



**LUNDS UNIVERSITET**  
Lunds Tekniska Högskola  
Brandteknik

# **Brandteknisk riskvärdering av ROS Omsorg & Service, Norrtälje**



9271

---

Mickael Cederberg  
Joar Hjerberg  
Erik Nerhagen  
Mattias Öden



# **Brandingenjörsprogrammet Dept of Fire Safety Engineering**

Lunds Tekniska Högskola  
Box 118  
221 00 Lund  
Telefon: 046-222 73 00  
[brand@brand.lth.se](mailto:brand@brand.lth.se)

Lund University  
Box 118  
S-221 00 Lund, Sweden  
Telephone +46-46-222 73 00  
[brand@brand.lth.se](mailto:brand@brand.lth.se)

## **Rapport / Report 9271**

### **Titel**

Brandteknisk riskvärdering av ROS Omsorg & Service, Norrtälje

### **Title**

Fire safety evaluation of ROS Omsorg & Service, Norrtälje

### **Keywords**

Firesafety evaluation, evacuation, fire safety, ROS Omsorg & Service, Norrtälje, egress, life safety, wardbedfire, fire alarm, smoke filling.

### **Av / By**

Mickael Cederberg  
Joar Hjertberg  
Erik Nerhagen  
Mattias Ödén

### **Handledare/ Supervisor**

Ulf Göransson, LTH  
Henry Linnsén, Räddningstjänsten Norrtälje

Brandingenjörsprogrammet, Lunds Tekniska Högskola, December 2005  
Dept of Fire Safety Engineering, Lund University, December 2005

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.

## **Abstract**

The purpose of this rapport is to assess the safety of ROS Care & Service. An assessment is made and suggestions is given about how the safety level may be increased. The main focus is on evacuation safety. Floor 4 section C has been chosen to symbolize all sections in the newest part of the building.

By investigating likely fire scenarios, calculating when hazardous criteria's for these scenarios are reached and comparing these scenarios with values from evacuation calculations and assessments can be made.

### **Prioritized changes to be made:**

- Doors in staircases must be opened for both out- and inpassage.
- Doors closers must be put in working order and kept this way.
- The storeroom must be emptied or an automatic doorcloser must be installed.
- Routines must be altered so that eight instead of six personel helps with evacuation.

# Sammanfattning

Rapportens syftar till att bedöma säkerheten på objektet ROS Omsorg & Service som har som huvudverksamhet att bedriva ett vårdhem. I den brandtekniska värderingen görs en bedömning av säkerheten och förslag till förändringar ges. Fokus ligger på personsäkerhet med utrymning vid brand. Särskild tonvikt läggs på våning fyra flygel C som anses representativ för hela den nya delen av ROS.

Genom att undersöka troliga brandscenarier samt beräkna hur snabbt kritiska tillstånd uppstår med dessa scenarier och jämföra med tider från utrymningsberäkningar kan en bedömning ske.

Scenarier som undersöks närmare är brand i: vårdrum, tvättstuga, förråd och kök

Detektionssystemet utgörs av optiska rökdetektorer i varje vårdrum och i dagrummet samt värmedetektorer i flyglarnas personalrum.

Utrymningsmöjligheterna under dagtid anses vara mindre riskfyllda och därför har tonvikt lagts på hur det ser ut nattetid. I försöken visar det sig att utrymning inte kan ske tillfredställande nattetid vid brand i tvättstuga, förråd och kök med dagens utrustning och rutiner.

Det som skall åtgärdas snarast är att ändra låsbeslag på dörrar från trapphus till våningsplan så att både ut- och inpassage är möjlig.

Åtgärder:

- Säkerställ utrymningsmöjligheten till trapphus, återinträdesbart.
- Installera fungerande dörrstängare i tvättstugan.
- Töm förråd alternativt montera E-30 dörr
- Ändra i organisationen så att tre ur personalen från varje våning svarar på larm på natten.
- Anordna utrymningsövning för personalen.
- Minska risken för brand i dagrummet, t.ex. timer på spis och kaffekokare.
- Täta över de nya branddörrarna mellan dagrummen och korridorerna.



# Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b>	<b>9</b>
1.1 Bakgrund	9
1.2 Syfte	9
1.2.1 Frågeställning	9
1.2.2 Metod	9
1.3 Avgränsning	9
<b>2 Objektsbeskrivning</b>	<b>10</b>
2.1 Byggnaden	10
2.2 Byggnadens brandskydd	11
2.2.1 Brandlarm	12
2.2.2 Ventilation	12
2.2.3 Kontroller	13
2.2.4 Reservkraft	13
2.3 Personal	13
2.4 Vårdtagare	13
2.5 Systematiskt brandskyddsarbete	13
2.5.1 Brandskyddspolicy	14
<b>3 Teori om brandförlopp och utrymning</b>	<b>15</b>
3.1 Brandförlopp	15
3.2 Kritiska Förhållanden	15
3.2.1 Temperatur	15
3.2.2 Strålning	15
3.2.3 Brandgaslagret	15
3.2.4 Sikt	15
3.2.4 Toxicitet	16
3.3 Utrymningsteori	16
<b>4 Brandscenarier</b>	<b>17</b>
4.1 Val av brandscenarier	17
4.1.1 Brand i tvättstuga	18
4.1.2 Brand i kök	18
4.1.3 Brand i vårdrum	19
4.1.4 Brand i förråd	19
4.2 Brandscenario: Brand i tvättstuga	20
4.2.1 Dimensionerande brand	20
4.2.2 Detektion	20
4.2.3 Resultat	20
4.3 Brandscenario: Brand i Dagrum	21
4.3.1 Dimensionerande brand	21
4.3.2 Detektion	21
4.3.3 Resultat	21
4.4 Brandscenario: Brand i vårdrum	22
4.4.1 Dimensionerande brand	22
4.4.2 Detektion	22
4.4.3 Resultat	22
4.5 Brandscenario: Brand i förråd	22
4.5.1 Dimensionerande brand	23
4.5.2 Detektion	23
4.5.3 Resultat	23

<b>5 Ventilationssystemet</b> .....	<b>24</b>
5.1 Brandgasspridning.....	24
<b>6 Utrymning</b> .....	<b>25</b>
6.1 Simuleringar .....	25
6.1.1 Simulering 1 .....	25
6.1.2 Simulering 2 .....	26
6.1.3 Simulering 3 .....	26
6.2 Resultat av simulering 1-3 .....	26
<b>7 Personal</b> .....	<b>27</b>
7.1 Enkätundersökning .....	27
<b>8 Brandskyddsvärdering enligt BSV-vård</b> .....	<b>28</b>
8.1 Metod .....	28
8.2 Resultat .....	28
<b>9 Känslighetsanalys</b> .....	<b>29</b>
9.1 Känslighetsanalys på brandscenarier .....	29
9.2 Känslighetsanalys på utrymningssimuleringar .....	29
<b>10 Slutsatser av de simulerade resultaten</b> .....	<b>30</b>
<b>11 Diskussion</b> .....	<b>31</b>
11.1 Diskussion och åtgärdsförslag .....	31
11.2 Åtgärder .....	33
11.2.1 Krav på åtgärd .....	33
11.2.2 Rekommenderade åtgärder .....	33
<b>12 Validering av åtgärder</b> .....	<b>34</b>
12.1 Simuleringar .....	34
12.2 BSV-Vård .....	35
12.3 Ventilation.....	35
<b>Referenslista</b> .....	<b>36</b>
<b>Bilaga 1: Ritning över flygel och centraldel</b> .....	<b>37</b>
<b>Bilaga 2: Simuleringar av brandscenario</b> .....	<b>38</b>
<b>Bilaga 3: Brandgasspridning i ventilations system</b> .....	<b>51</b>
<b>Bilaga 4: Simuleringar och Bakomliggande Teori</b> .....	<b>54</b>
<b>Bilaga 4: Simuleringar och Bakomliggande Teori</b> .....	<b>54</b>
<b>Bilaga 5: Enkätfrågor och resultat</b> .....	<b>56</b>
<b>Bilaga 6: Graderade komponenter enligt BSV - vård</b> .....	<b>58</b>
<b>Bilaga 7: Känslighetsanalys på de simulerade värdena</b> .....	<b>65</b>
<b>Bilaga: 8 Graderade komponenter enligt BSV – vård – med åtgärder</b> .....	<b>75</b>



# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Inom kursen brandteknisk riskvärdering för brandingenjörer vid Lunds tekniska högskola, skall studenterna titta på ett större objekt i samhället. Efter förfrågan från LTH framförde Henry Linnsén, brandingenjör vid Norrtälje räddningstjänst sjukhemmet ROS Omsorg & service som ett lämpligt objekt.

## 1.2 Syfte

Denna rapport redovisar ett projekt inom kursen brandteknisk riskvärdering (BTR) utfört på LTH. Den är främst ett verktyg för att träna metodik och problemlösning i studiesyfte men också för att göra brandtekniska bedömningar i ett verkligt fall.

Inom den brandtekniska bedömningen skall en värdering av brand- och utrymnings säkerheten på ROS göras. Bedömningen ligger till grund för förslag om eventuella förändringar.

### 1.2.1 Frågeställning

Den övergripande frågeställningen under projektet är:

*- Kan, i händelse av brand, en tillfredställande utrymning av samtliga personer på en flygel genomföras, innan kritiska förhållanden uppstår?*

### 1.2.2 Metod

Genom att undersöka byggnaden, troliga brandscenarier, utrymningshastigheter och personals kunskaper i brand- och utrymnings säkerhet besvaras frågeställningen ovan. För att värdera brandscenarier tas effektkurvor fram och brandgasspridningen simuleras i datorprogrammet CFast. Utrymningstiden beräknas genom att använda datorprogrammet ERM. En jämförelse mellan tiden det tar att uppnå kritiska nivåer och hur lång tid det skulle ta att utrymma besvarar sedan frågan om huruvida utrymning kan ske med acceptabel risk för personal och vårdtagare.

## 1.3 Avgränsning

Efter studier av ritningar samt ett halvdags besök på objektet ROS, blev det klart att en flygel på en våning kunde anses representera alla delar på våning tre till fem i den nya delen av byggnaden. På dessa våningar finns vårdrummen placerade. Det som då inte ingår i bedömningen är den gamla delen, källaren samt bottenvåningen.

Våning fyra flygel C valdes ut som representativ och mått har hämtats från ritningar, se figur 2.2 och 2.3. Denna flygel har även utrustats med ett kök i dagrummet. Detta kök utgör en ökad brandrisk. En grundlig visuell besiktning gjordes också på denna flygel. I och med att en grundlig besiktning inte gjorts av hela byggnaden så kan vissa smärre skillnader mellan våningar finnas. Störst skillnad finns troligen i fråga om möbleringen (brandbelastning) och inte i utformning. Enligt personal på ROS har ingen avdelning byggts om enskilt.

## 2 Objektsbeskrivning

ROS Omsorg & Service

Huvudverksamhet: Sjukhem

Adress: Hamnvägen 12, Norrtälje

Fastighetsägare: Norrtälje kommun

Beläget i Norrtälje tätort, ca 7-10 minuters bilfärd från brandstationen

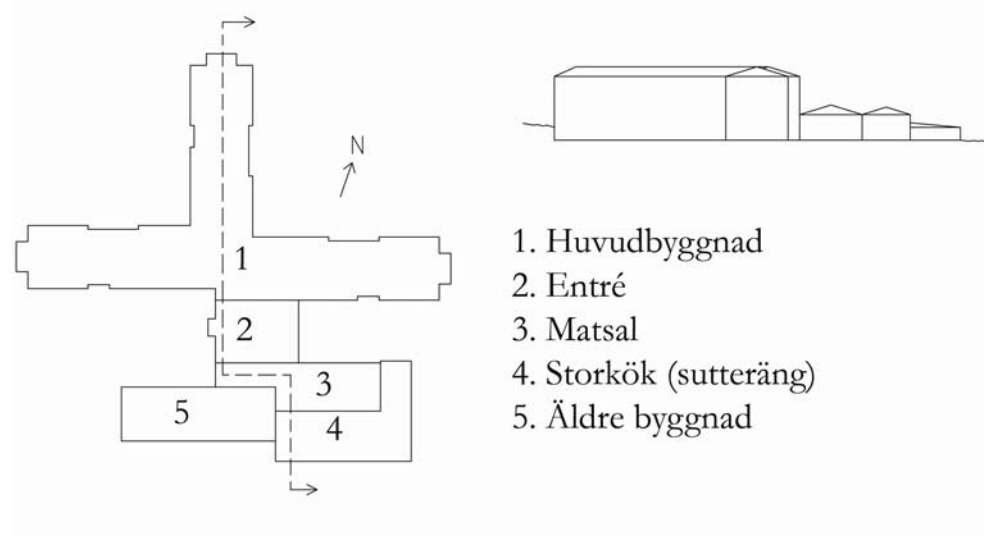
Insatstid för räddningstjänsten: 10 minuter för ordinarie styrka och 30 minuter för deltidbrandkåren



Figur 2.1: Fasad och entré på ROS

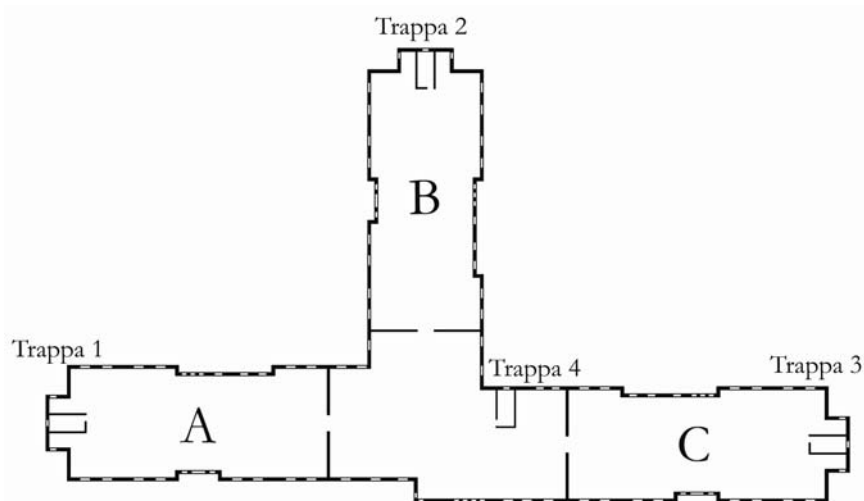
### 2.1 Byggnaden

Byggnaden består av en mindre, äldre byggnad som sammanbyggs med en nyare del, byggd under tidigare delen av 80-talet. Den nyare byggnaden har en huvudkropp på fem våningar utformad med tre flyglar. Huvudkroppen och den äldre byggnaden är sammankopplade med en enplansbyggnad som innehåller entréhall, samlingslokal, och matsal (se figur 2.2). I bottenplan av huvudbyggnaden finns kiosk, kontor, gymnastikrum med bassäng och bibliotek. Under hela byggnaden finns källare med förråd, skyddsrum, storkök, verkstad och tekniska anläggningar.



Figur 2.2: Översiktsritning ROS

I huvudbyggnaden på plan 3, 4 och 5 ligger vårdboendet med tre delar vardera sammankopplade i en central del med personalrum, expedition, aktivitetsrum och hisshall. Respektive flygel benämnd A, B och C är i stort identiska på alla våningsplan med enda skillnaden att flygel C är spegelvänd mot de andra två (se figur 2.3). Huvudbyggnaden är byggd med bjälklag och stomme i betong med rumsavskiljande gipsväggar. Fasaden består till största delen av tegel men vissa ytor består av träpanel. På respektive flygel finns utanpåliggande balkong vid dagrummen. Husets huvudbyggnad betjänas av tre hissar och ett trapphus placerade i central delen av huskroppen. I var ände på de tre flyglarna finns trapphus med utrymningstrappor som i bottenplan även har dörr ut mot det fria. För detaljerad ritning över huvudbyggnaden se bilaga 1.



Figur 2.3: Indelning i flyglar, centraldel och trapphus

## 2.2 Byggnadens brandskydd

Enligt BBR( 2002) så skall byggnaden utföras i brandteknisk klass 1. Varje vårdavdelning skall utgöra en egen brandcell. Vårdlokalernas väggar och dörrar skall mot korridoren utföras i brandteknisk klass E-30.

På ROS är varje våning är indelad i fyra brandceller, en i var flygel samt en i centrala delen. Vertikala hiss- och ventilationsschakt är avskilda i A-30 samt sopschakt i A-60. Dörrar genom brandceller är upphängda på magneter kopplat till brandlarmet och av A-30 klass. Samtliga fyra trapphus är egna vertikala brandceller avskilda med E-60 dörrar med dörrstängare. I efterhand är en ny branddörr placerad i mitten på varje flygel med oisolerad och ej helt tät avskiljning ovan dörren (se figur 2.5). Denna dörr uppfyller inte kraven för en brandcellsgräns.

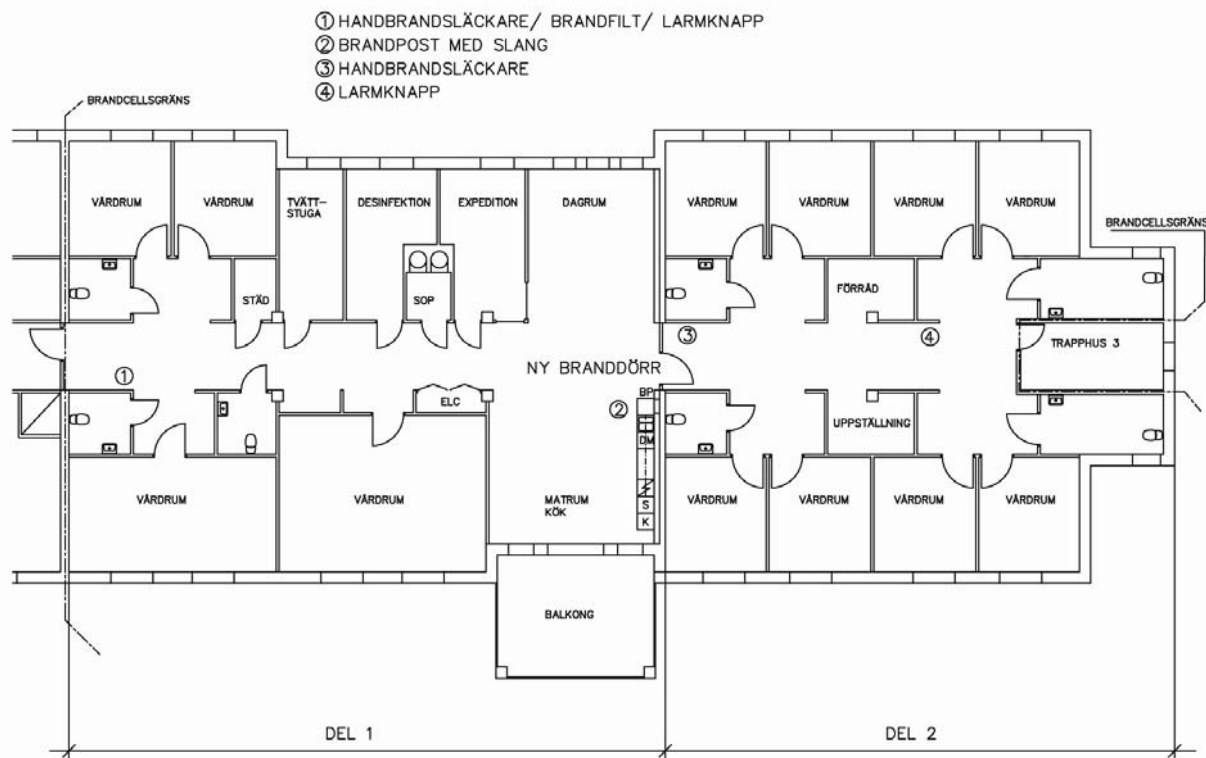


Figur 2.4: Ny branddörr med otäta genomföringar.

Lös brandsläckningsutrustning finns i form av skumhandbrandsläckare och brandfiltar utplacerade i korridorer. Fast brandsläckningsutrustning i form av en brandpost med slang finns på mitten av varje flygel och i centraldelen.

Tilluftsventilationen är vid passage av brandcellsgräns isolerad och utrustad med brandspjäll. Frånluften går i schakt med en egen kanal per flygel ut till det fria på taket.

Figur 2.5 visar en översiktsritning av flygel C våning fyra med olika delar utmärkt och med den nya branddörren.



Figur 2.5: Indelning i del 1 och 2 av flygel samt brandcellsgränser, placering av brandmateriel och den nya branddörren i mitten på korridoren.

### 2.2.1 Brandlarm

Brandlarm finns i hela byggnaden med en centralapparat i entrén som kan adressera larm till våning och flygel. Larmet är direktkopplat utan fördröjning till SOS samt till personalens telefoner. Branddörrarna stängs i hela huset vid brandlarm.

### 2.2.2 Ventilation

Ventilationen till avdelningarna är ett till- och frånluftssystem. På avdelningarna är rören dragna över undertaket för att sedan ledas via ett schakt till ventilationscentralen. Vid utlöst brandlarm slås ventilationen av och brandspjällen stängs till hela den flygel där brandlarmet har utlösts.

### **2.2.3 Kontroller**

Brandfilt och brandsläckare – kontroll sker kvartalsvis, att den är utmärkt och fungerar.  
Brandlarm – kontroll av felmeddelande sker dagligen vid passerande av centralapparaten.  
Tester enligt leverantörs anvisningar sker kvartalsvis av brandskyddssamordnaren.

### **2.2.4 Reservkraft**

Skulle strömförsörjningen brytas till huset startas ett reservaggregat som levererar el till cirka en fjärdedel av belysningen i korridorerna och prioriterade system.

## **2.3 Personal**

Bemanningen varierar lite mellan de olika avdelningarna beroende av vårdtagarnas omvårdnadsbehov. Bemannning för varje våning:

Dag: 4 personer per flygel och våning

Kväll: 2 personer per flygel och våning

Natt: 4 personer per våning

## **2.4 Vårdtagare**

Beläggningen på de olika våningarna varierar med vårdbehov och platsbehov men kan maximalt vara 42 vårdtagare per våning med 14 per flygel. I regel så är det gamla personer med lätt till svår demens. Rörligheten varierar mellan att gå själv med svårighet, behöva rullstol eller vara helt sängliggande.

## **2.5 Systematiskt brandskyddsarbete**

Enligt den nya *Lagen om skydd mot olyckor* (SRVFS 2003:778) skall viss verksamhet i samhället bedriva ett dokumenterat systematiskt brandskyddsarbete. ROS innefattas av detta och arbete är påbörjat i samarbete med räddningstjänsten.

Samarbetet består främst av utbildning och tidigare har en direkt handlingsplan för personalens agerande vid brand gjorts. En långsiktig planering där bland annat personalens utbildningsplan finns med har lagts upp.

I den här rapporten utvärderas inte själva SBA arbetet utan konstaterar bara att utbildning ökar chansen att personalen ingriper rätt i en brands startskede och därigenom begränsar skadorna samt behovet av utrymning. I kommande delar förutsätts att personalens första insats misslyckas och ett behov av utrymning uppstår.

### **2.5.1 Brandskyddspolicy**

ROS säger följande i sin brandskyddspolicy:

*Inom vår verksamhet skall Vi aktivt arbeta för ett brandskydd som skyddar liv, hälsa och egendom. Detta skall uppnås genom att ha:*

- *Brandskyddsorganisation*
- *Brandskyddsregler*
- *Brandskyddsbeskrivning*
- *Drift- och underhållsrutiner*
- *Utrymningsstrategi*
- *Planer för brandskyddsutbildningar*
- *Kontrollsystem*
- *Uppföljningsrutiner*

### 3 Teori om brandförlopp och utrymning

För att undersöka om utrymning kan ske säkert jämförs tiden till kritiska förhållanden som ges av brandförloppet mot tiden det tar att utrymma.

