

# Brandteknisk riskvärdering

Linnéagården Behandlingshem AB, Gislaved



Brandteknik  
Lunds tekniska högskola  
Lunds Universitet

Rapport 9288, Lund 2006

Av:  
Tobias Erdsjö  
Magnus Hedén  
Ann-Sophie Jakobsson  
Charlotte Lindberg



Brandingenjörsprogrammet  
Lunds Tekniska Högskola  
Box 118  
221 00 Lund  
Telefon: 046-222 73 00  
E-post: brand@brand.lth.se

Department of Fire Safety Engineering  
Lund University  
Box 118  
221 00 Lund, Sweden  
Telephone: +46 46 222 7300  
E-mail: brand@brand.lth.se

**Titel:**

Brandteknisk riskvärdering av Linnéagården Behandlingshem AB i Gislaved

**Title:**

Fire safety evaluation of Linnéagården treatment home AB in Gislaved, Sweden

**Rapport/Report:**

9288

**Av/By**

Tobias Erdsjö  
Magnus Hedén  
Ann-Sophie Jakobsson  
Charlotte Lindberg

Brandingenjörsprogrammet, Lunds Tekniska Högskola, december 2006  
Department of Fire Safety Engineering, Lund University, December 2006

**Antal sidor/Number of pages:**

113 (inkl. bilagor/incl. appendices)

**Sökord:**

Brandteknisk riskvärdering, Linnéagården, Vårdanläggning, Behandlingshem, dimensionerande brand, kritiska förhållanden, Argos, ERM, utrymning, personsäkerhet, brandscenarier.

**Keywords:**

Fire safety evaluation, Linnéagården, Nursing home, Treatment home, design fire, critical conditions, Argos, ERM, emergency evacuation, human safety, fire scenarios.

**Abstract**

This report contains a description of the fire protection status of nursing home Linnéagården in Gislaved, Sweden, with a focus on evacuation possibility for the people living there. The building design is compared to the rules of fire safety implementation in the Swedish building code. Evacuation calculations and simulations are based on the computer programs Argos (smoke spread etc.) and ERM (Time for evacuation of building) and the results are compared to see if the present building design and level of fire protection is sufficient for safe escape in case of fire. An attempt to measure the relative safety of the object has been made using BSV-vård, a method for evaluating the fire safety design of nursing homes. The results have been discussed in detail and suggestions of methods for reducing the risk are presented in this report.

**Språk/Language: Svenska/Swedish**

© Copyright: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lund 2006

Följande rapport är framtagen i undervisningen. Det huvudsakliga syftet har varit träning i problemlösning och metodik. Rapportens slutsatser och beräkningsresultat har inte kvalitetsgranskats i den omfattning som krävs för kvalitetssäkring. Rapporten måste därför användas med stor försiktighet. Den som åberopar resultaten från rapporten i något sammanhang bär själv ansvaret.



## Förord

*Den 20:e maj 2006 går larmet på Räddningstjänsten Gislaved/Gnosjö. Det brinner på Linnéagården. Tre minuter senare lämnar släckbil F751 ifrån deltidstationen i Hestra tätt följd av befälsbil F708. När man ytterligare tre minuter senare anländer till Linnéagården är branden redan släckt. En patient har eldat upp sin badrumsmatta och personalen har själv släckt elden med blöta handdukar. Tre stora fönster har öppnats för att ventileras ut röken och personalen har själv utrymt övre våningsplanet i byggnaden. Patienten som startat branden vägrar emellertid att lämna rummet. För räddningstjänsten återstår bara att sätta in en fläkt för att ventileras ut röken. [Insatsrapport, 2006]*

Under arbetets gång har vi kommit i kontakt med många personer som hjälpt oss med fakta uppgifter och information. Vi tackar personalen på Linnéagården för rundvandringen samt patienterna som låtit oss titta in i rummen för att se hur de bor och bedöma rimlig brandbelastning. Vi tackar också brandingenjör Arne Svärm på Räddningstjänsten Gislaved för att han hjälpte oss vid objektsbesöket (samt bjöd på både frukost och lunch). Våra handledare, Håkan Frantzich och brandingenjör Johan Nilsson, som båda har hjälpt oss och varit ett stort stöd genom hela arbetet.

Slutligen tackar vi Kenneth Sandin för hans eminenta bjälklagskunskaper och Lars Jensen för att han konstaterade att ventilationen sker genom självdrag.

Lund den 10/11 2006



*Figur: Charlotte, Magnus, Ann-Sophie och Tobias utanför Linnéagården*



## Sammanfattning

I rapporten dras slutsatsen att det i dagsläget inte är troligt att samtliga boende hinner utrymma vid ett brandtillbud på Linnéagården. Den begränsande faktorn ligger främst i personalens och de boendes agerande vid brand. Därför rekommenderas i första hand bättre rutiner för utrymning och utrymningsövningar för de boende. Rent brandskyddstekniskt är förutsättningar goda på Linnéagården men för att garantera samtliga boende en säker utrymning behövs genomgripande åtgärder som extra personal nattetid eller boendesprinkler.

Arbetet inleddes med ett objektsbesök på Linnéagården i Gislaveds kommun. Det befintliga brandskyddet i form av släckutrustning, rökdetektorer och brandcellsindelning dokumenterades. Samtidigt undersöktes byggnadens geometri, utformning på dörrar, väggar och bjälklag och tillgången på brännbart material.

Byggnadens aktuella utformning jämfördes med de krav som BBR ställer på en vårdanläggning och rimliga brandscenarier togs fram för att på analytisk väg se om kraven på säker utrymning kunde uppfyllas. Totalt fem tänkbara scenarier togs fram varav de tre som innebar störst sammanlagd risk valdes ut för närmare granskning. Först gjordes simuleringar i Argos efter effektkurvor som baserades på förekomsten av brännbart material vid objektsbesöket. I dessa kan man se hur brandgaslagrets höjd, strålningsvärme etc. förändras över tid och efterhand omöjliggör utrymning. Denna data jämfördes med utrymningsberäkningar gjorda i ERM, ett dataprogram för utrymningsmodellering av vårdanläggningar där tillgång på personal, och inte korridorernas bredd, utgör den begränsande faktorn.

Genom att jämföra utrymningstiden med den simulerade tiden till kritiska förhållanden kunde slutsatser dras om objektets brandsäkerhet. Utifrån resultaten gjordes en helhetsbedömning av utrymningsmöjligheterna på Linnéagården och förslag till förbättringar av brandsäkerheten presenteras i rapporten. En undersökning gjordes också med BSV-vård (Brandskyddsvärdering av vårdanläggningar) som är ett verktyg för att bedöma den relativa säkerheten på vårdanläggningar vad avser brand. Brandskyddsindex för Linnéagården blev 2.9. Metoden säger väldigt lite om de faktiska möjligheterna till utrymning men ger ändå visst underlag till hur brandsäkerheten kan förbättras.

Här redovisas åtgärder som måste utföras eftersom det finns regler eller lagar som kräver det . Dessutom anges förslag som för att utrymningstiden skall kunna förkortas.

- Placera en fast stege till mark på balkongen
- Byta öppningsmekanismer på utrymningsdörrar
- Installera nödbelysning
- Byta ut belysta och efterlyssande skyltar till genomlysta skyltar
- Installera EI 30 dörrar och dörrstängare på alla rum
- Genomföra regelbundna utrymningsövningar

Här redovisas åtgärder som skulle kunna underlätta utrymningen. Dessa åtgärder är dock dyra att genomföra.

- Extra personal nattetid
- Installera talat utrymningsmeddelande
- Installera sprinkler





## Innehållsförteckning:

<b>1 Inledning</b> .....	<b>1</b>
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte.....	1
1.3 Mål.....	1
1.4 Metod.....	1
1.5 Avgränsningar.....	2
<b>2 Objektorientering</b> .....	<b>3</b>
2.1 Byggnad.....	3
2.1.1 Byggnadsklass.....	3
2.2 Verksamhet.....	3
2.2.1 Vårdanläggning.....	4
2.3 Personal.....	4
2.4 Patienter.....	4
<b>3 Befintligt brandskydd</b> .....	<b>5</b>
3.1 Brandlarm.....	5
3.2 Brandceller.....	5
3.2.1 Dörrar.....	6
3.3 Skyltar.....	6
3.4 Ventilation.....	6
3.5 Släckutrustning.....	6
3.6 Nödbelysning.....	6
3.7 Systematiskt brandskyddsarbete.....	7
3.8 Räddningstjänst.....	7
<b>4 Beskrivning av utrymnings- och risksituation</b> .....	<b>8</b>
4.1 Källare.....	8
4.1.1 Utrymningsssituation källare.....	8
4.1.2 Risker källare.....	8
4.2 Bottenplan.....	9
4.2.1 Utrymningsssituation bottenplan.....	9
4.2.2 Risker sällskapsrum.....	10
4.2.3 Risker kök.....	10
4.3 Våning 1.....	11
4.3.1 Utrymningsssituation våning 1.....	11
4.3.2 Risker Rum 11.....	11
4.3.3 Risker korridor.....	13
4.3.4 Risker tvättstuga.....	13
4.4 Vindsvåning.....	14
4.4.1 Utrymningsssituation vindsvåning.....	14
4.4.2 Risker vindsvåning.....	15
<b>5 Brandscenarier</b> .....	<b>16</b>
5.1 Framtagning av effektkurvorna.....	16
5.1.1 Effektkurva scenario sällskapsrum.....	17
5.1.2 Effektkurva scenario rum 11.....	18
5.1.3 Effektkurva scenario korridor.....	19
5.1.4 Effektkurva scenario korridor med snabbare effektutveckling.....	20
5.2 Beräkning av aktiveringstid för larmdetektorer.....	21
5.3 Kritiska förhållanden.....	21
5.4 Modellerade brandförlopp i Argos.....	22
5.4.1 Simulering rum 11.....	22

5.4.2 Simulering i korridor .....	22
5.4.3 Simulering i sällskapsrum .....	22
5.4.4 Brand i korridor med högre effektutveckling .....	22
<b>6 Utrymning.....</b>	<b>23</b>
6.1 Utrymningsituation.....	23
6.2 Utrymning vid brand .....	23
6.3 Varseblivningstid .....	23
6.4 Besluts- och reaktionstid .....	23
6.5 Förflyttningstiden.....	24
6.6 Utrymningsscenarier .....	24
<b>7 BSV-vård.....</b>	<b>25</b>
<b>8 Resultat.....</b>	<b>26</b>
8.1 Aktiveringstid av larmdetektorer.....	26
8.2 Argos .....	27
8.3 Utrymningstider .....	31
8.4 Tolkning av resultat .....	33
8.5 BSV Vård.....	35
<b>9 Åtgärdsförslag .....</b>	<b>36</b>
9.1 Åtgärder som skall genomföras .....	36
9.2 Förslag på åtgärder som bör genomföras för att förbättra brandskyddet.....	36
<b>10 Validering av åtgärdsförslag .....</b>	<b>37</b>
10.1 Validering av åtgärdsförslag som skall genomföras .....	37
10.2 Validering av åtgärder som bör genomföras.....	39
<b>11 Diskussion .....</b>	<b>41</b>
<b>12 Slutsatser .....</b>	<b>42</b>
<b>13 Referenser .....</b>	<b>43</b>
<b>Bilaga 1: Ritning över Linnéagården.....</b>	<b>44</b>
<b>Bilaga 2: Länsstyrelsen beslut 1987-12-04 .....</b>	<b>49</b>
<b>Bilaga 3: Länsstyrelsen beslut 1992-09-17 .....</b>	<b>53</b>
<b>Bilaga 4: Statistik.....</b>	<b>55</b>
<b>Bilaga 5: Framtagning av effektkurvor .....</b>	<b>57</b>
<b>Bilaga 6: Strålningsberäkningar .....</b>	<b>60</b>
<b>Bilaga 7: Beräkning med Detact T2 .....</b>	<b>62</b>
<b>Bilaga 8: Argos .....</b>	<b>65</b>
<b>Bilaga 9: Övertändningsberäkningar .....</b>	<b>89</b>
<b>Bilaga 10: ERM.....</b>	<b>92</b>
<b>Bilaga 11: BSV Vård .....</b>	<b>97</b>

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Denna rapport är en del i kursen BTR, Brandteknisk Riskvärdering. Kursen är på 10 poäng och ges av avdelningen för Brandteknik vid LTH i Lund. En stor del av kursen är detta problembaserade grupparbete som resulterar i en rapport om utrymningssäkerheten hos Linnéagården AB. Detta arbete genomförs till stor del av studenterna själva men med hjälp av handledare från både brandteknik och räddningstjänsten i Gislaved.

## 1.2 Syfte

Syftet med denna rapport är att analysera brandsäkerheten och då framförallt med fokus på personskyddet. Arbetet genomförs i utbildningssyfte.

## 1.3 Mål

Att undersöka och redogöra för eventuella brister i objektet. Åtgärdsförslag som kan hjälpa till att förbättra brandskydd och underlätta utrymning presenteras.

## 1.4 Metod

Arbetet inleddes med ett platsbesök på objektet i Gislaved där intervjuer med personal, patienter och lokal räddningstjänst genomfördes. I samband med besöket gjordes också en brandskyddsinventering av byggnaden. En avstämning mot ritningarna och uppmätning av dörrar och fönster samt kontroll av befintlig brandskyddsutrustning utfördes. Utifrån platsbesöket, intervjuer och statistik togs förslag till troliga brandscenarier fram.

Med utgångspunkt ur de framtagna scenarierna och litteraturstudier upprättades troliga effektkurvor. Dessa applicerades sedan i datorprogram för att simulera brandgasspridningen i byggnaden. Detta gjordes i Argos. Utrymning av byggnaden simulerades i ERM. Genom att jämföra tiden till kritiska förhållanden med tiden det tar att utrymma byggnaden i ERM kunde slutsatser dras om huruvida utrymning kan ske med acceptabel risk för personal och patienter.

Som komplement till simuleringarna i Argos och ERM användes BSV-vård för att utvärdera den relativa risken för objektet. Metoden fungerar främst som en slags checklista och ger en fingervisning om vad som behöver förbättras.

Diskussion kring resultaten hölls i gruppen och förslag till tänkbara förbättringar upprättades. Resultaten av arbetet redovisas slutligen i aktuell rapport kompletterat med ett seminarium december 2006.

### **1.5 Avgränsningar**

I denna rapport har gruppen bara tagit hänsyn till vad som sker vid en utrymning inom husets väggar. Det innebär att så fort personen har lämnat huskroppen så anses den i denna rapport vara utom fara och då även i säkerhet. Naturligtvis är detta en förenkling eftersom det beroende på vilken utrymningsväg som används finns en mängd olika saker som kan påverka personens hastighet och väg till den bestämda återsamlingsplatsen utanför huset.

Ingen hänsyn till egendomsskydd tas i denna rapport.

Ventilationssystemet i denna byggnad antas vara så kallat självdrag. Denna bedömning är gjord utifrån studiebesöket och i samråd med Lars Jensen. Byggnaden saknar ventilationsritningar.

Toxicitet för människor har ej tagits med i beaktandet av utrymningskriterier.

## 2 Objektorientering

### 2.1 Byggnad

Linnéagården byggdes i början av 1900-talet och år 1918 invigdes byggnaden som turisthotell. Idag används byggnaden som vårdanläggning och verksamheten drivs i privat regi, sedan år 1988, av verksamhetschefen Olle Svensson. Byggnaden är belägen i samhället Hestra (Gislaveds kommun), ca 200 meter från centrum. Byggnaden ligger ca 100 meter ifrån järnvägen.

Huset är ett trevåningshus byggt i trä, med fasad av eternitplattor. Källaren är utförd i betong. Huset inrymmer två boendeplan, inredd vind och källare (se bilaga 1 för ritning över huset).

Källare:	Här återfinns pannrum och rum som inrymmer kyl och frys.
Bottenplan:	Gemensamma utrymmen såsom sällskapsrum och matsal. Även två patientrum och kök.
Våning 1:	Patientrummen, tvättrum och torkrum.
Vindsvåning:	Konferensutrymme, kontor och rum avsett för personal och öronakupunktur. Finns även förvaringsförråd.

Totalt har huset 14 patientrum, varav ett får lov att användas som dubbelrum (rum nr 10, se bilaga 2 Länsstyrelsen beslut 1987-12-04).

#### 2.1.1 Byggnadsklass

På grund ut av att byggnaden har tre våningar så klassificeras den i klass Br1 enligt Boverkets byggregler. Då patienterna anses ha nedsatt förmåga att själva sätta sig i säkerhet vid brand stärks denna bedömning.

[Brandskyddshandboken, 2005]

### 2.2 Verksamhet

På Linnéagården behandlas patienter i åldern 20-60 år med psykiatriska problem, psykiska funktionshinder och därtill knutna sekundära diagnoser. Problem som behandlas är t.ex. gravida med psykiska problem, Damp/ADHD, personlighetsstörningar, dubbeldiagnoser och psykoser. Att patienterna har någon av dessa diagnoser kommer att beaktas då det kommer till utrymningssituationer senare i rapporten. Problem de är mindre bra på är missbrukarproblem, åldersdemens och fysiskt handikappade. Det senare på grund av att byggnaden inte är utformad för att kunna ta emot dessa patienter. Linnéagården är ett tillfälligt boende som är till för att förbereda patienten för livet utanför. Patienten ska lära sig att hantera sin sjukdom på ett bättre sätt och till slut kunna klara av någon form av eget boende. Behandlingen är målinriktad och delas in i tre olika steg vilka är: Behandling på hemmet, utslussnings- och utskrivningsfas. Tiden patienten beräknas vara på vårdanläggningen är ca ett och ett halvt år.

### **2.2.1 Vårdanläggning**

Huruvida byggnaden ska klassas som en vårdanläggning eller särskilt boende för personer med vårdbehov är en tolkningsfråga. Linnéagården kan anses vara något av ett gränsfall. Då det gäller särskilt boende för personer med vårdbehov har de boende ofta egna bostadsutrymme där det bl.a. finns möjlighet att laga mat på egen hand. Detta kräver klart högre krav på brandskyddet. De har vidare egna kontrakt på sitt boende och personalen behöver inte bo i anslutning till vårdtagarna. På Linnéagården har patienterna ingen tillgång till köket utan all mat värms av personal. Patienterna har inga fysiska hinder och dagtid finns personal tillgänglig hela tiden. Vid en nybyggnation kunde man eventuellt fundera på att bygga huset enligt krav för särskilt boende, men med aktuella förutsättningar känns det fullt rimligt att kravet på brandskydd ställs enligt regler för vårdanläggning. Detta styrktes ytterligare efter kontakt med Boverket. Verksamheten som Linnéagården bedriver kan vidare liknas vid sjuk- och socialvård.

### **2.3 Personal**

Vårdanläggningen har 17 anställda med olika vårdrelaterade utbildningar. Här finns läkare, psykoterapeut, sjuksköterska, 1e skötare i psykiatrisk vård och behandlingspedagog.

Anläggningen är bemannad dygnet runt enligt följande:

Måndag till fredag:	Lördag till söndag:
07.00-16.00 7-8 anställda	07.00- 22.00 2 anställda
16.00-22.00 2 anställda	22.00- 07.00 1 anställd (vaken)
22.00-07.00 1 anställd (vaken)	

Klockan 16.00- 07.00 har en anställd jour.

### **2.4 Patienter**

Patienterna på Linnéagården är i varierande ålder och har olika diagnoser. Nuvarande patienter behandlas för bl.a. borderline, schizofreni och dubbeldiagnoser. Det är ett fritt boende så patienterna kan komma och gå som de vill under dagtid. Detta innebär alltså att inga dörrar låses. På kvällen ska patienterna vara inne på Linnéagården senast klockan 22.00. De bor i ett eget rum där de kan välja att inreda själva eller bo med möblemanget som finns från början.

### **3 Befintligt brandskydd**

Nedan följer en kort redogörelse för Linnéagården befintliga brandskydd. Avslutningsvis följer en inventering av den lokala räddningstjänstens arbete och en betraktelse kring det systematiska brandskyddsarbetet.

#### **3.1 Brandlarm**

Brand i byggnaden detekteras med rök eller värmedetektorer. Dessa täcker in hela byggnaden och finns i alla rum, korridorer och lagringsutrymmen. I korridorer, sällskapsutrymmen och patientrum finns rökdetektorer medan detektion i huvudsak sker genom värmedetektion i de trängre förrådsutrymmena, vindsvåningen och på toaletterna.

Brandlarmet är automatiskt och kopplat direkt till lokal räddningstjänst. Ingen larmlagring förekommer. Centralapparaten är placerad vid huvudentrén och kan adressera larm till en viss sektion av byggnaden. Vid larm finns interna rutiner utarbetade för personalens agerande.

Brand- och personlarm kontrolleras var 6:e vecka. Den första veckan i varje kvartal sker en större kontroll av brandlarmets funktion. Provlarmen kvitteras med datum och signatur i kontrolljournal för brandlarm.

Utrymningslarmet är integrerat med brandlarmet. Varningssignalen ljuder som en ringklocka.

#### **3.2 Brandceller**

Befintlig brandklassning

Dörrarna i trapphusen är utrustade med självstängare och utförda i brandskyddsklass EI 30. Bjälklagen mellan våningsplanen antas kunna klara kraven för EI 60. Även bjälklagen i källarplan och vindsvåning antas klara kraven för EI 60 [K. Sandin, personlig kommunikation, 14 november, 2006].

Väggarna består av dubbla gipsskivor och förutsätts uppfylla brandklass EI 30

Krav

I en Br1 byggnad ska brandceller skiljas från varandra i minst EI 60. Dessutom ska det på vårdanläggningar göras ytterligare uppdelningar i lägst klass E 30 mellan enskilda patientrum och korridoren.

Även om vissa av patientrummen är utrustade med EI 30 dörrar kan inte kraven för Br1 anses uppfylla då inget generellt byte av dörrarna har gjorts.

Kraven för en Br1 byggnad uppfylls inte. Därför ska en analytisk dimensionering genomföras för att se om säker utrymning kan ske.

### 3.2.1 Dörrar

Dörrarna som används för brandcellsindelning är försedda med automatisk dörrstängare som utlöser vid larm. Vid platsbesöket kontrollerades magnet och stängningsmekanism (figur 1) på dessa dörrar och fungerade då tillfredställande.



Figur 1. Automatisk dörrstängare

### 3.3 Skyltar

Utrymningsvägarna är i regel tydligt utmärkta. På vindsvåningen saknas dock helt utmärkning av utrymningsvägen genom fönstret i terapirummet och för vägen ner till bottenvåningen. Skyltarna är moderna och i de flesta fall bakgrundsbelysta (vilket är att föredra för bästa varseblivning). På något ställe förekommer också skyltar av efterlysande karaktär. Skylten (figur 2) som anger utrymningsväg från våning ett ner till bottenplanet är belyst med en vanlig glödlampa.



Figur 2. Utrymningsskylt

### 3.4 Ventilation

I byggnaden finns inget aktivt ventilationssystem för brandgaser. Ventilationssystemet på Linnéagården är så kallat självdragsventilationssystem, S-system. [L. Jensen, personlig kommunikation, 12 oktober, 2006] Självdragssystem är traditionellt uppbyggda med separata ventilationsrör som leder ut i det fria och därför antas att ingen brandgasspridning sker genom självdragssystemet.

### 3.5 Släckutrustning

Den släckutrustning som finns tillgänglig består av brandsläckare och släckfilt. Alla brandsläckare var kontrollerade inom rätt tidsintervall.

### 3.6 Nödbelysning

Nödbelysning saknas i byggnaden.



Figur 3. Uppsättning av brandsläckare och brandfilt i korridor



### **3.7 Systematiskt brandskyddsarbete**

Enligt lagen om skydd mot olyckor skall verksamheter som vårdanläggning etc. bedriva någon form av systematiskt brandskyddsarbete. Detta gäller även för Linnéagårdens verksamhet. Systematiskt brandskyddsarbete kan röra sig om exempelvis utbildning av personal och rutiner för utrymning. Vid platsbesök på Linnéagården kontrollerades bland annat dokument kring personalens brandskyddsutbildning och upprättade rutiner för personalens agerande vid brand.

I personalen finns en person som är brandskyddsansvarig och därmed ansvarar för att hålla personalen uppdaterad när det gäller brandskyddet i byggnaden. Denna person får åka på externa utbildningar för att sedan utbilda resten av personalen. Hela personalen har deltagit i en tvådagars brandutbildning med Gislaveds räddningstjänst. Denna utförs med jämna mellanrum. Alla som anställs vid Linnéagården får genomgå en brandutbildning. I rapporten ligger fokus dock på utrymningsförhållanden då branden nått en utbredning utanför personalens kontrollmöjligheter. Då personalens eventuella släckinsats har misslyckats och ett behov av utrymning av byggnaden har uppstått.

### **3.8 Räddningstjänst**

Linnéagården ligger inom det geografiska området som Räddningstjänsten Gislaved-Gnosjö ombesörjer. Samhället Hestra har en egen deltidstation. Brandmännen har fem minuter på sig att ta sig till stationen (oftast infinner de sig på kortare tid) efter de har fått larm till sina personsökare. Därefter tar transporttiden två till tre minuter till Linnéagården. Detta innebär att en första insats kan påbörjas efter cirka åtta minuter. Vid ett automatlarm från Linnéagården skickas en styrka, från Hestra, på ett befäl och fyra brandmän. Förstärkning tillkommer från Gislaved efter cirka 10 till 15 minuter. Denna består av en insatsledare, en styrkeledare och tre brandmän. Vårdanläggningen är centralt beläget och det finns fri väg fram till objektet samt möjliga uppställningsplatser för uttryckningsfordon i anslutning till byggnaden.

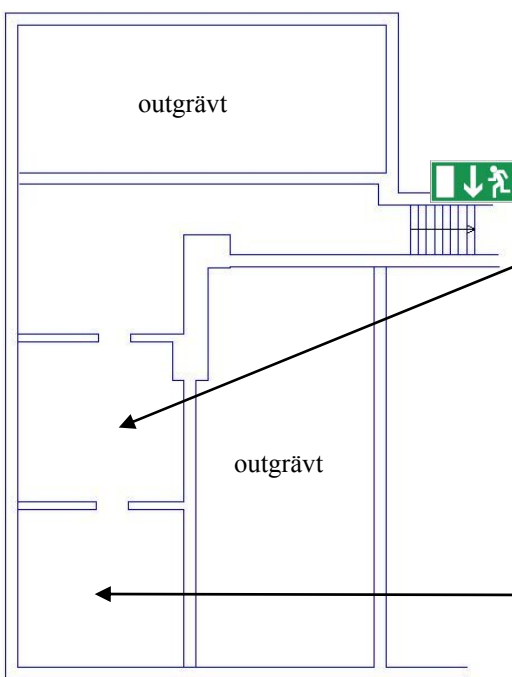
## 4 Beskrivning av utrymnings- och risksituation

I detta kapitel beskrivs utrymnings- och risksituationen våning för våning med början från källaren och uppåt genom huset.

### 4.1 Källare

#### 4.1.1 Utrymningsssituation källare

Källaren har en utrymningsväg. Oljepanna, oljetank och material finns i källaren där vanligtvis ingen uppehåller sig.



Figur 6. Ritning över Källare



Figur 4. Oljepanna.



Figur 5. Oljetank, lagringsutrymme.

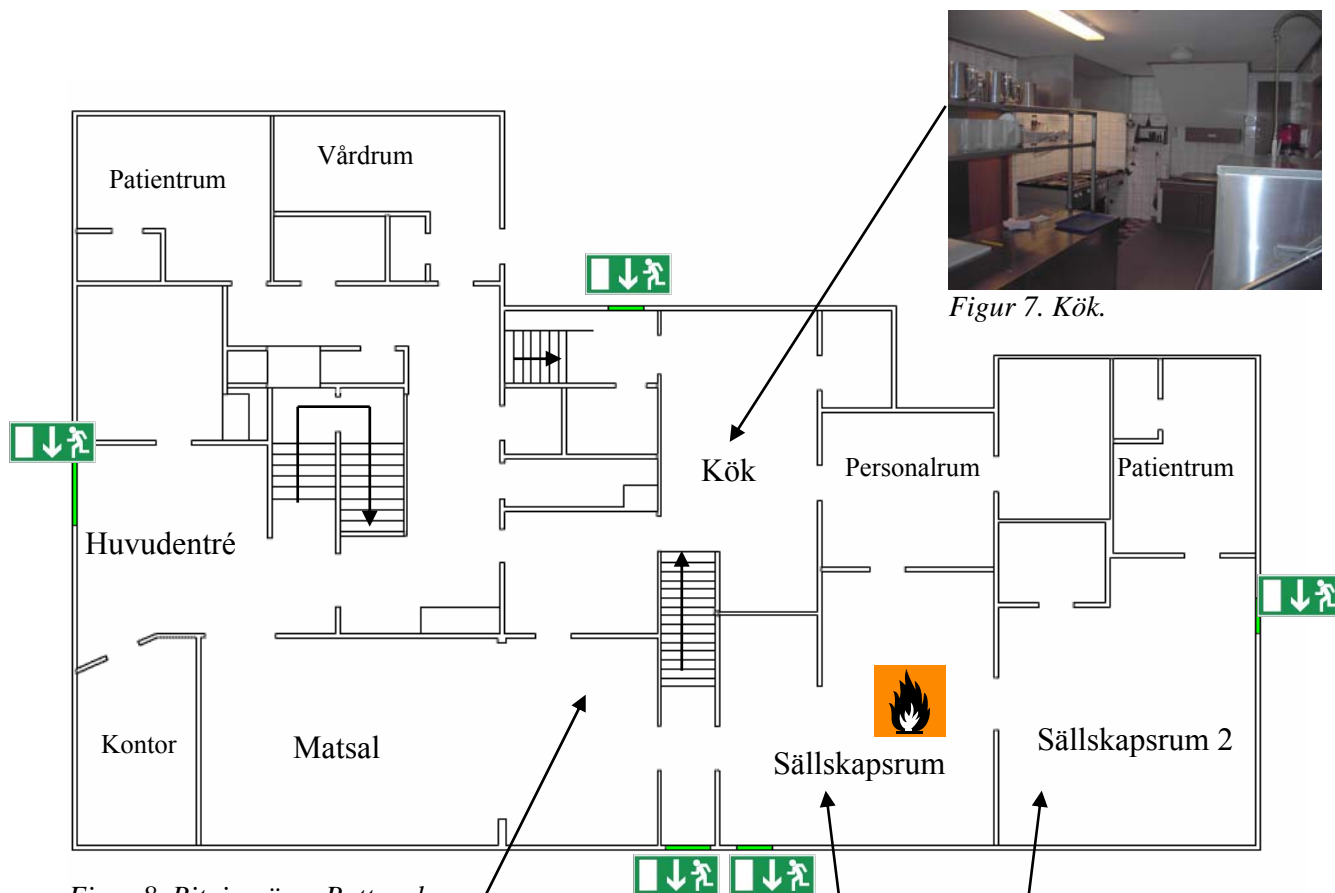
#### 4.1.2 Risker källare

Trots att det finns både oljetank samt en hel del lagrat material i detta utrymme, som skulle kunna brinna ordentligt om det uppstod en brand här, så anses det inte finnas några rimliga brandscenarion som kommer att påverka en utrymning eller personsäkerheten i någon större omfattning. Detta beror till största delen på att inga människor vistas i denna del av huset under några längre stunder eller med regelbundenhet. Dessutom är källaren helt byggd i betong med rejäla ståldörrar mellan rummen. Dessa dörrar är även utrustade med fjädrar så att de inte blir stående i öppet läge. Allt detta gör att en eventuell brand inte kommer att spridas speciellt fort genom någon av dessa byggnadsdelar. Alla utrymnen i källaren är också utrustade med branddetektorer så att en brand kommer att upptäckas snabbt. Med tanke på detta så kommer en brand i källaren, med stor sannolikhet, att kunna hanteras av räddningstjänsten innan den sprids till övriga huset.

## 4.2 Bottenplan

### 4.2.1 Utrymningsituation bottenplan

Bottenplanet har fem utrymningsvägar. En av dessa fem dörrar är låst och försedd med kåpa. De andra fyra dörrarna har vanligt handtag samt vred och är under dagtid ej låsta. Utrymningsvägen via köket är den som även utnyttjas ifrån källaren. För att komma till kökets utrymningsväg måste personalen låsa upp dörrar som leder till köket, då patienterna ej får befinna sig i denna del av byggnaden. I simuleringarna bortses från köket som utrymningsväg.



Figur 7. Kök.

Figur 8. Ritning över Bottenplan



Figur 9. Matsal.



Figur 10. Sällskapsrum.



Figur 11. Sällskapsrum 2.

#### 4.2.2 Risker sällskapsrum

En brand i sällskapsrummet kan blockera utrymningsvägar och försvåra utrymning. En tänkbar risk kan vara anlagd brand eller att någon struntat i rökförbudet och tagit med sig en cigarett in, elfel i TV eller dylikt. Scenariot har valts därför att det är ett rum i vilket det dagtid vistas mycket folk och som även ligger nära utrymningsvägen mot terrassen.

*Brand i detta rum simuleras i Argos.*



Figur 12. Möblering i sällskapsrum

#### 4.2.3 Risker kök

Av alla bränder i allmänna byggnader under 2004 så startade ca 13 % (213 st, se bilaga 4) av bränderna i spisen och således i köket. Så köket är normalt sett en ganska vanlig plats för en initial brand.

På Linnéagården lagar man dock inte någon egen mat utan värmer bara maten som levereras från ett annat ställe. Så just den siffran speglar nog inte riktigt situationen i denna rapport. Även om kaffebryggare samt övriga köksföremål har varit startföremål i några bränder så får man nog anse att det inte är så troligt att en brand på Linnéagården startar i köket.



Figur 13. Kök med inredning

Dessutom borde en brand i köket inte påverka utrymningsmöjligheterna i någon större omfattning eftersom inga patienter har tillgång till köket och ingen ordinarie utrymningsväg för patienterna går igenom det heller. Det finns en utrymningsväg för dem som jobbar i köket men om dessa ska utrymma denna väg så får man anta att det är under ordinarie arbetstid och att de då har uppfattat branden när den startar. Detta scenario har alltså bedömts som ganska osannolikt och därför utförs inte några beräkningar på detta.

## 4.3 Våning 1

### 4.3.1 Utrymningsituation våning 1

Våning 1 har fyra utrymningsvägar, varav två leder ut i det fria och två via trappor till bottenvåningen. Den ena utrymningsvägen ut i det fria leder ut på en balkong. Balkongräcket är beläget över 2 m ovanför mark och ingen steg finns för att komma ner till markplan. Räddningstjänsten behöver därför hjälpa till med utrymningen via balkongen. Utrymningsvägen längst bort i korridoren består av en låst dörr med kåpa över vredet. Det har visats sig att svårigheter uppstår då kåpan skall avlägsnas. Även vred anses besvärliga att använda [Brandskyddshandboken, 2005]. På andra sidan dörren finns trappa ner till marken. I en av korridorerna som leder till utrymningsväg finns lite möblemang som ej anses förhindra utrymningen.



Figur 14. Låst dörr med kåpa över vredet

### 4.3.2 Risker Rum 11

Detta rum får anses representera ett normalt patientrum på Linnégården. Det finns totalt 16 rum i detta hus som har ungefär samma geometri och inredning. Det kan därför antas att detta scenario kommer se ungefär likadant ut oavsett vilket patientrum som brinner.

Scenariot med rumsbrand har valts eftersom anlagd brand är det vanligaste brandscenariot för vårdboende (Se statistik i bilaga 4).

*Brand i detta rum simuleras i Argos.*



Figur 15. Möblering i Rum 11



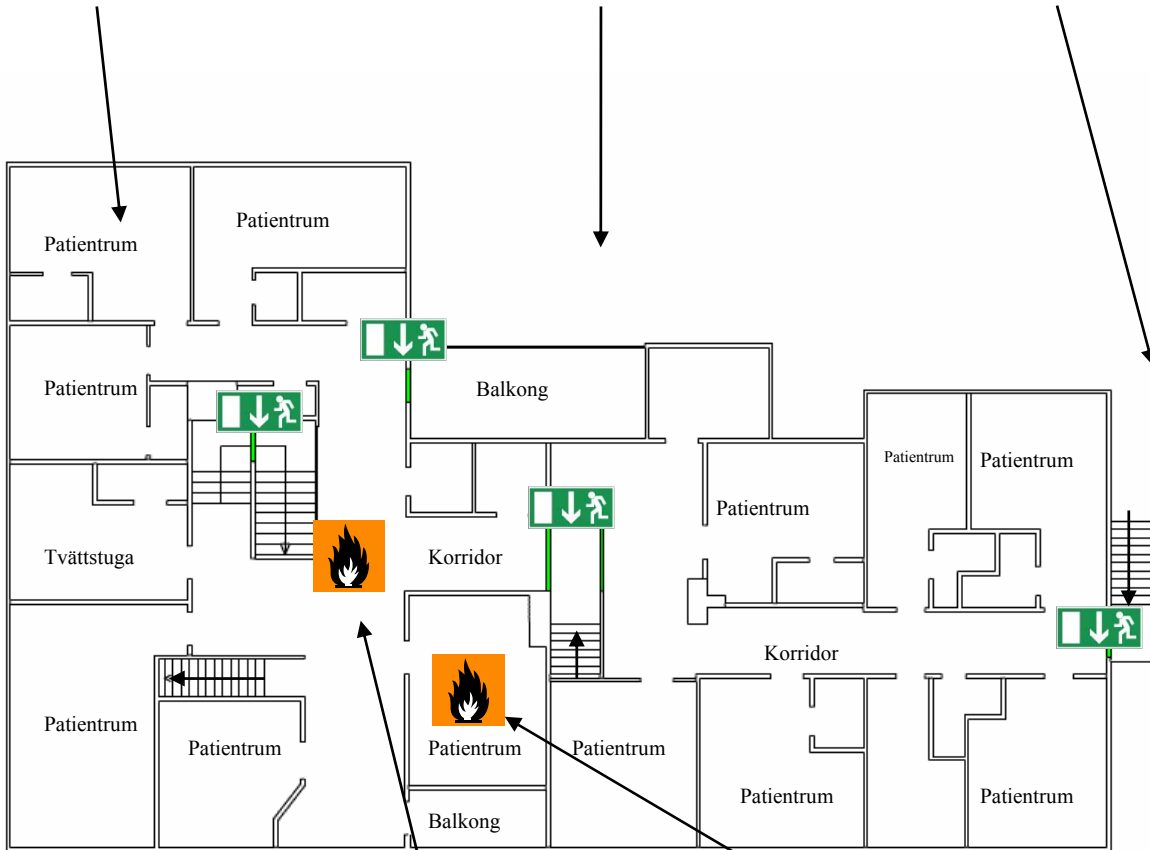
Figur 16. Rum 16.



Figur 17. Fasad baksida



Figur 18. Utrymningsväg, fasad



Figur 19. Ritning över Våning 1



Figur 20. Fasad med ingång.



Figur 21. Korridor.



Figur 22. Rum 11.

### 4.3.3 Risker korridor

Här är antagligen den största risken att en anlagd brand startas i de två fåtöljerna i korridoren. Denna brand kan antas försvåra och eventuellt blockera utrymning genom såväl vådringsbalkongen och trapphuset ner till huvudentrén. Tre av rummen på detta våningsplan riskerar i så fall att bli helt avskurna från utrymningsmöjlighet.

*Brand i detta rum simuleras i Argos.*



Figur 23. Möblering i Korridor

### 4.3.4 Risker tvättstuga

Detta scenario har bedömts som ganska osannolikt och beskrivs därför enbart med text. Det understöds därför inte heller med någon beräkning.

Det enda stället en anlagd brand kan starta i just detta utrymme är i en tvättmaskin eftersom Linnéagården inte har någon torktumlare eller något torkskåp. Detta är inte så sannolikt eftersom det under år 2004 (se bilaga 4) endast var 16 st bränder dvs. ca 1 % av bränderna som startade i en tvättmaskin.

