



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet
Avdelningen för brandteknik

Rapport 9272

Brandteknisk riskvärdering av
Psykiatriska
Intensivvårdsavdelningen
Växjö
2005



Av: Daniel Eggertsen
Carl Johan Herbst
Daniel Persson
Oscar Rehnström

Handledare: Robert Jönsson
Hans Svensson

Titel

Brandteknisk riskvärdering av Psykiatriska Intensivvårdsavdelningen i Växjö

Title

Fire safety evaluation of the psychiatric intensive care ward in Växjö

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.

Författare

Daniel Eggertsen
Carl Johan Herbst
Daniel Persson
Oscar Rehnström

Brandingenjörsutbildningen
Lund, December 2005

Keywords

Fire safety evaluation, psychiatric intensive care ward, Växjö, Locked emergency exit, Critical conditions, Smoke, Evacuation, CFAST, ERM

Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds Universitet
Box 118
221 00 Lund
E-mail: brand@brand.lth.se

Department of Fire Safety Engineering
Faculty of Engineering
University of Lund
Box 118
221 00 Lund
E-mail: brand@brand.lth.se

Erkännanden

Vi vill rikta ett stort tack till följande personer som varit med och hjälpt oss vid arbetet med denna rapport.

Ingemar Carlsson, avdelningschef, PIVA, Landstinget Kronoberg

Leif Cesar, fastighetsförvaltare, Landstinget Kronoberg

Håkan Frantzich, universitetslektor, brandteknik, Lunds Tekniska Högskola

Daniel Gojkovic, universitetsadjunkt, brandteknik, Lunds Tekniska Högskola

Tommy Hertzberg, tekn Dr, forskare, branddynamik, Statens provningsanstalt.

Lars Jensen, avdelningen för installationsteknik, Lunds Tekniska Högskola

Boris Jonsson, planeringschef samt stf. psykiatridirektör, Landstinget Kronoberg

Robert Jönsson, avdelningschef, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola

Rune Olsson, ventilationsingenjör, FLK Sverige AB

Hans Svensson, brandingenjör, Värends räddningstjänst

Thuresson Per, biträdande sektionschef branddynamik, Statens provningsanstalt

Värends räddningstjänst

Abstract

This report aims at a fire safety evaluation of PIVA, the psychiatric intensive care ward in Växjö. There are six beds in the ward but sometimes there are more patients and sometimes less. In PIVA patients are treated from one to six days. The report mainly focuses on prospective evacuation of the ward and on the improvements required for a satisfactory evacuation.

The current fire protection has been inspected and the inspection revealed that there are things to improve.

Exits are locked and staff is consequently crucial for means of evacuation.

In equivalent wards, fires are most likely to be intentional.

Fire safety evacuation using engineering methods show that the fire protection in PIVA currently does not comply with standard requirements. In order to improve the fire protection, measures have been suggested below in order of priority.

- Bedroom mattresses must be replaced by SS 876 00 10 mattresses. Those mattresses are self-extinguished in the case of fire.
- Staff must receive appropriate training and evacuation procedure must be practiced.
- In the passage between the assembly room and the corridor, a self closing door must be installed.
- Self closing bedroom doors must be installed.

Sammanfattning

Denna rapport avser en brandteknisk riskvärdering av den psykiatriska intensivvårdsavdelningen på Sigfridsområdet i Växjö, PIVA. På avdelningen finns sex vårdplatser, men det förekommer såväl högre som lägre belastning. På PIVA behandlas patienterna ett till sex dygn. Rapporten lägger huvudvikt på huruvida utrymningen från avdelningen i dagsläget är möjlig, samt vad som behöver förbättras för att en fullgod utrymning skall kunna genomföras.

Det befintliga brandskyddet har kontrollerats under objektsbesök. Här visade det sig finnas brister vilka skall åtgärdas.

Genom en enkätundersökning på avdelningen framkom att brister finns gällande brandutbildning och att personalen själva önskar de fick mer utbildning. Detta är oerhört viktigt då patienternas utrymningsmöjlighet helt vilar i personalens händer. Detta då utrymningsdörrar är låsta samt patienternas psykiska tillstånd omöjliggör utrymning på egen hand.

På liknande vårdinrättningar har det visat sig att den troligaste brandorsaken är anlagda bränder. För att minimera konsekvenser av anlagda bränder är materialval på avdelningen viktigt. De madrasser som idag finns på PIVA, liksom på många övriga vårdinrättningar i Sverige, är brandklassade och motstår en mindre tändkälla som exempelvis en glödande cigarett. Brandklassningen betyder inte att de motstår en anlagd brand.

Utrymningsmöjligheten vid brand har studerats genom simuleringar samt ingenjörsmässiga antaganden. Program som använts till simuleringar är CFAST, ERM och Detact T2. Utöver detta har handberäkningar utförts för att verifiera resultaten av datorprogrammen. Genom beräkningar visar det sig att brandskyddet på PIVA i dagsläget inte uppfyller rimliga krav.

Även brandgasspridning via ventilationen har beräknats och här visar det sig att spridning mellan rum är trolig medan risk för spridning mellan våningsplan inte föreligger.

För att förbättra brandskyddet till acceptabel nivå har förslag till åtgärder tagit fram. De viktigaste av dessa presenteras här med inbördes prioriteringsordning.

- Madrasser i patientrummen skall bytas till madrasser med brandklass SS 876 00 10. Dessa madrasser självslocknar vid brand.
- Personalen skall få bättre brandutbildning och utrymningsövning skall genomföras. Dock behöver övningen inte genomföras på avdelningen utan kan övas på ett liknande objekt.
- I passagen mellan dagrum och korridor skall en brandtekniskt klassad dörr, lägst E30, med dörrstängare installeras.
- Dörrstängare skall installeras på dörrar till patientrummen.

Innehållsförteckning

1 INLEDNING	15
1.1 BAKGRUND.....	15
1.2 SYFTE OCH MÅL.....	15
1.3 METOD.....	15
1.4 AVGRÄNSNING.....	15
2 BESKRIVNING AV OBJEKT	16
2.1 OBJEKTBEKRIVNING.....	16
2.2 VERKSAMHETSBEKRIVNING.....	18
2.2.1 PIVA.....	18
2.2.2 Beroendeenheten.....	19
2.3 BEFINTLIGT BRANDSKYDD.....	20
2.3.1 Brandcellsgränser.....	20
2.3.2 Larmsystem.....	21
2.3.3 Utrymning.....	21
2.3.4 Brandredskap och övrig utrustning.....	22
2.3.5 Ventilation.....	23
2.3.6 Personal, utbildning och rutiner.....	23
2.3.7 Räddningstjänstens insatsmöjligheter.....	24
3 TIDIGARE BRÄNDER PÅ PSYKIATRISKA AVDELNINGAR	25
3.1 ÖSTERSUNDS LASARETT.....	25
3.2 BRAND PÅ SIGFRIDSOMRÅDET AVDELNING 67.....	25
4 VAL AV BRANDSCENARIO	26
4.1 DIMENSIONERANDE BRAND.....	26
5 BERÄKNINGSMODELLER	28
5.1 UTRYMNING.....	28
5.1.1 ERM.....	30
5.2 BRANDFÖRLOPP.....	31
5.2.1 CFAST.....	31
5.2.2 Handberäkningar.....	31
5.3 DETEKTORAKTIVERING.....	32
5.3.1 Detact T2.....	32
5.4 VENTILATION.....	32
5.4.1 Handberäkningar.....	32
6 SCENARIO 1 – PATIENTRUM	33
6.1 BAKGRUND.....	33
6.2 FÖRUTSÄTTNINGAR.....	33
6.3 VAL AV DIMENSIONERANDE EFFEKTKURVA.....	34
6.4 BERÄKNINGAR.....	35
6.5 RESULTAT.....	36
6.6 SLUTSATS.....	38
7 SCENARIO 2 – DAGRUM	39
7.1 BAKGRUND.....	39
7.2 FÖRUTSÄTTNINGAR.....	39
7.3 VAL AV DIMENSIONERANDE EFFEKTKURVA.....	40
7.4 BERÄKNINGAR.....	40
7.5 RESULTAT.....	41

7.6 SLUTSATS	43
7.7 DISKUSSION.....	43
8 DISKUSSION KRING SCENARIER.....	44
9 BRANDGASSPRIDNING VIA VENTILATIONEN	45
9.1 BEFINTLIGT SYSTEM	45
9.2 BERÄKNINGAR.....	45
9.3 RESULTAT.....	46
9.4 SLUTSATS	48
9.5 DISKUSSION.....	49
10 KÄNSLIGHETSANALYS.....	50
11 BRANDSKYDDSVÄRDERING AV VÅRDANLÄGGNINGAR	51
11.1 RESULTAT.....	51
11.2 SLUTSATS	52
12 FÖRSLAG TILL ÅTGÄRDER	53
13 SLUTSATS.....	56
14 REFERENSER	57
14.1 BÖCKER, RAPPORTER OCH ARTIKLAR	57
14.2 PERSONER.....	58
14.3 ELEKTRONISKA KÄLLOR	58
BILAGA A - ENKÄT.....	59
A.1 ENKÄT – BRANDSKYDD.....	59
A.2 ENKÄTER – SAMMANSTÄLLNING AV SVAR	61
A.2.1 Beroende.....	61
A.2.2 PIVA	66
BILAGA B – VAL AV SCENARIO	71
B.1 DIMENSIONERANDE BRAND	71
B.2 BESKRIVNING AV TROLIGA STARTUTRYMMEN	73
BILAGA C - MOTIVERING TILL TIDER I ERM	75
C.1.1 Medel.....	75
C.1.1.1 Patienter.....	75
C.1.1.2 Vårdare.....	75
C.1.2 Hög.....	76
C.1.2.1 Patienter.....	76
C.1.2.2 Vårdare.....	76
C.1.3 Låg.....	76
C.1.3.1 Patienter.....	77
C.1.3.2 Vårdare.....	77
C.2.1 Scenario 1 - brand i patientrum	78
C.2.1.1 Patientrum medel.....	78
C.2.1.2 Patientrum hög.....	79
C.2.1.3 Patientrum låg.....	80
C.2.2 Scenario 2 - brand i dagrum	81
C.2.2.1 Dagrum medel.....	81
C.2.2.2 Dagrum hög.....	82
C.2.2.3 Dagrum låg.....	84
C.3 ERM - INGÅNGSVÄRDEN	86
C.4 NODKARTA	87

BILAGA D - BESKRIVNING AV CFAST OCH DETACT T2	88
D.1 CONSOLIDATE MODEL OF FIRE GROWTH AND SMOKE TRANSPORT	88
<i>D.1.1 Modell för simuleringar i CFAST</i>	89
<i>D.1.2 Diagram från och till CFAST-simuleringarna</i>	90
D.2 SIMULERINGAR I DETACT T2	94
<i>D.2.1 Ingångsvärden och resultat för simulering av detektoraktiveringen i patientrum</i>	95
<i>D.2.2 Ingångsvärden och resultat för simulering av detektoraktiveringen i dagrum</i>	96
BILAGA E - HANDBERÄKNINGAR - BRANDFÖRLOPP	97
E.1 MQH-METODEN - TEMPERATUREN I BRANDGASLAGRET	97
<i>E.1.1 Resultat brandgaslagrets temperatur</i>	98
E.2 BRANDGASLAGRETS HÖJD – ZUKOSKIS PLYMMODELL	99
BILAGA F - HANDBERÄKNINGAR - VENTILATION	101
BILAGA G - SCENARIO 1 – PATIENTRUM	104
BILAGA H - SCENARIO 2 - DAGRUM	106
BILAGA I - BRANDSKYDDSVÄRDERING AV VÅRDANLÄGGNINGAR - BEFINTLIGT BRANDSKYDD	108
BILAGA J - BRANDSKYDDSVÄRDERING AV VÅRDANLÄGGNINGAR - EFTER UPPFYLLDA ÅTGÄRDSFÖRSLAG	114
BILAGA K - TOXICITET	119
BILAGA L - CHECKLISTA	123

1 Inledning

Rapporten riktar sig till de på Sigfridsområdet ansvariga med avseende på säkerhet, personal och patienter. Bilagorna är till för mer information om hur beräkningar genomförts samt vilka antaganden som gjorts och riktar sig framförallt till brandingenjörer. Även personer som vill få djupare förståelse för rapporten hänvisas till bilagor, vilka i många avseenden går att förstå även utan ingående brandkunskap.

1.1 Bakgrund

Denna rapport är en del av kursen brandteknisk riskvärdering som hålls av avdelningen för brandteknik vid Lunds Tekniska Högskola. Rapporten utgör huvuddelen av kursen och syftar även som examination för kursen. Rapporten skrivs av en grupp bestående av fyra studerande som läser tredje året på brandingenjörsprogrammet vid LTH. Rapporten består av en värdering av nivån på säkerheten vid utrymning och brand, på en offentlig byggnad.

1.2 Syfte och mål

Syftet med rapporten är att utvärdera säkerhetsnivån på PIVA med avseende på brand och utrymning. Detta görs genom att värdera befintligt brandskydd samt med hjälp av simuleringar uppskatta vad som kan inträffa på avdelningen och därigenom föreslå åtgärder. Metoder som har använts är datorsimuleringar, handberäkningar, modeller samt ingenjörsmässiga bedömningar.

1.3 Metod

Arbetet inleddes med besök på PIVA, och den intilliggande beroendekliniken, tillsammans med avdelningsansvarig, Ingemar Carlsson, ventilationsingenjör Rune Olsson, fastighetsförvaltare Leif Cesar, brandingenjör Hans Svensson vid Värends räddningstjänst samt handledare Robert Jönsson vid brandteknik, LTH. På plats undersöktes det befintliga brandskyddet och avdelningarna dokumenterades med fotografier. Det delades även ut enkäter beträffande brand- och utrymningssäkerhet, vilken personalen svarade på. Efter besöket valdes troliga brandscenarier ut. Dessa simuleras för att på så sätt utvärdera säkerheten för patienter och personal beträffande brand och utrymning.

1.4 Avgränsning

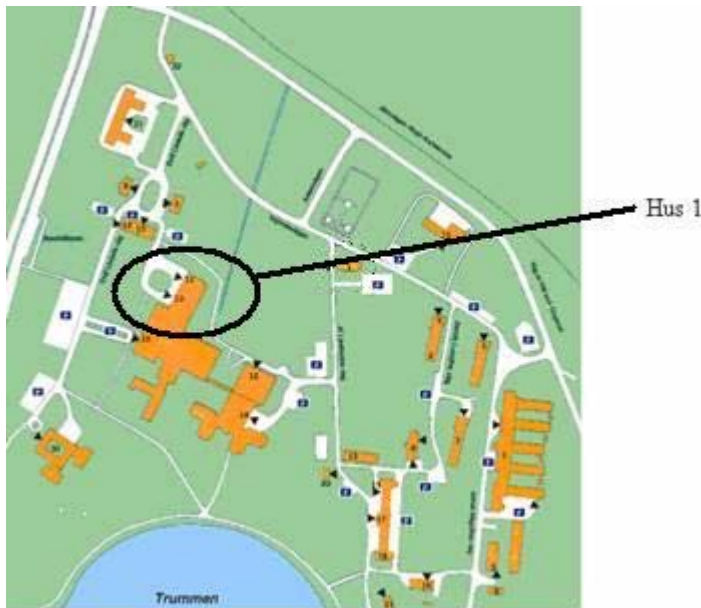
Då den största brandrisken bedöms finnas på avdelningen PIVA är rapporten begränsad till denna avdelning. Säkerheten beträffande utrymning har varit det dimensionerande och därmed har tiden till kritiska förhållanden varit den intressanta. Det anses att tekniska system i byggnaden fungerar samt att byggnaden inte rasar under den tid det tar för personerna i byggnaden att komma till säkerhet. Vad som händer i brandförloppen efter att personerna i byggnaden är ute har inte beaktats och skydd av byggnaden är således inte medtaget. Ekonomiska aspekter är inte medtagna.

2 Beskrivning av objekt

2.1 Objektbeskrivning

Psykiatrin i Kronobergs län finns till stor del belägen på Sigfridsområdet vid sjön Trummen. Området har använts för psykiatrisk vård sedan medeltiden då vården bedrevs i s.k. Helgeandshus. Sedan dess har det hänt mycket på området och "hospitalet" utbyggdes i början av 1900-talet med omfattande nybyggnation¹. På Sigfridsområdet finns allmänpsykiatrisk mottagning för vuxna och vårdavdelningar med 92 slutenvårdsplatser. Där finns en akutmottagning, beroendeenheten, psykoterapienhet och rättspsykiatrisk regionklinik. Denna klinik har 70 vårdplatser. På området finns också barn- och ungdomspsykiatriska kliniken. Inom psykiatrin i Kronobergs län arbetar ca 825 personer².

I hus 1 på Sankt Sigfrid Sjukhusets område i Växjö finns den psykiatriska intensivvårdsavdelningen, PIVA.



Figur 2.1, Karta över Sankt Sigfrid området

Byggnaden är i fem plan med olika instanser på våningsplanen. Nedersta planet utgörs av ett källarutrymme och femte planet utgörs av fläktrum. På första våningen finns diverse serviceinriktade verksamheter, som bibliotek, tvättstuga, matsal etc. På våning två bedrivs äldrepsykiatri. På våning tre, som rapporten är inriktad på, befinner sig PIVA samt beroendeenheten. PIVA står för psykiatrisk intensivvårdsavdelning och hit kommer patienter antingen frivilligt eller på läkares ordination. På beroendeenheten behandlas akuta fall av diverse drogmissbruk, som alkohol och narkotika.

