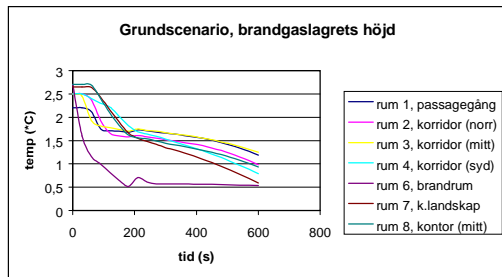


Diagram 8.10. Brandgaslagrets höjd för vissa rum, grundscenario.

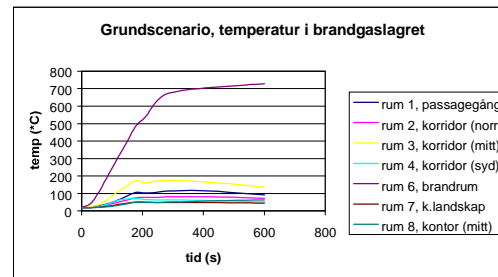


Diagram 8.11. Temperatur i brandgaslaget för vissa rum, grundscenario.

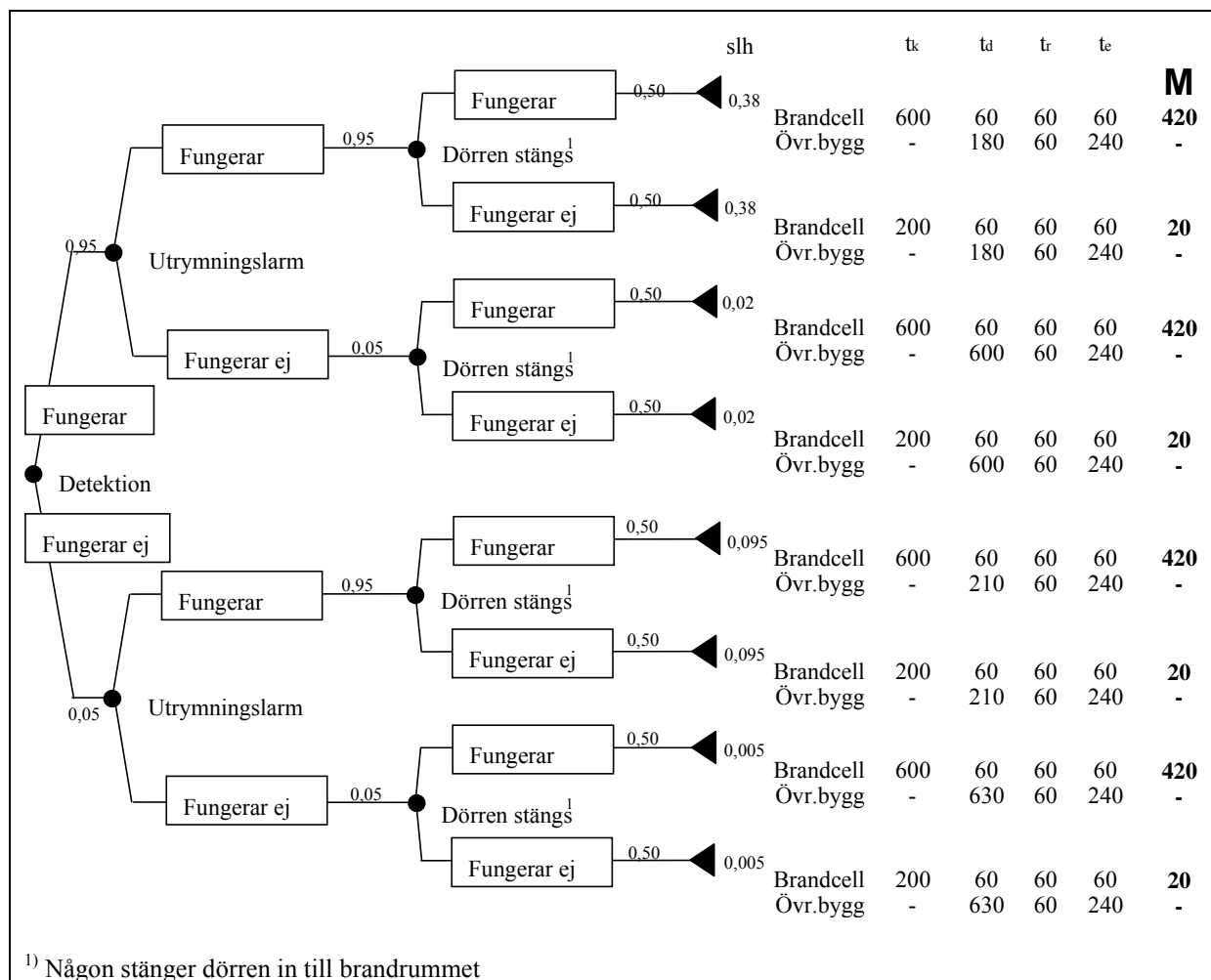
Den känslighetsanalys som genomförts, se bilaga 6, visar att det inte blir någon större skillnad i resultatet då brandens effekt varierar. Fönsterna antas i grundscenariot gå sönder efter 3 minuter. Känslighetsanalysen visar inte på några skillnader i resultatet om fönsterna håller eller går sönder, alternativt står öppna från beräkningens början.

8.5.3 Utrymningssimulering i Simulex

I början av detta kapitel beskrivs ingående hur evakueringstiden, t_e , bestäms med hjälp av både Simulex och dokumentationen av det utrymningsförsök som genomförts på plats. Därför nöjer vi oss här med att rekapitulera att evakuerinstiden, t_e , är 60 s.

8.5.4 Diskussion och resultat

Ej heller för detta scenario uppstår några svårigheter att utrymma innan kritiska förhållanden uppstår, se händelseträdet i figur 8.6 nedan. Vad som skall poängteras är möjligheten att påverka konsekvenserna av en brand genom att exempelvis stänga dörren till brandrummet. Vi vill alltså lyfta fram vikten av den anställdes medvetenhet om brand. Som beskrivs i kapitel 3; *Inventering* får varje anställd vid OKG genomgå olika kurser i brandskydd. Det är således ej lämpligt att spara in pengar på dessa kurser



Figur 8.6. Händelse-träd för scenariot brand i kontorsrum.

Beräkningarna ovan gäller förutsatt att brandcellsgränserna mellan aktuell kontorsvåning, angränsande trapphus och övriga våningar fungerar. I scenariot; *brand i A-byggnadens entréhall och rökfylld av trapphus*, kapitel 7, visas konsekvensen av uppställda branddörrar mot trapphus.

8.6 Scenario brand i kontorslandskap

Kontorslandskapen i de aktuella byggnaderna är utformade på flera olika sätt. En del är begränsade mot korridorer och andra lokaler med branddörrar, andra är helt öppna. Eftersom brandbelastningen i de flesta av kontorslandskapen är hög har en brand tillgång till mycket bränsle. I de flesta kontorslandskap finns det även gott om fönster så tillgången på syre begränsar ej branden, förutsatt att fönsterna går sönder.



Bild 8.6 och 8.7. Två vyer från kontorslandskap på plan 5 i P-byggnaden.

8.6.1 Motivering av scenarioval

Som bild 8.6 och 8.7 ovan visar finns det rejäla mängder luftigt hängande papper i kontorslandskapen. Det är därför troligt att en brand kan komma att få ett snabbt förlopp. På grund av avsaknaden av branddörrar in till flera utav kontorslandskapen kan brandgaserna komma att sprida sig till hela våningsplan. Som grund till geometrin har liksom för scenariona; *brand i kontorsrum* och *brand i kopiator i korridor*, plan 5 i P-byggnaden fått stå modell. Men om vi istället placerar branden högt upp i A/B-byggnaden, där branddörrarna mellan trapphus och kontorsvåning vid besöket stod uppställda, kan en kraftig brand påverka utrymnings säkerheten för en hel byggnad. Detta genom att även trapphusen fylls med de brandgaser som branden alstrar. Det är alltså viktigt att räkna på en brand av den storlek som kan uppstå i ett kontorslandskap.

8.6.2 Beräkning i CFAST

Ett kontorslandskap består av flera hopsplagna kontorsrum. Detta medför enligt NKB /6/ att en α^2 -brand skall betraktas som snabb ($\alpha=0,047$). En enkel beräkning visar att tillgången på syre i kontorslandskapet, förutsatt att fönsterna går sönder, är sådan att den räcker för att underhålla en brand på över 20MW. Därför har ett brandförlopp enligt α^2 valts upp till en maxeffekt på 8 MW. Effekten antas därefter vara konstant. Som känslighetsanalys har även en brand med maxeffekten 4 och en med 12MW beräknats, se diagram 8.13 nedan. I en variant av beräkningarna där fönsterna i brandrummet håller blir branden ventilationskontrollerad. Detta visas i diagram 8.13 genom att kurvan sjunker efter att ha nått maxeffekten 8MW.

Frågan är om branden begränsas av tillgången på syre i brandrummet? Vi antar att fönsterna går sönder på grund av den enorma hetta som branden utvecklar. Brandrummet, d.v.s. kontorslandskapet, kan förenklas till en rektangulär volym med två dörrar ($b \cdot h = 0,8 \cdot 2,0 \text{ m}^2$) och fjorton fönster ($b \cdot h = 0,75 \cdot 1,0 \text{ m}^2$) placerade 1,0 m ovanför golvet. Enligt ekvation 5.24 i /3/ kan massflödet luft in genom en öppning förenklas till:

$$\dot{m}_a = 0,5 \cdot A \sqrt{H_0}, \text{ där;}$$

- \dot{m}_a - massflödet luft in genom en öppning
- A - öppningens area
- H_0 - öppningens höjd

Ekvationen är giltig för "the well mixed case" alltså efter en övertändning (post flashover). Om öppningarna in i brandrummet (kontorslandskapet) läggs ihop erhålls följande massflöde:

$$\dot{m}_a = 14 \cdot 0,5 \cdot (0,75 \cdot 1,0) \cdot \sqrt{1,0} + 2 \cdot 0,5 \cdot (0,8 \cdot 2,0) \cdot \sqrt{2} = 7,513 \text{ kg/s}$$

Luft innehåller 23 massprocent syre vilket medför att $0,23 \cdot 7,513 = 1,728 \text{ kg syre/s}$ tillförs branden. Eftersom förbränning av 1 kg syre utvecklar 13,1 MJ är det således teoretiskt möjligt att förse en brand på över 20 MW med syre. Trots att denna beräkning bygger på mycket grova förenklingar visar den att en brand med effekt på 8 MW inte är något överdrivet scenario. En temperatur på 500-600°C brukar sättas som kriterium för att övertändning skall inträffa. Trots att resultaten från beräkningarna för 8 MW:s branden visar att temperaturen inte riktigt når upp till 500-600°C är det troligt att övertändning sker. Detta eftersom brandbelastningen i rummet är mycket hög samtidigt som fönsterna troligtvis går sönder och förser branden med syre. Endast för 12 MW:s branden och då fönsterna håller når temperaturen upp till 500-600°C, se diagram 8.14 nedan.

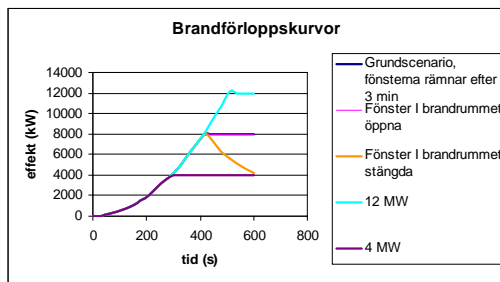


Diagram 8.13. effekttutvecklingen för olika brandförlopp.

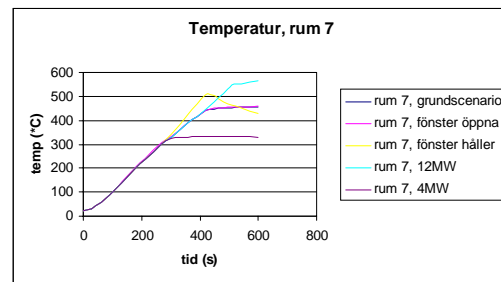


Diagram 8.14 Temperatur i brandgaslagret, för olika varianter på grundscenariot.

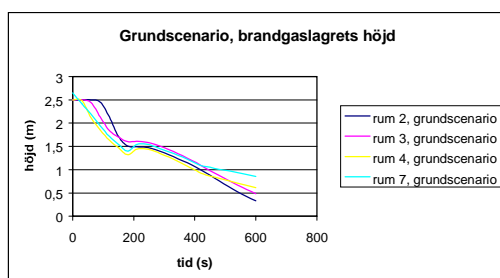


Diagram 8.15. Brandgaslagrets höjd närbelägna rum, grundscenario.

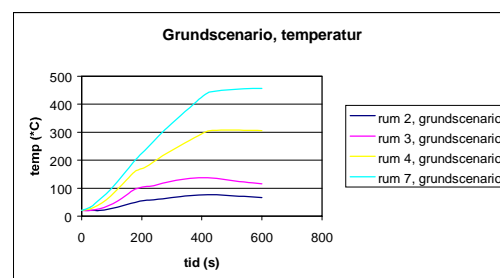
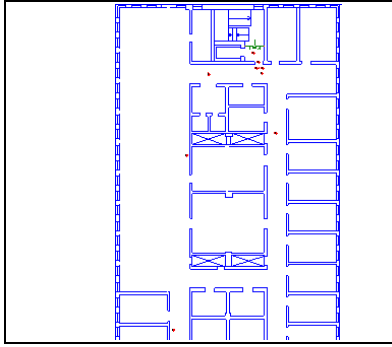


Diagram 8.16. Temperatur i brandgaslagret för närbelägna rum, grundscenario.

Att brandgaslagret snabbt sjunker ner förbi kritiska förhållanden i korridoren syns i diagram 8.15 ovan. Höjden i korridoren är 2,5 meter vilket medför att kritiska förhållanden enligt BBR/1/ inträffar då brandgaserna sjunker lägre än 2 meter. Diagram 8.15 ovan visar att detta sker i korridoren efter 100-160 s beroende på avståndet till brandrummet. Tid till kritiska förhållanden, t_k , fastställs till 150 s (två och en halv minut). Känslighetsanalysen, se bilaga 7, visar att om fönsterna i brandrummet ej går sönder sjunker brandgaslagret ännu lägre. Variationer av brandens effekt påverkar ej nämnvärt brandgaslagrets höjd de första 600 sekunderna.

8.6.3 Utrymningssimulering i Simulex

Figur 8.7 nedan visar kontorslandskapet i norra delen av plan 5 i P-byggnaden. Om en brand skulle inträffa i detta kontorslandskap blir det norra trapphuset efter en kort stund omöjligt att nå eftersom heta brandgaser väller ut i korridoren.

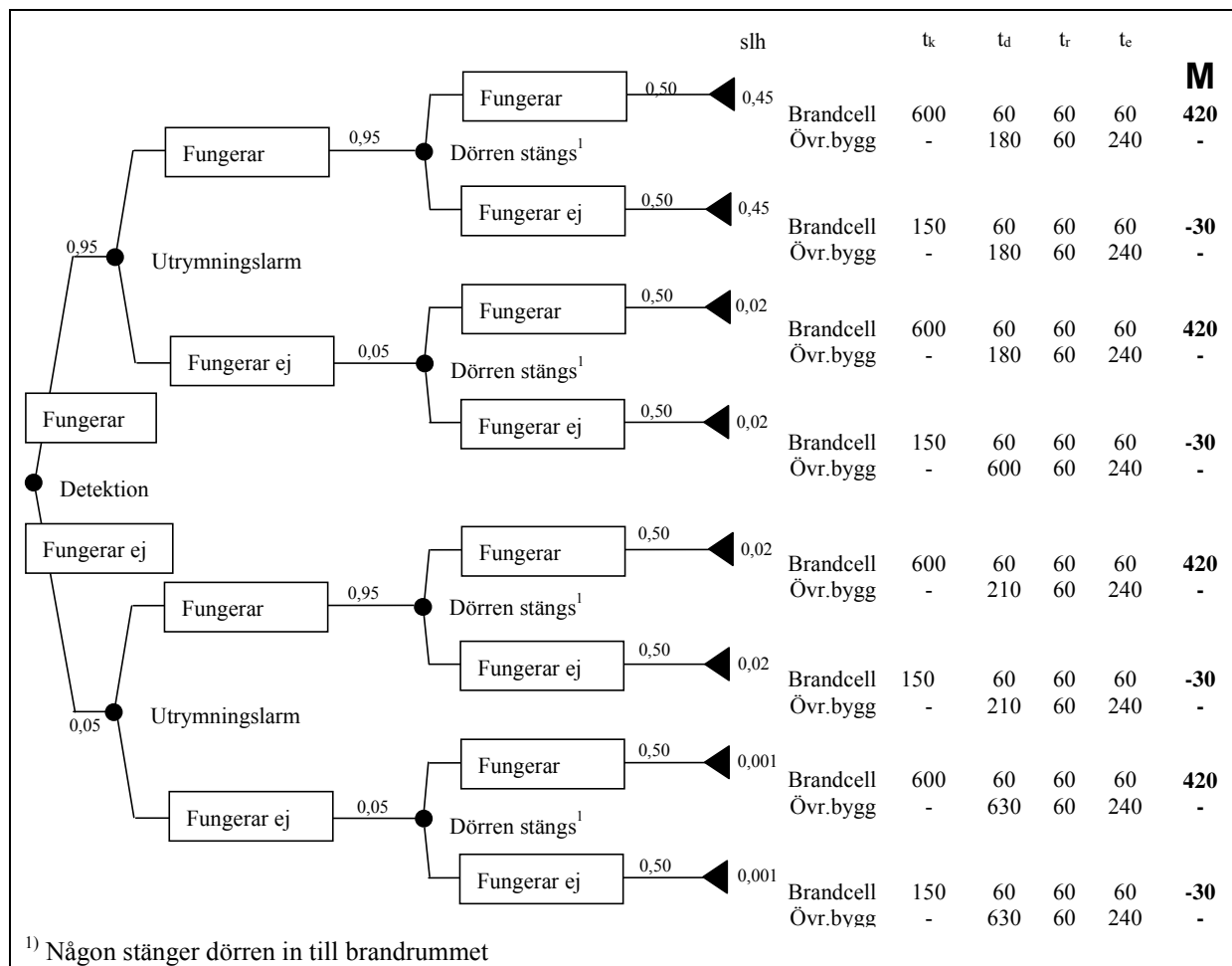


Figur 8.7. Norra delen av plan 5 i P-byggnaden

Simuleringarna tidigare i detta kapitel visar att även om hela personalen är hänvisad till ett trapphus så utryms våningsplanet på 53 sekunder. Men om det fanns dörrar till kontorslandskapet skulle brandgaserna förhindras att välla ut i korridoren och därmed underlätta utrymningen, möjliggöra nyttjandet av norra trapphuset, underlätta en insats från räddningstjänsten och eventuellt begränsa de materiella förlusterna.

8.6.4 Diskussion och resultat

En brand i ett kontorslandskap har alla möjligheter att växa sig så stor att den sprider sig till hela byggnaden. En mycket stor brist hos flera av kontorslandskapen är att de är helt öppna mot korridorerna. Det vore lämpligt att dörrar monterades för att begränsa brandgasspridning ut i korridorerna. Då kan konsekvenserna av en mindre brand begränsas samtidigt som mer tid skapas till utrymning. Detta framgår tydligt i händelseträdet nedan, figur 8.8, där tiderna blir rejält positiva om dörren till brandrummet stängs. Problem uppstår då brandgaserna tillåts fritt tillträde till korridorerna. Att ha ett kontorslandskap utan sektionering mot korridoren innebär i praktiken att korridoren tillförts en enorm brandbelastning. I jämförelse med ett osektionerat kontorslandskap är det bidrag till brandbelastningen som en kopiator innebär i det närmaste försumbar.