I och för sig skulle en brand i tvättstugan kunna bli ganska stor om den fick pågå under en längre tid, med tanke på alla kläder som kan finnas i rummet vid en brand. Sannolikheten för att en brand ska uppstå är som störst när tvättmaskinen är i drift dvs under dagtid. Detta kommer att underlätta en utrymning och eventuell släckning av branden eftersom personalstyrkan är som störst då.

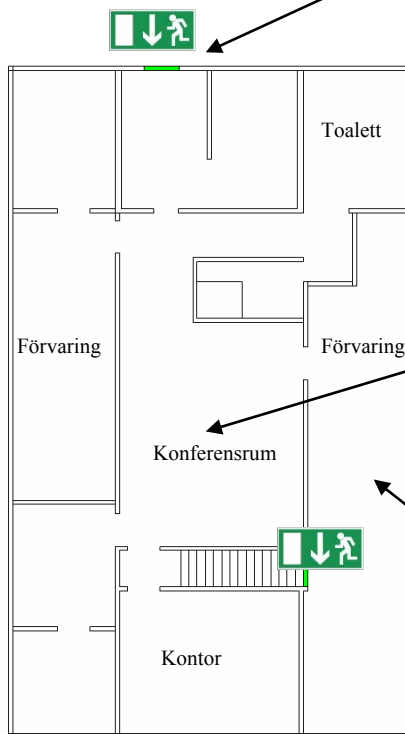


Figur 24. Tvättstuga

## 4.4 Vindsvåning

### 4.4.1 Utrymningsituation vindsvåning

På vindsvåningen finns två av varandra oberoende utrymningsvägar, varav en leder till våning 1 och den andra leder direkt ut i det fria. Denna utrymningsväg sker via fönster. Utanför fönstret finns en liten plattform med räcke runt samt steg ner med fallräcke om (se figur 25). Vägledande markeringar saknas helt på denna våning.



Figur 28. Ritning över Vindsvåning



Figur 25. Utrymningssteg från vind.



Figur 26. Konferensrum för personal.



Figur 27. Förvaring i sidoutrymmen



#### **4.4.2 Risker vindsvåning**

Trots att det finns några risker på vinden så har inga scenarion tagits med från denna våning. Anledningen till detta är att i dessa utrymmen så vistas i stort sett bara personal. Dessutom så måste man passera en dörr som alltid är låst för att komma upp till vinden, så patienterna har inte tillträde till denna våning själva.

Även om det lagras en del material i sidoutrymmena på vinden så finns det inga direkta tändkällor här. Risken för en anlagd brand på just detta våningsplan får anses som relativt liten eftersom bara personal har tillträde hit. Dessutom har även dessa utrymmen larmdetektorer överallt så en eventuell brand kommer att upptäckas tidigt. Det kan i och för sig antas att en brand som uppstår på vinden kommer att bli ganska kraftig, med tanke på att byggnaden och taket är gjort i trä och att det som tidigare nämnts finns mycket brännbart material i sidoutrymmena. Men eftersom en brand sprider sig mycket långsamt nedåt så kommer det att ta en bra stund innan övriga våningar blir inblandade i branden. Under den tiden så kommer man att klara en utrymning av alla övriga våningar, där patienterna vistas.

## 5 Brandscenarier

### 5.1 Framtagning av effektkurvorna

Underlag till effektutvecklingskurvorna för respektive brandscenario hämtades i huvudsak ur Stefan Särdevists Initial fires [Särdevist, 1993]. De flesta värdena kommer från fritt brinnande objekt som placerats i en rumkalorimeter. Antändningsmetoderna varierar i de olika försöken.

För en del av materialet i rummen på Linnéagården finns liknande produkter testade i Initial fires och då har dessa värden använts. Annars har en approximation skett med det objekt som ligger närmast det aktuella. Uppnådd maxeffekt för de enskilt brinnande objekten lades samman till en total maxeffekt (se bilaga 5).

Genom sammanslagning av maxeffekter och viss manuell korrektion för golv, väggar, tapeter och dylikt erhöles en jämn och för ett verkligt brandförlopp trolig effektutvecklingskurva för de tre olika brandscenerierna. För att visa på en medvetenhet kring osäkerheten i brandförloppet har denna kurva ytterligare förenklats genom att approximera en alfa  $t^2$  kurva fram till det att en teoretisk övertändning (se bilaga 9 för beräkningar) sker i rummet. Effekten antas därefter vara konstant. I alla tre fallen har kurvorna passat bra med alfa  $t^2$  kurvor av fast eller medium karaktär.

För att göra en känslighetsanalys av tillväxthastigheten tog ytterligare en, mindre trolig, effektutvecklingskurva fram för korridoren där tillväxten sker Ultra fast.

De slutgiltiga kurvorna har därefter exporterats till Argos [Husted, 2003] (Se bilaga 8 för programbeskrivning och begränsningar). Där har brandgasspridning, larmdetektering samt kritiska förhållanden med avseende på utrymning för de tre valda scenarierna beräknats. För att kontrollera att det verkligen sker brandspridning i rummen har synfaktorn tagits fram och strålningen från det initiala objektet till det mest avlägsna beräknats för det mest tveksamma fallet. I denna beräkning har värmeöverföring genom ledning och konvektion negligerats.

### 5.1.1 Effektkurva scenario sällskapsrum

I detta scenario så startar branden i sällskapsrummet. Initialt antänds fåtöljen och branden sprider sig därefter till bordet, de två stolarna, TV:n och TV-bordet. Värdet har korrigerats uppåt för väggar, tak, gardiner, tapeter etc (se bilaga 5).

Kurvan maximeras och planas ut till en konstant effektutveckling vid en beräknad övertändning av rummet som ligger på 3,7 MW (se bilaga 9).

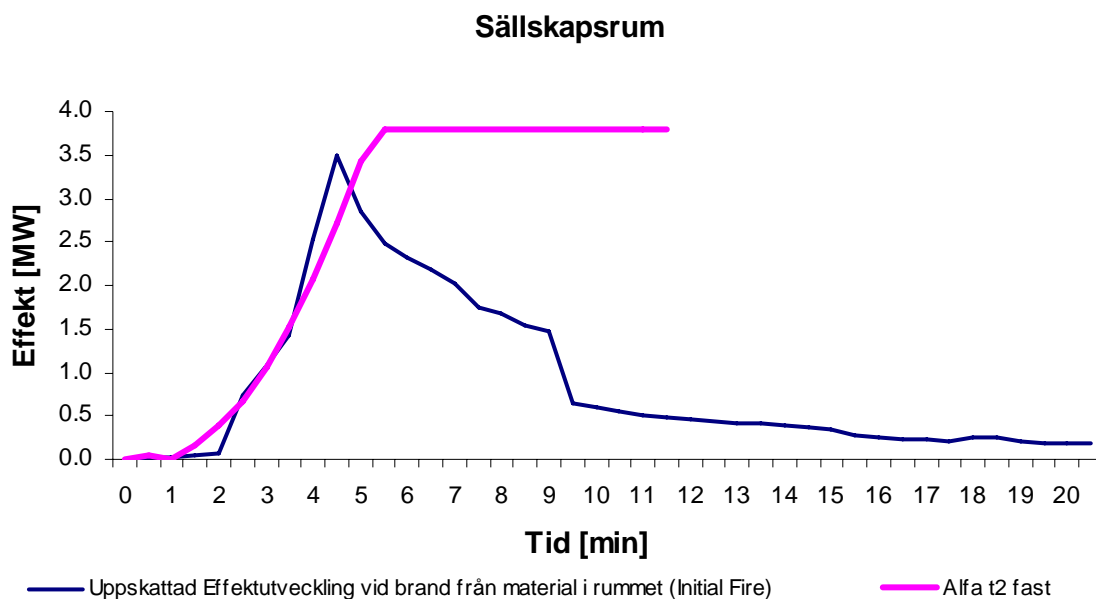


Diagram 1: Ett möjligt brandförlopp i sällskapsrummet visas här tillsammans med en förenklad approximation där förloppet anpassats till en alfa  $t^2$  kurva. Dessa kurvor är framtagna enligt beskriven procedur i 5.1

### 5.1.2 Effektkurva scenario rum 11

I detta scenario startar branden i sängen och sprider sig därefter till de övriga objekten i rummet. Den infallande strålningen mot stolen som är det mest avlägsna objektet har beräknats till  $10,7 \text{ kW/m}^2$  (se bilaga 6) från enbart sängen. Det är alltså rimligt att anta att hela rummet kommer att delta i brandförloppet. I dessa beräkningar har antagits att säng, madrass, TV, sängbord och stol deltar i brandförloppet och korrigerat uppåt för väggar, tak, gardiner, tapeter etc (se bilaga 5).

Kurvan maximeras och planas ut till en konstant effektutveckling vid en beräknad övertändning av rummet som ligger på 2,1 MW (se bilaga 9).

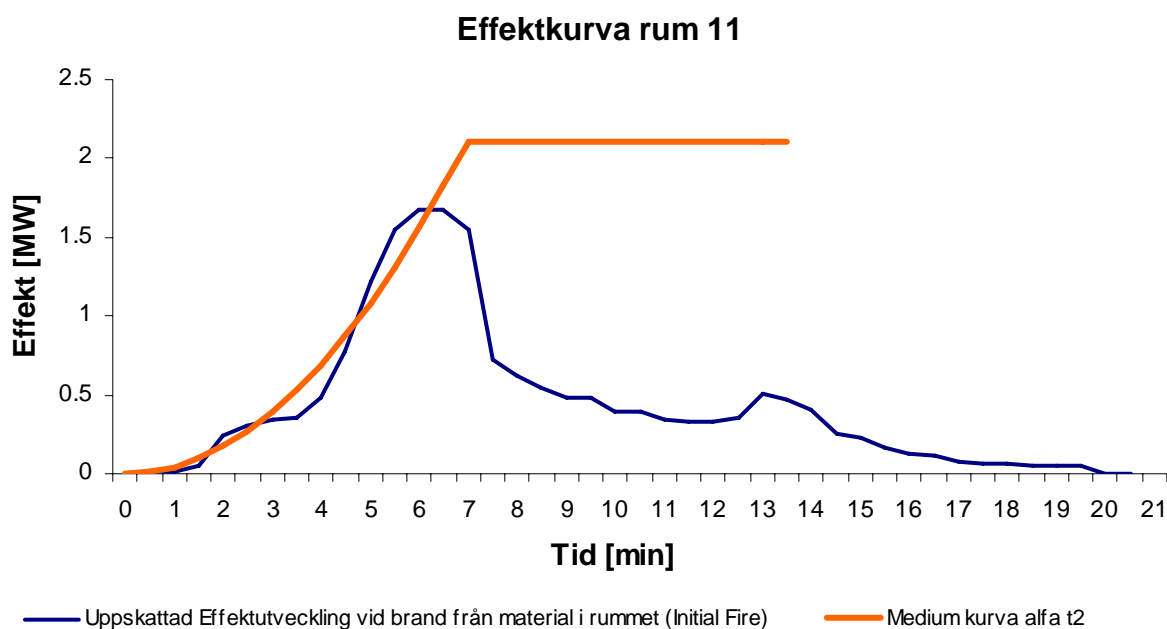


Diagram 2: Ett möjligt brandförlopp i rum 11 visas här tillsammans med en förenklad approximation där förloppet anpassats till en alfa  $t^2$  kurva. Dessa kurvor är framtagna enligt beskriven procedur i 5.1

### 5.1.3 Effektkurva scenario korridor

Ett möjligt brandscenario i detta rum är att en anlagd brand startas i de två fåtöjljerna i korridoren på andra våningen. Efter att branden startat i de båda fåtöjljerna antas den sprida sig till TV:n, byrån och sedan vidare till linneskåpet. Dessutom involveras även väggar, golv och tak beklädnader (se bilaga 5).

Kurvan maximeras och planas ut till en konstant effektutveckling vid en beräknad övertändning av rummet som ligger på 3,4 MW (se bilaga 9).

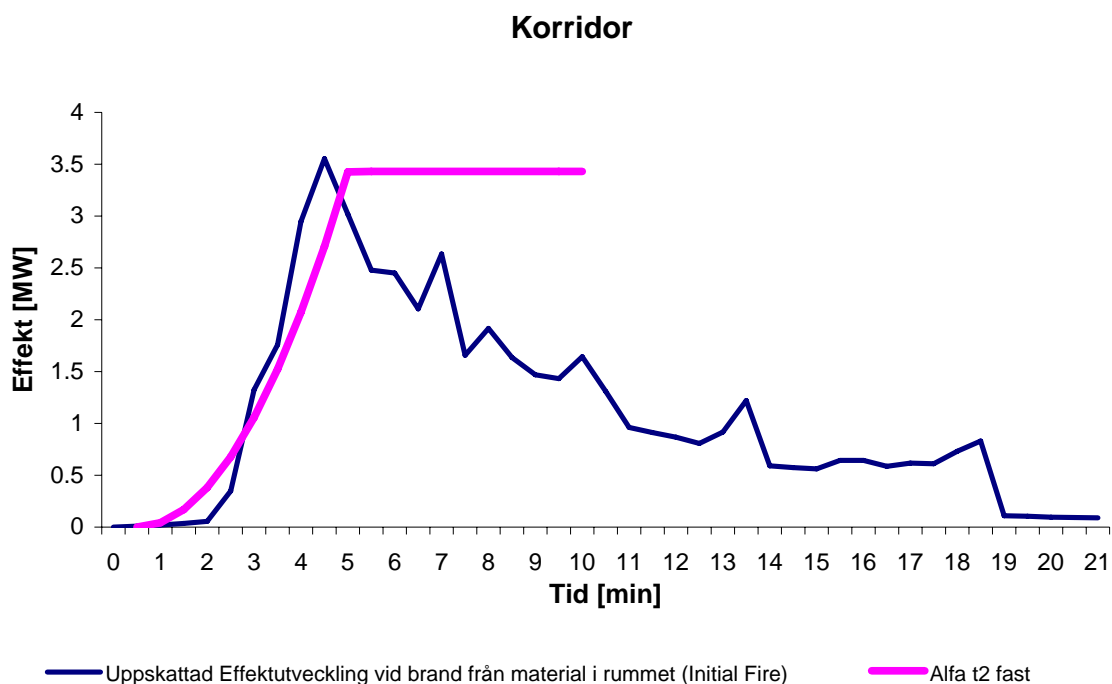


Diagram 3: Ett möjligt brandförlopp i korridor visas här tillsammans med en förenklad approximation där förloppet anpassats till en alfa  $t^2$  kurva. Dessa kurvor är framtagna enligt beskriven procedur i 5.1

### 5.1.4 Effektkurva scenario korridor med snabbare effektutveckling

För att se hur en högre effektutveckling och en snabbare tillväxt (Ultra fast) påverkar brandförloppet skapas ett alternativt korridorscenario. Maxeffekt begränsas här av kriterier för ventilationskontrollerad brand (se bilaga 5). I dagsläget finns det inte tillräckligt med material för att kunna få effektutveckling som följer en Ultra fast kurva. Dock skulle denna effekt kunna erhållas vid en anlagd brand eller om mer material placeras i korridoren.

När branden blir fullt utvecklad så blir den ventilationskontrollerad. Detta gör att övertändningsekvationen inte kan tillämpas i detta stadium. När branden blir ventilationskontrollerad begränsas effektutvecklingen i rummet av mängden luft som strömmar in genom öppningen och inte av hur mycket brännbart material som finns.

Luftintaget för en öppning av storleken som en dörr på Linnéagården ger en maximalt möjlig effektutveckling på 4,3 MW i rummet (se bilaga 9). Med hjälp av denna ekvation beräknas bara vad som maximalt kan utvecklas inne i rummet, inte vad som verkligen utvecklas. Som en liten förenkling i detta fall har bara dörröppningen in i rummet tagits med i dessa beräkningar. Detta eftersom en effektutveckling högre än 4,3 MW är alldeles för orimlig i inledningsskedet med tanke på hur lite material som finns i varje rum. Naturligtvis kommer även fönster att krossas p.g.a. temperaturökningen och öka på den potentiella effektutvecklingen i rummet när väggar, golv och tak blir inblandade i branden. Detta scenario simuleras i Argos för att få en uppfattning om hur mycket snabbare kritiska förhållanden uppstår vid en kraftig brand med snabbare tillväxt.

#### Korridor (UF)

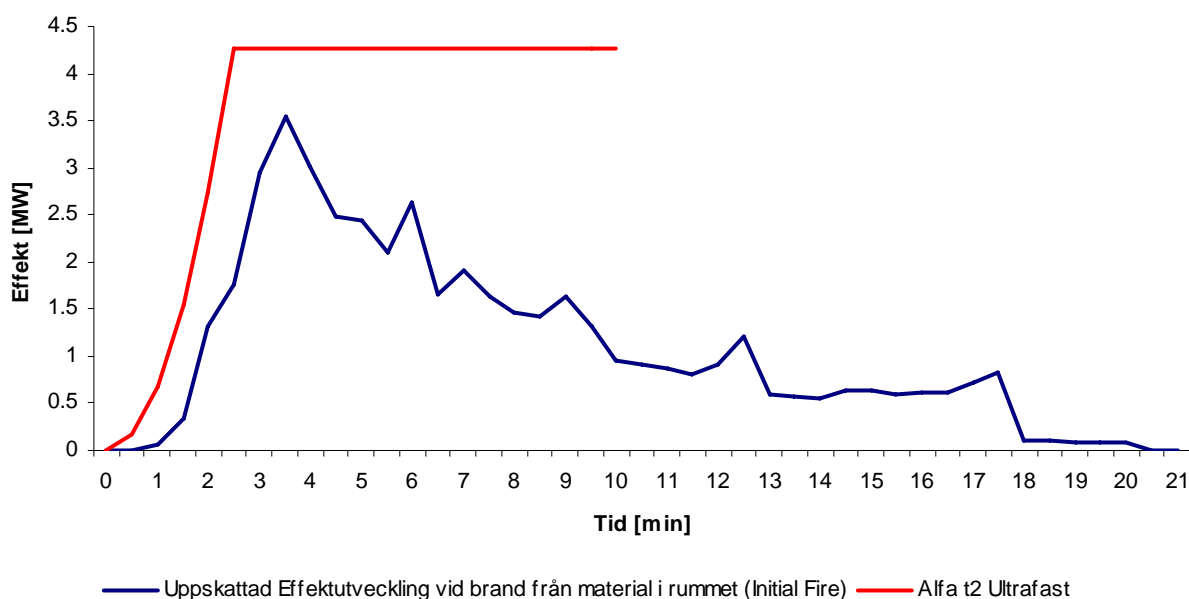


Diagram 4: Ventilationkontrollerad brand i korridor med Ultra fast tillväxthastighet jämfört med tidigare framtaget brandförlopp.

## **5.2 Beräkning av aktiveringstid för larmdetektorer**

För att kontrollera värdena på aktiveringstiden av detektorer som Argos [Husted, 2003] ger vid simuleringar så används även Detact T2 [Stroup, 1985]. Det är ett enkelt beräkningsprogram för att beräkna sprinkler- eller detektorutlösning (mer om program och begränsningar i bilaga 7). Programmet används här för att göra en grov uppskattning av aktiveringstid för rökdetektorerna på Linnéagården. Dessa tider jämförs sedan med Argos beräknade aktiveringstid. På grund av de stora osäkerheterna som finns i beräkningen beroende på detektorplacering, rumsgeometri etc sätts tiden till detektorutlösning till 1 minut i alla utrymningsberäkningar. Denna minut adderas till alla utrymningstider.

## **5.3 Kritiska förhållanden**

Kritiska förhållanden i ett brandscenario innebär att utrymning inte längre kan ske under acceptabla omständigheter. Detta innebär dock inte nödvändigtvis att personskador uppkommer eller att människor dör. Vid en analys av de kritiska förhållandena i en byggnad bör följande parametrar beaktas:

### **Brandgaslagrets höjd:**

”Personer skall kunna orientera sig under hela utrymningsförloppet. Som minimum krävs att personer under utrymning inte störs av brandgasskiktet. Detta bör som lägst ligga på höjden  $1,6 + 0,1 \cdot H$  meter över golvnivå där människor vistas, där H är rumshöjden”  
[Brandskyddshandboken, 2005]

### **Sikt:**

”Även om i en utrymningssituation den kritiska nivån för brandgaslagrets höjd har uppnåtts, kan utrymningen möjligen fortgå under förutsättning att kriterierna för sikt, toxicitet och temperatur inte uppnåtts. För att utrymningen ska kunna fortgå krävs en siktbarhet på minst 5 meter i brandrummet och 10 meter i utrymningsvägarna”. [Brandskyddshandboken, 2005]

### **Strålning:**

”Personer under utrymning bör maximalt utsättas för en kortvarig strålningsintensitet på  $10 \text{ kW/m}^2$  i några få sekunder eller en sammanlagd strålningsenergi på  $60 \text{ kJ/m}^2$  utöver energin från en strålning på  $1 \text{ kW/m}^2$ . Ett alternativ är att använda maximal strålningsintensitet av  $2,5 \text{ kW/m}^2$ ”. [Brandskyddshandboken, 2005]

### **Temperatur:**

”Personer under utrymning bör maximalt utsättas för en temperatur på  $80^\circ\text{C}$ ”.  
[Brandskyddshandboken, 2005]

### **Toxicitet:**

”Under utrymning krävs det också att personer inte utsätts för skadliga doser av giftiga gaser eller för låg syrehalt. Det anses räcka att betrakta CO, CO<sub>2</sub> och O<sub>2</sub>. Följande halter anger en miljö där utrymning säkert kan utföras”: CO < 2000 ppm, CO<sub>2</sub> < 5 %, O<sub>2</sub> > 15 %.  
[Brandskyddshandboken, 2005]

## **5.4 Modellerade brandförlopp i Argos**

Tiden det tar tills kritiska förhållanden uppstår vid brand simuleras fram med hjälp av Argos [Husted, 2003] som är ett simuleringsverktyg för att modellera hur en brand beter sig och när vissa förhållanden uppstår i ett rum. Mer om programmet och dess begränsningar i bilaga 8.

### **Allmän indata i alla scenarion**

Effektutvecklingskurvan som använts kan ses under respektive brandscenarios beskrivning. Dessutom har följande material använts vid simuleringarna. I väggar har 2\*13 mm gipsskiva använts och taket har approximerats som ett EI30. Dörrarna har approximerats till 34 mm trä.

### **5.4.1 Simulering rum 11**

#### **Indata**

Vid inmatning av arean i Argos har den verkliga arean använts för rum 11. Intilliggande korridor har antagits enligt ovan. Dörren till korridoren har antagits vara öppen eller stängd i simuleringen. Verkliga mått för fönstret i rummet har använts. Rummets verkliga höjd  $h=2,6$  m har använts vilket ger den kritisk brandgaslager höjd 1,86 m.

### **5.4.2 Simulering i korridor**

#### **Indata**

Vid inmatning av arean i Argos har den ”gaffelformade” korridoren approximerats till en rektangulär yta med motsvarande area. Detta beror på att programvaran ej kan behandla den verkliga konfigurationen. Samtliga dörrar i korridoren till två patientrum samt till omgivningen har antagits vara öppna eller så har samtliga dörrar varit stängda i simuleringen. Patientrummen är valda efter största och minsta ytenhet på grund av Argos begränsning med antal anslutande rum. Korridorens verkliga höjd  $h=2,6$  m har använts, vilket ger en kritisk brandgaslagerhöjd på 1,86 m. Verkliga mått för fönstren i rummen har angivits.

### **5.4.3 Simulering i sällskapsrum**

#### **Indata**

Vid inmatning av arean i Argos har den verkliga golvgeometrin omvandlats till en rektangulär yta med motsvarande area. Samtliga dörrar till rummet har varit öppna eller stängda i simuleringen förutom dörrarna som går mot utrymningskorridoren på bottenvåning från sällskapsrummet och matsalen vilka är självstängande. Sällskapsrummets verkliga höjd  $h=2,7$  m har använts vilket ger en kritisk brandgaslagerhöjd på 1,87 m.

### **5.4.4 Brand i korridor med högre effektutveckling**

#### **Indata**

Samma indatavärden som i korridor 5.4.2 förutom effektutvecklingskurvan som har en Ultrafast effektutveckling enligt  $\alpha t^2$ .



## **6 Utrymning**

### **6.1 Utrymningssituation**

Valet av simuleringsprogram var från början inte helt självklart. Enligt beslut, från Länsstyrelsen (se bilaga 2 och 3), får patienter inte vårdas på Linnéagården såvida de inte kan ta vara på sig själva vid eventuell brand och utrymning. Enligt verksamhetschefen Olle Svensson så ska samtliga patienter på vårdanläggningen vara fullt kapabla att klara en utrymning. Det är enligt Olle Svensson först efter en utrymning som de kan reagera på olika negativa sätt. Till exempel så kan personer med diagnosen psykos (schizofreni eller dubbeldiagnos) få ökad eller återkommande hallucinos. De som har personlighetsstörningar skulle kunna reagera med ökad ångest och utåtagerande beteende. Med förutsättningen att samtliga skulle klara sig ut själva var första avsikten att använda Simulex. Efter besök på Linnéagården ansågs det dock att det inte är självklart att alla reagerar och utrymmer själva vid ett larm. Eftersom man i ERM [Alvord, 1985] kan välja olika patienttyper, där en del av patienterna behöver göras medvetna om faran och kanske till och med ledas ut, så föll valet i slutändan på detta program.

### **6.2 Utrymning vid brand**

Utrymningen av en byggnad delas in i tre faser som var och en påverkar den totala utrymningstiden. [Brandskyddshandboken, 2005]. Dessa är varseblivning, beslut och reaktion samt förflyttning. För att säkert kunna utrymma en byggnad måste tiden det tar att uppnå kritiska förhållanden vara mindre än den sammanlagda tiden för varseblivning, beslut och reaktion samt förflyttning från farozonen.

### **6.3 Varseblivningstid**

Varseblivningstid är den tid som fortgår ifrån antändning fram tills att personalen eller någon patient uppfattar att en brand har uppstått. Om personen/personerna får något sinnesintryck ifrån branden (syn, hörsel, lukt och känsel (värmestrålning)) kan varseblivningstiden bli kortare. På Linnéagården finns det ett automatiskt brandlarm som är kopplat till utrymningslarmet. När brandlarmet ljuder uppmärksammas personerna i byggnaden på att det brinner. Alert personal kan upptäcka faran och meddela patienterna innan brandlarmet detekterar och således kan varseblivningen förkortas. Varseblivningstiden antas vara lika med utrymningslarmets utlösningstid 1 minut.

### **6.4 Besluts- och reaktionstid**

Besluts- och reaktionstid avser den tid det tar för en person att ta till sig information om att det brinner. Tiden för att förbereda sig att utrymma, hjälpa andra samt tänkbart försöka släcka branden räknas också in. För sovande personer kan längre reaktionstid förutsättas.

## **6.5 Förflyttningstiden**

Förflyttningstid är den tid det tar för individen från ett beslut om vad som skall göras till dess att personen satt sig i säkerhet. Byggnadens utformning påverkar stort den tiden som fordras. Individens fysiska tillstånd kommer att ha stor betydelse för förflyttningstiden.

## **6.6 Utrymningsscenarier**

Sju olika scenarier togs fram och simulerades i ERM vilket är förkortning för Escape and Resque Model (mer om program och begränsningar i bilaga 10). Detta är ett program som är speciellt framtaget för att kunna utföra utrymningssimuleringar av vårdanläggningar. Då personalen är upp till sju stycken under dagtid och en bra utrymningstid erhöles av vår första simulering, så valdes att prioritera scenarier nattetid. Patienttyperna valdes efter intryck från platsbesöket. Då Linnégården är en vårdanläggning som patienterna ska kunna lämna efter ett tag, så kan dessa variera mycket från en tid till en annan. Ett konservativt antagande gjordes vilket resulterade i en jämn fördelning vad gäller hjälpbehovet.

Patienttyper enligt nedan valdes i standardscenarierna, dag 1 och natt 1, och ändrades sedan för att studera känsligheten i simuleringarna:

4 stycken kan själva ta sig ut med normal hastighet.

3 stycken kan själva ta sig ut men långsammare än föregående typ.

3 stycken som måste ledas till en säker plats. En vårdare kan klara 5-6 sådana patienter.

4 stycken som måste göras medvetna om att de måste evakuera, men som sedan kan ta sig ut själva.

Dag 1: Dagtid arbetar upp till sju stycken anställda, så detta var antalet som valdes i denna simulering. Patienterna är 14 stycken och alla sattes till prioritet 1. Under dagen så kan patienterna befinna sig i gemensamma utrymmen, sina rum och även utomhus. Därför placerades de olika patienterna ut på olika ställen i huset. Patienterna placerades ut helt på måfå. Detta eftersom vi inte kan veta vilka slags patienter som finns var.

Natt 1: Här finns bara en anställd men såklart samma antal patienter. Men nu befinner sig samtliga patienter på sina rum och den anställde i personalrummet.

Natt 2: Samma ingångsdata som i Natt 1 men nu med två anställda istället för en.

Natt 3: Under studiebesöket på Linnégården så uppmärksammades det att en steg saknades från vädringsbalkongen ner till marken. Då balkongen är skyltad som utrymningsväg så borde stegen finnas. Alternativet är att dörren inte räknas som utrymningsväg. Därför simulerades en utrymning där balkongen inte längre var säkerhet utan istället ett rum. I övrigt samma förutsättningar som i Natt 1.

Natt 4: Samma förutsättningar som i Natt 1, men samtliga patienter kan nu ta sig ut själva med normal hastighet.

Natt 5: Samma förutsättningar som i natt 1, men samtliga patienter behövs göras medvetna om att de måste utrymma.

Natt 6: I ERM tas ingen hänsyn till bränder. Så för att kunna simulera en utrymning, enligt något av de utvalda scenarierna, så utförs detta genom att man prioriterar vissa patienter. Vi valde att titta på korridorbranden och därmed sätta förstaprioritet på patienterna i rum 16, 18, 20, 26, 27 och 29 (se ritning i bilaga 1). Bland dessa patienter finns olika typer. Så även om de är prioriterade så betyder det inte att vårdaren måste hjälpa alla sex ut, eftersom vissa av dem klarar sig själva.

## 7 BSV-vård

BSV-vård [Frantzich, 2000b] (Brandskyddsvärdering av vårdanläggningar) är ett verktyg eller en metod, för att bestämma den relativa säkerheten på olika vårdanläggningar vad avser brand. Metoden utvecklades på avdelningen för brandteknik på Lunds Tekniska Högskola under ledning av Håkan Frantzich. Den går ut på att brandskyddet värderas utifrån sammanlagt 26 olika aspekter gällande alltifrån personalens kunskaper till förekomsten av aktiva system som sprinklers och automatlarm. Utvärderingen av var och en av de 26 aspekterna resulterar i ett siffervärde mellan 0 och 5. Dessa viktas slutligen samman efter inbördes relevans och resulterar i ett samlat sifferbetyg (Brandskyddsindex) för hela avdelningens brandsäkerhet.

Meningen är att BSV-vård skall kunna användas som ett komplement vid brandsyn. Verktöget kan också tjäna som checklista vid nyproduktion då metoden ger information om hur viktiga olika faktorer är för brandskyddets upprätthållande. Det är viktigt att påpeka att resultatet av metoden inte automatiskt utgör någon garanti för att brandskyddet är tillräckligt. Metoden ska framförallt betraktas som ett hjälpmedel som kan användas för att värdera säkerheten.

Individuella komponentresultat och sammanräkning av slutresultat i bilaga 11.

## 8 Resultat

### 8.1 Aktiveringstid av larmdetektorer

Resultat från beräkning av aktiveringstid för rökdetektorerna på Linnégården med Detact T2 och Argos.

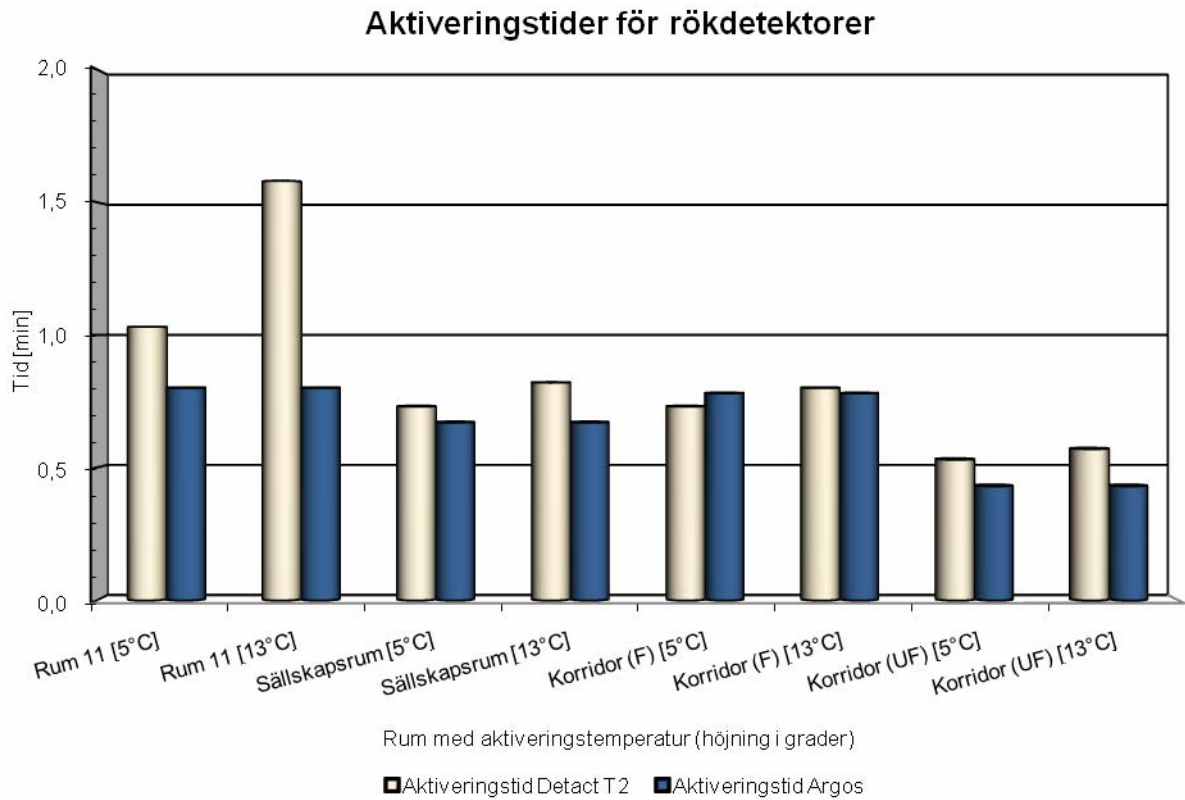


Diagram 5: Aktiveringstider för Detact T2 och Argos i jämförelse med varandra för de olika rummen. För exakta tider se bilaga 7

## 8.2 Argos

Diagrammen nedan visar tid till kritiska förhållanden. Fulla staplar indikerar att kritiska förhållanden inte uppnås innan simuleringen är avslutad. [S]=stängd dörrar, [Ö]=öppna dörrar. För fullständiga resultat se bilaga 8

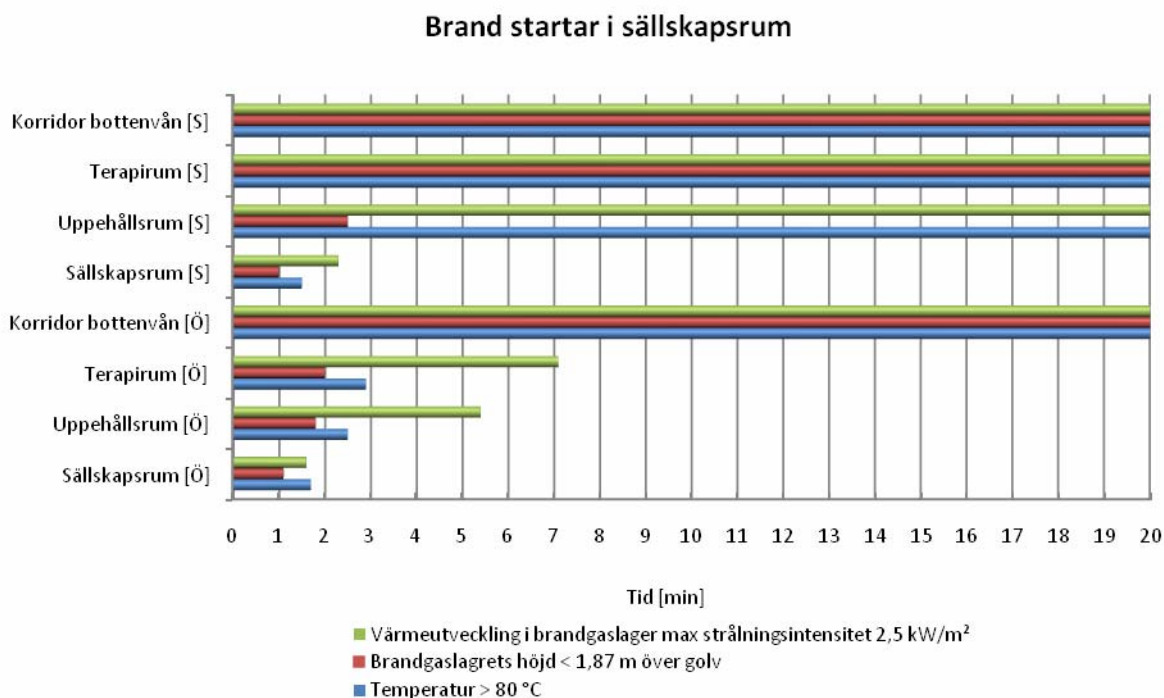
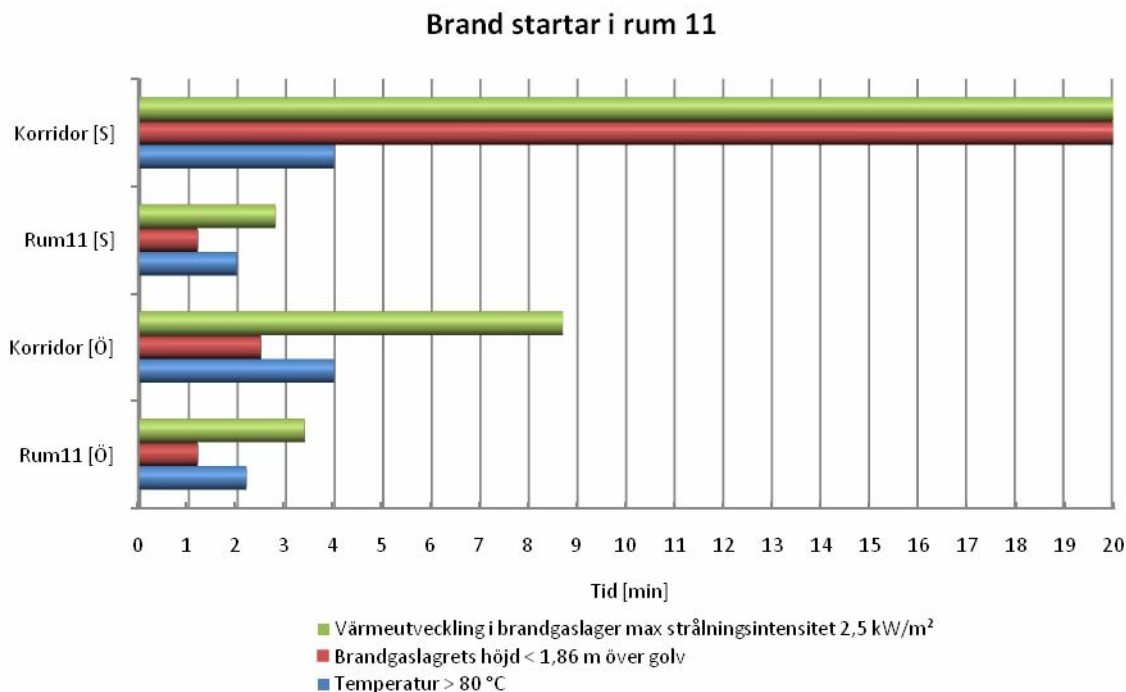


Diagram 6. Tider till kritiska förhållanden vid brand i sällskapsrum. Full stapel innebär att kritiska förhållanden inte inträffar under simuleringstiden.