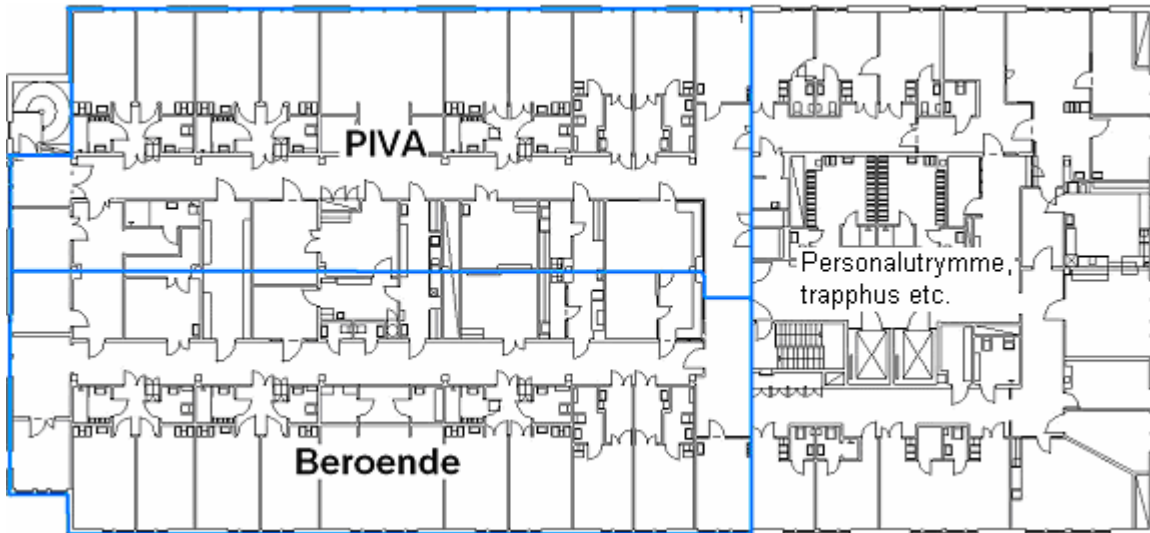
¹ Carlsson Ingemar. Avdelningsansvarig PIVA

² <http://www.ltkronoberg.se/templates/LTKPresentation.aspx?id=2478>



Figur 2.2, Byggnad 1 med avdelningarna PIVA och beroende på våning 3

Dessa båda verksamheter ser byggnadstekniskt likadana ut. De utgör tillsammans en brandcell, med gemensamma utrymningsvägar. Båda avdelningarna är uppbyggda med en korridor och från denna korridor kommer man in i dels patientrummen och dels personalutrymmen som ligger mellan de två olika instanserna. I mitten av vardera korridor finns ett öppet dagrum.



Figur 2.3, Våning 3, avdelningarna PIVA och beroende



Figur 2.4, Korridoren på PIVA

I korridoren finns det ett undertak, över vilket det går elkablar.

Patienternas rum är inredda av personal och patienterna får inte ha med sig egna möbler och dylikt. Möblerna samt sängen i rummen kommer från landstinget Kronobergs centrala upphandlingsavdelning.

2.2 Verksamhetsbeskrivning

2.2.1 PIVA

På PIVA behandlas patienterna i regel mellan ett och sex dygn, innan de slussas vidare till de olika instanserna på Sigfridsområdet. Detta medför att de här finns många olika patienttyper med olika vårdbehov och att de har olika nivåer av psykisk ohälsa. På avdelningen finns sex vårdplatser men vid behov kan man ta emot maximalt tio patienter vid samma tillfälle. Bemanningen på PIVA uppgår dagtid, 07.00-17.30, till fem skötare och två sjuksköterskor samt nattetid, 18.00-07.00, till tre skötare och en sjuksköterska³. Avdelningen har alltså mycket personal jämförelsevis med andra vårdanläggningar.

I de fall en patient kräver extravak, med detta menas en patient som behöver ständig uppsikt av en skötare, skall bemanningen klara av detta. De nätter det behandlas mer än en sådan patient rings extrapersonal in från en personalpool. I teorin kan det förekomma fyra till fem sådana här patienter vid ett och samma tillfälle, dock har det i praktiken aldrig förekommit fler än tre samtidigt³. Vid aggressivt beteende, alternativt som säkerhet för andra patienter och sig själv händer det att patienter bälts fast. På PIVA finns det endast ett bältesrum, vilket innebär att man endast kan bälta en person i taget. Grovt räknat förekommer bältade patienter fem gånger per månad³.

³ Carlsson Ingemar



Figur 2.5, Bältessängen

2.2.2 Beroendeenheten

På avdelningen för beroendebehandling finns sex stycken slutenvårdsplatser. Vården för patienterna består till största delen av medicinsk avgiftning, utredning samt bedömning av behov om ytterligare insatser och åtgärder⁴. Vårdtiden för dessa patienter är ca 4 dygn. Då även öppenvård förekommer, kan antalet patienter dagtid vara högre. Dessa befinner sig dock normalt utanför den slutna avdelningen. Utanför finns tillgång till tre expeditjonsrum samt väntrum där mottagningsarbete utförs. Bemanningen på den slutna delen av avdelningen är mellan 07.00-17.45 fem personer och därefter 2-3 personer fram till kl. 07.00⁵.

Dagtid, då öppenvård bedrivs, är personalantalet högre. Då finns det utöver personalen inne på den slutna delen, personal som till största delen befinner sig i öppenvården. Normalt är dessa tre stycken, en för varje patientrum.

Nattetid skall vårdarna befinna sig i anslutning till korridoren. Efter utrymningsdörrar låsts upp är patienter oftast kapabla att ta sig ut själva vid en eventuell utrymning. Det förekommer även att patienter är sängliggande och då behöver hjälp att utrymma⁵.

⁴ http://www.ltkronoberg.se/templates/LTKPageWithPicture____2721.aspx

⁵ Svensson Solveig. Avdelningsansvarig beroende.

2.3 Befintligt brandskydd

Vid besöket på avdelningarna PIVA och beroende 15/9-2005 studerades det befintliga brandskyddet, både det aktiva och det passiva skyddet studerades. Störst vikt lades på PIVA eftersom rapporten behandlar den avdelningen men även andra delar av byggnaden som påverkar den avdelningen studerades.

2.3.1 Brandcellsgränser

Varje våning är utformade som en egen brandcell. På våning tre, där PIVA är beläget, har en brandcellsgräns byggts till som delar av våningen, se figur 2.10. Även rökrummen, trapphusen, hisschakten och vissa av ventilationsschakten är utformade som egna brandceller. Byggnadsdelarna i en brandvägg ska vara utförda så de hindrar spridning av brand och brandgaser till intilliggande brandceller enligt de krav som anges. Enligt Boverkets byggregler BBR, 5:21 och 5:6211 är kravet för den här typen av byggnad minst 60 min. Brandcellsväggen som delar av våningen är klassad B60 vilket motsvarar dagens EI60. Det innebär att den ska klara av att upprätthålla sin brandavskiljande förmåga mot spridning av varma brandgaser och isolering mot värmen i 60 min. Flera brister finns i utförandet av de nya brandcellsgränserna:

- Dörren in till avdelningen är oklassad. Den ska vara brandklassad för att säkert veta att den klarar av de krav som ställs på den. Se figur 2.10 punkt 1.
- Genomförningar av kablar och rör är dåligt utförda. Till exempel har fyrkantiga hål sågats ut i gipsskivorna för att dra igenom runda rör utan att man har gjort några extra tätningar. Se figur 2.6 och 2.7.

Detta gör att de nya brandcellsgränserna inte ger den säkerhet som de är tänkta att ge och tryggar inte säker utrymning till intilliggande brandceller under föreskriven tid.



Figur 2.6 och 2.7, Genomförning i brandcellsgräns ovan undertaket.

Enligt BBR 5.5.14 skall korridoren inom samma vårdavdelning avskiljas i lägst klass E30 från angränsande vårdrum, dagrum, röktrum och liknande utrymmen. I dagsläget saknas helt avskiljning av dagrummet mot korridoren. Till patientrummen är dörrarna omärkta, därför är det osäkert om kraven uppfylls. Inte heller ritningarna tyder på att de är klassade.

2.3.2 Larmsystem

Brandlarmet består av ett sektionerat larm som direkt överförs till SOS utan fördröjning. På en central i expeditionen kan personalen se i vilken sektion larmet löst. I korridoren finns sedan lampor kopplade till varje detektor och personalen kan då se i vilket rum larmet löst. Här finns även larmknappar med vilka personalen kan utlösa brandlarm manuellt.

Larmdon är placerade i korridoren och består av en klocka som ringer och fungerar som utrymningslarm. Personalen på övriga avdelningar får information när en detektor utlöst via respektive avdelnings brandlarm⁶. Centralapparaten där räddningstjänsten kan se var larmet har löst är placerad vid huvudingången i markplanet. Detektorerna består av värmedetektorer i rökrummen och rökdetektorer som är placerade i alla patientrummen, i slussarna och i dagrummen. I utrymmen mellan avdelningarna finns detektorer i de flesta rummen, men saknas i några av dessa. I korridoren finns både dolda detektorer över undertaket och synliga. De dolda är markerade med indikeringslampa.

2.3.3 Utrymning

Det finns två utrymningsvägar från avdelningarna, se figur 2.10. De är båda låsta, vilket även dörrarna mellan avdelningarna är, för att hindra patienter att ta sig ut. Personalen har nycklar och måste öppna dörrarna vid en eventuell utrymning. Enligt Boverkets byggregler, BBR 5:311 ska det finnas två av varandra oberoende utrymningsvägar vilket anses vara fallet. Se figur 2.10 punkt 3 och 4.

Utrymningsvägarna är markerade med efterlysande skyltar. Vid besöket var vissa av dessa dåligt belysta men försök påvisar att detta ändå anses tillräckligt⁷. Eftersom korridoren har dämpad belysning efter 23.00 vore ändå genomlysta utrymningsskyltar att föredra då man endast kan räkna med att de efterlysande skyltarna lyser tillfredsställande några timmar.

Utrymningsplaner finns uppsatta i närheten av ingångarna till respektive avdelning. Den ena gångvägen till utrymningsvägen går dock genom ett förråd som lätt blockeras av all materiel som förvaras i förrådet, se figur 2.10 punkt 5. Ett bättre alternativ kan vara att låta utrymningen ske genom passagen längre ner i korridoren som är fri från hinder. Se figur 2.10 punkt 6. Avsteg från Boverkets byggregler görs då det beräknade gångavståndet till närmsta utrymningsväg överstiger de 30 m som anges som högst tillåtna i Boverkets rapport utrymningsdimensionering. Det beräknade gångavståndet blir 40 m. Dörrbredden uppfyller däremot kraven på en fri dörrbredd på 0,8 m enligt samma rapport.

⁶ Jonsson Boris. Planeringschef samt stf. Psykiatridirektör

⁷ Nilsson Daniel, Doktorand, Brandteknik, LTH



Figur 2.8, Passage där utrymning ska ske

2.3.4 Brandredskap och övrig utrustning

På de två avdelningarna finns fyra handbrandsläckare samt ett antal brandfiltar utplacerade. Där finns även två brandposter, en i rökrummet och en precis utanför ingången till avdelningen. Dessa är väl utmärkta. Handbrandsläckarna och brandfiltarna i korridoren är inlåsta i skåp dit personalen har nyckel. För dess placering, se figur 2.10.



Figur 2.9, Brandredskap i korridoren

Som tändare i rökrummet sitter en väggfast monterad tändare. I rummet finns lös möblering i form av stolar och bord som ska vara flamskyddade precis som möblerna i patientrummen. Standardmöbleringen inhandlas av centrala upphandlingen Kronobergs län. Ett vanligt misstag som begås är att tro att flamskyddade materiel inte kan brinna. Det skall därför påpekas att flamskyddade möbler inte är samma sak som brandsäkra möbler. Flamskyddade innebär ofta att de bara klarar av en glödande cigarett och inte till exempel en anlagd brand.

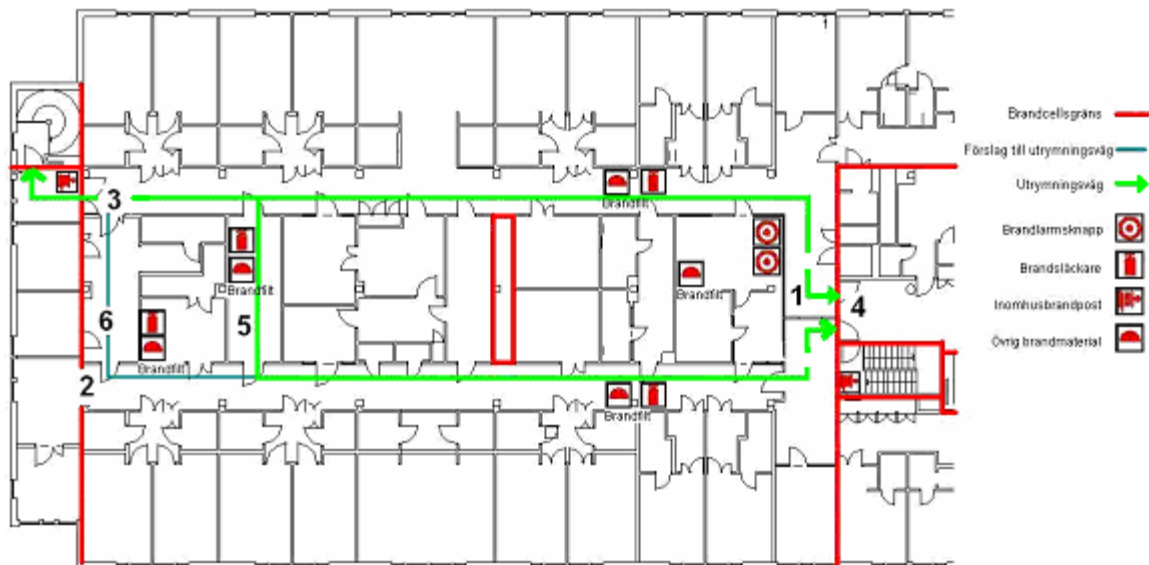
I trapphuset i mitten av våningen finns brandgasluckor som räddningstjänsten kan öppna.

2.3.5 Ventilation

Brandspjäll finns endast i en av de två kanalerna som går genom brandcellsgränsen vilken delar av våningen. I ventilationskanalen som ansluter till fläktarna på våning fem finns dolda detektorer. Ventilationsystemet stängs ej av vid brand. För utförligare beskrivning av ventilationsystemet se avsnitt 8.

2.3.6 Personal, utbildning och rutiner

Personalen är en del av det befintliga brandskyddet vid verksamheter liknande de vid PIVA och beroendeavdelningen. Det är därför mycket viktigt att personalen är rätt utbildad, tränad och vet hur de ska agera vid brand och utrymning. Då krävs kontinuerlig brandutbildning, utrymningsövningar och att det finns klara rutiner för hur personalen ska agera. Detta är speciellt viktig i det här fallet då de båda utrymningsvägarna är låsta och patienterna inte alltid klara av att utrymma själva. Vid enkätundersökning på avdelningarna PIVA och beroendeavdelningen framkom att flera ur personalen inte vet hur de ska agera vid brandlarm/utrymningslarm och brandtillbud. Närmare hälften anser sig inte ha tillräcklig kunskap om brand och utrymning. Senaste brandutbildningen hölls 2003 och utrymningsövningar anses vara svåra att hålla på grund av patienternas sjuktillstånd. Många i personalen har angett att de vill ha mer brand- och utrymningsövningar, se bilaga A. I dagsläget informeras nyanställd personal om brand med hjälp av en framtagen checklista, se bilaga L.



Figur 2.10, Befintlig brandmateriel samt utrymningsvägar.

2.3.7 Räddningstjänstens insatsmöjligheter

Insatstiden för räddningstjänsten består av anspänningstid, körtid och angreppstid. Då det inte är någon fördröjning av larmet kommer SOS kontaktas då detektorn aktiveras. Denna tid är beräknad med hjälp av detact T2 och uppgår till mellan 60 och 90 s för de dimensionerande bränderna, se bilaga D. Det dröjer då uppskattningsvis 30 s till utlarmning på stationen från SOS och ytterligare 60 s till bilarna är på rull. Körtiden till hus 1 uppskattas till ca tre minuter och angreppstiden till tre minuter⁸. Det dröjer alltså uppskattningsvis ca åtta minuter till räddningstjänsten kan göra en första insats. Vid branden på avdelning 67 år 2003 startade insatsen från räddningstjänsten efter ca åtta minuter⁹ och därmed kan det anses vara en god bedömning att så även kommer ske på PIVA.

⁸ Holgersson Krister. Brandmästare. Värends Räddningstjänst

⁹ Hertzberg Tommy. Tekn Dr, Forskare Branddynamik. Statens provningsanstalt

3 Tidigare bränder på psykiatriska avdelningar

Nedan visar ett par korta exempel på vilka konsekvenser en brand i en liknande verksamhet kan få. Det är viktigt att lära sig av historien så man i framtiden kan förebygga liknande incidenter.

3.1 Östersunds lasarett

På psykavdelningen vid Östersunds lasarett, i början av år 2005, antände en patient sin madrass. Branden accelererade snabbt och utvecklade massor av värme och tjock rök. Hela byggnaden med 150 personer måste utrymma men tack vare personalens insats kom ingen till skada. Branden var anlagd av en förvirrad patient som hade placerat en hög papper i sin säng och antänt. Trots att madrassen var brandklassad enligt SS 876 00 01 tog den genast eld. Klassningen innebär att madrassen ska klara en mindre antändningskälla som en glödande cigarett¹⁰.

3.2 Brand på Sigfridsområdet avdelning 67

En kvinnlig patient på den slutna psykiatriska avdelningen i Växjö tänder eld på gardinerna och sin egen säng den 1 augusti 2003. Vårdarna som försöker få ut henne har problem eftersom hon försöker stanna kvar i rummet. De får till slut ut henne men deras släckinsats misslyckas och dörren till rummet stängs inte. Korridoren blir snabbt rökfylld och efter branden konstateras två omkomna och flera allvarligt skadade. Madrassen var brandklassad enligt SS 876 00 01. Utrymningsvägarna var låsta och sista patienten kom inte ut förrän 49 minuter efter brandstart. Enligt uppgift saknade samtliga fem av de skötare som tjänstgjorde i byggnaden vid brandtillfället grundläggande utbildning i brandskydd. De hade bara fått en kort orientering om det lokala brandskyddet^{11, 12}.

¹⁰ Erlandsson Ulf (2005). "Anlagd brand på psyksjukhus – 150 i fara". *Sirenen*. 34 000 exemplar. Oktober 2005. sid 28-29

¹¹ Erlandsson Ulf (2003). "Undersökningsprotokoll, Brand i slutna vårdavdelning för svårt psykiskt sjuka" (2003)

¹² Väre Riddningstjänst. "Insatsrapporter 2000-2004"

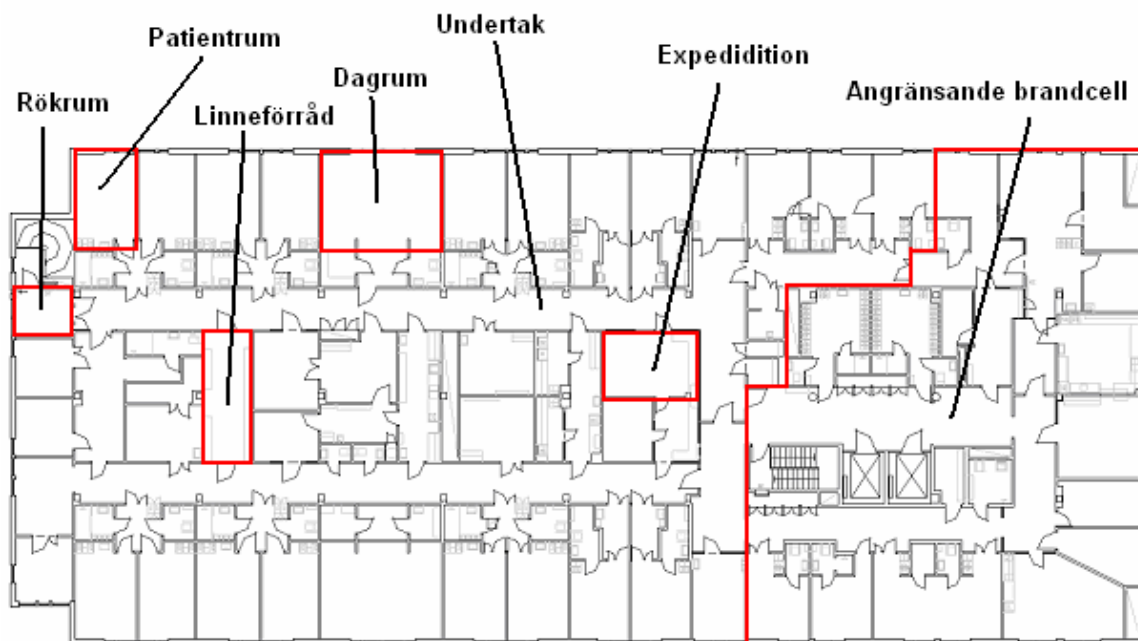
4 Val av brandscenario

För att kontrollera hur utrymningssäkerheten är på avdelningen görs simuleringar av troliga brandtillbud. Med datorprogram och handberäkningar uppskattas förhållandena vid brandtillbud. Även utrymning simuleras. Efter det görs en bedömning om utrymning av patienter och personal kan ske från avdelningen innan kritiska förhållanden uppnås. Detta görs i avsnitt fyra till åtta.