#### 3.1 Brandförlopp

Branden kan delas upp i fyra olika faser [Karlsson, 2000]. Den första fasen är antändningsfasen som inkluderar förbrinntid. Förbrinntiden varierar mycket beroende på vilket material det är som antänds. Efter antändningsfasen kommer tillväxtfasen som beskriver utvecklingen av branden. Hur snabbt den växer och hur mycket brandgaser som produceras är beroende av vad som brinner och hur snabbt branden sprider sig. Under tillväxtfasen uppnås vanligen det som kallas för kritiska förhållanden där utrymning omöjliggörs. Uppnår branden en tillräckligt hög effekt och är belägen i ett rum blir nästa fas övertändning. Vid övertändning börjar alla brännbara material i rummet att brinna och temperaturen är mellan 500-600°C. Branden övergår från att vara bränslekontrollerad till att bli ventilationskontrollerad. Det är syretillgången som nu kontrollerar hur stor effekt som branden kan utveckla. När övertändningsfasen har passerats råder en fullt utvecklade brand. Branden når nu sin maximala effekt och temperaturen i brandrummet kan nå mycket höga temperaturer ca 700-1200°C. Hur länge den fullt utvecklade branden pågår beror på vilka ventilationsförhållanden som råder. När tillräckligt av bränslet har förbrukats och branden inte längre är ventilationskontrollerad utan bränslekontrollerad övergår branden till avsvalningsfasen. Denna kännetecknas av en långsamt sjunkande temperatur till dess att branden självslocknar.

#### 3.2 Kritiska Förhållanden

Kritiska förhållanden definieras i BBR [Boverket, 2002] och i Brandskyddshandboken [Brandteknik, 2002].

När kritiska förhållanden uppstår kan man inte längre säga att utrymning kan ske på ett säkert sätt utan att det är förknippat med risk för personskador. Det anses då att utrymningssäkerheten ej längre är godtagbar.

##### 3.2.1 Temperatur

Under utrymning bör personer ej utsättas för temperaturer över 80°C.

##### 3.2.2 Strålning

Strålningsintensiteten som en utrymmande person utsätts för bör ej överstiga 10 kW/m<sup>2</sup> för kortare perioder (sekunder) eller 2,5 kW/m<sup>2</sup> under en längre period.

##### 3.2.3 Brandgaslagret

Det bör ligga på en höjd av 1,6 meter plus en tiondel av rumshöjden, det vill säga att i ett rum med en takhöjd av 3 meter ska brandgashöjden ligga på en höjd av  $1,6 + (0,1 * 3) = 1,9$  meter. När brandgaslagret har nått sin kritiska höjd och något av nedanstående kriterier (sikt och toxicitet) uppnås anses utrymning omöjlig.

##### 3.2.4 Sikt

Sikten under utrymning får inte understiga 5 meter i brandrummet och 10 meter i utrymningsvägen.

### 3.2.4 Toxicitet

Tre vanliga gasers koncentration i luften är ett sätt att bedöma toxicitet. Gränserna för en säker utrymning är:

- CO över 2000ppm
- CO<sub>2</sub> mer än 5%
- O<sub>2</sub> mindre än 15%

### 3.3 Utrymningsteori

Vid utrymning beskrivs tre olika steg: varseblivning, beslut och förflyttning [Boverket 2004]. Dessa steg tar en viss tid som sammanlagt utgör den totala utrymningstiden.

- Varseblivningstiden är den tid det tar att upptäcka att det brinner. Varseblivning kan ske genom: upptäckt av lukt, synlig brand och rök, utrymningslarm ljuder eller att de blir varnade av andra människor.
- Beslutstiden är den tid som krävs för att bedöma den information som fås från exempelvis ett brandlarm som startar.
- Förflyttningstiden är den tid det tar för samtliga personer att förflytta sig till en säker plats.



## 4 Brandscenarier

När brandscenarier väljs identifieras de platser där brand av olika anledningar är trolig eller skulle vara särskilt besvärlig med avseende på utrymning. Det kan vara bränder med snabb utveckling eller när brandgaserna kan blockera utrymningsvägar. Genom jämförande statistik och viktning av scenarier som lett till samma problematik begränsades undersökningarna till följande möjliga scenarier: tvättstugan, dagrummet, förrådet och vådrummen.

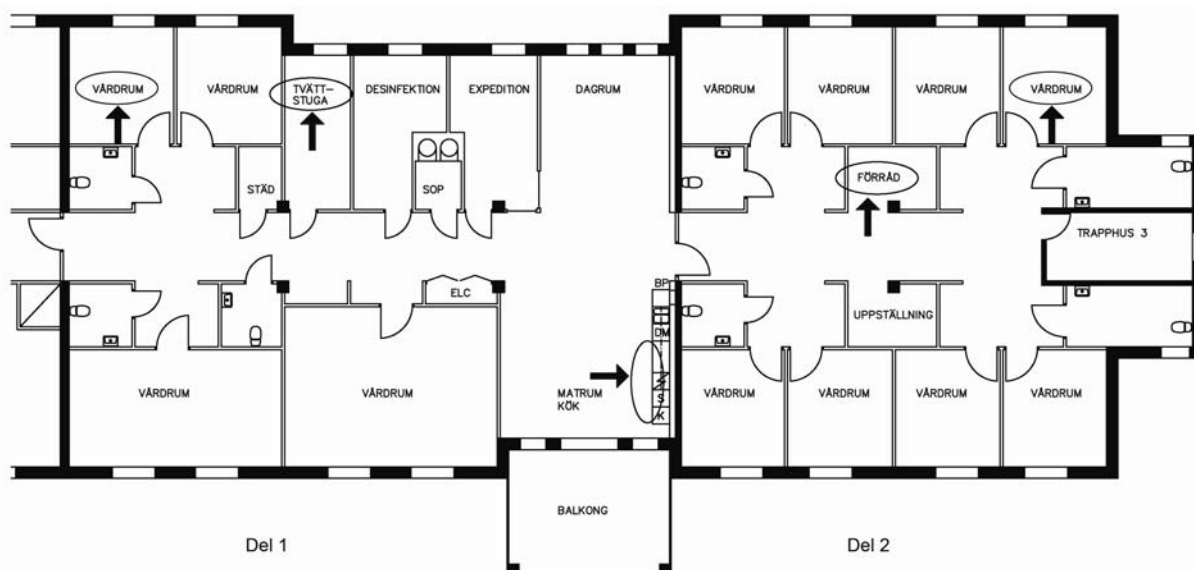
Desinfektionsrummet och expeditionen valdes bort då konsekvenserna skulle bli detsamma som i tvättstugan, dessutom är brandbelastningen i rummen mindre. Sopnedkastet är inneslutet i en A-60 gräns och finns i ett A-30 rum. Sopnedkastet har alltså dubbla brandcellsgränser och förväntas därför inte sprida brand. En brand i dagrummet under dagtid anses, även den, vara mindre intressant att undersöka. Personalen befinner sig ofta i dagrummet under dagen och de boende är vanligtvis uppe och har möjlighet att gå ut själva eller kan lätt hjälpas ut av personalen.

För att simulera brandförloppet och brandgasspridning används datorprogrammet CFast. Beräkningarna och beskrivning av CFast återfinns i bilaga 2. Detektionstiden beräknades av programmet Detact T2, som beskrivs i bilaga 9.

### 4.1 Val av brandscenarier

Efter besöket på ROS identifierades två platser med mycket hög brandbelastning, tvättstugan och förrådet, dessa är av vikt att studera vidare då de kan ge störst konsekvenser. Genom studier av statistik så ansågs köket vara den troligaste brandplatsen. Då köket är beläget i mitten av flygeln kommer det att påverka utrymningsmöjligheterna. Även bränder i vådrum är starkt representerade i statistiken. Samtliga vådrum har ett liknande utseende och därför valdes ett vådrum i varje ende av flygeln då dessa ger olika utrymningsscenarier.

I figur 4.1 visas var de valda scenarierna är belägna.



Figur 4.1: Placering av brandscenario.

#### 4.1.1 Brand i tvättstuga

Statistiskt sett är inte brand i tvättrum en vanlig brand, men bränder förekommer med till exempel torktumlare som initialbrand [SRV, 2005]. Konsekvenserna av en brand i tvättstugan kan dessutom bli stora med tanke på mängden brännbart material i form av kläder och hyllor se figur 4.2. Dörren till tvättstugan är brandklassad B30 så stängs dörren ordentligt kan brandgaser endast spridas via ventilationen, inte direkt ut i korridoren. Ett problem är att dörrstängaren är ur funktion och skulle branden starta här och dörren är öppen eller öppnas vid till exempel ett försök att släcka elden kan brandgasspridning till korridoren ske. Om dörren är öppen kan branden förhindra utrymning via huvudentrén vilket tvingar personalen att utrymma via trapphuset i änden på flygeln, eventuell hjälp från övrig personal måste även den komma via trapphuset.



Figur 4.2: Tvättstuga med inredning.

#### 4.1.2 Brand i kök

I statistiken anges köket som den vanligaste brandplatsen [SRV, 2005]. Orsaken till de senaste utlösta automatiska brandlarmen från ROS har varit torrkokning och en plasthink som hade placerats på en spis [Insatsrapport, 2002]. Vid rapportskrivarnas objektsbesök påträffades vid flera fall olika typer av belamring på spisar se figur 4.3. Visserligen är det under dagtid bemannat men nattetid uppehåller sig personalen ofta i centraldelen av våningen så att en brand har längre tid på sig att utvecklas innan personalen hinner ingripa. Att köket inte kan avskiljas med dörr leder till att brandgasspridning kan ske även om den upptäcks tidigt.



Figur 4.3: Kaffetermosar placerade på spisar i köken.

#### 4.1.3 Brand i vådrum

Rökning eller en anlagd brand i vådrum är den vanligaste orsaken till brand på sjukhus [SRV, 2005]. ROS har ett gott brandförebyggande arbete som kan avstyra dessa brandorsaker genom att vårdtagarna röker enbart i ett rum i hela huset och då tillsammans med personal och med flamskyddat förkläde. Dessutom används levande ljus i mycket liten utsträckning och de boende har begränsad tillgång till tändstickor och dylik. Troligtvis är möjligheten att någon av de boende skulle anlägga en brand ganska liten. Detta scenario undersöks trots att bedömningen är att risken för brand är låg. Argumentet för detta är att elektriska föremål används, att eventuell besökare inte känner till reglerna och tänder levande ljus, att dörrarna måste vara lätt öppningsbara och därför inte är utrustade med dörrstängare. Att dörrarna öppnas inåt gör det svårare att stänga dem i händelse av brand i rummet.



Figur 4.4: Normal möblering i vådrum.

#### 4.1.4 Brand i förråd

Sannolikheten för en brand i förrådet är liten. Det finns inte många fall rapporterade i statistiken [SRV, 2005] och tändkällor saknas. Dock är det intressant att titta på detta scenario då det förvaras många plastföremål och täcken (se figur 4.5) där vilket medför ett snabbt brandförlopp. Konsekvenserna kan bli stora med tanke på den snabba brandutvecklingen som inte kan stängas in. Dessutom skulle detta kunna vara platsen för en eventuell anlagd brand.



Figur 4.5: Exempel på förvaring i förråd.

## 4.2 Brandscenario: Brand i tvättstuga

Rummet är placerat i mitten av korridoren som leder mot huvuddelen av byggnaden se figur 4.1. Rummet är ca 3 m högt, 5,5 m långt och 2,2 m brett. Inredningen består av en tvättmaskin, en torktumlare, klädsträck som hänger ovanför tvättmaskinen och torktumlaren och en dubbel hylla med kläder. På bortsida finns ett fönster och på motsatt sida en dörr utan fungerande självstängare som leder ut till korridoren.

### 4.2.1 Dimensionerande brand

Med hyllor maskinerna och kläderna på klädsträcket som brännbart material se (figur 4.2) finns möjlighet att utveckla en snabb brand. Rummet är egentligen byggt som duschrum med plastmatta på golvet och väggarna. Dessa plastmattor kan vid övertändning ge ifrån sig mycket brandgaser och en hög brandeffekt. Kläderna i hyllan leder till en snabb tillväxt på banden. Med tanke på denna möbleringen bedöms rummets brandtillväxt vara *Fast* (se teori i bilaga 2) [Karlsson, 2000].

### 4.2.2 Detektion

Tiden till detektion som gavs av programmet Detact T2 var under 1 min. Förbrinntiden i detta fall med till exempel en torktumlare som tändkälla är svår att bestämma. Troligen kommer en glödbrand eller liknande att ge larm tidigare men ifall det skulle börja brinna kommer brandlarmet att utlösas snabbt.

### 4.2.3 Resultat

En brand i tvättstugan kommer att ge allvarliga konsekvenser för möjligheterna till tillfredställande utrymning för avdelningen om dörren är öppen eller inte upprätthåller sina brandegenskaper i 30 min. Effektutvecklingen kommer att begränsas av ventilationsförhållandena men ger i de simulerade fallen en maximal effekt på 3,5 MW. Detta leder till en övertändning i tvättstugan med förbränning av brandgaser i korridoren som resultat.

De dimensionerande faktorerna kommer att vara brandgaslagret höjd och temperaturen i brandgaslagret. Om branden tillåts fortgå och dörren inte kan stängas kommer utrymning vara omöjlig genom korridoren utanför tvättstugan och i dagrummet efter 2 min. Därefter kommer

temperaturen i korridoren att stiga över 140°C och brandgaslagret kommer att nå golvet. Skulle nya branddörren inte stängas kommer även del 2 snabbt fyllas med brandgaser.

### **4.3 Brandscenario: Brand i Dagrumsrum**

Köket är avskilt från del 2 med en icke brandklassad (se figur 4.1) dörr och används även som dagrum och matrum. Rummet är ca 3 m högt, 13,4 m långt och 6 m brett och delas av i mitten av en förlängning av korridoren där taket är bara 2,4 m högt. Köket är placerat mot bortre väggen i närheten av balkongen. Köket innehåller spis, kylskåp och skåp som täcker större delar av väggen. Dagrumsdelen och matrumsdelen innehåller bord, fåtöljer och TV. Till vänster finns tre fönster och till höger två och en dubbeldörr som leder ut till en balkong.

#### **4.3.1 Dimensionerande brand**

Köket som är inhytt i samma rum som dagrummet och matsalen innehåller mycket möbler, de flesta är av trä med lite stoppning. Med spisen som tänkt initialbrand med hyllor och skåp som skulle ge en normal brandtillväxt. Det finns mycket material i rummet som kan brinna och en brand här leder troligtvis till en övertändning. Vid simuleringarna kommer brandtillväxten i form av *medium* att prövas [Karlsson, 2000] då branden inte förväntas utvecklas snabbt.

#### **4.3.2 Detektion**

Detact T2 beräknar tiden till detektion till 2,3 min då är inte eventuell förbrinntid inberäknat. Det bör jämföras med att enligt CFAST simuleringarna kommer kritiska värden att uppnås i dagrummet efter ca 2 min. Då en trolig tändkälla är ett plastföremål som placerats på en aktiverad spishäll så skulle detta generera lukt och i viss mån brandgaser vilket skulle få detektorn och personal att reagera tidigt.

#### **4.3.3 Resultat**

Om den nya branddörren är öppen kommer brandgaslagret i dagrummet och korridoren (del 1) att nå under 1.9 m efter ca två minuter, i del 2 efter ca 4 min. Temperaturen i brandgaslagret och sikten kommer att förhindra all utrymning i efter ytterligare 5 min.

Om den nya branddörren stängs förhindrar den effektivt att kritiska värden uppnås i del 2 av avdelningen. Brandgaslagret kommer där att stabiliseras strax under två meter. Sikten och syrgashalten kommer att vara låg så all vistelse i röken kommer att vara mycket obehaglig. Håller sig lagret på den beräknade nivån kommer utrymning att vara möjlig i del 2 under ca 30 min.

#### **4.4 Brandscenario: Brand i vårdrum**

Vårdrummen är placerade längs korridoren på båda sidor och har olika storlek. Från mindre rum med måtten 3 m högt, 3,6 m långt och 4,1 m brett till större med måtten 3 m högt, 5,6 långt och 7,3 m brett. Alla rum har fönster och i de flesta fall en dörr som öppnas inåt. Flera rum har en apparatur för lyfthjälp i taket. Rummen är möblerade med säng och ett litet antal möbler som varierar från rum till rum.

##### **4.4.1 Dimensionerande brand**

Rummen är spartanskt inredda med lite möbler. Enligt de beräkningar som gjorts med hjälp av ekvation 6.20 [Karlsson, 2000] ger möbleringen ingen övertändning. För att en övertändning skall ske, inom 20 minuter, krävs i det lilla rummet en brand med en effektutveckling på mer än ca 1,9 MW och i det större en effekt på ca 2,3 MW. För att simulera en brand i något av rummen väljs en brinnande madrass som initialbrand. En brand i madrass ger inte så hög effekt att övertändning kan ske.

##### **4.4.2 Detektion**

Den låga effektutvecklingen ger en lång larmtid i beräkningsprogrammet Detact T2. Där går larmet först efter 2,3 min. Vid det laget har brandgaslagret nästan nått det kritiska värdet på 1,9 m i korridoren utanför. Då branden troligtvis tidigt kommer ge en kraftig rökutveckling trots låg effekt kommer den att upptäckas mycket tidigare av personal, boende eller detektorer, se bilaga 9.

##### **4.4.3 Resultat**

Brand i ett av vårdrummen prövades i tre olika scenarier. Dels simulerades branden i två olika rum markerade i figuren 4.1 och dels när den nya branddörren inte stängdes. I samtliga fall antogs att branden inte gick att släcka och att personalen inte kunde stänga till brandrummet.

När det brann i del 2 prövades det fall då nya branddörren inte stängdes. Vid alla simulerade fall gav effektutvecklingen inte tillräckligt för att ge ett varmt brandgaslager, utan det blev dess höjd och sikt som nådde kritiska värden. Den låga temperaturen i brandgaslagret gav en låg stigningskraft hos gaserna, vilket ledde till ett snabbt sjunkande brandgaslager. I samtliga fall hade det sjunkit under 1,9 m i korridoren utanför, efter 3 min. Sikten i brandgaslagret var i samtliga fall dålig, under 10 meter. Att tänka på är det faktum att om dörren till brandrummet inte går att stänga kommer personalen troligtvis att försöka undvika att passera det rummet. I den icke-branddrabbade delen uppnås kritiska nivåer mycket senare. Slutsatsen är att den drabbade delen måste vara utrymd efter ca 2-3 minuter. Simuleringarna bygger på en obäddad madrass som har en snabbare brandtillväxt än motsvarande med sängkläder, således är dessa värden konservativa.

Nya branddörren visade sig ha en viss effekt trots att den inte är komplett. Brann det i de olika rummen gav simuleringarna i båda fallen att korridoren bortom nya branddörren skyddades mot kritiska förhållanden. Viss brandgasspridning förekom men skulle mestadels bidra till restvärdesskador.

#### **4.5 Brandscenario: Brand i förråd**

Förråden ligger i korridoren (del 2) på var sin sida. Det är små rum med måtten 3 m högt, 2,2 m långt och 3,1 m brett. Rummen innehåller hyllor på två väggar och olika mängd täcken, kuddar, filtar och rullstolar. Dörr eller liknande saknas.

#### **4.5.1 Dimensionerande brand**

Den stora mängden brännbart material i form av kuddar, täcken och liknande ger upphov till en snabb brandutveckling som ligger i området *Fast* [Karlsson, 2000].

#### **4.5.2 Detektion**

Den kraftiga rök och värmeutvecklingen ger en detektionstid på under en minut när den beräknas i programmet Detact.

#### **4.5.3 Resultat**

En brand i förrådet kommer vara ett av de värre scenarion som kan antas hända på avdelningen då brandbelastningen är mycket hög vilket medför att kritiska förhållanden uppnås snabbt. I korridoren där förrådet ligger kommer brandgaslagret att ligga på 1,9 m efter mindre än en minut. Efter tre minuter kommer kritiska förhållanden att ha uppnåtts i dagrummet och korridoren (del 1) då brandgaslagret att ha nått golvet i förrådet.

## 5 Ventilationsystemet

Ventilationen på ROS är ett till- och frånluftssystem. Varje flygel har ett ventilationschakt där tilluften till varje avdelning avskiljs med brandspjäll. Den första delen på respektive avdelnings frånluft går även den i ovan nämnda schakt, även detta utrustat med brandspjäll. Dessutom finns frånluftskanaler för del 2, dessa går i ett eget schakt upp på taket. Vid detektion från någon detektor på flygeln stängs ventilation av och brandspjäll slår till på denna flygels alla våningsplan.

### 5.1 Brandgasspridning

Då ventilationen stängs av vid brandlarm är det inte något övertryck i ventilationskanalerna. Brandgaser från en eventuell brand kommer därför att kunna spridas till hela delen av våningen så fort ett övertryck bildats av branden. Mängden brandgaser som sprids inom avdelningen på detta vis är beroende av många faktorer men mest på brandens storlek. Försöken att stänga in branden kommer att leda till ökad spridning av brandgaser genom ventilationsystemet då en tryckuppbyggnad möjliggörs. Detta innebär dock inte att den totala mängden brandgaser som sprids ökar.

Problemet blir störst vid den nya dörren där brandgaser kan spridas till andra sidan via ventilationsystemet. Men även inne på våningens delar kan brandgaser spridas mellan vådrum via ventilationen

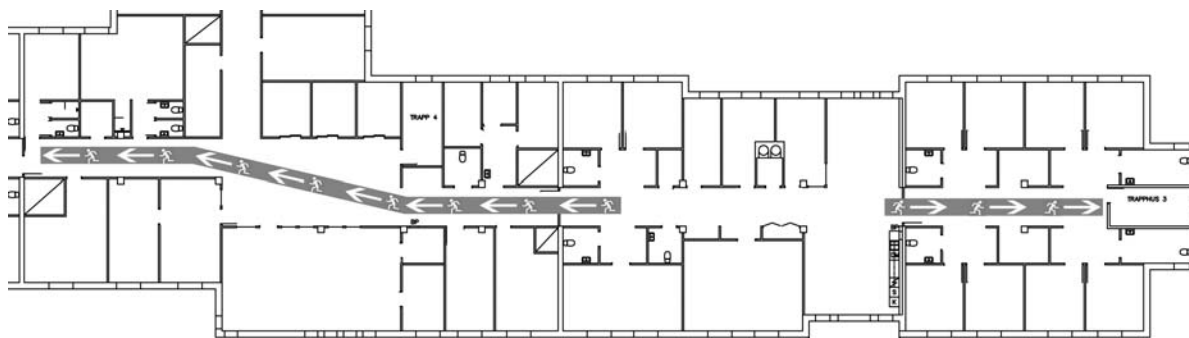


## 6 Utrymning

För att beräkna utrymningstiden används programmet ERM (Escape and Rescue Model). Teori om programmet och simuleringar presenteras i bilaga 4.

På våning fyra, flygel C, bor personer som behöver hjälp med att uppfatta fara och sedan hjälp att förflytta sig. Hur mycket hjälp som behövs varierar från person till person, men man kan anta att minst en person ur personalen måste hjälpa varje boende, under hela utrymningen. Vid utrymning nedför trappor måste två personal hjälpa varje person. Att de boende behöver så mycket hjälp är det värsta tänkbara scenariot, varför det kan användas på alla flyglar.

Alla beräknade scenarier antas alla ske under nattetid då den minsta personalstyrkan arbetar. Ett scenario under dagtid med tillgång till det antal personal som finns då gör scenariot mindre riskfyllt. När man utrymmer till angränsande flygel på annan våning så krävs att man kommer in i själva flygeln och inte fastnar i hisshallen. Detta då man skall ha en luftsluss [Boverket, 2002] mellan det rum där branden finns och den plats där man kan anse sig vara säker. Utrymning nedför trappor kan ske antingen till närmaste våning under eller ut till det fria. Beräkningarna antar att man utrymmer till närmaste våning under.



Figur 6.1: Horisontell utrymning till annan flygel eller vertikal via trapphus.