Figur 8.8. Händelsetråd för scenariot brand i kontorslandskap.

9 Slutsatser

OKGs kontorsbyggnader har en hel rad styrkor med avseende på brandskydd och utrymnings säkerhet. Byggnaderna är rejält brandcellsindelade, väl utrustade med handbrandsläckare och försedda med ett modern brandlarmsystem. Vidare finns ett internhögtalarsystem för läsning av utrymningsmeddelande. OKGs kontorspersonal har en hög utbildningsnivå vad avser brandskydd.

En rad brister i brandskyddet för kontorsbyggnaderna har dock uppmärksamats. På många platser står branddörrar uppställda, i flera fall gäller detta branddörrar mellan utrymningstrapphus och angränsande utrymmen, på sina håll är utrymningsskyltningen inaktuell. Utöver detta tillkommer organisatoriska brister, främst med avseende på utrymningsorganisationen.

Idag är samlingsplatser efter utrymning belägna inomhus. Rapportskrivarnas bedömning utifrån beräkningar och genomförd utrymningsövning är dock att utrymning p.g.a. brand måste ske ut i det fria. Samlingsplatsen efter utrymning p.g.a. brand får inte vara belägen i den byggnad som utryms.

För att förkorta detektionstiden för personalen i det brandpåverkade utrymmet skall en aktiverad detektor automatiskt utlösa en varningssignal lokalt i brandcellen, lämpligtvis i korridoren. Snabbare förvarning ger snabbare utrymning och bättre möjlighet för personalen att själva släcka. Detta bedöms vara en av de viktigaste enskilda åtgärderna för att förbättra utrymnings säkerheten.

För att säkerställa att alla i byggnaden tar del av utrymningsmeddelandet bör detta läsas två gånger följt av omväxlande pulserande ton (signalen för omedelbar fara), samt av nya uppläsningar av meddelandet eller av kompletterande information. Denna cykel av talat utrymningsmeddelande och pulserande ton skall fortsätta tills dess att byggnaden är tömd.

Kontorsbyggnadernas personal är uppenbart mindre benägna att utnyttja de utrymningsvägar som passerar genom kontrollerat område. Det finns därför behov av årliga, scenariorstyrda utrymningsövningar för att säkerställa att alla känner till och har provat på befintliga utrymningsvägar.

Det system med namnlister på respektive samlingsstället för inräkning av de utrymmande som idag finns på OKG fungerar. Denna typ av inräkning bör ske även efter en utrymning ut i det fria p.g.a. brand.

Under pågående utrymning p.g.a. brand bör tillströmningen av personer utifrån och in i aktuell kontorsbyggnad stoppas.

GP-brand, den interna brandskyddsavdelningen, måste informeras om förestående ombyggnationer. Det är viktigt att brandskyddet kommer in tidigt i planeringsstadiet eftersom det blir dyrare att åtgärda brister i ett senare skede av byggprocessen eller i efterhand .

Det är viktigt att koppla de befintliga kurserna i brandskydd direkt till kursdeltagarnas arbetsplatser. Inom ramen för en sådan kurs skall det ingå besök på kursdeltagarnas arbetsplats med identifiering av brandutrustning och utrymningsvägar, samt diskussion kring

tänkbara brandscenarion. Att skapa förståelse för vilka konsekvenser t.ex. en uppställd branddörr kan få är ett bra sätt att arbeta för att hålla den stängd.

Beräkningar visar att P-byggnaden har en hög nivå av utrymningssäkerhet. För att ytterligare underlätta utrymning kan utgången ut ur P-byggnadens södra trapphus skärmas från entréhallen med ett avskiljande dörrparti. Om så sker kan P-byggnadens södra trapphus nyttjas för utrymning även om entréhallens stora brandcell är brandpåverkad.

Personalen på A-byggnadens tre översta våningar är helt beroende av ett enda trapphus för sin utrymning. Det är då mycket allvarligt att branddörrar mellan detta trapphus och omgivande avdelningar står uppställda och att brandbelastning (boksnurror) finns i trapphuset.

För A-byggnaden visar beräkningar att det slarv som förekommer med uppställda branddörrar får allvarliga konsekvenser för utrymningssäkerheten. Framförallt branddörrar mellan trapphus och angränsande utrymnen måste hållas stängda. Vidare visar beräkningar att även en liten brand (t.ex. brand i boksnurrorna), om den uppstår inne i ett trapphus, har förutsättningar att rökfylla trapphuset i alla plan. I trapphus skall det således inte förekomma någon brandbelastning.

Rapportskrivarna anser vidare att personalen i A-byggnadens översta våningar måste ges en alternativ utrymningsväg. Detta lämpligtvis genom att bygga en utvändig trappa för utrymning.

De simuleringar/beräkningar som genomförts för att ta fram riktlinjer för det framtida nyttjandet av OKGs kontorslokaler visar följande: En kopianörbrand ute i en korridor har inte, främst p.g.a. sitt långsamma förlopp, förutsättning att äventyra utrymningssäkerheten. Detta gäller dock endast om kopieringsplatsen är välordnad. Kopieringspapper skall förvaras i stängda skåp, pappersavfall i stängd behållare. Inte heller en brand i ett kontorsrum omöjliggör utrymning av kontorsavdelningen, inte ens om kontorsdörren lämnas öppen under brandförloppet. Däremot visar beräkningarna att en brand i ett kontorslandskap, under förutsättningen att kontorslandskapet är öppet mot korridoren, kan komma att förhindra en säker utrymning av en avdelning.

En utveckling mot fler kontorsmaskiner i korridorerna i OKGs kontorslokaler bedöms således, under förutsättning att kopieringsplatsen etc. hålls välstädd, inte hota utrymningssäkerheten. Kontorslandskap måste däremot skiljas från angränsande korridorer. Ur utrymningssäkerhetssynpunkt bedöms rökavskiljande dörrar vara tillräckligt.

9.1 Förslag till riktlinjer för utnyttjandet av OKGs kontorslokaler med avseende på utrymningssäkerhet.

- Befintliga branddörrar skall hållas stängda, vidare bör de riktlinjer som finns angående ordningen på kopieringsplatser följas. Inom varje avdelning måste någon ha ansvaret för att dessa saker sker.
- Kopiatorer och dylik kontorsutrustning i korridorerna kan tillåtas under förutsättning att kopieringsplatsen etc. hålls välordnad. Kopieringspapper och pappersavfall bör förvaras i stängda skåp respektive slutna avfallsbehållare.
- Kontorslandskap skall utformas så att rökavskiljande dörrar skiljer dem från angränsande korridorer.
- Larmorganisationen ändras så att aktiverade detektorer automatiskt utlöser ljudsignal lokalt i brandcellen.
- Utrymningsorganisationen med avseende på brand skall ordnas så att utrymning sker ut i det fria eller till annan byggnad.
- Utrymning p.g.a. brand skall övas i scenarioform. Utrymningsmeddelandet och signalen för omedelbar fara skall omväxlande läsas/ljuda under hela utrymningsförloppet.
- Under utrymning bör inströmning av personer utifrån stoppas.
- Brister i utrymningsskyltningen bör åtgärdas, så att denna är aktuell. Även övriga brister, skeva branddörrar, urkopplade självstängare m.fl. åtgärdas.

Referenser

- /1/ BBR 94, *Boverkets byggregler 1994*, BFS 1993:57 med ändringar BFS 1995:17, Boverket, Karlskrona 1995.
- /2/ Isaksson, S. *Litteraturstudie angående brandskydd i kärnkraftverk*, SKI Rapport 96:64, SP Borås 1996.
- /3/ Karlsson m.fl., *Enclosure Fire Dynamics*, Institutionen för brandteknik, LTH-Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1998.
- /4/ LTH-Brandteknik och Brandskyddslaget, *Brandskydd -Teori och praktik*, Stockholm, 1994.
- /5/ Lundin, J., *Uncertainty in smoke Transport Models*, LTH-Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1997.
- /6/ NKB, Nordiska kommitén för byggbestämmelser, 1996
- /7/ Norberg, S., *Block 3-system 748.2 Ventilationssystem för övriga icke kontrollerade områden*, OKG 1998-05-25
- /8/ OKGs kvalitetsmanual 1999, Brandskydd
- /9/ SBN 75, *Svensk bygg norm 1980*, PFS 1980:1. Stockholm 1980.
- /10/ Svenska brandförsvarsföreningen, *Restvärdesräddning, En handledning vid skadesanering*, AB Ystads Centraltryckeri, Ystad 1998.
- /11/ Särdaqvist, S., *Initial Fires: RHR, Smoke Production and CO Generation from Single Items and Room Fire Tests*, LTH-Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1993.
- /12/ *Arbetskyddsstyrelsens författningssamling*. AFS 1993:56 och AFS 1997:11.
- /13/ *Räddningstjänstlagen*.
- /14/ *Räddningstjänstförordningen*.

Bilagor

BILAGA 1. UTRYMNINGSMEDDELANDET, BLANKETT FRÅN CKR.....	78
BILAGA 2. ENKÄTUNDERSÖKNINGEN.....	79
BILAGA 3. UTRYMNINGSSÄKERHET SCENARIO; BRAND I KONTORSRUM I P-BYGGNADENS ENTRÉ	86
BILAGA 4. UTRYMNINGSSÄKERHET SCENARIO; RÖKFYLLNAD AV NV TRAPPHUSET I A- BYGGNADEN	91
BILAGA 5. UTRYMNINGSSÄKERHET I KONTORSMILJÖ SCENARIO; BRAND I KOPIATOR I KORRIDOR.....	97
BILAGA 6 UTRYMNINGSSÄKERHET I KONTORSMILJÖ SCENARIO; BRAND I KONTORSRUM ...	100
BILAGA 7. UTRYMNINGSSÄKERHET I KONTORSMILJÖ SCENARIO; BRAND I KONTORSLANDSKAP	104
BILAGA 8. BILDEXEMPEL PÅ BRISTER UPPMÄRKSAMMADE UNDER INVENTERING	108
BILAGA 9. RITNINGAR	110

Bilaga 1. Utrymningsmeddelandet, blankett från CKR

MEDDELANDEBLANKETT

Använd följande blankett för att lämna ett meddelande vid behov av utrymning av stationen eller delar av densamma

OBS ! Engelsk utgåva finns på baksidan av blanketten.

Lystring

Viktigt meddelande till all personal på O3

Utrym omedelbart

Turbinbyggnaden

Reaktorbyggnaden

Reaktorhallen

Avfallsbyggnaden

Stationen

.....

på grund av.....

Uteblivet snabbstopp

Låg nivå i reaktortanken

Högt tryck i inneslutningen

Läckage

Aktivitetsutsläpp

Brand

.....

berörd personal uppmanas att bege sig till samlingsplatserna

Obs ! Upprepa detta meddelande två gånger

Avsluta med: **Slut på meddelandet**

Bild B1.1. Utrymningsmeddeladet.

Bilden, bild 1.1, ovan visar den instruktion som finns i CKR om hur utrymningsmeddelandet skall talas ut.

Bilaga 2. Enkätundersökningen

Sammanställning av enkätundersökning

Detta är den enkät som delades ut efter genomförd utrymning av P-byggnaden på O3. Enkäten besvarades av 49 personer.

Av organisatoriska skäl är de flesta svaren från byggnadens markplan och sjätte våning. Enkätsvaren har därför delats upp i två grupper, dels den s.k. kontorsgruppen och dels övriga. Kontorsgruppen innefattar enkät svar, sammanlagt 23 st, från personal på våningarna P5 och P6, utslutande kontorsanställda. Av de övriga, sammantaget 26 st, bedöms ungefär hälften vara entreprenörer.

Kommentarer och enkät svar redovisas i *kursiv stil* i anslutning till respektive fråga. Där någon skillnad kan skönjas mellan de båda grupperna redovisas enkät svaren gruppvis enligt; [kontorsgruppens svar / övriga svar].

Utrymning av P-byggnaden, OKG 990623

Ni har just varit med om en utrymningsövning. Syftet är att kontrollera utlarmning, larmets funktion och personalens handlande. Övningen är ett led i det arbete som utförs under sommaren av två brandingenjörsstuderande vid Lunds tekniska högskola. Arbetet syftar till att kontrollera nivån på utrymnings säkerheten vid kontorsdelarna på OKG. Ett annat syfte med övningen är att verifiera de beräkningsmodeller som används för utrymnings säkerhet.

Vi är medvetna om att övningen kan ha orsakat lite stress och obehag men du har inte varit utsatt för någon brand, rök eller annan fara.

Vi skulle också vilja ställa några enkla frågor till dig som deltagit i utrymningsövningen. Enkäten besvaras anonymt.

Tack för din insats

Ludwig Tejler

Marcus Dahl

1. Hur fick du först reda på att byggnaden skulle utrymmas? (OK med flera alternativ)
 - jag lyssnade på utrymningsmeddelandet. *47 svar*
 - någon annan sa till mig att utrymma. *3 svar*
 - jag såg andra som utrymde.
 - jag såg eller kände lukten av rök.
 - jag hörde andra som berättade att vi skulle utrymma.
 - något annat, nämligen: *1 person kom utifrån*

2. Uppfattade du redan i högtalarmeddelandet att "branden" utbrutit i entréhallen och att denna väg därför var spärrad?

Ja 41 [22/19] svar
Nej 8 [1/7] svar

Kommentar: De första två frågorna indikerar att internradiosystemet har stort genomslag och är väl lämpat för direktstyrning vid en eventuell utrymning. I kontorsgruppen har nästan alla uppfattat kontrollcentralens instruktioner. Hörs internradiomeddelanden sämre på markplanet?

3. Uppstod det under din utrymning någonstans trängsel eller köbildning och i så fall var och på vilket sätt?

Nej 39 [14/25] svar
Ja 9 [8/1] svar

Kontorsgruppen: lite köbildning i trappan - 4 svar, köbildning i entrén till samlingsplatsen; cafeteria plan 2 - 4 svar.

Övriga: köbildning vid portalmonitorerna – 1 svar.

Kommentar: Köbildning och trängsel kan komma att uppkomma i trapphus, vid samlingsplatser, samt vid snurrgrindar och monitorer.

4. Visste du omedelbart hur du skulle ta dig ut när entréhallen var blockerad?

Ja 33 [12/21] svar
Nej 12 [10/2] svar
Entrén var inte min mest naturliga väg ut

Annat – 2 svar

Kommentar: Ungefär hälften av personerna i kontorsgruppen vet inte omedelbart hur de skall ta sig ut om den vanligaste vägen är blockerad.

5. Tycker du att det är lätt att hitta i byggnaden? Exemplifiera gärna brister?

Ja 36 [14/22] svar
Nej 10 [8/2] svar

Följande exempel framfördes: "Sommarvikarie", "har dock haft dålig info" .

Kommentar: Ungefär en tredjedel av personerna i kontorsgruppen tycker inte det är lätt att hitta i byggnaden. Sommarvikarier, konsulter och entreprenörer kan tänkas ha begränsad lokalkännedom.

6. Vilken våning i P-byggnaden befann du dig på när utrymningsmeddelandet utlöstes?

Markplan	12 svar
2:a våningen	5 svar
3:e våningen	
4:e våningen	
5:e våningen	2 svar
6:e våningen	21 svar
Annorstädes	9 svar

Annorstädes specificeras: E-byggnaden – 4 svar, E2 – 1 svar, HA3 – 1 svar, Utomhus – 1 svar.

7. Är P-byggnaden din ordinarie arbetsplats?

Ja	30[21/9] svar
Nej	18[2/16] svar

Kommentar: I P-byggnaden vistas en mängd personer som kan tänkas ha begränsad lokalkännedom.

8. Nyttjade du hissen under utrymningsövningen?

Ja	
Nej	47 svar

Kommentar: Av de tillfrågade har alla respekterat säkerhetsinstruktionen att ej nyttja hissarna vid utrymning, mycket bra. Vittnesuppgifter från utrymningsfunktionärer bekräftar dock att hissarna nyttjades i minst ett fall.

9. Var är din återsamlingsplats efter utrymning p.g.a. brand?

.....
En mängd svarsvarianter florerade:

Cafeterian, P2	10[9/1] svar
Vet ej/inget svar	21[11/10] svar
Entrén	3 svar[2/1] svar
Fikahörnan, P6	1 svar
Cafeterian, P1	11[0/11] svar
E-byggnad	1 svar
P-byggnad	1 svar
Fikarum E-byggnad	1 svar

Kommentar: Det råder stor osäkerhet om var samlingsplatsen vid brand är belägen. Enligt de interna säkerhetsföreskrifterna gäller P1:s och P2:s cafeterior som samlingsplatser vid all fara. Dessa två samlingsplatser är naturligtvis högggradigt olämpliga vid brand i entrén. Mer än hälften av de tillfrågade ger inga eller felaktiga svar. Detta måste övas.

10. Om du hörde något internradiomeddelande, hördes det tydligt?

Ja 33 svar

Nej 11 svar

Jag hörde ingenting 1 svar

Kommentar: Ungefär en fjärdedel av de tillfrågade tyckte inte att utrymningsmeddelandet hördes tydligt. Detta indikerar att internradiosystemet kan behöva servas eller uppgraderas.

11. Varför gick du åt det håll du gjorde? Vad fick dig att välja väg? (OK med flera alternativ)

det var den väg jag annars skulle gå. 7 svar

dit alla andra gick. 16 svar

dit utgångsskyltarna pekade. 3 svar

jag visste omedelbart hur jag skulle gå. 26 svar

annat, nämligen:

Kommentar: Lokalkännedom och gruppdynamik styr vägvalet under en utrymningsituation i kontorsmiljö i högre grad än t.ex. skyltning. Detta är ytterligare ett argument för kontinuerlig övning av utrymning.

12. När du väl hade valt väg ut, ändrade du dig då någon gång för att välja en annan väg istället?

Om ja, var och varför?

Ja 2 svar

Nej 45 svar

Motivering:

Kommentar: Nästan ingen i enkätpopulationen ändrade sitt vägval sedan de en gång bestämt sig.

Detta kan, om det är att betrakta som generellt, vara ett tungt vägande skäl för övning i utrymningsstyrning via internradiosystemet. Lokalerna är dock alltför styrande och populationen alltför liten föra att kunna dra säkra slutsatser.

13. Hjälpte du någon annan? Om ja, i så fall med vad?

Nej 45 svar

Ja 3 svar

Hjälp med vägen ut – 2 svar

14. Vilka känslor kände du under utrymningen? (markera med kryss på linjerna)

glädje	ingen.....	stor
osäkerhet	ingen.....	stor
brist på information	ingen.....	stor
rädsla	ingen.....	stor
annat:	ingen.....	stor

4 personer svarade att de kände medelstark osäkerhet, 9 personer kände stor eller medelstor brist på information, hela 14 personer valde att inte svara. 2 personer tyckte att övningen genomförts vid fel tidpunkt (fika?). Övriga kommentarer var: "uppfattade ej larmet", "full kontroll", "hög adrenalin".

Kommentar: Av de känslor som enkätsvaren redovisade så dominerade osäkerhet och brist på information. Internradiosystemet skall utnyttjas för att fortlöpande informera de utrymmande om lämpligt vägval, samlingsplatser och händelseförlopp. Sådan direktstyrning minskar osäkerheten och ger en tryggare utrymning. Ingen av de tillfrågande kände någon större rädsla. Det är följaktligen troligt att de flesta kommer att reagera rationellt och balanserat i en verklig utrymningssituation.