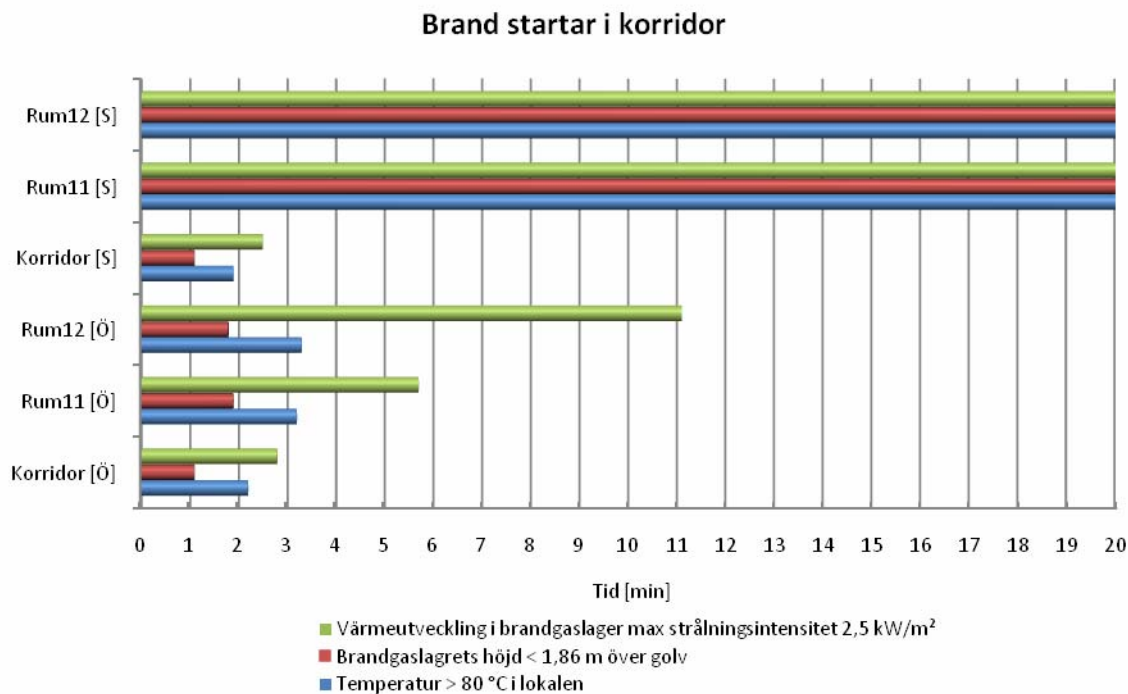
Dörren mellan korridor bottenvåning och sällskapsrummet stängs vid 1:40 min efter branden startat. Kritiska förhållanden i sällskapsrummet inträffar efter ungefär en minut oberoende om dörrarna är stängda eller öppna.

Resultatet med stängda dörrar ger här ett osannolikt svar när det visar att uppehållsrummet får ett brandgaslager som passerar 1,87 m efter 2.20 men det beror nog på att Argos inte ger helt tillförlitliga resultat i angränsande rum till branden om man har stängda dörrar. Dessutom räknar programmet med att alla dörrar har ett läckage på 1 % så detta kan ge en sänkning av brandgaslagret.



*Diagram 7: Tider till kritiska förhållanden vid brand i rum 11.  
Full stapel innebär att kritiska förhållanden inte inträffar under simuleringstiden.*

Om dörrarna står öppna mellan rum 11 och korridoren så kommer brandgaslagrets höjd att bli den kritiska tid som först uppnås efter ca en minut. Efter ytterligare en minut så kommer även temperaturen upp i kritiska nivåer i rum 11. I korridoren uppnås kritiska förhållanden efter ca 2,5 minuter och det är också här brandgaslagrets höjd som först uppnår kritiska förhållanden. Om dörren är stängd eller om man ser till att dörren stängs automatiskt så uppnås kritiska förhållanden i rum 11 på ungefär samma tid som i fallet med öppna dörrar. Dock så förbättras förhållanden i korridoren avsevärt och kritiska förhållanden uppnås först efter 4 minuter och det är då temperaturen som blir den begränsande faktorn.



*Diagram 8: Tider till kritiska förhållanden vid brand i korridor.  
Full stapel innebär att kritiska förhållanden inte inträffar under simuleringstiden.*

Brandgaslagrets höjd är den parameter som först påverkar tiden för att kunna sätta sig i säkerhet. Både vid öppna och stängda dörrar till rummen och omgivningen kommer rökgaslagret att försämra orienteringsförmågan i korridoren. Vet man instinktivt åt vilket håll man skall bege sig och handlar konsekvent under den första minuten är chansen stor att man klara sig undan temperaturer över 80°C. Detta understryker vikten av att inte ha hindrande föremål i korridoren. Om branden startar i korridoren ger stängda dörrar till rummen och omgivningen bäst möjlighet för räddningsinsats av personer som eventuellt uppehåller sig i rummen.

### Jämförelse av effektutveckling i korridor

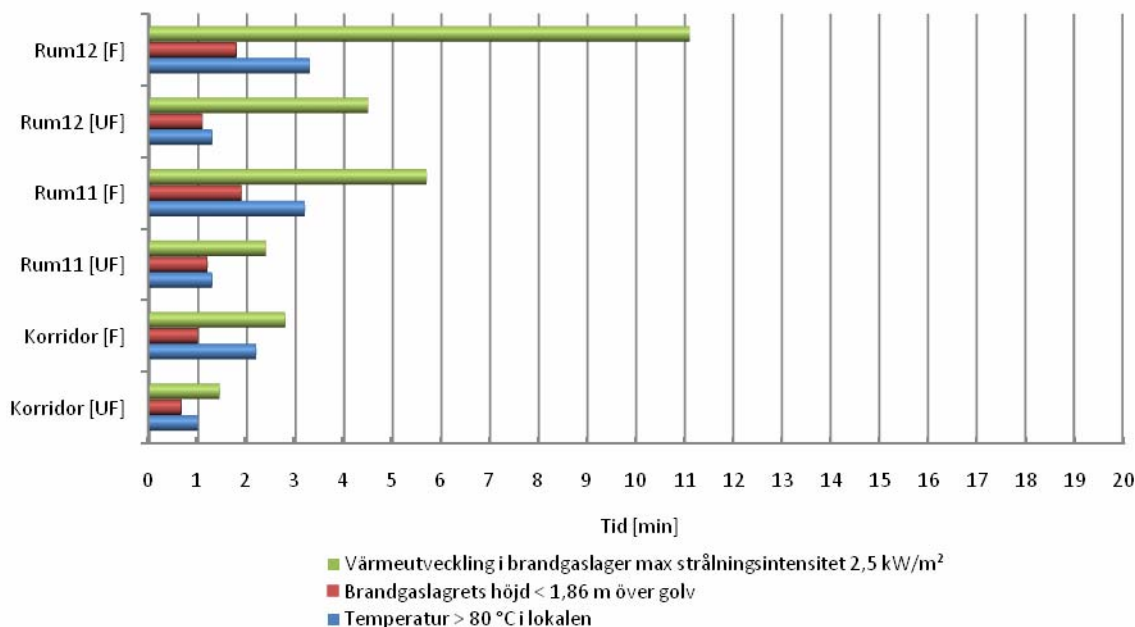


Diagram 9: Tider till kritiska förhållanden vid brand i korridor. Jämförelse mellan olika brandförlopp.

I detta fall då en snabbare och högre effektutveckling (Ultra fast kurvan i diagram 9) har valts. Så kan man se att kritiska förhållandet i korridoren uppstår 24 s snabbare än i den första simuleringen (Fast kurva i diagram 9) med avseende på brandgaslagrets höjd. Rum 11 går 43 s snabbare och Rum 12 går 40 s snabbare. När det gäller de övriga kritiska förhållandena så skiljer det mer i temperatur och strålning från brandgaslager mellan de två simuleringarna. Men eftersom man inte bör utrymma genom korridoren när något av de kritiska förhållandena uppstått så kan man nöja sig med att titta på tiderna från brandgaslagret.



### 8.3 Utrymningstider

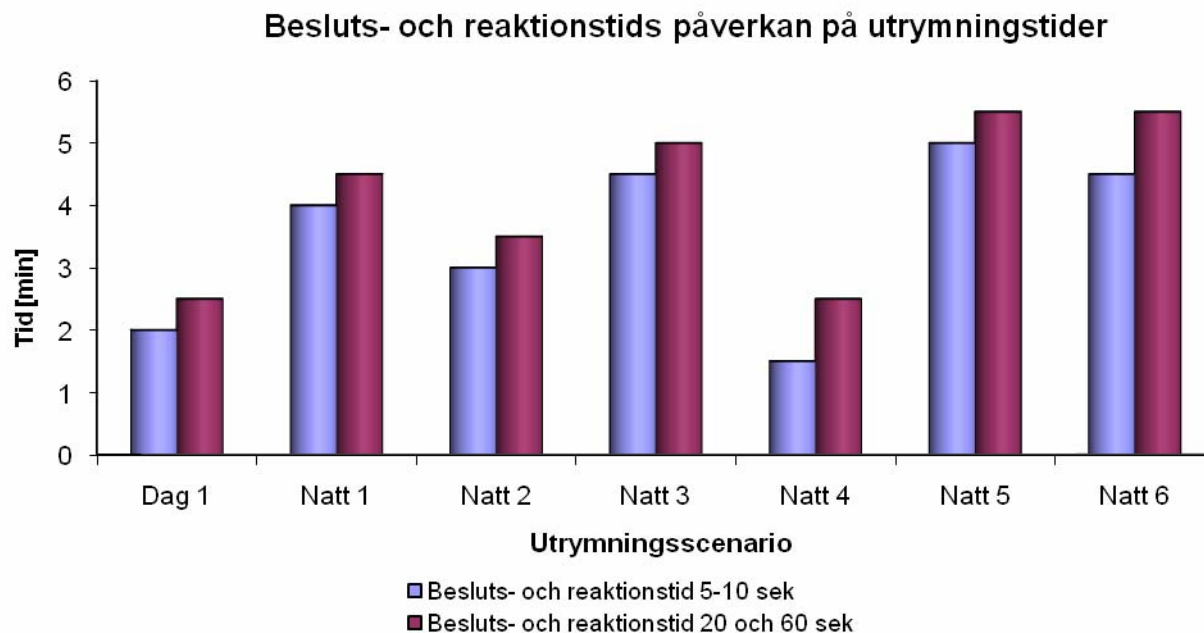


Diagram 10: Total utrymningstid inklusive 1 min varseblivningstid (motsvarande brandlarmets aktiveringstid).

Besluts- och reaktionstid är, som tidigare nämnts, tiden det tar för en person att reagera och förbereda sig för att utrymma. Denna tid väljs för respektive patient i simuleringsprogrammet ERM [Alvord, 1985].

Besluts- och reaktionstid valdes till 20 sekunder för de som behöver hjälp vid utrymning och 60 sekunder för de som klarar sig på egen hand. Anledningen till att besluts- och reaktionstiden här sattes till endast 20 sekunder, för de som behöver assistans, är att i programmet börjar denna tid räknas ner först när vårdaren kommer fram till patienten.

Detta innebär att då en vårdare kommer fram till en patient som behöver ledas ut så kan denna tid egentligen inte kan kallas besluts- och reaktionstid. Denna tid blir istället tiden det tar från att personal ankommer till patienten tills att de lämnar rummet och går vidare till nästa patient alternativt utrymmer.

Även om vårdaren eventuellt får hjälpa patienten att klä sig och kanske övertyga denna om att utrymma så anses det osannolikt att det skulle ta 60 sekunder från att vårdaren kommer fram tills att de tillsammans börjar utrymma. Då det dessutom finns tre patienter med behov att ledas ut, och fyra som behöver uppmärksammas, så kan det ha gått ett par minuter innan vårdaren kommer fram till den tredje patienten. Man får anta att denna då reagerat på något sätt och inte behöver så lång tid på sig efter att personal kommit fram.

**Exempel:**

Vårdaren kommer fram till patient A vid tiden **1 minut**.

Vårdaren och patient A börjar gå mot patient B vid tiden **1 min. och 20 sek.**

Vårdaren och patient A kommer fram till patient B vid tiden **1 min. och 30 sek.**

Vårdaren och patienterna A och B börjar gå mot patient C vid tiden **1 min. och 50 sek.** o.s.v.

Mellan dessa tre patienter uppmärksammar vårdaren andra patienter om att de ska utrymma, vilket gör att tiden fram tills att de når patient C blir ännu längre.

Samtliga scenarier simulerades även med 5 sekunders besluts- och reaktionstid för de som klarar att utrymma helt på egen hand och 10 sekunder för de som behöver någon slags hjälp. Detta är en väldigt kort och osannolik tid, speciellt på natten, eftersom man får räkna med att vissa patienter tar längre tid på sig för att reagera och klä sig. Anledningen till att denna simulering utfördes var endast för att kunna åskådliggöra hur en kort respektive lång besluts- och reaktionstid påverkar den totala utrymningstiden (se diagram 10).

Sluttiden för Dag 1 är en bra tid och detta var förväntat eftersom det då finns gott om personal och många patienter som klarar att utrymma själva.

**Natt 1** ökar utrymningstiden med nästan 2 minuter. Detta beror på att personalstyrkan då minskar drastiskt till en person, vilket är det normala på Linnéagården. Att ensam se till att 14 personer utrymmer tar sin tid.

**Natt 2** hade en extra vårdare tillsatts och utrymningstiden minskade med nästan en minut i jämförelse med Natt 1. En minut är lång tid i utrymningssammanhang.

**Natt 3** ökade utrymningstiden, i jämförelse med Natt 1, med ungefär en halv minut. Detta berodde på att vädringsbalkongen inte längre fungerade som utrymningsväg. Patienter i rum 16, 18 och 20 måste ta sig längre för att kunna komma i säkerhet. Vid en eventuell brand i korridoren finns det en risk för att övriga utrymningsvägar spärras för dessa patienter. Utrymningen påverkas alltså mycket av om stegen sitter på plats eller inte.

**Natt 4** utgicks det från att alla patienter klarar sig ut själva med normal hastighet. Tiden blir då mycket kortare än i Natt 1, vilket var förväntat. Dock är det egentligen osannolikt att en utrymning, av 14 patienter, på natten skulle gå så snabbt. Detta eftersom patienterna i verkligheten antas reagera på olika sätt och endast en vårdare finns på plats. Dock togs detta bästa möjliga scenario fram för att kunna jämföra det med ett värsta scenario.

**Natt 5** utgicks det från att alla patienter behöver göras medvetna om att de ska utrymma för att få ett troligt värsta scenario. Om det ansätts att samtliga patienter behöver hjälp att ledas till säker plats hade scenariot blivit än mer kritiskt. Detta ansågs dock blev alldeles för extremt och även mycket osannolikt. Skillnaden mellan Natt 5 och Natt 4 blev ca 3,5 minuter vilket är väldigt lång tid.

**Natt 6** simulerades en brand, i korridoren, genom att prioritera patienterna som drabbades mest av denna. Utrymningstiden visade sig bli lite längre än i Natt 1. Detta var väntat eftersom vårdaren nu måste prioritera på ett visst sätt. Anledningen till att tiden inte ökade ännu mer än vad den gjorde beror på patienttyperna, bland de som prioriteras. Tre av dem klarar sig själva, två behöver endast göras medvetna och en ledas ut.

## **8.4 Tolkning av resultat**

För att förenkla för läsaren indelas resultaten från simuleringarna av utrymnings säkerheten i underrubriker beroende på om det är dag eller natt och beroende på vilket brandscenario som studeras.

### **Dag - allmänt**

Genom att jämföra resultaten från simuleringarna av brandgasspridning i Argos med tiderna det tar för utrymning i ERM kan man snabbt konstatera att utrymning under dagtid inte utgör något problem. Patienterna anses i detta fall vara relativt samlade i sällskapsrum och liknande och tillgången på vårdare som kan hjälpa patienterna ut (i det fall det skulle bli nödvändigt) är mycket god.

### **Natt – allmänt**

Problemen uppstår under nattetid då det bara finns en vårdare på hemmet och patienterna i regel befinner sig på sina rum. I den bästa av världar där alla patienter reagerar samtidigt med en kort reaktionstid (ett fåtal sekunder) och sedan själva rör sig i normal hastighet till närmsta utgång innebär det naturligtvis inga problem. Byggnadens geometri kan visserligen framstå som småknepig för en utomstående men patienterna får ändå anses familjära med den. Dessutom är tillgången på nödutgångar god och ingen patient har mer än ett tiotal meter till närmsta utrymningsväg.

Svårigheten uppstår istället i det fall några av patienterna skulle behöva uppmärksammas på larmsituationen eller vara i behov av att ledas ut av vårdare. I ”standardfallet” där 7 patienter tar sig ut på egen hand och de övriga 7 är i behov av att göras uppmärksamma och i något fall även av att ledas ut av vårdare blir utrymningstiderna genast väsentligt längre.

### **Natt – brand i korridor**

I det som anses vara det värsta brandscenariot, korridorsbrand på övervåningen nattetid, sjunker brandgaslagret till en höjd kritisk för utrymning genom korridoren på bara en dryg minut och temperaturen överstiger 80 grader efter ca 2,5 minuter. Eftersom denna korridor är enda vägen ut för patienterna i de angränsande rummen kan det bli problem för patienter med hjälpbehov att hinna ut från dessa rum. Genom att låta vårdaren prioritera patienter i dessa rum kan dessa enligt ERM utrymmas på ungefär 2,5 minuter vilket får anses vara en acceptabel tid då temperatur och strålningsintensitet i korridoren, som får antas vara av känd geometri, fortfarande håller en nivå acceptabel för utrymning.

Det är dock tveksamt om vårdaren i verkligheten så snabbt skulle få reda på var det brinner och hjälpa patienterna i de angränsande rummen. Därför jämförs tiden till kritiska förhållanden fortsättningsvis med tiden det tar att utrymma *samtliga* patienter i *hela* huset.

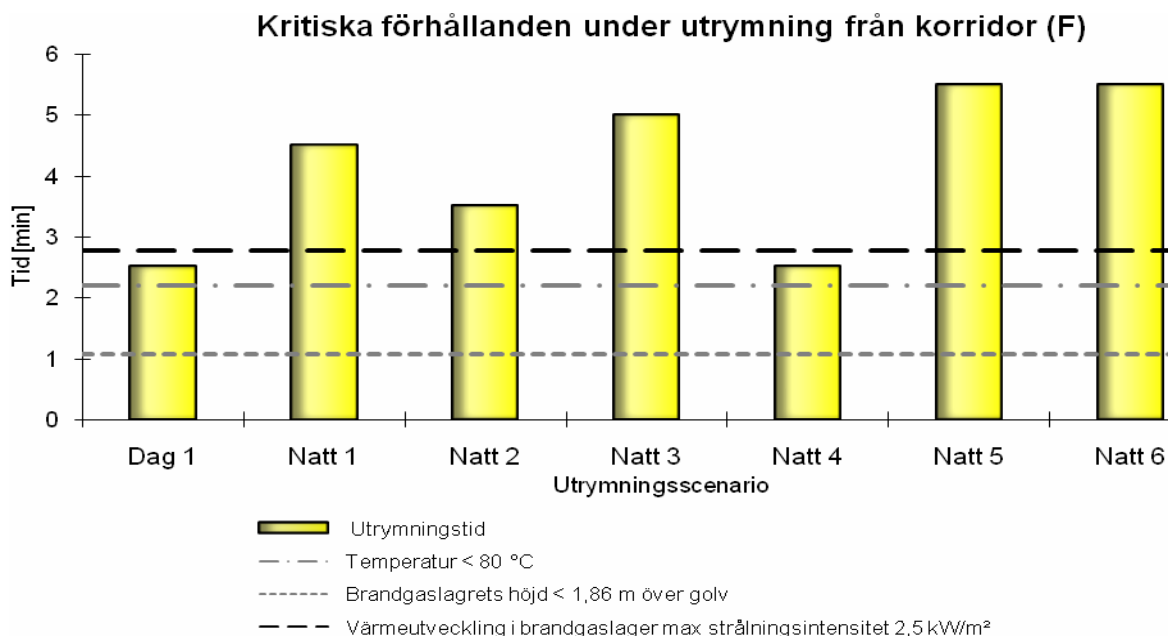


Diagram 11: Utrymningstider jämförda med kritiska förhållanden vid brand i korridor

Som framgår av diagram 11 är det i praktiken omöjligt att utrymma hela huset nattetid om inte vårdaren kan prioritera de patienter som löper störst risk att brinna inne. Förutsättningarna för utrymning blir ännu sämre om jämförelsen sker med ett brandförlopp med högre maxeffekt och Ultra fast effektutveckling enligt diagram 12 nedan.

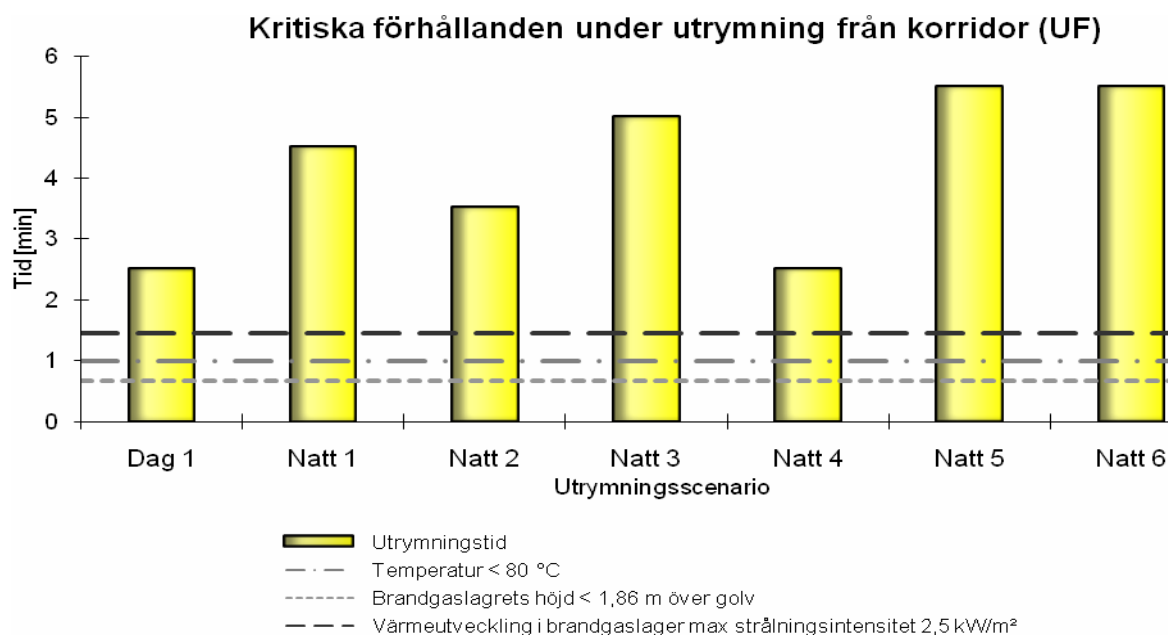


Diagram 12: Utrymningstider jämförda med kritiska förhållanden vid brand i korridor

## Natt – brand i sällskapsrum

Vid jämförning av scenariot med brand i sällskapsrum på bottenvåningen med utrymningstiderna nattetid bör inte detta ge upphov till några större problem. Dels antas majoriteten (i simuleringarna samtliga) patienter uppehålla sig i eller omkring sina respektive rum på ovanvåningen. Dels är utrymningskorridoren till terrassen försedd med självstängande dörrar som uppfyller brandskyddsklass EI-30. Under de 20 minuter som simuleringen av brandförloppet kördes uppnåddes ej kritiska förhållanden i denna korridor varken beträffande temperatur, brandgaslagrets höjd eller strålningsintensitet mot golv. Detta trots att korridoren ligger vägg i vägg med sällskapsrummet.

Att sedan kritiska förhållanden i sällskapsrummet i sig uppnås på bara dryga minuten anses mindre intressant då detta är ett till ytan relativt begränsat rum med förutsägbar geometri som snabbt kan utrymmas både genom utrymningsvägen till terrassen och, via uppehållsrummet, genom nödutgången till höger på bottenvåningen.

## Natt – brand i patientrum

Slutligen kan scenariot med en anlagd brand på något av patientrummen betraktas. Detta scenario är intressant för att det troligen är det vanligast förekommande på alla typer av vårdhem och vårdboenden. Även i det värsta fallet där dörren till korridoren står öppen och alla ligger och sover hinner man nästan utrymma hela byggnaden på de 4 minuter som står till förfogande innan temperaturen i angränsande korridor går över 80°C. Standardutrymning (Natt 1) tar normalt 4,5 minuter.

## 8.5 BSV Vård

Brandskyddsindexet på Linnéagården bedömdes till 2,90 vilket är en bit över värdet på 2,80 som enligt metoden ska indikera gränsen för ett tillfredställande brandskydd. Resultatet kan i stort hänföras till bra resultat för högt viktade komponenter som personal, patienter och drift och underhåll. Dessa är också komponenter som är svåra för en utomstående att utvärdera på ett tillfredställande sätt till skillnad från absoluta kriterier kring brandskyddsklasser, branddörrar etc. Hur skall till exempel patienternas hjälpbehov vid utrymning kunna uppskattas av en lekman vid ett snabbt platsbesök. Här får personalens eget omdöme och intyg från sociala myndigheter väga tungt.

Eftersom metoden främst kan betraktas som någon form av checklista är det svårt att dra några absoluta slutsatser av resultatet. Att exempelvis installera sprinklersystem i byggnaden skulle medföra avsevärda kostnader men bara höja brandskyddsindexet marginellt. Detta säger dock inget om hur sprinkler skulle kunna underlätta utrymningen rent praktiskt. För att uttala sig om detta behövs vidare utredning och simuleringar i exempelvis Argos eller Cfast.

Överlag var brandskyddet på Linnéagården att betrakta som godtagbart sett till de kriterier som BSV vård baseras på. Vill man ytterligare förbättra det bör man med utgångspunkt av resultatet ovan inrikta sig på att begränsa mängden lös inredning i byggnaden och minimera de fasta riskkällorna. Hur detta påverkar byggnadens funktion och patienternas välbefinnande är utanför vårt ansvarsområde.

## 9 Åtgärdsförslag

Nedan följer en lista på konkreta åtgärder som bidrar till att öka säkerheten vid utrymning från Linnéagården.

### 9.1 Åtgärder som skall genomföras

Här redovisas åtgärder som måste utföras eftersom det finns regler eller lagar som kräver det . Dessutom anges förslag för att utrymningstiden skall kunna förkortas.

Skall genomföras eftersom det finns krav på detta enligt BBR

- Installera nödbelysning, BBR 5:353
- Byta ut belysta och efterlysande skyltar till genomlysta skyltar, BBR 5:351
- Placera en fast steg till mark på balkongen, BBR 5:312

Skall genomföras för att underlätta en utrymning och därigenom förkorta utrymningstiden.

- Byta öppningsmekanismer på utrymningsdörrar
- Installera EI 30 dörrar och dörrstängare på alla rum
- Genomföra regelbundna utrymningsövningar

### 9.2 Förslag på åtgärder som bör genomföras för att förbättra brandskyddet

Här redovisas åtgärder som skulle kunna underlätta utrymningen. Dessa åtgärder är dock dyra att genomföra.

- Extra personal nattetid
- Installera talat utrymningsmeddelande
- Installera sprinkler

## 10 Validering av åtgärdsförslag

Nedan kommer en validering av det angivna åtgärdsförslag. Några har nämnts helt kort i tidigare texter men konkretiseras och utvecklas mer i detalj nedan.

### 10.1 Validering av åtgärdsförslag som skall genomföras

#### 10.1.1 Placera en fast steg till mark på balkongen

I simuleringar som har utförts enligt standardfallet har det suttit en steg från vädringsbalkongen till marken så att patienterna kan ta sig ner. Om en sådan inte finns på plats får man förlita sig på räddningstjänstens stegar vilket fördröjer utrymningen och försenar släckinsatsen.

Diagrammet till höger visar två av utrymnings-simuleringarna gjorda i ERM. Det är nuvarande situation på Linnégården (2) och utrymnings-situationen med en steg monterad (1) från balkongen ner till markplan.

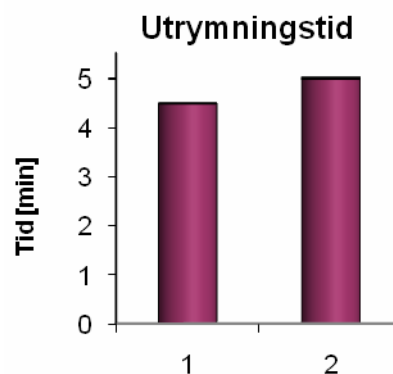


Diagram 13: Steg monterad (1)  
Nuvarande situation (2)

Utrymningstiden förlängs med över en halv minut då stegen saknas.

Dörren ut till balkongen utgörs utav en glasad balkongdörr. Denna utrymningsväg kan liknas vid utrymning via fönster. Det är viktigt att personer som väljer att utrymma denna väg inte blir utsatta för giftiga brandgaser eller direkt påverkan av branden [Brandskyddshandboken, 2005]. Simuleringar i Argos visar att fönster i korridoren går i sönder efter cirka 3 minuter (se bilaga 8). Personen/personerna får vänta i cirka 8 minuter innan räddningstjänsten kan hjälpa dem ner ifrån balkongen. Under denna tiden kan de som utrymmer denna väg bli utsatta för otillfredsställande förhållanden. Om ingen steg placeras på balkongen kan inte kravet enligt BBR 5:312 anses uppfyllas [BBR, 2002].

#### 10.1.2 Öppningsmekanism

Nödutgångarna som är försedda med låsvred under en skyddskåpa skall, eftersom det rör sig om en vårdanläggning, bytas mot enklare öppningsmekanism. Exempelvis kan en panikregel installeras som underlättar snabb öppning av dörren under stressade förhållanden. Detta eftersom det har visats sig att svårigheter uppstått då kåpan skall avlägsnas. Även vred anses besvärliga att använda [Brandskyddshandboken, 2005].

#### 10.1.3 Nödbelysning

Vårdanläggningar skall ha nödbelysning enligt Boverkets byggregler 5:353. [BBR, 2002] Målet med nödbelysningen är att kunna genomföra utrymning på ett säkert sätt även vid strömavbrott. Nödbelysning gäller även direkt utanför utgångarna.

#### **10.1.4 Skyltar**

Utrymningsvägarna på vindsvåningen skall märkas upp med tydliga skyltar detta enligt Boverkets byggregler 5:351. [BBR, 2002] Helst ska moderna bakgrundsbelysta skyltar med ”backup” batteri användas. Detta gäller även skylten som är belyst med vanlig lampa i trappan mellan våning ett och bottenplan, se figur 2.

#### **10.1.5 Installera EI 30 dörrar och dörrstängare på alla rum**

Att hinna utrymma alla rum vid exempelvis en korridorsbrand nattetid är svårt även om man räknar med en väldigt kort fördröjningstid på 10 sekunder. Det är rimligt att anta att folk i allmänhet, och kanske patienter på en vårdanläggning i synnerhet, behöver i alla fall en minut på sig för att vakna till, reagera och fatta beslut. Behöver de dessutom, vilket vi räknat med i vår standardsimulering, viss ledning från personalen är det i praktiken omöjligt att hinna utrymma vid ett normalsnabbt brandförlopp.

Troligen är ett bättre alternativ för patienterna att stanna på sina respektive rum och invänta räddningstjänstens insats. Detta förutsätter att dörrarna håller minst EI 30 och är försedda med självstängare.

#### **10.1.6 Regelbundna utrymningsövningar**

Att hålla utrymningsövningar tillsammans med räddningstjänsten ökar de boendes och personalens medvetenhet i brandsäkerhetsfrågor. Detta bör leda till en snabbare reaktionstid och större villighet bland patienterna att själva utrymma vid brand. Det är viktigt att öka medvetenheten kring hur snabbt ett brandförlopp kan fortgå efter att den initiala antändningen har skett. I ett mindre rum uppnås kritiska förhållanden på under 2 minuter och då kan patienterna inte strula för mycket med kläder och värdesaker.



## 10.2 Validering av åtgärder som bör genomföras

### 10.2.1 Extra personal nattetid

Att ha en extra vårdare på hemmet nattetid skulle enligt simuleringar i ERM förkorta utrymnings-tiden med nästan en minut (se diagram 14), en ganska lång tid i brandsammanhang. I praktiken skulle det nog innebära en ökad trygghet för patienterna och ett bättre flyt i utrymningen som spar ytterligare tid. ERM tar ju bara hänsyn till statistiska parametrar som utrymningsvägens längd etc. och inte till den trygghet och sociala dynamik som det kan innebära att ha en kollega som hjälper till i ett skarpt läge.

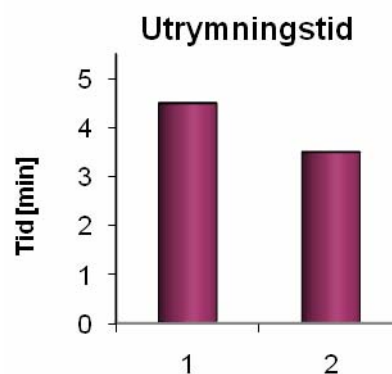


Diagram 14: Nuvarande situation (1)  
En extra personal (2)

### 10.2.2 Talat utrymningsmeddelande

Talade utrymningsmeddelanden har i tester visat sig uppmärksammas snabbare än traditionella ringsignaler. [Frantzich, 2000a] Genom att patienter genom ett talat meddelande får reda på att de ska utrymma är det tänkbart att fler av dem reagerar och börjar utrymma på eget bevåg. Detta är främst intressant nattetid då det bara finns en vårdare på plats för att assistera patienterna vid utrymning.

Simuleringar i ERM med fallet Natt1 visar att då personalen måste hjälpa vissa patienterna ut fås en total utrymningstid på 4,5 min.

Om talat utrymningsmeddelande ger effekten att alla patienterna själva utrymmer ifrån Linnéagården blir den totala utrymningstiden 2,5 min, detta har simulerats i ERM fall Natt4. Om exemplarisk effekt ges av talat utrymningsmeddelande så skulle utrymningen alltså gå 2,0 min fortare. Det är dock tveksamt om en fullt så exemplarisk utrymning skulle kunna genomföras bara på grund av ett talat meddelande. Dock så är det fullt rimligt att anta att utrymningen kommer att gå snabbare när patienterna får ett talat direktiv om vad dom ska göra i situationen som uppstår.

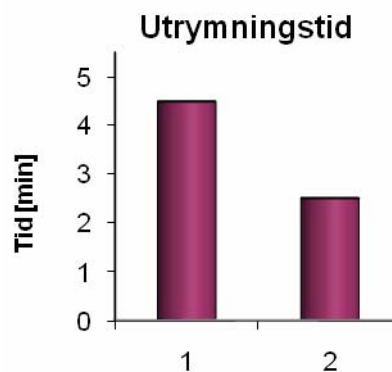


Diagram 15: Nuvarande situation (1)  
Potentiell effekt av talat meddelande (2)

Diagram 15 visar den potentiella tidsvinsten ett utbyte av utrymningslarmet skulle kunna ge under utrymningen. Utrymningstiden kan alltså förkortas med upp till två minuter

### **10.2.3 Sprinkler**

Att installera sprinkler i byggnaden skulle innebära en stor installationskostnad. Det är troligt att detta hade underlättat utrymningsförhållanden genom att begränsa brandens effektutveckling och kyla brandgaserna men samtidigt kan sikten försämrats då luften blandas om. I rapporten görs inga kvantitativa beräkningar för sprinklers. Vid ny/ombyggnation av anläggningen finns dock rekommendationer om att sprinkler installeras.

## 11 Diskussion

I praktiken är det naturligtvis ytterst sällan en utrymning går till på ett så ordnat och strukturerat sätt som det gör i våra simuleringar. Det är till exempel ytterst få människor som enbart förlitar sig på en larmsignal och med en kort fördröjning systematiskt börjar utrymma byggnaden. Istället är det vanligt att nyfikenheten tar vid och att utrymning inte påbörjas förrän man genom syn, lukt, hörselintryck fått bekräftat att det verkligen brinner. Då har i regel branden redan nått en viss omfattning och utrymningen blir totalt sett långsammare och mer ostrukturerad än i teorin. Folk blir rädda och stänger inte dörren till sitt rum vilket leder till brandgasspridning i angränsande korridorer som ytterligare försvårar och fördröjer utrymning. Den mänskliga faktorn har stor betydelse i brandsammanhang.

Att bedöma patienternas hjälpbehov på ett korrekt sätt är den enskilt viktigaste faktorn vid utrymningssimuleringar i ERM. Ökar man antalet patienter som behöver hjälp ut eller sätter ner deras reaktionstider ökar utrymningstiden markant vilket framgår av de stora skillnaderna i de olika utrymmesscenarierna. Självklart kan och ska brandingenjören ha åsikter om vårdpatienternas förmåga till säker utrymning. För att göra korrekta bedömningar krävs dock mer ingående studier av de olika patienternas diagnoser och personliga förutsättningar. Viss hänsyn till denna osäkerhet har tagits i och med att sju olika utrymningsscenarier simuleras men man bör ändå ha i åtanke att giltigheten av dem är avhängig på att bedömningen av patienternas görs på ett korrekt och rättvist sätt. Ett standardfall (natt 1) har tagits fram som vi bedömer som mest troligt. Detta står dock i strid med det tillstånd från länsstyrelsen där tillstånd för verksamheten ges under villkor att samtliga patienter kan utrymma på egen hand.

Även simuleringarna i Argos bör användas med viss försiktighet. Osäkerheten i utdata ökar snabbt med ökat antal rum och komplicerad geometri. Några av resultaten som togs fram betraktas som helt orimliga. Till exempel blir det kritiska förhållanden i korridoren efter fyra minuter med avseende på temperaturen om det brinner i rum 11 trots att dörren är stängd mellan de båda rummen.

Åtgärdsförslagen i föregående kapitel har lämnats utan någon inbördes prioriteringsordning. Här är värderingsgrunderna helt avgörande. Att till exempel ta in extra personal nattetid för att förbättra utrymningsmöjligheterna är rent riskreducerande avgjort en bra åtgärd. Enligt simuleringar sparas nästan en minut vilket är långt tid i utrymningssammanhang och säkert kan vara skillnaden mellan liv och död. Det kan dock diskuteras hur mycket ökad säkerhet får kosta i kronor och ören och om inte samma pengar kan användas bättre och rädda fler liv per krona om de investeras i andra områden. Utan att ha gjort några egentliga beräkningar på det känns till exempel sprinkler rent intuitivt som en mer kostnadseffektiv åtgärd för att minska riskerna vid brand.

## **12 Slutsatser**

Sammanfattningsvis anses det inte säkert att samtliga patienter hinner utrymma under aktuella förhållanden. Rent brandskyddstekniskt är förutsättningarna relativt goda på Linnéagården men dock anses det att vissa åtgärder bör genomföras för att utrymning ska kunna utföras på ett tillfredställande sätt. Genom att genomföra åtgärdsförslagen ovan kommer utrymningen underlättas och därmed den totala utrymningstiden att förkortas.