**OBS:** Då dörren ut till trapphuset i dagsläget är låst från utsidan kommer personalen att tvingas utrymma till det fria på bottenplan. Dessutom kommer återinträde inte att vara möjligt. Detta måste åtgärdas för en effektiv utrymning. Samtliga scenarios förutsätter att inträde genom dörrar i trapphus är möjligt. Enligt gällande Boverkets Byggregler skall en utrymningsväg vara återinträdesbar.

### 6.1 Simuleringar

Vid alla brandlarm utgår en person i personalen som post i entrén för att ta emot och vägleda räddningstjänsten. Detta gör att det möjliga antalet personal vid utrymning är sex och inte sju. Tre från den våning där branden uppkommit och tre stycken tillkommande från övriga våningar. Simulering 1-3 är den modell som är i bruk idag (förutsatt att samtliga dörrar går att öppna i trapphuset).

#### 6.1.1 Simulering 1

Utrymning sker genom centraldelen till annan flygel, i samma våning, med samtliga 14 vårdtagare och med en personalstyrka på 6.

### 6.1.2 Simulering 2

Utrymningen görs nedför trappa till nästa våning, av samtliga vårdtagare och med en personalstyrka på 6.

### 6.1.3 Simulering 3

Utrymning sker i två olika riktningar, delvis till angränsande flygel på samma våning (6 vårdtagare), delvis nedför trapp till nästa våning (8 vårdtagare) och med en personalstyrka på 6. När alla 6 vårdtagare som skall utrymmas till angränsande flygel är utrymda går samtliga personal över till del 2 via trapphus (detta förutsatt att samtliga dörrar går att öppna i trapphuset).

## 6.2 Resultat av simulering 1-3

I tabellen nedan redovisas tiderna för SIM 1 till 3. Det framgår att utrymning horisontellt är den snabbaste och genom trapphus den mest tidskrävande.

Simulering	Antal personal	Utrymningsväg	Tidsåtgång
SIM 1	6	Till Flygel	7 min 30 s
SIM 2	6	Genom Trapphus	14 min 30 s
SIM 3	6	Till Flygel och genom Trapphus	10 min

Figur 6.2: Tabell över utrymningstider.

Dessa resultat förutsätter att all personal gör det som fodras av dem och att de gör det på rätt sätt utan väntetid. Det vill säga att de är organiserade och väl förberedda på att genomföra det tänkta utrymningsscenariot. Detta förutsätter att de utbildats i utrymning och att de har prövat på de olika praktiska moment som finns. Det förutsätter också att personalen inte lider av någon form av fysiskt förhinder, exempelvis dålig rygg, skadade knän eller liknande.

I rapporten förutsätts att madrasser kan användas för att transportera de boende nedför trappor enligt vad som visas i rapport 9240 från Lunds Tekniska Högskola [Gustavsson, m.fl.]. Den tid som personalen behöver vid en sådan utrymning är svår att beräkna och bestäms bäst med praktiska försök. Detta innebär att en marginal för den uppskattade tiden kommer att krävas vid en sådan utrymning. Man ska också ta hänsyn till att utrymning via trapphus kommer att ta längre tid än uppskattat då ingen hänsyn tas till den kraftiga fysiska ansträngningen som personalen utsätts för.

## 7 Personal

Personalens utbildningsnivå värderades med hjälp av en enkätundersökning. Frågor skickades ut till personalen på ROS för att vara till hjälp vid bedömningen av deras utbildningsnivå i fråga om brand och utrymning. Delar ur personalen besvarade enkäten enskilt, medan vissa arbetslag gav oss en sammanställning av hela gruppens svar. Ur materialet kan följande huvudpunkter utläsas.

### 7.1 Enkätundersökning

Ur enkätsvaren (bilaga 5) kan följande huvudpunkter utläsas.

- Samtliga 45 tillfrågade hade blivit informerade om vad de skulle göra i händelse av brand och kände till att det fanns specifika rutiner att följa.
- De kände också till utrymningsvägarnas, släckutrustningens och larmknapparnas placering.
- Omkring tre fjärdedelar har fått utbildning och kan hantera förekommande handbrandsläckare.
- Hälften har fått utbildning på brandfilt men inte alla av dessa känner att de kan använda den.
- Ett fåtal tycker sig kunna hantera en brandpost med slang och endast någon enstaka har utbildning på det.
- Endast ett fåtal ur personalen har medverkat vid en utrymningsövning i lokalerna.
- På en direkt fråga om de känner sig väl förbereda på vad de ska göra vid utrymning svarar i stor sett samtliga nej.
- Enda förslagen till förbättring av utrymningssäkerheten är att de vill ha fler praktiska övningar.
- Personalen har god uppfattning om antalet boende inom respektive sektion.

Personalen upplever att utbildning angående rutiner, utrymningsvägars-, släckutrustnings- och larmknappars placering är god. Dessvärre känner personalen osäkerhet om utrymningsförfarande och hantering av släckutrustning. Detta kan bara åtgärdas med kontinuerlig övning och mer utbildning.

## 8 Brandskyddsvärdering enligt BSV-vård

BSV - vård är ett verktyg framtaget av Håkan Frantzich på avdelningen Brandteknik på Lunds tekniska högskola [Frantzich, 2000]. Verktöget är tänkt att kunna användas som ett komplement till annan tillsyn. Det är ett sätt att enklare få en bild av hur brandskyddet fungerar på en vårdavdelning. Verktöget kan inte i sig ge en fullständig bild av hur säkerheten är men kan användas som en checklista vid tillsyn eller nybyggnation.

### 8.1 Metod

Grunden för metoden är en så kallad multiattributmetod för beslutsfattande som är ett försök att kombinera kvantitativ information med kvalitativ information. BSV- vård har 26 komponenter med underkomponenter som alla påverkar resultatet. Exempel på komponenter är, personalen, inredningen, utbildning och patienternas vårdbehov. Komponenterna bedöms vid en tillsyn och viktas enligt ett givet värde. En högre viktning ger en större påverkan på säkerheten. När alla komponenter har bedömts och viktas så summeras de i ett brandskyddsindex (BSI). Om BSI når över 2,8 indikerar det på ett tillfredställande brandskydd.

Graderingen av de ingående komponenterna redovisas i bilaga 6.

### 8.2 Resultat

BSI indexet på avdelningen bedömdes till 2,67 vilket är strax under det utvärderade värdet på 2,8 som ska känneteckna tillfredställande säkerheten. Det ger ingen direkt slutsats att avdelningen inte skulle vara säker ur ett brandskyddsperspektiv men ger en viss förevisning om hur det står till på avdelningen och bör beaktas i den fortsatta underökningen av avdelningen.

## 9 Känslighetsanalys

För att säkra riktigheten i beräkningarna görs en känslighetsanalys. En metod för att analysera känsligheten är att förändra olika variabler och sedan se hur mycket resultat skiljer sig från det tidigare beräknade. Blir förändringarna stora bör detta beaktas och en undersökning bör göras för att kontrollera den ändrade variabeln.

### 9.1 Känslighetsanalys på brandscenarier

Den viktigaste delen i beräkningarna på konsekvenserna av en brand är vilken effektutveckling som används. Effekten på branden är oftast dimensionerande när det gäller brandskyddet. En högre effektutveckling leder till mer produktion av gaser och högre temperaturer vilket i sin tur förhindrar utrymning och skadar byggnaden. I detta fall har alla simuleringar i CFAST gjorts en gång till men med en högre effektutveckling för att verifiera de valda brandscenarierna samt undersöka vilka faktorer som är avgörande. För en utförlig redovisning se bilaga 7.

Resultatet av den högre effekten var inte anmärkningsvärd i de flesta fall. Tidsskillnaden till när kritiska förhållanden uppnås var så marginell att den kan bortses ifrån. Ett fall som bör betraktas noggrannare är brand i dagrum. Där skulle den ökade effekten på branden halvera tiden till kritiska förhållanden och leda till en övertändning av dagrummet. Med tanke på möbleringen i dagrummet, mest trämöbler med lite stoppning och köksskåp, är en så snabb brandutveckling som har används i simuleringarna inte trolig.

### 9.2 Känslighetsanalys på utrymningssimuleringar

Här skall undersökas vilka små förändringar i olika indatavärden i ERM som kan ge stora förändringar i utrymningstid. Patientkategorier, patients rörelsehastighet samt personals reaktionshastighet diskuteras i bilaga 7 där de avfärdas på grund av liten påverkan eller att bättre uppgifter inte finns att tillgå. Två saker väljs ut som behöver analyseras: effekten av ett direktadresserat larm och effekten av en förändrad personalstyrka. Det som prövas är när en ur personalen saknas eller kan tänkas vara upptagen av annat. Vid jämförelse av olika tider från simuleringarna (bilaga 7) kan en effekt av personalförändringar påvisas. Här kan konstateras att vid för de tre valda typerna av utrymning med 5 eller 8 ur personalen skiljer sig bästa och sämsta värdet åt med:

- Utrymning till Flygel 2 min och 30 s
- Utrymning genom Trapphus 8 min 30 s
- Utrymning till Flygel och genom Trapphus 6 min

Analysen påvisar att en bedömning av utrymningssäkerheten är mycket känslig för förändringar i personaltätheten.

## 10 Slutsatser av de simulerade resultaten

De fall som har undersökts är brand i: tvättstugan, förrådet, dagrummet och i två olika vårdrum. I dessa rum har bränder simulerats i CFast med olika effektutveckling. Vikten har lagts på att finna tiden till när kritiska värden uppstår i korridorerna då utrymning inte längre är möjlig. För att beräkna tiden som krävs för utrymning har programmet ERM använts. Simuleringarna efterliknar den situation som kan uppstå på natten, då minst personal är i tjänst på våningarna och branden troligtvis kommer att detekteras av rökdetektorerna. Resultaten från CFast simuleringarna ställs mot resultaten från ERM simuleringarna. Hinner inte personalen utrymma innan de kritiska värdena uppstår har utrymningen misslyckats. Nedan följer en sammanfattning av hur de olika fallen ger svar på frågan: Kan utrymning ske med tillfredställande säkerhet?

Brand i:	<b>Kan utrymning ske med tillfredställande säkerhet?</b>	
Tvättstuga		NEJ
Dagrum		NEJ
Förråd		NEJ
Vårdrum	JA	

Figur 11.1: Tabell över tillfredställande säkerhet.

Scenariot, med brand i vårdrum, leder i simuleringarna till att utrymningen knappt kan ske. Den effektkurva och rökpotential som användes var en obäddad madrass, vilken leder till en snabbare och större brandgasspridning än det troligare fallet där sängen är bäddad. Därför antas utrymningen kunna ske trots att det är på gränsen i simuleringarna.

Många av de fall som har undersökts ledde till att utrymningen skedde för långsamt. Antingen berodde det på att bränderna ledde till kritiska förhållanden för snabbt eller att utrymningen inte skedde tillräckligt snabbt. Även undersökningen av våningarna enligt BSV- vård metoden gav ett för lågt resultat. Både enligt BSV-vård metoden och de gjorda simuleringarna finns det inte ett tillräckligt gott brandskydd. Detta är oroväckande och måste åtgärdas så att alla boende kan sättas i säkerhet oavsett var eller när det börjar brinna.

## 11 Diskussion

Syftet med rapporten har varit att undersöka om brandsäkerheten uppfyller utrymningskraven. Det vill säga att utrymning kan ske innan kritiska värden uppnås. Då kraven inte uppfylls anser vi att någon form av åtgärd måste vidtas.

### 11.1 Diskussion och åtgärdsförslag

Idag är utrymningsdörrarna låsta för att inte obehöriga skall komma in till vårdenheter eller boende skall förirra sig ut i trapphuset. Men för att utrymning skall vara möjlig måste öppning av utrymningsdörrar till trapphus förenklas. Utrymningsdörrar till trapphus måste också tillåta inträde till vårdavdelningar. Enligt dagens byggregler får dörren vara låst för inträde i botten av trapphusen där passage leder direkt utomhus, men ett brythandtag som öppnar porten vid utträde och lämnar den öppen tills avsiktlig låsning sker rekommenderas.

Skulle en brand uppstå i tvättstugan och dörren inte kan stängas skulle utrymningen omöjliggöras inom 2 min vilket gör att en fullständig utrymning av avdelningen ej kan göras på ett säkert sätt. Detta scenario måste förhindras. Dörren skall förses med en dörrstängare som fungerar så att brandgasspridningen förhindras i så mån att utrymning kan avslutas utan fara för personal och boende.

Liknande resultat ses vid brand i förråd. Ett väldigt snabbt förlopp som på kort tid förhindrar all utrymning i del 1 och i viss mån utrymning i del 2. Här skall man antingen tömma förrådet eller utrusta med en dörr som kan förhindra spridning. Att tömma förrådet är den enklaste lösningen som snabbt kan göras men frågan är om det kommer att förbli tomt. Det kräver att personalen även i framtiden har vetskap om vad konsekvenserna kan bli. Arbetet pågår redan för att tömma eller minska på material i förråden. Dock kan inte en tömning anses som en beständig lösning, det kräver att brandskyddsarbetet fortgår i den uträkning som den redan gör och görs till en bestående del av arbetet på ROS. För en mer beständig lösning bör förråden byggas om.

Känslighetsanalysen har visat att utrymningen är mycket personalberoende därför skall förändringar av personalnärvaron göras. För att försöka korta utrymningstiderna och ha en större buffert föreslås att tre personer på varje våning svara på brandlarmet. Resultatet blir att utrymningen görs av åtta personer istället för sex.

Dagrummet innehåller mycket möbler och även en köksinredning. Köket utgör en förhöjd brandrisk. Kvarglömda föremål på spisen och torrkokning har tagits upp i personalenkäterna samt i räddningstjänstens senaste insats rapporter från ROS. Simuleringarna har visat att en större brand i dagrummet kan ge mycket stora konsekvenser. Vårt förslag är att utrusta spisen med en timer, den kan förhindra att kvarglömda saker på spisen antänds. Det brandförebyggande arbete som redan finns för användning av levande ljus och rökning bör fortgå i samma utsträckning.

Dörren mellan korridoren och dagrummet förhindrar brandgasspridning, dock saknas tätning ovanför dörren. Den skall tätas för att ge ett fullgott skydd, detta skulle ge en större tidsfrist för personalen om de skulle bli tvungna att utrymma via trappan. Dessutom skulle det ge en större säkerhet mot brand i centraldelen, utrymning skulle då kunna ske, till andra sidan, så att en brandcell ligger som säkerhet mellan de utrymmande och branden. Enligt BBR måste en sådan sluss finnas om man vill undvika fullständig utrymning, i nuläget skulle hela våningen

behöva utrymmas vid brand i centraldelen. Rutinerna för tätning av brandcellsgräns vid installationer och arbeten skall ses över.

Större delen av personalen har framfört önskemål på en utrymningsövning. En sådan bör genomföras så att all personal känner till vad som förväntas av dem och hur man effektivast utrymmer en vårdtagare både horisontellt och vertikalt. Detta bör bli en del av SBA.

Vårdrummen är i dagsläget sparsamt möblerade och det är en fördel ur brandsäkerhets-synpunkt. Rummen bör hållas möblerade på den nivå som det är nu för att inte öka brandbelastningen. Vid nya inköp bör brandbeständiga material väljas, t.ex. när sängarna byts ut bör brandsäkrare madrasser, motsvarande SS 876 00 10, väljas. Så kallade freeswing-dörrstängare kan installeras för att säkerställa att dörrarna till vårdrummen stängs vid brand.

Brandgaser kan spridas genom ventilationen och då ventilationen stängs av så sker detta nästan utan motstånd. Problemet kan åtgärdas på två olika sätt:

- Alt 1: Problemet löses genom en installation av brandgasspjäll i tilluftskanalerna över den nya dörren. Denna installation kommer att hindra brandgasspridning mellan avdelningens delar.
- Alt 2: Tilluftsventilationen får fortsätta att vara igång under det tidiga brandförloppet. Detta medför att brandgasspridning i ventilationen motverkas.

Om dessutom frånluftsventilationen får vara igång kommer detta medföra att tiden till kritiska förhållanden förlängs då brandgaser ventileras ut.

Ett adresserbart larm bör installeras. Detta minskar risken för att någon skall missa en begynnande brand på sin egen enhet och gå ner till entrén. Adresseringen bör då kopplas direkt till telefoner så att tid inte spills på att gå ner till entrén utan hjälp kan komma direkt till rätt plats.

Eventuellt kan ett sprinklersystem installeras antingen i dagrummen eller på hela våningarna. Då en sprinklerinstallation är komplicerad och dyr samt att önskad effekt uppnås med givna krav på åtgärder rekommenderar vi inte detta.



## **11.2 Åtgärder**

Summering av åtgärder som skall åtgärdas samt även rekommenderade åtgärder för att ytterligare förbättra brandskyddet.

### **11.2.1 Krav på åtgärd**

1. Säkerställ utrymningsmöjligheten till trapphus, återinträdesbart.
2. Installera fungerande dörrstängare i tvättstugan.
3. Töm förråd alternativt montera E-30 dörr
4. Ändra i organisationen så att tre ur personalen från varje våning svarar på larm på natten.
5. Anordna utrymningsövning för personalen.
6. Minska risken för brand i dagrummet, t.ex. timer på spis och kaffekokare.
7. Täta över de nya branddörrarna mellan dagrummen och korridorerna.

### **11.2.2 Rekommenderade åtgärder**

8. Ändra ventilationens funktion. Antingen genom att låta den fortsätta att vara trycksatt eller genom att installera brandspjäll ovanför den nya branddörren.
9. Adresserbart larm till telefonerna eller undercentral på våningsplanen.
10. Byt till brandsäkra madrasser SS 876 00 10
11. Installera Freeswing dörrstängare på vådrumsdörrar.

## 12 Validering av åtgärder

Flera åtgärder har föreslagits men deras giltighet bör undersökas. Leder inte åtgärderna till den förbättring som avses, bör de omarbetas.

### 12.1 Simuleringar

De olika brandscenarierna simulerades i CFAST med de ovan föreslagna åtgärderna. Branden i tvättstugan begränsades till tvättstugan, även om dörren skulle vara otät skulle kritiska värden inte uppnås. För utförlig beskrivning av simuleringarna se bilaga 2.

Skulle tre personer komma från varje avdelning vid larm skulle två personer till kunna hjälp till med evakuering av boende. Detta kortar utrymningstiderna så att alla boende kan utrymmas se bilaga 4.

De nya resultaten som kommit fram jämför med varandra och frågan ställs igen: **Kan utrymning ske med tillfredställande säkerhet?**

Brand i:	Kan utrymning ske med tillfredställande säkerhet?			
	Före åtgärder:		Efter åtgärder:	
Tvättstuga		NEJ	<b>JA</b>	
Dagrum		NEJ	<b>JA</b>	
Förråd		NEJ	<b>JA</b>	
Vårdrum	<b>JA</b>		<b>JA</b>	

Skulle de föreslagna åtgärderna utföras kommer utrymning att kunna ske med tillfredställande säkerhet. Detta skulle uppnås i alla de förväntade fallen av bränder på avdelningen.

Vid valideringen kan effekten av ett direktadresserat larm beskrivas som lågt och installation av ett sådant behöver inte betraktas som prioriterat. Dock bör beaktas att ett direktadresserat larm minskar risken för att en personal lämnar en branddrabbad våning för att gå till centralenheten i entrén.

Simuleringarna visar också att den föreslagna förändringen att öka antalet personal som hjälper till vid en utrymning gör att utrymningstiderna mindre känsliga i fall att någon ur personalen skulle falla bort.

## 12.2 BSV-Vård

Avdelningen kontrollerades med de föreslagna ändringarna och ett fiktivt BSI - index beräknades med de gjorda förändringar som föreslagits. Det nya BSI indexet blev 3,0 (se bilaga 8) vilket passerar gränsen på 2,8. Det nya värdet visar att åtgärderna är ett steg i rätt riktning och att tillfredställande säkerhet har uppnåtts.

## 12.3 Ventilation

Gränsvärden för brandgasspridning i ett tilluftssystem kan beräknas med enkla tumregler [Jensen 2002]. Beräkningar visar att man med ventilationen påslagen kan begränsa brandgasspridning mellan vådrummen tills branden når ca 160 kW, se bilaga 3. I våra simuleringar, med madrassbrand, medför detta att ingen brandgasspridning sker mellan vådrummen under ca 3 minuter.

Om ventilationen är igång under brandförloppet förhindras brandgasspridning via ventilationen från del 1 till del 2, tills dess att branden når en effekt av ca 600 kW. I våra simulerade fall medför detta att brandgaser börjar spridas via ventilationen efter ca 3 minuter, men mängden brandgaser är svår att uppskatta. Brandgasspridning via ventilationen från del 2 till del 1 förhindras tills dess att branden når en effekt av ca 500 kW, även detta uppnås efter ca 3 minuter (bilaga 3).

I tvättstugan och förrådet finns det inga tilluftsdon, brandgasspridning kommer därför att ske genom glipor mellan dörr och golv. Detta är först möjligt då brandgaslagret når golvet i tvättstugan respektive förrådet. För brandgasspridning i frånluften krävs mycket stora tryck och flöden.

## Referenslista

- Alvord D, *Statur report on The Escape and Rescue Model and The fire Emergency Evacuation Simulation for Multifamily Buildings*, The American Institute of Architects Foundation, Washington, 1985
- Boverket, *Boverkets byggregler, BBR*, Boverket, Vällingby, 2002
- Boverket, *Utrymningsdimensionering*, Boverket, Kalmar 2004
- Brandteknik, *Brandskyddshandboken*, Brandteknik Lunds tekniska högskola Lunds universitet, 2002
- Gustafsson M, Hultman P, Jansson C, Larsson M, *Brandtekniskriskvärdering av ortopedavdelningen på Blekingesjukhuset i Karlskrona*, Rapport 9240, Brandteknik Lund, 2004
- Insatsrapport, *Larmnummer 200200325 samt 200200368*, Räddningstjänsten, Norrtälje, 2002
- Jensen L, *Brandgasspridning via ventilationssystem* Rapport TABK 98/7050 Institutionen för byggande och arkitektur, Lunds universitet, 2002
- Karlsson B, Quintere J. *Enclosed fire dynamics*, CRC press LLC, Boca Raton, 2000
- Lundin J, *Model Uncertainty in Fire safety engineering* Report 1020, Brandteknik, Lund, 1997
- Lundin J, *Uncertainty in smoke transport models* Report 3086, Brandteknik, Lund, 1999
- SRV, <http://www.srv.se/upload/Statistik/raddningstjanst/raddningstjanst%20i%20siffror%202002%20tabellbilaga.xls> , 2005-10-13
- Särdqvist S, *Initial Fires: RHR, Smoke Production and CO generation from single burning items an room fire tests* Report 3070 Department o fire safety Engineering, Lund University, 1993



## Bilaga 2: Simuleringar av brandscenario

### Teori om Tvåzonssimulering i CFast

Programmet CFast arbetar med tvåzonsmodellen. En varm zon närmast taket där brandgaserna befinner sig och en kall zon vid golvet där kall luft befinner sig utan att vara påverkade av brandgaser. Efter att givna ingångsdata, som rummet/rummens geometri effekten på branden och anknytningar till andra rum, beräknar CFast ett antal variabler som en funktion av tiden. De variabler som beräknas är brandgaslagrets höjd, brandgaslagrets temperatur, strålningsnivå mot golvet och koldioxid halten i brandgaserna. CFast använder sig av McCaffrey's plymmodell (där branden endast är en punktkälla) och löser sedan ekvationerna för massa och energi för varje tidssteg.

### Begränsningar

Tvåzonsmodellen är en grov förenkling. De två lagren i varje rum anses vara homogena, det vill säga att temperaturen är den samma i hela lagret oavsett om man befinner sig rakt ovan branden eller i andra änden av rummet. Dessutom antas masstransporten inte ta någon tid och således kommer ett brandgaslager att bildas direkt när branden startar. Masstransporten borde också bidra till en kylning av brandgaser vilket inte CFast kalkylerar med. Om rummet når övertändning har tvåzonsmodellen inte längre någon giltighet, då rummet endast består av en zon.