4.1 Dimensionerande brand

För att studera avdelningens brandsäkerhet med avseende på utrymning och personsäkerhet bedömdes sju sannolika scenarier. Dessa scenarier studerades vidare genom att bedöma sannolikhet samt konsekvens. Genom denna sammanvägning valdes med hjälp av en förenklad konsekvens/sannolikhetsanalys två scenarier ut som studerades närmare. Följande valdes ut så att hela våningsplanet kunde täckas in med rimliga scenarier. Se figur 4.1.

- Angränsande brandcell
- Dagrum
- Gemensamma utrymnen såsom linneförråd
- Patientrum
- Expedition
- Rökrum
- Undertak (markerat i figur 4.1)



Figur 4.1, Tänkbara platser för uppkomst av brand

Med konsekvens-/sannolikhetstabell bedömdes mest troliga fall var brand i patientrum samt brand i dagrum. Se bilaga B. Trolig brandorsak i båda scenarierna är att branden är anlagd av patient. Brandorsak i dagrum kan även vara ett tekniskt fel i TV:n. Statistik från SRV visar att den troligaste anledningen till brand på den här typen av objekt är anlagd brand.

Brand i byggnad - objekttyp psykiatrisk vård, per preliminär brandorsak, 1998-2004

Preliminär brandorsak	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Totalt
Anlagd med uppsåt	66	51	26	30	24	24	23	244
Tekniskt fel	4	2	2	3		2		13

Figur 4.2, Statistik från SRV med preliminär brandorsak

Även statistik från Värends räddningstjänst¹³ under perioden 2000-2004 visar på att det är troligt med anlagda bränder. Det har under dessa år konstaterats sju stycken brand i byggnad på Sigfridsområdet. Av dessa kan tre anses vara anlagda bränder. Ett av fallen är dödsbranden i Växjö 2003¹³, se kapitel 3. I de andra fallen har patienter antänt klädhög samt bordduk.

Detta sammantaget talar för att anlagd brand, i de utrymmen patienter har tillgång till, är den troliga brandorsaken.

¹³ Värends Räddningstjänst. ”Insatsrapporter 2000-2004”

5 Beräkningsmodeller

5.1 Utrymning

Utrymning vid brand dimensioneras av Boverkets Byggregler (BBR) 5:3. Grundläggande för all utrymningsdimensionering är att den skall utformas så att tillfredsställande utrymning kan ske vid brand. Byggnadens utrymningsmöjligheter får inte vara sämre dimensionerad än att samtliga personer i byggnaden skall kunna lämna denna utan att utsättas för kritiska förhållanden (BBR 5:361). Detta innebär att varje person som befinner sig i byggnaden skall hinna uppmärksamma branden, uppfatta dess allvar för att sedan kunna ta sig till säker plats, vanligen ut i det fria. För att underlätta och minimera tiden för dessa utrymningssteg skall byggnaden vara försedd med anordningar som möjliggör detta. Detta ställer bland annat krav på utrymningslarm, antalet utrymningsvägar, vägledande markering samt gångavstånd, se avsnitt 2.3.

Hänsyn skall även tas till huruvida personerna som vistas i lokalen är bekanta med den eller ej, då detta kan ha stor betydelse för utrymningstiden. Detta blir inte minst aktuellt på PIVA där psyksjuka patienter korttidsbehandlas. Patienternas psykiska status kan mycket väl tänkas förlänga utrymningstiden. Dessutom ställer det faktum att personer hålls inlåsta höga krav på personalens agerande. Den på PIVA utförda enkätundersökningen, se bilaga A, visar att det kring personalens utrymningsbeteende vid en eventuell utrymningsituation finns en stor osäkerhet huruvida deras teoretiska kunskaper avseende brand och utrymning är tillräcklig, se avsnitt 11.

Vid ny- eller ombyggnation skall utrymnings säkerheten dimensioneras enligt en förenklad eller analytisk metod. Vanligen görs detta med den förenklade metoden vilket innebär att man följer BBR till punkt och pricka¹⁴.

Då PIVA erbjuder en specifik problematik med inlåsta psyksjuka patienter gör detta att alternativet analytisk dimensionering blir aktuell enligt BBR 5:13. Denna form ställer dock högre krav på verifieringen då det måste visas att likvärdig utrymnings säkerhet kan uppnås. Den analytiska dimensioneringen skall enligt BBR 5:14 alltid styrkas. Detta för att undvika felaktiga antaganden och beräkningar, då förutsättningarna till stor del bestäms av projektören i det aktuella fallet.

Själva utrymningsförloppet delas in i tre faser¹⁴, varseblivning, beslut och reaktion samt förflyttning. Summan av tiderna för dessa faser skall enligt modellen vara mindre än tiden för när kritiska förhållanden¹⁴ uppstår. Tiden för när kritiska förhållanden uppstår, det vill säga tiden till det att en utrymning inte längre är möjlig väljs enligt de gränsvärden som Boverkets Byggregler definierar i BBR (5:361).

¹⁴ Frantzych Håkan. (2004). Utrymningsdimensionering. 1000 exemplar. Boverket, Karlskrona

På PIVA är följande dimensionerande parametrar aktuella.

- Strålningsintensiteten bör inte överstiga $2,5 \text{ kW/m}^2$ vilket är den intensitet som kan uthärdas en längre tid, ca 10 min (BSH).
- Utrymmande personer skall kunna orientera sig under hela utrymningsförloppet. Som minimikrav sätts att personer under utrymning ej skall störas av brandgasskiktet. Dimensionerande gräns på PIVA blir ca 1,8 m.
- Sikten får ej underskrida 10 m.
- Utrymning kan möjligen tänkas fortgå trots att kriteriet för brandgaslagrets höjd uppnåts. Detta förutsätter dock att kriterierna för sikt, toxicitet och temperatur inte uppnås.
 - Toxiciteten dimensioneras av halten CO , CO_2 samt O_2 .
 - Temperaturen under brandgaslagret får ej överstiga 80°C .

Beroende på var personer befinner sig vid brandtillbud har man olika lätt att förstå brandsituationen. Även vilken roll man har i situationen spelar roll. En patient förväntar sig att personal ska berätta vad han/hon ska göra. På ställen man vistas mer sällan är det svårare att omsätta larmsignaler till ett beslut att utrymma¹⁵. På PIVA där patienterna korttidbehandlas kan deras lokalkännedom antas begränsad och de kan antas behöva bli tillsagda av personal för att starta utrymning.

¹⁵ Frantzich Håkan. (2004). Utrymningsdimensionering.

5.1.1 ERM

Tiden för utrymning simuleras med hjälp av datorprogrammet Escape and Rescue Model, ERM. Programmet utför endast beräkningar på förflyttningstiden. Beslut och reaktionstiderna anges som ingångsvärden i programmet. Dessa är mycket svåra att bestämma och ska därför ses som mycket osäkra. Syftet är dock att få en fingervisning om en tänkbar utrymningstid. Tid för beslut och reaktion är mycket betydelsefull och därmed är det oerhört viktigt att personalen är väl medvetna om vad det ska göra vid ett brandtillbud. Vid bestämning har hänsyn tagits till personalens fördröjning i form av informationsökning samt eventuella släckningsförsök. Viss hänsyn har även tagits till personalens placering.

Patienttyperna och antalet patienter har valts med hjälp av information från personalen. Det normala på avdelningen är sex patienter, men det kan förekomma såväl färre som fler. Även antalet vårdare har bestämts med hjälp av information från personalen.

Patienttyp är svårbestämt då behandlingstiden är kort och variationen av både patienttyp och patientantal är stort. Simuleringarna bygger på en patienttyp som anses vanligast, och som klarar utrymning relativt bra. Detta val ger en konservativ bedömning. Går det ej att utrymma med denna patienttyp anses att utrymning inte kommer att vara möjlig på PIVA. Vid bestämning av patienternas fördröjningstid har hänsyn tagits till om de är vakna eller sover samt även till deras psykiska hälsa.

Utrymningssimuleringen har för varje scenario delats in i tre olika nivåer med avseende på olika förutsättningar. Med uppgifter om patient- och personalantal samt tid på dygnet från avdelningsansvarig har ett mest troligt utrymningsscenario tagits fram (Medel). Då ingångsvärden i form av fördröjningstider, placering samt typ för patienter och personal är svårbestämda och kan variera mycket utgör detta ett jämförelsevärde. För att få en uppfattning om hur utrymningstiden kan variera har även ett scenario med sämre förutsättningar (Hög) samt ett med bättre förutsättningar simulerats (Låg).

För utförligare resonemang se bilaga C.

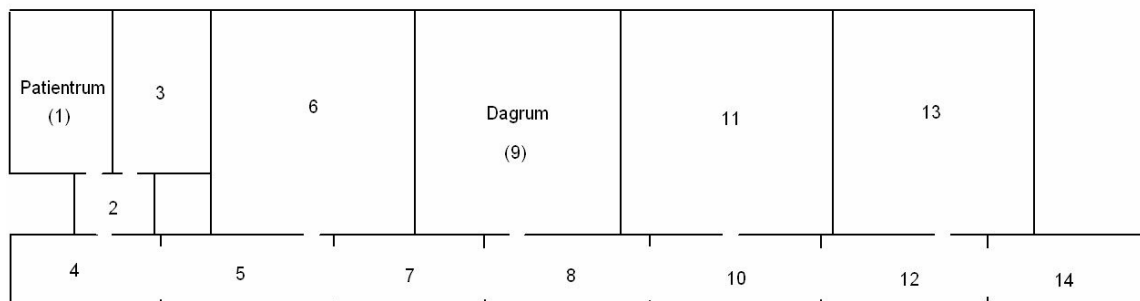
5.2 Brandförlopp

5.2.1 CFAST

För att kunna bedöma hur lång tid det tar innan olika kritiska förhållanden uppnås används en simuleringsmodell för brandförloppet. Dessa simuleringsmodeller körs i datorprogram. Detta beror på att även om grova förenklingar görs, är det väldigt många parametrar som ska beräknas vid många tidpunkter. Som ingångsvärden till dessa simuleringsmodeller används effektutvecklingskurvor för olika dimensionerande bränder.

Det finns idag en rad olika datorprogram att tillgå på marknaden. En enkel indelning av dessa kan göras i två grupper efter vilka simuleringsmodeller de använder. Den ena gruppen utgörs av CFD modeller. Det som kännetecknar dessa modeller är deras indelning av rummet i små kuber. Programmet beräknar energiinnehåll, gasströmning m.m. för alla dessa små kuber var för sig. Utdata från dessa program blir mer exakt desto fler kuber man delar in rummet i, men det tar då också avsevärt mycket längre tid att genomföra beräkningen. CFD är den modell som, med korrekt användande, ger mest tillförlitliga resultat. Den andra gruppen är så kallade två-zonsmodeller. Dessa kännetecknas till skillnad från CFD-modellerna av att de bara delar in rummet i två delar. Genom kloka approximationer levererar dessa program i förhållande till sin enkelhet relativt tillförlitliga utdata.

I denna analys har CFAST som är ett datorprogram med en tvåzons-modell använts. Detta beror enligt ovan på den betydligt kortare beräkningstiden samt programmets användarvänlighet. Ytterligare en starkt bidragande orsak till användning av CFAST är att tvåzons-modeller fungerar mycket bra för bränder i små rum. Dessutom anser vi oss inte ha kunskapen att beräkna tillräckligt tillförlitligt med en CFD-modell. Mer om CFAST och brandförloppsberäkningar, se bilaga D. Då rummen ritas upp i CFAST benämns de som zoner. Förenkling är gjord på rumsgeometrin. Respektive volym i zon 6, 11 och 13 motsvarar den sammanlagda volymen för zon 1,2 och 3.



Figur 5.1, Geometri med de zoner som används i CFAST-simuleringen

5.2.2 Handberäkningar

Kompletterande handberäkningar har gjorts för att jämföra med CFAST beräkningar. De beräkningar som har gjorts för hand behandlar brandgaslagrets höjd, temperatur i brandgaslagret, se bilaga E.

5.3 Detektoraktivering

5.3.1 Detact T2

För att beräkna vid vilken tidpunkt i brandförloppet som detektorerna kommer att aktiveras används datorprogrammet Detact T2. Detta program är egentligen framtagit för att beräkna sprinkleraktivering. Detta gör att även värmedetektorer får bra resultat av Detact T2 då även dessa utlöser vid temperaturdifferenser eller temperaturhöjning. Genom att justera ingångsvärden kan man få ett tämligen rättvist resultat även för joniserande rökdetektorer. För utförligare resonemang se bilaga D.

5.4 Ventilation

5.4.1 Handberäkningar

För att ta reda på om ventilationen kan anses påverka brandförloppet, brandgasspridningen eller utrymningsförhållandena har förenklade handberäkningar gjorts, se bilaga F.

6 Scenario 1 – Patientrum

6.1 Bakgrund

För utförligare resonemang kring scenario 1, se bilaga G

Vid dödsbranden vid S:t Sigfrid avdelning 67 år 2003 var brandorsaken en patient som hade antänt sin madrass¹⁶. Detta kan anses vara ett troligt scenario även på PIVA. Då alla rum geometriskt sett är identiska blir brandförloppet oberoende av i vilket rum det inträffar. Det anses vara troligt att patienten får sin tändkälla från rökrummet varför patientrummet närmast detta väljs.



Figur 6.1, Patientrum

6.2 Förutsättningar

En patient anlägger en brand i sin egen madrass. En anlagd brand ger en relativt snabb effektutveckling jämfört med till exempel en brinnande cigarett.

Rummet är 5.1m djupt, 3.6m brett samt 2.7m högt och inget privat möblemang är tillåtet. Väggarna mellan patientrummen är av dubbel gips medan tak och golv är av betong. Golvet är klätt med en likadan PVC-matta, som den vilken antändes vid branden 2003¹⁷.

Detektorn antas vara övertäckt. Att detektorn är övertäckt kan anses rimligt då detta har inträffat förut, bl.a. vid branden på psykiavdelningen på länssjukhuset i Östersund februari 2005¹⁸. Ett alternativ vore att ha dolda detektorer även i patientrummen. Den detektor som kommer att lösa är då den som sitter i slussen utanför patientrummen.

Öppningarna ut från rummet utgörs av en springa under dörren samt frånluftsöppningen ovan dörren. Hänsyn tas även till fasadläckage.

Problematiken med patienter som inte vill utrymma samt tiden för personalen att kontrollera var larmet löst och sen förflytta sig till brandrummet tas hänsyn till i utrymningssimuleringar. Dessa tider uppskattas, se bilaga C.

¹⁶ Värends Räddningstjänst. ”Insatsrapporter 2000-2004”

¹⁷ Hertzberg Tommy

¹⁸ Erlandsson Ulf (2005). ”Anlagd brand på psyki sjukhus – 150 i fara”. *Sirenen*

6.3 Val av dimensionerande effektkurva

Valet av vilken sorts madrass som skulle simuleras var till början ett lätt val då madrasserna på PIVA bör vara likadana. Men efter att ha varit i kontakt med centarlä upphandlingen vid landstinget Kronoberg visade det sig att det fanns en mängd olika möjliga madrasser på PIVA. *-De senaste 10 åren har vi haft madrasser från tre olika leverantörer. -Det är ju så att avtalen gäller 2-4 år och då kastar man ju inte ut befintlig madrass efter den tiden därför är det jättesvårt att säga vilken madrass just PIVA har¹⁹.* Detta gör att det finns ett stort antal madrasser i omlopp, och i praktiken olika madrasser i olika patientrum¹⁹.

De madrasser som är troliga på PIVA är i princip två olika typer. Dels madrasser som är brandklassade till viss del (SS 876 00 01) samt de som har riktigt bra antändningsskydd (SS 876 00 10). *-Än så länge finns det knappt några madrasser som officiellt uppfyller SS 876 00 10 ute på avdelningarna²⁰.*

Försök har visat att det blir stor skillnad i effektutveckling om sängarna är bäddade eller ej, då sängkläder fördröjer brandförloppet. På PIVA är det mest troligt att sängarna är bäddade men de kan naturligtvis antändas även obäddade, vilket då skulle innebära ett snabbare brandförlopp²¹.

Med bakgrund av ovanstående är det mest troliga scenariet att madrassen som antänds är bäddad samt brandklassad enligt SS 876 00 01. Det har gjorts en mängd försök på denna typ av madrasser^{22, 23}. Resultaten från dessa visar på en effektutveckling mellan kurvorna slow och medium enligt α^2 -modellen, se figur 6.2. Det har även gjorts försök på den madrassstyp som antändes vid Sigfrids-branden 2003²⁴. Detta gjordes utan sängkläder och kan antas representera en anlagd brand i madrass utan sängkläder även på PIVA, då samma madrasser fortfarande är i användning¹⁹. Effektutveckling i detta fall blir betydligt högre än då madrassen är bäddad.