## 13 Referenser

### Litteratur:

Boverket, *Boverkets byggregler, BBR* (Upplaga 4:1), Boverket, Karlskrona, 2002

Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

Drysdale D, *An Introduction to Fire Dynamics SE*, John Wiley & Sons, Chichester, 2004

Frantzich H, Tid för utrymning vid brand, Räddningsverket, Karlstad, 2000a

Särdqvist S, *Initial Fires: RHR, Smoke Production and CO generation from single burning items an room fire tests* Report 3070 Department of fire safety Engineering, Lund University, 1993

Karlsson B, Quintere J. *Enclosed fire dynamics*, CRC press LLC, Boca Raton, 2000

Husted Bjarne P, *ARGOS Theory Manual*, Danish Institute of Fire and Security Technology, Hvidovre, 2003

Alvord D.M. *Status Report on the Escape and Rescue Model and the Fire Emergency Evacuation Simulation for Multifamily Buildings*, NIST, Gaithersburg, 1985

### Rapporter:

Frantzich, H. BSV-vård (Brandskyddsvärdering av vårdavdelningar), SRV-Rapport P21-347-00, Räddningsverket, Karlstad, 2000b

Insatsrapport räddningstjänsten Gislaved-Gnosjö, SOS alarmerings ärendenummer: 060520-00228, Räddningstjänstens ärendenummer 2006/00212, 2006.

Holmstedt G, Nilsson D, *Kompendium i Aktiva System - Detektion*, Brandteknik LTH, Lund, 2006

Räddningsverket. (2005) *Räddningstjänst i siffror 2004 tabellbilaga*. Karlstad

Räddningsverket. (2005) *Räddningstjänst i siffror 1996-2004*. Karlstad

### Dataprogram:

Stroup, D.W. DETACT-T2 version 1.0, 1985

### Elektroniska källor:

[http://www.srv.se/templates/SRV\\_Page\\_\\_\\_\\_\\_2267.aspx](http://www.srv.se/templates/SRV_Page_____2267.aspx) 2006-09-26 kl 14.10

### Personliga källor:

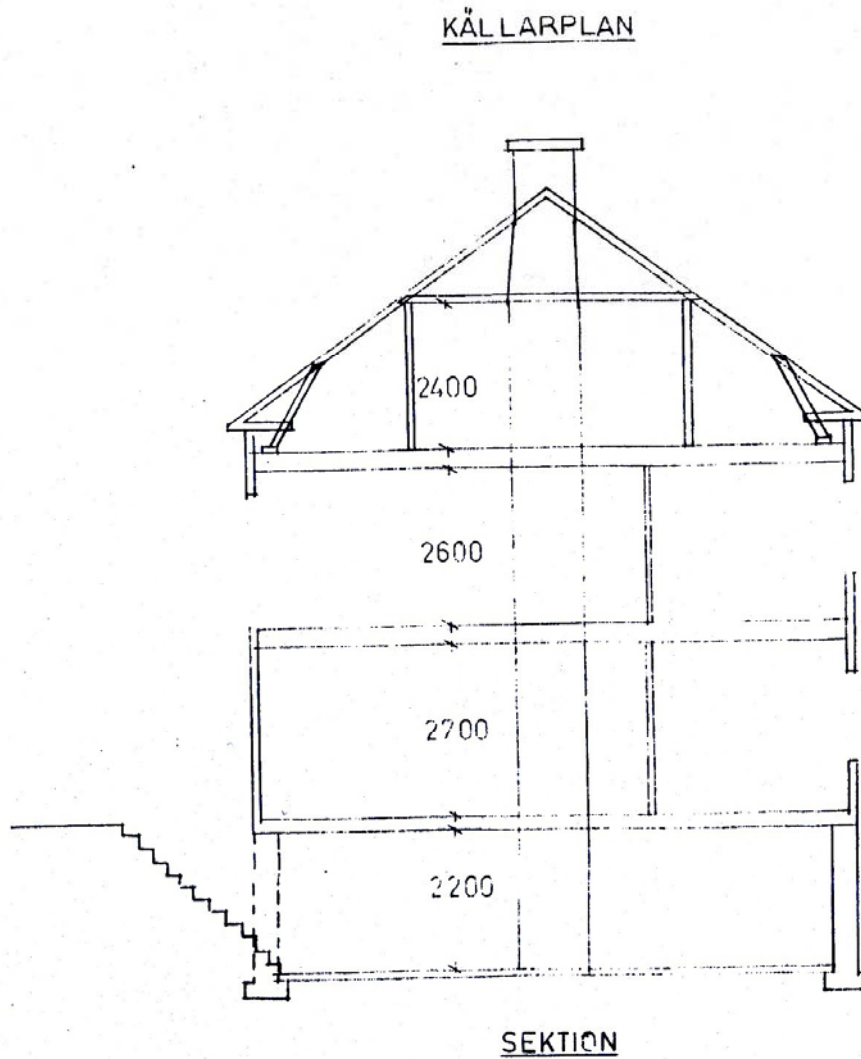
L. Jensen, professor i installationsteknik, personlig kommunikation, 12 oktober, 2006

K. Sandin, univ.lektor, avd. för byggnadsfysik, personlig kommunikation, 14 november, 2006

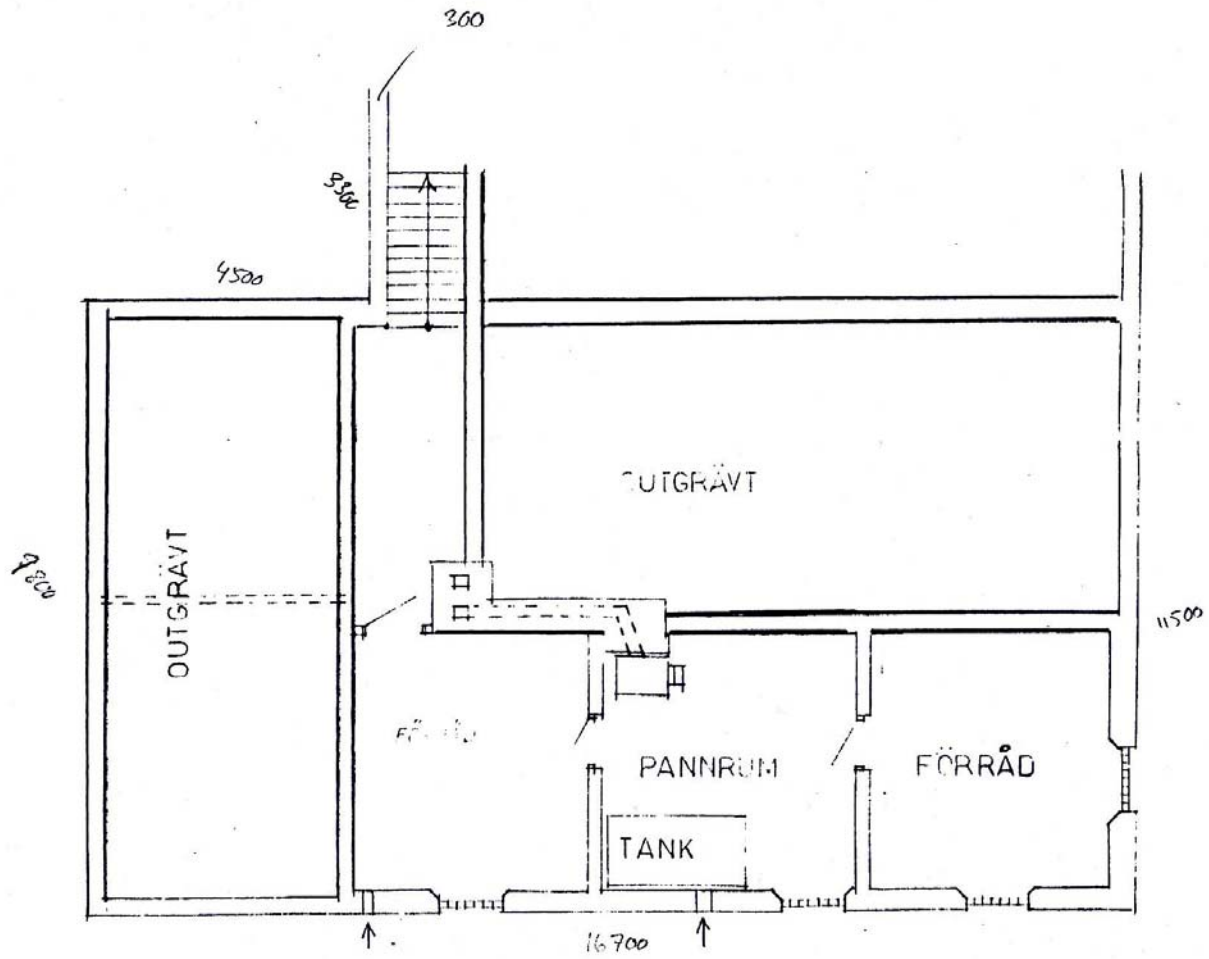
B. Husted, doktorand vid avd. för brandteknik, personlig kommunikation, 12 oktober, 2006

## Bilaga 1: Ritning över Linnéagården

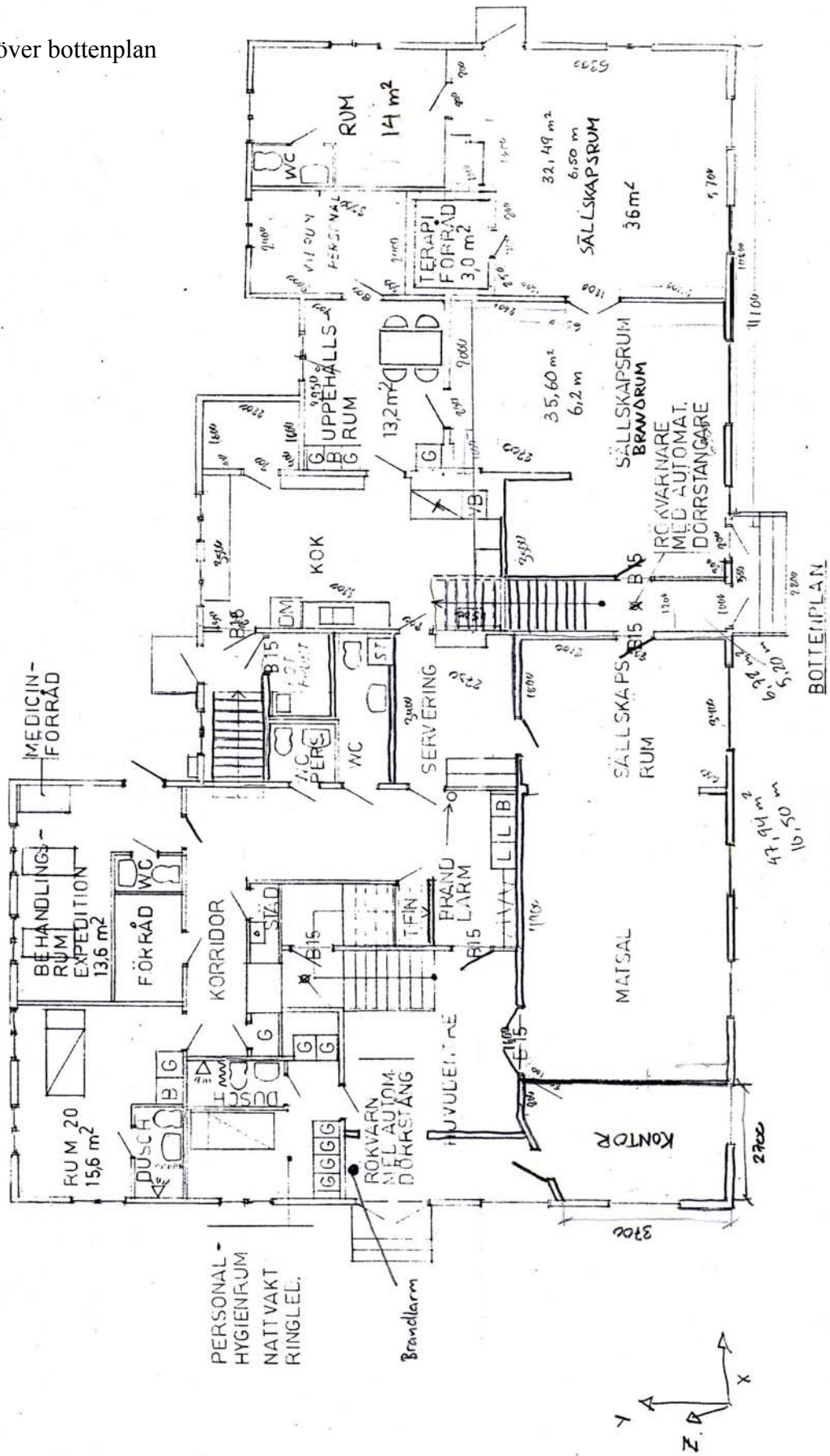
Sektionsritning



Ritning över källare



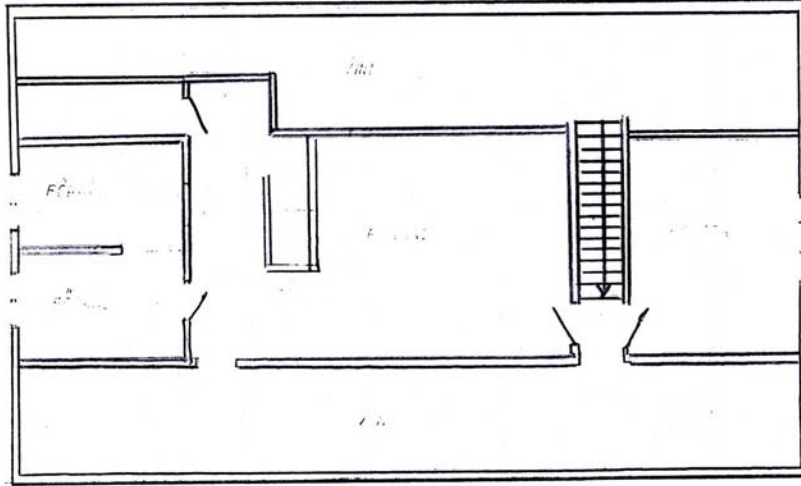
Ritning över bottenplan







Ritning över vinden



Reviderad ritning  
godkänns den  
18. 830928  
Anders Ericsson

GISLAVÉDS KOMMUN  
Byggnadsnämnden  
83. 09. 23  
Dnr . Rnr

## Bilaga 2: Länsstyrelsen beslut 1987-12-04

LÄNSSTYRELSEN  
Jönköping  
Allmänna enheten

### AVSKRIFT

BESLUT

1987-12-04

32.205-20-87

Brandförsvaret  
Oskärsgatan 3  
332 00 Gislaved

AB Grundstenen 37951  
under namändring till  
Sjukhemmet Linnéagården AB  
c/o Olle Svensson  
Granelundsvägen 4, Kärda  
331 00 Värnamo

#### Linnéagårdens Sjukhem

Bolaget har begärt tillstånd att driva enskilt vårdhem.

Länsstyrelsen meddelar tillstånd enligt bifogat tillståndsbevis, bilaga 1.

De rum som betecknats rum 8 och 11 på den ritning som hör till tillståndsbeviset kan inte godkännas som dubbelrum, eftersom de är för små.

För Linnéagården B. o K. Ahronius AB den 11 oktober 1979 meddelat tillstånd att driva Linnéagården upphör att gälla den 31 december 1987.

Detta beslut kan överklagas hos socialstyrelsen, se bilaga 2.

Claes v Sydow

Jarl Wrele

ALA

BESTYRKES

*M. W. Wrele*

Postadress  
551 86 Jönköping

Gatuadress  
Hamngatan 4

Telefon  
036 - 11 87 00

Postgiro  
3 51 76 - 7

LÄNSSTYRELSEN  
Jönköping  
Allmänna enheten

TILLSTÅNDSBEVIS

Bilaga 1

1987-12-04

32.205-20-87

Tillståndshavare AB Grundstenen 37951 under namnändring til Sjukhemmet Linnégården AB

Vårdhemets benämning Linnégårdens Sjukhem

Postadress Furuliden 2, 330 27 Hestra

Fastighet, kommun Kyrkobil 1:26, Gislaveds kommun

Vårdkategori Psykiskt sjuka med måttligt vårdbehov

Högsta antal personer som samtidigt får vårdas Femton, fördelade med fjorton i huvudbyggnaden och en i radhuslägenhet med adress Västangatan 4, Hestra

Föreståndare Olle Svensson

Vik föreståndare Jan Pettersson

Vårdhemsläkare Magnus Olander

Villkor för tillståndet  
m m Tillståndet gäller fr o m den 1 januari 1988 tills vidare. Som dubbelrum får användas endast det rum som betecknats rum 10 på den ritning som hör till detta tillståndsbevis. Övriga rum skall vara enkelrum.

Vid hemmet får ej vårdas personer som enligt vårdhems- läkarens eller föreståndarens bedömning inte kan förväntas vara i stånd att själva ta vara på sig om brand uppstår. Automatiskt brandlarm bör installeras.

Tillståndet får ej överlåtas. Vill tillståndshavaren ändra verksamheten eller hemmet skall tillstånd härför sökas. Det åligger den som driver vårdhemmet samt föreståndaren och vårdhems läkaren att rätta sig efter de föreskrifter som gäller för verksamheten.

Eftersom Magnus Olander inte är specialist i psykiatri bör som konsult anlitas läkare med sådan kompetens.

Postadress  
551 86 Jönköping

Gåvadress  
Hamngatan 4

Telefon  
036 - 11 87 00

Postgiro  
3 51 76 - 7




Tillhör länsstyrelsen i Jönköping beslut 1987-12-04

1987-12-04

LÄNSSTYRELSEN JÖNKÖPING  
BOKFÖRINGSFUNKTION  
87. 08. 21  
nr. 205-20-87

GÅRDENHOTELL TILL S. JONHEM: PA  
KÄLLARPLAN  
MESTRA LÄNSSTYRELSEN  
LUNNEGÅRDEN  
LURULIDEN 2  
530 27 VESTRA  
RITNINGERIBERT JOHANSSON: RIK 7 902  
MÅLSLINGGATAN 5  
330 97 VESTRA  
TELEFON: 070-35536

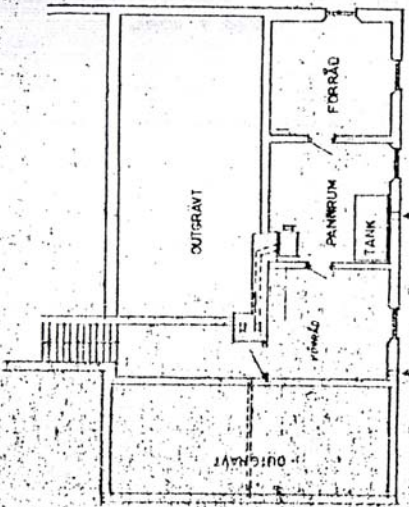
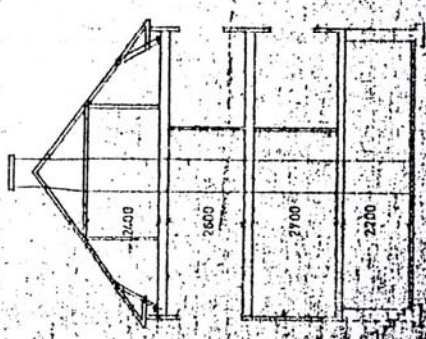
AB Grundstaden  
Gården med badning till  
530 27 VESTRA  
Gården Linnégården AB  
530 27 VESTRA  
Grundstaden 4, Rindö  
330 30 Västerg.



Linnégården 8, 310 00  
Bolaget har begärt tillstånd att driva enskilt vårdhem.  
Länstyrelsen har tillstånd enligt bifogat tillståndsbrev.  
De ritningar som presenterats på den ritning som rör till-  
tillsammans med en teknisk dubbelning efterse.

För Linnégården 8, o. K. Årens AB har tillstånd att driva Linnégården vårdhem att driva till den 31 december 1987.

Detta beslut kan överklämas hos Kvalitetsnämnden.

## Bilaga 3: Länsstyrelsen beslut 1992-09-17

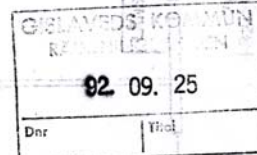


BESLUT

1992-09-17

503-775-89

Sjukhemmet Linnéagården AB  
c/o Olle Svensson  
Box 130  
330 27 HESTRA



### Linnéagårdens Sjukhem

Länsstyrelsen medger att som vårdrum får användas det rum som avgränsats med heldragen röd linje på bifogad ritning. Rummet får användas endast som enkelrum.

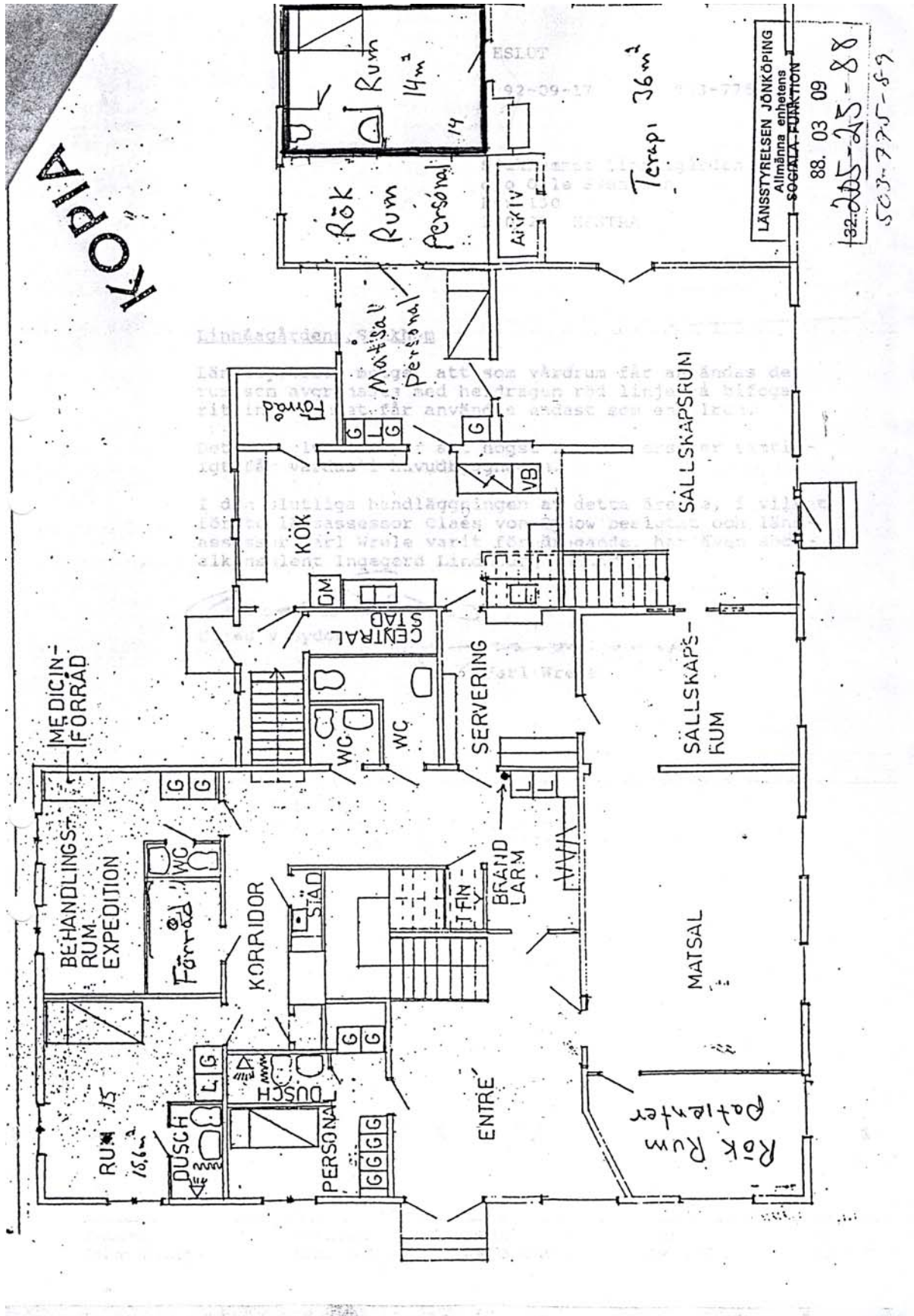
Detta beslut innebär att högst femton personer samtidigt får vårdas i huvudbyggnaden.

I den slutliga handläggningen av detta ärende, i vilket förste länsassessor Claes von Sydow beslutat och länsassessor Jarl Wrele varit föredragande, har även socialkonsulent Ingegerd Lindeberg deltagit.

  
Claes v Sydow

  
Jarl Wrele

Kopia till  
Socialstyrelsen, 106 30 Stockholm  
Yrkesinspektionen, Box 3, 551 12 Jönköping  
Socialnämnden, 332 80 Gislaved  
Miljö- och hälsoskyddsnämnden, 332 80 Gislaved  
Byggnadsnämnden, 332 80 Gislaved  
Riksförsäkringsverket, tillsynsavdelningen, 103 51 Stockholm  
Räddningschefen, 332 80 Gislaved  
Landstinget, Box 1024, 551 11 Jönköping  
Sociala enheten

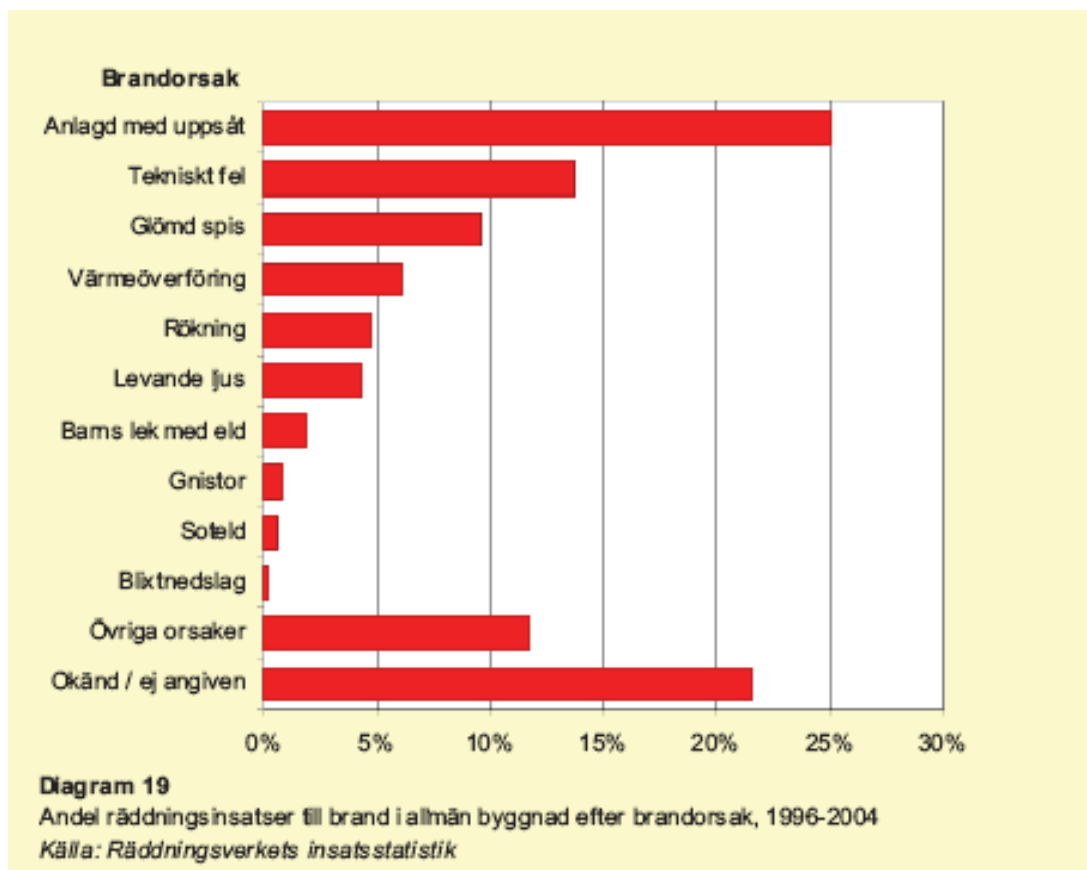




## Bilaga 4: Statistik

### Brandorsak

För att få en idé av vilka de mest troliga brandscenarion som kan drabba Linnégården är, så har statistik från räddningsverket använts. Den absolut vanligaste brandorsaken i allmänna byggnader är en anlagd brand. Men även matlagning eller tekniska fel är relativt vanliga orsaker.



**Källa:** Räddningstjänsten i siffror 1996-2004,

### Startföremål

När det sedan gäller startföremål så hämtas även den statistiken från Räddningstjänsten och då tabellbilagan till Räddningstjänst i siffror 2004. Av 1681 bränder under året 2004 så startade ca 19 % (317 st) av bränderna i lös inredning. Hela 37 % (627 st) av bränderna startade av okänd eller annan anledning. Just dessa siffror gör ju denna statistik lite osäker vad gäller startföremål eftersom det här kan finnas någon okänd parameter som inte är känd. Men med hjälp av de kända startorsakerna så får man anta att just en anlagd brand är den troligaste anledningen till att en brand skulle starta på Linnégården.

**Tabell 115 Brand i byggnad per objektstyp och startföremål, 2004**

Tabellen visar i vilka föremål bränder uppstår för respektive typ av byggnad.

**Riket**

Startföremål <sup>1</sup>	Allmän byggnad	Bostad	Industri	Annan byggnad	Annan (specificerad)	Ej angiven / I det fria	Totalt Antal	Andel <sup>2</sup>
Ej angivet	2	12	2	1	4		21	0,2%
Byggnadens utsida	118	171	38	66	83	18	494	5,1%
Rökkanal	9	940	26	17	32	3	1 027	10,6%
Lös inredning	317	656	56	53	79	11	1 172	12,1%
Eldstad	13	340	15	18	30	4	420	4,3%
Uppvärmningsanordning	29	165	79	39	20	1	333	3,4%
Bastuaggregat	18	33	3	1	21		76	0,8%
Torktumlare	7	63	4	1	2		77	0,8%
Torkskåp	3	6		1			10	0,1%
Diskmaskin	14	25			1		40	0,4%
Kaffebryggare	14	9	1	1			25	0,3%
Spis	213	864	9	2	15	2	1 105	11,4%
Kyl/frys	19	43		1	4		67	0,7%
Tvättmaskin	16	84	5	2	3		110	1,1%
TV	10	91					101	1,0%
Stereo/video		6					6	0,1%
Strykjärn	2	3					5	0,1%
Glödlampa	16	43	1	7	2		69	0,7%
Lysrör	48	21	12	6	7	1	95	1,0%
Transformator	8	2	12	9	3	2	36	0,4%
Andra elinstallationer	123	160	86	34	26	1	430	4,4%
Fläkt/ ventilationsanläggning	40	52	106	10	10	1	219	2,3%
Skräp i container	34	90	12	55	40	5	236	2,4%
Maskin	15	5	221	4	6	1	252	2,6%
Personbil	6	17	18	66	25	6	138	1,4%
Övriga vägfordon	2	7	7	8	1		25	0,3%
Explosivt-/sprängämne	8	5		1			14	0,1%
Brandfarlig vätska	27	40	16	10	7	3	103	1,1%
Brandfarlig gas	3	9	15	2	2		31	0,3%
Tåg	1			1		1	3	0,0%
Okänd	110	593	61	143	191	33	1 131	11,7%
Annat	517	984	303	130	184	25	2 143	22,1%
<b>Totalt antal bränder</b>	<b>1 681</b>	<b>5 359</b>	<b>1 081</b>	<b>675</b>	<b>775</b>	<b>113</b>	<b>9 684</b>	

1) En brand kan ha flera startföremål.

2) Andel beräknas på totalt antal bränder.

*Tabell över vanligaste startföremålen vid brandtillbud. Markerad kolumn behandlar allmänna byggnader och har använts för Linneagården.*

Källa: Räddningstjänst i siffror 2004 tabellbilaga

## Bilaga 5: Framtagning av effektkurvor

Indata till effektkurvor rum 11

Källa:										Alfa t2 kurva, medium
		<a href="http://www.fire.nist.gov/fire/fires/bunk/qbunk.gif">http://www.fire.nist.gov/fire/fires/bunk/qbunk.gif</a> 2006-12-12	Initial fires Y6-24 Luxor Complete bed Mass: 2.4 kg	Initial fires Y5.3-14 s.67	Initial fires Y1.20, Luxor Carina, 24" Mass:32.7 kg	Initial fires Y5.2/53 Armchair		Kurvutjämnning		
Tid min	Tid s	Säng kW	Madrass kW	Sängbord kW	TV kW	Stol kW	Övrigt kW	Totalt MW	Approx Kurva	0.012 MW
0	0	0	0	0				0.00	0.0	0
	30	0	10	0				0.01	0.0	0
1	60	5	11	2.5				0.02	0.0	0
	90	10	12	5	19			0.05	0.1	1
2	120	20	13	7.5	214	0		0.25	0.2	1
	150	40	14	10	230	10		0.30	0.3	1
3	180	50	15	25	217	37		0.34	0.4	1
	210	110	25	31.7	164	25		0.36	0.5	1
4	240	210	30	38.4	169	40		0.49	0.7	2
	270	440	55	45	168	62		0.77	0.9	2
5	300	800	65	85	181	87		1.22	1.1	2
	330	1040	130	175	175	30		1.55	1.3	2
6	360	900	190	297.5	164	25	100	1.68	1.6	3
	390	500	230	420	153	20	350	1.67	1.8	3
7	420	150	280	912	156	47		1.55	2.1	3
	450	60	260	30	161	15	200	0.73	2.1	4
8	480	30	235	10	144	4	200	0.62	2.1	4
	510	20	400		117	5		0.54	2.1	5
9	540	20	465		83	12	-100	0.48	2.1	5
	570	20	390		69	2		0.48	2.1	6
10	600	20	315		61	0		0.40	2.1	6
	630	20	310		55	11		0.40	2.1	7
11	660	20	265		53	0		0.34	2.1	7
	690	10	270		54	2		0.34	2.1	8
12	720	10	275		47	1		0.33	2.1	8
	750	10	310		38	1		0.36	2.1	9
13	780	10	460		36	0		0.51	2.1	10
	810	10	420		32	5		0.47	2.1	10
14	840	10	370		31	0		0.41		11
	870	10	220		29	0		0.26		12
15	900	10	185		28	0		0.22		12
	930		140		27	0		0.17		13
16	960		105		25	1		0.13		14
	990		80		25	11		0.12		15
17	1020		70			0		0.07		16
	1050		65			3		0.07		16
18	1080		60			2		0.06		17
	1110		55			2		0.06		18
19	1140		50			1		0.05		19
	1170		45			1		0.05		20
20	1200					1		0.00		21
	1230					0		0.00		22

Indata till effektkurvor sällskapsrum

Källa:												
		EFD/Barbarucka Figure 3.8 sid 37	Initial fires Y5.3-14 s.67	Initial fires Y5.3-14 s.67	Initial fires Y3.3/14 s.53	Initial fires Y1.20, Luxor Carina, 24" Mass:32.7 kg	Initial fires Y3.3/14 s.53		Kurvutjämföring			Alfa t2 kurva, fast
Tid min	Tid s	Fåtölj kW	Stol kW	Stol kW	Bord kW	TV kW	TV byrå kW	Övrigt kW	Totalt MW	Approx Kurva	0.047 MW	
0	0	0							0.0	0.0	0	
	30	10	5	5	0				0.0	0.0	0	
1	60	20	5	5	2.5				0.0	0	0	
	90	35	5	5	5				0.1	0.2	0	
2	120	50	0	0	7.5				0.1	0.4	1	
	150	100	310	310	10		0		0.7	0.7	1	
3	180	400	330	330	25	0	2.5		1.1	1.1	2	
	210	600	380	380	31.7	19	5		1.4	1.5	2	
4	240	1500	390	390	38.4	214	7.5		2.5	2.1	3	
	270	2000	500	500	45	230	10	200	3.5	2.7	3	
5	300	1200	460	460	85	217	25	400	2.8	3.4	4	
	330	650	630	630	175	164	31.7	200	2.5	3.8	5	
6	360	400	410	410	297.5	169	38.4	600	2.3	3.8	6	
	390	250	300	300	420	168	45	700	2.2	3.8	7	
7	420	200	275	275	912	181	85	100	2.0	3.8	8	
	450	180	240	240	30	175	175	700	1.7	3.8	10	
8	480	170	215	215	10	164	297.5	600	1.7	3.8	11	
	510	160	200	200	0	153	420	400	1.5	3.8	12	
9	540	150	175	175		156	912	-100	1.5	3.8	14	
	570	140	160	160		161	30		0.7	3.8	15	
10	600	130	160	160		144	10		0.6	3.8	17	
	630	120	160	160		117	0		0.6	3.8	19	
11	660	110	157.5	157.5		83			0.5	3.8	20	
	690	100	155	155		69			0.5	3.8	22	
12	720	90	152.5	152.5		61			0.5		24	
	750	80	150	150		55			0.4		26	
13	780	70	147.5	147.5		53			0.4		29	
	810	60	145	145		54			0.4		31	
14	840	50	142.5	142.5		47			0.4		33	
	870	40	140	140		38			0.4		36	
15	900	30	135	135		36			0.3		38	
	930	20	115	115		32			0.3		41	
16	960	10	110	110		31			0.3		43	
	990	0	102	102		29			0.2		46	
17	1020		96	96		28			0.2		49	
	1050		90	90		27			0.2		52	
18	1080		110	110		25			0.2		55	
	1110		110	110		25			0.2		58	
19	1140		105	105		0			0.2		61	
	1170		95	95					0.2		64	
20	1200		93	93					0.2		68	
	1230		90	90					0.2		71	

Indata till effektkurvor korridor

Källa:								Alfa t2 kurva, fast
		Initial fires Y1.20, Luxor Carina, 24" Mass:32.7 kg	Initial fires Y5.3-14 s.67	EFD/Barbarucka Figure 3.8 sid 37	<a href="http://www.fire.nist.gov/fire/fires/dress2/qdress2.gif">http://www.fire.nist.gov/fire/fires/dress2/qdress2.gif</a> 2006-12-12			
Tid min	Tid s	TV kW	Stol kW	Fåtölj kW	Linneskåp kW	Totalt MW	Approx Kurva	0.047 MW
0	0			0		0		0
	30			10		0.01	0	0
1	60			20		0.02	0	0
	90			35		0.035	0	0
2	120	0	5	50		0.055	0	1
	150	19	30	100	200	0.349	1	1
3	180	214	310	400	400	1.324	1	2
	210	230	330	600	600	1.76	2	2
4	240	217	380	1500	850	2.947	2	3
	270	164	390	2000	1000	3.554	2.71	3
5	300	169	500	1200	1150	3.019	3.43	4
	330	168	460	650	1200	2.478	3.43	5
6	360	181	630	400	1240	2.451	3.43	6
	390	175	410	250	1270	2.105	3.43	7
7	420	164	300	200	1970	2.634	3.43	8
	450	153	275	180	1050	1.658	3.43	10
8	480	156	240	170	1350	1.916	3.43	11
	510	161	215	160	1100	1.636	3.43	12
9	540	144	200	150	975	1.469	3.43	14
	570	117	175	140	1000	1.432	3.43	15
10	600	83	160	130	1270	1.643	3.43	17
	630	69	160	120	960	1.309		19
11	660	61	160	110	630	0.961		20
	690	55	157.5	100	600	0.9125		22
12	720	53	155	90	570	0.868		24
	750	54	152.5	80	520	0.8065		26
13	780	47	150	70	650	0.917		29
	810	38	147.5	60	975	1.2205		31
14	840	36	145	50	360	0.591		33
	870	32	142.5	40	360	0.5745		36
15	900	31	140	30	360	0.561		38
	930	29	135	20	460	0.644		41
16	960	28	115	10	490	0.643		43
	990	27	110	0	450	0.587		46
17	1020	25	102		490	0.617		49
	1050	25	96		490	0.611		52
18	1080	-9	90		650	0.731		55
	1110		110		720	0.83		58
19	1140		110			0.11		61
	1170		105			0.105		64
20	1200		95			0.095		68
	1230		93			0.093		71

## Bilaga 6: Strålningsberäkningar

Strålningsberäkning görs för att kontrollera om branden i rum 11 sprider sig. Först görs en genomgång av ekvationerna för att sedan visa beräkningar med siffror. Branden startar i sängen och strålning emot mest avlägsna objektet i rummet beräknas.