Detta leder till att resultaten skall tas med försiktighet i följande fall [Brandskyddshandboken 2002]:

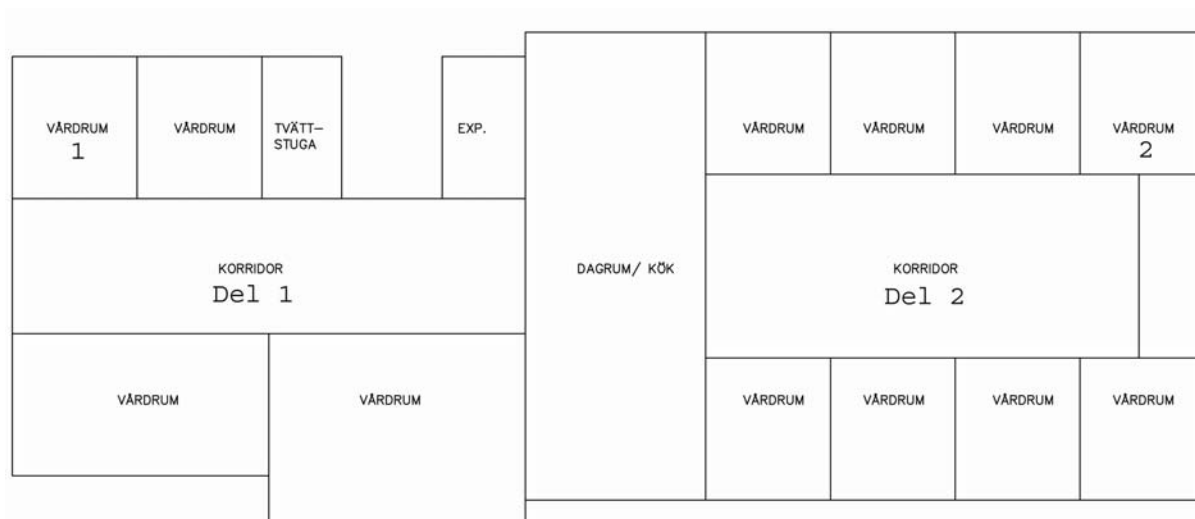
- En mycket svag brand i ett stort utrymme. Temperaturen i brandgaserna kommer ej att ge någon skiftning.
- En stor brand i ett litet utrymme. Den kraftiga brandplymen och den turbulens den ger upphov till gör rummet till en välblandad zon. När flammorna taket gäller den använda plymmodellen inte längre.
- Korridorer eller andra rum med stor golvyta i förhållande till rumshöjden. I tvåzonsmodellen antas att transporten av brandgaser sker direkt även över stora ytor istället för att den under transporten blandas och kyls med luften runt omkring.

### Giltighet

Empiriska försök visar att CFast ofta ger en högre temperatur i brandgaslagret än i verkligheten [Lundin 1997 och 2000]. Dessutom gav de empiriska försöken att brandgaslagret sjunker långsammare i verkligheten än i beräkningarna. Det anses också dock att den snabba fyllnaden av brandgaser i början av beräkningarna kompenseras av den långsamma fyllnad som sker senare. Dessa konservativa egenskaper bör beaktas om man använder programmet CFast för brandgasfyllnadssimuleringar.

### Antaganden och förenklingar vid simuleringar av brandscenario

För att underlätta simuleringarna och förhindra problem i CFast har några omstruktureringar gjorts på ritningarna. Istället för att rita upp en korridor med oregelbundna former ritas hela korridoren med förrum och förråd som ett enda rum (se figur 1). Detta på grund av att CFast har mindre giltighet med ett ökat rumantal och att programmet troligtvis skulle ha problem med den komplicerade utformningen av utrymmet. Innertaket kommer att helt bortses ifrån vid alla simuleringar.



Figur 1: Förenklad ritning till beräkning i CFAST.

De utrymmen som inte påverkar utvecklingen nämnvärt, som till exempel desinfektionsrummet och sophanteringsrummet, har tagits bort i CFAST. Dessa rum anses vara brandtekniskt täta och dörrarna är för det mesta stängda. Det finns en ny branddörr mellan dagrummet och den borte korridoren. Den nya branddörren är av samma modell som den som leder ut till huvuddelen av byggnaden men den saknar isolering och tätning ovanför dörren, så i simuleringarna kommer en springa att läggas in ovanför dörren. En 5 mm bred springa har dessutom lagts in i varje rum på väggen mot utsidan för att utgöra läckage. Enligt de uppgifter som tillhandahållits från personalen har dörrarna mestadels varit öppna till de olika vådrummen under dagen och ungefär hälften av dem är öppna på natten. Tyngdpunkten har lagts på huruvida utrymning kan ske genom korridoren. När kritiska värden uppnås i korridoren anses utrymning vara omöjlig.

Kritiska värden föreligger när något av följande kriterier uppnås: strålningen är  $2,5 \text{ kW/m}^2$ , brandgaslagret har nått  $1,6 + 0,1 \cdot H$  (rumshöjden), siktbarheten i utrymningsvägen är under 10m (1 Obs), halten av CO är under 2000 ppm, halten av CO<sub>2</sub> är över 5% och O<sub>2</sub> är under 15 %.

Effektkurvorna som används är de standardiserade  $\alpha^2$  – kurvorna Ultrafast, Fast och medium dessa har lagts sin manuellt i CFAST. CFAST begränsar sedan branden efter vilken syretillgång som finns i brandrummet.

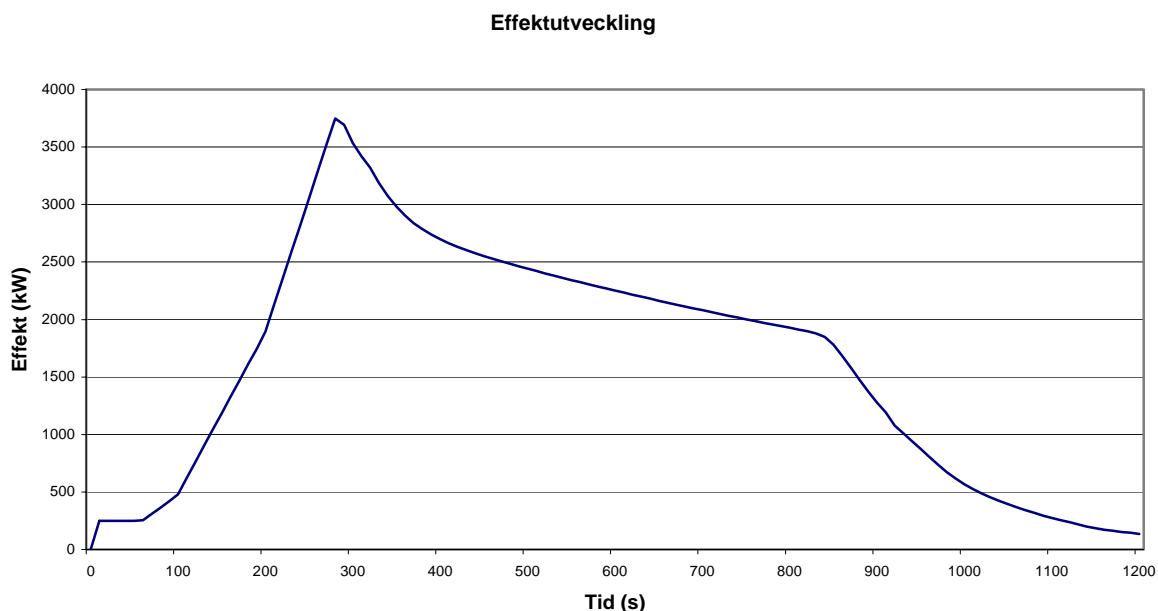
Vid brand i vådrum användes effektkurvan av en ”Hospital bed” Y6/10-12 från ”Initial Fires: RHR, Smoke Production and CO generation from single burning items in room fire tests” av Särdaqvist.

## Brand i tvättstuga

Simuleras i två fall: när dörren är öppen och när dörren är stängd.

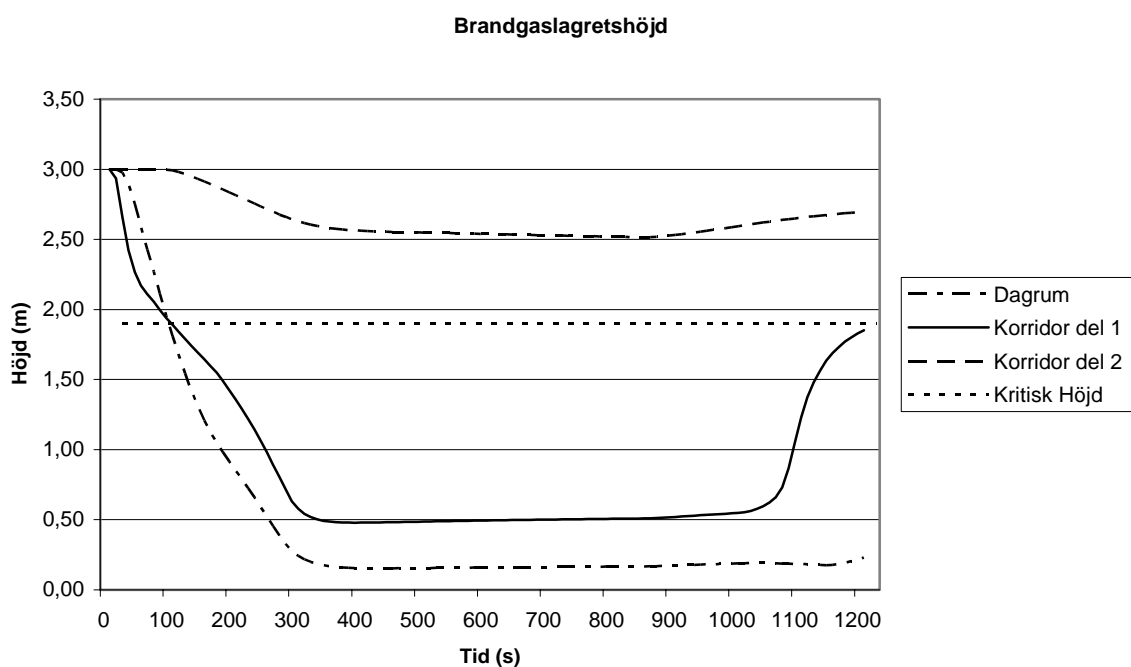
### Fall 1 Öppen dörr

Effektutvecklingen med öppet fönster redovisas i figur 2 .



Figur 2: Effektutvecklingen i tvättstuga.

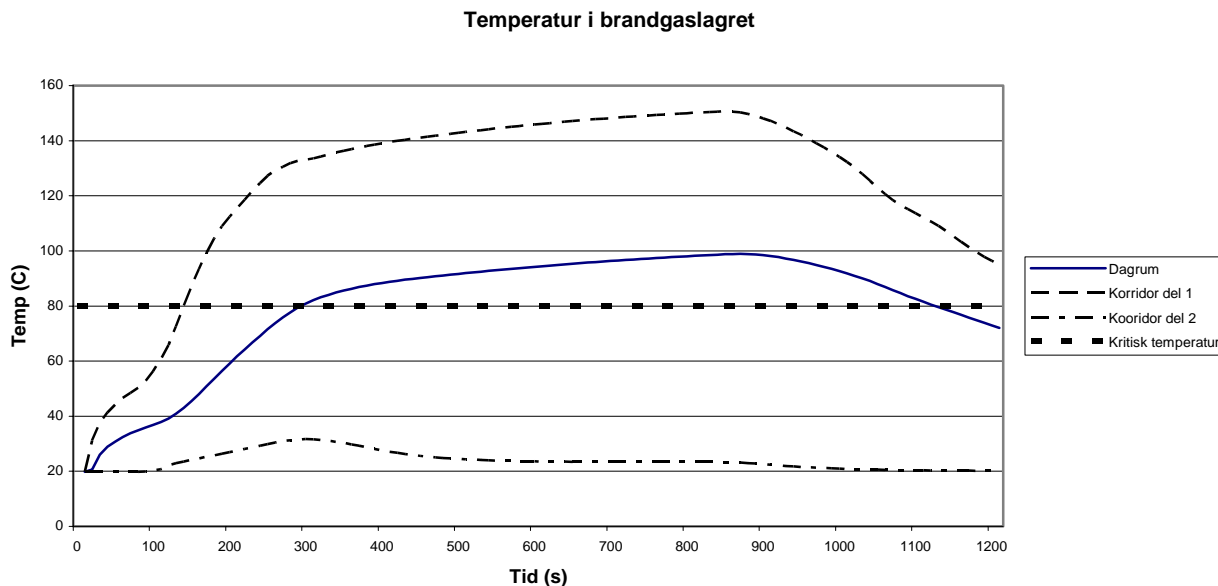
Effektutvecklingen når maximalt ca 3.5 MW för att sedan begränsas av ventilationsförhållandena, detta ger en höjd på brandgaslagret enligt figur3.



Figur 3: Brandgaslagrets höjd i tvättstuga.



Kritiska värden nås i korridoren utanför och i dagrummet efter ca 2 min. När 5 min har gått kommer brandgaslagret att befinna sig nära golvet på 0.5 m höjd. Temperaturen i brandgaslagret visas i figur 4.



Figur 4: Temperaturer i brandgaslagret i tvättstuga.

Brandgaslagret når 80°C efter ca 2,3 min i korridor del 1 och i dagrummet efter ca 5 min. Dessa resultat ger att utrymning är att anses som omöjlig efter ungefär 2 min efter det att branden har initierats. Halterna av CO, CO<sub>2</sub> och O<sub>2</sub> redovisas ej då dessa kritiska förhållanden inte uppnås. De blir ej dimensionerande för utrymningen. Den låga temperaturen i brandgaslagret i korridor del 2 gör det tveksamt att en tydlig skiktning kommer ske därmed är resultaten gällande korridor del 2 tveksamma.

## Fall 2 Stängd dörr

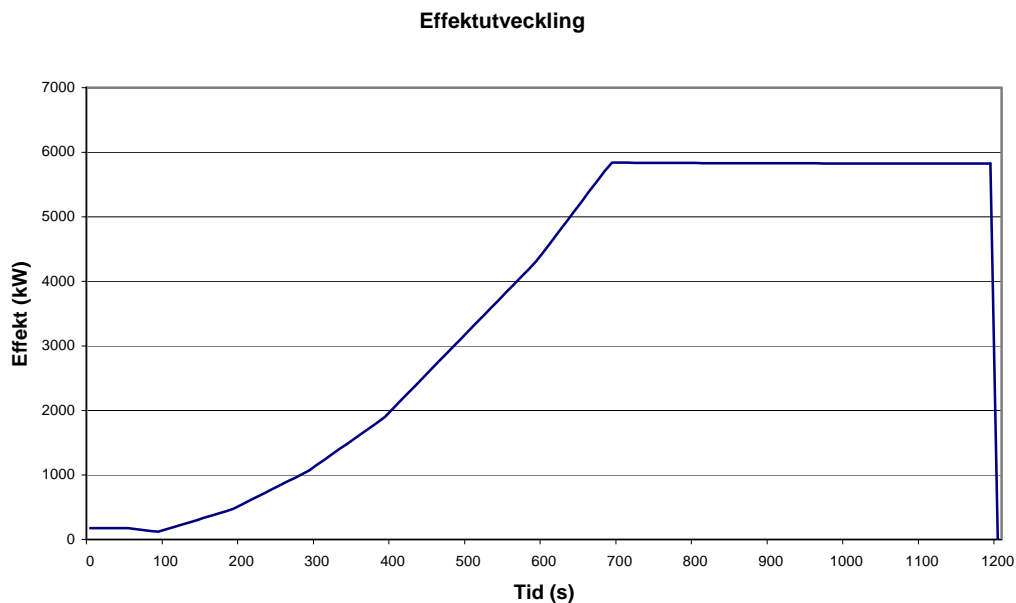
Under simuleringarna i CFAST i fallet med stängd dörr, som ansågs att betraktas som tät, spred sig endast en begränsad mängd av brandgaser ut i korridoren utanför. Dessa var av så liten mängd att de inte skulle störa utrymningen innan dörren brister vid ca 30 min. Dessa 30 min är den tid till dess att brandkåren senast kommer att anlända och all utrymning skall vara avklarad.

## Brand i Dagrum

Simuleras i två fall: när nya branddörren mellan dagrummet och korridoren är öppen och när den är stängd.

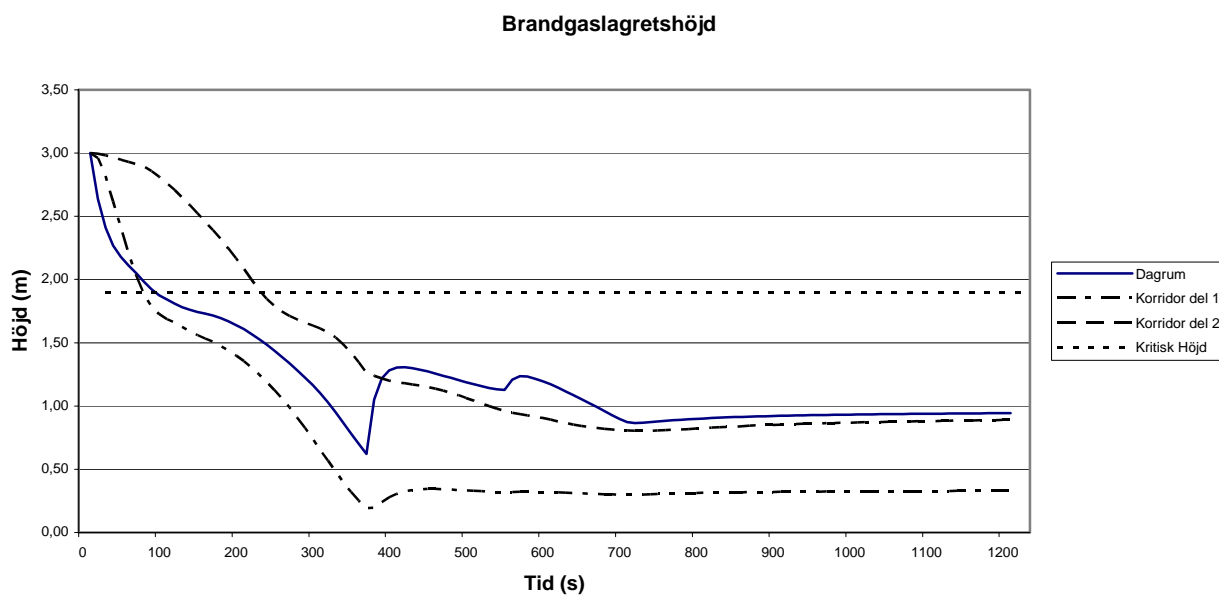
## Fall 1 Öppen ny branddörr

Effektutvecklingen redovisas i figur 5. Att effektutvecklingen upphör efter 1200 sekunder beror på att simuleringen avbryts. Då utrymning definitivt måste vara avslutad.



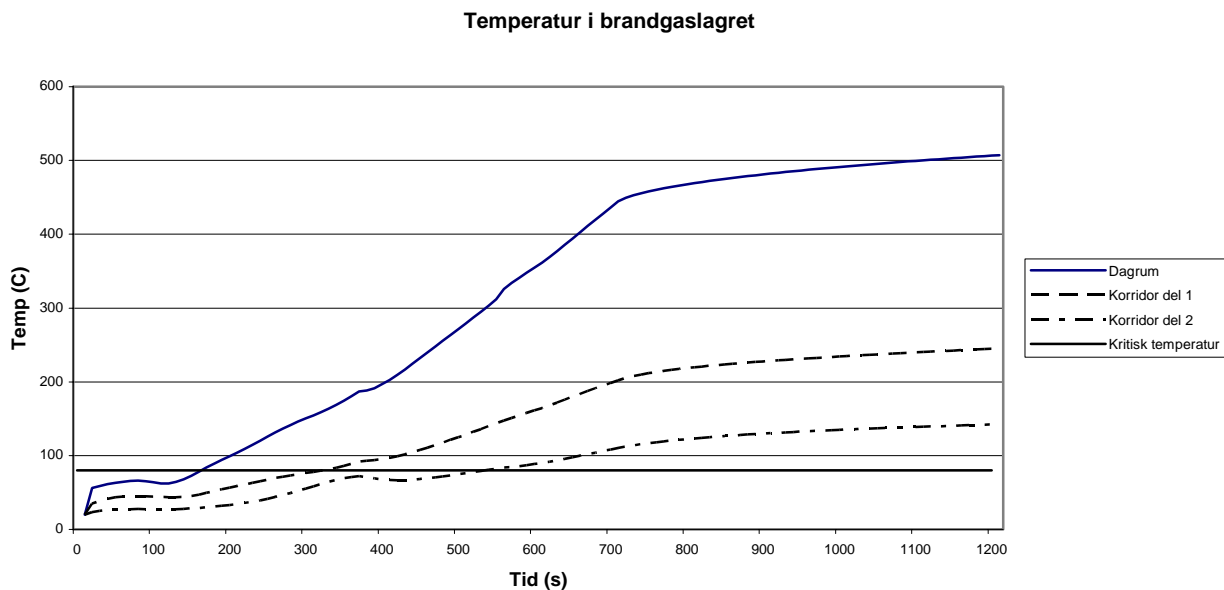
Figur 5: Effektutveckling i dagrum.

Höjden på brandgaslagrets underkant vid brand i dagrum kan läsas ur figur 6.



Figur 6: Höjden på brandgaslagret.

Temperaturen i de olika rummen visas i figur 7.

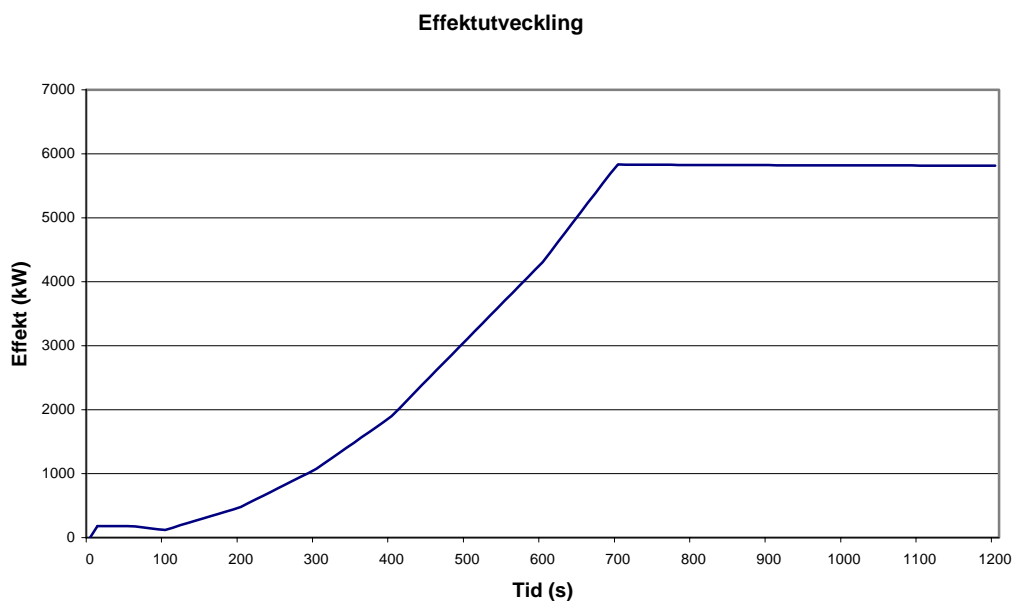


Figur 7: Temperaturen på brandgaslagret i olika utrymmen.

Efter 4 min har brandgaslagret sjunkit under 1,9 m i alla rum. Temperatur når över 80°C efter 5 min i dagrummet och korridor del 1 men först efter 9 min i korridor del 2. Därefter kommer all utrymning att vara omöjlig.