¹⁹ Elmlund Helene. Materialkonsulent. Landstinget Kronoberg

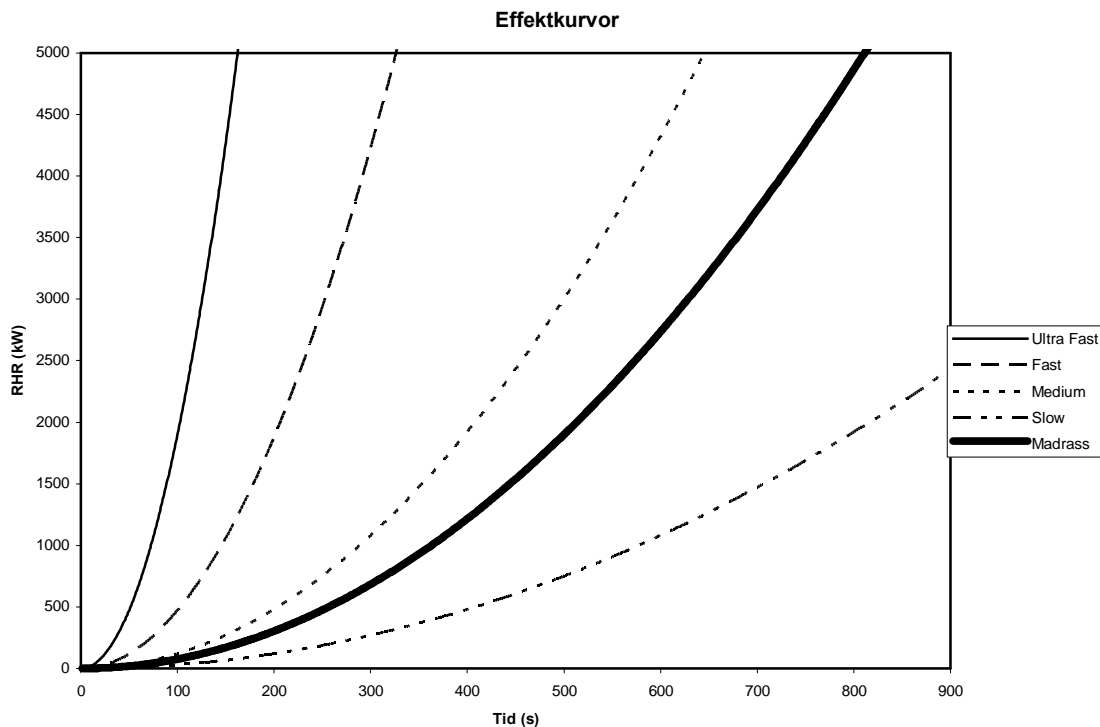
²⁰ Thuresson Per. Biträdande Sektionschef Branddynamik. Statens provningsanstalt

²¹ Holmstedt Göran. Professor. Brandteknik Lunds Tekniska Högskola

²² Thuresson Per (2000). "Brand i vårdanläggningar". SP-rapport 2000:15

²³ Holmstedt S.Göran, Kaiser Inger (1983). "Brand i vårdbäddar". SP-rapport 1983:04

²⁴ Hertzberg Tommy, Tuovinen Heimo, Blomqvist Per (2005). "Measurement of thermal properties at elevated temperatures – Brandforsk project 328-031". SP-rapport 2005:29



Figur 6.2, Effektutvecklingskurva över madrass samt de olika standardkurvorna

Försök visar att om PIVA införskaffar den nya typen av brandklassade madrasser (SS 876 00 10) kommer madrasserna bli svårantändliga och självslockna vid brand²⁴. Resultatet av ovanstående är att simuleringarna utförs av effektkurvorna slow och medium enligt α^2 -modellen och sedan beaktas intervallet mellan dessa, se figur 6.2 samt bilaga D.

6.4 Beräkningar

Det intressanta i beräkningarna är den tid det tar till kritiska förhållanden i rummet, korridoren precis utanför rummet (zon 4), och längst bort i korridoren (zon 14), se figur 5.1. Dessa väljs för att de ligger i anslutning till utrymningsvägen. En jämförelse med simulerad tid för utrymning görs sedan. Det är av mindre intresse att titta på brandspridningen i rummet till övrigt möblemang, då madrassbranden i sig är tillräcklig för att uppnå kritiska förhållanden.

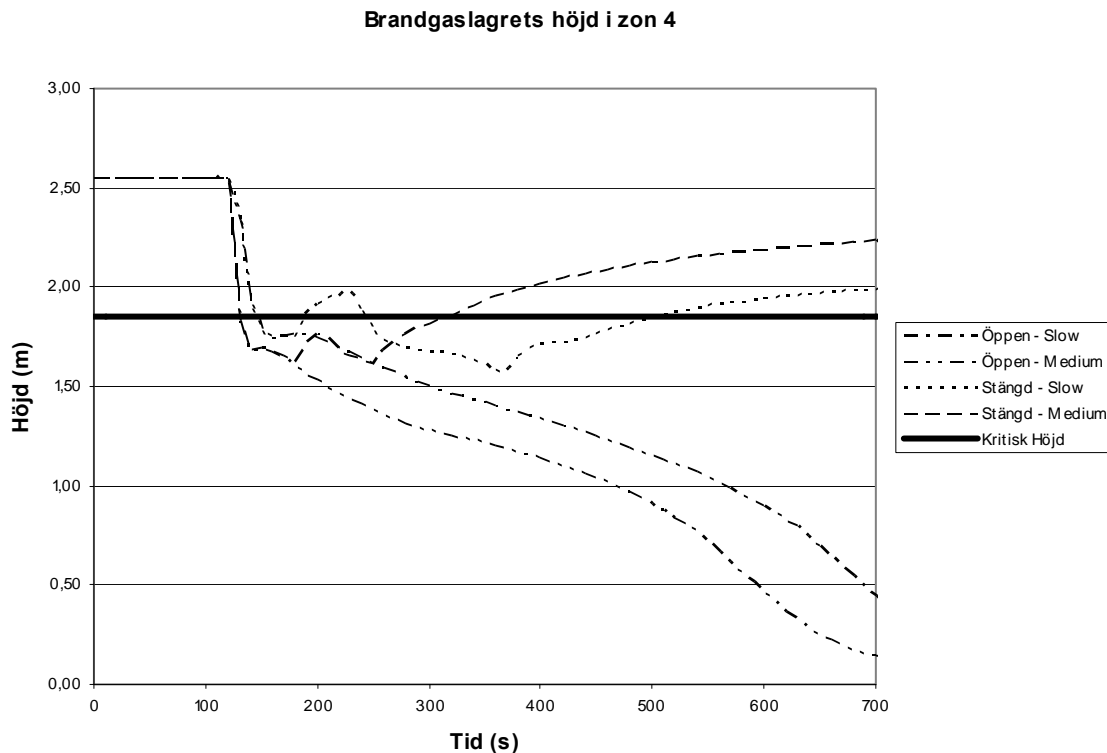
Det har visat sig vid andra bränder på liknande avdelningar att personalen har svårt att stänga dörren, varför det är troligt även här. För att kontrollera vad detta har för inverkan görs simuleringar både med dörren öppen efter det att personalen kommit till brandrummet och dels då dörren stängs när de väl fått ut patienten. I båda fall är dörren in till patientrummet stängd tills personal anländer. Övriga dörrar antas vara öppna då många dörrar var det vid besöket.

6.5 Resultat

Den simulerade tiden för utrymning varierar mellan 6 och 7.5 minuter, se bilaga C.

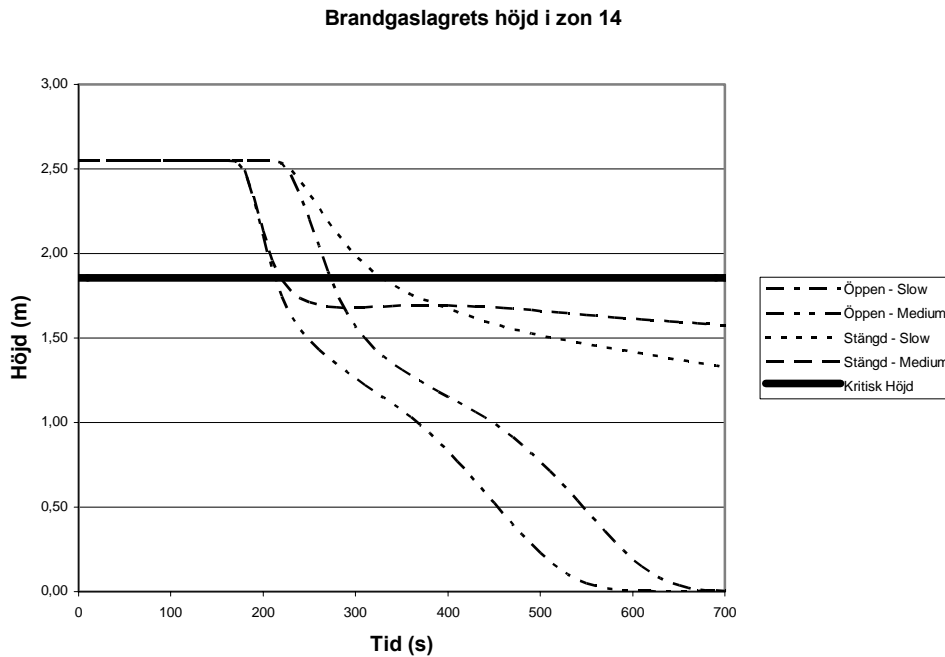
Detektorn utlöser efter 1.5 minuter, se bilaga D.2.1.

Det kritiska förhållande som inträffar först är att brandgaslagret når den kritiska höjden. I korridoren utanför brandrummet inträffar kritiska förhållanden med avseende på brandgaslagrets höjd redan efter ca 2.5 minuter med såväl öppen som stängd dörr. Efter ca 5 minuter visar det sig dock bli stora skillnader om dörren lämnas öppen eller stängd. Efter ytterligare några minuter med stängd dörr råder ej längre kritiska förhållanden, se figur 6.3.



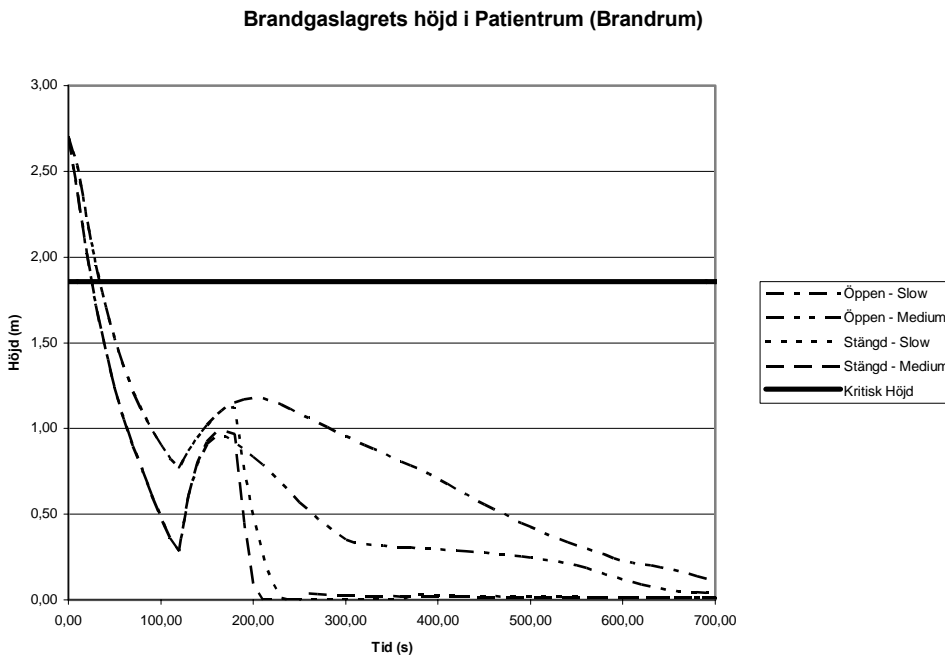
Figur 6.3, Förhållandet i korridoren precis utanför brandrummet (zon 4)

I den borte delen av korridoren, sett från patientrummet, tar det ca 4 minuter innan branden med öppen dörr har sänkt brandgaslagret till kritisk nivå. Detta sker en halvminut senare då dörren stängs, se figur 6.4.



Figur 6.4, Förhållanden i korridoren längst bort från brandrummet (zon 14)

I patientrummet sänks brandgaslagret mycket fort och efter ca 3 min når det golvet. Kritiska förhållanden i rummet uppstår redan efter ca 1 min. Se figur 6.5.



Figur 6.5, Förhållanden i patientrummet.

6.6 Slutsats

Enligt simuleringen för fallet när dörren stängs stabiliseras brandgaslagret på en höjd runt 1.5 m. Troligt är att brandgaserna efter en viss tid blir väl omblandade då de blandas med den kallare luften. Detta kan anses ske i hela korridoren.

Fönstret i rummet antas gå sönder då temperaturen på brandgaslagret uppnår ca 350 °C. Detta sker någon gång mellan 8 – 10 minuter då dörren inte stängs. Vid stängd dörr blir branden ventilationskontrollerad och brandgaslagret når då aldrig temperaturer över 300°C.

I patientrummet sänks brandgaslagret mycket fort och redan efter ca 1 min når det golvet. Ett snabbt ingripande av personalen visar sig därför åter igen vara mycket viktigt.

Tiden till att branddetektorn utlöser är ett osäkert värde och skall ses som en fingervisning. Det är svårt att beräkna då detektorn anses vara övertäckt. Även om detektorn inte är övertäckt skulle detta inte påverka tiden till personalen anländer nämnvärt då 1,5 minut får anses vara en kort tid.

Resultaten från simuleringarna tyder på att möjligheten till utrymning vid brand i patientrummet är begränsad i hela avdelningen. Huruvida dörren lämnas öppen eller stängs visar sig ha stor betydelse för chans till utrymning och därmed är personalens agerande oerhört viktigt.

Patienrum	Tid till kritiska förhållanden (min)	
	Öppen dörr	Stängd dörr
Brandrum	ca 1	ca 1 - stabiliseras efter ca 5
Zon 4	ca 2.5	ca 2.5 - stabiliseras efter ca 5
Zon 14	ca 4	ca 4 - stabiliseras efter ca 6

Figur 6.6, Tid till kritiska förhållanden i de olika zonerna.

7 Scenario 2 – Dagrumsrum

7.1 Bakgrund

För utförligare resonemang kring scenario 2, se bilaga H.

I dagrummet är ett troligt scenario att en patient anlägger en brand, i exempelvis en soffa. Även ett tekniskt fel i en TV är en trolig brandsorsak. Genom att titta på ett intervall mellan två effektkurvor istället för en enskild effektkurva kan båda dessa scenarier beaktas. Det intressanta är egentligen inte vad som brinner utan vad som inträffar om en brand uppstår. Dock är det mest troligt att en brand även i dagrummet är anlagd.



Figur 7.1, Dagrumsrummet

7.2 Förutsättningar

En patient anlägger en brand i en av sofforna. Patienten kan tänkas antända soffan med hjälp av en medhavd cigarett från rökrummet eller med hjälp av insmugglade tändstickor. Alternativ tändkälla kan vara tekniskt fel i TV:n.

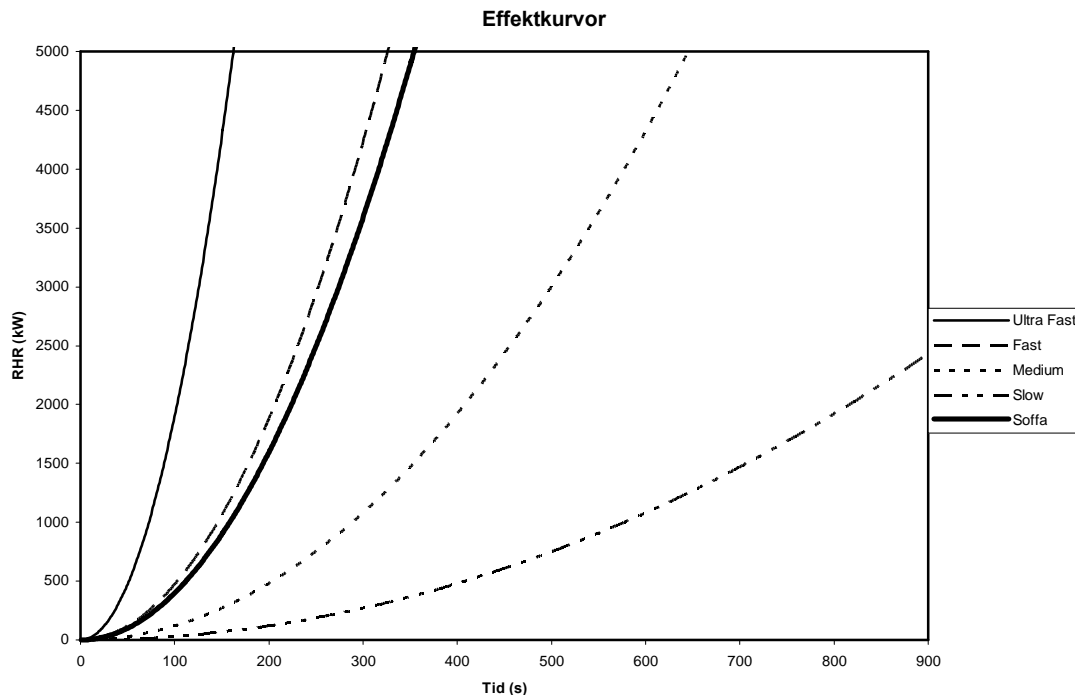
Möblemanget i dagrummet består av soffgrupp, soffbord, bord samt stolar och även en TV. I taket finns rökdetektor.

Rummet är 5.7 m djupt, 7.0 m brett samt 2.7 m högt. Till rummet finns det en stor öppning ut i en passage som i sin tur leder ut i korridoren. Denna passage saknar dörr.

Problematiken med patienter som inte vill utrymma samt tiden för personalen att kontrollera var larmet löst och sen förflytta sig till brandrummet tas hänsyn till i simuleringar. Dessa tider uppskattas, se bilaga C.

7.3 Val av dimensionerande effektkurva

Då branden i dagrummet skall uppskattas är det naturligt att titta på soffan då det antas att branden är anlagd. En likvärdig soffa som det finns i dagrummet på PIVA har en effektkurva mellan medium och fast²⁵, se figur 7.2. För att dimensionera för variationer i bränder samt soffor är det mer relevant att titta på intervallet mellan medium- och fastkurvorna än endast en speciell effektkurva. Då intervall mellan medium och fast beaktas kan även andra materiel antas antända, som exempelvis TV:n då även en standard-TV ligger mellan kurvorna medium och fast²⁵. TV:n som visar detta är av äldre modell, men då ett intervall anges antas även en modern TV vara inom detta intervall. Att TV:n skulle antända är ett tänkbart scenario då brand på grund av tekniskt fel är relativt vanligt²⁶.



Figur 7.2, Effektutvecklingskurva över soffa samt de olika standardkurvorna

7.4 Beräkningar

I simuleringarna undersöks tiden till kritiska förhållanden i dagrummet och korridoren. I korridoren undersöks förhållandena i ändarna av korridoren, zon 4 samt zon 14, där de båda utrymningsvägarna finns, se figur 5.1. Simuleringar har även gjorts för att se om det skulle hjälpa att installera en dörr mellan dagrummet och korridoren för att på så sätt hindra brandgasspridning ut i korridoren.