Flamhöjdsberäkning

$$L = 0,235\dot{Q}^{2/5} - 1,02D$$

$L$  = flamhöjd (m)

$\dot{Q}$  = energiavgivning (kW)

$D$  = diameter (m)

Synfaktorn kan beräknas när flamhöjden är känd med hjälp av tabell 2.7 i *An Introduction to Fire Dynamics*. [Drysdale, 2004]

Flamman antas vara rektangel som sedan delas in i fyra lika stora delar.

$$S = L_1 / L_2$$

$S$  = förhållande mellan sidorna en av de fyra rektanglarna

$L_1$  = längd

$L_2$  = längd

$$\alpha = \frac{L_1 * L_2}{D^2}$$

$\alpha$  =  $\alpha$ -värde

$D$  = avståndet

$S$ - och  $\alpha$ -värdena multipliceras sedan med fyra.

Strålning

$$E = \varepsilon\sigma T^4 \phi$$

$E$  = effekt/area ( $\text{W}/\text{m}^2$ )

$\varepsilon$  = emissivitet

$\sigma = 5,67 * 10^{-8}$  ( $\text{W}/\text{m}^2\text{K}^4$ )

$T$  = temperatur (K)

$\phi$  = synfaktor

Rum 11

Antändning sker i säng.

Sängens mått: 2,10 m lång och 1,05 m bred.

$\dot{Q} = 1200$  kW (enligt framtagen effektkurva är  $\dot{Q} = 1170$  kW, detta avrundas uppåt)

Omvärderar sängens yta till en cirkel.

$$2,10 * 1,05 = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$D \approx 1,676 \text{ m}$$

$$L \approx 2,3 \text{ m}$$

Flammorna kommer slå i taket och vika av. I videofilmen ”The roomfire” gjord av Sveriges provnings och forsknings institut kan 1,2 m höga flammor antas mer rimliga.

$$S = 0,525/0,6 = 0,875$$

$$\alpha = \frac{L_1 * L_2}{D^2} = \frac{0,525 * 0,6}{2^2} = 0,07875$$

Interpolering mellan punkterna:

$$\alpha_1 = 0,07 \quad \phi_1 = 0,021$$

$$\alpha_2 = 0,08 \quad \phi_2 = 0,023$$

$$\phi_{del} = \frac{\phi_2 - \phi_1}{\alpha_2 - \alpha_1} (\alpha - \alpha_1) + \phi_1 = \frac{0,023 - 0,021}{0,08 - 0,07} (0,07875 - 0,07) + 0,021 = 0,02275$$

$$\phi_{tot} = 4 \times \phi_{del} = 4 \times 0,02275 \approx 0,091$$

$$E = \varepsilon \sigma T^4 \phi$$

$$\varepsilon = 1$$

$$\sigma = 5,67 * 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

$$T = 1200 \text{ K}$$

$$\phi = 0,091$$

$$E = 10,7 \text{ kW/m}^2$$

Emissiviteten antas vara 1, vilket även gäller vid svart kropp.

Flamtemperaturen antas vara 1200K.

Infallande strålningen: 10,7 kW/m<sup>2</sup>

## Bilaga 7: Beräkning med Detact T2

För att kontrollera värdena som Argos ger på aktiveringstiden av detektorerna så används Detact-T2 [Stroup, 1985]. Det är ett enkelt beräkningsprogram för att beräkna sprinkler- eller detektorutlösning. Programmet bygger på en ekvation av Alpert [Karlsson & Quintere, 2000] för att beräkna temperatur eller gashastighet, i en luftström under taket, vid brand. Programmet använder en effektutvecklingskurva enligt alfa  $t^2$  -modellen vilket passar bra med de framtagna kurvorna i denna rapport. Dock så finns det några förenklingar som användaren måste ta hänsyn till. Till att börja med så bortser programmet från transporttiden mellan brandkällan och taket. Denna förenkling innebär att beräkningsresultatet måste användas med stor försiktighet, framförallt i inledningsskedet av branden som vill beräknas här. Dessutom förutsätter ekvationen att det finns ett platt tak som är oändligt stort. Programmet tar alltså ingen hänsyn till att brandgaser samlas under taket vilket gör att de tider som Detact-T2 beräknar, i relativt små rum, är i överkant. Programmet bortser även från vilken typ av material som brinner och då också rökpotentialen. För att göra en grov beräkning av aktiveringstiden för en rökdetektor så används ett väldigt lågt RTI-värde, runt 0,5-1, och en temperaturstegring på runt 5-13°C som aktiveringsgräns [Brandskyddshandboken, 2005].

Programmet används därför här för att göra en grov uppskattning av aktiveringstiden för rökdetektorerna på Linnéagården. Dessa tider jämförs sedan med Argos beräknade aktiveringstid. I alla scenarier har omgivningstemperaturen 20°C valts och avstånd mellan detektorerna har valts till 6 m. I många rum finns bara en detektor men i korridoren finns flera så detta antagande får gälla för alla försök. Dessutom jämförs bara tiderna med Argos försöken som har öppna dörrar, eftersom Detact-T2 inte tar hänsyn till uppsamling av brandgaser i taket.

På grund av alla förenklingar som görs i Detact-T2 och Argos så kommer dessa värden att vara förenade med en ganska stor osäkerhet. Dock så visar resultaten av dessa beräkningar att Argos och Detact ger liknande aktiveringstider, även om Detact-T2 ligger lite över Argos värdena. Med tanke på att Detact-T2 överskattar aktiveringstiden för rökdetektorn i allmänhet, så kan varseblivningstiden uppskattas till den tid som Argos har beräknat. Av denna anledning kommer de erhållna detektionstiderna från Argos användas då total utrymningstid beräknas.



Exempel av beräkning för rum 11 med medium effektkurva

DETECT-T2 VERSION 1.0 WRITTEN BY D.W. STROUP (1985)  
CONTRIBUTION OF THE NATIONAL BUREAU OF STANDARDS (U.S.).NOT SUBJECT TO COPYRIGHT.  
CALCULATES DETECTOR ACTUATION TIME BELOW UNCONFINED CEILINGS WITH TIME SQUARED  
FIRE GROWTH RATES.

ENTER: 1 FOR ENGLISH UNIT INPUT  
2 FOR METRIC UNIT INPUT

2

ENTER THE AMBIENT TEMPERATURE IN DEGREES C.

20

ENTER THE DETECTOR RESPONSE TIME INDEX (RTI) IN (M-SEC)\*1/2.

0.5

ENTER THE DETECTOR ACTIVATION TEMPERATURE IN DEGREES C.

63 (Används inte i denna beräkning så bortse från denna, kan stoppa in vad som helst här, dock större än noll)

ENTER A DETECTOR RATE OF RISE IN DEGREES C/MINUTE.

5

ENTER THE CEILING HEIGHT IN METERS.

2.6

ENTER THE DETECTOR SPACING IN METERS.

6

ENTER: S FOR SLOW FIRE GROWTH RATE  
M FOR MEDIUM FIRE GROWTH RATE  
F FOR FAST FIRE GROWTH RATE  
U FOR ULTRAFAST FIRE GROWTH RATE OR  
O FOR OTHER

M

RESULTS:

CEILING HEIGHT = 2.60 METERS ( 8.53 FEET)

DETECTOR SPACING = 6.00 METERS ( 19.69 FEET)

DETECTOR RTI = 0.5 (M-SEC)\*\*1/2 ( 0.9 (FT-SEC)\*\*1/2)

FIRE GROWTH CONSTANT = 0.1172E+02 JOULES/(SEC\*\*3)  
( 0.1111E-01 BTU/SEC\*\*3)

FOR TEMPERATURE ACTUATED DETECTOR:

Används inte i denna beräkning så bortse från denna sätt in ett värde större än 0 bara.

ACTIVATION TEMPERATURE = 63.0 DEGREES C ( 145.4 DEGREES F)

TIME TO ACTIVATION = 3.67 MINUTES

HEAT RELEASE RATE = 0.5692E+03 KILOJOULES/SEC  
( 0.5395E+03 BTU/SEC)

FOR RATE OF RISE ACTUATED DETECTOR:

ACTIVATION RATE OF RISE = 5.00 DEGREES C/MIN ( 9.00 DEGREES F/MIN)

TIME TO ACTIVATION = 1.03 MINUTES

HEAT RELEASE RATE = 0.4492E+02 KILOJOULES/SEC  
( 0.4258E+02 BTU/SEC)

### Resultat simuleringar Detact T2:

Scenario med Öppna dörrar	RTI	Temperatur höjning	Takhöjd	Effektkurva	Aktiveringstid Detact T2 [s]	Aktiveringstid Argos [s]
Rum 11	1	5 °C	2,6 m	Medium	1,02	48
FOR RATE OF RISE ACTUATED DETECTOR: ACTIVATION RATE OF RISE = 5.00 DEGREES C/MIN ( 9.00 DEGREES F/MIN) TIME TO ACTIVATION = 1.03 MINUTES HEAT RELEASE RATE = 0.4492E+02 KILOJOULES/SEC ( 0.4258E+02 BTU/SEC)						
	1	13 °C	2,6 m	Medium	1,35	48
FOR RATE OF RISE ACTUATED DETECTOR: ACTIVATION RATE OF RISE = 13.00 DEGREES C/MIN ( 23.40 DEGREES F/MIN) TIME TO ACTIVATION = 1.58 MINUTES HEAT RELEASE RATE = 0.1053E+03 KILOJOULES/SEC ( 0.9986E+02 BTU/SEC)						

Scenario med Öppna dörrar	RTI	Temperatur höjning	Takhöjd	Effektkurva	Aktiveringstid Detact T2 [s]	Aktiveringstid Argos [s]
Sällskapsrum	1	5 °C	2,7 m	Fast	44	40
FOR RATE OF RISE ACTUATED DETECTOR: ACTIVATION RATE OF RISE = 5.00 DEGREES C/MIN ( 9.00 DEGREES F/MIN) TIME TO ACTIVATION = 0.74 MINUTES HEAT RELEASE RATE = 0.9255E+02 KILOJOULES/SEC ( 0.8773E+02 BTU/SEC)						
	1	13 °C	2,7 m	Fast	49	40
FOR RATE OF RISE ACTUATED DETECTOR: ACTIVATION RATE OF RISE = 13.00 DEGREES C/MIN ( 23.40 DEGREES F/MIN) TIME TO ACTIVATION = 0.81 MINUTES HEAT RELEASE RATE = 0.1110E+03 KILOJOULES/SEC ( 0.1052E+03 BTU/SEC)						

Scenario med Öppna dörrar	RTI	Temperatur höjning	Takhöjd	Effektkurva	Aktiveringstid Detact T2 [s]	Aktiveringstid Argos [s]
Korridor	1	5 °C	2,6 m	Fast	44	47
FOR RATE OF RISE ACTUATED DETECTOR: ACTIVATION RATE OF RISE = 5.00 DEGREES C/MIN ( 9.00 DEGREES F/MIN) TIME TO ACTIVATION = 0.74 MINUTES HEAT RELEASE RATE = 0.9122E+02 KILOJOULES/SEC ( 0.8647E+02 BTU/SEC)						
	1	13 °C	2,6 m	Fast	48	47
FOR RATE OF RISE ACTUATED DETECTOR: ACTIVATION RATE OF RISE = 13.00 DEGREES C/MIN ( 23.40 DEGREES F/MIN) TIME TO ACTIVATION = 0.80 MINUTES HEAT RELEASE RATE = 0.1091E+03 KILOJOULES/SEC ( 0.1034E+03 BTU/SEC)						
Korridor	1	5 °C	2,6 m	Ultra Fast	32	26
FOR RATE OF RISE ACTUATED DETECTOR: ACTIVATION RATE OF RISE = 5.00 DEGREES C/MIN ( 9.00 DEGREES F/MIN) TIME TO ACTIVATION = 0.54 MINUTES HEAT RELEASE RATE = 0.1969E+03 KILOJOULES/SEC ( 0.1866E+03 BTU/SEC)						
	1	13 °C	2,6 m	Ultra Fast	34	26
FOR RATE OF RISE ACTUATED DETECTOR: ACTIVATION RATE OF RISE = 13.00 DEGREES C/MIN ( 23.40 DEGREES F/MIN) TIME TO ACTIVATION = 0.57 MINUTES HEAT RELEASE RATE = 0.2158E+03 KILOJOULES/SEC ( 0.2045E+03 BTU/SEC)						

Tabell 1: Resultat av beräkningar med Detact T2 och Aktiveringstid från Argos simuleringarna för fullständiga resultat

## Bilaga 8: Argos

Argos är ett simuleringsprogram utvecklat av Danish Institute of Fire and Security Technology. Datorprogrammet använder sig av tvåzonsmodellen och av McCaffreys plymmodell [Husted, 2003]. Med hjälp av inmatad data angående rummets geometri, öppningar mellan rum samt omgivning, omslutande ytors material och brandens effektutveckling simulerar Argos ett brandförlopp. I de fall då brandgasspridning sker till intilliggande rum beräknas detta. Ur simuleringen kan ett antal diagram tas fram. Till exempel kan brandgaslagrets sikt, höjd över golvet, temperatur och strålningsnivå som funktion av tiden avläsas för aktuella rum.

Argos simuleringsmodell bygger på följande antagande om tvåzonsmodell, vid ett brandförlopp delas varje rum upp i två zoner, en bestående av kall luft och en med varma brandgaser. Dessutom antas även zonerna vara homogena med avseende på brandgaskoncentration och temperatur. Branden generaliseras till att vara en punktkälla som avger ett massflöde och energi. Programmet tar inte hänsyn till plymens utbredning och volymutvidgning.

Antagandena i modellen som Argos använder sig av medför att modellen endast är tillämpbar vid vissa bränder. Om övertändning sker är förenklingen med tvåzonsmodell inte längre giltig. Detta på grund av att brandgaserna då har blandats i hela brandrummet, dvs. ett omblandat fall. Vid övertändning kommer flammor att slå ut genom öppningar ifrån brandrummet till intilliggande rum och detta kan programmet inte simulera [Karlsson & Quintere, 2000]. Antagandet om homogena zoner är inte representativ då brandgaser sprids långt från branden. Under gasens förflyttningssträcka sänks brandgasens temperatur, vilket resulterar i en mindre densitetsskillnad mellan zonerna. Detta resulterar i sin tur i en heterogen zon. Valideringsförsök visar att simuleringsmjukvaran Argos är representativ mot verkligheten i tillräcklig hög grad för att användas vid simulering. Tvåzonsmodellen modulerar normalt en överskattad temperatur samt en underskattad höjd av brandgaslagret.

Här följer en sammanställning av resultaten från Argos simuleringarna.

- Brandförlopp för scenariona med öppna och stängda dörrar.
- Brandförlopp för korridor med ändrade förhållanden (4,3 MW och fast alfa  $t^2$  kurva)
- Diagram som redovisas optical smoke density in room, average temperature, distance from floor to smoke layers och heat radiation from smoke layer.

### Scenario Korridor

Sammanfattning av resultat från Argos simuleringar

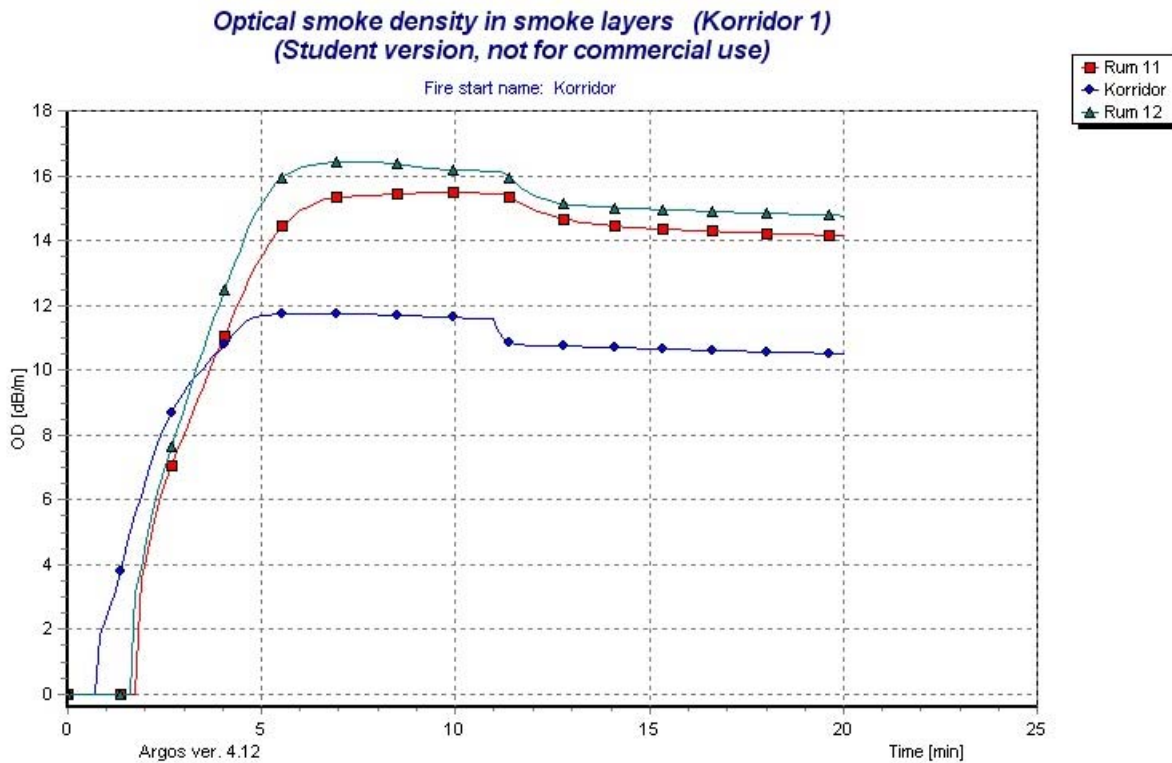
Brand startar i Korridor	Öppna dörrar			Stängda dörrar		
	Korridor	Rum11	Rum12	Korridor	Rum11	Rum12
	(min:s)	(min:s)	(min:s)	(min:s)	(min:s)	(min:s)
Temperatur >80 °C i lokalen	02:12	03:12	03:18	01:54	>20:00	>20:00
Brandgaslagrets höjd <1,86 m över golv	01:04	01:52	01:45	01:04	>20:00	>20:00
Värmeutveckling i brandgaslager max strålningsintensitet 2,5 kW/m <sup>2</sup>	02:47	05:41	11:05	02:26	>20:00	>20:00

Tabell 2: Simulerings resultat sammanfattas i tabellen, kan även läsas av i diagrammen nedan

## Korridor med öppna dörrar mot alla rum och omgivningen

### Brandförlopp:

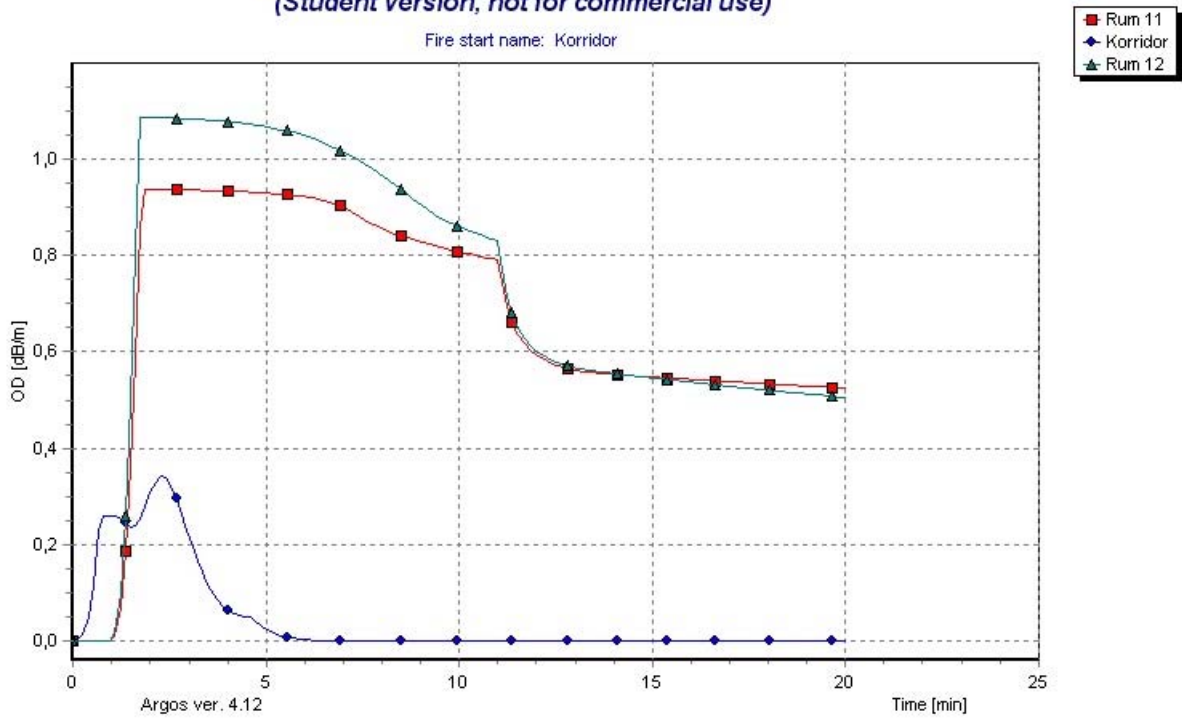
00:00:47 : Room 'Korridor': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.  
 00:01:04 : Critical condition in room 'Korridor': Smoke free height less than 1,86 m  
 00:01:18 : Room 'Rum 12': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.  
 00:01:22 : Room 'Rum 11': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.  
 00:01:45 : Critical condition in room 'Rum 12': Smoke free height less than 1,86 m  
 00:01:52 : Critical condition in room 'Rum 11': Smoke free height less than 1,86 m  
 00:02:47 : Critical condition in room 'Korridor': Heat radiation from smoke layer greater than 2,5 kW/m<sup>2</sup>  
 00:04:28 : Room 'Korridor'/Surroundings': Breakage of window(s), temperature greater than 350 °C  
 00:05:41 : Critical condition in room 'Rum 11': Heat radiation from smoke layer greater than 2,5 kW/m<sup>2</sup>  
 00:11:05 : Critical condition in room 'Rum 12': Heat radiation from smoke layer greater than 2,5 kW/m<sup>2</sup>  
 00:13:55 : Room 'Korridor': Entry by fire brigade is no longer possible  
 00:20:00 : MAX. CALCULATION TIME - CALCULATION ABORTED!



Sikt = 10 / = OB

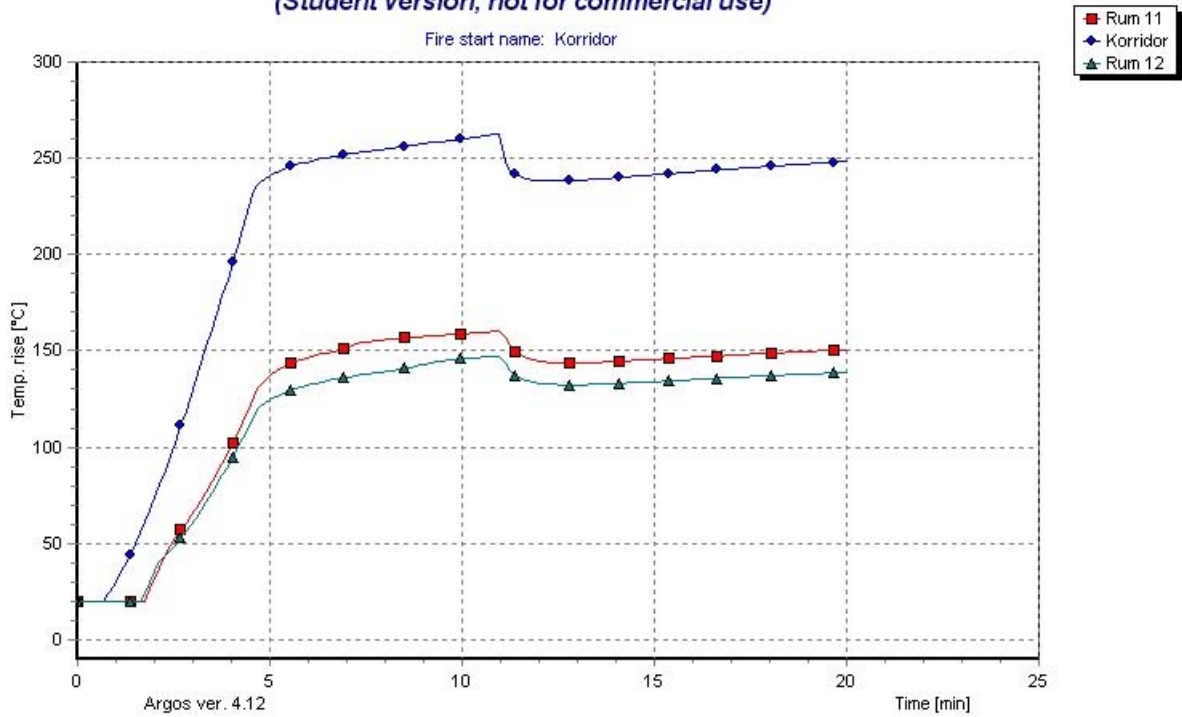
**Optical smoke density in rooms (Korridor 1)**  
**(Student version, not for commercial use)**

Fire start name: Korridor

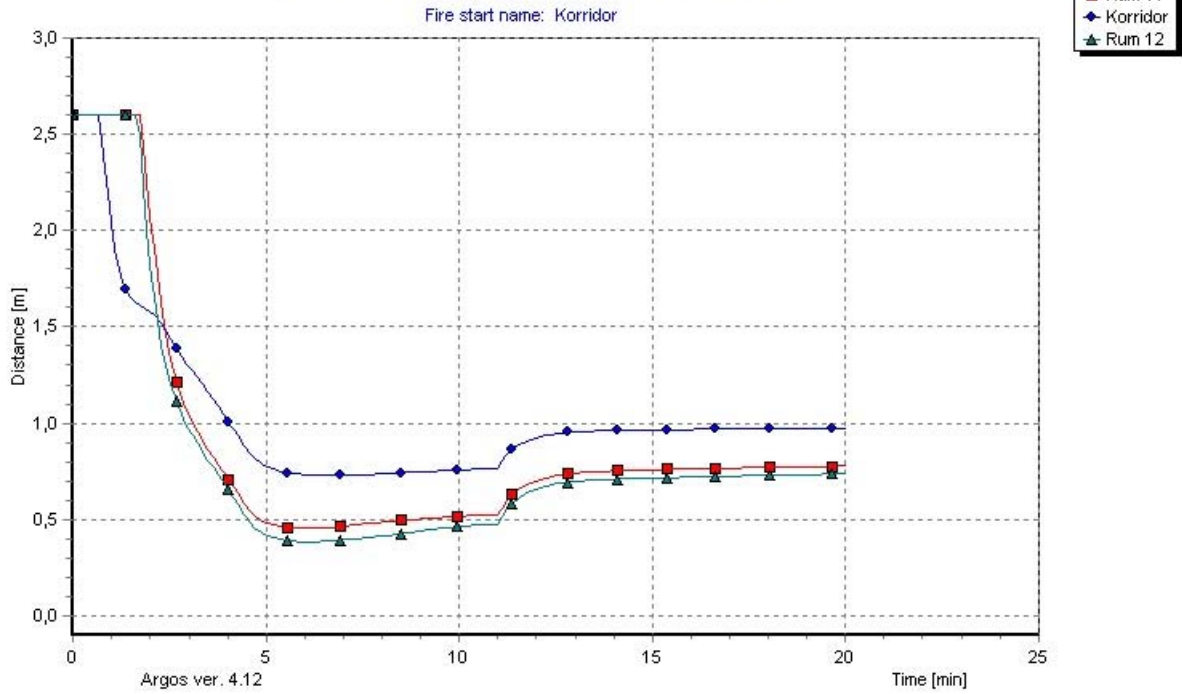


**Average temperature (Korridor 1)**  
**(Student version, not for commercial use)**

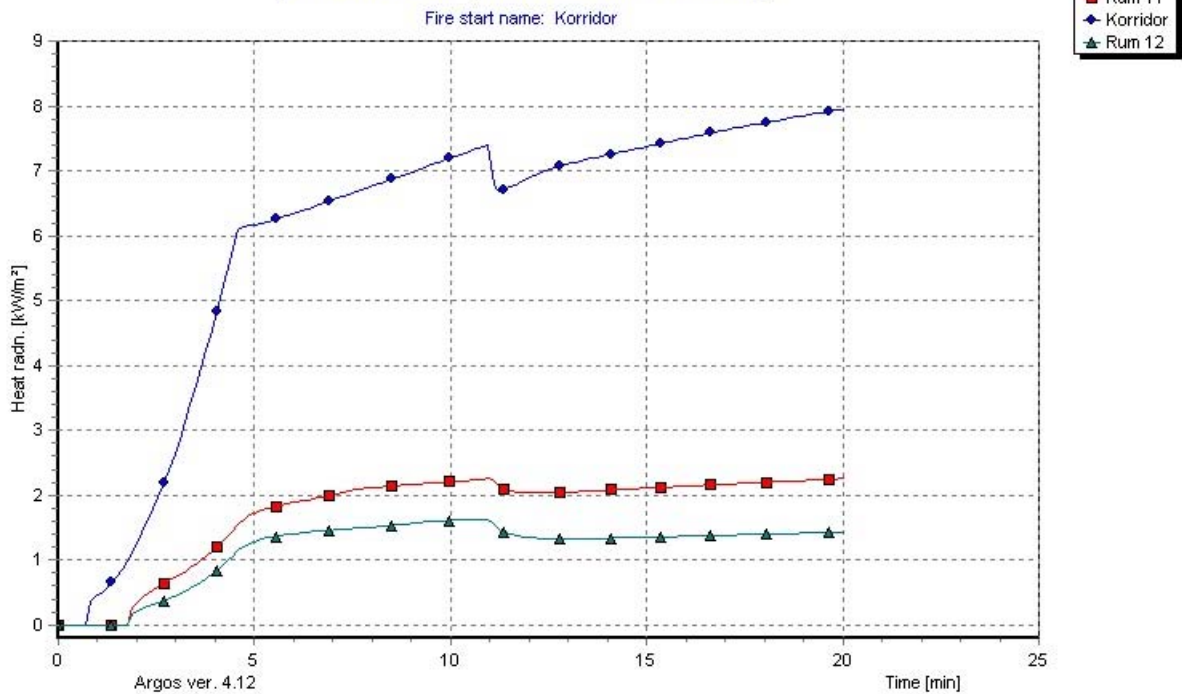
Fire start name: Korridor



**Distance from floor to smoke layers (Korridor 1)**  
 (Student version, not for commercial use)



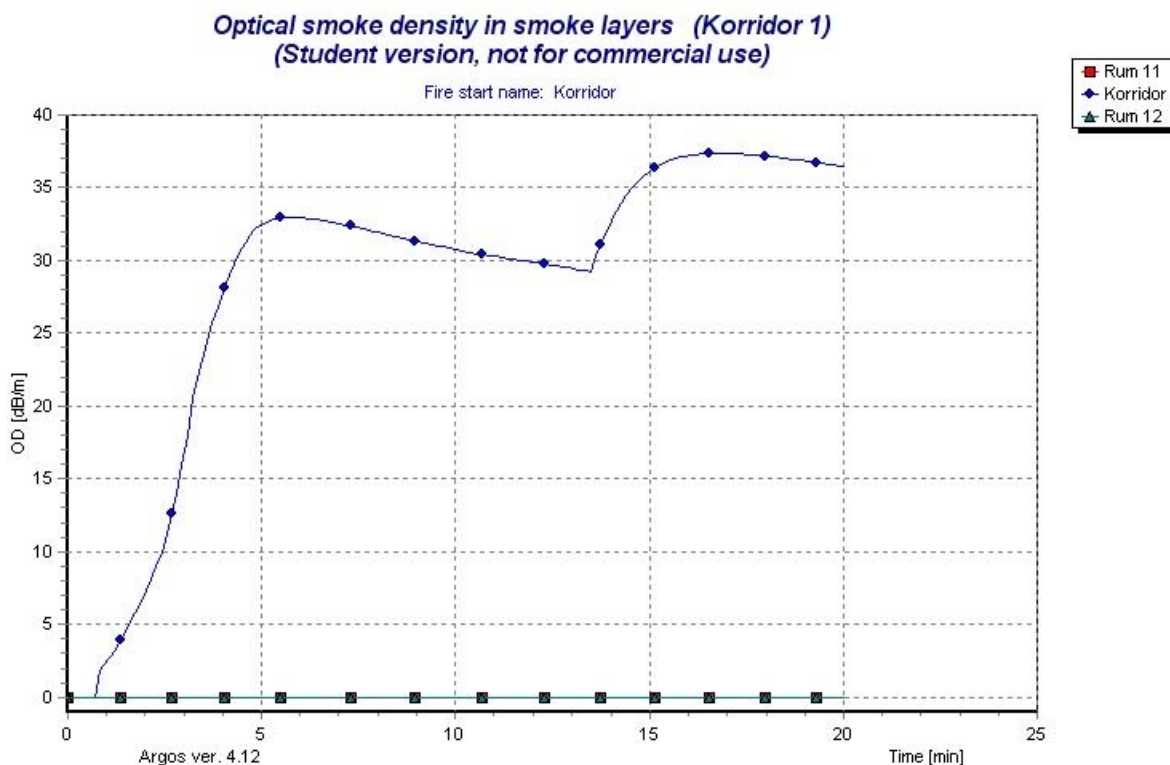
**Heat radiation from smoke layers (Korridor 1)**  
 (Student version, not for commercial use)



## Korridor med stängda dörrar mot alla rum och omgivningen

### Brandförlopp:

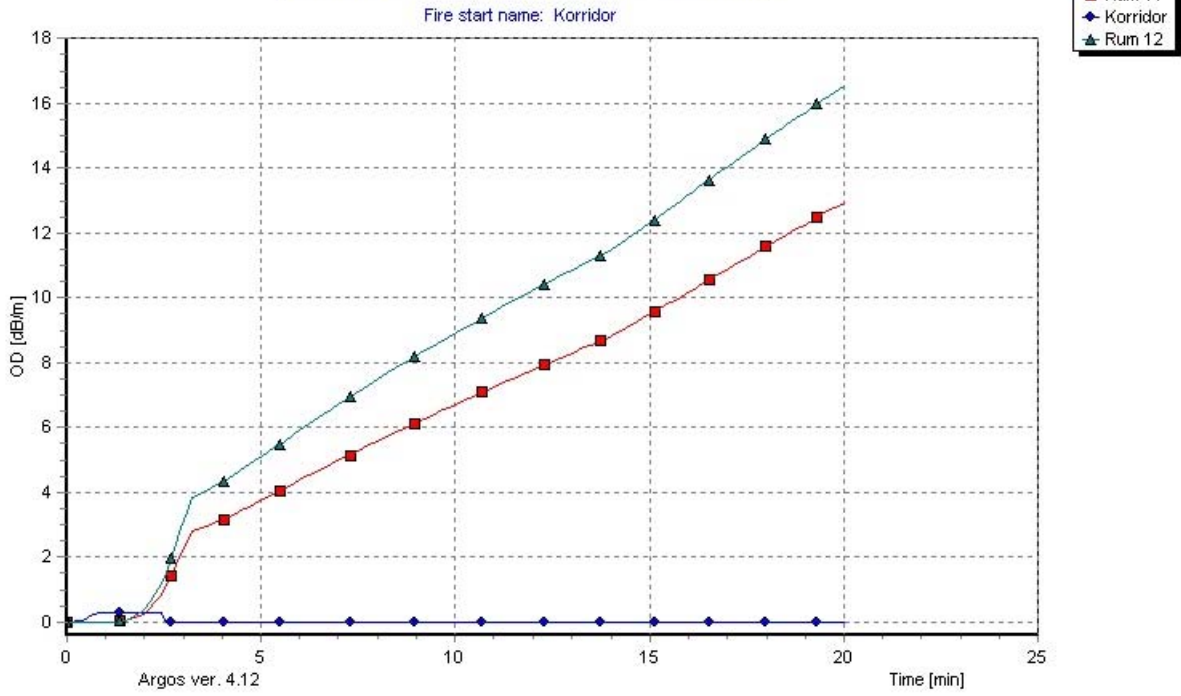
00:00:47 : Room 'Korridor': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.  
 00:01:04 : Critical condition in room 'Korridor': Smoke free height less than 1,86 m  
 00:01:53 : Room 'Rum 12': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.  
 00:01:59 : Room 'Rum 11': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.  
 00:02:26 : Critical condition in room 'Korridor': Heat radiation from smoke layer greater than 2,5 kW/m<sup>2</sup>  
 00:02:42 : Critical condition in room 'Rum 12': Optical density greater than 2,0 dB/m  
 00:02:54 : Critical condition in room 'Rum 11': Optical density greater than 2,0 dB/m  
 00:03:12 : Room 'Korridor'/'Surroundings': Breakage of window(s), temperature greater than 350 °C  
 00:04:31 : Fire is declining.  
 00:07:20 : Room 'Korridor': Entry by fire brigade is no longer possible  
 00:13:32 : Room 'Korridor': Flash-over  
 00:20:00 : MAX. CALCULATION TIME - CALCULATION ABORTED!



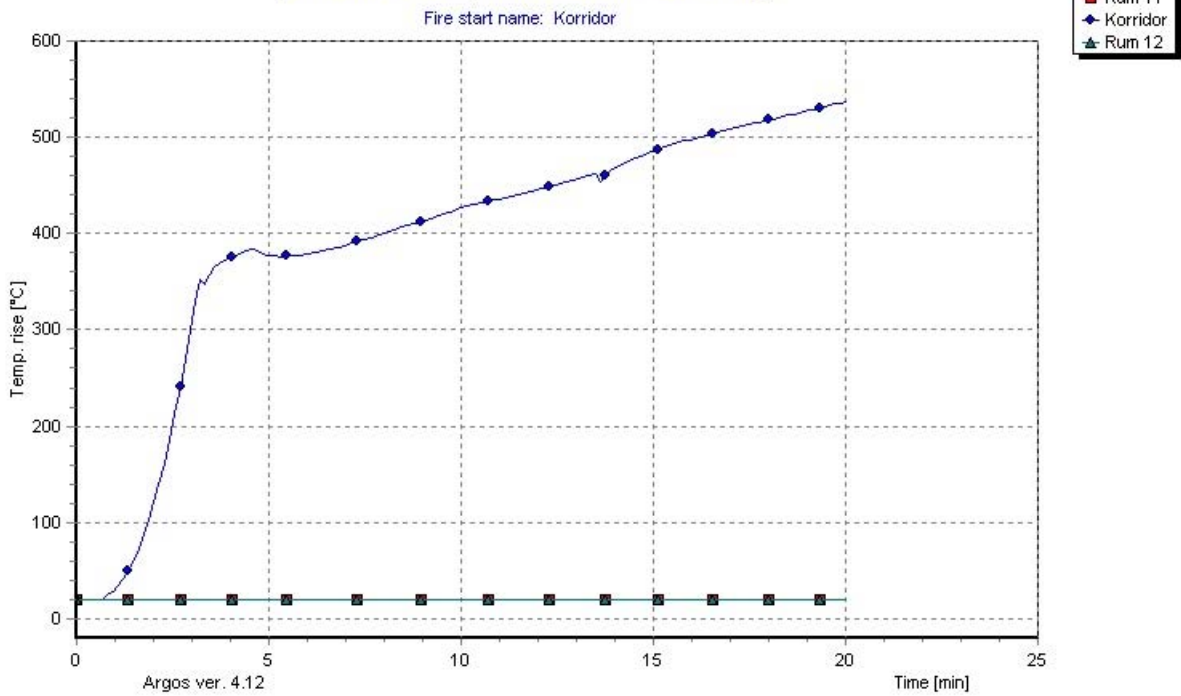
Diagrammet visar att sikten i rökgaslagret är ca 5 meter efter en minut. Vid denna tidpunkt så ligger rökgaslagret på ca 1,6 meters höjd över golvet.