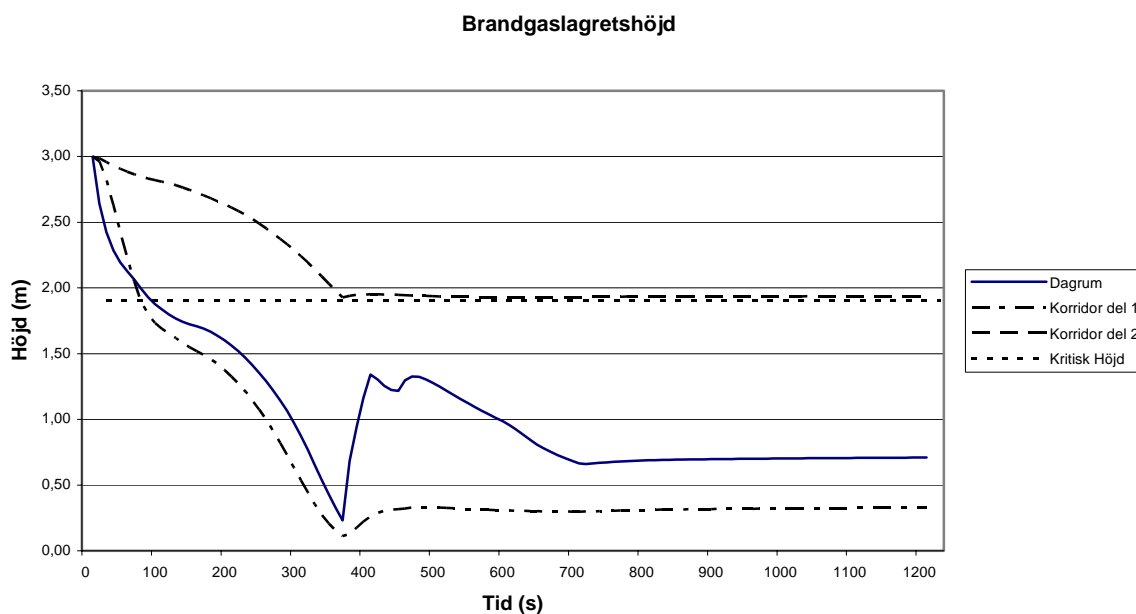
## Fall 2 Stängd ny branddörr

Effektutvecklingen redovisas i figur 8.



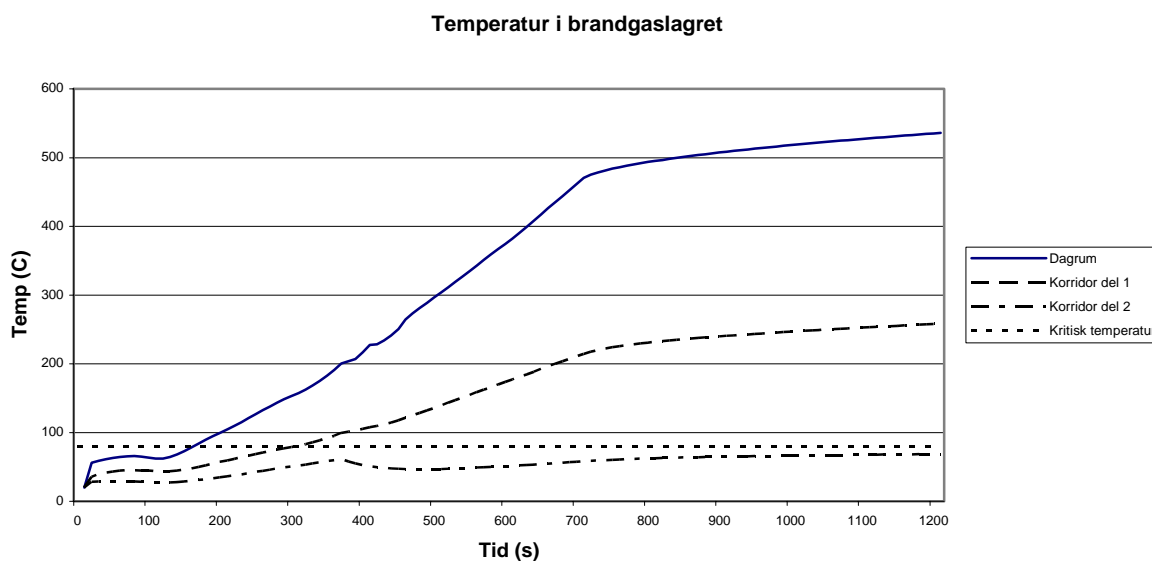
Figur 8: Effektutveckling vid brand i dagrum med öppen ny branddörr.

Effekten ger ett brandgaslager enligt figur 9.



Figur 9: Höjden på underkanten på brandgaslagret

Även i detta fall kommer brandgaslagret att snabb sjunka under 1,9 m i både dagrummet och korridor del 1 men den andra korridoren kommer inte att uppnå det kritiska värdet. Temperaturen kommer även den att snabbt göra utrymning svår (se figur 10).

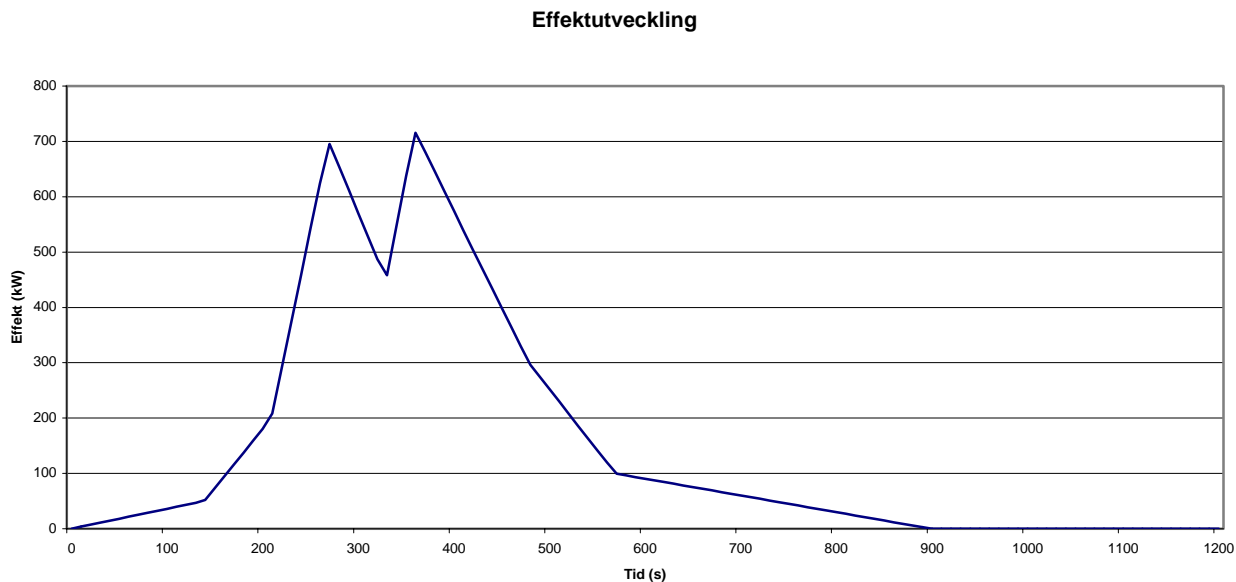


Figur 10: Temperatur i brandgaslagret.

När 5 min passerat efter brandens start är både korridor del 1 och dagrummet otjänliga för utrymning.

## Brand i vådrum

Simuleras i två olika rum, dels i rum 1 men även i den andra korridoren i rum 2. Här prövas även fall då den nya branddörren är stängd. Det material som brinner i båda fallen är en madrass [Särdqvist]. Madrasserna är testade i en rumscalorimeter, vilket kan förklara de två topparna.

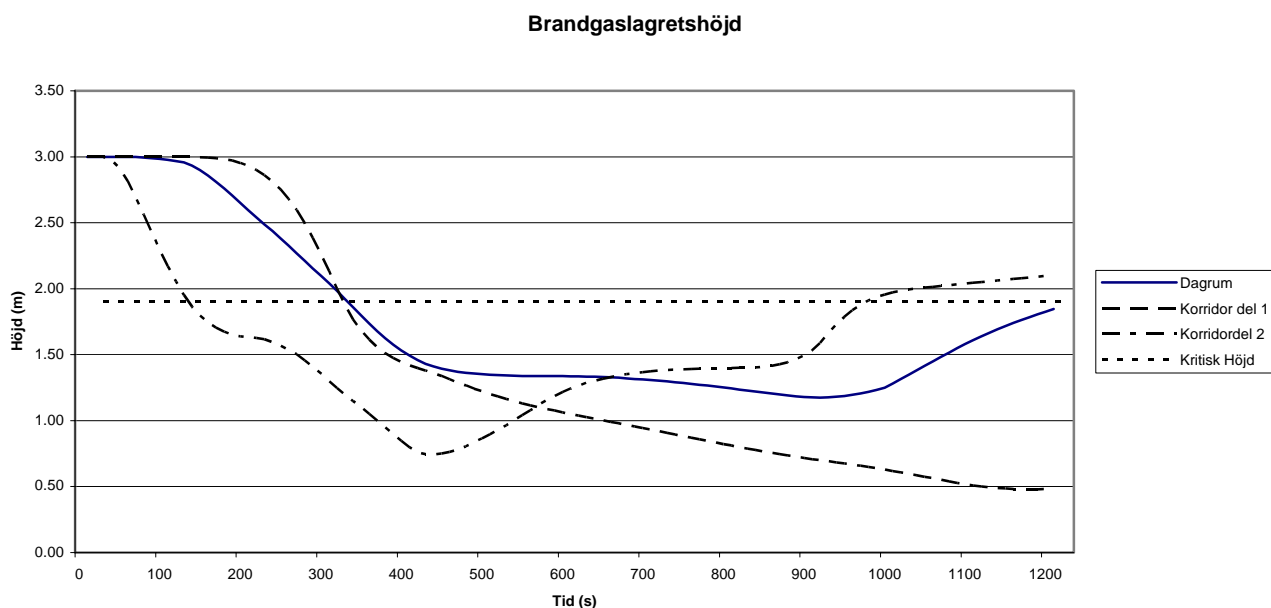


Figur 11: Effektutveckling i vådrum 2

Den låga effektutvecklingen, maxeffekt 700 kW, ger inte tillräcklig energi för att temperaturen eller strålningen skall bli dimensionerande. Halterna av giftiga gaser kommer inte att nå tillräckligt höga värden. De följande fallen kommer således koncentrationen ligga på brandgaslagret och sikten.

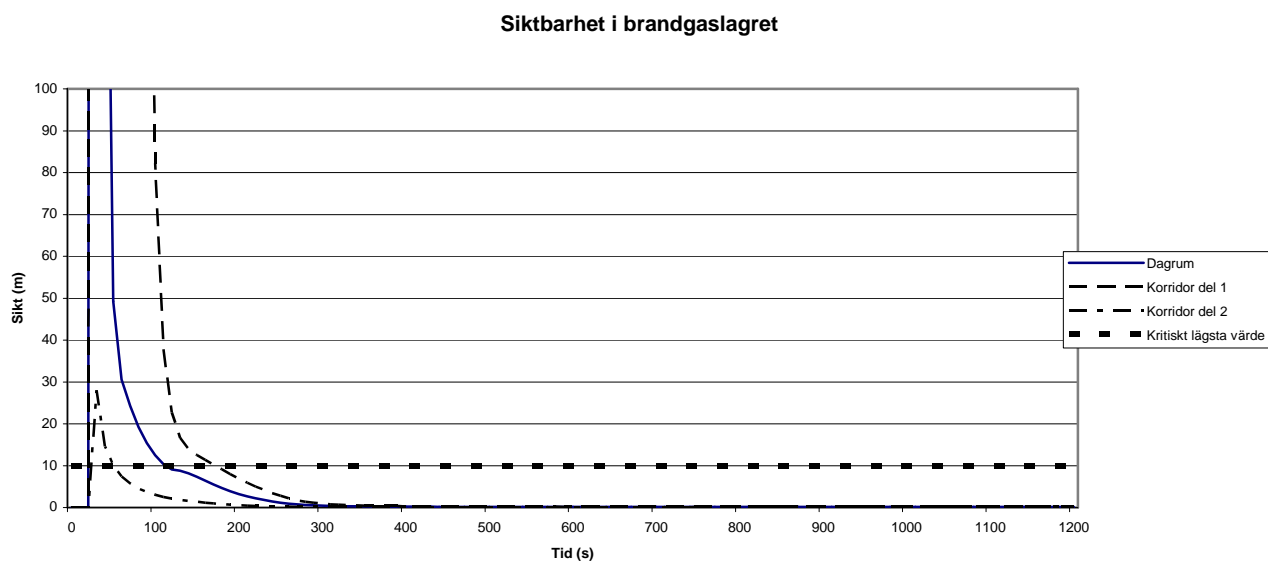
## Fall 1 Rum 2 öppen ny branddörr

Brandgaslagrets höjd redovisas i figur 12.



Figur 12: Brandgaslagrets höjd vid brand i rum 2.

Sikten i brandgaslaget visas i figur 13.

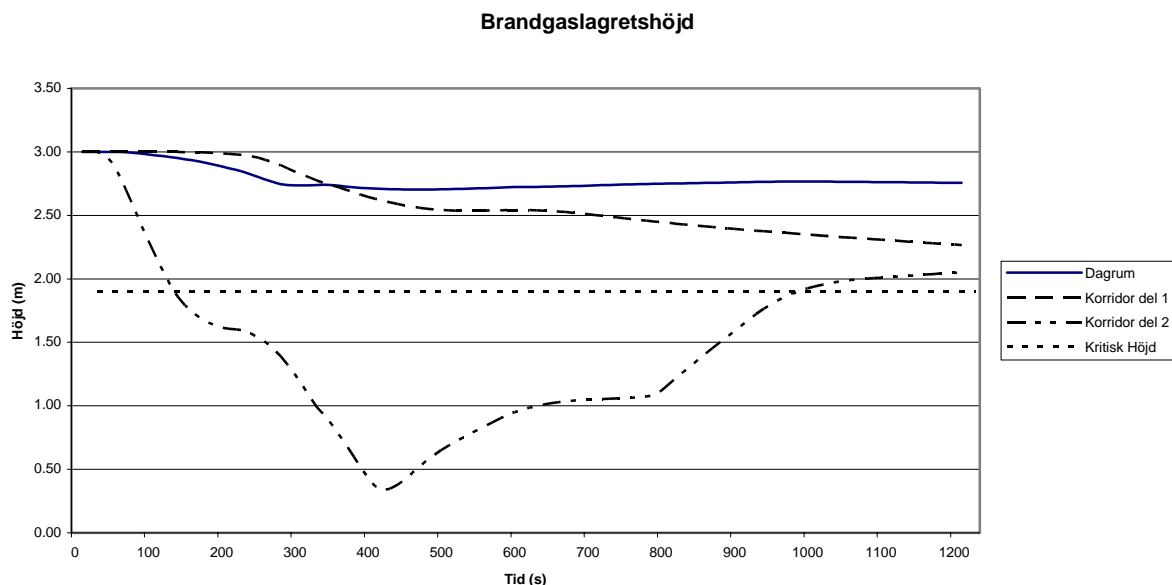


Figur 13: Siktbarheten i brandgaslaget.

Diagrammen visar att brandgaslaget kommer att ha sjunkit till den kritiska höjden i korridoren utanför brandrummet efter ca 2 min och i dagrummet med påföljande korridor efter ca 6 min. Sikten i brandgaslaget är dålig, vilket medför att utrymning i korridor 2 måste vara klar inom ca 2 minuter, i del 1 efter ca 6 minuter. Detta resultat visar vikten av den nya branddörren.

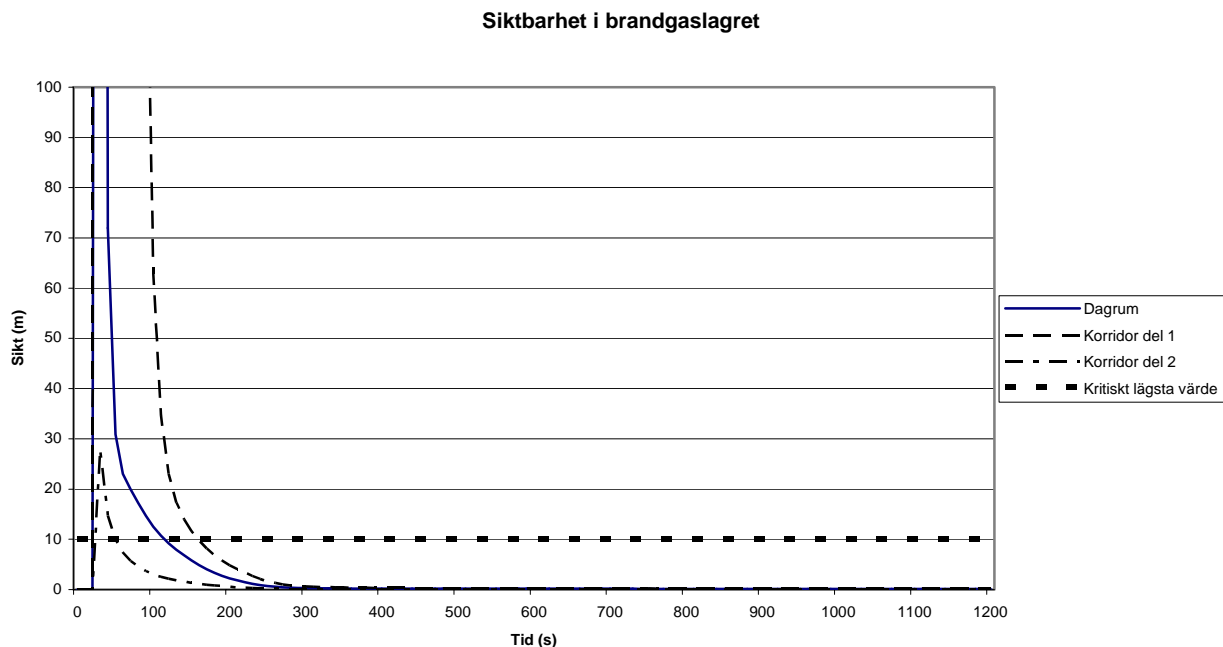
## Fall 2 Rum 2 stängd ny branddörr

Redovisning av brandgaslagrets höjd i fallet med stängd ny branddörr enligt figur 14.



Figur 14: Brandgaslagrets höjd.

Enligt simuleringen kommer brandgaslagret att sjunka något snabbare och lägre i den föregående simuleringen, se figur 14, men den kritiska höjden kommer inte att uppnås i de övriga utrymmena. Brandgasspridningen sker via den tidigare beskrivna glipa som lagts till i simuleringen men den stängda dörren ger trots det en viss effekt.

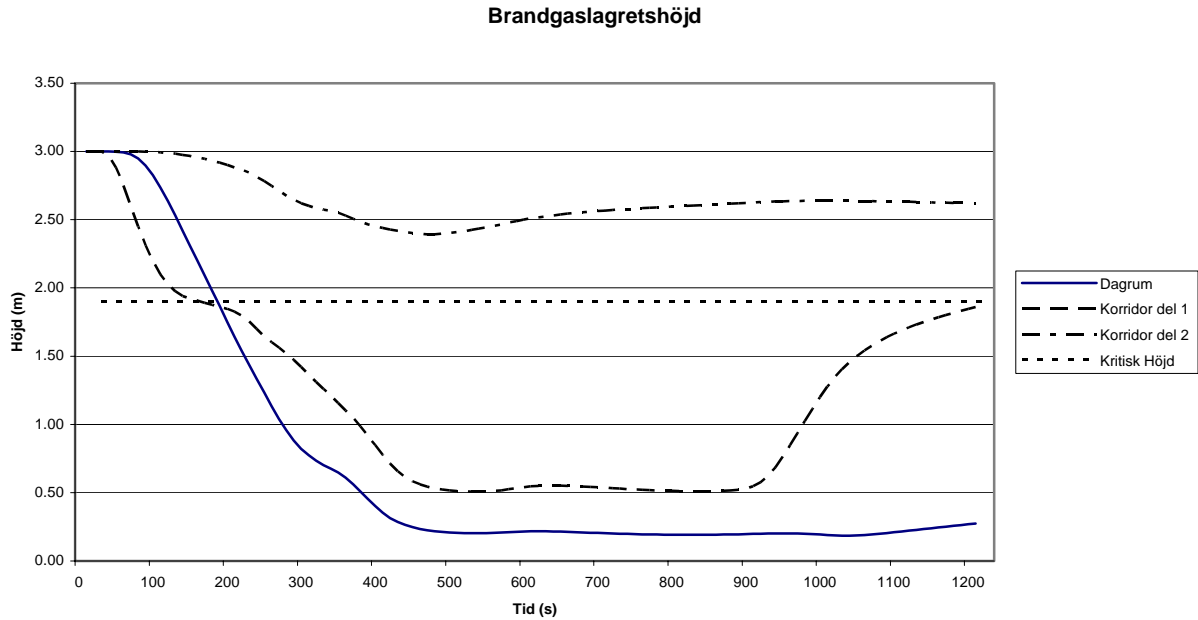


Figur 15: Siktbarheten i brandgaslagret.

I figur 15 framgår att sikten i brandgaslagret snabbt blir mycket begränsad. Höjden på brandgaslagret blir i detta fall dimensionerande. Tid till kritiska förhållanden i del 2 är 2 minuter. I Övriga lokaler uppnås inte kritiska förhållanden.

### Fall 3 Rum 1 stängd ny branddörr

En brand i rum 1 som inte kan stängas in kan skära av resten av avdelningen från sin primära förflyttningsträcka, korridor del 1, till utrymningsväg. CFast gav följande diagram på brandgaslagrets höjd (se figur 16).



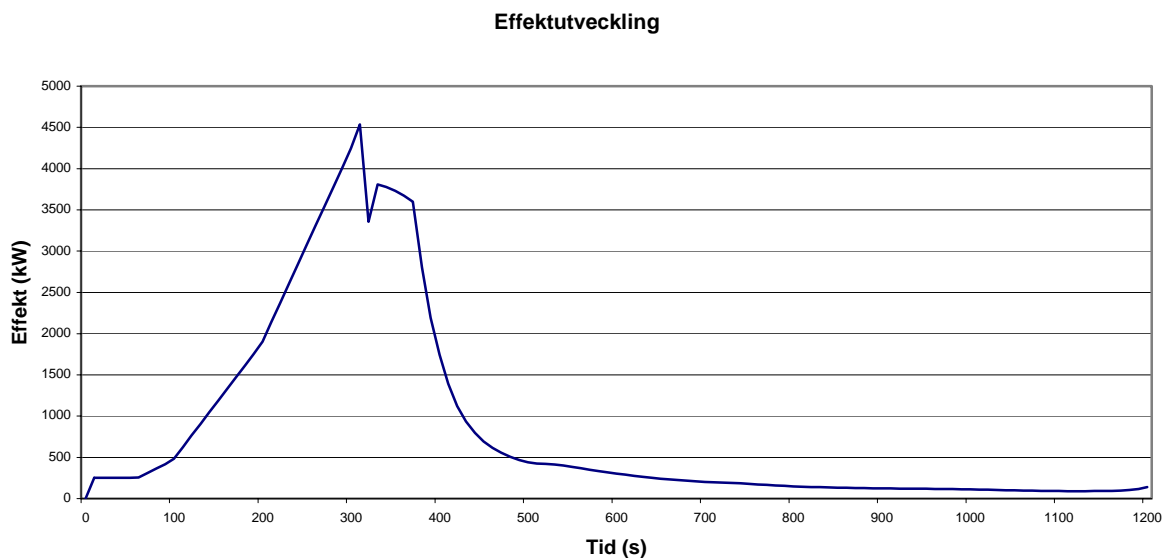
Figur 16: Brandgaslagrets höjd i vådrum 1

Även i detta fall är sikten i brandgaslagret tidigt begränsad. Efter 3 min kommer brandgaslagret att passera det kritiska värdet i både dagrummet och korridoren. Inom denna tid måste del 1 vara utrymd.