²⁵ Särqvist Stefan. (1993). *Initial Fires. RHR, Smoke production and CO Generation from Single Items and Room Fire Tests*. Rapport 3070. Institutionen för Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lund.

²⁶ "Brand i byggnad, objekt psykiatrisk vård, 1998-2004". (2005). Räddningsverket, Karlskoga

7.5 Resultat

Den simulerade tiden för utrymning varierar mellan drygt 4 och knappt 7 minuter, se bilaga C. Med tiden till detektion medräknad ökar båda värdena med 1 minut. Utrymningen är således genomförd mellan 5 och 8 minuter efter brandens början.

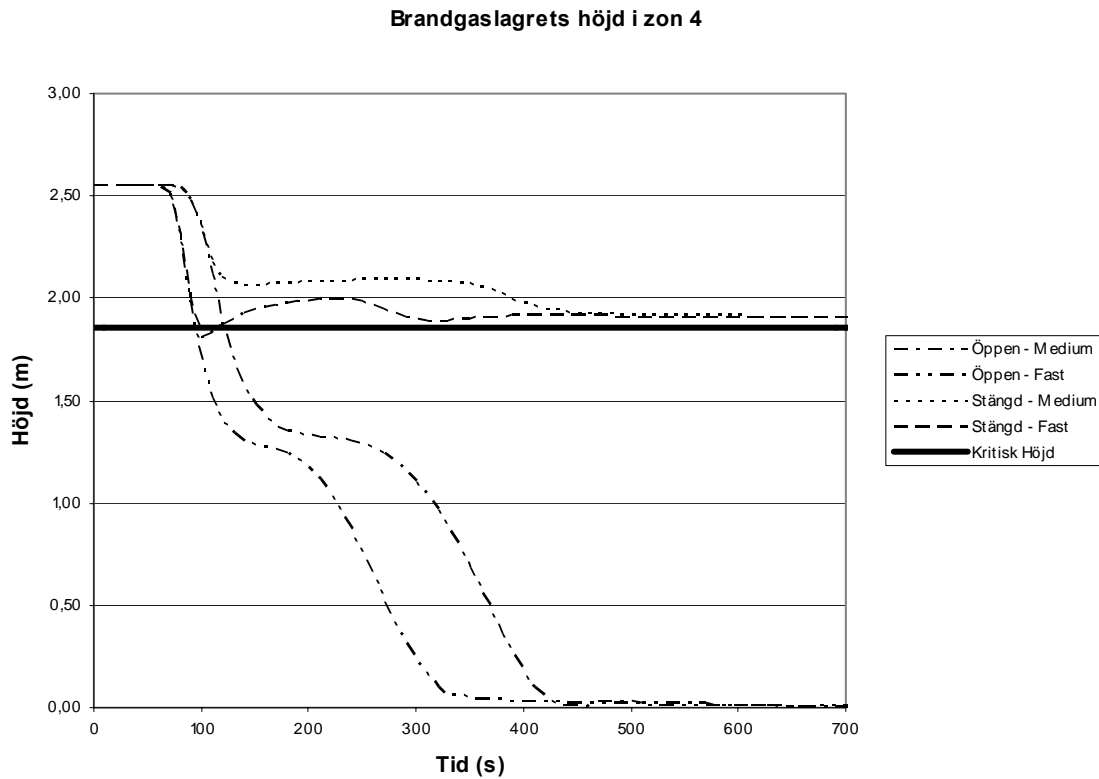
Detektorn utlöser efter 1 minut, se bilaga D.2.2.

Vid de två simuleringarna i dagrummet får bränderna mycket snabba förlopp. Då det är öppet till dagrummet inträffar kritiska förhållanden efter knappt två minuter i båda ändarna av korridoren. I de fallen där dörren stängs uppstår inte kritiska förhållanden i korridoren. Se figur 7.3 och 7.4.

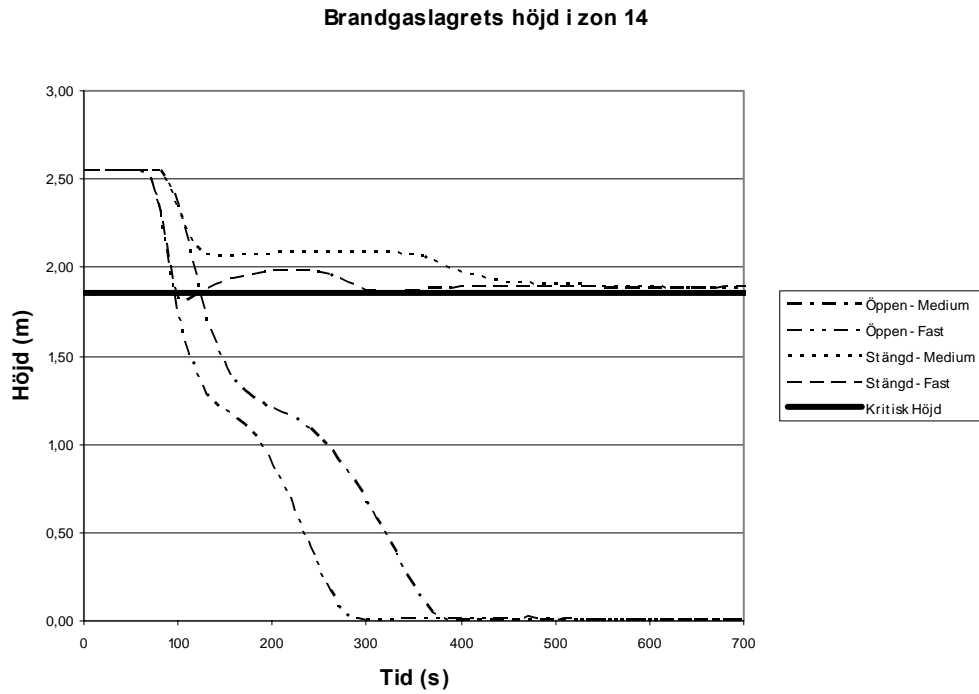
I båda fallen uppstår kritiska förhållanden i brandrummet efter ca 1 minut. Se figur 7.5.

Dagrum	Tid till kritiska förhållanden (min)	
	Öppen dörr	Stängd dörr
Brandrum	ca 1	ca 1
Zon 4	ca 2	uppstår ej
Zon 14	ca 2	uppstår ej

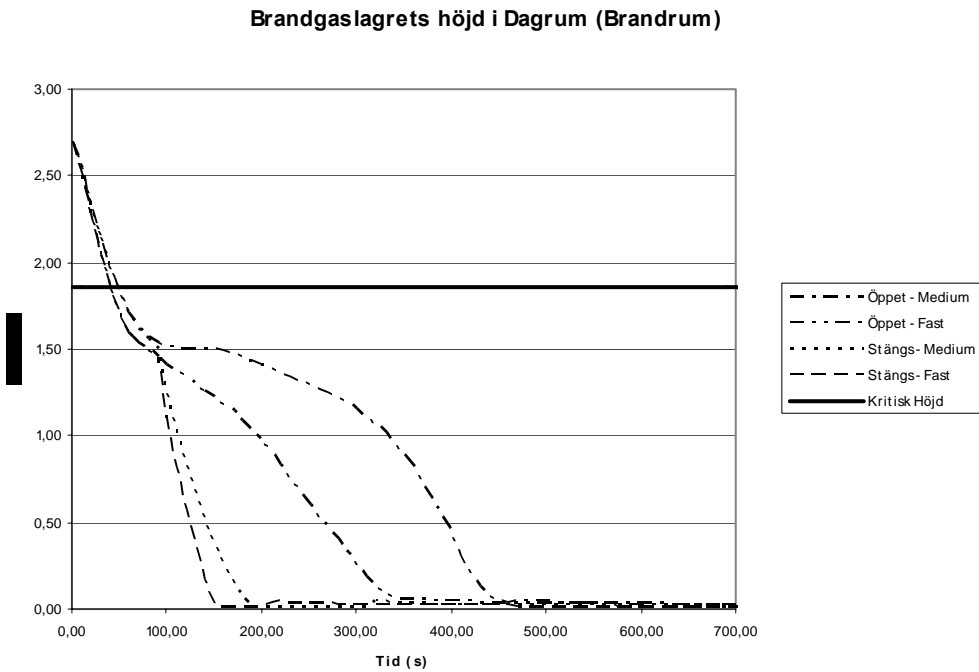
Figur 7.2, Tid till kritiska förhållanden i de olika zonerna.



Figur 7.3, Brandgaslagrets höjd i zon 4.



Figur 7.4, Brandgaslagrets höjd i zon 14.



Figur 7.5, Brandgaslagrets höjd i dagrummet.

7.6 Slutsats

Som avdelningen är utformad idag uppstår kritiska förhållanden innan utrymning av avdelningen är klar. Om dörr skulle installeras skulle utrymning vara möjlig.

Kritiska förhållanden uppstår i dagrummet redan efter ca 1 min då brandgaslagrets höjd når kritiska förhållanden. Efter ca 7 min når brandgaslagret golvet. Stängs dörren sker det snabbare, redan efter ca 3 min, men rökspridningen ut i korridoren minskas kraftigt.

7.7 Diskussion

Vid försöket med öppen dörr når brandgaserna i brandrummet en temperatur av 350°C redan efter ca 4 till 6 minuter. Denna temperatur, vid vilken fönster går sönder, uppstår aldrig vid branden där dörren stängs eftersom branden blir ventilationskontrollerad.

En dörr i passagen från dagrummet ut till korridoren skulle innebära att brandgaslagret stabiliseras på en sådan nivå att utrymning kan genomföras under hela brandförloppet. Detta innebär dock stor sannolikhet för brandgasspridning via ventilationssystemet istället, vilket måste beaktas. Brandgasspridningen fördröjs dock betydligt vilket ökar möjligheten att utrymma, se avsnitt 8. Oavsett om dörr stängs eller hålls öppen är personalens insats för utrymning direkt avgörande.

Detektorn beräknas utlösa efter 1.5 minuter och detta värde skall ses som en fingervisning.

8 Diskussion kring scenarier

Det är viktigt att poängtera osäkerheten i resultaten i avsnitt 6 och 7. Alla beräkningar innehåller antaganden och osäkerheter vilket gör att resultaten skall ses som en fingervisning. Ingångsvärden och antaganden har i så stor utsträckning som möjligt underbyggts och därmed bör resultaten överstämja relativt väl med verkligheten. Resultat har även jämförts med handberäkningar, se bilaga E. Även valet att studera resultaten långt bort från brandrummet i zon 14 medför osäkerheter. Resultaten är mer tillförlitliga nära brandrummet.

För att bestämma när kritiska förhållanden uppstår har brandgaslagrets höjd varit dimensionerande i båda scenarierna.

Sikten i brandgaslagret, långt från brandkällan, kan i korridoren överstiga de tio meter som är den undre gränsen. Det antas att röken kommer vara mycket tät och sikten därmed dålig²⁷. Även om sikten överstiger tio meter kommer röken försvåra så pass mycket för personalen att de troligen inte kommer att kunna fortsätta utrymma patienter.

Strålning från branden anses inte kunna påverka resultatet av utrymningen i andra rum än i brandrummet. I brandrummet kommer den kritiska höjden på brandgaslagret inträffa mycket tidigt, vilket gör att strålning ej behöver beaktas. Beträffande strålning från brandgaslagret i övriga rum kommer ej heller denna påverka utrymningen, då temperaturen i brandgaserna är förhållandevis låg. Se bilaga D.

De simulerade utrymningstider som har tagits fram understiger trolig utrymningstid från avdelningen. Simuleringen bygger på att det är en väl fungerande utrymning och att patienter i stor utsträckning kan utrymma själva. Då utrymningen inte kan genomföras säkert vid dessa förutsättningar, se bilaga C, måste åtgärder omedelbart genomföras på PIVA i Växjö för säker utrymning.

Trolig tid innan insats från räddningstjänsten startar överstiger tiden till kritiska förhållanden, vilket leder till att utrymningssäkerheten ej kan bygga på assistans från räddningstjänsten.

För diskussion kring toxicitet hänvisas till bilaga K. Slutsatsen blir att brandgaslagrets kritiska höjd inträffar före det att toxiciteten når sin kritiska gräns.

²⁷ Hertzberg Tommy, Tuovinen Heimo, Blomqvist Per (2005). "Measurement of thermal properties at elevated temperatures – Brandforsk project 328-031"

9 Brandgasspridning via ventilationen

9.1 Befintligt system

Ventilationssystemet består av ett till- och frånluft system. Fläktrummet är beläget på våning 4 och därifrån går ett schakt med ventilationskanaler ner till våning 1-2 samt källaren, våning 3 förses med individuella stamkanaler direkt från fläktrummet.

Brandspjäll av äldre modell finns monterade i ventilationskanalerna främst i källarplanet. På våning 3 (PIVA och beroende) finns enligt ritningarna endast ett brandspjäll i de två kanaler som går igenom brandcellsgränsen som delar av våningen. I kanalerna, i direkt anslutning till fläktrummet, finns dolda rökdetektorer, dessa är de enda som finns inom systemet. Vid detektering av brand i byggnaden fortsätter ventilationssystemet att arbeta som normalt.

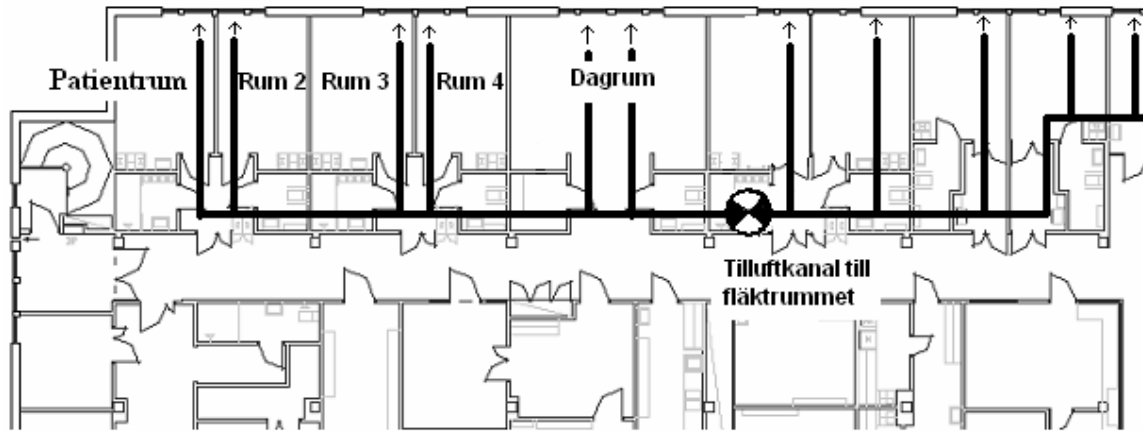
9.2 Beräkningar

I arbetet studeras den del av ventilationssystemet som berör patientrummen och dagrummet, se figur 9.1.

I ett till- och frånluft system sprids brandgaser genom tilluftsdelen eftersom det krävs mycket lägre brandtryck jämfört med spridning i frånluftssystemet²⁸. Beräkningar görs sedan för att undersöka om en brand i patientrummet kan ge brandgasspridning till övriga rum och om det finns risk för spridning upp till fläktrummet, se bilaga F. Lyckas brandgaser spridas till fläkten innebär detta att dessa kan spridas vidare till övriga delar av byggnaden. Beräkningarna utförs på rummet längst ner i korridoren då detta vid spridning ger utspädda brandgaser medan ett rum längre upp i systemet ger utspädda. Detta görs även om spridningen i rummen längre upp längs ventilationskanalen kan ske vid lägre brandtryck. Valet av rum grundar sig även på att det är det rummet som behandlas vid scenario 1. Som det ser ut idag kan en brand i dagrummet inte skapa det tryck som måste till för att sprida brandgaserna eftersom det är öppet ut i korridoren och passagen fungerar tryckavlastande. Då dörr med automatisk dörrstängare föreslagits som förbättringsåtgärd genomförs dock beräkningar med dörrar även för dagrummet. För att undersöka betydelsen av dörrens täthet görs två olika beräkningar. I det första fallet sätts dörren som helt tät. För det andra fallet lämnas en springa nertill.

Skulle ventilationssystemet vara avstängt kan brandgaser spridas till samtliga rum då det inte finns något motstånd.

²⁸ Jensen, Lars. (1998). *Brandgasspridning via ventilationssystem*. Institutionen för byggnadskonstruktionslära, Lunds Tekniska Högskola, Lund

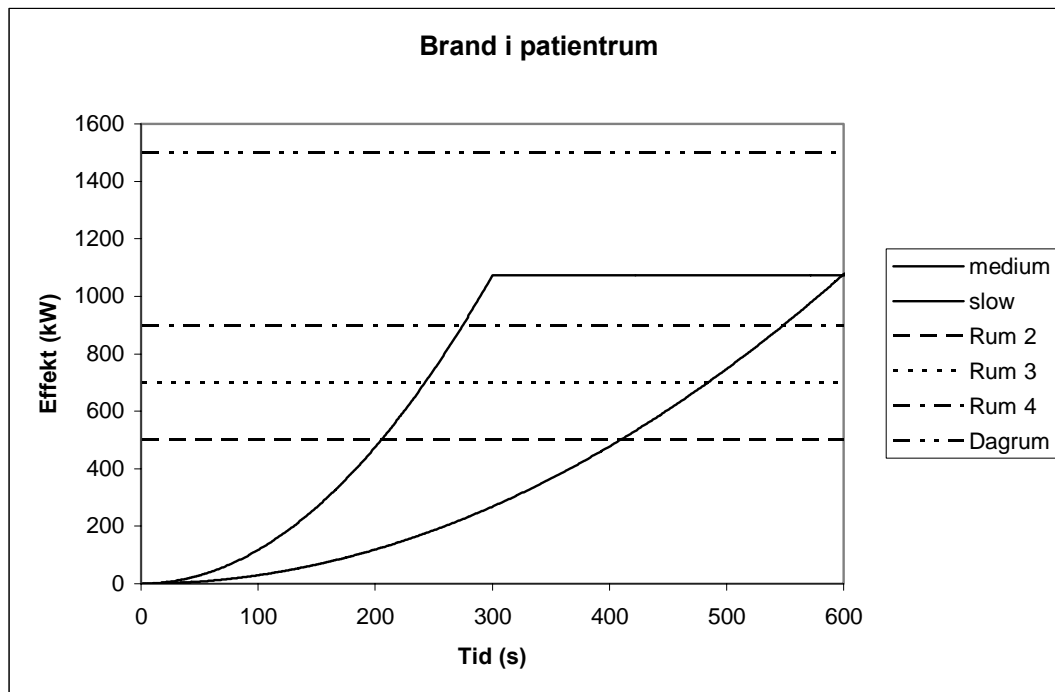


Figur 9.1, Skiss över tilluftsdelen i ventilationssystemet som studeras vid brand.