15. Vad trodde du om dina möjligheter att ta dig ut? (markera med kryss på linjen)

Mycket stora.....mycket små

Majoriteten, 36 personer trodde sig ha mycket stora möjligheter att ta sig ut, 9 personer trodde sig ha medelstora möjligheter.

16. Tycker du att det är bra att OKG genomför denna typ av övning i sina kontorslokaler?

Ja 44 svar

Nej 2 svar

Motivering:

Följande motiveringar och reflektioner förekom: "Meddelande som dessa skall reflexartat utveckla ett agerande", "vältränad vid allvar", "absolut", "personal i P-byggnaden, särskilt på högre plan måste vara medvetna om utrymningsvägarna", "om det varit verkligt så hade nog minst hälften brunnit inne", "bara det även kan höras i sammanträdesrummen".

Kommentar: En stor majoritet av de tillfrågade är positiva till övning i utrymning. Detta utgör en utmärkt plattform för fortsatt övande.

17. Har du genomgått någon kurs i brandsläckning/brandskydd i OKG:s regi?
- | | |
|-----|----------------|
| Ja | 34[13/21] svar |
| Nej | 13[10/3] svar |

”Länge sedan” påpekar en av enkätsvararna i kontorsgruppen.

Kommentar: *Utbildningsnivån inom brandskydd på personalen i P-byggnaden är hög. Min bedömning är att den jämfört med andra kontorsbyggnader ute i samhället är mycket hög. Notera dock skillnaderna mellan de olika grupperna. I gruppen övriga, som till hälften bedöms bestå av entreprenörer, har nästan samtliga genomgått kurs i brandsläckning/brandskydd i OKG:s regi. För gruppen kontorsanställda är motsvarande utsago att nästan hälften av de tillfrågade ej genomgått någon sådan utbildning. Är kontorsanställda en eftersatt grupp vad gäller utbildning i brandsläckning/brandskydd? För att behålla och öka den utbildningsnivå som för närvarande finns måste brandsläckning/brandskydd övas kontinuerligt.*

18. Kan du handha en brandsläckare?
- | | |
|-----|---------|
| Ja | 44 svar |
| Nej | 4 svar |

19. Skulle du försöka släcka en brand?
- | | |
|-----|---------|
| Ja | 48 svar |
| Nej | 1 svar |

Kommentar: *Enkätsvaren från ovanstående två frågor förstärker ytterligare bilden av OKG:s kontorsanställda som välutbildade och välmotiverade m.a.p. brandsläckning/brandskydd.*

20. Känner du till brandsläckares, brandposters och larmknappars placering på din avdelning?
- | | |
|-----|---------|
| Ja | 37 svar |
| Nej | 9 svar |

21. En liten brand utbryter på ditt kontor. Vad gör du?

37 personer gav rimliga svar, 11 väljer att inte svara.

22. Om branden är så stor att du och/eller dina kolleger inte kan släcka den själv, vad gör du då?

37 personer gav rimliga svar, 11 väljer att inte svara

Kommentar: Enkätsvaren från ovanstående tre frågor förstärker återigen bilden av OKG:s kontorsanställda som välutbildade och välmotiverade m.a.p. brandsläckning/brandskydd. Ungefär en fjärdedel av de tillfrågade vet inte var brandsläckare, brandposter och larmknappar är placerade på deras respektive avdelningar. Ytterligare en fjärdedel väljer att inte svara på frågorna 21 och 22. Detta kan tolkas som att det trots den höga utbildningsnivån finns en osäkerhet i det praktiska agerandet vid utrymning/brand. Det är viktigt att koppla de befintliga kurserna i brandskydd direkt till kursdeltagarnas arbetsplatser. Inom ramen för en sådan kurs skall ingå besök på kursdeltagarnas arbetsplats med identifiering av brandutrustning och utrymningsvägar, samt diskussion runt några väl valda brandscenarion.

23. Stänger du av datorn och stänger dörren när du går hem för dagen?

Ja

41 svar

Nej

3 svar

Kommentar: OKG:s interna brandskyddsföreskrifter stipulerar att datorer och kontorsdörrar skall stängas över natten. Enkätsvaren indikerar att detta efterlevs. Vid egna besök i kontorslokalerna kvällstid bedömde rapportskrivarna dock att cirka en fjärdedel av datorerna fortfarande var påslagna.

25. Är det något annat du vill berätta eller har synpunkter på? (nyttja gärna enkätens baksida)

Följande synpunkter framfördes: "Larma även sammanträdesrummen, vi satt där i godan ro", "samlingsstället plan 2 blir varmt om fötterna vid brand i entrén, naturlig väg ut andra sidan av byggnaden", "mera information", "mera information i samlingslokalen".

Kommentar: Utrymningsmeddelandet hördes ej i sammanträdesrummet på plan 6. Cafeterian på plan 2 är helt riktigt mycket olämplig som samlingsplats vid brand i entrén på markplanet. Återigen belyses suget efter information om t.ex. händelseförlopp, samlingsplats och lämpliga vägval hos de utrymmande.

Bilaga 3. Utrymningssäkerhet scenario; brand i kontorsrum i P-byggnadens entré

B 3.1 CFAST

B 3.1.1 Indatafil till CFAST

```

VERSN      2          Brand i P-byggnadens entré
TIMES     900      5  900      10      0
TAMB     293.  101300.      0.
EAMB     293.  101300.      0.
HI/F      0.00  0.00  0.00  4.40  4.40
WIDTH    2.95  25.00  5.00  10.00  28.00
DEPTH    4.75  20.00  3.00  18.00  10.00
HEIGH    4.10  4.10  7.60  3.20  3.20
HVENT    1  2  1  4.750  4.100  3.200
HVENT    1  2  2  0.780  2.010  0.000
HVENT    1  6  1  0.810  2.100  0.300  0.000
HVENT    2  3  1  2.500  4.100  0.000
HVENT    3  4  1  2.500  7.600  4.400
HVENT    4  5  1  15.000  3.200  2.500
CVENT    1  2  1  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00
1.00  1.00  1.00
CVENT    1  2  2  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00
1.00  1.00  1.00
CVENT    1  6  1  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  0.00  1.00  1.00
1.00  1.00  1.00
CVENT    2  3  1  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00
1.00  1.00  1.00
CVENT    3  4  1  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00
1.00  1.00  1.00
CVENT    4  5  1  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00
1.00  1.00  1.00
CEILI    CONCRETE  CONCRETE  CONCRETE  CONCRETE  CONCRETE
WALLS    GYPSUM    GYPSUM    GYPSUM    GYPSUM    GYPSUM
FLOOR    CONCRETE  CONCRETE  CONCRETE  CONCRETE  CONCRETE
CHEMI    16.      0.      3.0      18071430.  300.  400.  0.150
LFBO     1
LFBT     2
FPOS     2.15  1.65  0.00
FTIME    30.    60.    90.    120.    150.    180.    210.    240.    270.    300.
900.
FMASS    0.0000  0.0023  0.0094  0.0210  0.0374  0.0584  0.0842  0.1146  0.1497  0.1894
0.2211  0.2211
FHIGH    0.25  0.25  0.25  0.25  0.25  0.25  0.25  0.25  0.25  0.25
0.25  0.25
FAREA    0.50  0.50  0.50  0.50  0.50  0.50  0.50  0.50  0.50  0.50
0.50  0.50
FQDOT    0.00      4.23E+04  1.69E+05  3.81E+05  6.77E+05  1.06E+06  1.52E+06  2.07E+06
2.71E+06  3.43E+06  4.00E+06  4.00E+06
CJET     OFF
CT       1.000  1.000  1.000  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  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  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  0.020  0.020  0.020

```

B 3.1.2 Resultat från beräkningar och känslighetsanalys i CFAST

För att bestämma hur tillförlitliga resultaten från beräkningarna i CFAST är har en känslighetsanalys genomförts där olika parametrar har varierats. För att på ett enkelt sätt åskådliggöra resultatet av känslighetsanalysen presenteras resultatet rum för rum nedan. Grundscenariot och samtliga varianter är inlagda i samma diagram vilket medför att desto mer samlade kurvorna är, desto mindre känsligt för variation av aktuella parametrar är beräkningarna.

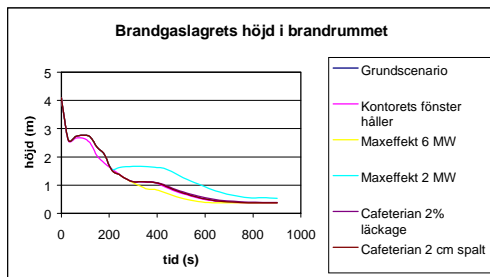


Diagram B3.1. Brandgaslagrets höjd i brandrummet

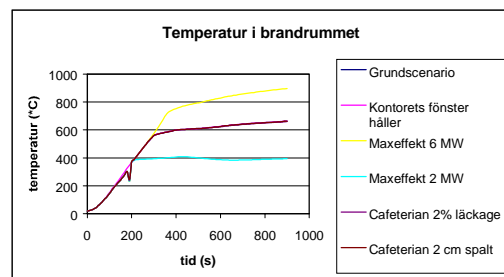


Diagram B3.2. Temperatur i brandrummet

Diagram B3.1 och B3.2 ovan visar att då brandens styrka varierar mellan 2, 4 och 6 MW påverkas temperaturen hos brandgaserna men inte brandgaslagrets höjd. Samma sak gäller för de övriga rummen, se diagram B3.3 till B3.4 nedan.

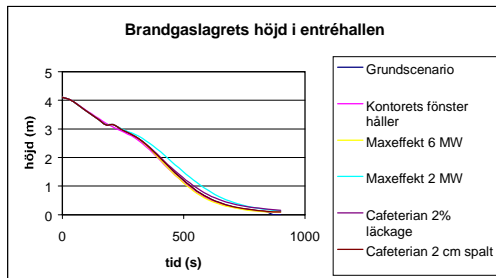


Diagram B3.3. Brandgaslagrets höjd i entréhallen

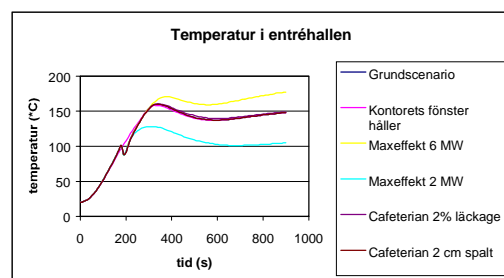


Diagram B3.4. Temperatur i entréhallen.

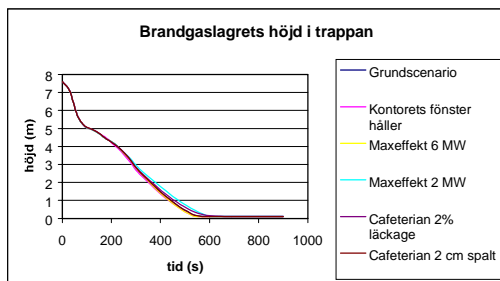


Diagram B3.5. Brandgaslagrets höjd i trappan

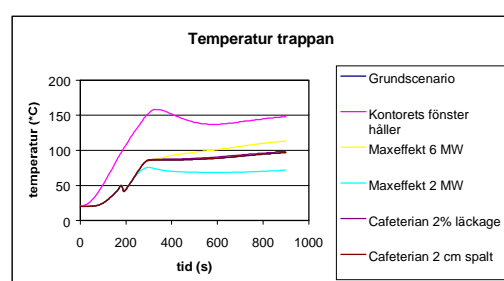


Diagram B3.6. Temperatur i trappan

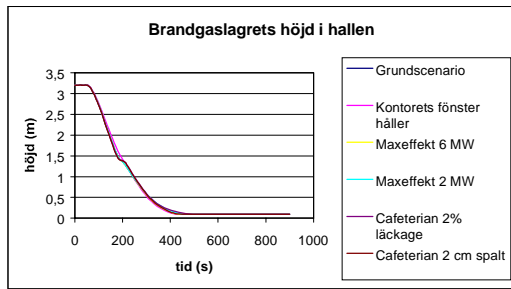


Diagram B3.7. Brandgaslagrets höjd i hallen (plan 2)

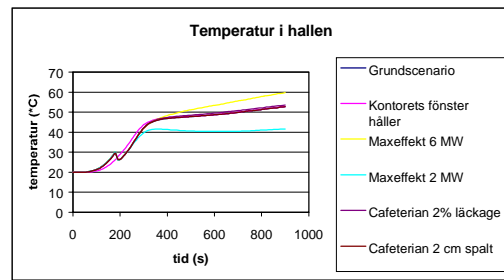


Diagram B3.8. Temperatur i hallen (plan 2)

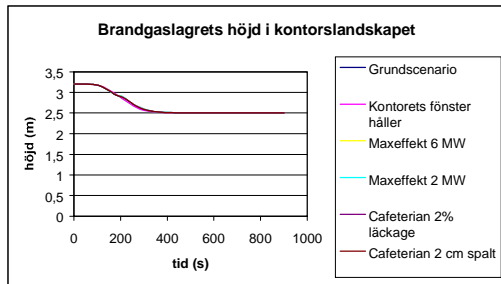


Diagram B3.9. Brandgaslagrets höjd i kontorslandskapet

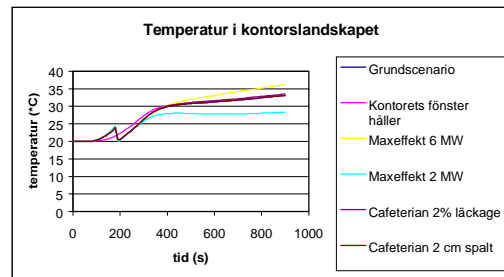


Diagram B3.10. Temperatur i kontorslandskapet

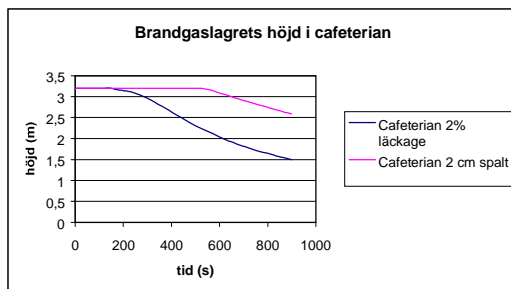


Diagram B3.11. Brandgaslagrets höjd i cafeteria

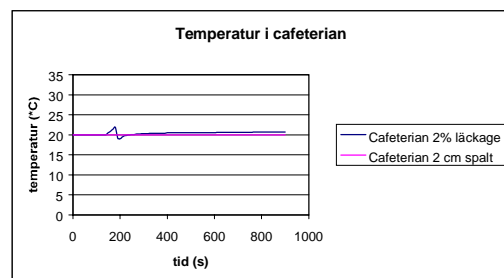


Diagram B3.12. Temperatur i cafeteria

Läckage av brandgaser in i cafeteria på plan 2 beräknades på två olika sätt; genom att dörrarna var otäta mot hallen och genom en två cm hög spalt mellan dörrarnas underkant och golvet. Resultaten i diagram B.12 ovan visar att brandgaserna är mycket svala. Brandgasspridning in i cafeteria sker först då brandgaslagret når ned till dörrens överkant respektive underkant beroende på vilket sätt läckaget simulerats. Resultatet visar att dörrarna måste vara täta för att förhindra brandgasspridning. Resultaten för cafeteria är för osäkra för att några slutsatser om brandgasernas temperatur eller brandgaslagrets höjd skall kunna dras. Brandgaserna borde vara så avkylda att cafeteria brandgasfylld utan att ett brandgaslager bildas.

B 3.2 Simulex

För att läsaren enkelt skall kunna sätta sig in i hur Simulexsimuleringarna var uppbyggda presenteras de som bilder. Två simuleringar genomfördes för scenariot: brand i kontorsrum i P-byggnadens entré. Ett där de nedre två våningarna på södra trapphuset ej kunde användas för utrymning och ett där det kunde användas. Personantalet på respektive våning var samma. Siffrorna visar hur många som placerats ut inom respektive område. Resultaten från simuleringarna återfinns i arbetet i kapitel 7, *Utrymnings säkerhet, scenario; brand i kontorsrum i P-byggnadens entré*.



Figur B3.1. Antal och placering av personal i P-byggnaden till scenariot brand i entrén

B 3.3 Bestämning av detektionstid med Detact-QS

Värmedetektor typ BD 26

$$T_0 = 20^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{aktivering}} = 56^\circ\text{C}$$

$$RTI = 20 \text{ (m}\cdot\text{s)}^{1/2}$$

Beroende på hur branden placeras i förhållande till detektorn varierar resultatet. I tabell B8.1 nedan har även RTI 30 ansatts. Resultatet visar att aktiveringstiden hos detektorn är beroende av hur den placeras i förhållande till branden. Som typiskt värde väljs en brand placerad två meter under och två meter vid sidan om detektorn vilket ger aktiveringstid 64 s.

RTI 20	Bredd →(m)		RTI 30	Bredd →(m)	
Höjd ↓(m)	1	2	Höjd ↓(m)	1	2
2	47 s	64 s	2	56 s	72 s
3	57 s	79 s	3	63 s	86 s

Tabell B3.1. *Resultat från detact-QS*

Bilaga 4. Utrymningssäkerhet scenario; Rökfyllnad av NV trapphuset i A-byggnaden

B 4.1 CFAST

B 4.1.1 Indatafil till CFAST

Nedan följer indata till CFAST för variant 7, grundgeometrin inklusive en geometrisk förenkling av kontoren på plan 5 i A-byggnaden. Rummen i följande indataförteckningen är presenterade i samma ordning som nummerordningen i rapporten. Rumsdata längst till vänster är för rum 1 o.s.v.

VERSN	2	A-BSTANDARD										
TIMES	900	5	30	30	0							
TAMB	293.	101300.	0.									
EAMB	293.	101300.	0.									
HI/F	0.00	0.00	0.00	3.20	6.40	9.80	12.60	15.60	12.60			
WIDTH	16.00	9.00	5.00	9.00	7.50	9.50	9.50	2.00	15.00			
DEPTH	4.60	4.60	1.80	4.60	4.50	4.60	4.74	2.00	15.00			
HEIGH	2.94	2.52	18.00	2.60	2.40	2.20	2.26	2.40	2.26			
HVENT	1	2	1	0.800	2.000	0.000						
HVENT	1	10	1	1.450	2.100	0.000	0.000					
HVENT	2	3	1	1.800	2.520	0.000						
HVENT	3	4	1	1.800	5.800	3.200						
HVENT	3	5	1	1.800	8.800	6.400						
HVENT	3	6	1	1.800	12.000	9.800						
HVENT	3	7	1	1.800	14.860	12.600						
HVENT	3	8	1	1.800	18.000	15.600						
HVENT	7	9	1	0.800	2.050	0.000						
CVENT	1	2	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	1.00	1.00	1.00									
CVENT	1	10	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	
	0.00	0.00	0.00									
CVENT	2	3	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	1.00	1.00	1.00									
CVENT	3	4	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	1.00	1.00	1.00									
CVENT	3	5	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	1.00	1.00	1.00									
CVENT	3	6	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	1.00	1.00	1.00									
CVENT	3	7	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	1.00	1.00	1.00									
CVENT	3	8	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	1.00	1.00	1.00									
CVENT	7	9	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	1.00	1.00	1.00									
CEILI	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE			
	CONCRETE	DEFAULT										
WALLS	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM			
	GYPSUM	OFF										
FLOOR	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE			
	CONCRETE	OFF										
CHEMI	16.	0.	3.0	18071430.	300.	400.	0.150					

```

LFBO      1
LFBT      2
FPOS      2.15    1.65    0.00
FTIME     30.    60.    90.    120.    150.    180.    210.    240.    270.    300.
900.
FMASS     0.0000 0.0023 0.0093 0.0210 0.0374 0.0584 0.0842 0.1146 0.1497 0.1894
0.2211 0.2211
FHIGH     0.25    0.25    0.25    0.25    0.25    0.25    0.25    0.25    0.25    0.25
0.25    0.25
FAREA     0.50    0.50    0.50    0.50    0.50    0.50    0.50    0.50    0.50    0.50
0.50    0.50
FQDOT     0.00      4.20E+04 1.69E+05 3.80E+05 6.77E+05 1.06E+06 1.52E+06 2.07E+06
2.71E+06 3.43E+06 4.00E+06 4.00E+06
CJET      OFF
CT        1.000 1.000 1.000 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 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 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 0.020 0.020 0.020
STPMAX    5.00
DUMPR     ST7.HIS

```

B 4.1.2 Resultat från beräkningar och känslighetsanalys i CFAST

För grundscenariot med brand i A-byggnadens entré, som beskrivs i kapitel 7, har en känslighetsanalys genomförts. Grundscenariot har varierats med avseende på bl.a. ventilationsförhållande och brandeffekt syftande till att utröna vilka faktorer som simuleringsresultaten är känsligast för. Simulerade varianter på grundscenariot redogörs för med kommentarer nedan.