Sikt = 10 / = OB

**Optical smoke density in rooms (Korridor 1)**  
**(Student version, not for commercial use)**

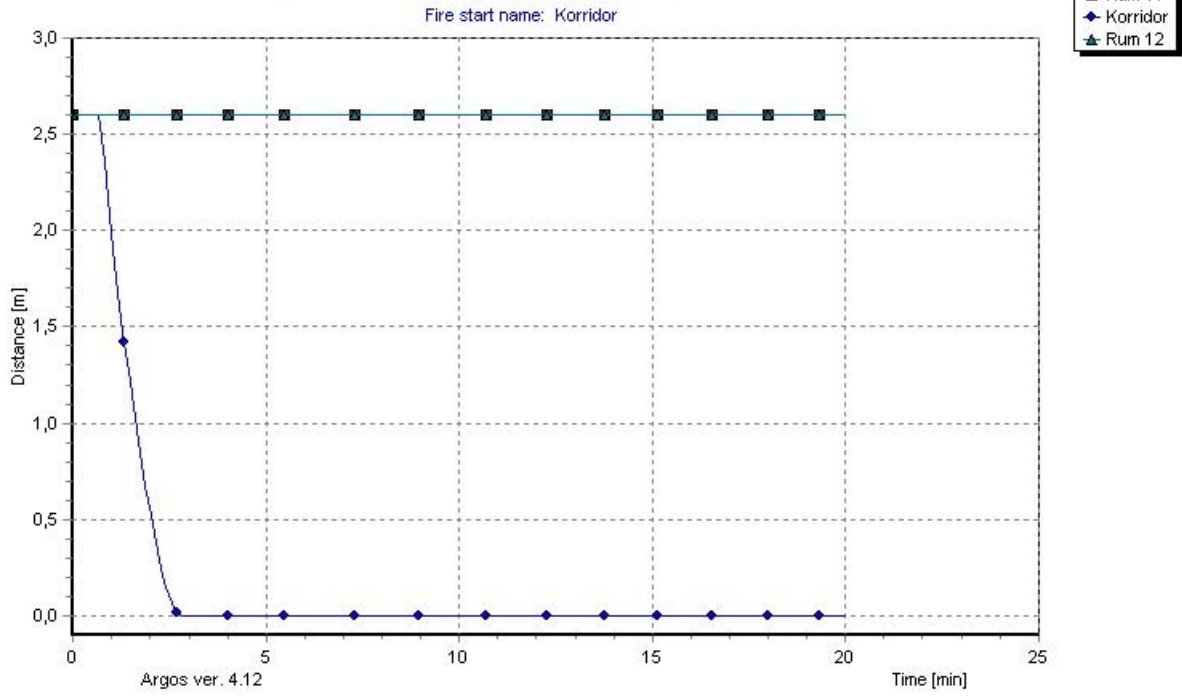


**Average temperature (Korridor 1)**  
**(Student version, not for commercial use)**

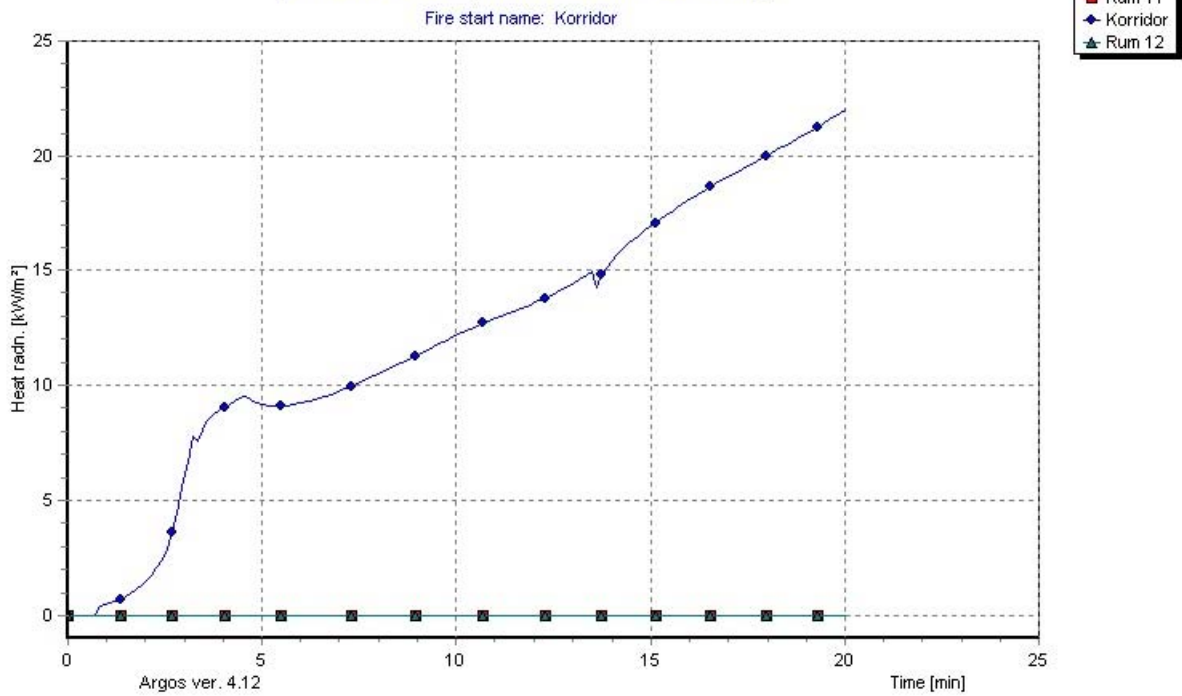




**Distance from floor to smoke layers (Korridor 1)**  
 (Student version, not for commercial use)



**Heat radiation from smoke layers (Korridor 1)**  
 (Student version, not for commercial use)



### Korridor med öppna dörrar mot alla rum och omgivningen

Effektkurva med Ultra fast alfa  $t^2$  hastighet och maximal effektutveckling på 4,3 MW som är den effekt som fås när branden blir ventilationskontrollerad efter övertändning. Detta räknat med en maximal lufttillförsel i storleken av en dörr på Linnéagården.

#### Sammanfattning av resultat från Argos simuleringar

Brand ultra fast i korridor	Öppna dörrar		
	Korridor	Rum11	Rum12
	(min:s)	(min:s)	(min:s)
Temperatur > 80 °C i lokalen	01:00	01:15	01:19
Brandgaslagrets höjd <1,86 m över golv	00:40	01:09	01:05
Värmeutveckling i brandgaslager max strålningsintensitet 2,5 kW/m <sup>2</sup>	01:27	02:26	04:28

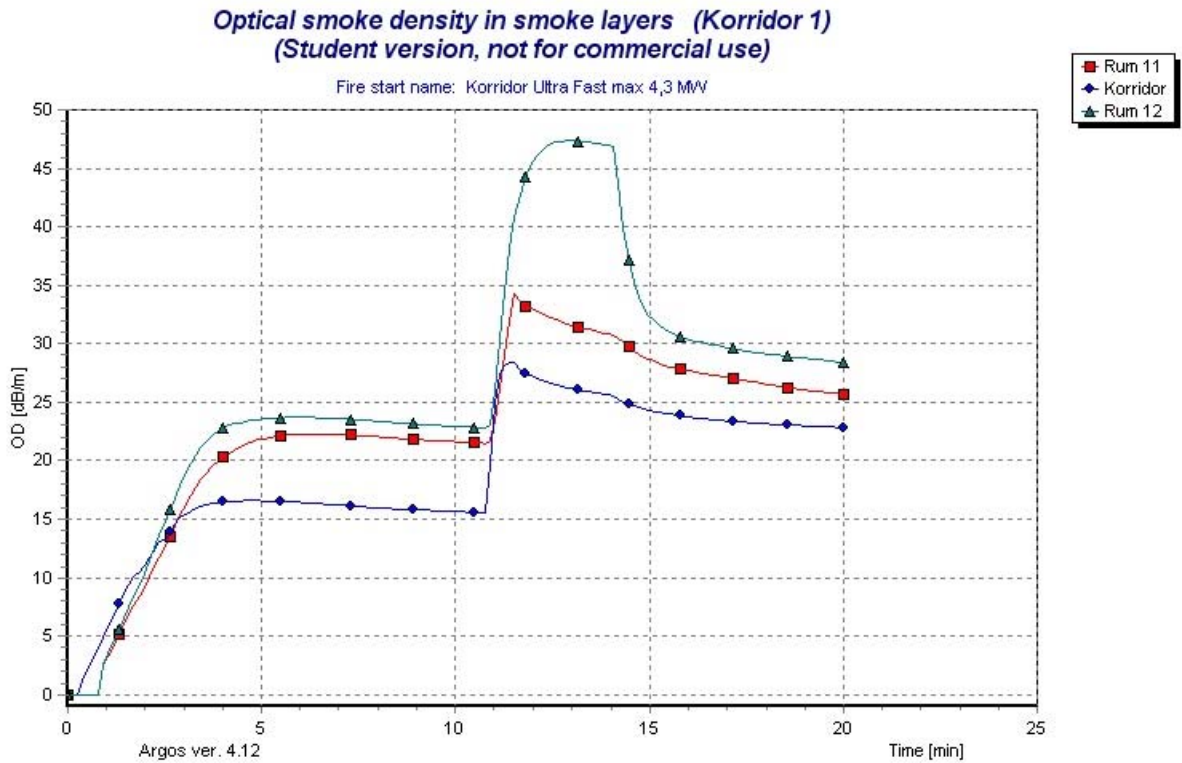
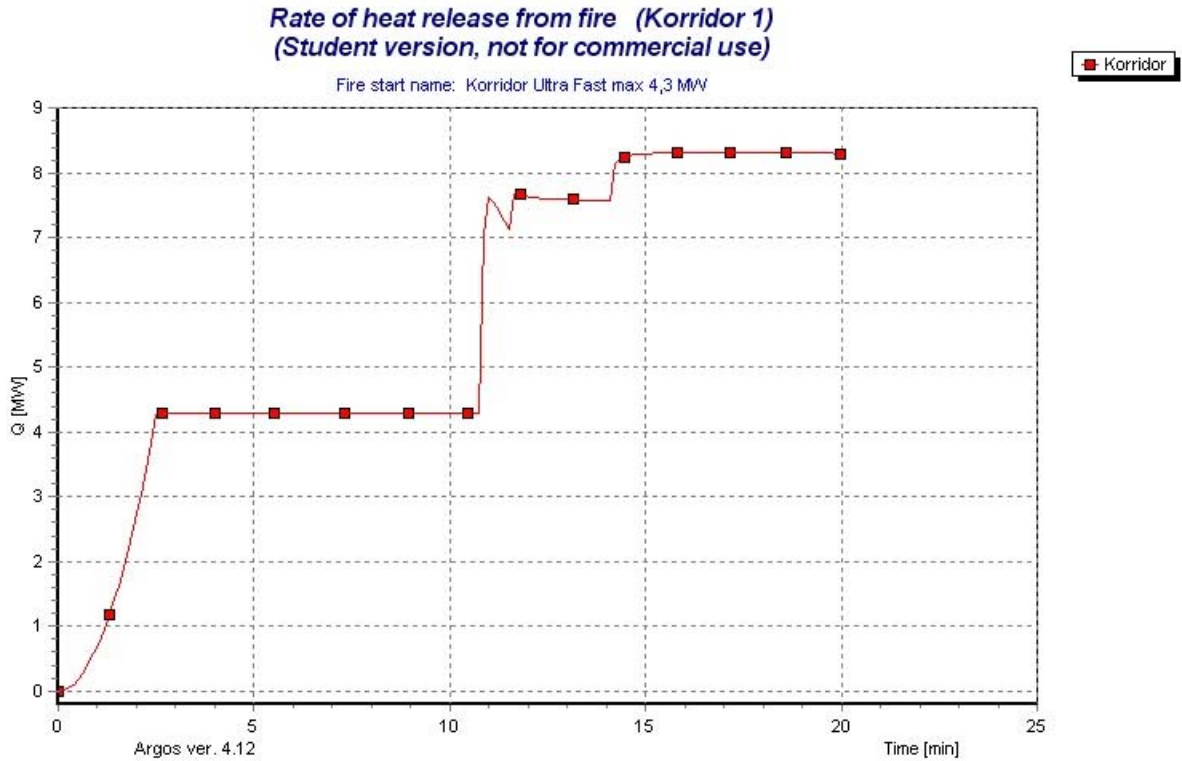
Tabell 2: Simulerings resultat sammanfattas i tabellen, kan även läsas av i diagrammen nedan

#### Brandförlopp:

Energy formula fire > Korridor Ultra Fast max 4,3 MW

- 00:00:26 : Room 'Korridor': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.
- 00:00:40 : Critical condition in room 'Korridor': Smoke free height less than 1.86 m
- 00:00:51 : Room 'Rum 12': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.
- 00:00:53 : Room 'Rum 11': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.
- 00:01:05 : Critical condition in room 'Rum 12': Smoke free height less than 1.86 m
- 00:01:09 : Critical condition in room 'Rum 11': Smoke free height less than 1.86 m
- 00:01:27 : Critical condition in room 'Korridor': Heat radiation from smoke layer greater than 2.5 kW/m<sup>2</sup>
- 00:02:21 : Room 'Korridor'/Surroundings': Breakage of window(s), temperature greater than 350 °C
- 00:02:56 : Critical condition in room 'Rum 11': Heat radiation from smoke layer greater than 2.5 kW/m<sup>2</sup>
- 00:03:15 : Room 'Korridor': Entry by fire brigade is no longer possible
- 00:04:28 : Critical condition in room 'Rum 12': Heat radiation from smoke layer greater than 2.5 kW/m<sup>2</sup>
- 00:10:47 : Room 'Korridor': Flash-over
- 00:11:01 : Fire is declining.
- 00:11:31 : Room 'Rum 11'/Surroundings': Breakage of window(s), temperature greater than 350 °C
- 00:12:00 : Room 'Rum 11': Entry by fire brigade is no longer possible
- 00:14:08 : Room 'Rum 12'/Surroundings': Breakage of window(s), temperature greater than 350 °C
- 00:15:18 : Room 'Rum 11': Flash-over
- 00:15:38 : Room 'Rum 12': Entry by fire brigade is no longer possible

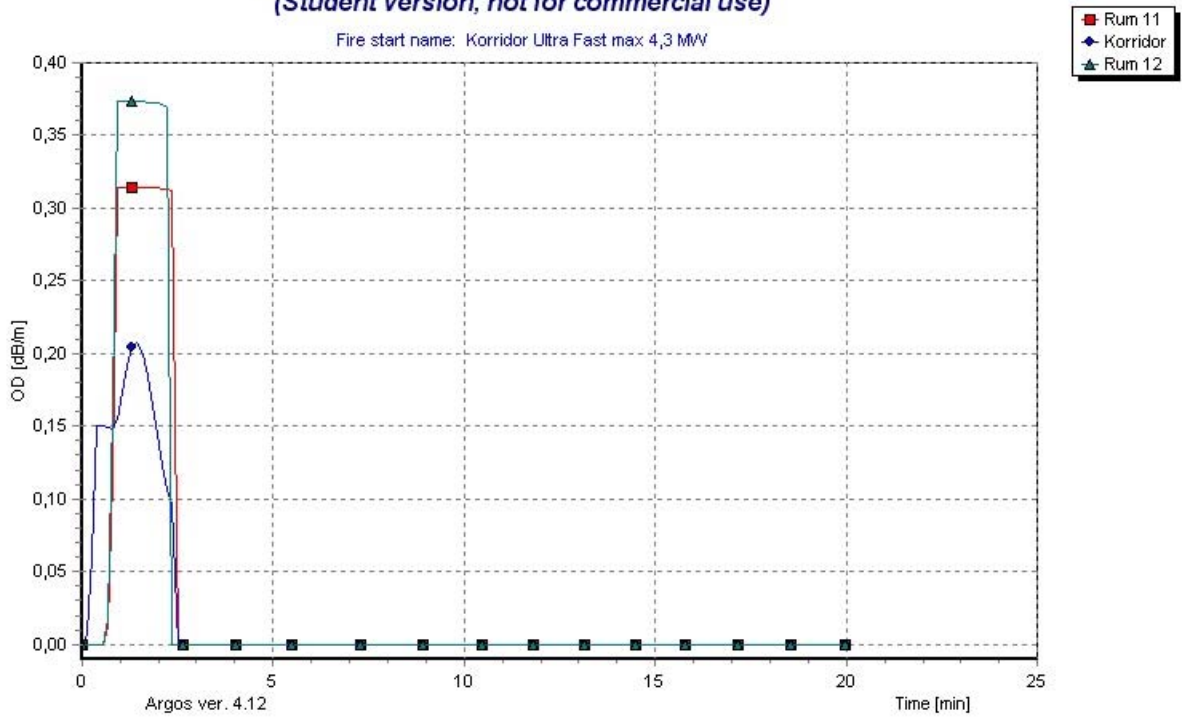
Effektkurva med fast hastighet och maximal effektutveckling på 4,3 MW



Sikt = 10 / = OB

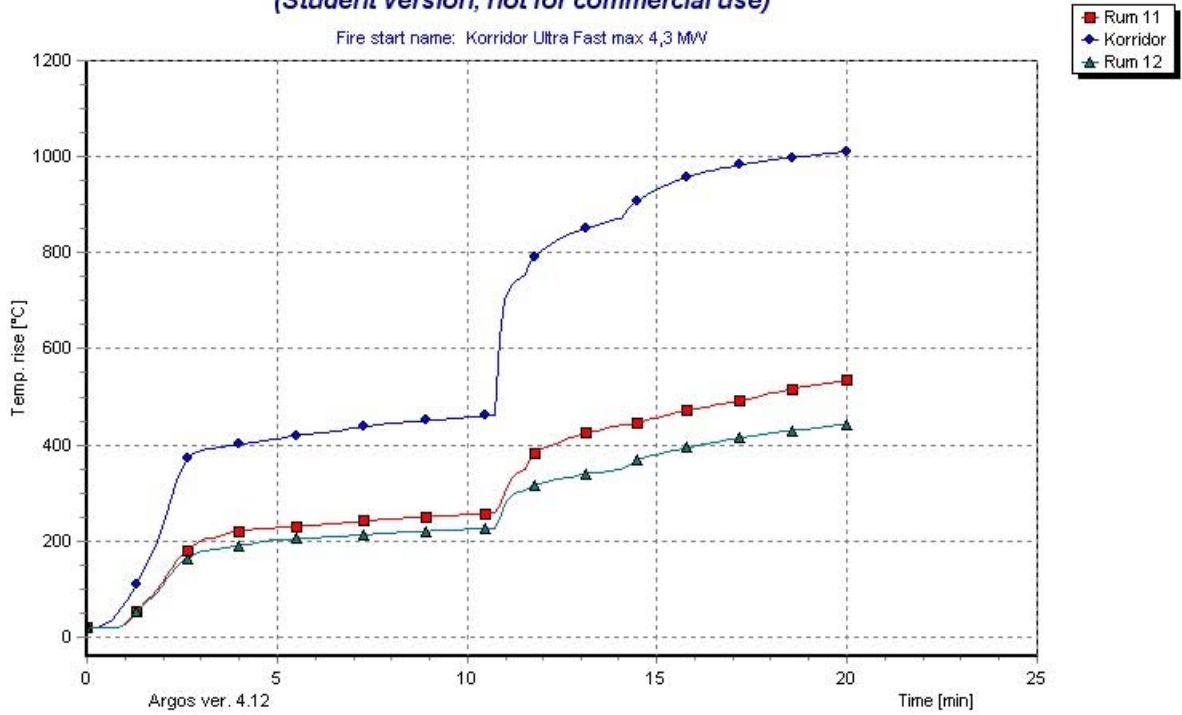
**Optical smoke density in rooms (Korridor 1)**  
**(Student version, not for commercial use)**

Fire start name: Korridor Ultra Fast max 4,3 MW



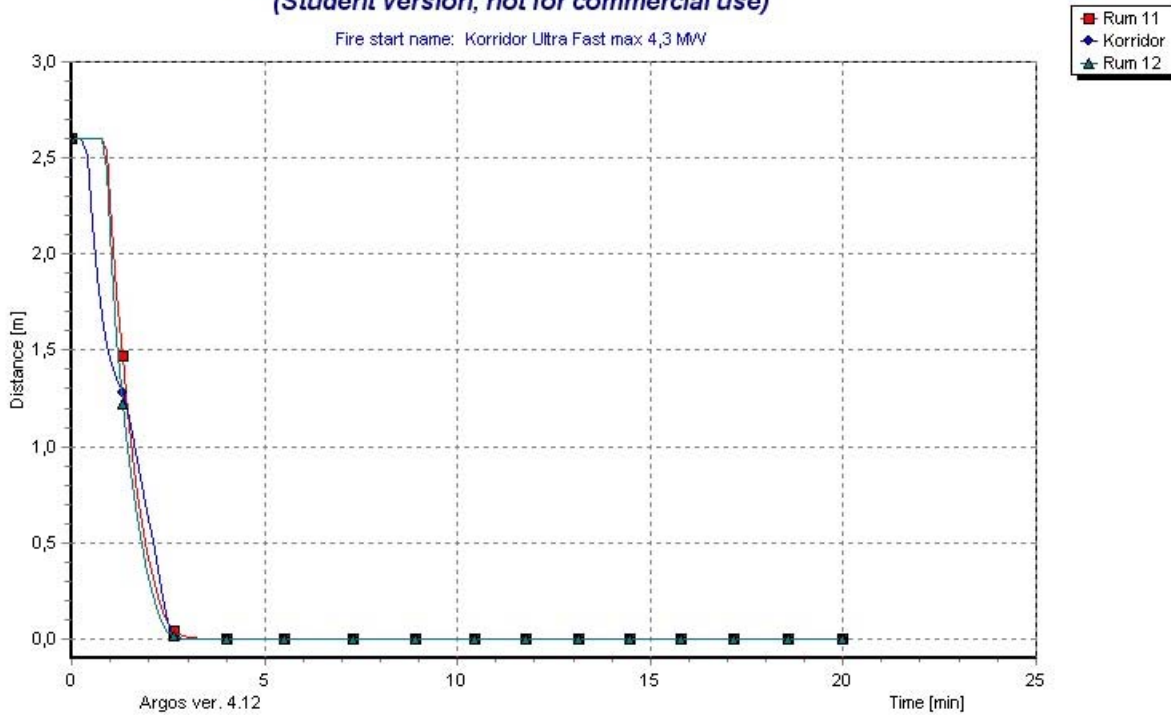
**Average temperature (Korridor 1)**  
**(Student version, not for commercial use)**

Fire start name: Korridor Ultra Fast max 4,3 MW



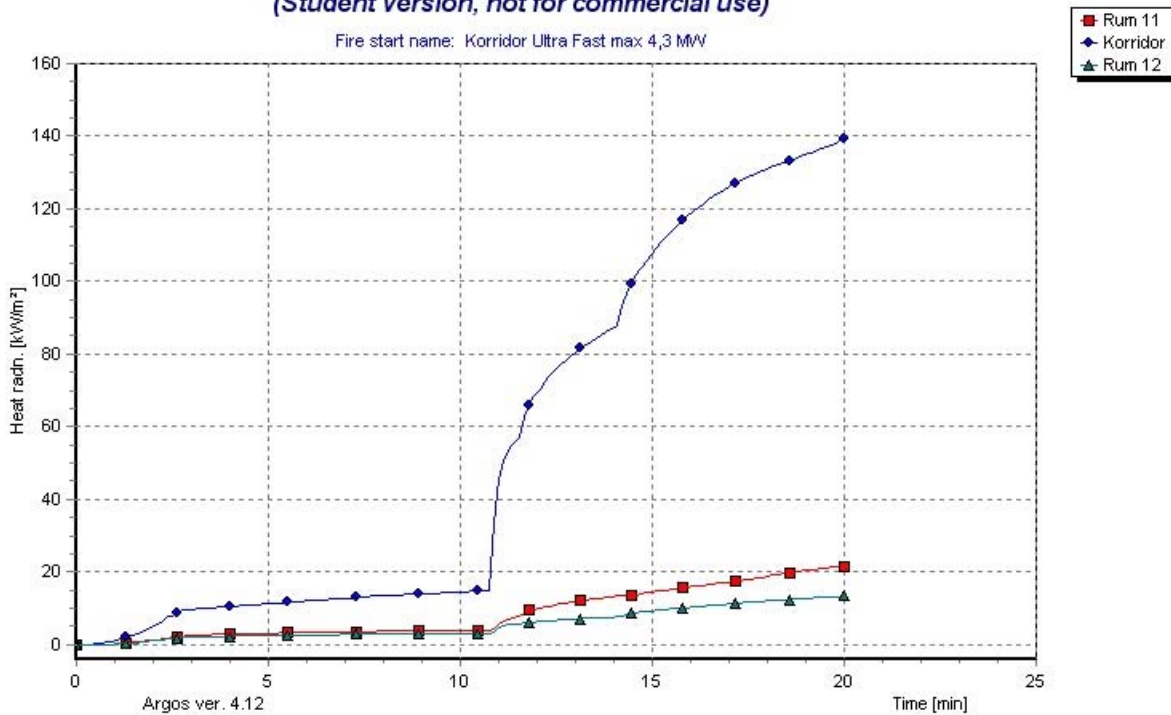
**Distance from floor to smoke layers (Korridor 1)**  
 (Student version, not for commercial use)

Fire start name: Korridor Ultra Fast max 4,3 MW



**Heat radiation from smoke layers (Korridor 1)**  
 (Student version, not for commercial use)

Fire start name: Korridor Ultra Fast max 4,3 MW



## Scenario Rum 11

Sammanfattning av resultat från Argos simuleringar

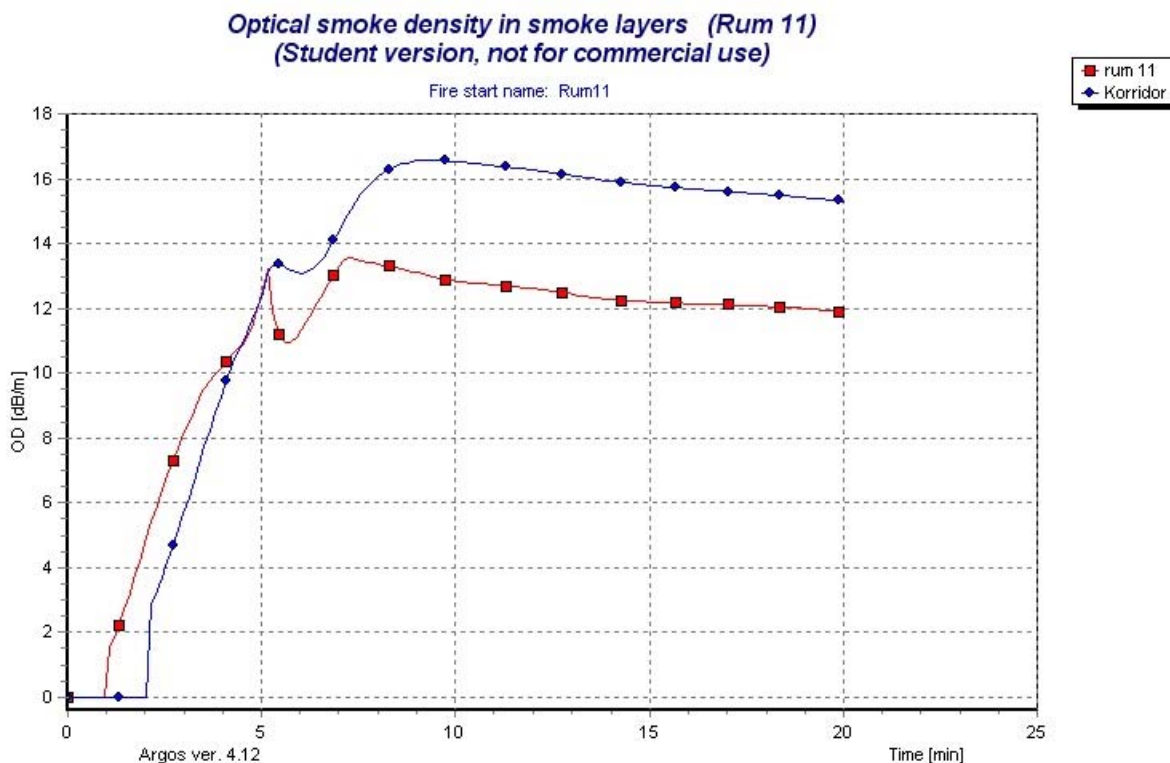
Brand startar i Rum11	Öppna dörrar		Stängda dörrar	
	Rum11	Korridor	Rum11	Korridor
	(min:s)	(min:s)	(min:s)	(min:s)
Temperatur > 80°C	02:10	04:00	02:00	04:00
Brandgaslagrets höjd <1,86 m över golv	01:13	02:30	01:12	20:00
Värmeutveckling i brandgaslager max strålningsintensitet 2,5 kW/m <sup>2</sup>	03:25	08:39	02:49	20:00

Tabell 4: Simulerings resultat sammanfattas i tabellen, kan även läsas av i diagrammen nedan

### Rum 11 med öppna dörrar mot alla rum och omgivningen

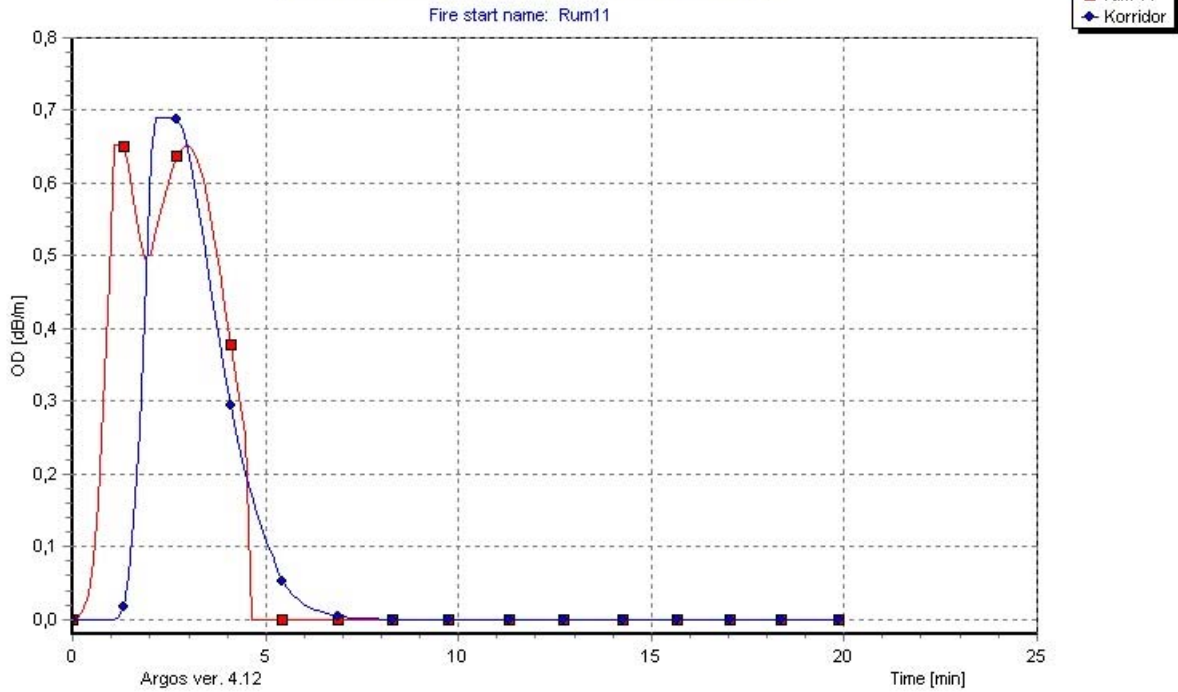
#### Brandförlopp:

- 00:00:48 : Room 'rum 11': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.
- 00:01:13 : Critical condition in room 'rum 11': Smoke free height less than 1,86 m
- 00:01:46 : Room 'Korridor': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.
- 00:02:30 : Critical condition in room 'Korridor': Smoke free height less than 1,86 m
- 00:03:25 : Critical condition in room 'rum 11': Heat radiation from smoke layer greater than 2,5 kW/m<sup>2</sup>
- 00:05:09 : Room 'rum 11'/Surroundings': Breakage of window(s), temperature greater than 350 °C
- 00:06:29 : Room 'rum 11': Entry by fire brigade is no longer possible
- 00:08:39 : Critical condition in room 'Korridor': Heat radiation from smoke layer greater than 2,5 kW/m<sup>2</sup>
- 00:08:41 : Room 'rum 11': Flash-over limit reached, but using pre flash-over model
- 00:20:00 : MAX. CALCULATION TIME - CALCULATION ABORTED!

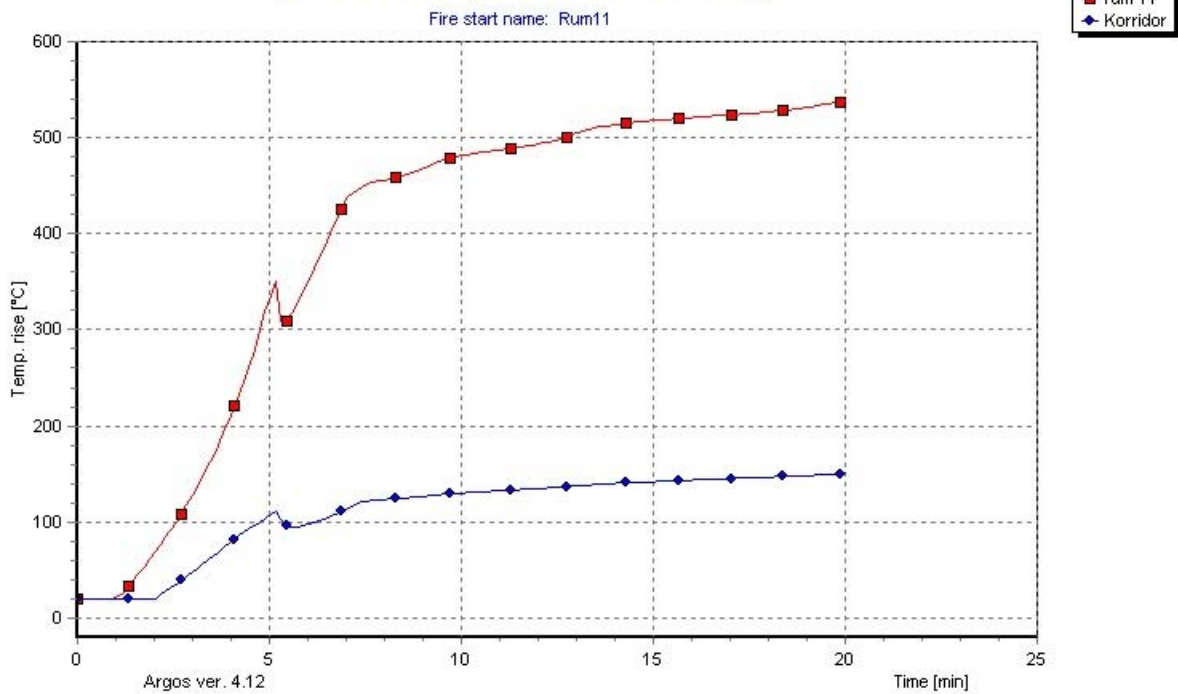


Sikt = 10 / = OB

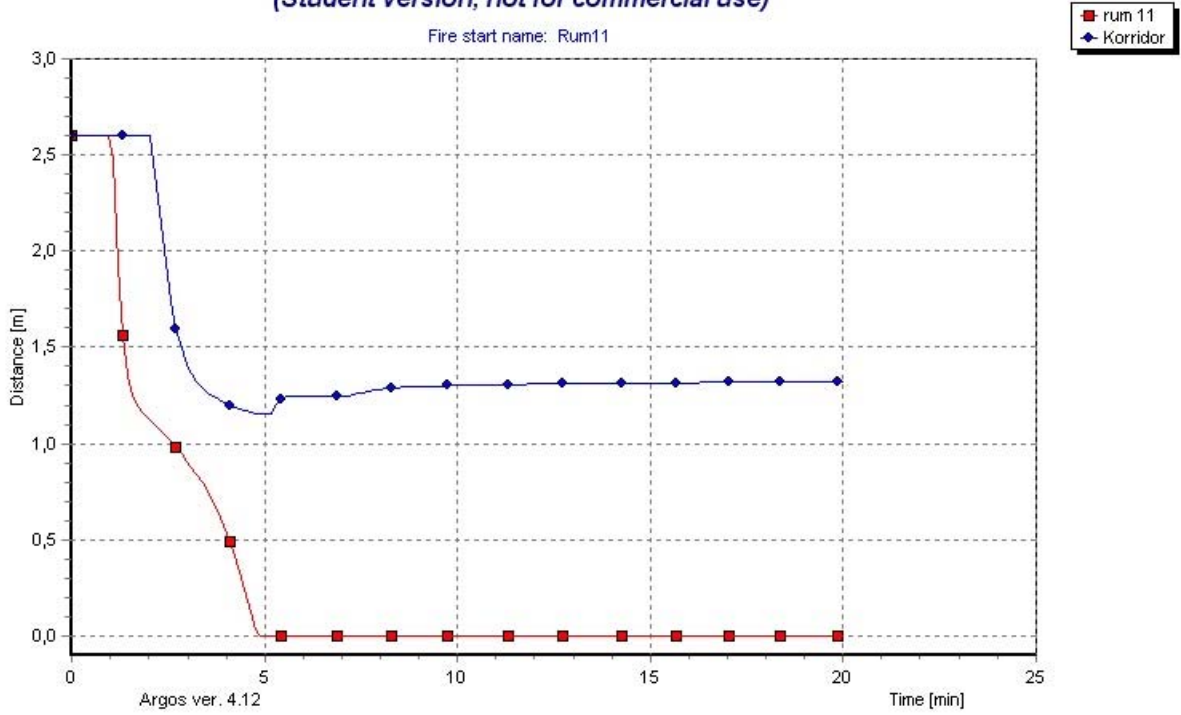
**Optical smoke density in rooms (Rum 11)**  
**(Student version, not for commercial use)**



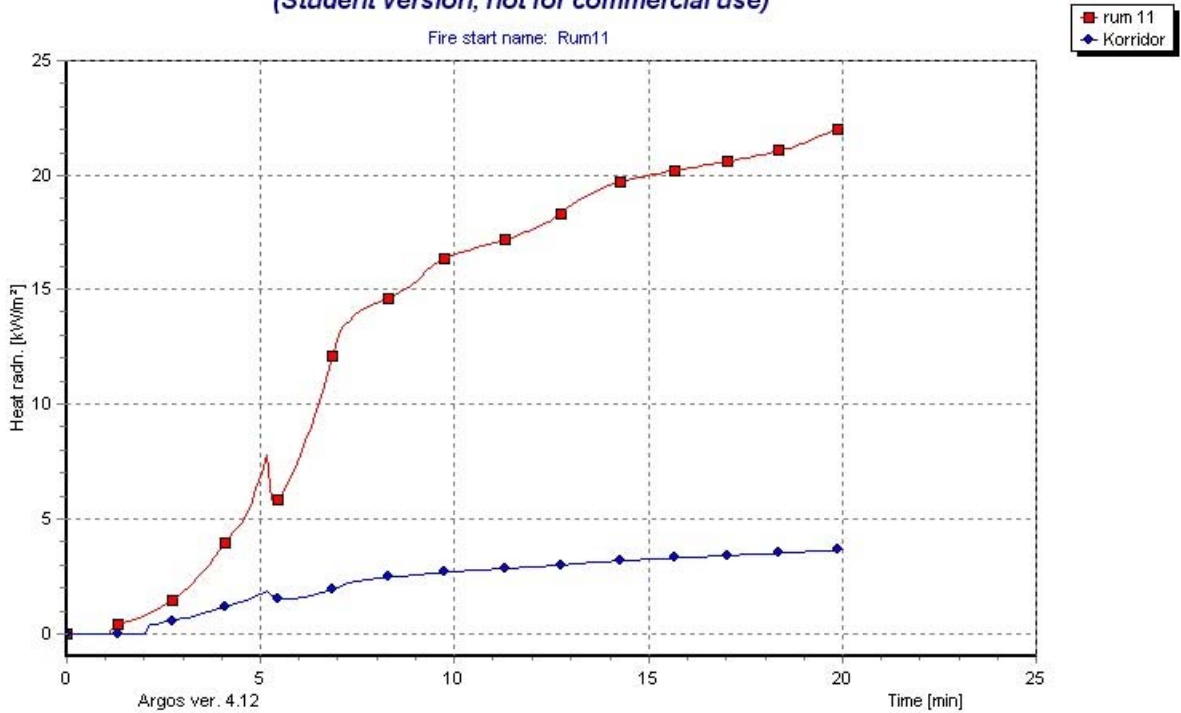
**Average temperature (Rum 11)**  
**(Student version, not for commercial use)**



**Distance from floor to smoke layers (Rum 11)**  
 (Student version, not for commercial use)



**Heat radiation from smoke layers (Rum 11)**  
 (Student version, not for commercial use)





## Rum 11 med stängd dörrar mot omgivningen och korridoren.

### Brandförlopp:

Energy formula fire > Rum11

00:00:48 : Room 'rum 11': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.