9.3 Resultat

Resultaten från beräkningen kan nu jämföras med simuleringen gjord för patientrummet med stängd dörr. Jämförelsen kan ses som ett för brandgasspridning via ventilation värsta fall, då dörren antas vara stängd under hela förloppet. Öppen dörr leder till en tryckavlastning så pass hög att brandgasspridning via ventilationen ej är möjlig.

Av figur 9.2 kan utläsas att spridning till rum 2 troligen sker någonstans mellan tre och sex minuter efter brandstart beroende på brandutveckling. Tillåts branden växa enligt simuleringen sker möjligen även spridning till rum 3. Simuleringen visar på en maxeffekt kring 1,1 MW vilket gör att spridning till rum 4, dagrum och förbi detta troligen ej kommer att ske.



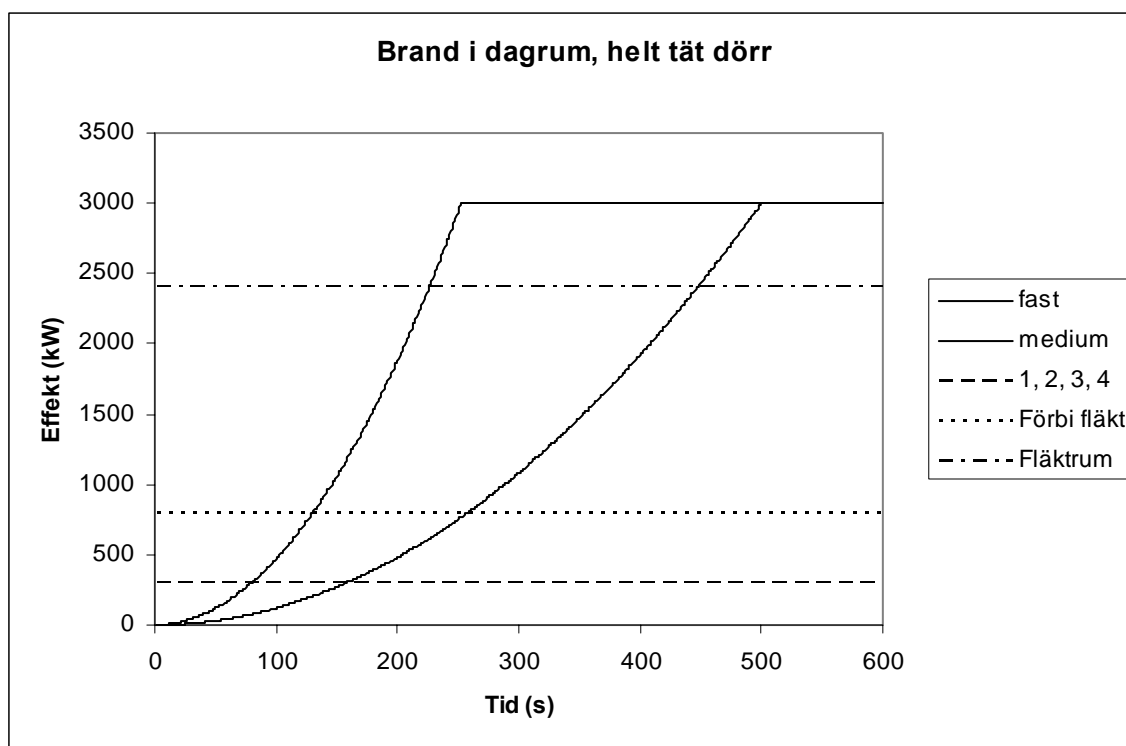
Figur 9.2, Brandgasspridning från patientrummet.

Patientrum – Medel	450 s
Patientrum – Hög	450 s
Patientrum – Låg	360 s

Figur 9.3, Simulerad utrymningstid för brand i patientrum.

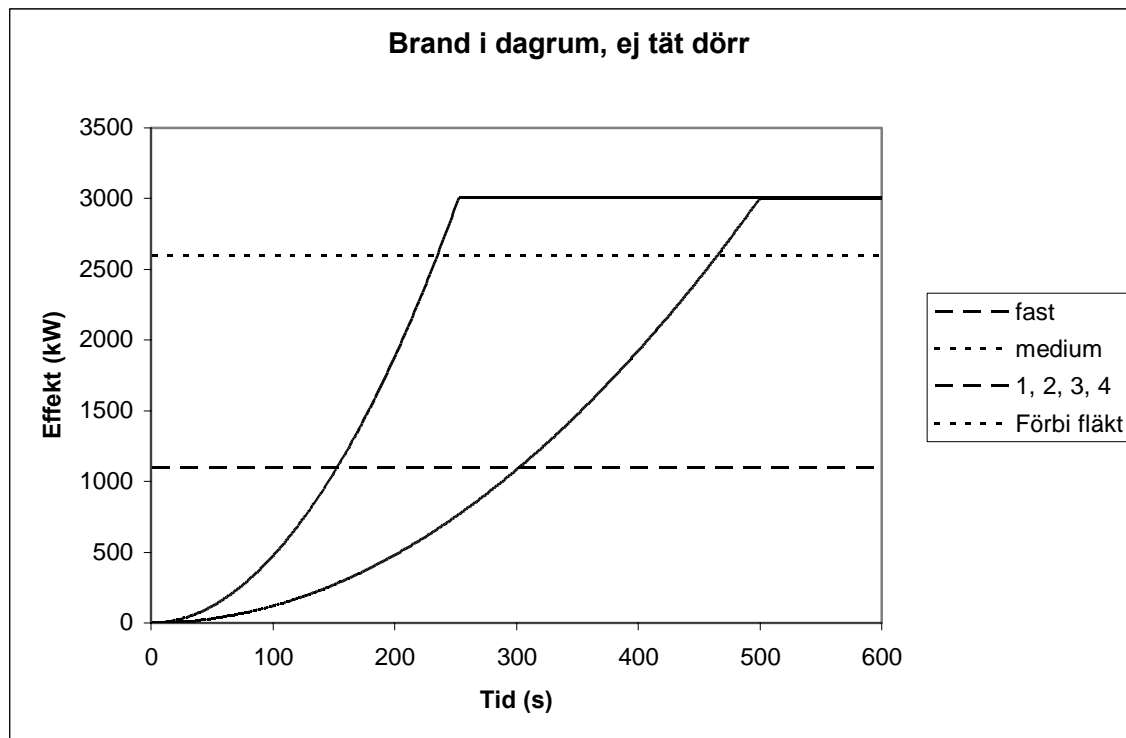
För spridning till andra våningsplan krävs att brandtrycket orkar pressa tillbaka luftflödet upp på plan fem där fläktcentralen ligger. Detta skulle dock uppskattningsvis kräva en brandeffekt på 4,8 MW vilket är långt ifrån vad som nås. Dessutom skulle detta innebära ett så kraftigt övertryck att innerväggarna knappast skulle klara av det. Försök har bland annat genomförts för liknande rum efter branden på Sigfridsområdet, avdelning 67. Detta rum hade större brandbelastning men når trots det en maxeffekt på ca 2,5 MW vilket visar på det orimliga i att brandgasspridning sker till andra våningsplan²⁹.

Beräkningarna för dagrummet visade att en helt tät dörr redan vid låg brandeffekt leder till brandgasspridning. Detta beräknas ske redan vid ca 0,3 MW brandeffekt. En springa under dörren visar få stor effekt för brandgasspridningen. Brandgasspridning beräknades med en cm hög springa nu istället ske vid ca 1,1 MW.



Figur 9.4, Brandgasspridning från dagrum, helt tät dörr.

²⁹ Hertzberg Tommy



Figur 9.5, Brandgasspridning från dagrum, ej tät dörr.

Dagrum - Medel	390 s
Dagrum - Hög	480 s
Dagrum - Låg	300 s

Fig 9.6, Simulerad utrymningstid för brand i dagrum.

9.4 Slutsats

Diagrammen kan tillsammans med tabell över simulerade utrymningstider användas för att på ett överskådligt sätt visa vad brandgasspridningen kan få för betydelse för utrymningssituationen, se figur 9.3 och 9.6. Slutsatsen är att risken för brandgasspridning till det närmaste rummet innan samtliga personer hunnit utrymma är stor. Detta gäller både för patient- och dagrummet. Risken för vidare brandgasspridning till efterföljande rum är hög i den övre delen av intervallet medan den är mer tveksam i de nedre delarna av intervallet. En högre brandeffekt medför med andra ord större risk för brandgasspridning till fler rum inom den tid lokalerna beräknas kunna utrymmas.

Då det brinner i dagrummet blir följderna något annorlunda. Med samma förutsättningar, dvs. att dörren hålls stängd etc, blir resultatet att brandgasspridning troligen sker även härifrån. Skillnaden är att spridningen nu består av med tilluften utspädda brandgaser vilket kan tänkas göra utrymningen från drabbade rum något mindre akut.

Intervallen redovisas i avsnitt 6.5 samt 7.5.

9.5 Diskussion

Beräkningarna visar att brandgasspridning är möjlig. Det hela beror dock på hur stor branden blir samt av hur stora läckflödena från brandrummet är. Ett snabbare brandförlopp leder till att det för brandgasspridning tillräckliga trycket kan nå tidigare. Mindre läckflöden har samma effekt.

Brandgasspridning kommer troligen att ske innan samtliga har hunnit utrymma oavsett brandeffekt i intervallet. Denna slutsats kan dras om ventilationsberäkningarna granskas tillsammans med simulerade utrymningstider, se figur 9.3 och 9.6. Hög brandutveckling innebär dock att utrymning från de drabbade rummen måste ske snabbt. Detta kräver att personalen vet hur de skall hantera situationen. Att göra personalen medveten om problemet kan därför ses som en relativt enkel men viktig förbättringsåtgärd.

Till dagrummet finns det ingen dörr vilket innebär att brandröken snabbt sprids ut i korridoren. På grund av öppningens storlek orkar branden ej bygga upp det tryck som skulle krävas för brandspridning via ventilationssystemet. För att förhindra brandgasernas snabba spridning ut i korridoren har därför dörrar med automatisk dörrstängning föreslagits. Teoretiskt skulle en helt tät dörr innebära att trycket i dagrummet snabbt kan byggas upp och bli tillräckligt för brandgasspridning via tilluftssystemet. Brandgaserna blandas då med tilluften och sprids utspädd till rummen längre bort på tilluftskanalen. För brandgasspridning förbi tilluftsfläkten samt till övriga våningsplan gäller samma resonemang som tidigare.

Beräkningarna visade att en springa under dörren har stor betydelse för brandgasspridningen då detta får en fördröjande effekt. Därför kan det anses klokare att inte göra de automatisk stängbara dörrarna helt täta utan lämna en springa vid golvet. Det hela blir dock ett avvägningsproblem då springan bör dimensioneras så att brandgasspridningen via ventilationen fördröjs samtidigt som spridningen direkt ut i korridoren minimeras. Försöket med en cm hög springa visar sig fungera bra. Därmed ej sagt att detta är den optimala öppningsstorleken.

I samband med en eventuell installation av dörrar med automatisk stängningsmekanism uppstår dock ett annat problem som man måste beakta. Dörrarna antas vara utåtgående enligt praxis. Enligt beräkningarna krävs det relativt höga brandtryck för spridning vilket också kommer att påverka dörrarna. Utan någon slags lås/spärrmekanism på dörren kan den därför antas pressas upp och på så sätt förlora sin funktion.

Även andra åtgärder är givetvis möjliga. Till exempel kan backventiler installeras. Detta innebär dock att trycket i rummet snabbt byggs upp och snart pressas ut genom exempelvis dörren. Ingen hänsyn har tagits till huruvida fönstren går sönder v branden. Är detta fallet så kommer rök välla ut denna vägen och eliminera risken för brandgasspridning via ventilationen.

Samtliga beräkningar är grova uppskattningar men har gjorts för att ge en fingervisning om vilken betydelse spridningen via ventilationen kan få.

10 Känslighetsanalys

Känslighetsanalys görs för att kontrollera hur förändringar av ingångsvärden påverkar resultatet.

I simuleringarna av utrymning i ERM har tre nivåer av ingångsvärden används. En grundnivå som kallats för medel där patientantal, vårdare, och typ av patienter motsvarar normal beläggning på avdelningen. Därefter har en lägre och en högre nivå simulerats där bland annat vårdare, patienter, tid på dygnet och typ av patienter varierats. Till exempel har en person antagits vara bältad i den högre nivån.

Vid simuleringarna ger olika typer av madrasser och soffor mycket olika effektkurvor. Dessa effektkurvor spelar stor roll för resultaten. För att täcka in variationer och se hur de påverkar har simuleringarna utförts på effektkurvor som har både högre och lägre tillväxthastighet än de som tagits fram för madrassen respektive soffan/TV:n. Då det inte skiljer så mycket mellan de två intervall gränser som har valts anses att sanningen ligger någonstans där emellan.

Vid beräkningar på brandgasspridning via ventilationssystemet spelar öppningar och springor från det brandpåverkade rummet en mycket stor roll. För att kontrollera hur de påverkar har springan under dörren varierats från helt tätt till en cm springa.

Känslighetsanalysen visar att oberoende av hur ingångsvärdena varierar är resultatet i samtliga fall att utrymning ej är möjlig att genomföra innan tid till kritiska förhållanden.

11 Brandskyddsvärdering av vårdanläggningar

För att på ett relativt enkelt sätt kunna bestämma brandsäkerheten på vårdavdelningar har en riskanalysmetod framarbetats vid Brandteknik, Lunds tekniska högskola³⁰. Metoden kallas brandskyddsvärdering av vårdanläggningar (BSV-vård) och meningen är att den skall kunna användas som ett komplement vid brandsyn, som en checklista vid nybyggnation eller för att jämföra betydelsen av olika faktorer ur brandsäkerhetssynpunkt. Metoden är uppbyggd kring 26 olika komponenter som på olika sätt påverkar brandsäkerheten på vårdavdelningar. Komponenterna viktas olika beroende på dess betydelse för brandsäkerheten. En komponent med högt viktvärde har stor betydelse för brandsäkerheten. Varje komponent graderas (ett slags poäng eller betyg) sedan utifrån förutsättningarna i verksamheten. Genom att multiplicera viktvärdet med graderingen för varje komponent och sedan summera dessa fås ett så kallat brandskyddsindex (BSI). Vårdanläggningar med tillfredsställande brandsäkerhet hamnar på ett BSI kring 2,80. Gränsen 2,80 är dock inte knivskarp. Ju högre värde desto bättre.

11.1 Resultat

Då det befintliga brandskyddet uppskattas fås ett resultat på 2,4, se bilaga I. Hänsyn har endast tagits till verksamheten på PIVA. Följs föreslagna åtgärder fås ett brandskyddsindex på 3,2, se bilaga J. Förändringarna som gjorts framgår kortfattat i figur 11.1. För utförligare beskrivning hänvisas till bilagorna, se bilaga I och J.

³⁰ Frantzych Håkan. (2000). *Brandskyddsvärdering av vårdanläggning*. Räddningsverket, Karlstad.

Komponent	Vikt	Befintligt brandskydd	Efter uppfyllda åtgärdsförslag	Åtgärd
1 Personal	0,127	4	5	Extern kunskapskontroll hos personalen
2 Patienter	0,065	4,2	4,2	
3 Gångavstånd till utrymningsväg	0,027	4	4	
4 Brandcellsgräns i bjälklag	0,026	5	5	
5 Brandcellsgräns i vägg	0,019	0	4	Genomföringar i golv och tak tätas, rutiner för detta
6 Interna dörrar och väggar	0,032	0	1	Dörrar stängs automatiskt vid brand
7 Dörr till utrymningsväg	0,023	0	1	Brantekniskt rätt klassad dörr
8 Automatiskt brandlarm	0,043	4,1	4,1	
9 Utrymningslarm	0,031	3	5	Larm till annan avdelning
10 Sprinkler	0,054	0	0	
11 Hiss som utrymningsväg	0,006	0	0	
12 Utrymningsvägar	0,028	1	1	
13 Ytskikt på väggarna	0,019	3	3	
14 Ytskikt på innertak	0,026	4	4	
15 Ventilationssystem	0,019	1	4	Installera brandspjäll
16 Lös inredning	0,080	3	3	
17 Fasta riskkällor	0,049	1	1	
18 Nödbelysning	0,006	3	3	
19 Brandgasventilation	0,029	0	0	
20 Vägledande markering	0,016	4	5	Genomlysta utrymningsskyltar
21 Brandsläckningsutrustning	0,059	5	5	
22 Räddningstjänstens insats	0,042	3,8	3,8	
23 Geometrisk utformning	0,016	2	2	
24 Våning ovan mark	0,026	1	1	
25 Drift och underhåll	0,077	0	5	Interna rapporteringsrutiner samt brandskydds kontroll
26 Larmstyrka på sjukhuset	0,055	0	0	
SUMMA		2,38	3,16	

Figur 11.1, Jämförelse av brandskyddsvärdering före och efter åtgärdsförslag.

11.2 Slutsats

Resultaten tyder på att det befintliga brandskyddet ligger under det värde som satts som tillfredställande. Genom att förbättra brandskyddet enligt de åtgärder som föreslagits fås istället ett godtagbart värde. Men återigen, gränsen är inte knivskarp. Fortfarande finns en rad åtgärder som förbättrar brandskyddet ytterligare.

12 Förslag till åtgärder

Nedan följer en genomgång av de åtgärder som framkommit under den brandtekniska riskvärderingen av avdelningen PIVA. Åtgärderna som betecknas med *skall*, måste göras föra att byggnaden ska kunna anses vara säker för utrymning. Andra åtgärder som betecknas med *bör* är åtgärder som förbättrar säkerheten. Åtgärderna är angivna i prioriteringsordning.

Byt till brandklassade madrasser enligt SS 876 00 10 samt se över övrigt möblemang

Samtliga madrasser på avdelningarna skall bytas ut till SS 876 00 10 som testats enligt provningsmetoden NT FIRE 032³¹. Klassningen innebär att de är testade för att klara av en större tändkälla som till exempel en anlagd brand. Soffor i samma typ av miljö bör även de prövas enligt NT FIRE 032³². Övrigt möblemang bör ses över och antalet stoppade möbler minimeras. Som ett grundkrav för stoppade möbler bör EN1021-1 och EN 1021-2 tillämpas³². Detta innebär att de motstår en oavsiktlig antändning som till exempel en tändsticka.

Bättre utbildning av personalen och genomförandet av utrymningsövningar

Personalen skall få bättre utbildning och klara rutiner måste införas över hur personalen ska agera vid brand och brandlarm. För att underlätta utrymningen skall utrymningsövningar hållas och dessa behöver inte nödvändigtvis vara på avdelningen, utan kan hållas i liknande lokal. Övningarna kan hållas med personal som markörer då det är svårt att involvera patienter i dessa övningar. Det är viktigt att rutiner övas in så personalen är förberedda på en snabb utrymning och vet hur de ska agera. Dessa övningar bör ske kontinuerligt. Även övningar med handbrandsläckare, brandfilt och centrumrullar bör ske kontinuerligt.