1. **Grundscenario:** geometriska förenklingar enligt figur 7.5 i rapporten dock utan rum 9, A-byggnadens kontorsvåning på plan 5. En 4MW:s brand med snabb tillväxt är placerad i entrén. Branden blir snabbt syrekontrollerad, se diagram B4.15 i denna bilaga .
2. **Entrédörren kollapsar:** som grundscenariot, men glaset i entrédörren antas rämna då brandgaserna i entrén når en temperatur av 300°C, något som sker efter ca 3 minuter och 30 s. Denna variation i ventilationsförhållanden påverkade inte utdata från simuleringen nämnvärt jämfört med grundscenariot. Då det bedöms högst sannolik att entrédörren i verkligheten skulle kollapsa nyttjas denna scenariovariant dock som bas för varianterna 5, 6 och 7, nedan.
3. **Brand i trapphus plan 1:** som grundscenariot, men 4-megawattsbranden förutsätts nu brinna i A-byggnadens nordvästra trapphus på markplanet, rum 2 enligt figur 7.5 i rapporten. Även denna brand blir syrekontrollerad, dock långt senare än branden i grundscenariot. Denna variant på grundscenariot, simulerades huvudsakligen för att undersöka hur mycket brandens placering i förhållande till trapphuset påverkar rökfyllnadshastigheten på de ovanliggande planen. Som framgår av diagrammen nedan i denna bilaga påverkar denna förflyttning av brandhärden i högsta grad brandgastemperaturer och rökfyllnadshastighet på de högre planen. Temperaturerna blir generellt mycket högre och rökfyllnaden går snabbare.
4. **Brand i trappa:** som grundscenariot, men branden förutsätts nu vara belägen på plan 1 i det som geometrisk förenkling framtagna trappschaktet, rum 3 enligt figur 7.5 i rapporten. Det bör poängteras att det i verkligheten inte är fysiskt möjligt att placera någon större brandbelastning i själva trappan. Förflyttning av brandhärden till trappschaktet är rent fiktiv. För syretillgången gäller samma sak som för den föregående varianten, #3. Även syfte med simuleringen och tendensen hos resultaten av denna är samma som för ”Brand i trapphus plan

1”. I varianten med brand i själva trappan blir dock temperaturerna ännu högre och går rökfyllnaden ännu snabbare än för föregående variant, se diagram nedan i denna bilaga

5. **Maxeffekt 6 MW:** som variant 2, entrédörren kollapsar, men maximal brandeffekt tillåts öka till 6 MW. Det skulle visa sig, vilket framgår av diagram B4.15 i denna bilaga, att denna brand liksom branden enligt grundscenariot snabbt blir syrekontrollerad. Då det är syretillgången som styr effektutvecklingen och inte den potentiella maxeffekten skiljer sig resultaten från denna simulering nästan inte alls från variant 2, entrédörren kollapsar.
6. **Maxeffekt 2 MW:** som variant 2, entrédörren kollapsar, men maximal brandeffekt begränsas till 2 MW. Denna brand blir inte syrekontrollerad, se diagram 15 i denna bilaga, men resultaten från simuleringarna med 2 MW:s brand skiljer sig mycket lite från motsvarande för 4 och 6 MW.
7. **Inklusive kontor plan 5:** som variant 2, entrédörren kollapsar, men rum 9, en geometrisk förenkling av A-byggnadens kontorsvåning på plan 5, läggs till. Syftet med denna variant har varit att undersöka om brandgaserna från en brand på plan 1, på plan 5 fortfarande har sådan stigkraft att de kan tänkas rökfylla kontorsvåningen där. Att just kontorsvåningen på plan 5 simulerats beror på att detta var ett av planen där branddörren mellan trapphus och kontorsvåning stod uppställd under rapportskrivarnas besök på plats.

Utöver grundscenariot med brand i entrén har en simulering av brandförloppet vid en brand i boksnuvrorna på plan 2 i nordvästra trapphuset genomförts. Detta scenario kallas i rapporten och i aktuella diagram **bokbrand**. Utdata från denna simulering finns i diagram B4.16 och B4.17 i denna bilaga.

Generellt kan man säga att känslighetsanalysen visar att simuleringsresultaten inte är särskilt känsliga för variationer i ventilationsförhållanden eller brandeffekter. Däremot ger förflyttningar av brandhärden stort genomslag i simuleringarna, framförallt då brandhärden flyttas närmare trapphuset. Temperaturerna blir då generellt högre och rökfyllnaden får ett snabbare förlopp.

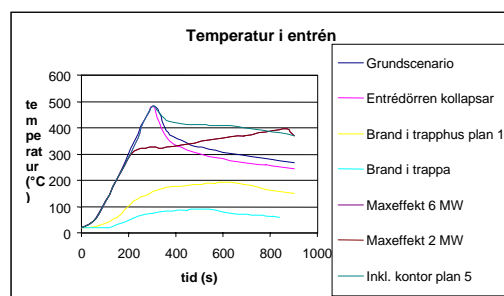
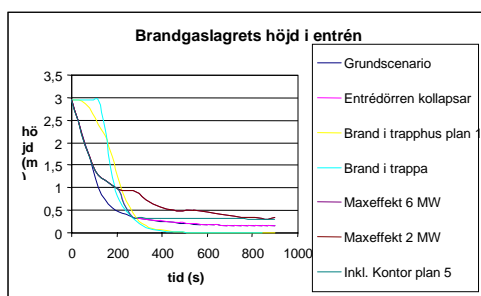


Diagram B4.1 Brandgaslagrets höjd i entrén. Diagram B4.2 Brandgaslagrets temperatur i entrén

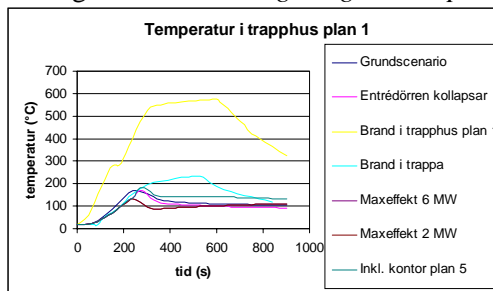
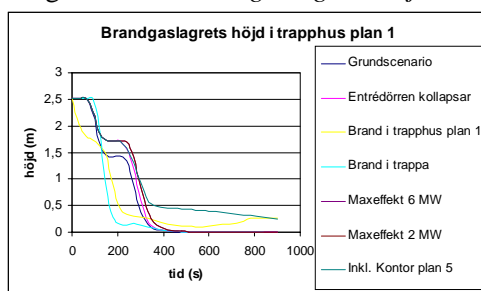


Diagram B4.3 Brandgaslagrets höjd i trapphus plan 1

Diagram B4.4 Brandgaslagrets temperatur i trapphus plan 1

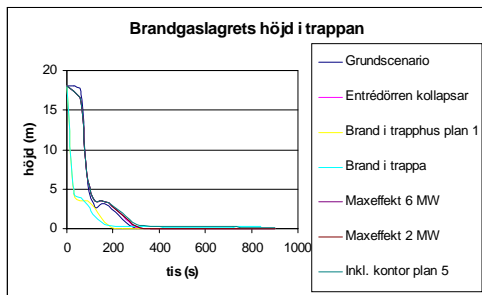


Diagram B4.5 Brandgaslagrets höjd i trappan.

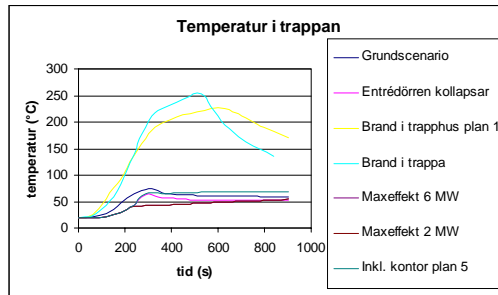


Diagram B4.6 Brandgaslagrets temperatur i trappan

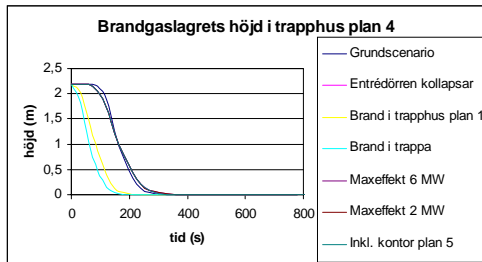


Diagram B4.7 Brandgaslagrets höjd i trapphus plan 4

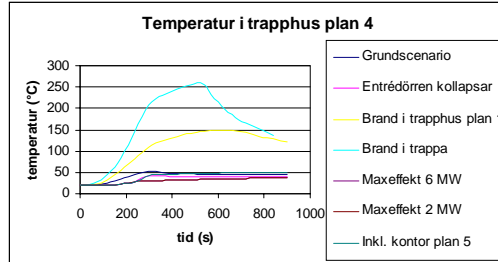


Diagram B4.8 Brandgaslagrets temperatur i trapphus plan 4

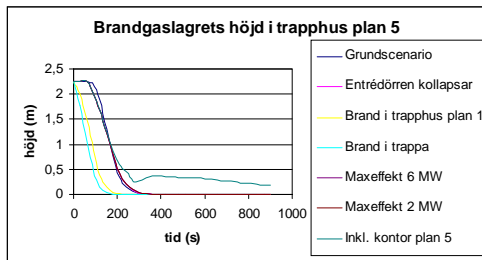


Diagram B4.9 Brandgaslagrets höjd i trapphus plan 5

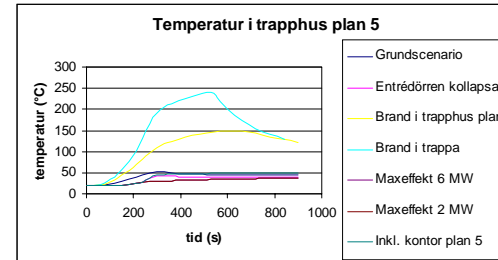


Diagram B4.10 Brandgaslagrets temperatur i trapphus plan 5

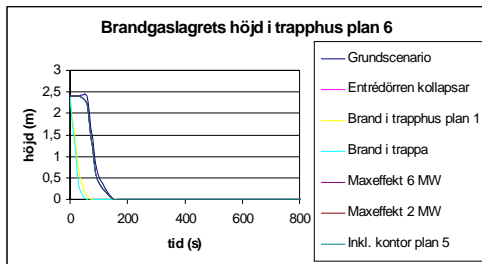


Diagram B4.11 Brandgaslagrets höjd i trapphus plan 6

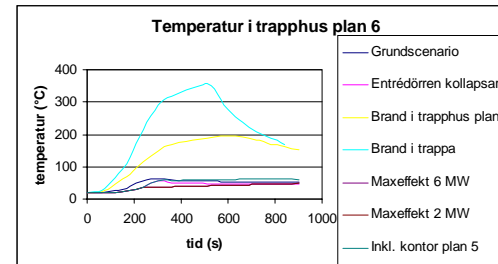


Diagram B4.12 Brandgaslagrets temperatur i trapphus plan 6

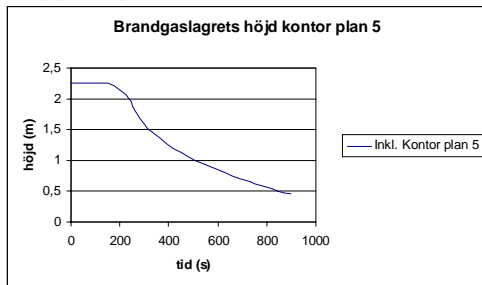


Diagram B4.13 Brandgaslagrets höjd i kontor plan 5

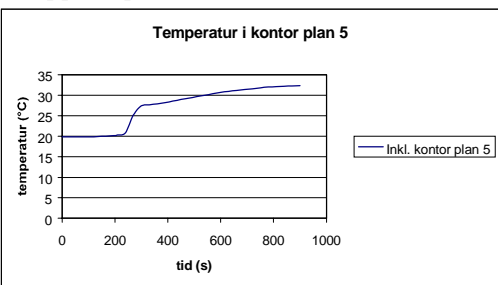


Diagram B4.14 Brandgaslagrets temperatur i kontor plan 5

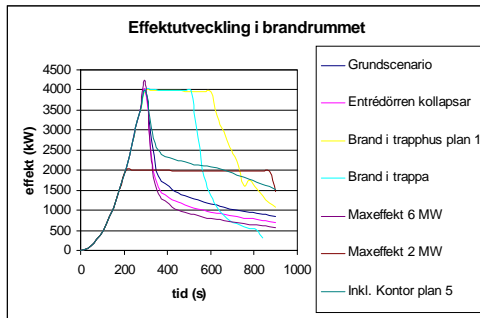


Diagram B4.15 *Effektutveckling i brandrummet för olika varianter på grundscenariot*

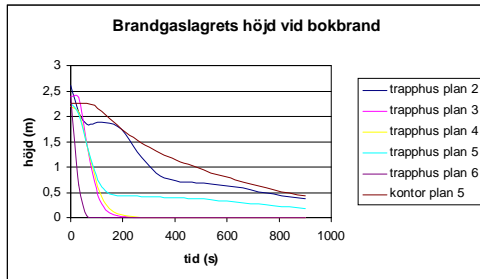


Diagram B4.16 *Brandgaslagrets höjd i valda rum vid bokbrand*

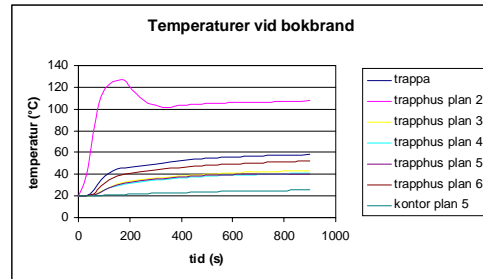
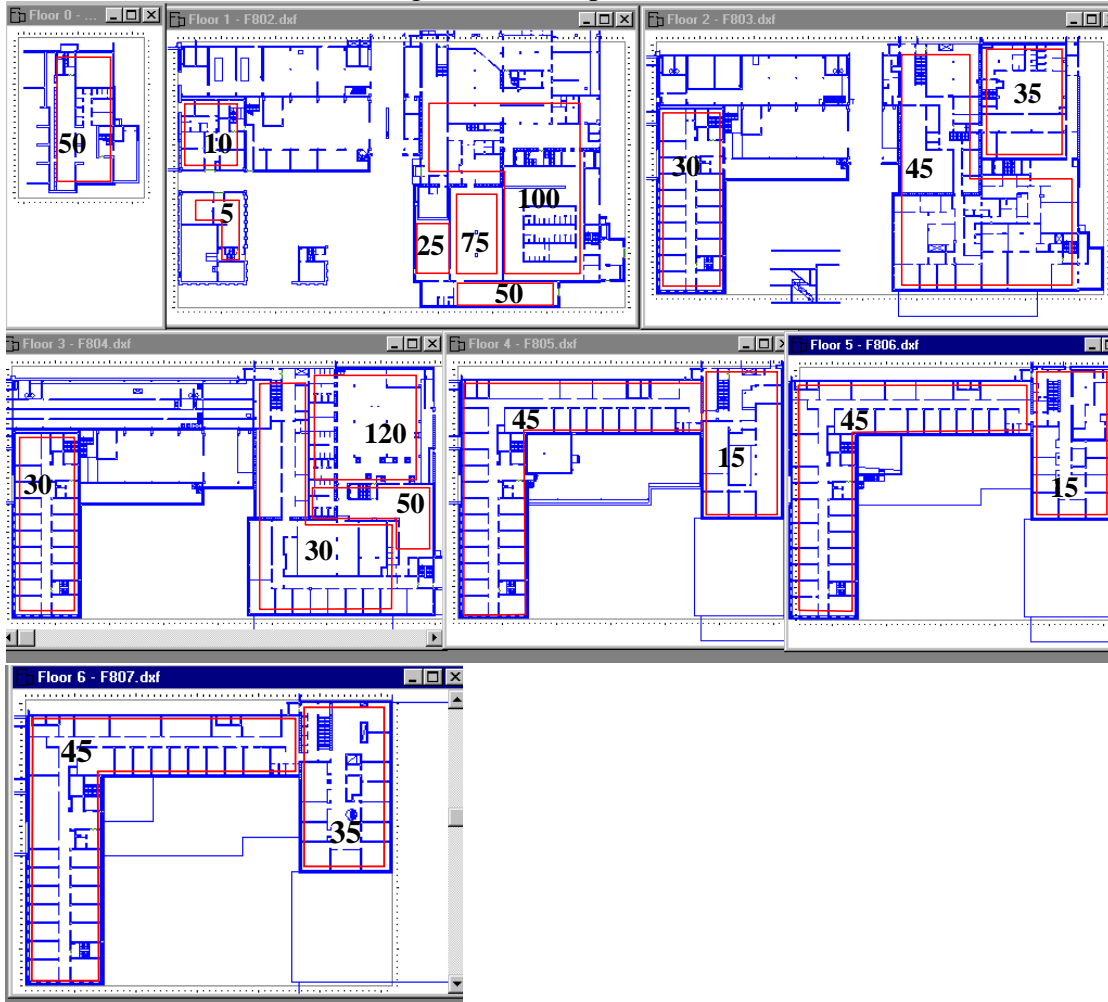


Diagram B4.17 *Brandgaslagrets temperatur i valda rum vid bokbrand*

B 4.2 Simulex

Figur B4.1 nedan visar den antagna persontäthet som nyttjats i utrymningssimuleringarna. Persontätheten är tänkt att representera det maximala antalet människor som kan tänkas uppehålla sig i byggnaden under t.ex. en revision. Siffrorna anger antal personer inom respektive med röd kant inrutat område. Floor 1 i figuren är markplanet.



Figur B4.1. Utplaceringen av personal i Simulex.

Bilaga 5. Utrymningssäkerhet i kontorsmiljö scenario; brand i kopiator i korridor

B 5.1 CFAST

B 5.1.1 Indatafil till CFAST

Nedan presenteras indatafilen till de tre scenarierna: *brand i kopieringsmaskin, brand i kontorsrum* samt *brand i kontorslandskap*.