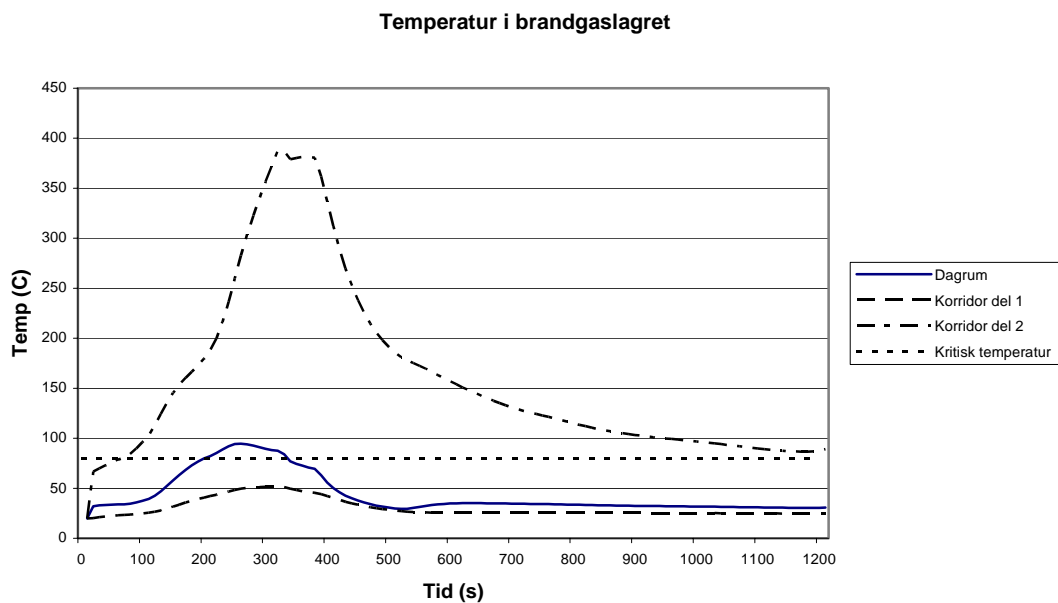
## Brand i Förråd

Effektutvecklingen i förrådet i korridor del 2 redovisas i figur 18. En kraftig effektutveckling med sitt maximum på ca 4,5 MW 5 min efter start.



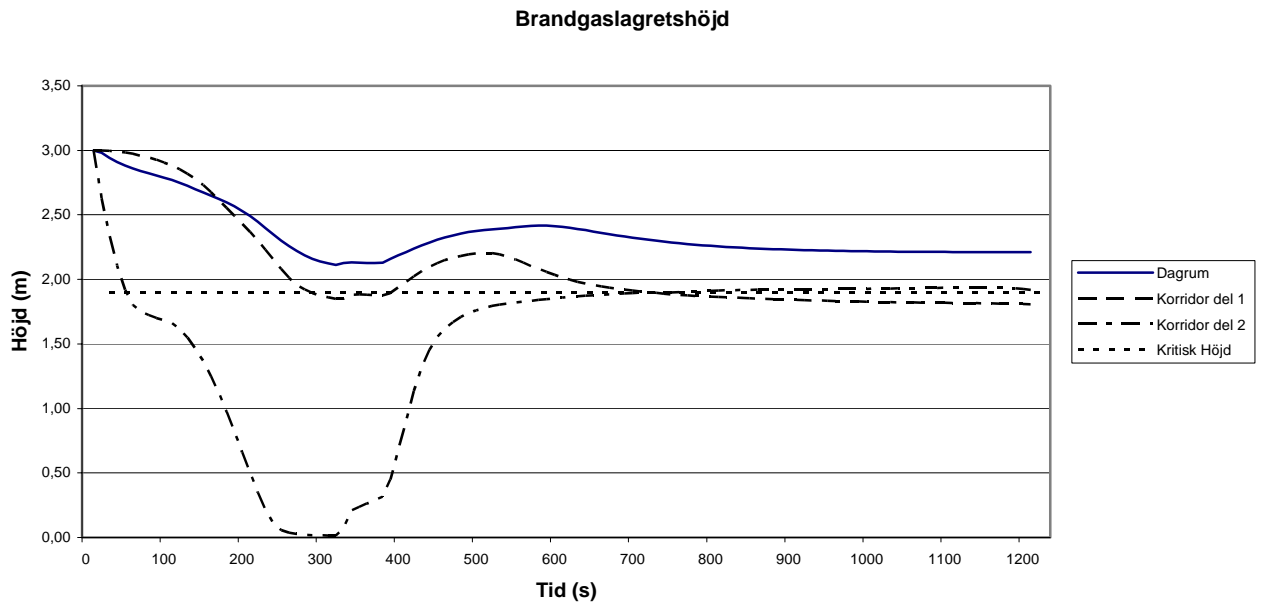
Figur 18: Effektutveckling i förråd.

Temperaturen kommer att stiga snabbt i korridoren (se figur 19).



Figur 19: Temperatur i brandgaslagret.

Kombinationen med brandgaslagret temperatur och dess höjd (se figur 20) talar tydligt om att en utrymning bör ske snabbt för att den ska vara möjlig. Förhållandena blir kritiska i korridor del 2 efter ca 1 min och i dagrummet efter 3 min.



Figur 20: Brandgaslagrets höjd

### Bilaga 3: Brandgasspridning i ventilations system

Tidpunkten då brandgasspridning sker i ett till- och frånluftssystem inträffar då inget tilluftsflöde sker i brandrummet.

Definitioner:

$q_n$  = Normalflöde

$P_t$  = Tryckfall över don

$P_b$  = Brandtryck vid gränsfall för brandgasspridning

$A_y$  = Läckarea yttervägg

$A_d$  = Läckarea dörr

$q_y$  = Läckflöde över yttervägg vid gränsfall

$q_d$  = Läckflöde över dörr vid gränsfall

$q_{bi}$  = Brandgasflöde i ventilationskanal vid gränsfall

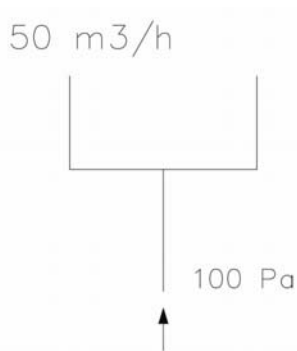
$q_{brand}$  = Totalbrandflöde vid gränsfall

#### Gränsfall för brandgasspridning mellan vårdrum vid fläkt i drift

Nedan undersöks gränsfallet för brandgasspridning mellan vårdrum i samma del av lokalen.

Antagande

- Övertrycket i hela ventilationskanalen är 100 Pa, inga förluster längs hela sträckan.
- Tryckfall över tilluftsdon är 100 Pa.
- Byggnadens täthet är 1,6 liter/min vid 50 Pa övertryck [Jensen 2002]
- Läckarean över boenderums dörren är 0,009m<sup>2</sup>



Figur 1: Spridning mellan vårdrum

$$q_n = 50 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$P_t = 100 \text{ Pa}$$

$$P_b = P_t$$

$$A_y = 3,6 * 3 = 10,8 \text{ m}^2$$

$$q_y = A_y * 1,6 * \sqrt{P_b / 50} * 3,6 = 88 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$q_d = A_d * \sqrt{\frac{2 * P_b}{\rho}} * 3600 = 418 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$q_{bi} = q_n \sqrt{1 + \frac{P_b}{P_t}} = 70 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$q_{brand} = q_y + q_d + q_{bi} = 576 \text{ m}^3 / \text{h}$$

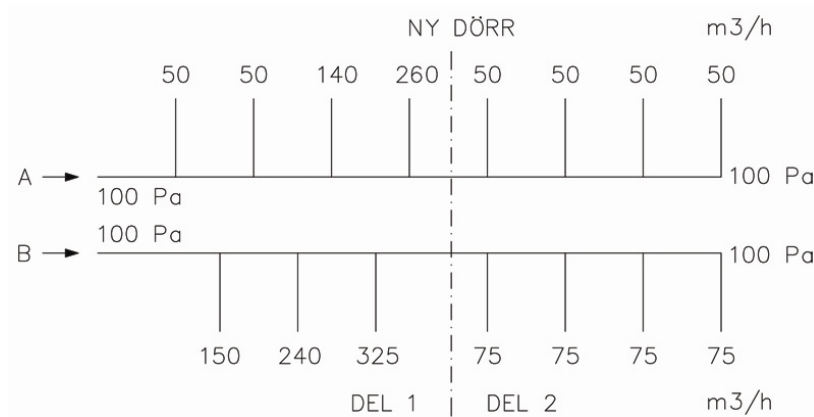
Vilket motsvarar en brandeffekt på ca 160W [Jensen 2002]. Det största flödet är det under dörren, men detta flöde innehåller inte brandgaser förrän brandgaslagret når golvet.

### Gränsfall för brandgasspridning mellan flygelns sektioner

För att undersöka möjligheten att hindra brandgasspridning via ventilationen mellan flygelns delar undersöks gränsfallet med fläkten i drift

Antagande

- Övertrycket i hela ventilationskanalen är 100 Pa, inga förluster längs hela sträckan.
- Tryckfall över tilluftsdon är 100 Pa övertryck [Jensen 2002]
- Alla dörrar står öppna utom den nya branddörren och dörren till desinfektionsrummet.



Figur 2: Brandgasspridning mellan flygelns sektioner

### Fall 1 Brandgas spridning från del 2 till del 1

$$q_n = q_a + q_b$$

$$q_b = 4 * 75m^3 / h$$

$$q_a = 4 * 50m^3 / h$$

$$P_t = 100Pa$$

$$P_b = P_t$$

$$A_l = 37,7 * 3 = 113,1m^2$$

$$q_l = A_l * 1,6\sqrt{P_b / 50} * 3,6 = 921m^3 / h$$

$$q_{bi} = q_n \sqrt{1 + \frac{P_b}{P_t}} = 710m^3 / h$$

$$q_{brand} = q_l + q_{bi} = 1630m^3 / h$$

Vilket medför en brandeffekt på ca 0,5 MW

### Fall 2 brandgasspridning från del 1 till del 2.

$$q_n = q_a + q_b$$

$$q_b = 15 + 240 + 325m^3 / h$$

$$q_a = 50 + 50 + 140 + 260m^3 / h$$

$$P_t = 100Pa$$

$$P_b = P_t$$

$$A_l = 27,5 * 3 = 82,5m^2$$

$$q_l = A_l * 1,6\sqrt{P_b / 50} * 3,6 = 672m^3 / h$$

$$q_{bi} = q_n \sqrt{1 + \frac{P_b}{P_t}} = 1527m^3 / h$$

$$q_{brand} = q_l + q_{bi} = 2200m^3 / h$$

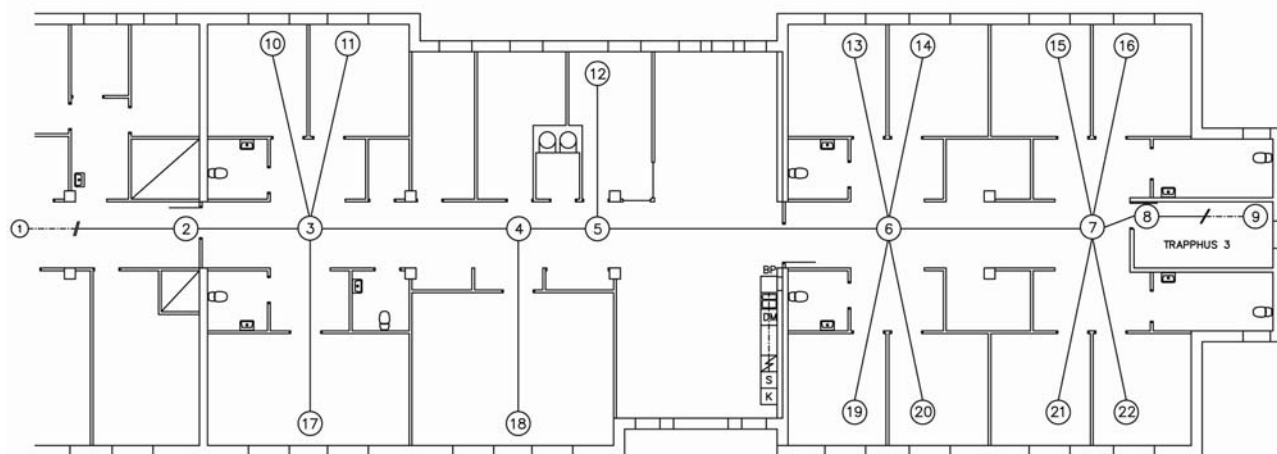
Vilket medför en brandeffekt på ca 0,6 MW [Jensen 2002]

## Bilaga 4: Simuleringar och Bakomliggande Teori

### **ERM – Escape and Rescue Model**

ERM är ett utrymningssimuleringsprogram utvecklat av NIST. ERM är ett äldre program baserat på DOS miljö som inte ger grafiska presentationer av utrymningsförloppet men som därmed också har kort beräkningstid. Det väsentliga med programmet är utformningen för att simulera just sjukhusmiljöer, där personal måste hjälpa vårdtagare och att vårdtagarna kan ges kvantifierbara värden på hur mycket hjälp de behöver. Programmet lägger inte till tid för dörröppnande eller krock i smala passager men i ett försök till att överbygga detta har tillägg av väntetider gjorts samt att noderna placeras långt in i rummen.

Noder är punkter som personer kan befinna sig i eller som de måste passera. Nodernas placering är bestämda genom ett koordinatsystem i x, y och z led.



Figur 1: Placering av noder för beräkning i ERM.

I dessa simuleringar kommer patientvärdet 10 att användas vid förflyttning genom korridor och patientvärdet 40 för förflyttning via trapphus. Värdet 10 betyder att en vårdtagare behöver konstant hjälp av en personal och värdet 40 symboliserar en person som behöver hjälp av två personal. Efter att personal gjort en förflyttning av vårdtagare genom trapphus antas de behöva vila i 30 sekunder innan de kan bege sig mot nästa person.

Utrymningen påbörjas direkt av personal på avdelningen. Här antas att tre personer hjälper till med utrymning och att en person ansvarar för resterande vårdtagare samt hjälper till med vårdtagare som redan utrymts. Fördröjningen från att larmet går till dess att personal från andra våningar kan komma till hjälp antas vara minst 180 sekunder när man måste uppsöka centralapparaten i lobbyn och minst 60 sekunder om man har direktadresserat larm. Det är tre personal som kommer vid denna tidpunkt samtidigt som en personal går till lobbyn för att möta upp brandpersonal. Det tre första simuleringarna är den modell som är i bruk idag (förutsatt att alla dörrar går att öppna i trapphuset).

SIM1: Utrymning sker här till angränsande flygel, i samma våning, med samtliga vårdtagare och med en personalstyrka på 6 sköterskor.

SIM 2: Utrymningen görs nedför trapp till nästa våning, samtliga vårdtagare och med en personalstyrka på 6.

SIM 3: Utrymning sker i två olika riktningar, delvis till angränsande flygel på samma våning (6 vårdtagare), delvis nedför trapp till nästa våning (8 vårdtagare) och med en personalstyrka på 6 sköterskor. Detta är en modell som kan sägas vara i bruk idag om exempelvis en köksbrand blockerar fri passage genom korridor. När samtliga 6 personer som skall utrymmas till angränsande våning är utrymda går samtliga sköterskor över till del två via trapphus (förutsatt att samtliga dörrar går att öppna i trapphuset).

SIM 4: Utrymning till angränsande flygel, samma våning, samtliga vårdtagare, direktadresserat larm och en personalstyrka på 8 sköterskor.

SIM 5: Utrymning nedför trapp till nästa våning, samtliga vårdtagare, direktadresserat larm och med en personalstyrka på 8 sköterskor (förutsatt att samtliga dörrar går att öppna i trapphuset).

SIM 6: Utrymning sker i två olika riktningar, delvis till angränsande flygel på samma våning (6 vårdtagare), delvis nedför trapp till nästa våning (8 vårdtagare) och med en personalstyrka på 8 sköterskor. Här delar personalen upp sig på så sätt att 6 stycken hjälper ut de patienter som bor i del 1 samtidigt som de två övriga i personalen fortsätter in på del 2 och påbörjar utrymning där. När samtliga 6 personer som skall utrymmas till angränsande våning är utrymda, går alla sköterskor till del två via trapphus (förutsatt att alla dörrar går att öppna i trapphuset).

Simulering	Antal Personal	Utrymningsväg	Tidsåtgång
SIM 1	6	Till Flygel	7 min 30 s
SIM 2	6	Genom Trapphus	14 min 30 s
SIM 3	6	Till Flygel och genom Trapphus	10 min
SIM 4	8	Till Flygel	5 min 30 s
SIM 5	8	Genom Trapphus	10 min 30 s
SIM 6	8	Till Flygel och genom Trapphus	7 min

Figur 2: Tabell över simuleringar och tider.

### Resultat Utrymningsberäkningar

Vi finner att utrymningstiden till största delen är personalberoende.

Utrymning via trappor är tidsödande, fysiskt ansträngande och skapar lätt flaskhalsar.

Att bygga om väggen och dörren i mitten av avdelningarna till en fungerande brandcellsgräns ger en betydande tidsförlängning av rökgasspridningsförloppet samt minskar risken att man skall behöva göra en utrymning via trapphusen.

## Bilaga 5: Enkätfrågor och resultat

Enkätfrågor till personalen på ROS			
Frågor	Ja	Nej	Övriga svar
Vilken är din arbetsroll?			Vårdbiträde Undersköterska
Vilken avdelning (våning och flygel) arbetar du på?			Plan 2 ABC Plan 3 A Plan 4 B
Hur länge har du arbetat på avdelningen?			1 till 33
Vet du vilken släckutrustning som finns på avdelningen?	45		
Känner du till hur de hanteras?	44	1	
Vilken/vilka har du fått utbildning på?			Pulversläckare Skumsläckare Kolsyresläckare Brandfilt
Finns det rutiner för vad som skall göras vid brand?	45		
I så fall vilka?			Hänvisar till pärm med rutiner på ROS
Vet du var utrymningsvägarna finns?	45		
Vet du var larmknapparna sitter?	45		
Har du fått någon information om vad Du skall göra i händelse av brand?	45		
Känner du att du är väl förberedd för det du skall göra?	3	42	
Har du deltagit i någon utrymningsövning på avdelningen?	4	41	
Om ja, i så fall hur ofta, ex antal eller med givet intervall?			I samband med test av brandlarmet, inga direkta intervall
Vad var det ni övade, ex utrymning till annan flygel eller nedför trappor?			Förflyttningsövningar Nedför trappor
Känner du till om några speciella rutiner följdes och i så fall hur de verkade fungera?			
Finns det någon rutin som du tycker skulle ändras, läggas till eller tas bort?			
Har du upplevt någon händelse på avdelningen som har lett till eller som kunde ha lett till uppkomst av brand?	3	41	
Om ja, beskriv händelsen/händelserna?			Torrkokning Rökning på rum Boende som pillar Överhettad vattenkokare En plastmugg som smälte på spisen Diskmaskin som brann Brödrosten brann Levande ljus



*Brandteknisk riskvärdering av ROS Omsorg & Service*

Har du några förslag på hur brandsäkerheten på avdelningen skulle kunna förbättras?			Brandsäkra möbler och gardiner Genomför fler övningar i både praktik och teori
Har du några förslag på hur man kan förenkla utrymning från avdelningen, antingen till annan del av byggnaden eller genom trapphusen?			
Vet du alltid hur många vårdtagare som finns på din avdelning?	45		
Kan du använda en:			
Handbrandsläckare?	33		
Brandfilt?	15		
Brandpost med slang?	5	2	
Har du fått utbildning på att använda:			
Handbrandsläckare?	34	1	
Brandfilt?	22	1	
Brandpost med slang?	2	5	
Övriga tankar eller åsikter?			

*Tabell: Summering av samtliga svar från enkät undersökning ROS*  
*Totalt antal personer som svarat: 45st*

## Bilaga 6: Graderade komponenter enligt BSV - vård

### ***K<sub>1</sub> – Personal***

#### **A. Kunskap och Övning**

Mer än 75 % har utbildats externt med praktiska inslag.

#### **B. Förhållandet mellan patienter och personal**

Patient/ personal  $\geq 5-10$  ger delvärde 2

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

Vårdbiträde och sjuksköterska ger delvärde 3

Komponentvärde =  $(5*5+3*2+2*3)/10 = 3,7$

### ***K<sub>2</sub> - Patienter***

#### **A. Antal patienter i varje vådrum**

Patienter per rum 1-2 inga patienter i korridor ger delvärde 5

#### **B. Patienterna hjälpbehov**

Fler än en tredjedel av patienterna behöver hjälp av en personal hela vägen ut eller behöver hjälp av två personer hela vägen ut ger delvärde 2

Komponentvärde =  $(5+4*2)/5 = 2,6$

### ***K<sub>3</sub> - Gångavstånd till närmsta utrymningsväg***

Då patienter finns på avdelningen som svårigen kan utrymmas via trappa. Avståndet till närmsta utrymningsväg blir då  $\geq 45$ .

Komponentvärde = 1

### ***K<sub>4</sub> - Brandcellsgräns i bjälklag***

#### **A. Brandteknisk klass på golv och bjälklag**

Föreskriven klass.

#### **B. Tätning av genomföring**

Hål i golv och tak är tätat.

#### **C. Rutin för tätning**

Ingen dokumentation för interna rutiner finns.

Komponentvärde = 4

### ***K<sub>5</sub> - Brandcellsgräns i vägg***

#### **A. Brandteknisk klass på vägg till annan brandcell**

Föreskriven klass.

#### **B. Tätning av genomföring**

Hål i väggen tätat

#### **C. Rutin för tätning**

Ingen dokumentation för interna rutiner finns.

#### **D. rännbar yttervägg**

Ytterväggen är inte brännbar.

Komponentvärde =4

### ***K<sub>6</sub> – Interna dörrar och väggar***

#### **Underkomponenter:**

- Minst E30 mellan vårdrum och korridor: Ja
- Minst E30 parti mellan dagrum, personalrum m fl och korridor: Nej
- E30 parti går up till taket: Ja
- Samtliga dörrar till vårdrum, föråd etc stängs automatiskt vid brand: Nej
- Kilar för att hålla dörrar uppställda finns: Nej

Komponentvärde = 3

### ***K<sub>7</sub> – Dörr till utrymningsväg***

Brandtekniskt rätt klassad dörr som normalt är låst.

Komponent värde = 1

### ***K<sub>8</sub> - Automatiskt brandlarm***

#### **A. Typ av detektorer och placering (heltäckande system)**

Rökdetektorer i rummen och värme - eller rökdetektorer i korridoren ger delvärde 3

#### **B. Kontrollsystem**

Interkontroll av personal en gång i veckan. Kontroll av fastighetsskötarna i gång i månaden och externkontroll av brandlarmsföretaget in gång i halvåret. Ger delvärde 5.

#### **C. Larmöverföring**

Direkt förbindelse till räddningstjänsten utan larmlagring. Ger delvärde 5.

Komponentvärde =  $(4*3+3*5+3*5)/10 = 4,2$

### ***K<sub>9</sub> – Utrymningslarm***

- Aktivering: Automatiskt/Manuellt

- Teknisk utrustning som i stort följer SBFs rekommendationerna om utrymningslarm: Ja

- Automatisk larmöverföring till annan avdelning finns samt att det finns en förberedd planering att bistå vid utrymning: Ja

- Typ av informationsöverföring: Signal från telefonerna och text att brandlarm gått.

Komponentvärde = 4

### ***K<sub>10</sub> – Sprinkler***

Sprinkler saknas.

Komponentvärde = 0

### ***K<sub>11</sub> - Hiss som utrymningsväg***

Hiss som kan användas som utrymningsväg vid brand saknas.