00:01:12 : Critical condition in room 'rum 11': Smoke free height less than 1,86 m

00:02:32 : Room 'Korridor': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.

00:02:49 : Critical condition in room 'rum 11': Heat radiation from smoke layer greater than 2,5 kW/m<sup>2</sup>

00:03:42 : Room 'rum 11'/Surroundings': Breakage of window(s), temperature greater than 350 °C

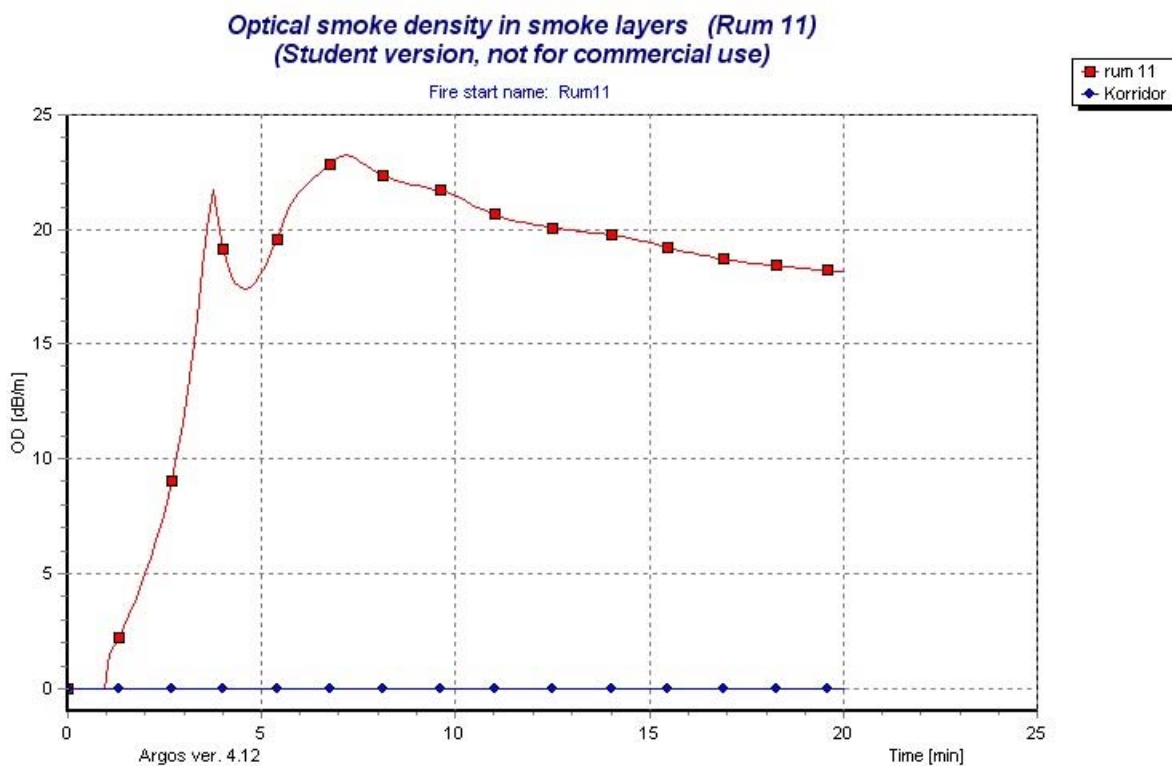
00:05:03 : Room 'rum 11': Entry by fire brigade is no longer possible

00:05:54 : Room 'rum 11': Flash-over limit reached, but using pre flash-over model

00:07:01 : Fire is declining.

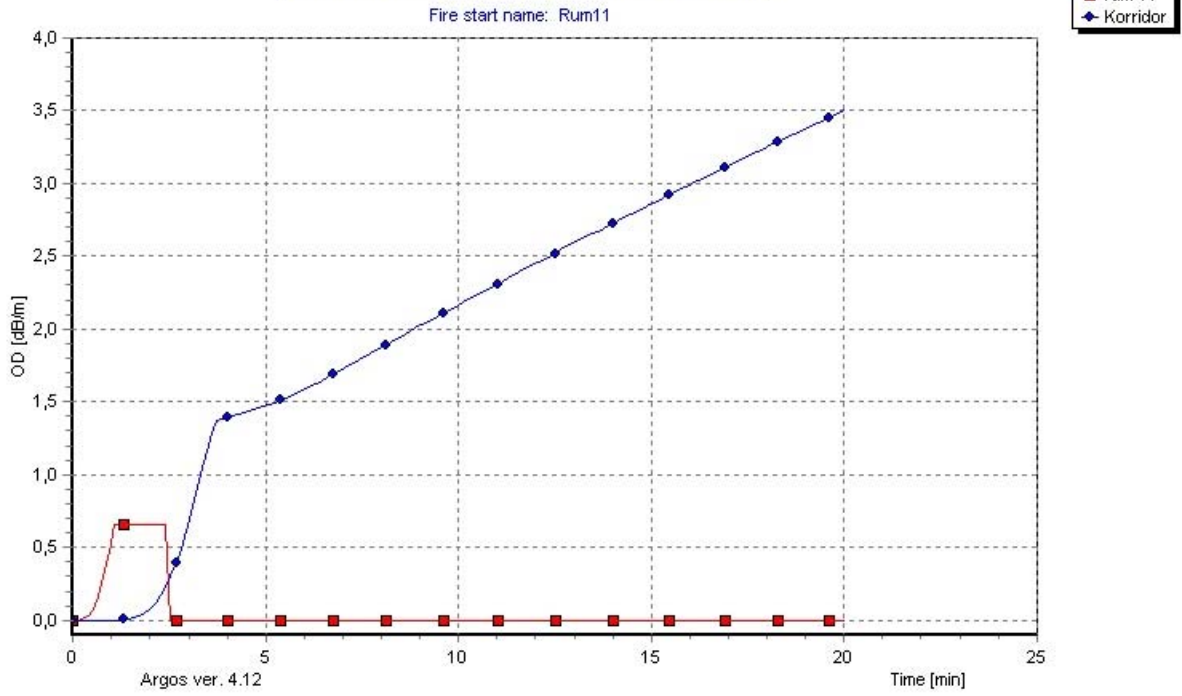
00:08:52 : Critical condition in room 'Korridor': Optical density greater than 2,0 dB/m

00:20:00 : MAX. CALCULATION TIME - CALCULATION ABORTED!

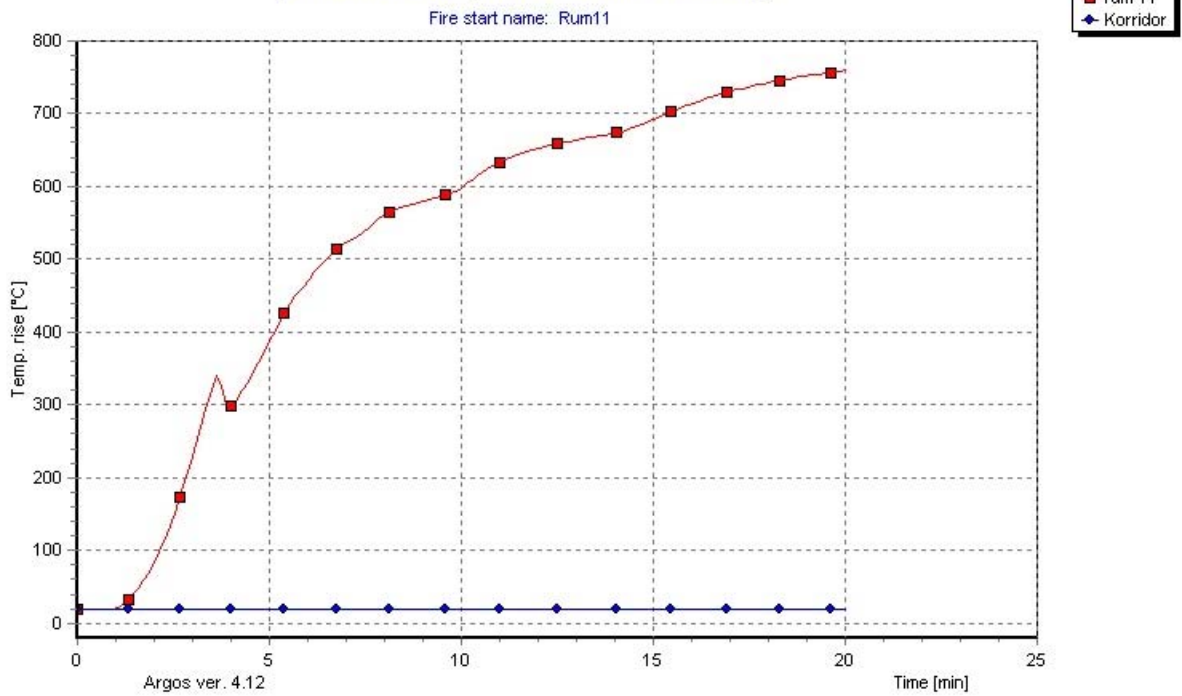


Sikt = 10 / = OB

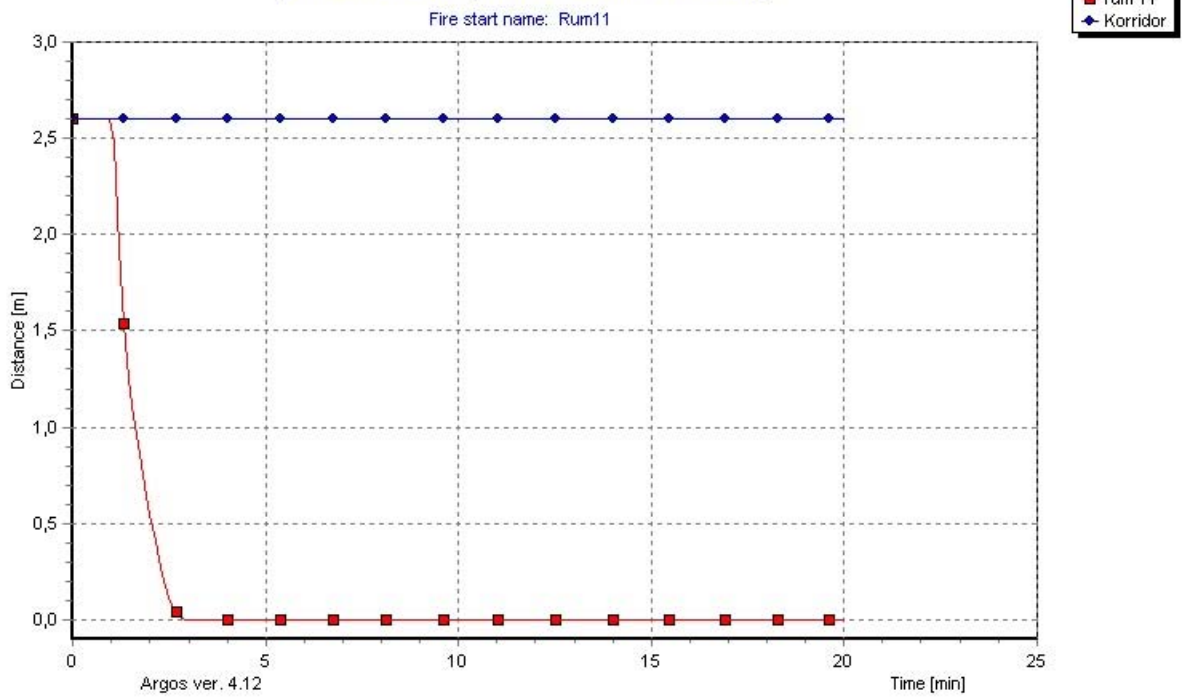
**Optical smoke density in rooms (Rum 11)**  
**(Student version, not for commercial use)**



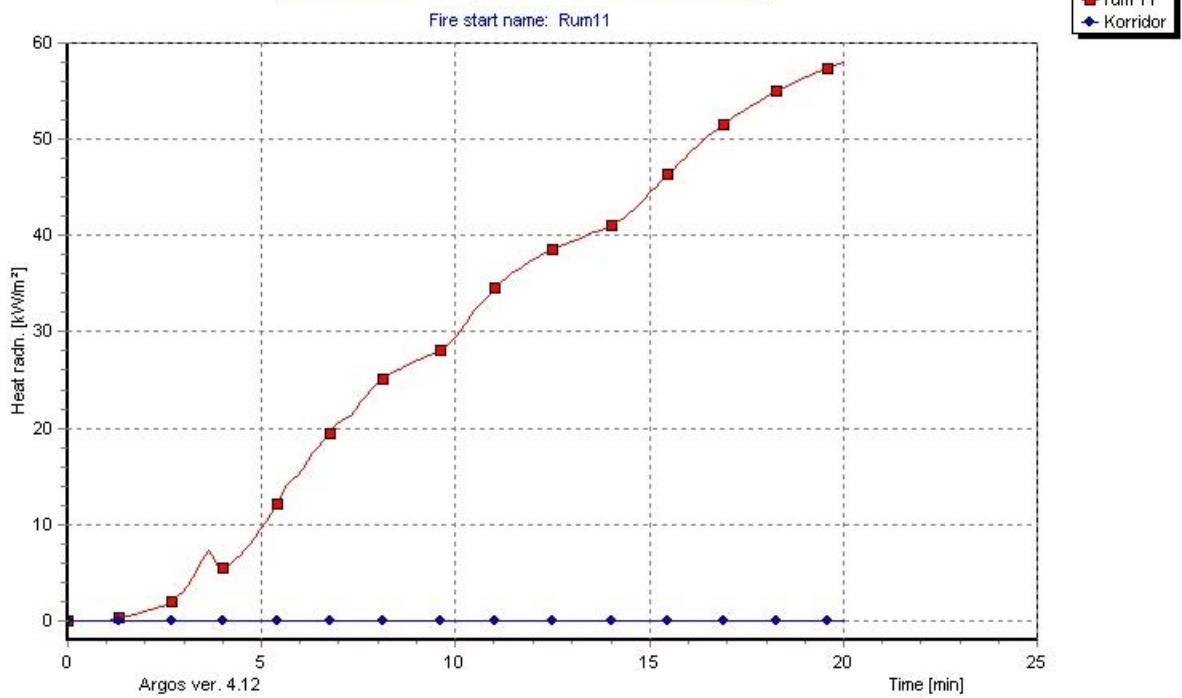
**Average temperature (Rum 11)**  
**(Student version, not for commercial use)**



**Distance from floor to smoke layers (Rum 11)**  
*(Student version, not for commercial use)*



**Heat radiation from smoke layers (Rum 11)**  
*(Student version, not for commercial use)*



## Sällskapsrum

Sammanfattning av resultat från Argos simuleringar

Brand startar i Sällskapsrum	Öppna dörrar*			
	Sällskapsrum (min:s)	Uppehållsrum (min:s)	Terapi- rum (min:s)	Korridor bottenvån (min:s)
Temperatur > 80°C	01:42	02:30	02:55	>20:00
Brandgaslagrets höjd <1,87 m över golv	01:02	01:45	02:02	>20:00
Värmeutveckling i brandgaslager max strålningsintensitet 2,5 kW/m <sup>2</sup>	02:33	05:26	07:06	>20:00

Tabell 5: Simulerings resultat sammanfattas i tabellen, kan även läsas av i diagrammen nedan

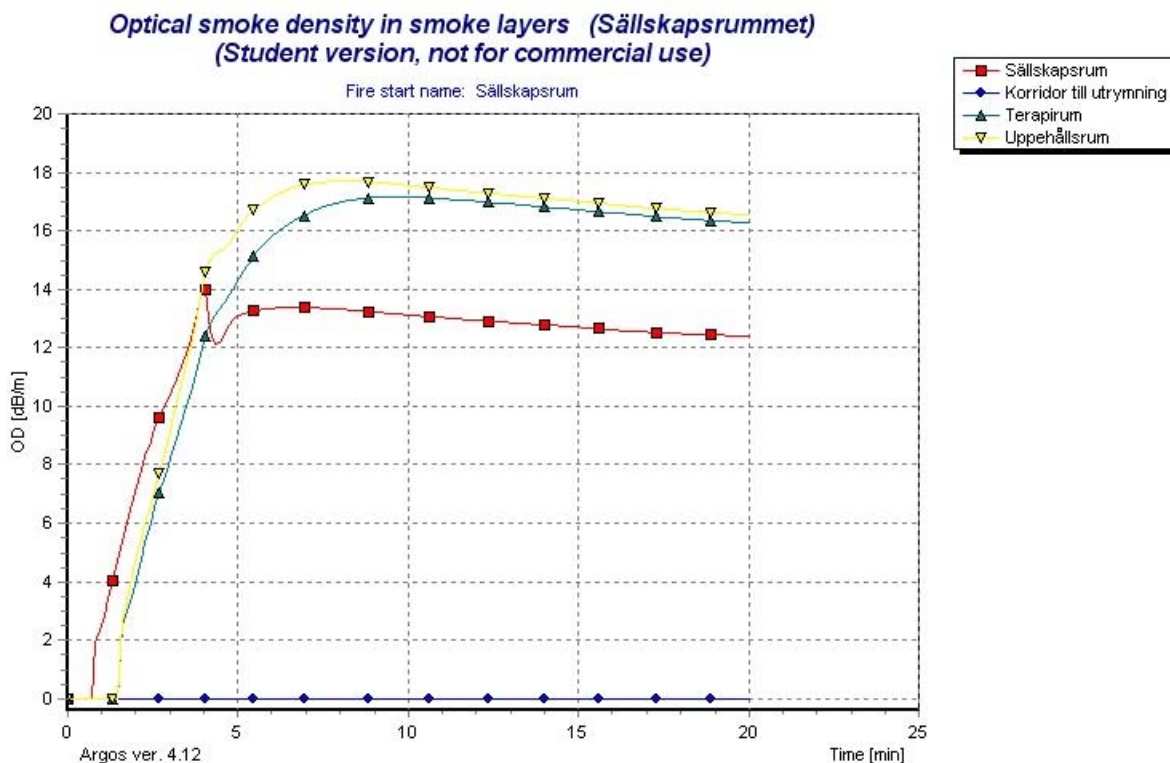
Brand startar i Sällskapsrum	Stängda dörrar			
	(min:s)	(min:s)	(min:s)	(min:s)
Temperatur > 80°C	01:30	>20:00	>20:00	>20:00
Brandgaslagrets höjd <1,87 m över golv	01:03	02:29	>20:00	>20:00
Värmeutveckling i brandgaslager max strålningsintensitet 2,5 kW/m <sup>2</sup>	02:15	>20:00	>20:00	>20:00

Tabell 6: Simulerings resultat sammanfattas i tabellen, kan även läsas av i diagrammen nedan

## Sällskapsrum med öppna dörrar mot rum och omgivningen (Stängd mellan terapi och omgivning)

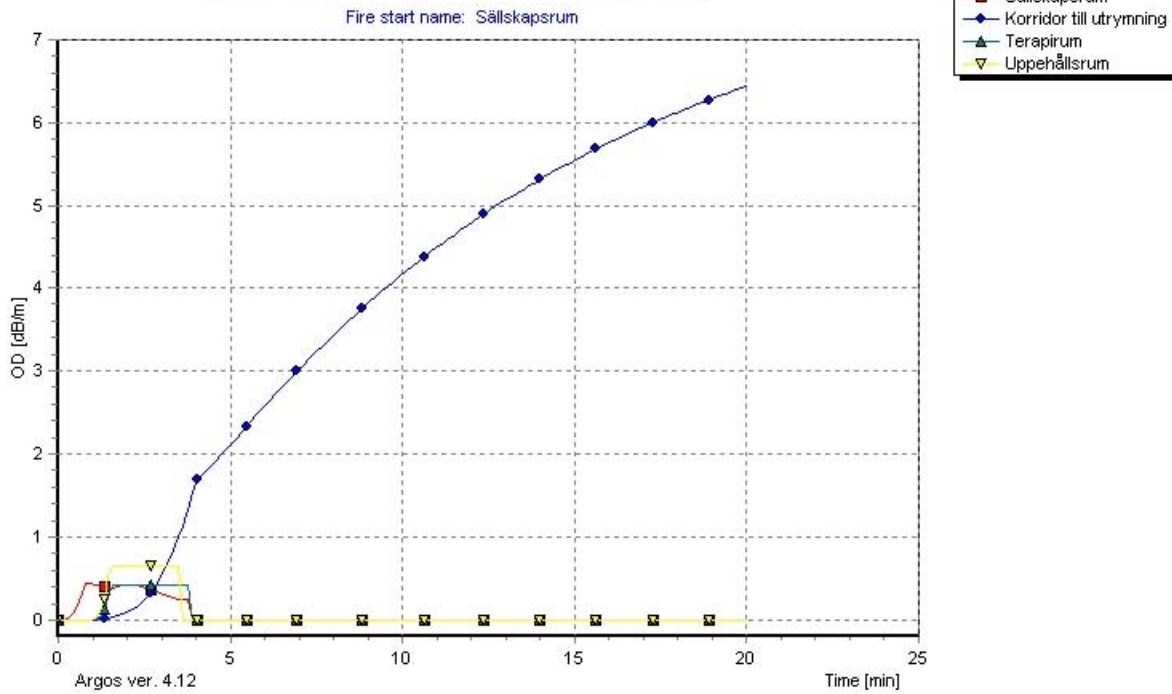
### Brandförlopp:

00:00:40 : Room 'Sällskapsrum': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.  
 00:00:40 : S-door closed by detector: 'Grupp 5 EI 30' between 'Sällskapsrum' and 'Korridor till utrymning'. 99%  
 00:01:02 : Critical condition in room 'Sällskapsrum': Smoke free height less than 1,87 m  
 00:01:21 : Room 'Uppehållsrum': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.  
 00:01:28 : Room 'Terapirum': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.  
 00:01:45 : Critical condition in room 'Uppehållsrum': Smoke free height less than 1,87 m  
 00:02:02 : Critical condition in room 'Terapirum': Smoke free height less than 1,87 m  
 00:02:33 : Critical condition in room 'Sällskapsrum': Heat radiation from smoke layer greater than 2,5 kW/m2  
 00:02:37 : Room 'Korridor till utrymning': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.  
 00:04:01 : Room 'Sällskapsrum'/'Surroundings': Breakage of window(s), temperature greater than 350 °C  
 00:04:01 : Room 'Sällskapsrum'/'Surroundings': Breakage of window(s), temperature greater than 350 °C  
 00:04:46 : Critical condition in room 'Korridor till utrymning': Optical density greater than 2,0 dB/m  
 00:05:26 : Critical condition in room 'Uppehållsrum': Heat radiation from smoke layer greater than 2,5 kW/m2  
 00:07:06 : Critical condition in room 'Terapirum': Heat radiation from smoke layer greater than 2,5 kW/m2  
 00:09:14 : Room 'Sällskapsrum': Entry by fire brigade is no longer possible  
 00:20:00 : MAX. CALCULATION TIME - CALCULATION ABORTED!

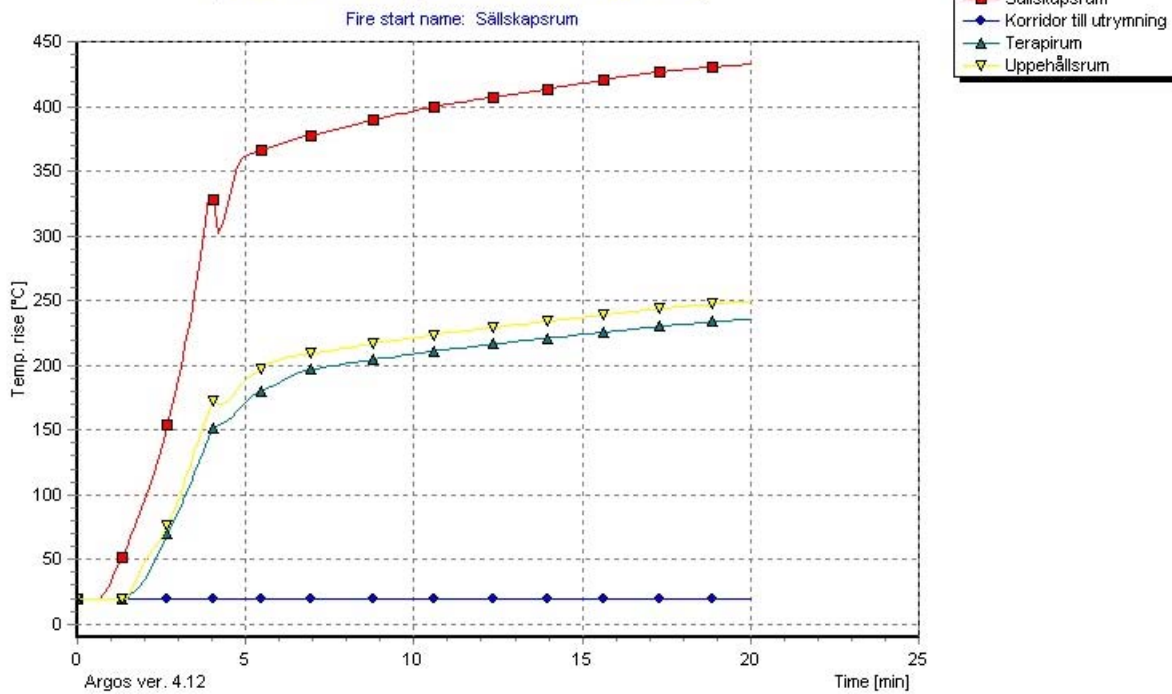


Sikt = 10 / = OB

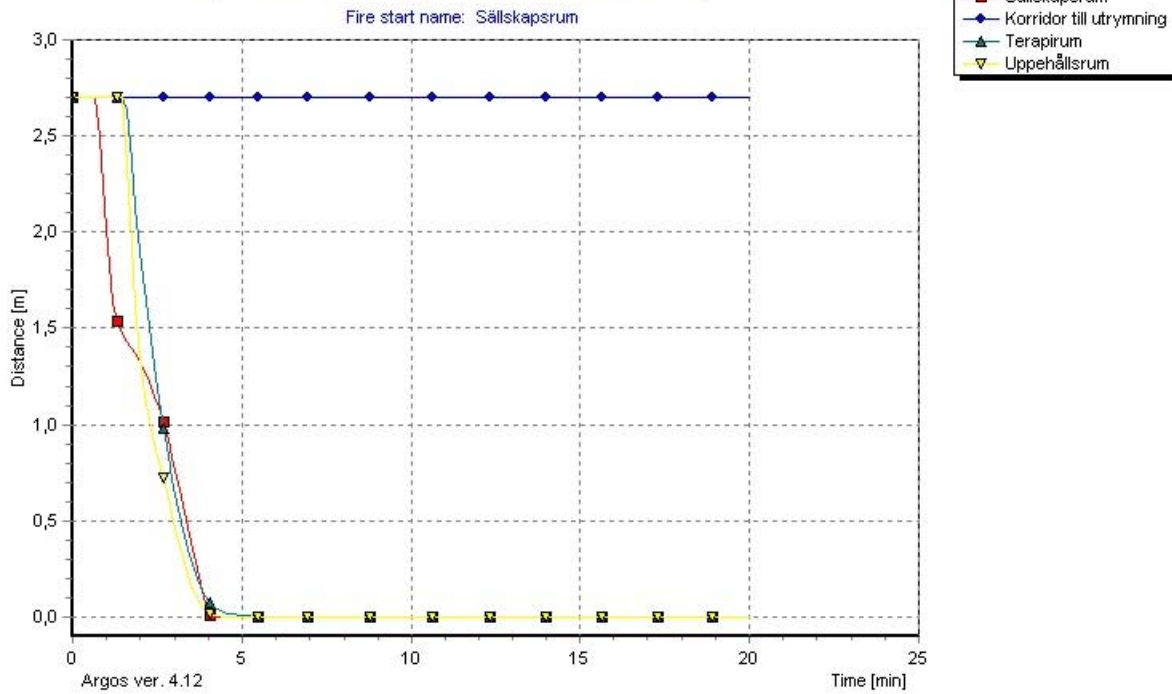
**Optical smoke density in rooms (Sällskapsrummet)**  
 (Student version, not for commercial use)



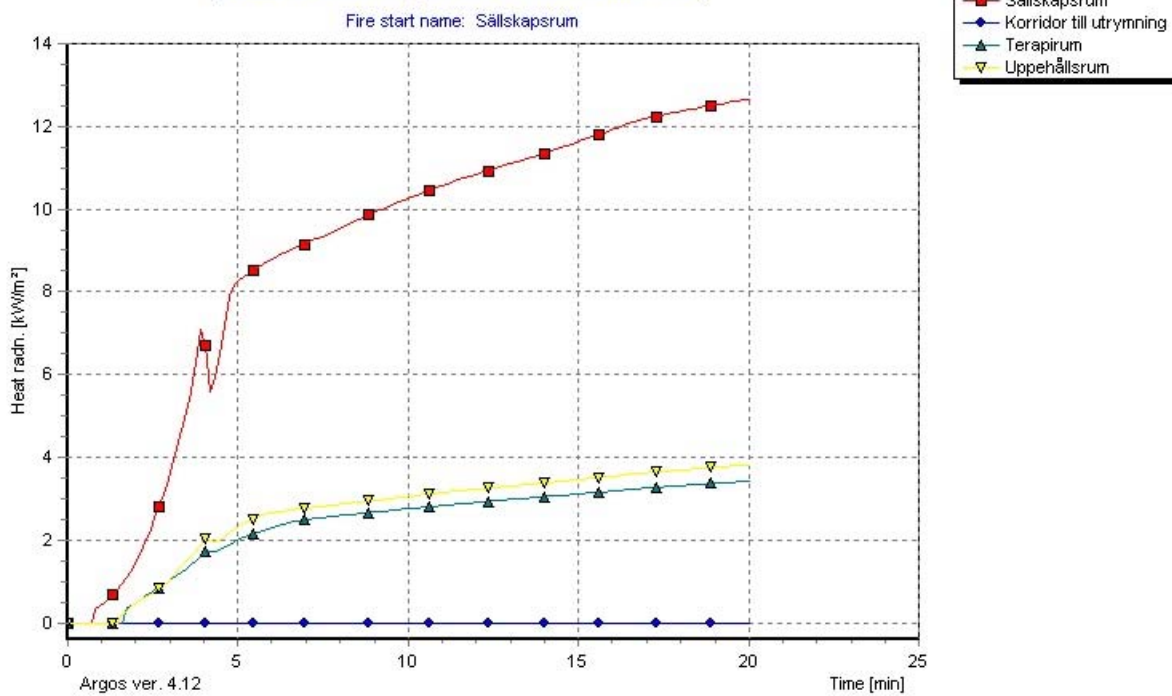
**Average temperature (Sällskapsrummet)**  
 (Student version, not for commercial use)



**Distance from floor to smoke layers (Sällskapsrummet)**  
 (Student version, not for commercial use)



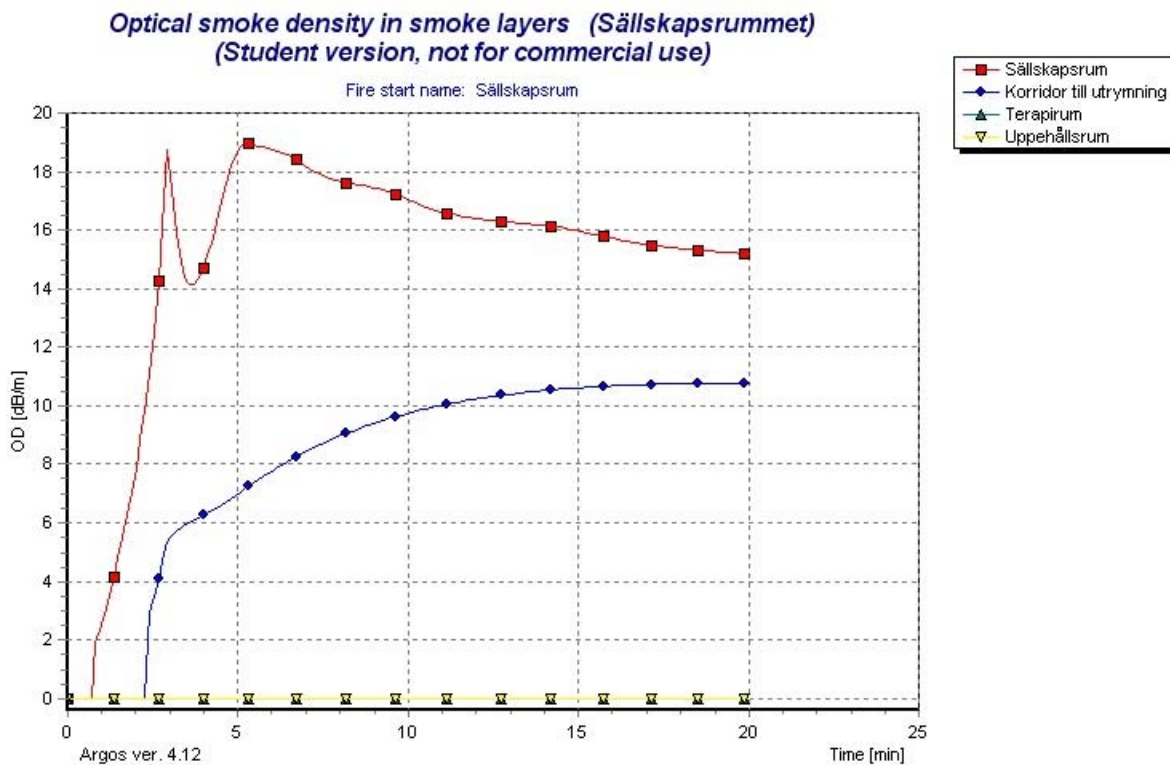
**Heat radiation from smoke layers (Sällskapsrummet)**  
 (Student version, not for commercial use)



## Sällskapsrum med stängda dörrar mot alla rum och omgivningen

### Brandförlopp:

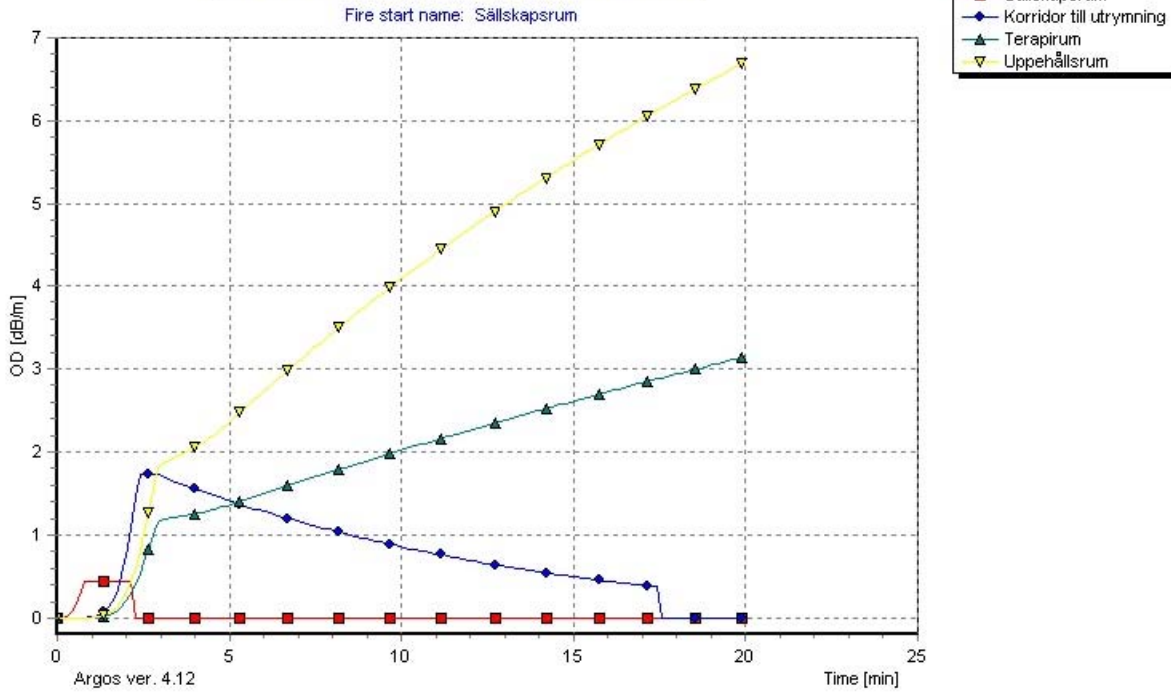
00:00:40 : Room 'Sällskapsrum': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.  
 00:01:03 : Critical condition in room 'Sällskapsrum': Smoke free height less than 1,87 m  
 00:01:42 : Room 'Korridor till utrymning': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.  
 00:02:00 : Room 'Uppehållsrum': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.  
 00:02:09 : Room 'Terapirum': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.  
 00:02:15 : Critical condition in room 'Sällskapsrum': Heat radiation from smoke layer greater than 2,5 kW/m<sup>2</sup>  
 00:02:29 : Critical condition in room 'Korridor till utrymning': Smoke free height less than 1,87 m  
 00:02:56 : Room 'Sällskapsrum'/'Surroundings': Breakage of window(s), temperature greater than 350 °C  
 00:02:56 : Room 'Sällskapsrum'/'Surroundings': Breakage of window(s), temperature greater than 350 °C  
 00:03:45 : Critical condition in room 'Uppehållsrum': Optical density greater than 2,0 dB/m  
 00:04:13 : Room 'Sällskapsrum': Entry by fire brigade is no longer possible  
 00:04:49 : Room 'Sällskapsrum': Flash-over limit reached, but using pre flash-over model  
 00:09:51 : Critical condition in room 'Terapirum': Optical density greater than 2,0 dB/m  
 00:20:00 : MAX. CALCULATION TIME - CALCULATION ABORTED!