VERSN	2	Plan 5	P-byggnaden										
TIMES	600	10	30	30	0								
TAMB	293.	101300.	0.										
EAMB	293.	101300.	0.										
HI/F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WIDTH	7.60	1.90	1.90	1.90	12.70	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
DEPTH	1.85	22.00	22.00	22.00	12.70	3.50	24.00	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
HEIGHT	2.20	2.50	2.50	2.50	2.50	2.70	2.65	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
HVENT	1 3 1	1.850	2.200	0.000									
HVENT	1 5 1	1.850	2.000	0.000									
HVENT	2 3 1	1.900	2.400	0.000									
HVENT	2 9 1	0.800	2.000	0.000									
HVENT	2 11 1	0.800	2.000	0.000									
HVENT	2 11 2	0.800	2.000	0.000									
HVENT	2 11 3	0.000	2.000	0.000									
HVENT	3 4 1	1.900	2.400	0.000									
HVENT	3 6 1	0.800	2.000	0.000									
HVENT	3 8 1	0.800	2.000	0.000									
HVENT	3 12 1	0.800	2.000	0.000									
HVENT	3 12 2	0.800	2.000	0.000									
HVENT	4 7 1	22.000	2.500	0.000									
HVENT	4 10 1	0.800	2.000	0.000									
HVENT	4 13 1	0.800	2.000	0.000									
HVENT	4 13 2	0.800	2.000	0.000									
HVENT	5 14 1	12.000	0.100	0.000	0.000								
HVENT	7 14 1	12.000	0.100	0.000	0.000	0.000							
CVENT	1 3 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CVENT	1 5 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CVENT	2 3 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CVENT	2 9 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CVENT	2 11 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CVENT	2 11 2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CVENT	2 11 3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

CVENT	3	4	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
CVENT	3	6	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
CVENT	3	8	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
CVENT	3	12	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
CVENT	3	12	2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
CVENT	4	7	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
CVENT	4	10	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
CVENT	4	13	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
CVENT	4	13	2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
CVENT	5	14	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
CVENT	7	14	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
CEILI	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE
CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE
WALLS	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM
GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM	GYPSUM
FLOOR	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE
CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE
CHEMI	16.	0.	3.0	18071430.	300.	400.	0.150					
LFBO	1											
LFBT	2											
FPOS	0.93	1.65	0.00									
FTIME	30.	60.	90.	120.	150.	180.	210.	240.	270.	300.		
330.	360.	600.										
FMASS	0.0000	0.0001	0.0006	0.0013	0.0024	0.0037	0.0054	0.0073	0.0095	0.0110		
0.0110	0.0110	0.0111	0.0111									
FHIGH	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25		
0.25	0.25	0.25	0.25									
FAREA	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50		
0.50	0.50	0.50	0.50									
FQDOT	0.00	2.70E+03	1.08E+04	2.43E+04	4.32E+04	6.75E+04	9.72E+04	1.32E+05				
1.73E+05	2.00E+05	2.00E+05	2.00E+05	2.00E+05	2.00E+05	2.00E+05						
CJET	OFF											
CT	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	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	0.333	0.333	0.333
0.333	0.333											
CO	2.000	1.505	1.134	1.010	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
0.020	0.020											
OD	2.000	1.505	1.134	1.010	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
0.020	0.020											
STPMAX	5.00											
DUMPR	P1.HIS											

B5.1.2 Resultat från beräkningar och känslighetsanalys i CFAST

Känslighetsanalysen för scenariot finns presenterad i rapporten och upprepas därför ej här.

B 5.2 Simulex

Samtliga kombinationer av indata samt resultat från simuleringarna finns presenterade i rapporten i inledningen till kapitel 8, *Utrymningssäkerhet i kontorsmiljö*.

Bilaga 6 Utrymningssäkerhet i kontorsmiljö scenario; brand i kontorsrum

B 6.1 CFAST

B 6.1.1 Indatafil till CFAST

Redovisas under bilaga 5, Utrymningssäkerhet i kontorsmiljö scenario; brand i kopieringsmaskin (5.1.1 Indatafil till CFAST)

B 6.1.2 Resultat från beräkningar och känslighetsanalys i CFAST

Här redovisas fyra varianter där olika parametrar i beräkningsförutsättningarna har varierats. Grundscenariot är en brand med maxeffekt på 3 MW. Fönsterna till brandrummet går sönder efter 3 minuter. De parametrar som varierats är:

- Fönsterna håller, dvs. om tillgången på syre begränsar branden? `
- Fönsterna står öppna från början.
- Brandens maxeffekt har varierats 50 % uppåt och nedåt, dvs. till 4,5 resp. 1,5 MW

Diagrammen nedan visar att resultaten påverkas ganska marginellt om fönsterna håller eller ej. Den största påverkan på resultatet erhålls då effekten varieras.

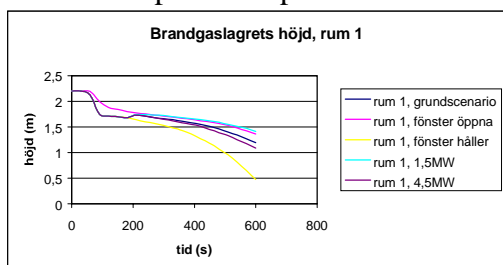


Diagram B6.1. Brandgaslagrets höjd i rum 1.

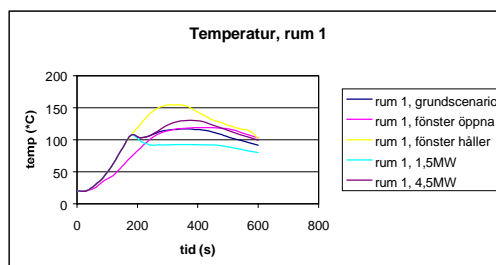


Diagram B6.2. Brandgaslagrets temperatur i rum 1.

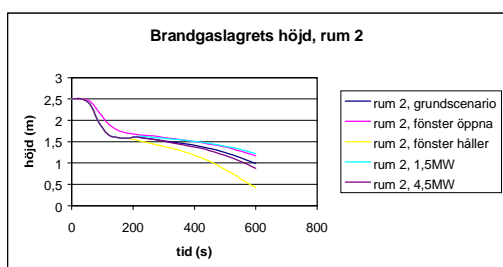


Diagram B6.3. Brandgaslagrets höjd i rum 2.

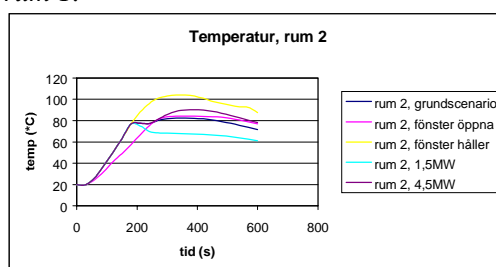


Diagram B6.4. Brandgaslagrets temperatur i rum 2.

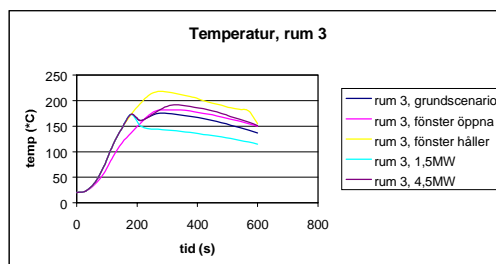
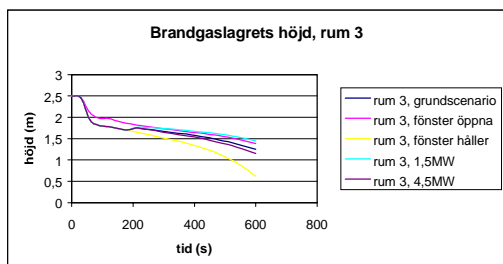


Diagram B6.5. *Brandgaslagrets höjd i rum 3.*

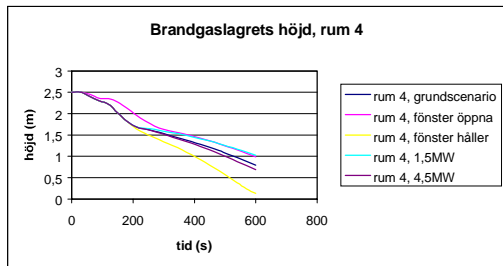


Diagram B6.7. *Brandgaslagrets höjd i rum 4.*

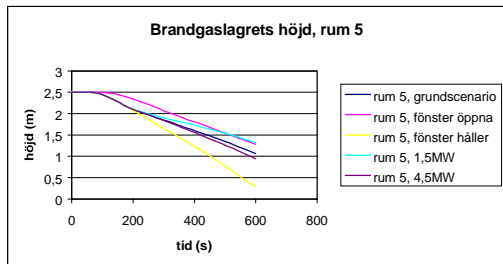


Diagram B6.9. *Brandgaslagrets höjd i rum 5.*

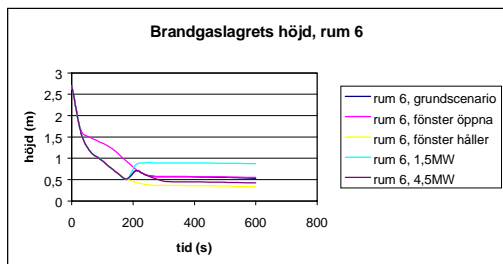


Diagram B6.11. *Brandgaslagrets höjd i rum 6.*

I rum 6 som är brandrum i det aktuella scenariot sjunker brandgaslaget snabbt enligt diagram B6.11. Temperaturen når upp till de 600-800°C som brukar användas som kriterium på övertändning i samtliga fall utom då maxeffekten är 1,5 MW.

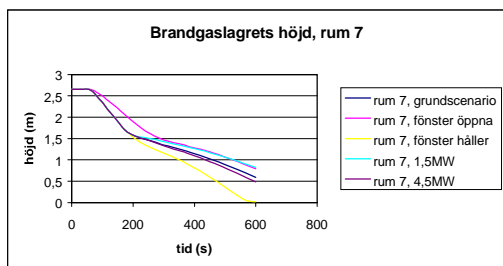


Diagram B6.13. *Brandgaslagrets höjd i rum 7.*

Diagram B6.6. *Brandgaslagrets temperatur i rum 3.*

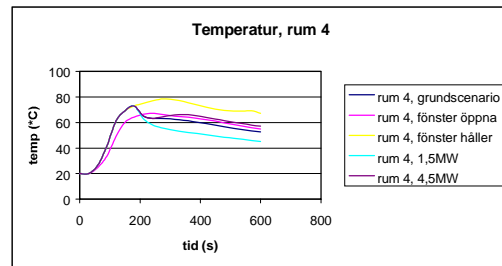


Diagram B6.8. *Brandgaslagrets temperatur i rum 4.*

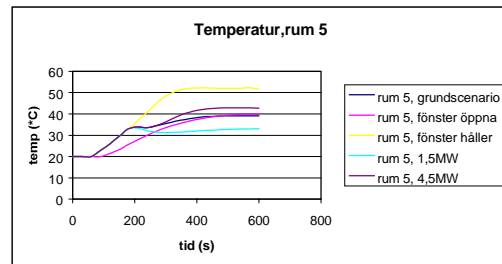


Diagram B6.10. *Brandgaslagrets temperatur i rum 5.*

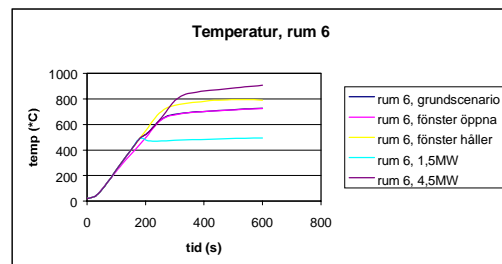


Diagram B6.12. *Brandgaslagrets temperatur i rum 6.*

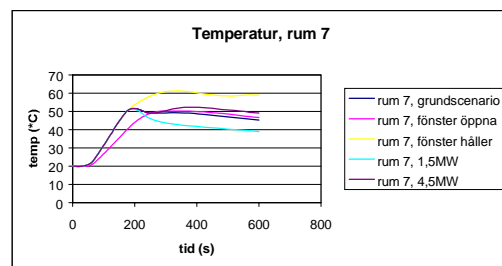


Diagram B6.14. *Brandgaslagrets temperatur i rum 7.*

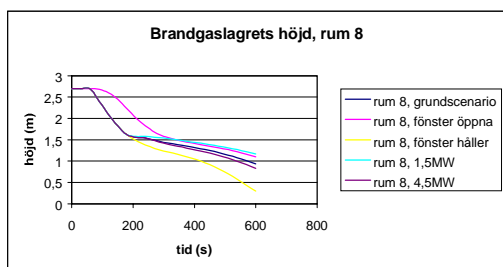


Diagram B6.15. Brandgaslagrets höjd i rum 8.

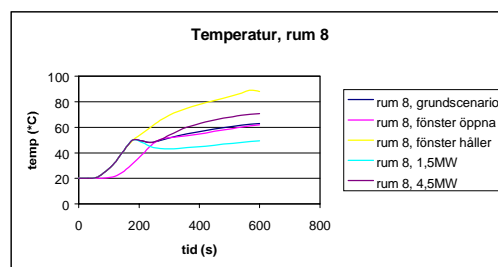


Diagram B6.16. Brandgaslagrets temperatur i rum 8.

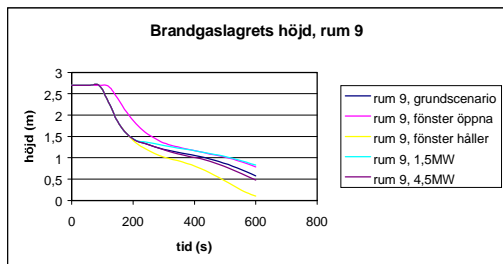


Diagram B6.17. Brandgaslagrets höjd i rum 9.

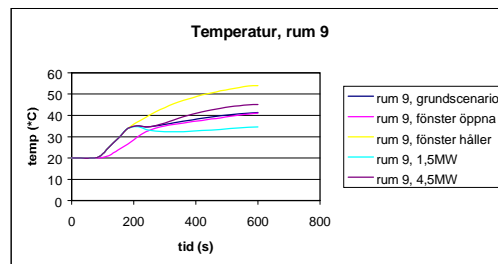


Diagram B6.18. Brandgaslagrets temperatur i rum 9.

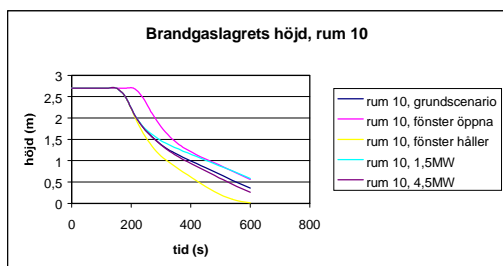


Diagram B6.19. Brandgaslagrets höjd i rum 10.

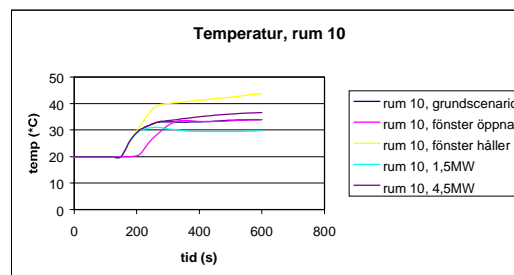


Diagram B6.20. Brandgaslagrets temperatur i rum 10.

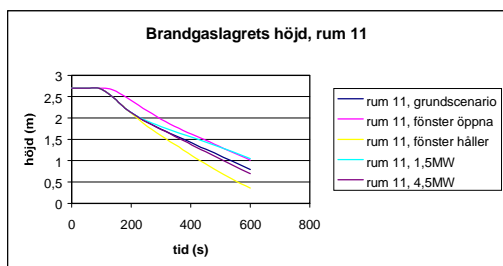


Diagram B6.21. Brandgaslagrets höjd i rum 11.

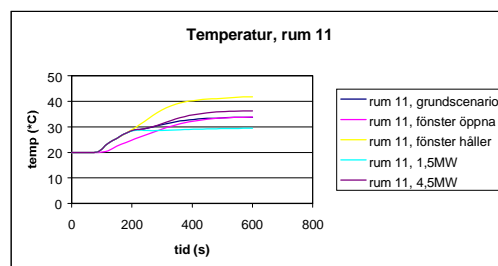


Diagram B6.22. Brandgaslagrets temperatur i rum 11.

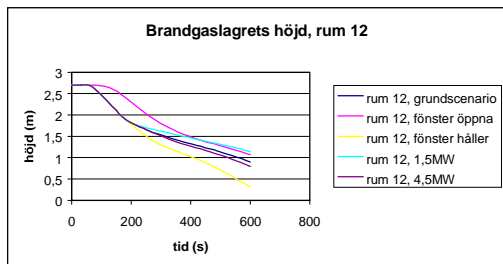


Diagram B6.23. Brandgaslagrets höjd i rum 12.

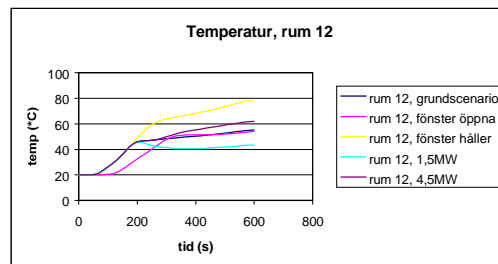


Diagram B6.24. Brandgaslagrets temperatur i rum 12.

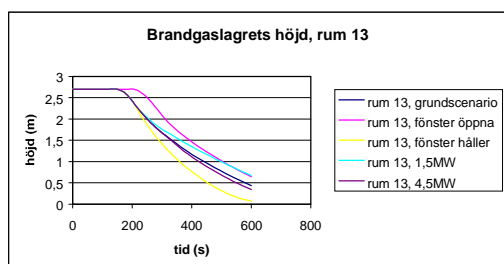


Diagram B6.25. Brandgaslagrets höjd i rum 13.

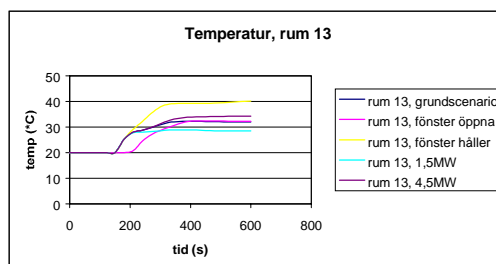


Diagram B6.26. Brandgaslagrets temperatur i rum 13.

B 6.2 Simulex

Samtliga kombinationer av indata samt resultat från simuleringarna finns presenterade i rapporten i inledningen till kapitel 8, *Utrymningssäkerhet i kontorsmiljö*.

Bilaga 7. Utrymningssäkerhet i kontorsmiljö scenario; brand i kontorslandskap

B7.1 CFAST

B7.1.1 Indatafil till CFAST

Redovisas under bilaga 5, Utrymningssäkerhet i kontorsmiljö scenario; brand i kopieringsmaskin (5.1.1 Indatafil till CFAST)

B7.1.2 Resultat från beräkningar och känslighetsanalys i CFAST

Resultaten från beräkningar och hur resultaten påverkas av variationer i indata presenteras med hjälp av diagrammen nedan. Precis som tidigare är det framförallt brandens effekt som påverkar resultatet.

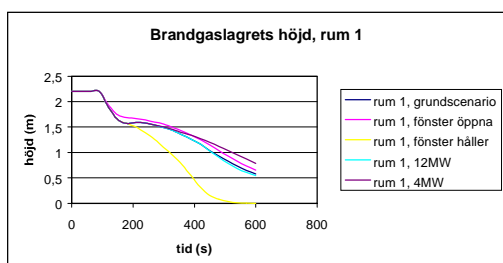


Diagram B7.1. Brandgaslagrets höjd i rum 1.