Komponentvärde = 0

### ***K<sub>12</sub> – Utrymningsvägar***

- Primär utrymningsväg: Horisontell utrymningsmöjlighet

- Alternativ utrymningsväg: Utrymningsväg via trappa

- Utrymningsvägens bredd: Primära är 1,2 den alternativa är 0.9

Komponentvärde = 3

### ***K<sub>13</sub> – Ytskikt på väggarna***

Brandteknisk klass 1 målarfärg på väv

Komponentvärde = 5

### ***K<sub>14</sub> - Ytskikt på innertak***

Obrännbar isolering på undertaket betong på taket ovan undertaket.

Komponentvärde = 5

### ***K<sub>15</sub> – Ventilationssystem***

## **A. System**

Gemensamt för flera avdelningar.

## **B. Försvårande åtgärder**

Försvårande åtgärder som brandspjäll finns mellan avdelningarna.

Komponentvärde = 4

## ***K<sub>16</sub> – Lös inredning***

Sparsamt möblerade vårdrum, få möbler i korridorerna, trämöbler i vardagsrummet och dörrar till förråd saknas.

Komponentvärde = 2

## ***K<sub>17</sub> – Fasta riskkällor***

### **A. Rutin för fasta brandkällor**

Rutiner för hantering av brandfarlig vara finns.

### **B. Rökning**

Rökning förekommer ej inom avdelningen. Separat röktrum finns för hela huset.

### **C. Risk för anläggning av brand**

Mycket liten risk för att patienter kan anlägga brand.

Komponentvärde = 5

## ***K<sub>18</sub> – Nödbelysning***

### **A. Strömförsörjning**

Nödbelysning tänds endast om central matning till huset eller motsvarande bryts.

### **B. Kontroll av nödbelysningsfunktionen**

Kontroll utförs en gång i halvåret.

Komponentvärde = 3

## ***K<sub>19</sub> – Brandgasevakuering***

System för brandgasevakuering saknas.

Komponentvärde = 0

## ***K<sub>20</sub> – Vägledande markeringar***

### **A. Typ av skyltar**

Blandat äldre och nyare skyltar. Ca hälften av varje.

## **B. Belysning av markeringar (utrymning)**

Efterlysande skyltar

## **C. Övriga Markeringar**

Markering av släckutrustning finns.

Komponentvärde = 2

## ***K<sub>21</sub> – Brandsläckningsutrustning***

### **A. Släckutrustning (handbrandsläckare och inomhusbrandposter)**

Finns i tillräcklig omfattning och är kontrollerade.

### **B. Utbildning**

Mer än 75 % har utbildats på brandsläckning.

Komponentvärde = 5

## ***K<sub>22</sub> - Räddningstjänstens insats***

### **A. Typ av förststyrka**

Första styrkan är 1+4. Ger delvärde 5.

### **B. Insatstid**

Dokumenterad insatstid på 10 min. Ger delvärde 3

### **C. Tillgänglighet**

Körbar väg fram till instatsvägen. Ger delvärde 5

### **D. Förberedd insatsplan**

Förberedd insatsplan finns ej men personalen är orienterad. Ger delvärde 2.

Komponentvärde =  $(3*5+4*3+5+2*2)/10 = 3,6$

## ***K<sub>23</sub> - Geometrisk utformning***

Rak enkelkorridor med rum på två sidor. Inga vertikala höjdskillnader.

Komponentvärde = 4

## ***K<sub>24</sub> – Våning ovan mark***

Belägen över 2:a våningsplanet

Komponentvärde = 1

## ***K<sub>25</sub> - Drift och underhåll***

- Rutiner för rapportering av trasig utrustning och brandtillbud: Ja

- Intern kontroll förutom brandsyn finns organiserad: Ja

Komponentvärde = 5

***K<sub>26</sub> – Larmstyrka på sjukhuset***

Larmstyrka saknas.

Komponentvärde = 0

## Tabell för beräkning av BSV vård

### Innan åtgärder.

Komponent	Gradering	Vikt	Produkt
Personal	3,7	0,127	0,4699
Patient	2,6	0,065	0,169
Gångavstånd till utrymningsväg	1	0,027	0,027
Brandcellsgräns i bjälklag	4	0,026	0,104
Brandcellsgräns i vägg	4	0,019	0,076
Interna dörrar och väggar	3	0,032	0,096
Dörr till utrymningsväg	1	0,023	0,023
Automatiskt brandlarm	4,2	0,043	0,1806
Utrymningslarm	4	0,031	0,124
Sprinkler	0	0,054	0
Hiss som utrymningsväg	0	0,006	0
Utrymningsvägar	3	0,028	0,084
Ytskikt på väggar	5	0,026	0,13
Ytskikt på tak	5	0,019	0,095
Ventilationssystem	2	0,08	0,016
Lös inredning	2	0,049	0,098
Fasta riskkällor	5	0,006	0,03
Nödbelysning	3	0,029	0,087
Brandgasevakivering	0	0,016	0
Vägledande markeringar	2	0,059	0,118
Brandsläckningsutrustning	5	0,042	0,21
Räddningstjänstens insats	3,6	0,016	0,0576
Geometrisk utformning	4	0,016	0,064
Våning ovan mark	1	0,026	0,026
Drift och underhåll	5	0,077	0,385
Larmstyrka på sjukhuset	0	0,055	0
		Summa	2,67



## Bilaga 7: Känslighetsanalys på de simulerade värdena

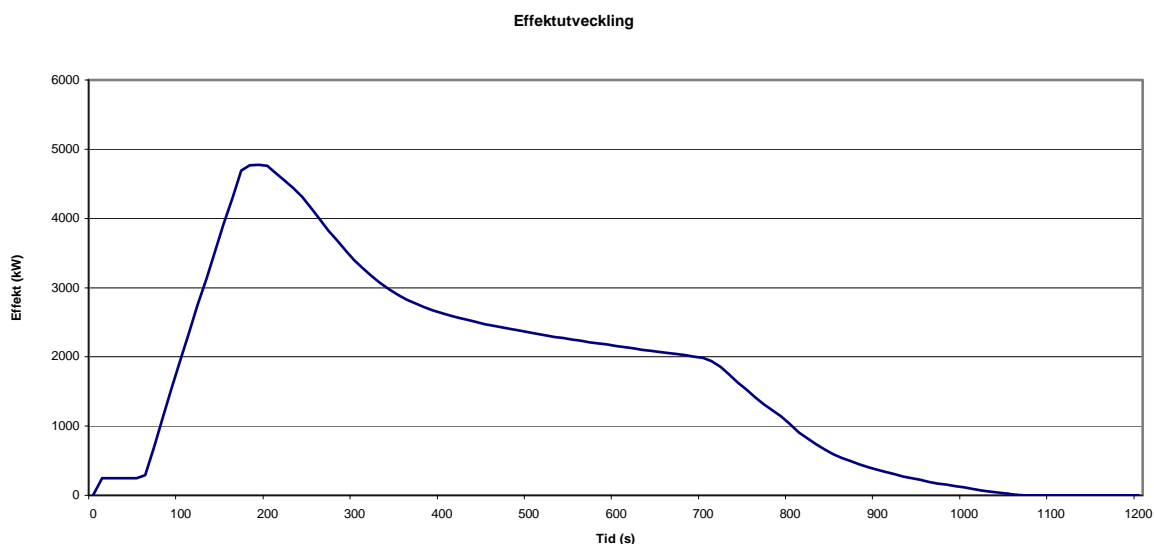
### Syfte

Att kontrollera de valda ingångsvärdena och förändra dem bit för bit. Blir slutresultatet alldeles för avvikande från de ursprungliga, bör detta beaktas i slutsatserna.

### **Känslighetsanalys i avseende på Effektutvecklingen i brandrummen**

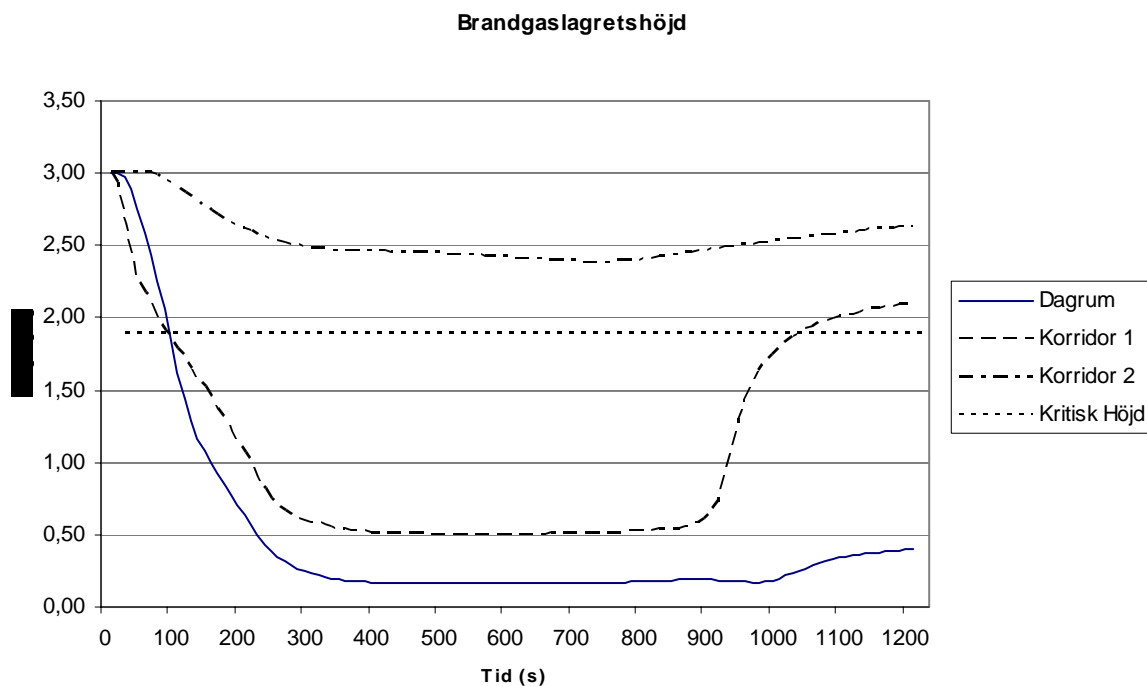
För att testa känsligheten på simuleringarna av brandförloppen har de tidigare effektkurvorna ökats till en högre och snabbare effektutveckling, men för övrigt med samma förutsättningar som i de tidigare fallen.

### Brand i tvättstuga Öppen dörr

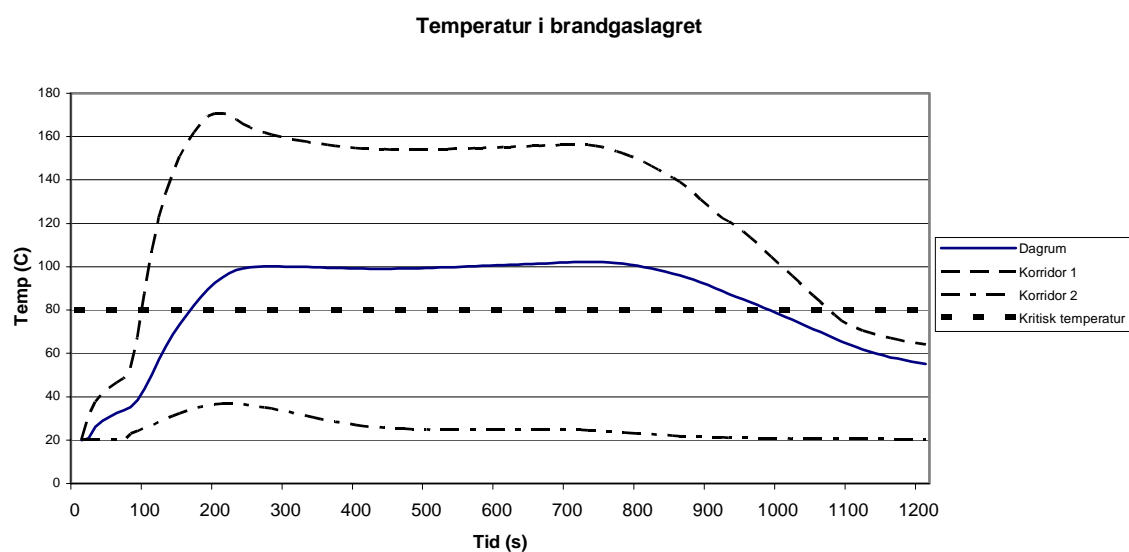


Figur 1: Effektutveckling i tvättstuga.

Istället för en maximal effektutveckling på 3,5 MW nådde denna brand upp till 4,7 MW vilket i sin tur ger effekter på brandgaslagrets höjd och på temperaturen i brandgaslagret enligt figur 2 och 3.



Figur 2: Brandgaslagrets höjd.



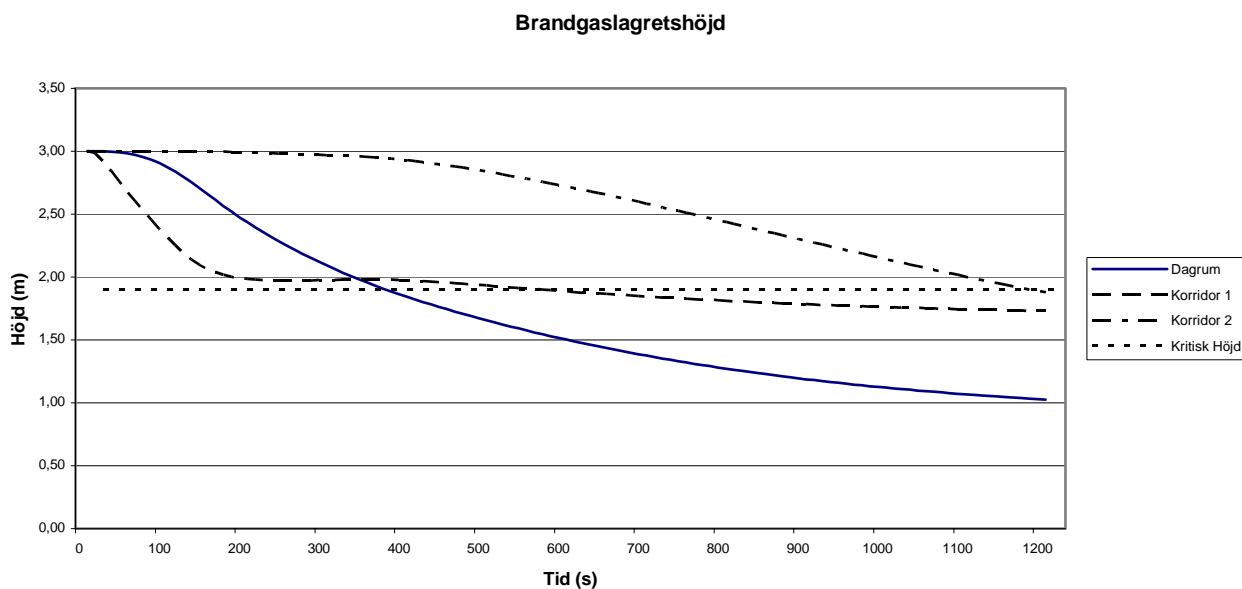
Figur 3: Temperatur i brandgaslagret.

Som de ovan redovisade diagrammen i figur 1 och 2 visar når brandgaslagret sin kritiska höjd efter 1,5 min i korridor del 1 och i dagrummet. Temperaturen blir kritisk efter samma tid. Motsvarande fall för den simulerade effektutvecklingen i det tidigare fallet (se bilaga 2), betyder att kritiska värden för brandgaslagrets höjd nås efter 1,5 min och temperaturen efter ca 2 min.

Kritiska värden nås i korridoren utanför och i dagrummet efter ca 1,5 min. När 5 min har gått kommer brandgaslagret att befinna sig nära golvet på 0.5m höjd.

## Brand i tvättstuga Stängd otät dörr

Dörren till tvättstugan kanske inte håller måttet så en simulering gjordes med en otät dörr. Denna hade en springa mot korridoren som mätte 1,8 cm längs med hela dörrens karm, två procent av dörrbredden. Resultatet blev en spridning av brandgaser till korridorerna och dagrummet.

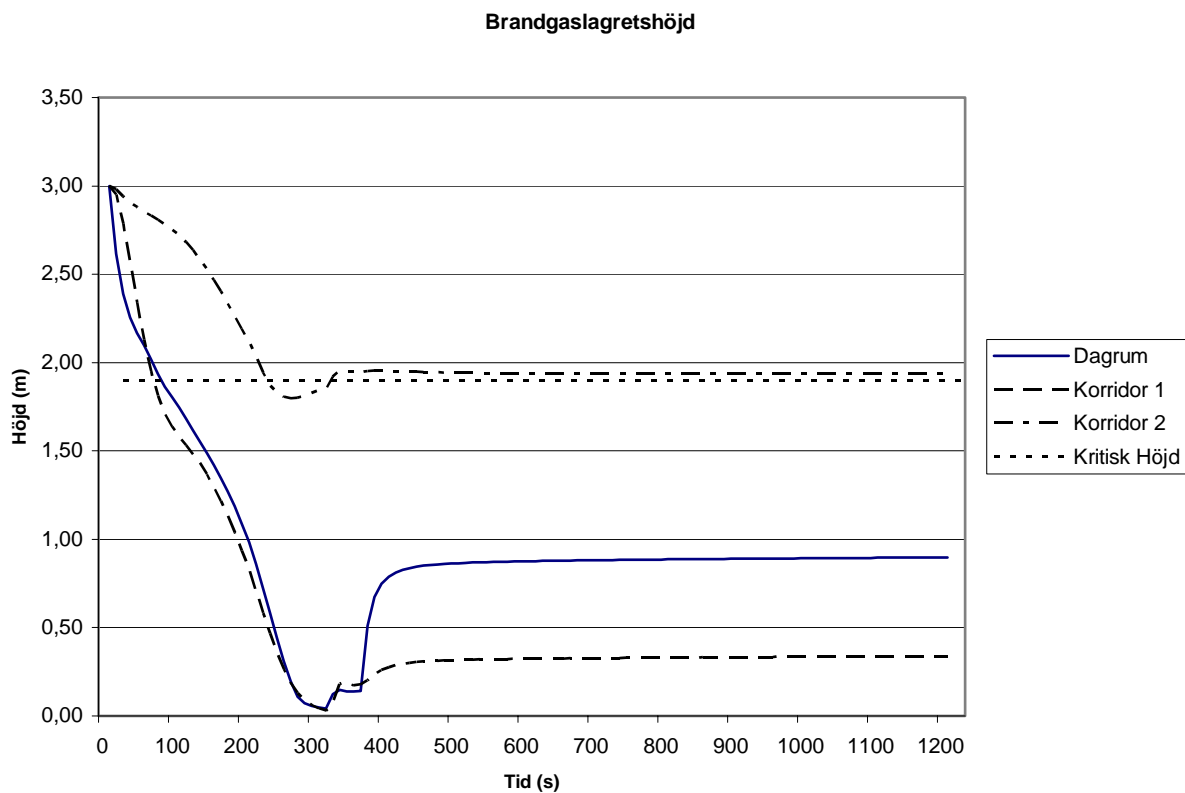


Figur 4: Brandgaslagrets höjd.

Som ses i figur 4 kommer den kritiska höjden att uppnås efter 6,5 min i korridor del 1 och efter 9,5 min i dagrummet. Inga av de andra dimensionerande värdena når i närheten av dess kritiska nivå. Skulle dörrens otäthet motsvara den 1,8 cm breda springa som användes i simuleringarna kommer utrymning kunna ske i tillfredställande utsträckning.

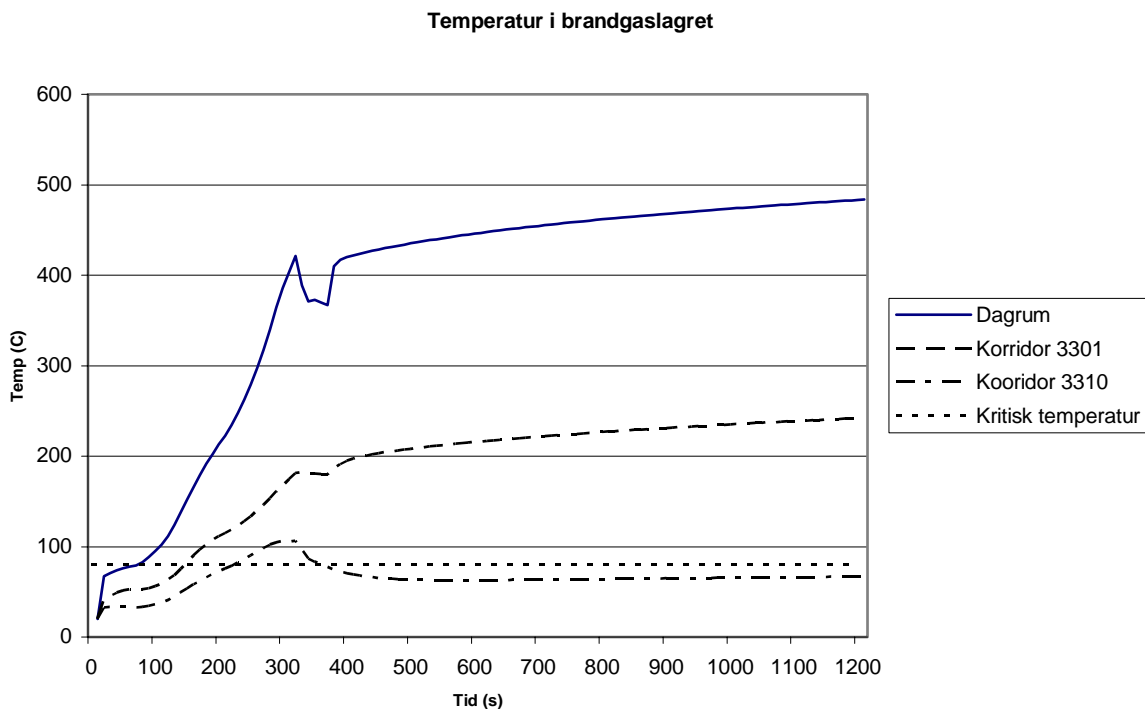
## Brand i Dagrum

Branden simulerades med en större effektutveckling än tidigare, Fast istället för Medium, och gav följande utveckling av brandgaslagret, se figur 5.



Figur 5: Brandgaslagrets höjd

Den högre effekten gav bara en marginellt snabbare sänkning av brandgaslagret 90s istället för 100s. Fallet är så pass allvarligt redan från början. Temperaturen däremot höjdes ungefär dubbelt så snabbt i detta fall, se figur 6.



Figur 6: Temperatur i brandgaslagret.

Effektutvecklingen kommer således att starkt påverka hur väl utrymning kan ske i detta fall. Här har personalen bara hälften så lång tid på sig att slutföra utrymningen.

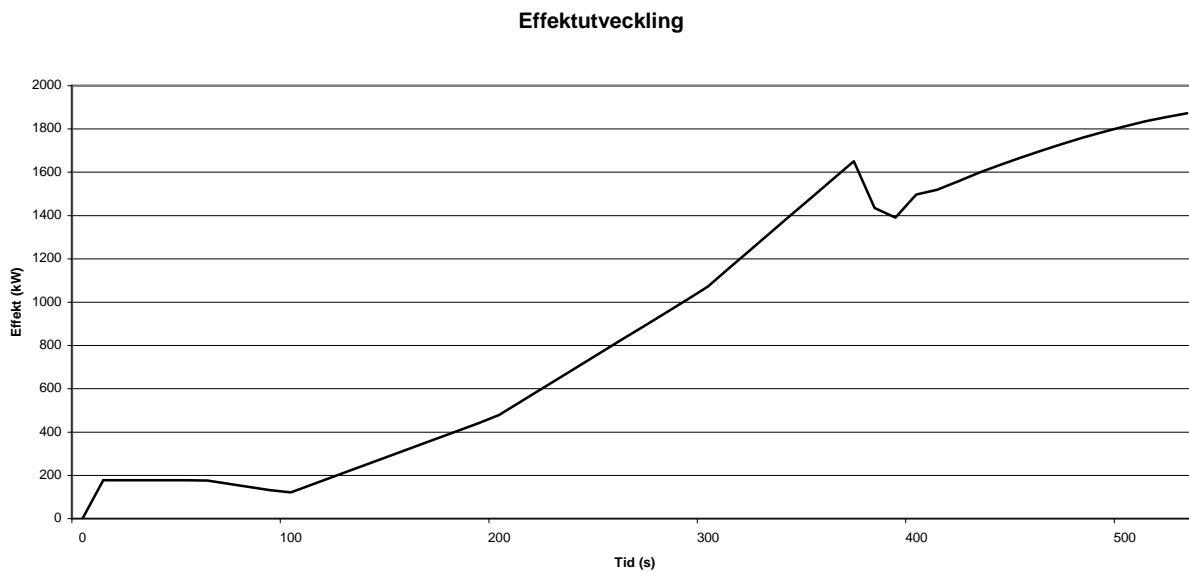
### Brand i vådrum

För att ytterligare säkerhetsställa riktigheten i beräkningarna görs handberäkningar med avseende på sikten. Rökpotentialen tas från SFPE-handboken och är mellan 0,6-0,8 m<sup>2</sup>/g för de plaster som kan finnas i madrasser. Den volym som ska fyllas är ca 730 m<sup>3</sup>. Brandgaserna antas blandas homogent över hela volymen.