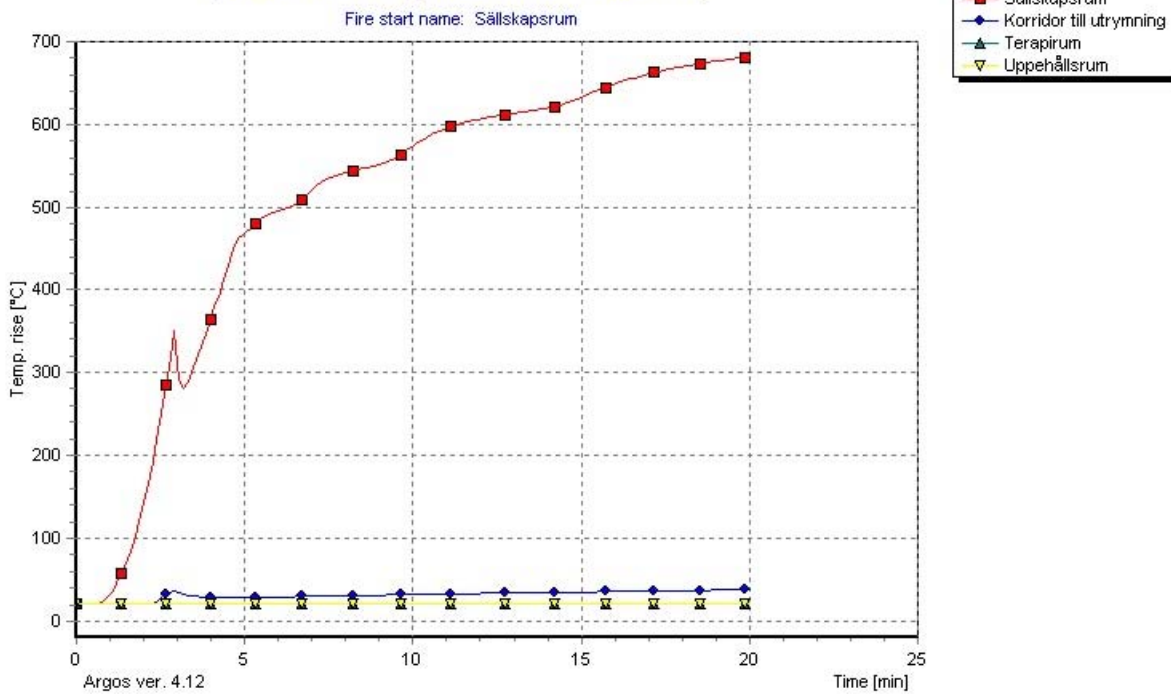
Sikt = 10 / = OB



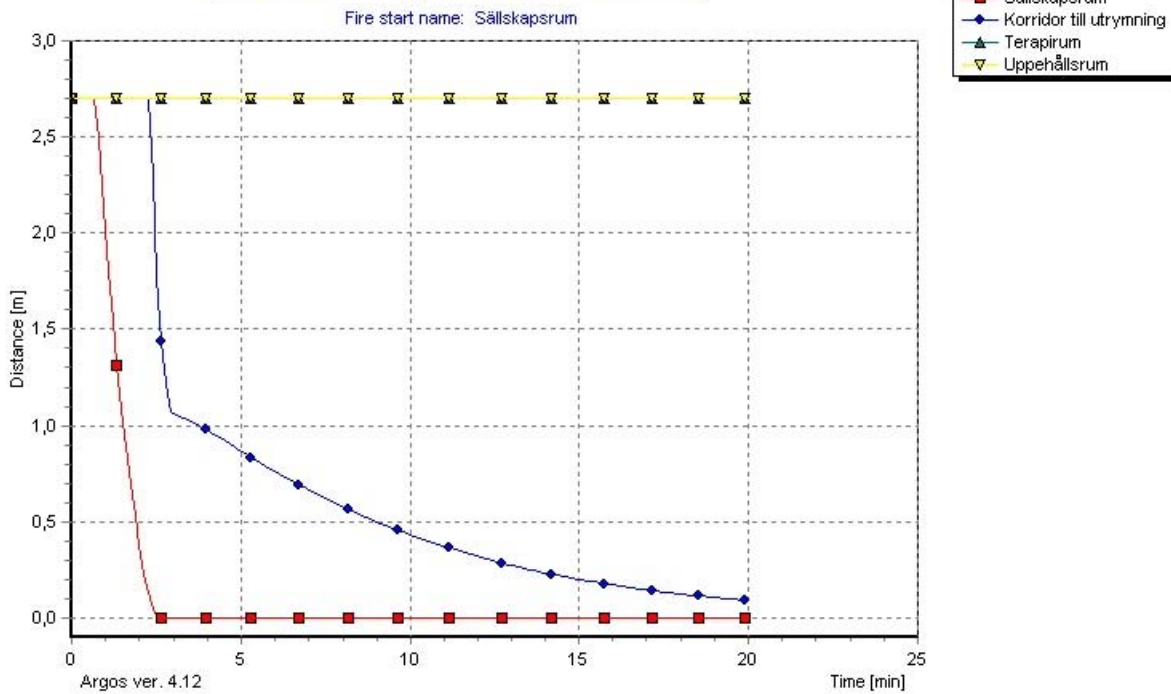
**Optical smoke density in rooms (Sällskapsrummet)**  
 (Student version, not for commercial use)



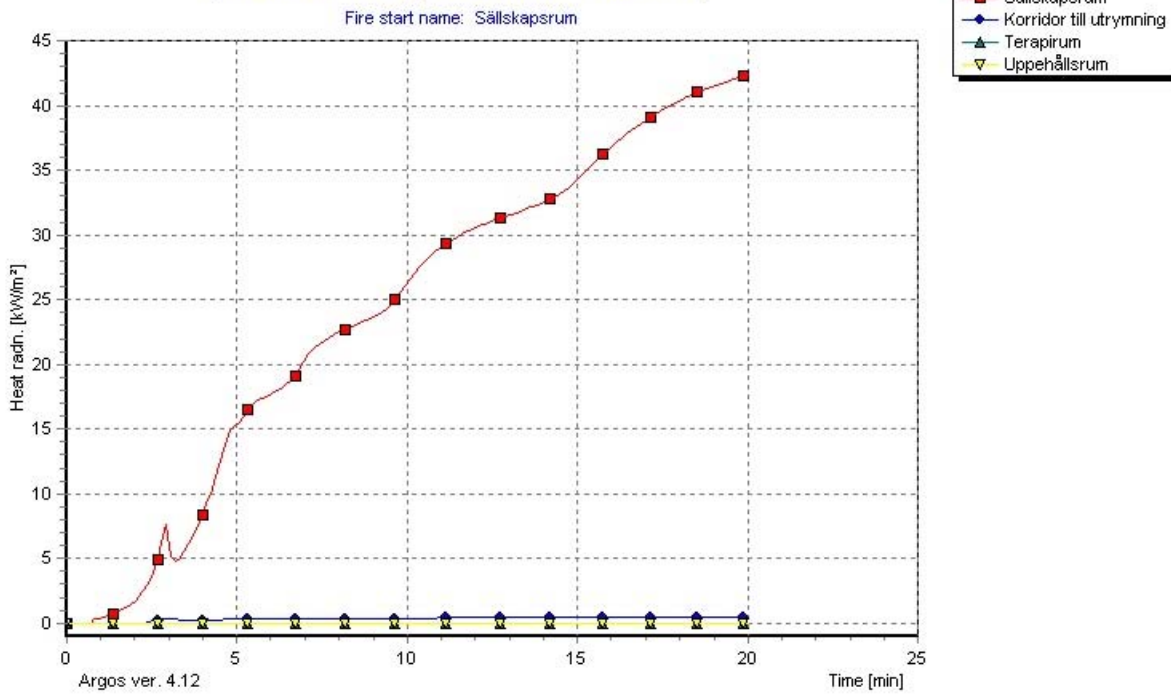
**Average temperature (Sällskapsrummet)**  
 (Student version, not for commercial use)



**Distance from floor to smoke layers (Sällskapsrummet)**  
 (Student version, not for commercial use)



**Heat radiation from smoke layers (Sällskapsrummet)**  
 (Student version, not for commercial use)



## Bilaga 9: Övertändningsberäkningar

### Effektutveckling eller tid som krävs för övertändning

För att få en uppfattning om när kritiska förhållanden råder och när utrymning inte längre är möjlig i ett rum så beräknas effektutvecklingen som krävs för att branden ska gå till övertändning. Tillsammans med effektkurvorna så kan man då få fram vilken tid detta inträffar.

Effektutvecklingen som krävs beräknas med denna formel

$$\dot{Q}_{FO} = 610 (h_k A_T A_o \sqrt{H_o})^{1/2} \quad [\text{Karlsson \& Quintere, 2000}]$$

- $Q_{fo}$  = den värmeeffekt som behövs för att initiera övertändning [kW]
- $h_k$  = värmeövergångstalet [kW/m<sup>2</sup>K] som anger hur mycket värme som upptas av omslutningsytorna
- $A_T$  = inre omslutningsarean i rummet [m<sup>2</sup>]
- $A_o$  = area av ventilationsöppning [m<sup>2</sup>]
- $H$  = höjden på ventilationsöppningen [m]

### Denna ekvation har dock vissa begränsningar som är viktiga att komma ihåg.

Den gäller endast för bränslekontrollerade bränder och när brandkällan inte är placerad nära någon vägg. Vore den placerad i närheten av en vägg skulle koefficienterna i ekvationen vara annorlunda. Men i detta fall används formeln bara för att ta fram en uppskattad effektutveckling på hur många MW som krävs i dom olika scenariona för att skapa en övertändning. Dessutom gäller detta bara för temperaturer mellan ca 20 och 700°C.

### Formel för att beräkna övertändningseffekten:

$$\dot{Q}_{FO} = 610 (h_k A_T A_o \sqrt{H_o})^{1/2}$$

### Övertändningseffekten för Rum 11 beräknat med Excel:

Effekt som krävs för övertändning när  $t \geq t_p$

$$\dot{Q}_{FO} = 610 (h_k A_T A_o \sqrt{H_o})^{1/2}$$

2064	kW
2,06	MW

Gäller bara för  $t \geq t_p$       103 s

### Övertändningseffekten för Sällskapsrum beräknat med Excel:

Effekt som krävs för övertändning när  $t \geq t_p$

$$\dot{Q}_{FO} = 610 (h_k A_T A_o \sqrt{H_o})^{1/2}$$

3709	kW
3,71	MW

Gäller bara för  $t \geq t_p$       103 S

### Övertändningseffekten för Korridor beräknat med Excel:

Effekt som krävs för övertändning när  $t \geq t_p$

$$\dot{Q}_{FO} = 610 (h_k A_T A_o \sqrt{H_o})^{1/2}$$

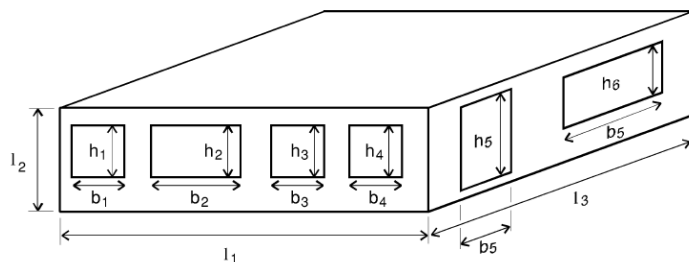
3369	kW
3,37	MW

Gäller bara för  $t \geq t_p$       103 s

## Exempel på beräkningsgång för Rum 11

Beräkning av geometriparametrar till övertändningsformeln

Beräkning av öppningar [Karlsson & Quintere, 2000]:



$$A_0 = A_1 + A_2 + \dots + A_6 = b_1 h_1 + b_2 h_2 + \dots + b_6 h_6$$

$$H_0 = \frac{A_1 h_1 + A_2 h_2 + \dots + A_6 h_6}{A_0}$$

$$A_t = 2 \times (l_1 l_2 + l_1 l_3 + l_2 l_3)$$

Öppnings faktor:

$$\frac{A_0 \sqrt{H_0}}{A_t}$$

Rumgeometri för Rum 11 beräknat med Excel (exempel):

Resultat		
$A_0$	3,30	$m^2$
$H_0$	1,72	$m^2$
$A_t$	74,83	$m^2$
$A_T$	71,53	$m^2$

Väggar	$l_1$	$l_2$	$l_3$	
Längd	3,1	2,6	5,15	m

Dörr	1	Fönster	1
Bredd	1	Bredd	1
Höjd	2	Höjd	1,3
Area	2 $m^2$	Area	1,3 $m^2$

### Värmegenomträngning genom material beräknat med Excel (exempel)

Värdena gäller för gipsskivor med 13 mm tjocklek

$\delta$	0,013	m			
$\alpha$	4,1		-7	$m^2/s$	
$k$	0,48	W/m*K			
$\rho$	840	kg/m <sup>3</sup>	ger	Kpc	580608 W2s/m4K2
$c$	1440	J/kg*K			

$$t_p = \frac{\delta^2}{4\alpha} \quad 103,05 \text{ S}$$

För  $t \geq t_p$  
$$h_k = \frac{k}{\delta} \quad 0,036923$$

### Ventilationskontrollerad brand efter övertändning

Formel för att beräkna maximalt luftflödet genom öppningarna [Karlsson & Quintere, 2000]

$$\dot{m}_a = 0.5 \cdot A \cdot \sqrt{H_0}$$

A = arean på öppningen

H<sub>0</sub> = höjden av ventilationen

**Detta gäller med dessa antaganden:**

Temperaturen måste vara över 573 K (300°C)

Temperaturen jämnt spriden i hela gaslagret

$$\dot{m}_a = 0.5 \cdot 2 \cdot \sqrt{2} = 1,414 \left[ \frac{kg}{s} \right] \text{ för en vanlig dörr på Linnéagården}$$

När övertändningen väl skett kan man använda ekvation 1.2 för att uppskatta den faktiska effektutvecklingen. I verkligheten används inte all luft som går in i rummet till förbränningen. Därför utvecklas inte lika mycket energi i rummet som ekv 1.2 ger, men approximationen får anses vara fullgod i vår tillämpning. Mängden energi som frigörs när syret i 1 kg luft reagerar fullständigt med bränsle är ca 13,1 MJ/kg. En vanlig dörröppning på  $2 \cdot 1 \text{ m}^2$  möjliggör en effektutveckling på 4,3 MW, om det antas att allt syre används till förbränningen.

$$13,1 \left[ \frac{MJ}{kg} \right] \cdot 1,414 \left[ \frac{kg}{s} \right] \cdot 0,23 [\text{Syre i luften}] = 4,26 \left[ \frac{MJ}{s} \right] = 4,3 \text{ MW}$$

Det extra bränsle som eventuellt finns kommer att brinna utanför rummet. Med hjälp av ekvationen beräknas bara vad som maximalt kan utvecklas inne i rummet.

## Bilaga 10: ERM

Programmet tar hänsyn till gångtider, patienters behov av hjälp, prioritering och reaktionstider. Däremot tar programmet inte hänsyn till hur byggnadens öppningar ser ut eller om flaskhalsar uppstår. Begränsningar för programmet finns då det gäller antal patienter och vårdare (max 15 vårdare och 75 patienter.). Patienternas utrymningshastighet kan man variera genom att göra inställningar för respektive patients hjälpbehov. Det finns 15 olika patienttyper att välja mellan, allt ifrån att patienten tar sig ut själv till att patienten behöver mycket hjälp från två vårdare. Användaren kan även göra inställningar som leder till att patienten irrar omkring och därför behöver bevakas då denne har utrymt.

I programmet skapas ett nätverk genom att man placerar ut noder i olika rum, dörrar, säkra utrymmen m.m. Användaren skapar ett koordinatsystem för att kunna föra in respektive nods koordinater i programmet. Origo väljs lämpligen i ett hörn nere till vänster i ritningen (För att få positiva värden). Noderna förbinds med varandra och patienter och vårdare kan sedan placeras ut vid dessa. Som resultat efter genomförd simulering erhåller man en förteckning som beskriver vilka vägar vårdarna tagit och vilka patienter de hjälpt i säkerhet. Här visas även tider för de olika händelserna och en sluttid då alla vårdare och patienter är i säkerhet [Beskrivning av ERM svensk manual].

Total utrymningstid har beräknats genom att en varseblivningstid, från Argos, adderats till utrymningstiden som erhöles från simuleringarna i ERM.

Varseblivningstid som används för de olika rummen i denna beräkning är:

Rum 11 0:48 min, Sällskapsrum 0:40 min, Korridor (F) 0:47 min, Korridor (UF) 0:26 min

### Simulering med ERM och en delay-time på 5 och 10 sekunder

Scenario	Utrymningstid ERM	Beräknad Total utrymningstid, Vid brand i			
		Rum 11	Sällskapsrum	Korridor (F)	Korridor (UF)
Dag 1	1:04	1:52	1:44	1:51	1:30
Natt 1	3:00	3:48	3:40	3:47	3:26
Natt 2	2:04	2:52	2:44	2:51	2:30
Natt 3	3:19	4:07	3:59	4:06	3:45
Natt 4	0:27	1:15	1:07	1:14	0:53
Natt 5	4:07	4:55	4:47	4:54	4:33
Natt 6	3:45	4:33	4:25	4:32	4:11

Tabell 7: Utrymningstid för olika scenarier, (F) alfa t<sup>2</sup> fast (UF) alfa t<sup>2</sup> Ultra fast.

### Simulering med ERM och en besluts- och reaktionstid på 20 och 60 sekunder

Scenario	Utrymningstid ERM	Beräknad Total utrymningstid, Vid brand i			
		Rum 11	Sällskapsrum	Korridor (F)	Korridor (UF)
Dag 1	1:20	2:08	2:00	2:07	1:46
Natt 1	3:30	4:18	4:10	4:17	3:56
Natt 2	2:24	3:12	3:04	3:11	2:50
Natt 3	3:49	4:37	4:19	4:26	4:15
Natt 4	1:21	2:09	2:01	2:08	1:47
Natt 5	4:16	5:04	4:56	5:03	4:42
Natt 6	4:25	5:13	5:05	5:12	4:51

Tabell 8: Utrymningstid för olika scenarier, (F) alfa t<sup>2</sup> fast (UF) alfa t<sup>2</sup> Ultra fast.

Exempel på batch fil (indata fil till programmet). Denna är för scenariot natt 1.

BATCH

GENERAL INFORMATION FOR THE RUN.

1.0 0 0 0  
1 14 49 5 0 0

STAFF INFORMATION FOR THE RUN.

1 7 5

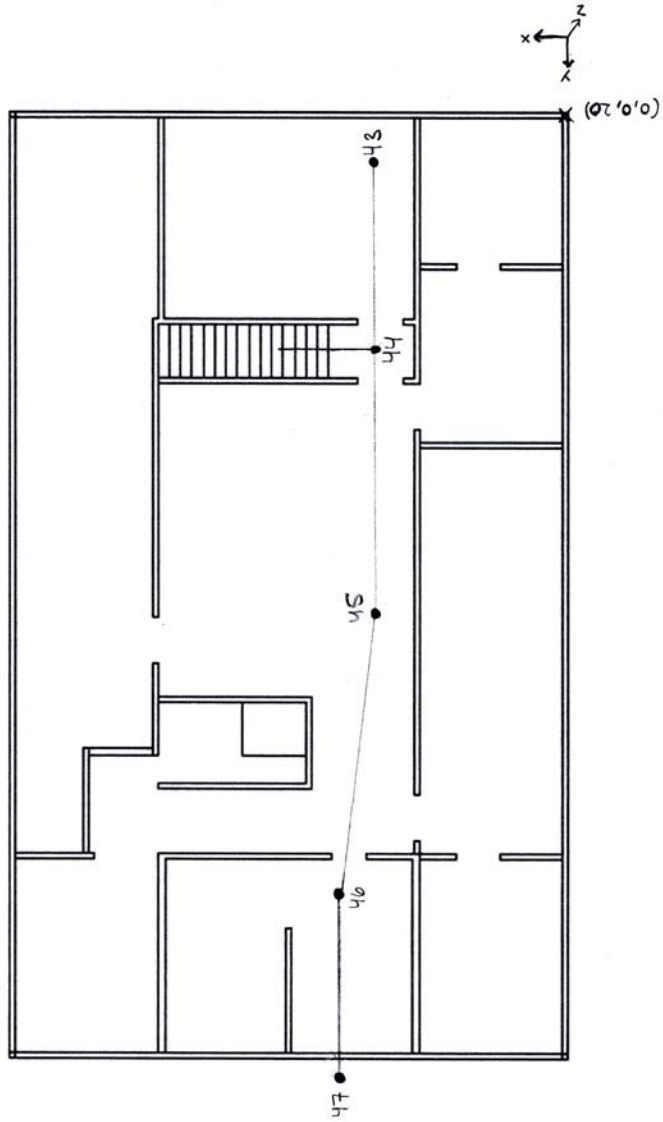
RESIDENT INFORMATION FOR THE RUN.

1 16 3C 1 10 0  
2 20 0 1 5 0  
3 18 6A 1 10 0  
4 26 0 1 5 0  
5 29 6A 1 10 0  
6 27 1A 1 5 0  
7 34 6A 1 10 0  
8 36 3C 1 10 0  
9 42 1A 1 5 0  
10 40 3C 1 10 0  
11 38 0 1 5 0  
12 32 1A 1 5 0  
13 10 6A 1 10 0  
14 5 0 1 5 0

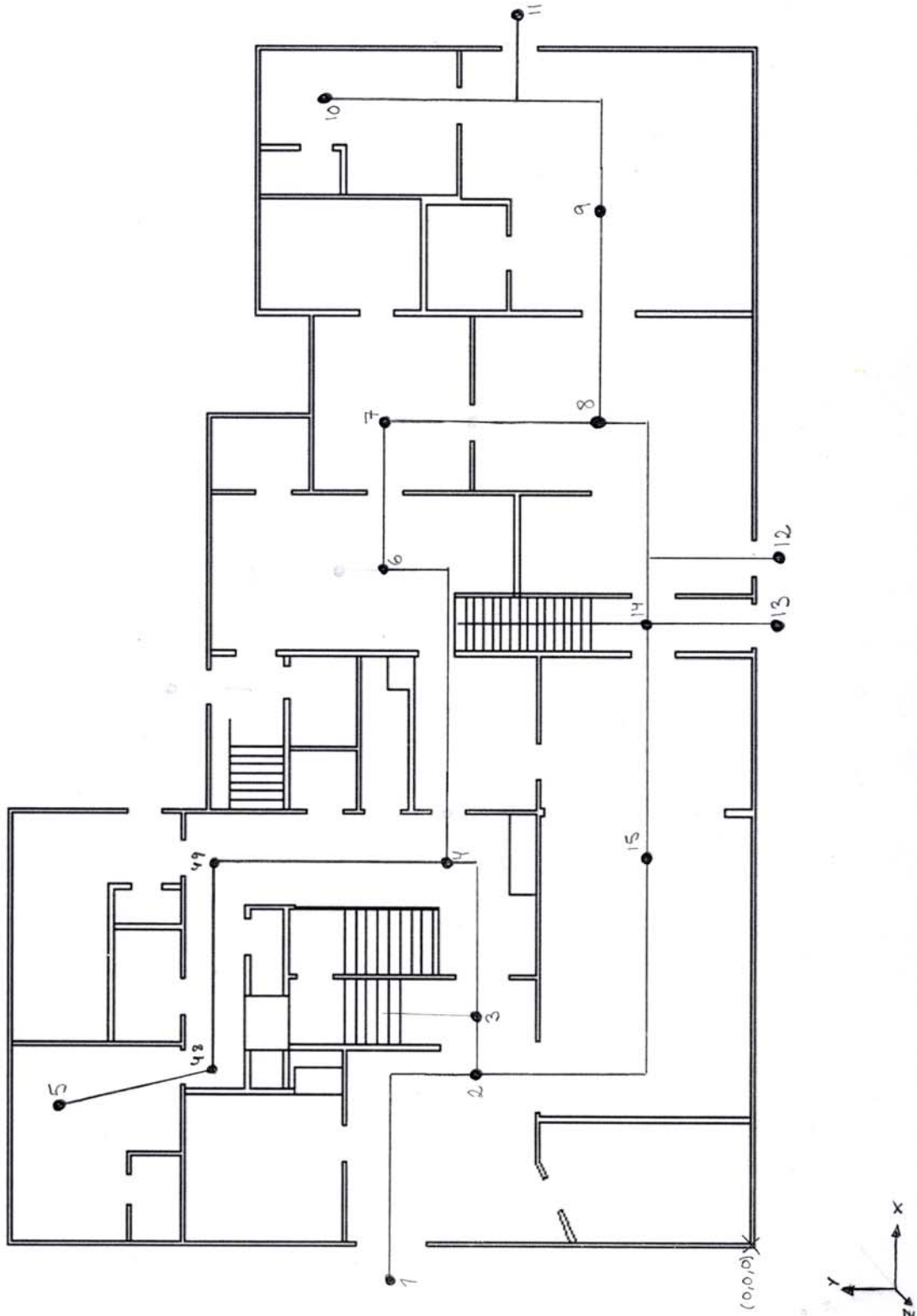
NODE INFORMATION FOR THE RUN.

1 SAFE 0 26 0 1 2	26 RUM 8 17 10 1 25
2 HALL 13 20 0 3 1 3 15	27 RUM 17 6 10 1 28
3 HALL 16 20 0 3 2 4 25	28 KORR 28 14 10 3 24 27 44
4 KORR 28 23 0 3 3 6 49	29 RUM 39 14 10 1 24
5 RUM 11 50 0 1 48	30 KORR 45 25 10 3 23 31 14
6 KOK 48 29 0 2 4 7	31 KORR 51 25 10 3 30 32 33
7 RUM 61 27 0 2 6 8	32 RUM 63 25 10 1 31
8 RUM 61 11 0 4 7 9 12 14	33 KORR 51 16 10 3 31 34 35
9 RUM 74 11 0 3 8 10 11	34 RUM 51 4 10 1 33
10 RUM 83 31 0 2 9 11	35 KORR 62 16 10 3 33 36 37
11 SAFE 91 20 0 2 9 10	36 RUM 62 4 10 1 35
12 SAFE 51 0 0 2 8 14	37 KORR 73 16 10 3 35 38 39
13 SAFE 46 0 0 1 14	38 RUM 73 32 10 1 37
14 KORR 46 8 0 5 8 12 13 15 30	39 KORR 84 16 10 4 37 40 41 42
15 MATS 27 8 0 2 2 14	40 RUM 84 32 10 1 39
16 RUM 3 39 10 1 17	41 SAFE 88 16 10 1 39
17 KORR 13 39 10 3 16 18 19	42 RUM 84 4 10 1 39
18 RUM 13 47 10 1 17	43 KONT 10 3 20 1 44
19 KORR 19 39 10 3 17 20 21	44 HALL 10 14 20 3 28 43 45
20 RUM 19 47 10 1 19	45 KONF 10 29 20 2 44 46
21 KORR 28 37 10 3 19 22 23	46 RUM 12 45 20 2 45 47
22 SAFE 40 37 10 1 21	47 SAFE 12 55 20 1 46
23 KORR 28 25 10 3 21 24 30	48 KORR 13 39 0 2 5 49
24 KORR 28 17 10 4 23 25 28 29	49 KORR 28 39 0 2 48 4
25 KORR 17 17 10 3 3 24 26	

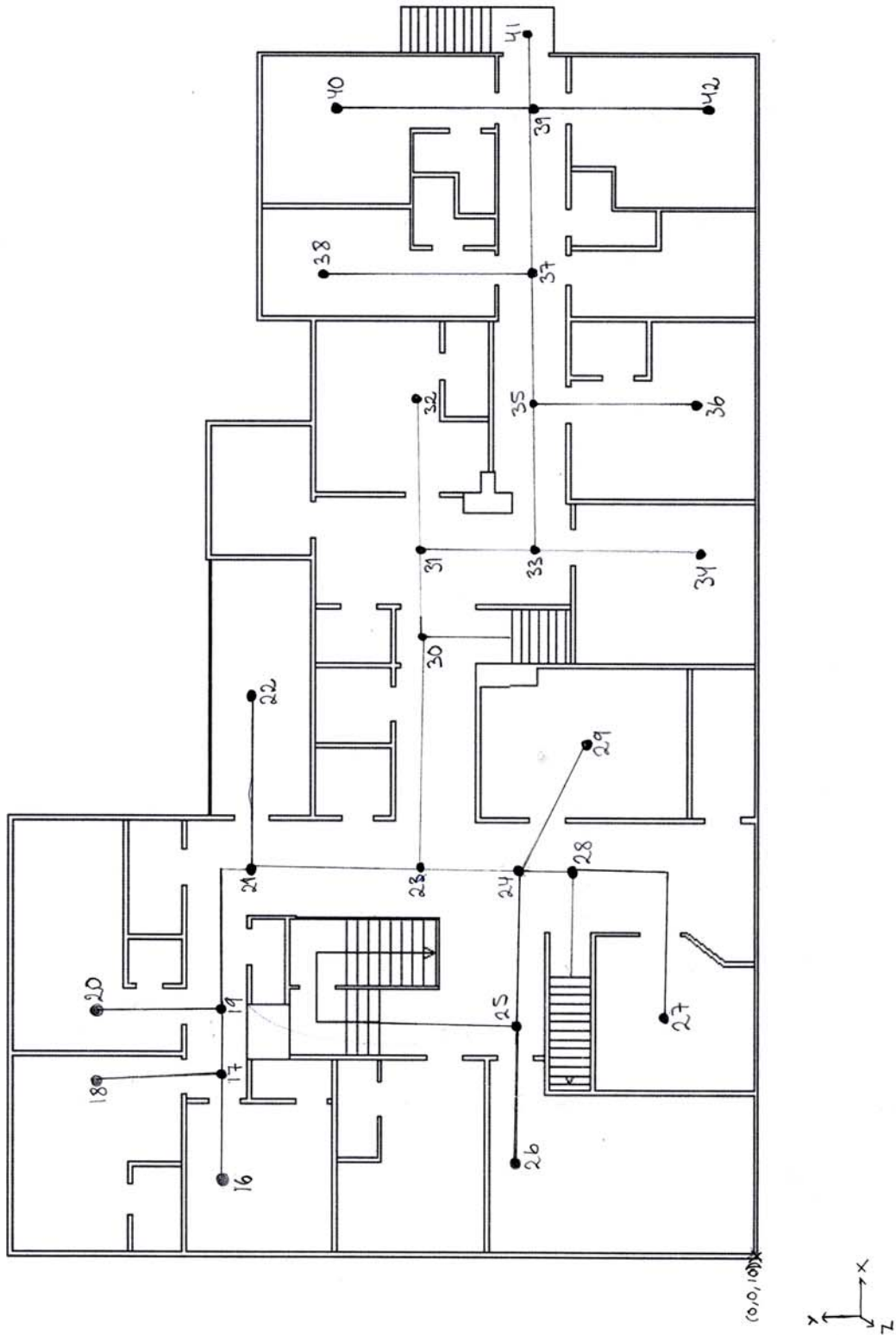
Ritningar som använts till simuleringarna i ERM med nodpunkter utsatta







014



## Bilaga 11: BSV Vård

### Utförande och val komponentvärden

#### K1 – Personal

##### A. Kunskap och övning

Vid besöket framkom att runt 80 % av personalstyrkan kan förväntas ha brandskyddsutbildning. Kontrollen av personalens kunskaper sker internt. Delvärde: 4

##### B. Förhållande mellan antalet patienter och antalet vårdpersonal (dagtid)

Dagtid finns 7 vårdare fördelat på 14 patienter. Patient/vårdare kvot större än tre. Delvärde: 5

##### C. Minsta bemanning då patienter finns på avdelningen

Nattetid finns en vårdare på hemmet. Delvärde: 3

$$\text{Komponentvärde} = \frac{5 \cdot 4 + 3 \cdot 5 + 2 \cdot 3}{10} = 4,1$$

#### K2 – Patienter

##### A. Antal patienter i varje vådrum/korridor

Alla patienter har eget rum. Delvärde: 5

##### B. Patienternas hjälpbehov

Vid besöket gjordes uppskattningen att patienterna generellt är kapabla att utrymma på egen hand då inga av patienterna har fysiska funktionshinder. Några av de sjukare patienterna ansågs dock kunna ha svårt att uppfatta allvaret i situationen och kan behöva sättas igång av personalen. Sammanlagt hjälpbehov: litet. Delvärde: 4

$$\text{Komponentvärde} = \frac{5 + 4 \cdot 4}{5} = 4,2$$

#### K3 – Gångavstånd till utrymningsväg

##### Alt 2. Alla patienter på avdelningen kan utrymma via trappa

Genom mätningar på justerade plankartor och handberäkningar fastställdes att längsta utrymningsväg (inklusive trappa) aldrig överstiger 30 meter. Patienterna har inga fysiska funktionshinder. Delvärde: 5

Komponentvärde: 5

#### K4 – Brandcellsgräns i bjälklag

Golv och tak till annan brandcell håller föreskriven klass. Genomföringar i golv och tak är tätade. Vid besöket påträffades inga dokumenterade interna rutiner för hur tätningsarbetet utförs.

Komponentvärde: 4

#### K5 – Brandcellsgräns i vägg

Väggar till annan brandcell håller föreskriven klass. De genomföringar som fanns mellan brandceller var tätade. Vid besöket påträffades inga dokumenterade interna rutiner för hur tätningsarbetet utförs. Ytterväggarna med träpanel etc. ansågs brännbara.

Komponentvärde: 2

#### K6 – Interna dörrar och väggar

Dörrarna mellan patientrum och korridor är överlag inte brandskyddsklassade. Emellertid har man vid utbyte av dörrarna installerat EI30 dörrar i vissa av rummen. Däremot uppfylls brandklass E30 mellan dagrum, personalrum och korridor. Brandklassen (där den förekommer) sträcker sig upp till bjälklagen. Samtliga dörrar som kan tänkas påverka brandsäkerheten hålls antingen stängda eller är försedda med automatisk dörrstängningsmekanism som utlöser vid brand. Inga dörrar är uppkilade.

Komponentvärde: 3

#### K7 – Dörr till utrymningsväg

Sämsta dörr till utrymningsväg är en brandtekniskt rätt klassad dörr som är låst. Dörren betraktas som låst eftersom man vid eventuell utrymning genom den måste slå sönder höljet som täcker låsmekanismen. Kanske inte så lätt för patienterna i en stressad situation.

Komponentvärde: 1

#### K8 – Automatiskt brandlarm

##### A. Typ av detektor och placering

I vårdrum och korridorer finns i regel rökdetektorer medan detektionen sker med värmedetektor över undertaket. Delvärde: 4

##### B. Kontrollsystem

Kontroll av det automatiska brandlarmet sker via RUS-besiktning. Delvärde: 4

##### C. Larmöverföring

Larmet står i direkt förbindelse med räddningstjänsten och larmlagring tillämpas inte. Delvärde: 5

Komponentvärde:  $\frac{4*4+3*4+3*5}{10} = 4,3$

#### K9 – Utrymningslarm

Larmet aktiverar automatiskt eller genom intryckning av manuell larmknapp. Installationen följer i princip SBFs rekommendationer och standards. Då vårdanläggningen endast består av en avdelning valdes alternativet med automatisk larmöverföring till annan avdelning för att inte påverka komponentvärdet negativt. Larmet förmedlas till patienter och anställda via ringsignal.

Komponentvärde: 4

K10 – Sprinkler

Sprinkler saknas på vårdanläggningen

Komponentvärde: 0

K11 – Hiss som utrymningsväg

Hiss saknas på vårdanläggningen

Komponentvärde: 0

K12 – Utrymningsvägar

Såväl primär som alternativ utrymningsväg sker via trappa från andra våningen. Den fria bredden i utrymningsvägarna understiger 1,2 meter

Komponentvärde: 1

K13 – Ytskikt på väggarna

På några ställen förekommer tjockare tapeter eller övertapetsering av befintliga tapeter på gipsskiva vilket gör att ytskiktssklass I inte kan sägas gälla för byggnaden som helhet. Gipsskiva med papperstapet (200g/m<sup>2</sup>) ger ytskiktssklass II (Brandskyddshandboken)

Komponentvärde: 3

K14 – Ytskikt på innertak

Innertaken är klädda med gips vilket är att betrakta som en tändskyddande beklädnad som uppfyller klass I.

Komponentvärde: 5

K15 – Ventilationssystem

Att döma av konstruktionen med självdrag i vårdanläggningen kan ventilationssystemet för utluft betraktas som separat för varje avdelning. Brandspjäll och andra aktiva ventilationsåtgärder förekommer inte.

Komponentvärde: 3

K16 – Lös inredning

Vid besöket uppskattades förekomsten av lös inredning till mycket stor. Möblerna i dagrummet är stoppade och det finns stor tillgång till brännbart material. I vådrummen får patienterna möblera som om det vore deras egen bostad och madrasserna är i regel inte brandskyddsimpregnerade.

Komponentvärde: 1

K17 – Fasta riskkällor

Rutin för hantering av fasta riskkällor anses finnas på vårdanläggningen. Patienterna får cigaretter och tändare av personal och eventuellt brandfarliga varor hålls inlåsta. Rökning är inte tillåtet och anses inte förekomma inom avdelningen. Däremot anses patienternas mentala status vara sådan att risk finns för att anläggning av brand kan förekomma. En incident i Maj 2006 då en av patienterna satte eld på sin badrumsmatta anses styrka denna bedömning.

Komponentvärde: 1

K18 – Nödbelysning

Nödbelysning saknas på vårdanläggningen

Komponentvärde: 0

K19 – Brandgasevakuering

Inget system för brandgasevakuering finns installerat

Komponentvärde: 0

K20 – Vägledande markeringar

Markering av utrymningsvägar är tydlig och gjord med de nyare typerna av skyltar med symboler istället för text. Skyltarna är i regel genomlysta för största tydlighet. Även placering av handbrandsläckare och släckfiltar är tydligt markerade.

Komponentvärde: 5

K21 – Brandsläckningsutrustning

Vid besök kontrollerades släckutrustning (handbrandssläckare) och personalens utbildningsnivå. Handbrandsläckarna var tydligt utmärkta och kontrollerade. Samtliga i personalen anses ha fått utbildning på brandsläckning.

Komponentvärde: 5

K22 – Räddningstjänstens insats

Förststyrkan överstiger 4+1 person och har en insatstid på 5-10 minuter. Räddningschefens uppgifter kontrollerades mot insatsrapport på vårdanläggningen 2006-05-20 där insatstiden var 6 minuter. Vårdanläggningen anses lätt tillgängligt och vägen fram till insatsvägen fullt körbar. Räddningstjänsten har besökt objektet och en insatsplan finns men denna är inte praktisk inövad.

Komponentvärde  $\frac{3*5 + 4*3 + 5 + 2*3}{10} = 3,8$

K23 – Geometrisk utformning

Byggnadens geometri är inte helt självklar och korridoren där rummen är belägna ändrar riktning. (Enkelkorridor med horisontell riktningsändring eller vertikal höjdskillnad i korridor > 1 meter)

Komponentvärde: 2

K24 – Våning ovan mark

Eftersom alla utom två av de 14 patientrummen är belägna på våning två klassas vårdavdelning som belägen på plan 2.

Komponentvärde: 2

K25 – Drift och underhåll

Vid besöket kontrollerades de interna rapporteringsrutinerna och brandskyddskontrollen. Rutiner finns för både rapport av trasig utrustning samt för intern kontroll av brandskyddsutrustningen.

Komponentvärde: 5

**Beräkning av brandskyddsindex BSI**

	A	B	C
Komponent	Gradering	Vikt	Produkt
Personal	4,1	0,127	0,5207
Patient	4,2	0,065	0,2730
Gångavstånd till utrymningsväg	5	0,027	0,1350
Brandcellsgräns bjälklag	4	0,026	0,1040
Brandcellsgräns i väg	2	0,019	0,0380
Interna dörrar och väggar	3	0,032	0,0960
Dörr till utrymningsväg	1	0,023	0,0230
Automatiskt brandlarm	4,3	0,043	0,1849
Utrymningslarm	4	0,031	0,1240
Sprinkler	0	0,054	0
Hiss som utrymningsväg	0	0,006	0
Utrymningsvägar	1	0,028	0,0280
Ytskick på väggar	3	0,019	0,0570
Ytskikt på innertak	5	0,026	0,1300
Ventilationssystem	3	0,019	0,0570
Lös inredning	1	0,080	0,0800
Fasta riskkällor	1	0,049	0,0490
Nödbelysning	0	0,006	0
Brandgasevakuering	0	0,029	0
Vägledande markeringar	5	0,016	0,0800
Brandsläckningsutrustning	5	0,059	0,2950
Räddningstjänstens insats	3,8	0,042	0,1596
Geometrisk utformning	2	0,016	0,0320
Våning ovan mark	2	0,026	0,0520
Drift och underhåll	5	0,077	0,3850
Larmstyrka på sjukhuset	0	0,055	0
Summa			2,9032

**BSI = 2,9032**