Nyanställd personal och vikarier skall få brandutbildning så de väl känner till rutinerna vid brand och brandlarm. I dagsläget informeras nyanställd personal om brand med hjälp av en framtagen checklista, se bilaga L. Det krävs att det är en brandkunnig person som går igenom listan med den nyanställda. Listan utgör en bra grund men bör kompletteras genom uppförandet av lättillgängliga instruktioner som behandlar situationer vilka kan tänkas uppstå på avdelningen. Personalen påminns på så sätt kontinuerligt om brandskyddet och kan själva lätt söka information. Detta leder till att personalen blir trygga i sitt agerande vid en eventuell utrymning/brand.

Även övriga avdelningar på Sigfridsområdet bör infattas i utbildning så de olika avdelningarna kan vara varandra behjälpliga vid brandtillbud.

³¹Thuresson Per (2000). "Brand i vårdanläggningar".

³²Thuresson Per.

Dörr till dagrummet

För att minska brandgasspridning till korridoren och därmed risken för att blockera båda utrymningsvägarna samtidigt skall en brandtekniskt klassad dörr, lägst E30, installeras till dagrummet. Beräkningar visar att spridningen blir betydligt mindre vilket gör att man får mer tid till utrymning innan kritiska förhållanden uppstår, se bilaga D. Denna dörr bör ha automatisk dörrstängning som aktiveras vid larm eller mekanisk dörrstängare. Om detta görs måste ventilationssystemet beaktas, se avsnitt 8.

Installera dörrstängare på dörrar till patientrum.

Simuleringarna av brand i patientrum visar att det är mycket viktigt att dörren till brandrummet stängs för att minska brandgasspridning ut till korridoren. Det har visat sig vid tidigare bränder att det kan vara svårt för personalen att stänga, se avsnitt 3. Därför skall dörrstängare installeras. I liknande inrättningar kan utstickande föremål såsom dörrstängare vara ett problem då patienter kan vara suicidala. För att undvika detta problem bör dess utformning beaktas.

Se över den brandavskiljande förmågan hos brandcellsgränser

Väggen som delar av våningen är klassad B60 vilket motsvarar dagens EI60. Det betyder att väggen och de delar som ingår i väggen, i 60 min ska förhindra brandgasspridning och värmeledning. Dörren in till PIVA var ej brandtekniskt klassad dessutom är genomföringar i undertak av elkablar och rör dåligt utförda, se avsnitt 2.3. Samtliga dörrar i brandcellsgränser skall kontrolleras så de är brandklassade enligt gällande bestämmelser och genomföringarna skall kontrolleras så även de uppfyller de brandtekniska kraven.

Installera branddetektorer i samtliga utrymmen

Då det i dagsläget inte finns branddetektorer i alla utrymmen bör detta installeras. Detta för att tidigare detektera brand och påbörja utrymning. Skadade detektorer bör bytas ut, se 2.3.2.

Installera dolda branddetektorer i patientrum

För att eliminera risken för övertäckta detektorer i patientrum i samband med anlagd brand bör detektorerna i dessa rum vara dolda.

Installera genomlysta utrymningsskyltar

Efterlysande skyltar som de som finns på avdelningarna idag kräver att de belyses med ljus. På kvällen är korridorerna nedsläcka vilket gör att de inte lyser som de ska nattetid. Genomlysta utrymningsskyltar är mycket tydligare vilket därför bör installeras. Prioritering bör läggas på skyltarna i ändarna av korridoren.

Brandgasspjäll i båda kanalerna som korsar brandcellsgränsen som delar av våningen

Enligt BBR 5.653 skall ”luftbehandlingsinstallationer utformas så att ett tillfredsställande skydd mot spridning av brandgas mellan brandceller erhålls”. För att förhindra att det sprids brandgaser i intilliggande brandcell bör även den andra kanalen som korsar brandcellsgränsen förses med brandspjäll.

Flytta vägen till utrymningsväg som går genom förråd

För att underlätta för patienter och vårdare att ta sig ut skall inga saker finnas i gångvägarna till utrymningsvägarna. Vägen bör flyttas från linneförrådet till passagen längst ner i korridoren. Se figur 2.10 punkt 4 och 5.

Belägg patientrummen närmast expeditionen först

Då alla rum inte är belagda hela tiden bör patienterna finnas i de rum som är närmast expeditionen och ingången. Här är risken för spridning av brandgaser genom ventilationssystemet lägre än rummen längre ner i systemet. Det är dessutom kortare väg till huvudingången på avdelningen som är den naturliga utrymningsvägen för patienterna. Dessa rum är även belägna närmast expeditionen, där larmcentralen är placerad. Det är även stor chans att personal befinner sig i expeditionen och kan därmed assistera tidigare.

13 Slutsats

För att brandskyddet ska kunna anses vara tillfredställande på PIVA måste utrymning ske innan kritiska förhållanden uppstår. Så anses inte fallet vara idag. Åtgärder som skall utföras, se avsnitt 12, kommer att förlänga tiden till kritiska förhållanden uppstår och minska tiden till utrymning av hela avdelningen. Det har visats genom simuleringar hur brandgaslagrets höjd i korridoren påverkas av stängd dörr i patientrummet samt införandet av dörr till dagrummet, se figurerna 6.2, 6.3 samt 7.2, 7.3.

Simuleringar och resonemang har även gjorts kring hur brand i olika typer av madrasser påverkar utrymningsförhållandena. Byts madrassen ut till en SS 876 00 10 kommer denna att självslockna vid försök till anlagd brand, se avsnitt 6.3. Även studier av tidigare bränder har gjorts för att se hur personalens agerande påverkar resultatet av utrymning och brandförlopp, se avsnitt 3. Detta innebär att om samtliga åtgärder som skall utföras enligt ovan genomförs kan brandskyddet anses vara tillfredställande.

Dessa åtgärder ger en lägsta nivå av brandskyddet. För att förbättra brandskyddet ytterligare bör åtgärder betecknade *bör* införas.

För att få en säkerhetsmarginal och ett gott brandskydd bör sprinkler installeras. Detta skulle inte bara innebära en säkrare miljö för patienterna utan även för personalen som hjälper till vid utrymningen. En installation av ett sprinklersystem är i allmänhet att rekommendera på vårdanläggningar. Då personaltätheten på PIVA är hög anses dock en satsning på deras utbildning mer motiverad än en sprinklerinstallation. Man kan även utföra varje patientrum som en egen brandcell. Dessa båda förslagen är kostsamma men skulle minska riskerna för ytterligare dödsbränder inom låsta psykiatriavdelningar.

Trots att det är två år sedan dödsbranden på rättspsykiatriska avdelningen i Växjö har man fortfarande inte bytt ut madrasserna på patientrummen på liknande avdelningar inom psykiatrin. Detta trots att det i rapporter framkommit att dessa är av högsta betydelse för brandförloppet. Personalen kan inte heller anses ha den brandutbildning de borde. Enligt enkätundersökning, se bilaga A, anser sig personalen inte ha tillräcklig kunskap gällande brand och utrymning.

Personaltätheten måste anses vara mycket hög på PIVA jämfört med andra avdelningar inom vården. Detta bidrar till att denna rapports slutsatser inte kan jämföras med andra låsta psykiatriska avdelningar där personaltätheten inte är lika hög.

14 Referenser

14.1 Böcker, Rapporter och Artiklar

Alvord, D. M. (1985). *Status Report on the Escape and rescue model*.

Beskrivning av ERM Escape and Rescue Model (användarmanual på svenska)

Boverkets Byggregler, BBR.. BFS 1993:57 med ändringar till och med 2002:19. (2002)
15 000 exemplar. Boverket, Karlskrona.

”Brand i byggnad, objekt psykiatrisk vård, 1998-2004”. (2005). Räddningsverket,
Karlskoga

”Brand i vårdbäddar”. (2005) SP info 2005:26

Drysdale, Dougal. *An Introduction to Fire Dynamics. Second Edition*. John Wiley &
Sons

Erlandsson Ulf (2005). ”Anlagd brand på psyksjukhus – 150 i fara”. *Sirenen*. 34 000
exemplar. Oktober 2005. sid 28-29.

Erlandsson Ulf (2003). ”Undersökningsprotokoll, Brand i slutna vårdavdelning för svårt
psykiskt sjuka” (2003)

Frantzich Håkan. (2000). *Brandskyddsvärdering av vårdanläggning*. Räddningsverket,
Karlstad.

Frantzich Håkan. (2004). *Utrymningsdimensionering*. 1000 exemplar. Boverket,
Karlskrona

Hertzberg Tommy, Tuovinen Heimo, Blomqvist Per (2005). “Measurement of thermal
properties at elevated temperatures – Brandforsk project 328-031”. SP-rapport 2005:29.

Holmstedt S.Göran, Kaiser Inger (1983). ”Brand i vårdbäddar”. SP-rapport 1983:04

Jensen, Lars. (1998). *Brandgasspridning via ventilationssystem*. Institutionen för
byggnadskonstruktionslära, Lunds Tekniska Högskola, Lund.

Jönsson Robert et al. (2002). *Brandskyddshandboken*. Rapport 3117. Brandteknik, Lunds
Tekniska Högskola, Lund.

Karlsson, Björn, Quintiere, James G. (2000). *Enclosure Fire Dynamics*. CRC Press LLC,
Boca Raton.

Särdqvist Stefan. (1993). *Initial Fires. RHR, Smoke production and CO Generation from Single Items and Room Fire Tests*. Rapport 3070. Institutionen för Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lund.

Särdqvist, Stefan. (2002) *Vatten och andra släckmedel*. Räddningsverket, Karlstad.

Thuresson Per (2000). "Brand i vårdanläggningar". SP-rapport 2000:15.

Värends Räddningstjänst. "Insatsrapporter 2000-2004"

14.2 Personer

Carlsson Ingemar. Avdelningsansvarig PIVA.

Elmlund Helene. Materialkonsulent.Landstinget Kronoberg

Hertzberg Tommy. Tekn Dr, Forskare Branddynamik. Statens provningsanstalt.

Holgersson Krister. Brandmästare. Värends Räddningstjänst.

Holmstedt Göran. Professor. Brandteknik Lunds Tekniska Högskola

Jensen Lars. Professor. Ventilationsteknik Lunds Tekniska Högskola

Jonsson Boris. Planeringschef samt stf. Psykiatridirektör

Nilsson Daniel, Doktorand, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola

Svensson Solveig. Avdelningsansvarig beroende.

Thuresson Per. Biträdande Sektionschef Branddynamik. Statens provningsanstalt

14.3 Elektroniska källor

<http://www.ltkronoberg.se/templates/LTKPresentation.aspx?id=2478>

http://www.ltkronoberg.se/templates/LTKPageWithPicture____2721.aspx

<http://www.ltkronoberg.se>

Bilaga A - Enkät

Totalt 35 enkäter delades ut och besvarades av personalen.

A.1 Enkät – brandskydd

1. Vet du hur du ska agera vid brandlarm / utrymningslarm?

JA: NEJ:

2. Vet du hur du ska agera vid brandtillbud?

JA: NEJ:

3. Om ja på ovanstående, hur?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Vet du var utrymningsvägar finns?

JA: NEJ:

5. Har du deltagit i utrymningsövning senaste året?

JA: NEJ:

6. Har du fått brandutbildning senaste året?

JA: NEJ:

7. Om nej på ovanstående, har du fått brandutbildning och i så fall när?

.....
.....
.....

8. Anser du dig ha tillräcklig kunskap om brand och utrymning?

JA: NEJ:

9. Vet du var brandsläckare finns?

JA: NEJ:

10. Kan du använda en handbrandsläckare?

JA: NEJ:

11. Är någon huvudansvarig vid brandtillbud? Vem?

.....
.

Något du vill tillägga?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

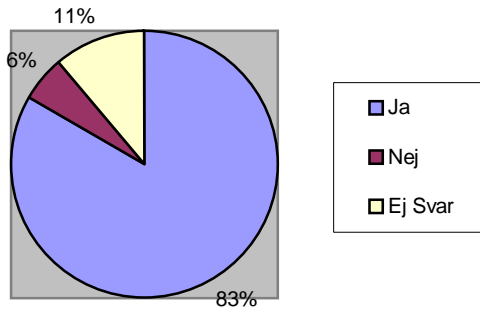
A.2 Enkäter – sammanställning av svar

A.2.1 Beroende

Fråga

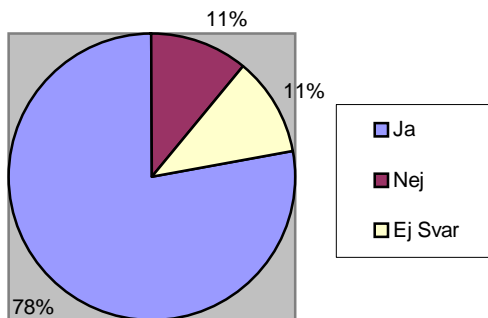
1. Vet du hur du skall agera vid brandlarm/utrymningslarm?

Ja: 15 Nej: 1 Ej svar: 2

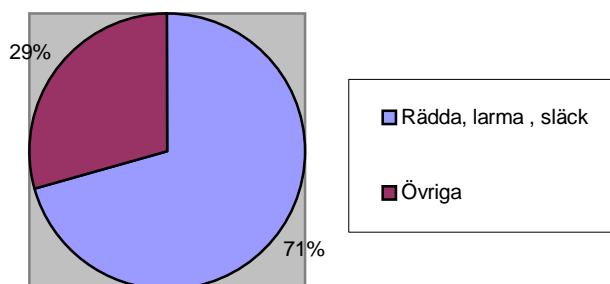


2. Vet du hur du ska agera vid brandtillbud?

Ja: 14 Nej: 2 Ej svar: 2



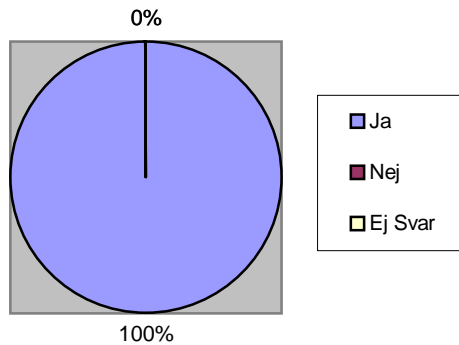
3. Om ja på ovanstående, hur?



- Uppsamlingsplats ute. En ur personalen där. Tömma avd. på patienter. Hjälpa alla att komma ut.
- Rädda vid uppenbar fara och om man är ensam. Om man är flera kan en ringa 112 + växel. Hämta brandfilt och släckare
- Rädda de som är utsatta. Stäng in branden. Larma både brandkår och växel. Påbörja släckning om möjligt. Utrym avd. Ta emot brandpersonal och informera.
- Vid larm hjälpa där det larmar. Om allvarligt ring 112. Ta ut patienter på uppsamlingsplats och försöka släcka. Är man många kan man dela upp sig.
- Vid falsklarm meddela 112 samt växel. Ta reda på var det brinner alt. släcka själv el utrymma. Rädda, larma, släck.
- Rädda, larma, släck. Samlas vid uppsamlingsplats. 12st
- Larma, rädda. Släcka. Samlas vid uppsamlingsplats 1st

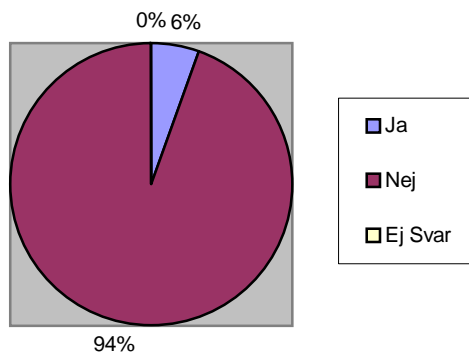
4. Vet du var utrymningsvägar finns?

Ja: 18 Nej: 0 Ej svar: 0



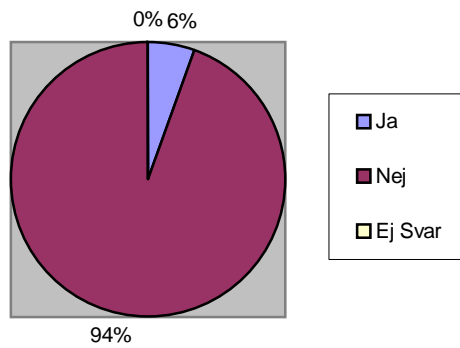
5. Har du deltagit i utrymningsövning senaste året?

Ja: 1 Nej: 17 Ej svar: 0

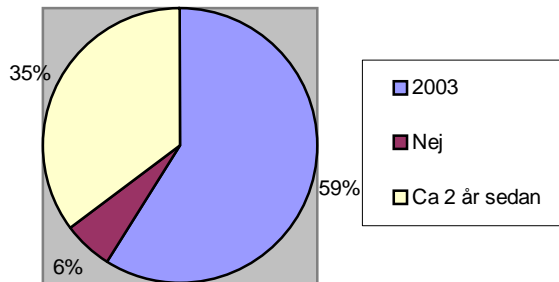


6. Har du fått brandutbildning senaste året?

Ja: 1 Nej: 17 Ej svar: 0



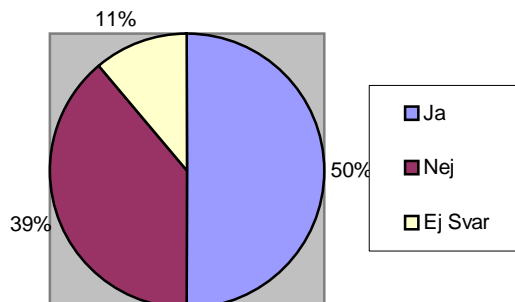
7. Om nej på ovanstående, har du fått brandutbildning och i så fall när?



- 2003 10st
- Nej 1st
- Ca 2 år sedan. 6st

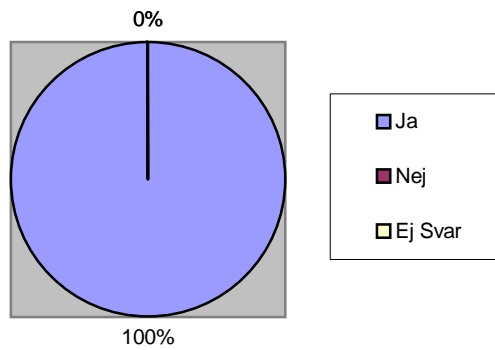
8. Anser du dig ha tillräcklig kunskap om brand och utrymning?