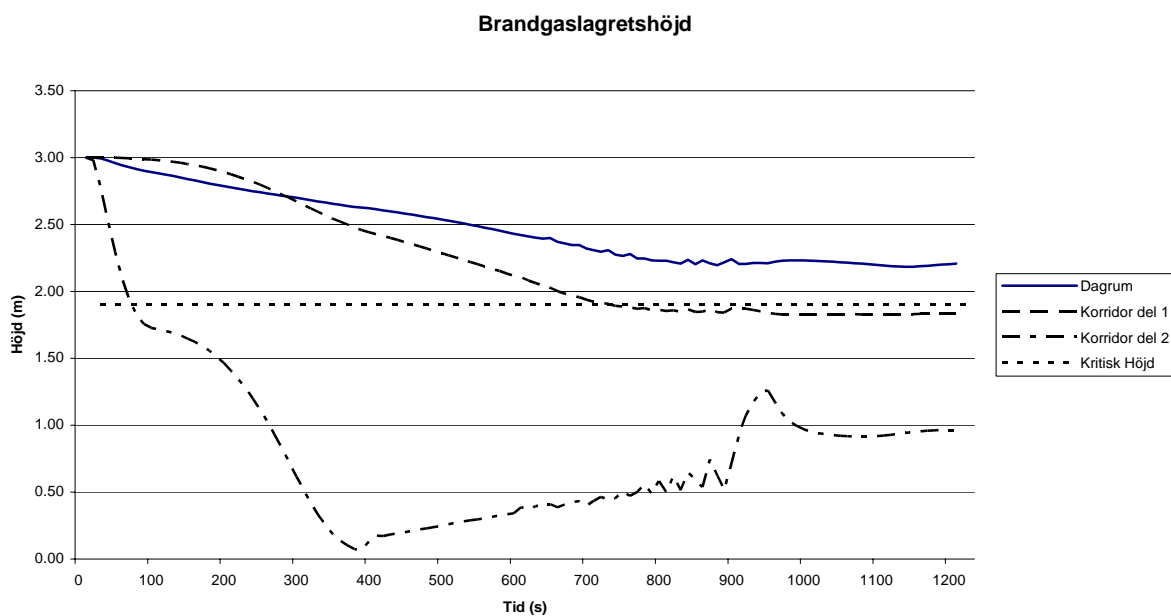
Plast	Rökpotential	Rökpotential	Kritisk sikt	Kritisk massa	Tid till kritisk sikt
1	0,6 m <sup>2</sup> /g	6 m <sup>3</sup> /g	10 m	1217 g	ca: 2min
2	0,8 m <sup>2</sup> /g	8 m <sup>3</sup> /g	10 m	912 g	ca: 2min

Som tabellen visar kan madrassen på kort tid försämra sikten och i likhet med andra simuleringar orsaka kritiska förhållanden i korridoren utanför. De handberäknade värdena stämmer bra överens med Cfast-beräkningarna.

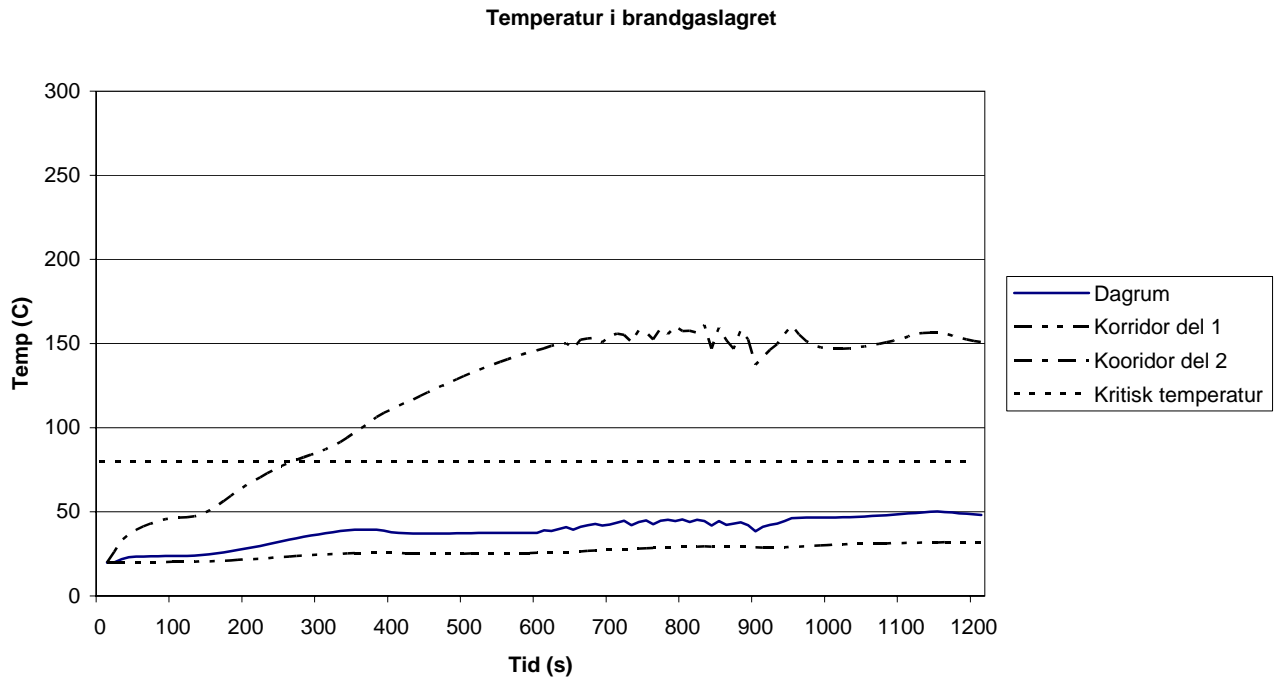
Branden simulerades även med en mediumkurva för att se resultatet av en brandspridning från sängen till övriga rummet



Figur 7: Effektutveckling.



Figur 8: Brandgaslagretshöjd.



Figur 9: Temperatur i brandgaslagret.

Diagrammen i figur 7, 8 och 9 visar att om brandbelastningen i vådrummen ökar kommer kritiska förhållanden att uppnås tidigare. Det är därmed viktigt att hålla brandbelastningen så låg som möjligt.

## Känslighetsanalys för utrymningsberäkningar med ERM

ERM 's indata värden är svåra att ändra på, ex rörelsehastigheten och mängden hjälp som en viss patientgrupp behöver är fixa fördefinierade värden. Man skulle kunna byta patientgrupp men det saknar mening för försöket då patienterna på ROS är kända och deras behov av hjälp likaså. Detta kan därför accepteras och ingen analys av dessa indata görs.

En bättre uppskattning av hur snabbt rörelsehindrade personer med eller utan hjälp rör sig, än de som redan finns som ingångsvärden i ERM-programmet, är ej troligt att finna utan att göra ett väl underbyggt försök med verkliga personer. En handberäkning anses då vara onödig då tiderna som erhållits på intet sätt verkar vara orimliga samt att uppskattningen av personernas rörelsehastighet blir för osäker.

Personalens reaktionstider och tiden det tar för personal att förbereda en boende för förflyttning kan variera men de har i förhållande till själva förflyttningstiden ringa vikt och kan bortses från.

En analys av hur ett direktadresserat alarm skulle påverka utrymningstiden i den nuvarande organisationen som finns på ROS ger följande resultat.

Simulering	Utrymningsväg	Tid med direkt-adresserat larm	Tid utan direkt-adresserat larm
SIM 1	Till Flygel	7 min 20 s	7 min 30 s
SIM 2	Genom Trapphus	13 min 30 s	14 min 30 s
SIM 3	Till Flygel och genom Trapphus	9 min	10 min

Tabell: jämförelse tabell mellan Tider Direkt- och Icke direkt adresserat larm

Här visas att skillnaderna blir små, högst runt en minut. Detta kan med andra ord i fortsättningen också bortses från vad gäller den rena utrymningstiden. Man bör dock ta hänsyn till är att tydlighet och risken för missförstånd minskar vid ett direktadresserat larm.

Mängden personals påverkan på utrymningstiden behöver undersökas. Här används först antal personal som enligt rutinerna på ROS idag kommer att medverka (6st). Det ökas sedan till det maximala antal som kan förväntas kunna medverka i värsta fallet, nattetid (8st). Ett försök där antalet personal minskas görs också för att dels ge jämförelsevärden och för att visa hur kraftigt beroende utrymningstiden är av personalantalet. Tanken är här dels att visa vad som händer ifall att en person ur personalen skulle vara uppbunden på något sätt exempelvis med en släckinsats eller möjligen ha blivit skadad, samt för att visa hur man kan förbättra utrymningstiden med mer personal. Här listas nu de olika simuleringarna i tabell med resulterande tid följt av specifikation av de olika simuleringarna.



Simulering	Antal personal	Utrymningsväg	Tidsåtgång
SIM 1	6	Till Flygel	7 min 30 s
SIM 2	6	Genom Trapphus	14 min 30 s
SIM 3	6	Till Flygel och genom Trapphus	10 min
SIM 4	8	Till Flygel	5 min 30 s
SIM 5	8	Genom Trapphus	10 min 30 s
SIM 6	8	Till Flygel och genom Trapphus	7 min
SIM 7	5	Till Flygel	8 min
SIM 8	5	Genom Trapphus	19 min
SIM 9	5	Till Flygel och genom Trapphus	13 min
SIM 10	7	Till Flygel	5 min 30 s
SIM 11	7	Genom Trapphus	13 min
SIM 12	7	Till Flygel och genom Trapphus	9 min

Tabell: Redovisning resultat för utrymningstiden från simuleringar i ERM

De simuleringar som är listade tillsammans är likartade i fråga om utrymningsriktning, men skilda åt i fråga om antal personal. Skiljer sig gör också simulering 6 och 12 som behandlas för sig. Återigen förutsätts att samtliga dörrar i trapphusen går att öppna både för ut- och inträde.

- SIM1, 4, 7 och 10: Utrymning sker här till angränsande flygel, i samma våning, med samtliga vårdtagare.
- SIM 2, 5, 8 och 11: Utrymningen görs nedför trapp till nästa våning, samtliga vårdtagare.
- SIM 3 och 9: Utrymning sker i två olika riktningar, delvis till angränsande flygel på samma våning (6 vårdtagare), delvis nedför trapp till nästa våning (8 vårdtagare) När samtliga 6 personer som skall utrymmas till angränsande våning är utrymda går samtliga sköterskor över till del två via trapphus
- SIM 6: Utrymning sker i två olika riktningar, delvis till angränsande flygel på samma våning (6 vårdtagare), delvis nedför trapp till nästa våning (8 vårdtagare) och med en personalstyrka på 8 sköterskor. Här delar personalen upp sig på så sätt att 6 stycken hjälper ut de patienter som bor i del 1 samtidigt som de två övriga i personalen fortsätter in på del 2 och påbörjar utrymning där. När samtliga 6 personer som skall

utrymmas till angränsande våning är utrymda går samtliga sköterskor över till del två via trapphus.

- SIM 6: Utrymning sker i två olika riktningar, delvis till angränsande flygel på samma våning (6 vårdtagare), delvis nedför trapp till nästa våning (8 vårdtagare) och med en personalstyrka på 7 sköterskor. Här delar personalen upp sig på så sätt att 6 stycken hjälper ut de patienter som bor i del 1 samtidigt som en i personalen fortsätter in på del 2 och påbörjar utrymning där. När samtliga 6 personer som skall utrymmas till angränsande våning är utrymda går samtliga sköterskor över till del två via trapphus.

Vi ser i en jämförelsetabell hur tiderna i olika utrymnings scenarier förändras vid förändringar i antalet personal som är närvarande. Den sämsta tiden fås i samtliga fall vid närvaron av fem personal och den bästa tiden fås i två fall vid närvaron av åtta personal. I fallet med utrymning till flygel så delar simuleringarna med personal styrka sju och åtta på den kortaste tiden.

Antal personal	Till Flygel	Genom Trapphus	Till Flygel och Genom Trapphus
5 pers	8 min	19 min	13 min
6 pers	7 min 30 s	14 min 30 s	10 min
7 pers	5 min 30 s	13 min	9 min
8 pers	5 min 30 s	10 min 30 s	7 min

Tabell: Jämförelse tabell för tider vid olika antal personal

Tabellen visar också på att den föreslagna förändringen att öka antalet personal som hjälper till vid en utrymning också gör att utrymningstiderna blir mindre känsliga om någon person skulle falla bort.

## **Bilaga: 8 Graderade komponenter enligt BSV – vård – med åtgärder**

### ***K<sub>1</sub> – Personal***

#### **A. Kunskap och Övning**

Ingen förändring ger delvärde 5.

#### **B. Förhållandet mellan patienter och personal**

Ingen förändring delvärde 2

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

Två vårdbiträden och sjuksköterska ger delvärde 5.

Komponentvärde =  $(5*5+3*2+2*5)/10 = 4,1$

### ***K<sub>2</sub> - Patienter***

#### **A. Antal patienter i varje vådrum**

Patienter per rum 1-2 inga patienter i korridor ger delvärde 5

#### **B. Patienterna hjälpbehov**

Fler än en tredjedel av patienterna behöver hjälp av en personal hela vägen ut eller behöver hjälp av två personer hela vägen ut ger delvärde 2

Komponentvärde =  $(5+4*2)/5 = 2,6$

### ***K<sub>3</sub> - Gångavstånd till närmsta utrymningsväg***

Med den installerade brandcellsavgränsningen minskar gångavståndet till horisontell utrymningsväg till under 30 m.

Komponentvärde = 5

### ***K<sub>4</sub> - Brandcellsgräns i bjälklag***

#### **A. Brandteknisk klass på golv och bjälklag**

Föreskriven klass.

#### **B. Tätning av genomföring**

Hål i golv och tak är tätat.

#### **C. Rutin för tätning**

Dokumentation för interna rutiner finns.

Komponentvärde = 5

### ***K<sub>5</sub> - Brandcellsgräns i vägg***

#### **A. Brandteknisk klass på vägg till annan brandcell**

Föreskriven klass.

#### **B. Tätning av genomföring**

Hål i väggen tätat

#### **C. Rutin för tätning**

Dokumentation för interna rutiner finns.

#### **D. rännbar yttervägg**

Ytterväggen är inte brännbar.

Komponentvärde = 5

### ***K<sub>6</sub> – Interna dörrar och väggar***

#### **Underkomponenter:**

- Minst E30 mellan vårdrum och korridor: Ja
- Minst E30 parti mellan dagrum, personalrum m fl och korridor: Nej
- E30 parti går up till taket: Ja
- Samtliga dörrar till vårdrum, föråd etc stängs automatiskt vid brand: Ja
- Kilar för att hålla dörrar uppställda finns: Nej

Komponentvärde = 4

### ***K<sub>7</sub> – Dörr till utrymningsväg***

Brandtekniskt rätt klassad dörr som normalt är stängd och försedd med låskolv.

Komponent värde = 5

### ***K<sub>8</sub> - Automatiskt brandlarm***

#### **A. Typ av detektorer och placering (heltäckande system)**

Rökdetektorer i rummen och värme - eller rökdetektorer i korridoren ger delvärde 3

#### **B. Kontrollsystem**

Interkontroll av personal en gång i veckan. Kontroll av fastighetsskötarna i gång i månaden och externkontroll av brandlarmsföretaget in gång i halvåret. Ger delvärde 5.

#### **C. Larmöverföring**

Direkt förbindelse till räddningstjänsten utan larmlagring. Ger delvärde 5.

Komponentvärde =  $(4*3+3*5+3*5)/10 = 4,2$

### ***K<sub>9</sub> – Utrymningslarm***

- Aktivering: Automatiskt/Manuellt
- Teknisk utrustning som i stort följer SBFs rekommendationerna om utrymningslarm: Ja
- Automatisk larmöverföring till annan avdelning finns samt att det finns en förberedd planering att bistå vid utrymning: Ja
- Typ av informationsöverföring: Signal från telefonerna och text att brandlarm gått.

Komponentvärde = 4

### ***K<sub>10</sub> – Sprinkler***

Sprinkler saknas.

Komponentvärde = 0

### ***K<sub>11</sub> - Hiss som utrymningsväg***

Hiss som kan användas som utrymningsväg vid brand saknas.

Komponentvärde = 0

### ***K<sub>12</sub> – Utrymningsvägar***

- Primär utrymningsväg: Horisontell utrymningsmöjlighet
- Alternativ utrymningsväg: Utrymningsväg via trappa
- Utrymningsvägens bredd: Primära är 1,2 den alternativa är 0.9

Komponentvärde = 3

### ***K<sub>13</sub> – Ytskikt på väggarna***

Målarfärg på väv.

Komponentvärde = 5

### ***K<sub>14</sub> - Ytskikt på innertak***

Obrännbar isolering på undertaket betong på taket ovan undertaket.

Komponentvärde = 5

### ***K<sub>15</sub> – Ventilationssystem***

## **A. System**

Gemensamt för flera avdelningar.

## **B. Försvårande åtgärder**

Försvårande åtgärder som brandspjäll finns mellan avdelningarna.

Komponentvärde = 4

## ***K<sub>16</sub> – Lös inredning***

Sparsamt möblerade vårdrum, få möbler i korridorerna, trämöbler i vardagsrummet och dörrar till förråd.

Komponentvärde = 4

## ***K<sub>17</sub> – Fasta riskkällor***

### **A. Rutin för fasta brandkällor**

Rutiner för hantering av brandfarlig vara finns.

### **B. Rökning**

Rökning förekommer ej inom avdelningen. Separat röktrum finns för hela huset.

### **C. Risk för anläggning av brand**

Mycket lite risk för att patienter kan anlägga brand.

Komponentvärde = 5

## ***K<sub>18</sub> – Nödbelysning***

### **A. Strömförsörjning**

Nödbelysning tänds endast om central matning till huset eller motsvarande bryts.

### **B. Kontroll av nödbelysningsfunktionen**

Kontroll utförs en gång i halvåret.

Komponentvärde = 3

## ***K<sub>19</sub> – Brandgasevakuering***

System för brandgasevakuering saknas.

Komponentvärde = 0

## ***K<sub>20</sub> – Vägledande markeringar***

### **A. Typ av skyltar**

Blandat äldre och nyare skyltar. Ca hälften av varje.

## **B. Belysning av markeringar**

Efterlysande skyltar

## **C. Övriga Markeringar**

Markering av släckutrustning finns.

Komponentvärde = 2

## ***K<sub>21</sub> – Brandsläckningsutrustning***

### **A. Släckutrustning**

Finns i tillräcklig omfattning och är kontrollerade.

### **B. Utbildning**

Mer än 75 % har utbildats på brandsläckning.

Komponentvärde = 5

## ***K<sub>22</sub> - Räddningstjänstens insats***

### **A. Typ av förststyrka**

Första styrkan är 1+4. Ger delvärde 5.

### **B. Insatstid**

Dokumenterad insatstid på 10 min. Ger delvärde 3

### **C. Tillgänglighet**

Körbar väg fram till instatsvägen. Ger delvärde 5

### **D. Förberedd insatsplan**

Förberedd insatsplan finns ej men personalen är orienterad. Ger delvärde 2.

Komponentvärde =  $(3*5+4*3+5+2*2)/10 = 3,6$

## ***K<sub>23</sub> - Geometrisk utformning***

Rak enkelkorridor med rum på två sidor. Inga vertikala höjdskillnader.

Komponentvärde = 4

## ***K<sub>24</sub> – Våning ovan mark***

Belägen över 2:a våningsplanet

Komponentvärde = 1

## ***K<sub>25</sub> - Drift och underhåll***

- Rutiner för rapportering av trasig utrustning och brandtillbud: Ja

- Intern kontroll förutom brandsyn finns organiserad: Ja

Komponentvärde = 5

***K<sub>26</sub> – Larmstyrka på sjukhuset***

Larmstyrka saknas.

Komponentvärde = 0



## Tabell för beräkning av BSV – vård

### Efter åtgärder

Komponent	Gradering	Vikt	Produkt
Personal	4,1	0,127	0,5207
Patient	2,6	0,065	0,169
Gångavstånd till utrymningsväg	5	0,027	0,105
Brandcellsgräns i bjälklag	5	0,026	0,13
Brandcellsgräns i vägg	5	0,019	0,095
Interna dörrar och väggar	4	0,032	0,128
Dörr till utrymningsväg	5	0,023	0,115
Automatiskt brandlarm	4,2	0,043	0,1806
Utrymningslarm	4	0,031	0,124
Sprinkler	0	0,054	0
Hiss som utrymningsväg	0	0,006	0
Utrymningsvägar	3	0,028	0,084
Ytskikt på väggar	5	0,026	0,13
Ytskikt på tak	5	0,019	0,095
Ventilationssystem	2	0,08	0,016
Lös inredning	4	0,049	0,196
Fasta riskkällor	5	0,006	0,03
Nödbelysning	3	0,029	0,087
Brandgasevakuering	0	0,016	0
Vägledande markeringar	2	0,059	0,118
Brandsläckningsutrustningar	5	0,042	0,21
Räddningstjänstens insats	3,6	0,016	0,0576
Geometrisk utformning	4	0,016	0,064
Våning ovan mark	1	0,026	0,026
Drift och underhåll	5	0,077	0,385
Larmstyrka på sjukhuset	0	0,055	0
		Summa	3,0

## **Bilaga 9: Teori om Detact T2**

Programmet Detact T2 räknar ut ett simulerat värde på detektionstiden för värmedetektorer. Detact T2 behöver ingångsdata i form av rumshöjden, avståndet mellan detektorerna, rumstemperaturen, detektionstemperaturen, tillväxthastigheten på branden samt RTI värdet på detektorn.

Programmet beräknar en plym efter den standardiserade branden (Slow, Medium, Fast Ultrafast), därefter en takstråle till detektorn. Dessa teoretiska modeller tar fram en temperaturförändring per tidsenhet vid detektorn. Detektionstemperaturen kan anges antingen som en differential temperatur (temperaturhöjning per tidsenhet) eller en maximaltemperatur och dessa värden korrigeras med RTI värdet som ger en fördröjning av utlösningen av brandlarmet.

Rökdetektorernas detektions tid kan också simuleras. Detta görs genom att approximera RTI värdet till 1 och att maxtemperaturen sätt till 15°C över rumtemperaturen. Värdena motsvarar en snabb detektions tid.

Många bränder startar som glödbränder, det vill säga att rökutveckling är relativt hög i förhållande till värmeutveckling och spridningshastigheten. Detta medför att detektion med rökdetektorer i vissa fall kan ske innan brandtillväxten går att approximera med en  $\dot{t}^2$ -kurva.



Brandteknisk riskvärdering av  
ROS Omsorg & Service  
Norrtälje

Rapport 9271  
Brandteknik  
LTH