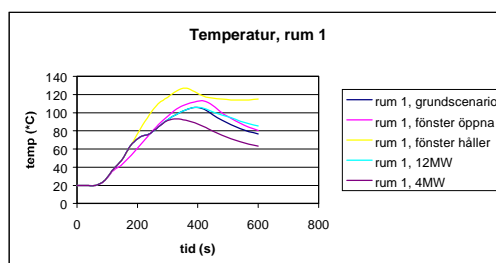


Diagram B7.2. Brandgaslagrets temperatur i rum 1.

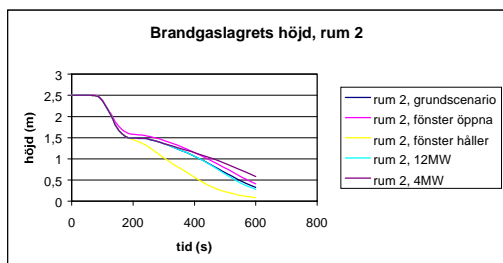


Diagram B7.3. Brandgaslagrets höjd i rum 2.

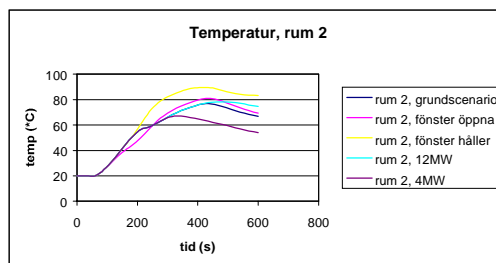


Diagram B7.4. Brandgaslagrets temperatur i rum 2.

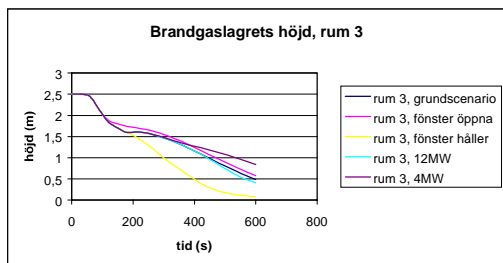


Diagram B7.5. Brandgaslagrets höjd i rum 3.

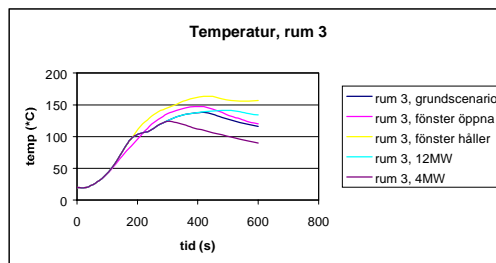


Diagram B7.6. Brandgaslagrets temperatur i rum 3.

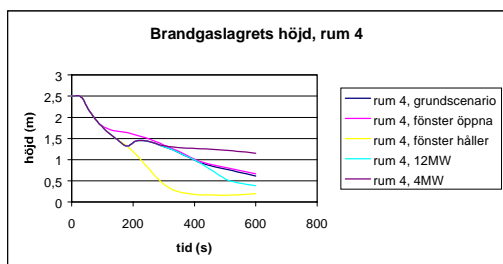


Diagram B7.7. Brandgaslagrets höjd i rum 4.

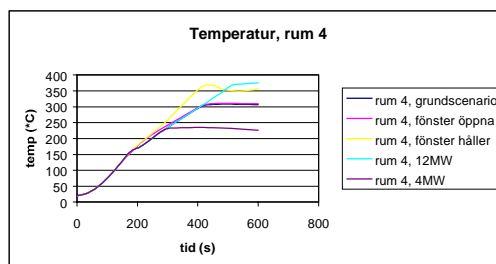


Diagram B7.8. Brandgaslagrets temperatur i rum 4.

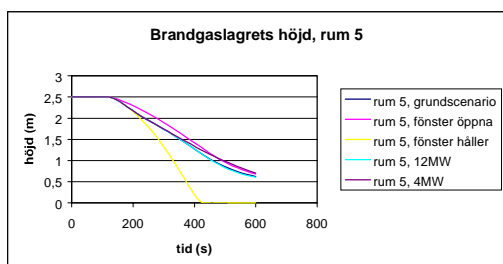


Diagram B7.9. Brandgaslagrets höjd i rum 5.

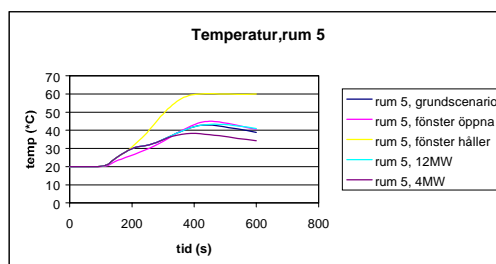


Diagram B7.10. Brandgaslagrets temperatur i rum 5.

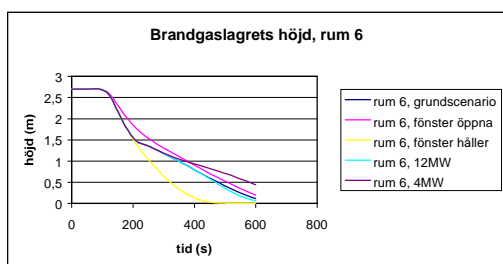


Diagram B7.11. Brandgaslagrets höjd i rum 6.

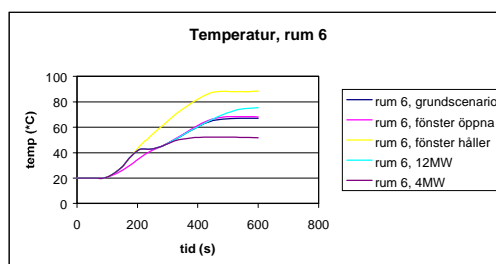


Diagram B7.12. Brandgaslagrets temperatur i rum 6.

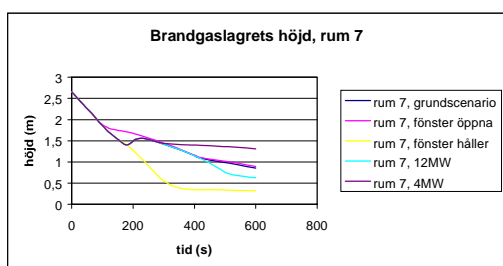


Diagram B7.13. Brandgaslagrets höjd i rum 7.

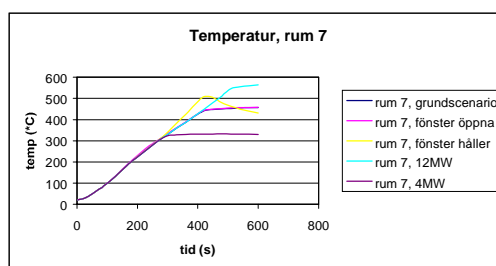


Diagram B7.14. Brandgaslagrets temperatur i rum 7.

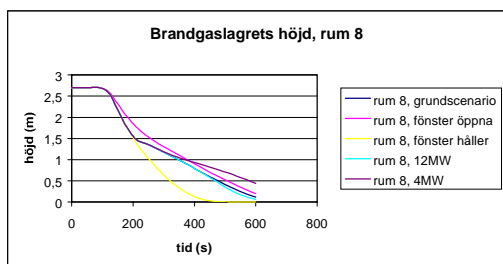


Diagram B7.15. Brandgaslagrets höjd i rum 8.

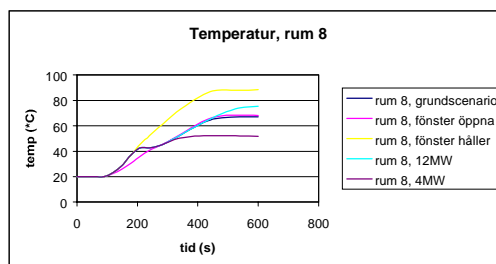


Diagram B7.16. Brandgaslagrets temperatur i rum 8.

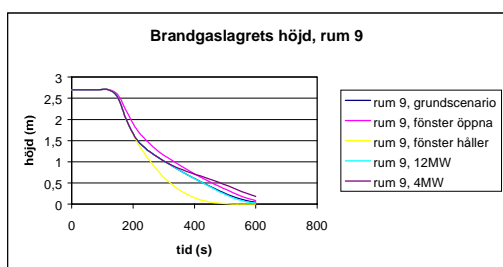


Diagram B7.17. Brandgaslagrets höjd i rum 9.

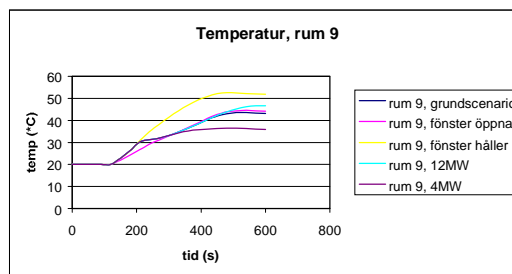


Diagram B7.18. Brandgaslagrets temperatur i rum 9.

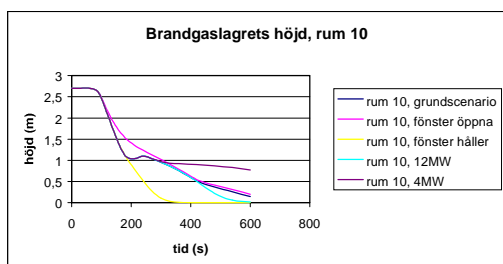


Diagram B7.19. Brandgaslagrets höjd i rum 10.

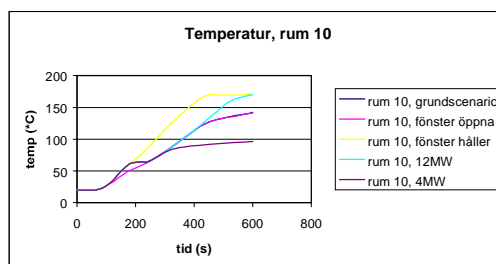


Diagram B7.20. Brandgaslagrets temperatur i rum 10.

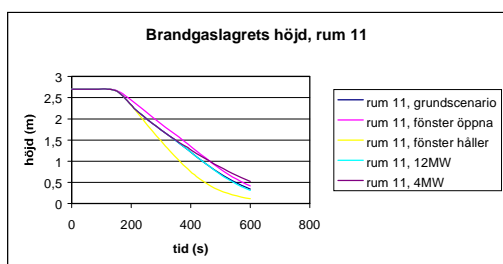


Diagram B7.21. Brandgaslagrets höjd i rum 11.

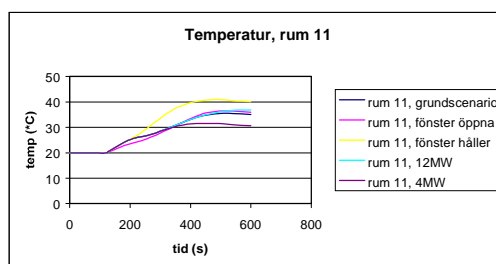


Diagram B7.22. Brandgaslagrets temperatur i rum 11.

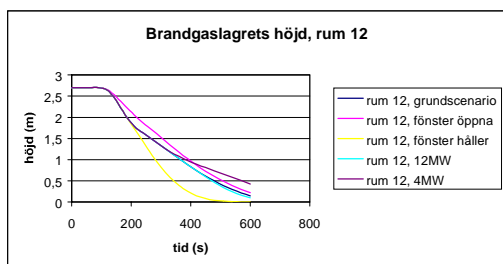


Diagram B7.23. Brandgaslagrets höjd i rum 12.

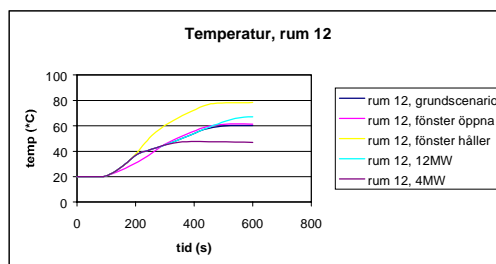


Diagram B7.24. Brandgaslagrets temperatur i rum 12.

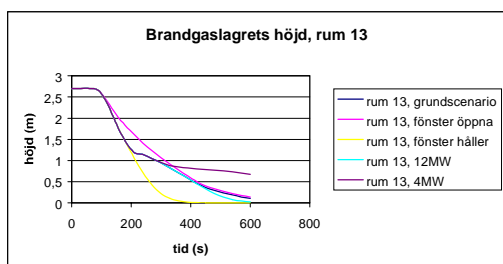


Diagram B7.25. Brandgaslagrets höjd i rum 13.

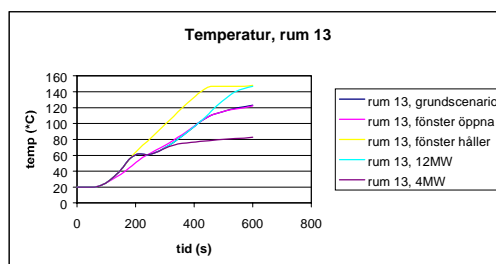


Diagram 7.26. Brandgaslagrets temperatur i rum 13.

B 7.2 Simulex

Samtliga kombinationer av indata samt resultat från simuleringarna finns presenterade i rapporten i inledningen till kapitel 8, *Utrymningssäkerhet i kontorsmiljö*.

Bilaga 8. Bildexempel på brister uppmärksammade under inventering

Eftersom arbetet ej syftar till att vara en brandsyn så redovisas upptäckta brister mycket enkelt nedanstående med hjälp av illustrativa bilder.

Plats	Brist
P2.006	Utrymningsvägen från rum P2.006 norrut var blockerad. Detta medför att de som arbetar i sydvästra hörnet, plan 2, i P-byggnaden endast har en väg ut.
P3.004	Onödigt stökig kopieringsplats. Skulle ett elfel uppstå i någon av de kontorsmaskiner som finns placerade strax intill kan en brand snabbt få fäste i allt pappersskräp.
P1.132	Branddörr mellan P1.132 och P1.246 uppställd med kil. Dessutom sitter en kedja monterad på dörren som hindrar den från att gå igen helt. Se bild B8.1 nedan.



Bild B8.1. Branddör mellan P1.132 och P1.246.

P4.018	Dörrstängarna på båda dörrarna in till rum P4.018 ur funktion.
M7.159	Felaktigt installerad kaffeautomat.
M8.05	Uppställd branddörr mellan M8.05 och M8.24..
M9.07	Branddör mellan M9.07 och M9.22 som ej stänger eftersom den är skev. Se bild B8.2 nedan.



Bild B8.2. Skev branddör på plan 6 i A/B-byggnaden.

M8.160 Uppställd branddör mellan M8.160 och M8.162. Se bild K och G nedan.

M4.37 Uppställd branddör mellan M4.37 och M4.52. Se bild B8.3 nedan.



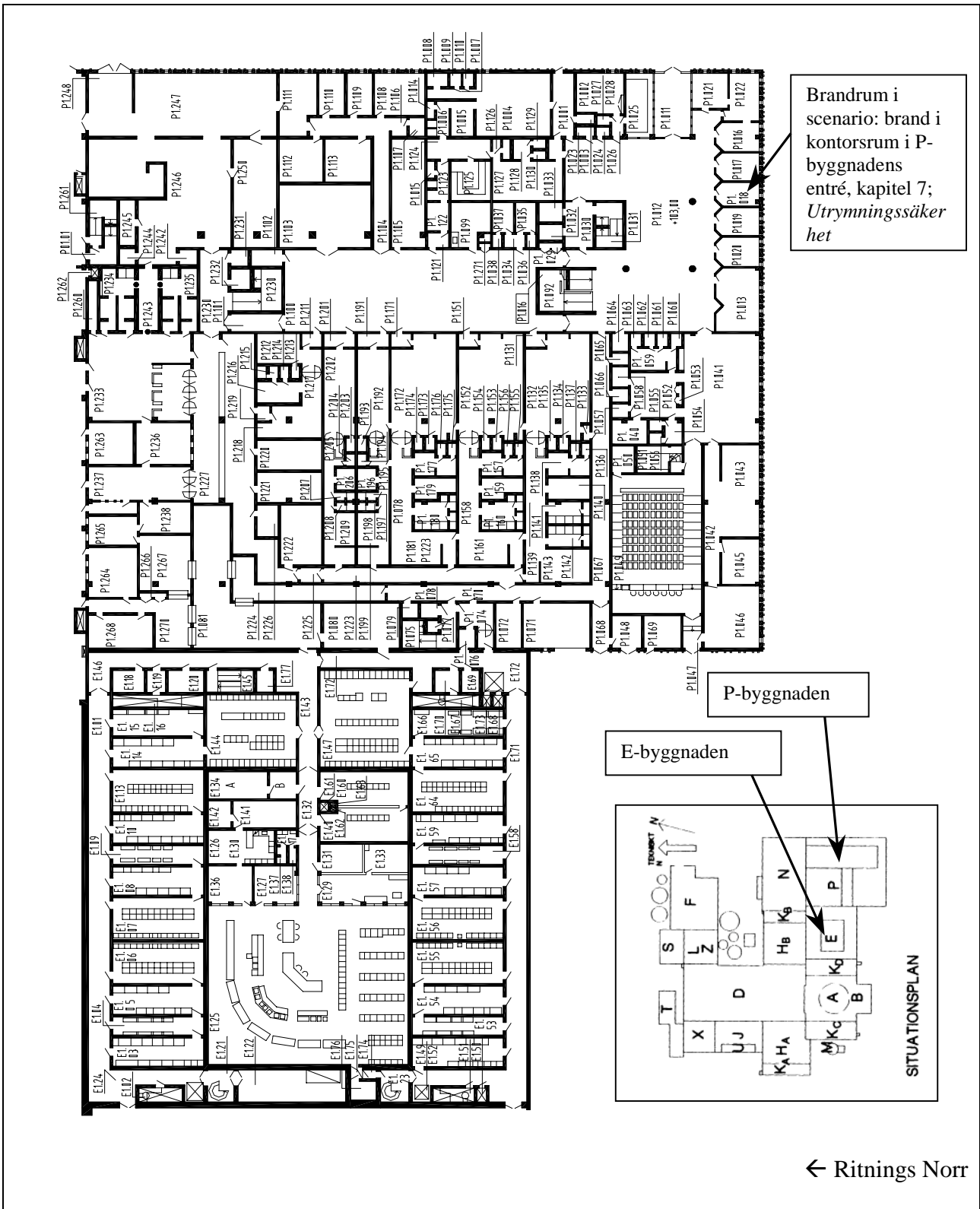
Bild B8.3. Uppställd branddörr på plan 1 i A/B-byggnaden.

P1.100 Skyltar till den nya utrymningsväg som byggts från cafeteria via korridor P1.104 och ut mitt på östra delen av P-byggnaden saknas.

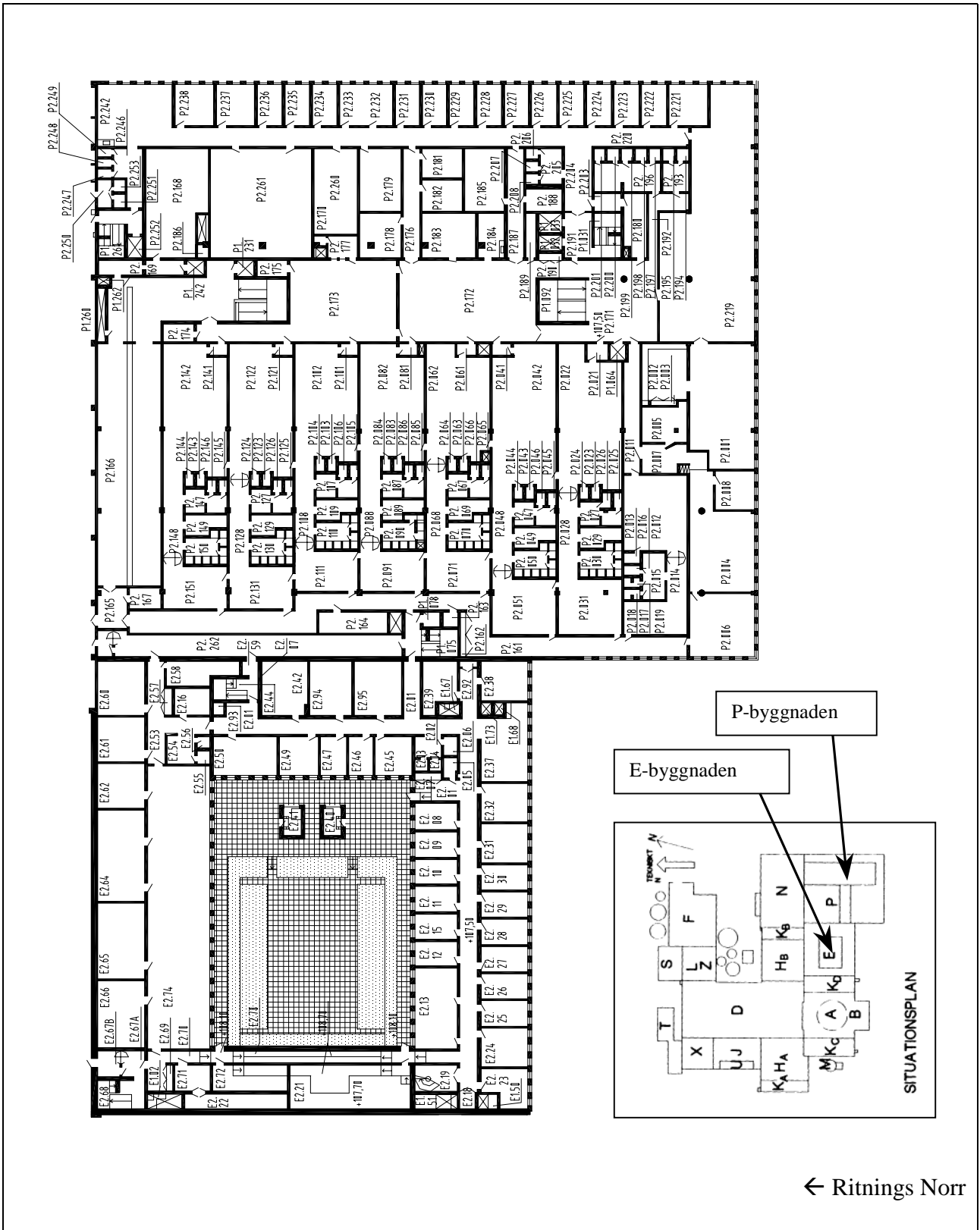
P5.003 Samling av brandbelastning i korridorslut.

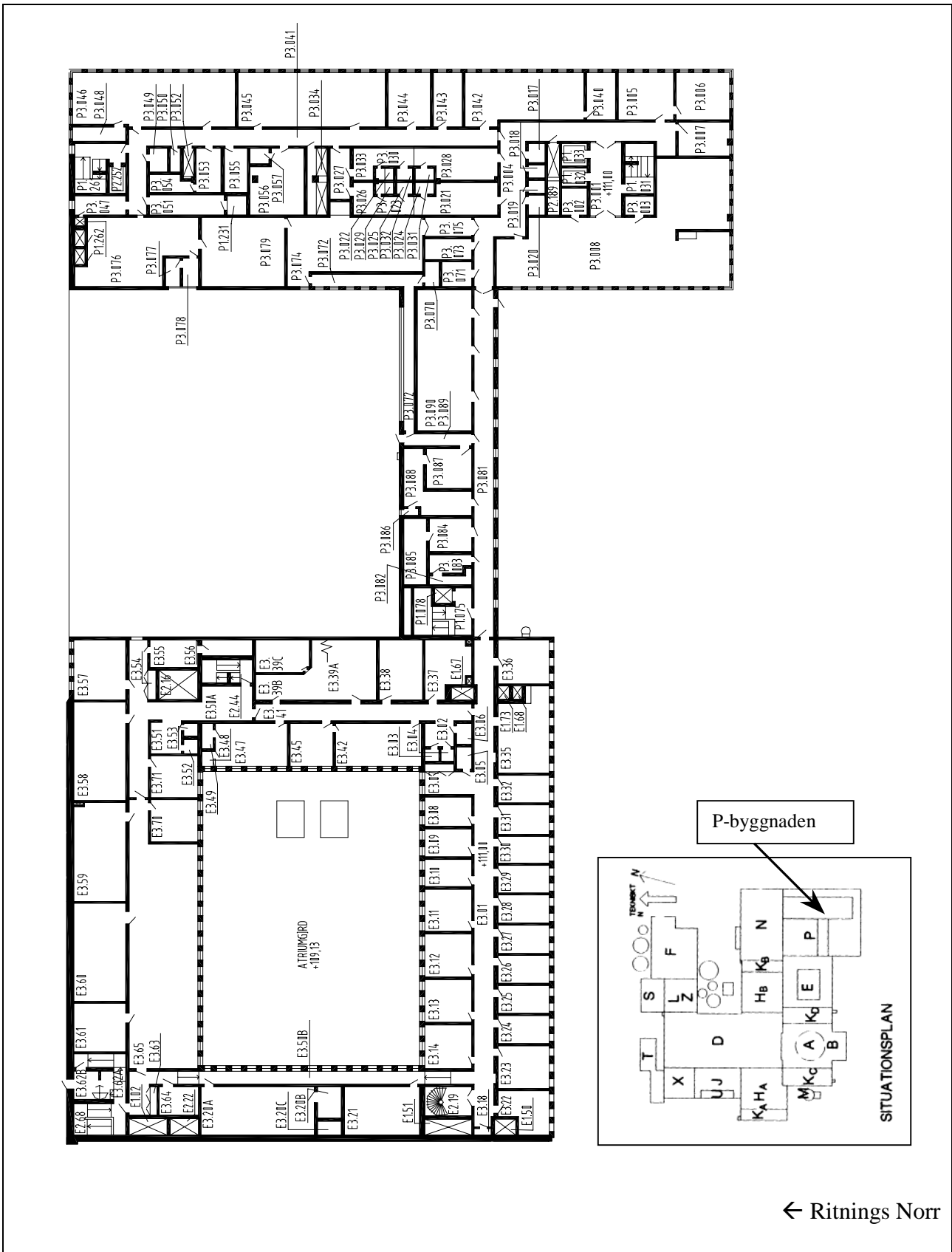
M4.104 "Sopstation" längst ned i trapphus.

Bilaga 9. Ritningar

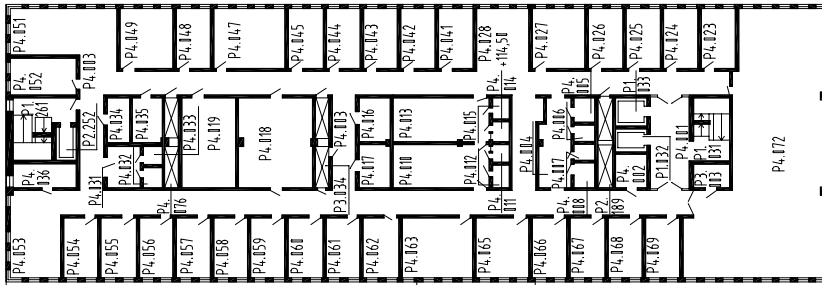


Plan 1 E- och P-byggnaden

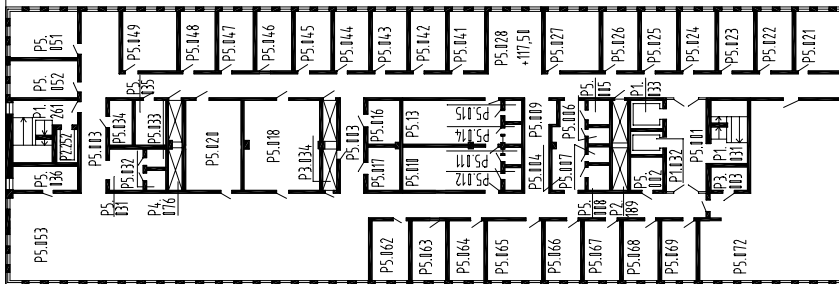




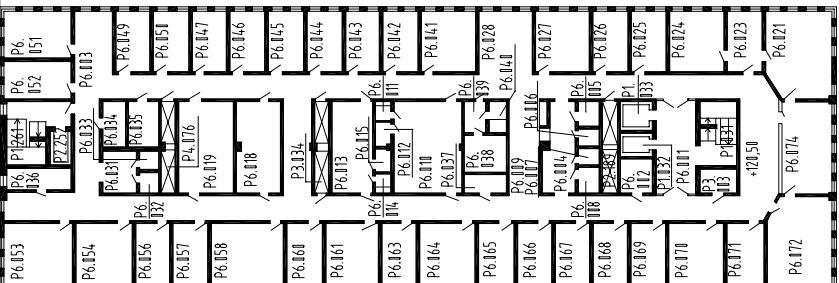
Plan 3 E- och P-byggnaden



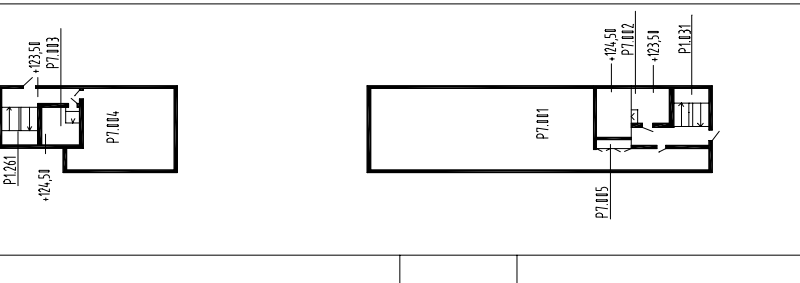
Plan 4 P-byggnaden



Plan 5 P-byggnaden



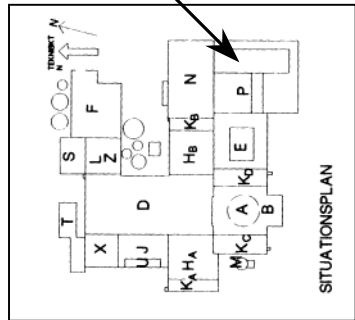
Plan 6 P-byggnaden



Plan 7 P-byggnaden

Plan 5 ligger till grund för den geometri som används i scenarierna i kapitel 8; *Utrymningssäkerhet i kontorsmiljö*

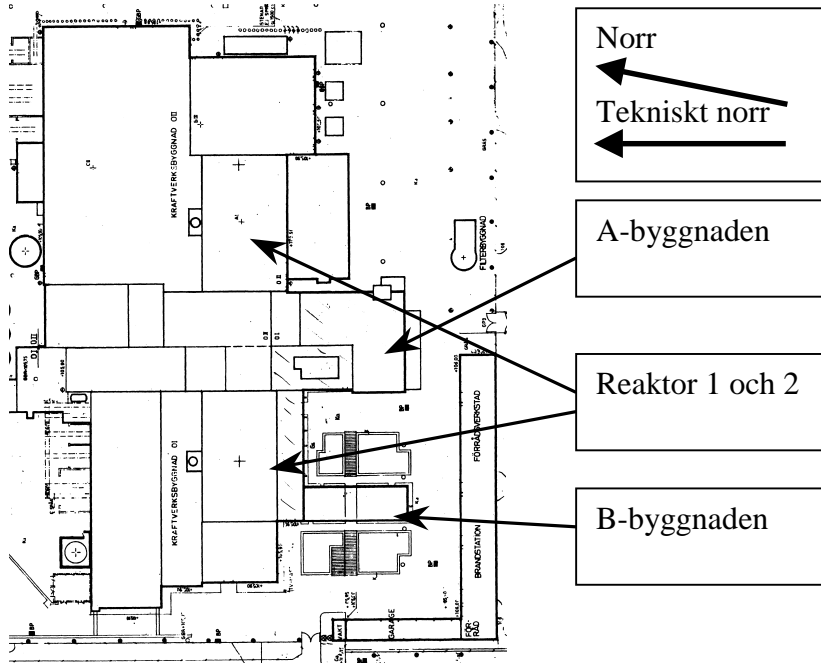
P-byggnaden

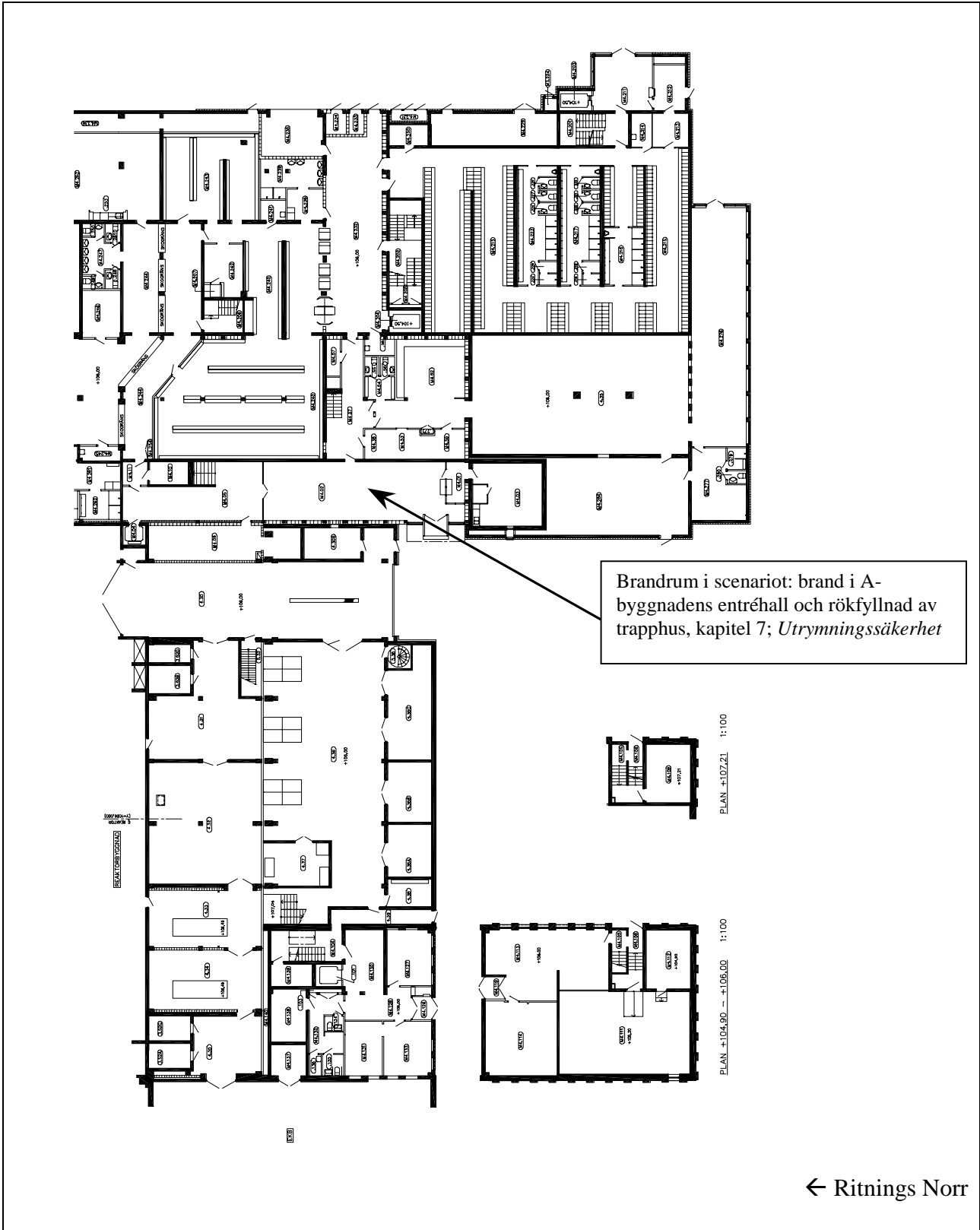


← Ritnings Norr

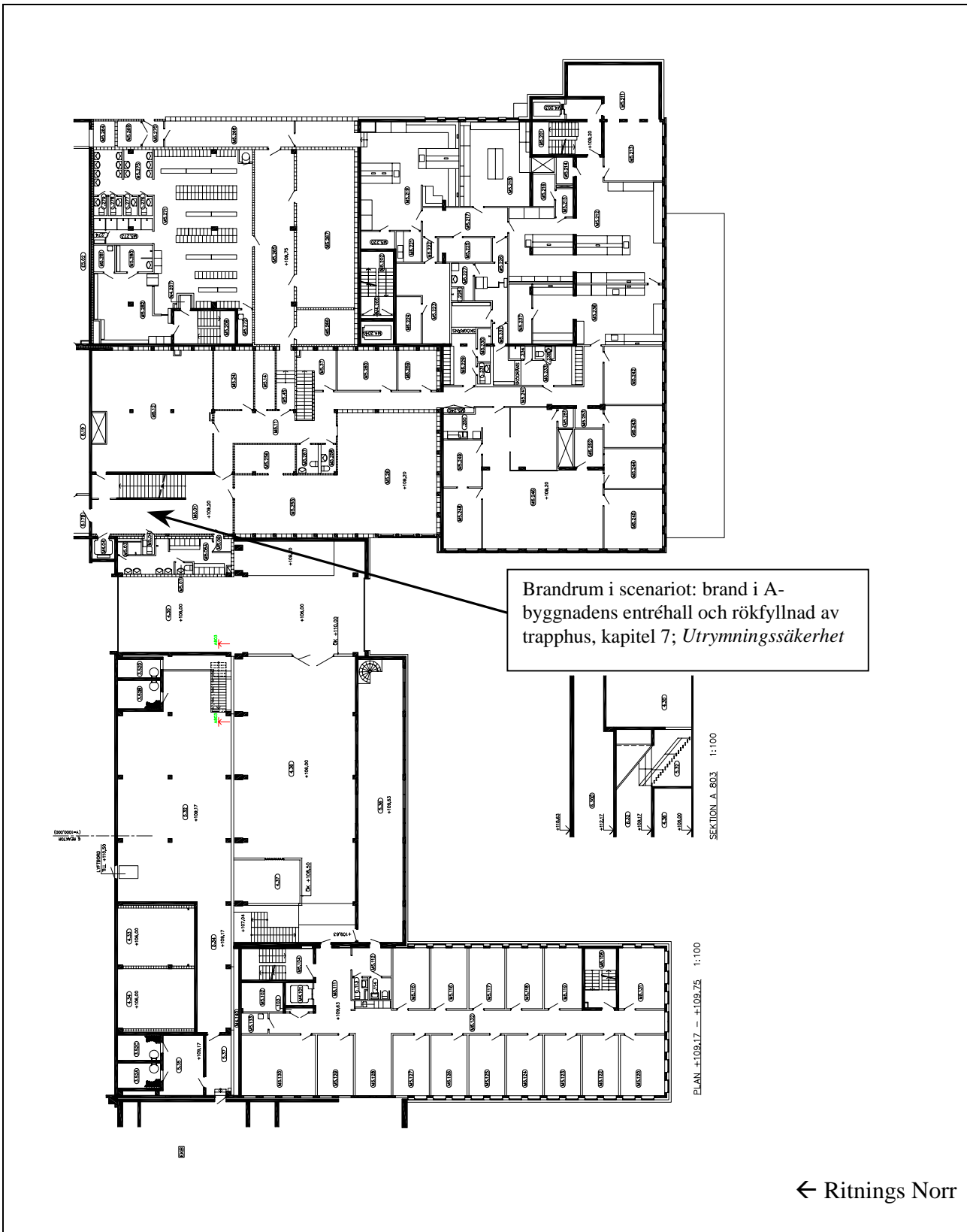
Plan 4,5,6 och 7 P-byggnaden

Situationsplan över A- och B byggnaderna

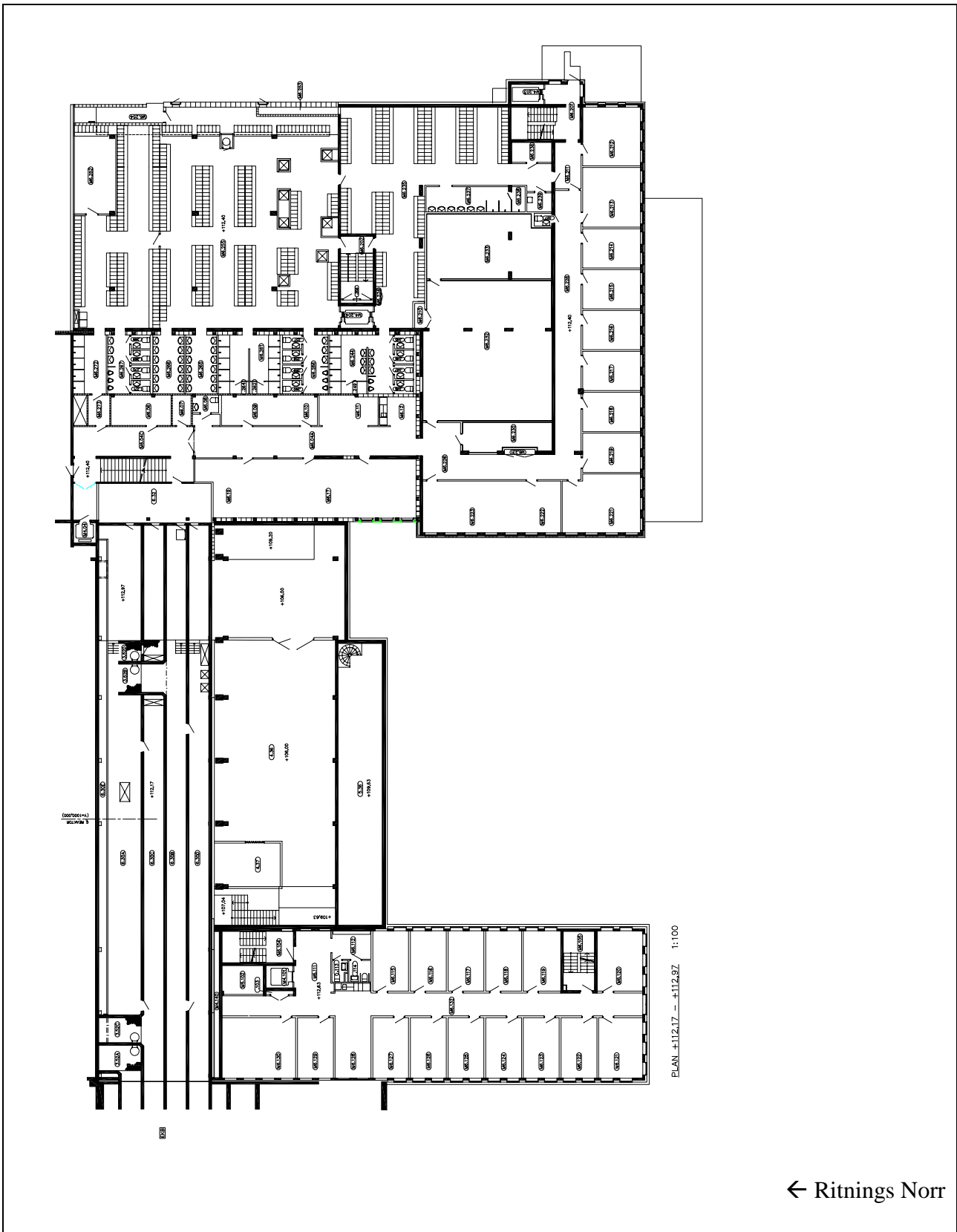




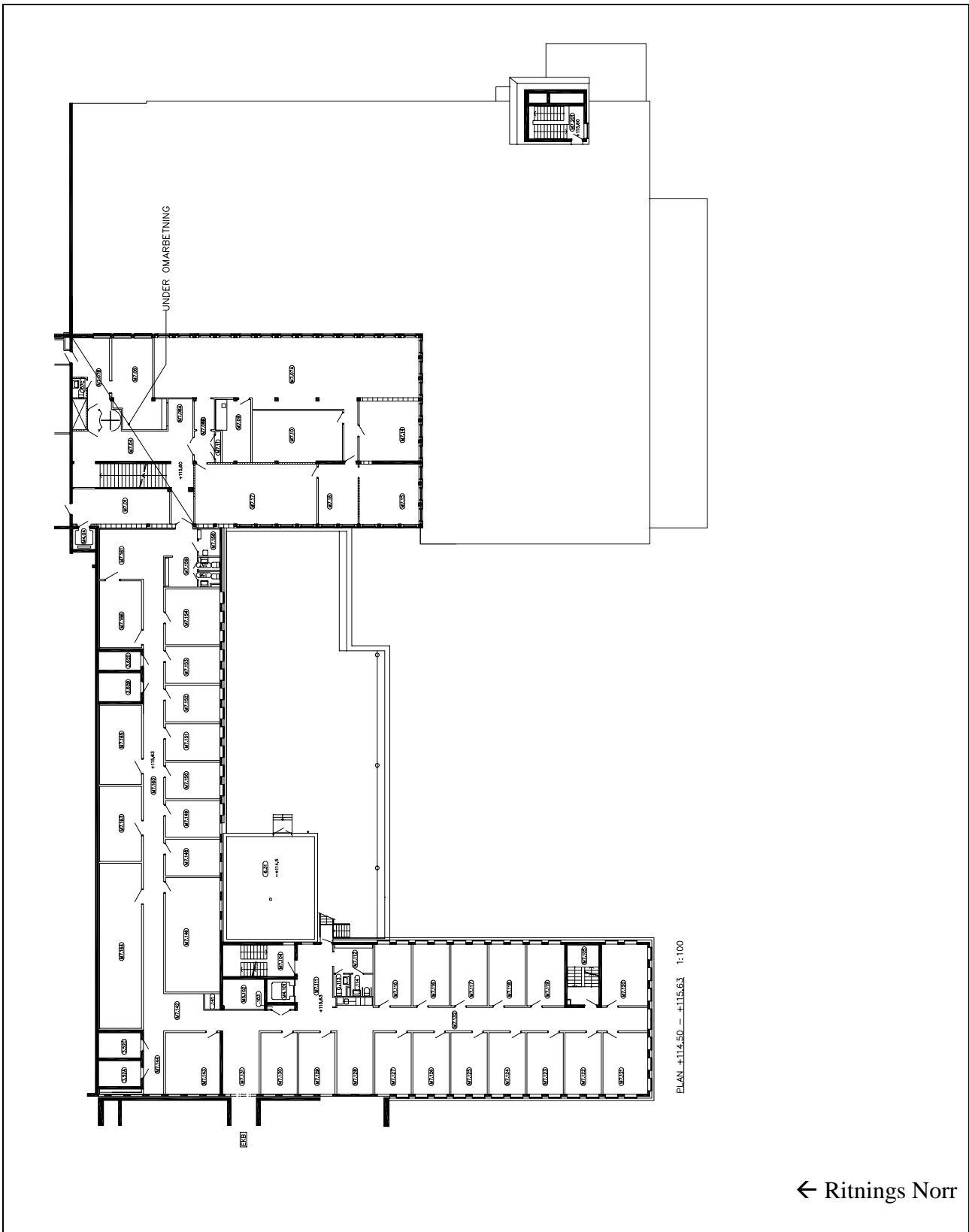
Plan 1 A/B-byggnaden



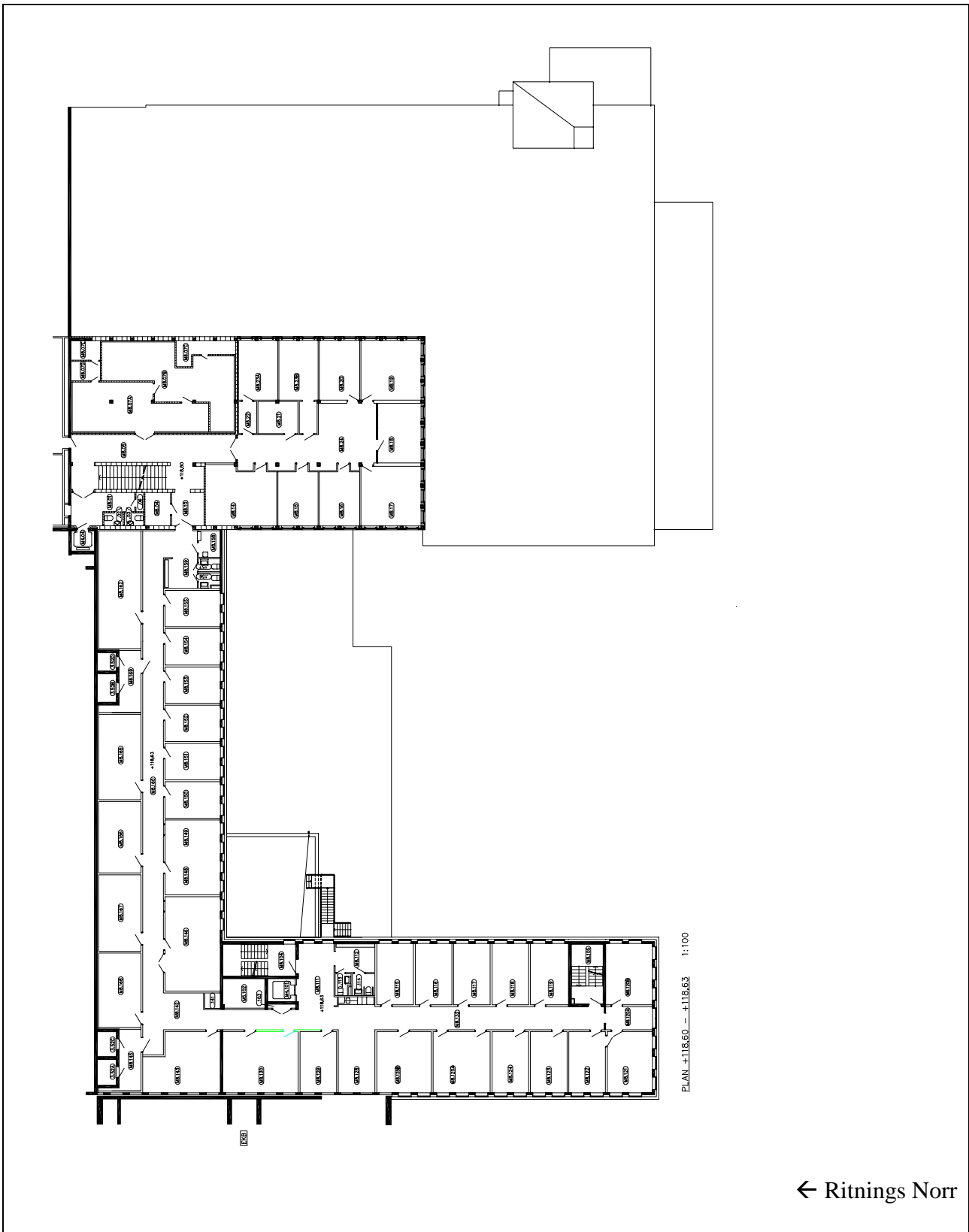
Plan 2 A/B-byggnaden



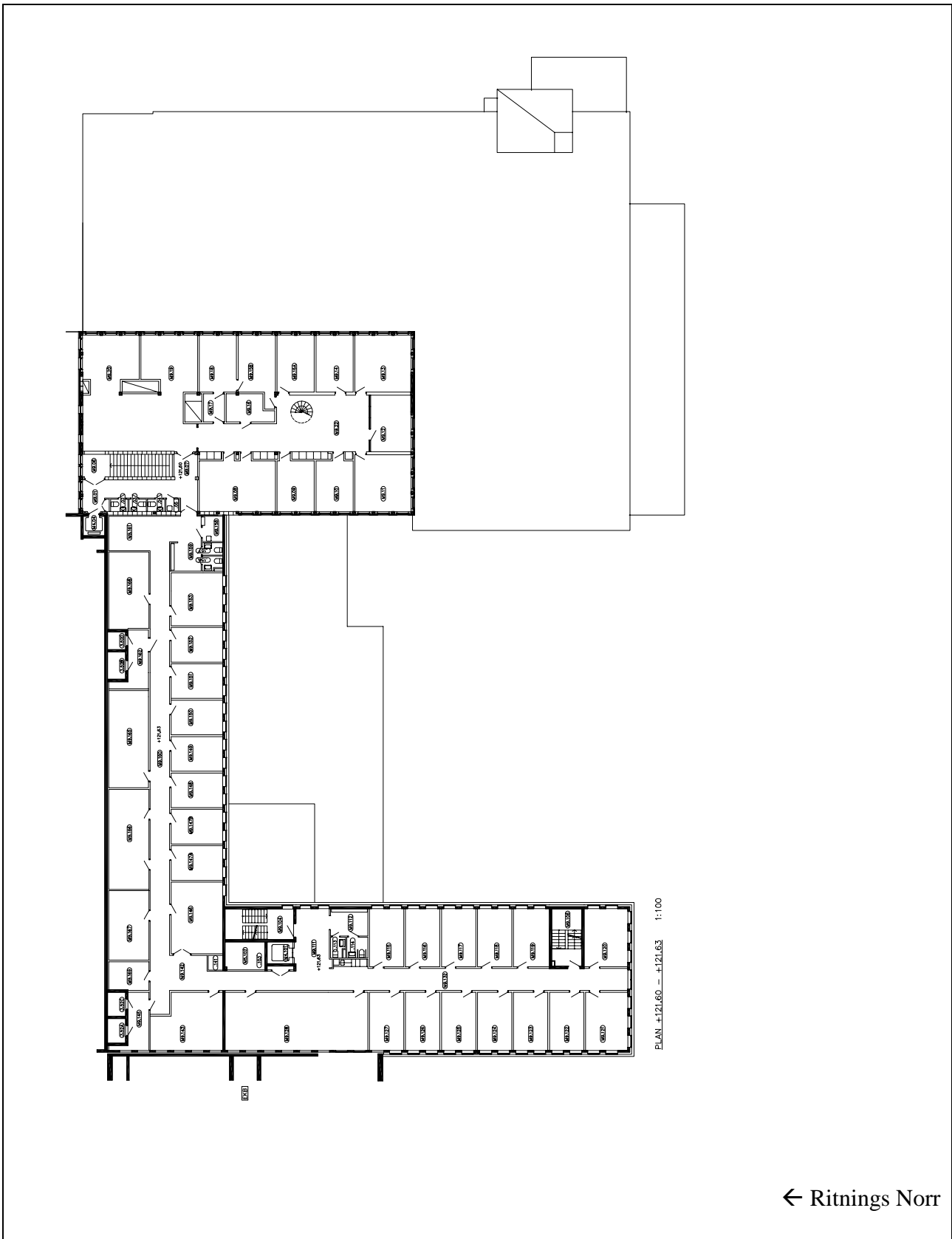
Plan 3 A/B-byggnaden



Plan 4 A/B-byggnaden

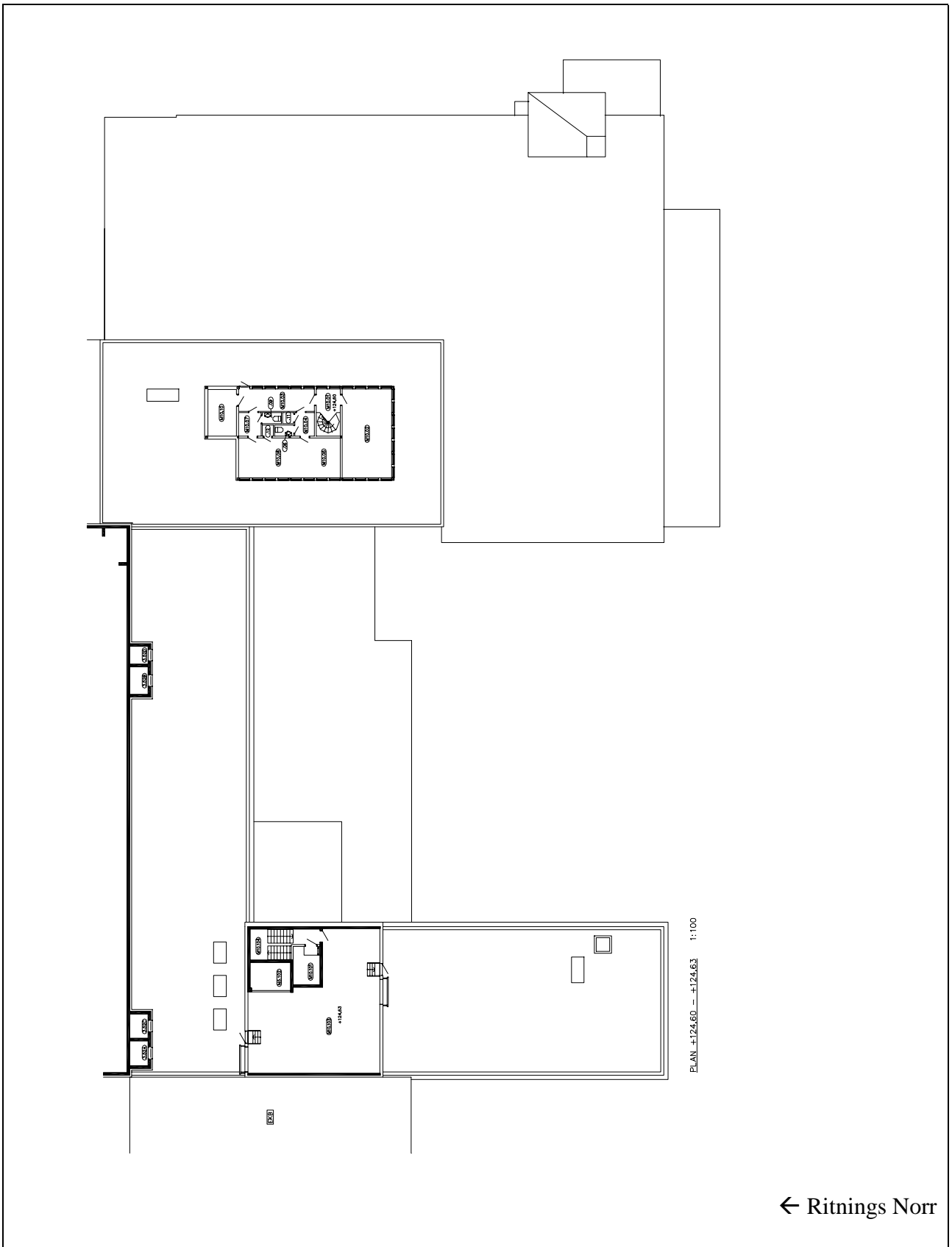


Plan 5 A/B-byggnaden



← Ritnings Norr

Plan 6 A/B byggnaden



Plan 7 A/B byggnaden