Ja: 9 Nej: 7 Ej svar: 2



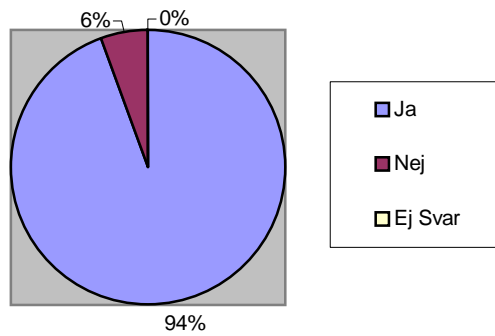
9. Vet du var brandsläckare finns?

Ja: 18 Nej: 0 Ej svar: 0

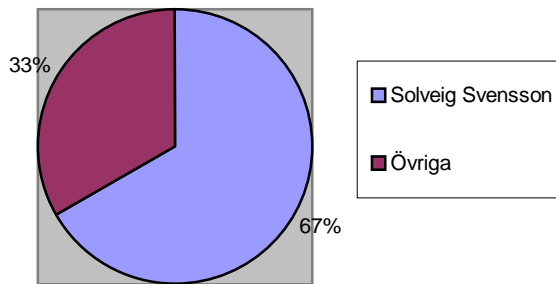


10. Kan du använda en handbrandsläckare?

Ja: 17 Nej: 1 Ej svar: 0



11. Är någon huvudansvarig vid brandtillbud? Vem?



- Nina Andersson?
- Ansvarig sjuksköterska nattetid. Solveig Svensson dagtid.
- Solveig Svensson, 10st
- Solveig Svensson eller Ewa.
- Solveig Svensson eller brandskyddsombud.
- Nej, den som bäst kan organisera/leda aktionerna vid ett tillbud bör göra det.
- ?

Något du vill tillägga?

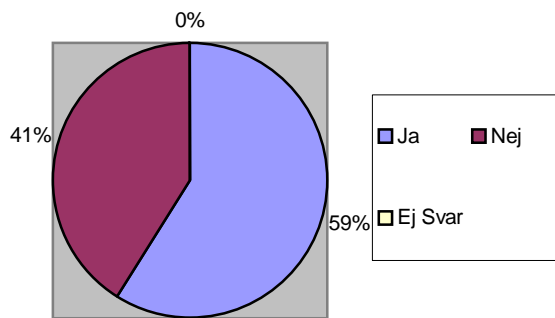
- Skadar inte med en repetition angående brandsäkerhet
- Uppdatering behövs.
- Tycker det är lika viktigt att gå igenom en gång per år precis som hjärt- och lungräddning.
- Oftare ha brandutbildning för alla.

A.2.2 PIVA

Fråga

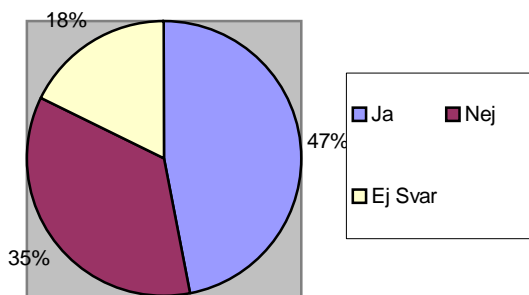
1. Vet du hur du skall agera vid brandlarm/utrymningslarm?

Ja: 10 Nej: 7 Ej svar: 0

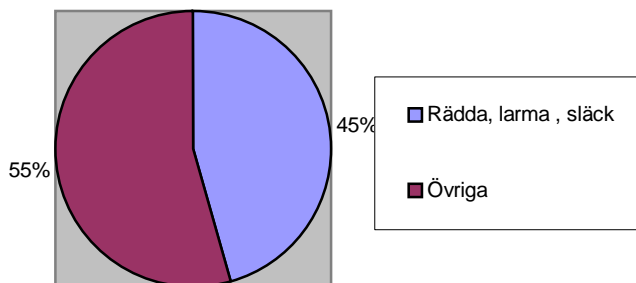


2. Vet du hur du ska agera vid brandtillbud?

Ja :8 Nej :6 Ej svar: 3



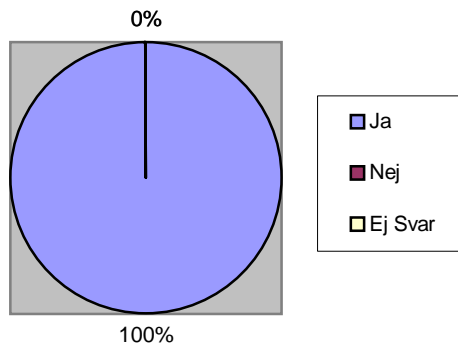
3. Om ja på ovanstående, hur?



- Rädda, larma, släck. Kontroll av larmställe, utrym, använd erforderlig utr.
- Rädda, larma, släck och snabbt lokalisera vad. Snabbt kontrollera displayen, utrymning.
- Vid larm lokalisera var det brinner, ev. begränsa, stäng dörr. Samla patienter, någon larmar genom brandknapp. Evakueras till samlingsplats ute vid dammen. Räkna patienter + personal. Släck om möjligt. Varna övriga enheter i huset.
- Lokalisera brand. Sätt patient i säkerhet. Släck om möjligt. Ring 112. Se till så att inte all personal fokuserar på branden. Några hjälper patienter. Möt upp Räddningstjänsten och visa vägen.
- Lokalisera branden. Rädda, släcka. Om falsklarm ring 112. 2st
- Rädda, larma, släck. 5st

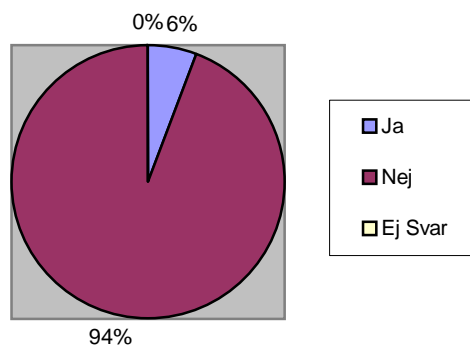
4. Vet du var utrymningsvägar finns?

Ja: 17 Nej: 0 Ej svar: 0



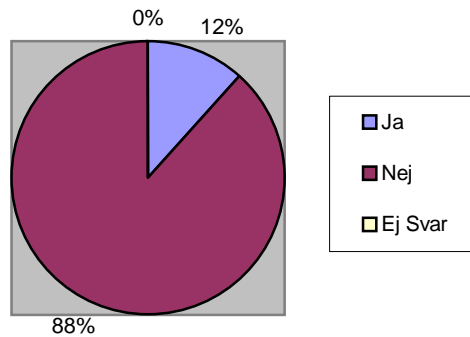
5. Har du deltagit i utrymningsövning senaste året?

Ja: 1 Nej: 16 Ej svar: 0



6. Har du fått brandutbildning senaste året?

Ja: 2 Nej: 15 Ej svar: 0

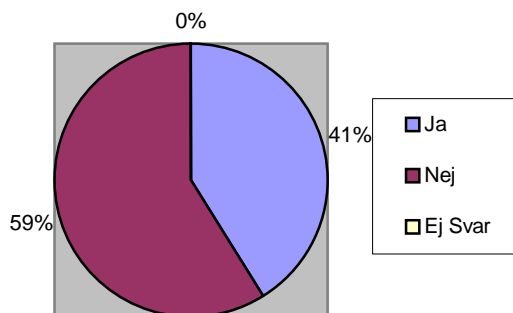


7. Om nej på ovanstående, har du fått brandutbildning och i så fall när?

- Ingen sen jag började 03.
- Flera år sedan, minst 5år.
- Ca 20 månader sedan.
- Värnplikt
- På annan avdelning för ett par år sedan.
- Förra året.
- Utbildning av luftfartsverket -94
- För ca 18-20 månader sedan.
- För två år sedan, men ingen patient övning. 2st
- Hösten 2003 2st

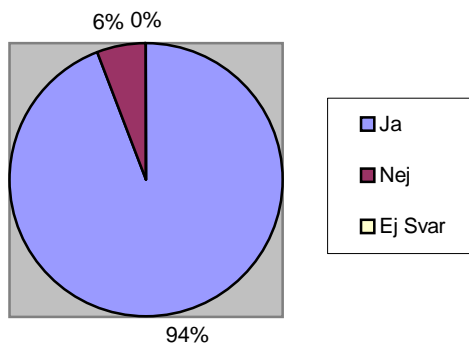
8. Anser du dig ha tillräcklig kunskap om brand och utrymning?

Ja: 7 Nej: 10 Ej svar: 0



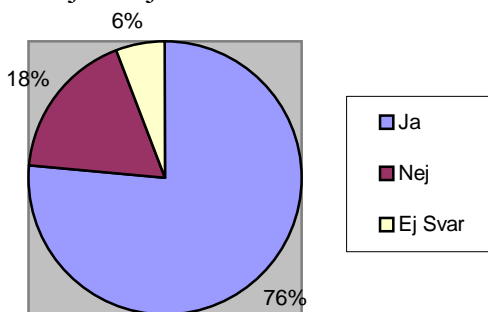
9. Vet du var brandsläckare finns?

Ja: 16 Nej: 1 Ej svar: 0

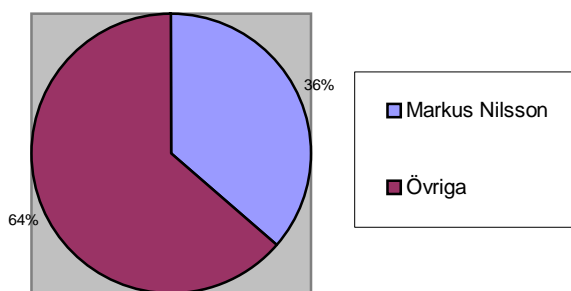


10. Kan du använda en handbrandsläckare?

Ja: 13 Nej: 3 Ej svar: 1



11. Är någon huvudansvarig vid brandtillbud? Vem?



- Markus Nilsson, 4st
- Tjänstgörande arbetsledning.
- Tjänstgörande arbetsledare
- Tjänstgörande sjuksköterska
- Ansvarig arbetsledare
- Vet ej, eventuellt arbetsledaren
- Nej.
- Vet ej

Något du vill tillägga?

- Önskar brandutbildning.
- Brandsläckarna är svåråtkomliga. Måste låsa upp skåp. Nattetid mörkt.
- Bra med kontinuerlig övning av utrymning/släckning
- Vill ha regelbunden träning

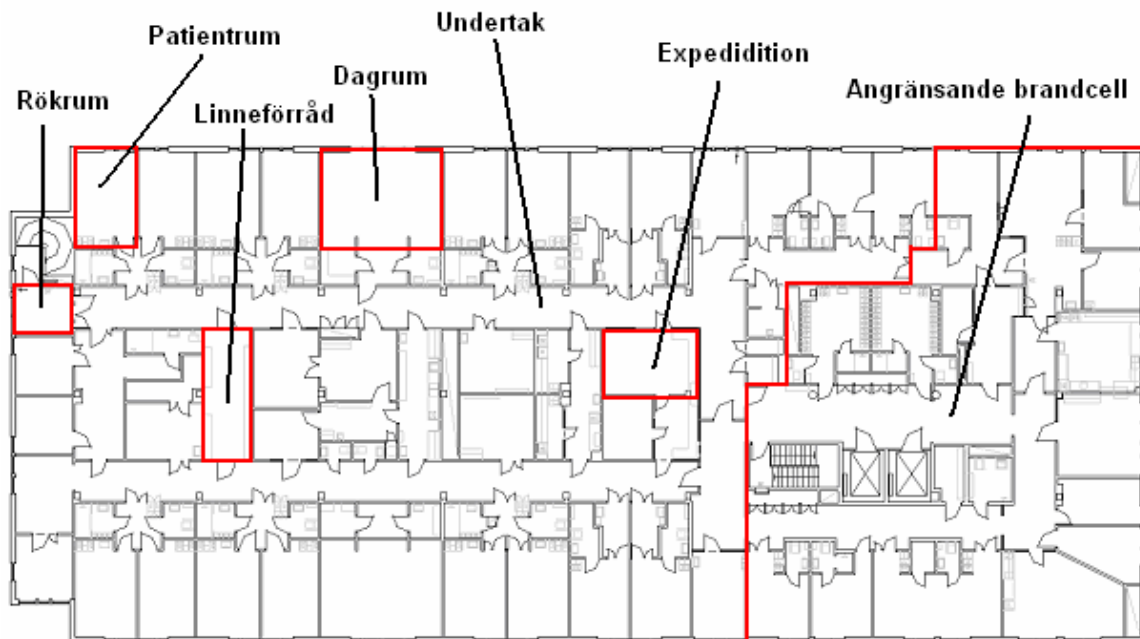
Bilaga B – Val av scenario

B.1 Dimensionerande brand

För att studera avdelningens brandsäkerhet med avseende på utrymning och personsäkerhet valdes sju sannolika scenarier ut. Dessa scenarier studerades vidare genom att bedöma sannolikhet samt konsekvens. Genom denna sammanvägning valdes med hjälp av en förenklad konsekvens/sannolikhetsanalys två scenarier ut som studerades närmare. Detta innebär att dessa scenarier simuleras och utrymningsförhållandena studeras. Följande valdes ut så att hela våningsplanet kunde täckas in med rimliga scenarier.

Se figur B.1.

- Angränsande brandcell
- Dagrum
- Gemensamma utrymmen såsom linneförråd
- Patientrum
- Reception/Expedition
- Rökrum
- Undertak (markerat i figur B.1)



Figur B.1, Tänkbara platser för uppkomst av brand.

Enligt statistik nedan är de mest tänkbara brandorsakerna i vårt fall anlagd brand och tekniskt fel.

Glömd spis har högre sannolikhet enligt statistik men eftersom ingen spis finns inne på avdelningen faller denna brandorsak bort. Vad beträffande rökning är det bara tillåtet att röka i rökrummet men det kan antas att en anlagd brand antänds med en cigarett.

Brand i byggnad - objekttyp psykiatrisk vård, per preliminär brandorsak, 1998-2004

Preliminär brandorsak	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Totalt
Okänd	6	7	3	7	7	4	5	39
Återantändning					1		1	2
Anlagd med uppsåt	66	51	26	30	24	24	23	244
Barns lek med eld		1				1		2
Glömd spis	3	3	1	2	6	2	7	24
Rökning	6	7	7	5	5	4	4	38
Levande ljus	2	4		1	1	3	1	12
Tekniskt fel	4	2	2	3		2		13
Blixnedslag					1			1
Hantverkare						1		1
Explosion				1				1
Soteld		1				1		2
Värmeöverföring	1	1		2	1	2	1	8
Gnistor	1			1		1		3
Självantändning		1					1	2
Annan	3	4	4	3	1	2	3	20
Totalt	92	82	43	55	47	47	46	412

Figur B.2, Statistik från SRV.

Enligt statistik från Värends räddningstjänst³³ har det under perioden 2000-2004 konstaterats sju stycken brand i byggnad. Av dessa kan tre anses vara anlagda. Ett av fallen är dödsbranden i Växjö 2003³³ där en patient tände på möbler i sitt rum. I de andra fallen har patienter antänt klädhög samt bordduk. Detta talar för att en trolig brandorsak i de utrymmen patienter har tillgång till är anlagd brand.

Sannolikhet samt konsekvens av brand graderades, med bakgrund av nedanstående information, från 1 (Högst) till 7 (lägst) på de olika brandplatserna och multiplicerades med konsekvensen för att ta fram de ”värsta tänkbara scenarierna” (worst credible case).

³³ Värends Räddningstjänst. ”Insatsrapporter 2000-2004”

Konekvens-/Sannolikhetstabell

Plats	Sannolikhet		Vid brand		Produkt
	Mest sannolika brandorsak	Sannolikhetsgradering	Särskilda konsekvenser	Konsekvensgradering	
Angränsande brandcell	Glömd spisplatta	4	Inga/få patienter, egen brandcell	5	20
Dagrum	Anlagd brand	3	Snabb/stor risk för rökspridning/personskada	1	3
Gemensamma utrymmen såsom linneförråd	Tekniskt fel	7	Kan blockera utrymningsväg	4	28
Patientrum	Anlagd brand	2	Risk för personskada/rökspridning	2	4
Reception/Expedition	Tekniskt fel	5	Kan blockera utrymningsväg	3	15
Rökrum	Anlagd brand	1	Blockerar utrymningsväg	7	7
Undertak	Tekniskt fel	6	Rökspridning, dolda rökdeckare	6	36

Figur B.3, Konsekvens-/Sannolikhetstabell.

I varje enskilt brandfall har hänsyn tagits till rökspridning, personsäkerhet, blockad av utrymningsvägarna etc. Nedan följer en beskrivning av respektive fall.

B.2 Beskrivning av troliga startutrymmen**Angränsande brandcell**

Ett tänkbart scenario är att en kaffekokare eller liknade startar en brand i kök eller personalrum. Brandbelastningen och därmed rökutvecklingen kan anses bli hög och detta kan blockera en utrymningsväg. Scenariet anses dock inte tillhöra något av de värsta då den inträffar ifrån patientutrymmena avskild brandcell och utrymning kan ske genom utrymningsväg 2.

Dagrum

Brandbelastningen i dagrummet består av en soffgrupp samt ett antal bord och stolar varför den anses som mycket hög. Ett tänkbart scenario är därför en anlagd brand i soffgruppen som snabbt kan växa och bli okontrollerbar. Stor fri passage till korridor gör att denna kan tänkas bli rökfylld och på så sätt kraftigt begränsa utrymningsmöjligheterna. Detta kan därför anses vara ett av de värst tänkbara scenarierna.

Gemensamma utrymmen såsom linneförråd

Dessa utrymmen innehåller mycket brännbart material men då de hålls låsta när inte någon personal vistas där anses risken för anlagd brand vara liten. Risken för tekniskt fel anses också vara liten. Liten risk för brand gör att detta inte tillhör något av de utvalda scenarierna.

Patientrum

Brandbelastningen i patientrummen är relativt låg men samtidigt anses risken för anlagd brand här vara hög eftersom patienterna kan vistas här relativt ostört. Rökutvecklingen i rummet kan tänkas leda till personskador. Det här fallet liknar mycket det som skedde vid dödsbranden i Växjö 2003³⁴ varför detta kan anses som ett troligt scenario.

Expedition

Relativt låg brandbelastning. Personalen befinner sig ofta här och patienterna har inte tillgång till rummen eftersom dörrarna är låsta. Vid en eventuell brand kan huvudutgången blockeras om rökspridning kan ske till korridoren. Liten risk för brand gör att detta inte tillhör något av de utvalda scenarierna.

Rökrum

I rökrummet finns en väggfast monterad tändare som lätt kan användas som tändkälla vid anlagd brand. Brandbelastningen kan dock anses vara liten och rökrummets placering med glasdörrar gör att personalen har relativt god översyn och en brand relativt snabbt kan upptäckas. Dörren med dörrstängare ut i korridoren gör att rökspridningen kan försvåras. Även om utrymningsväg 2 blockeras anses utrymning genom utrymningsväg 1 vara tillräcklig.

Undertak

Tänkbart scenario är brand ovan undertak genom tekniskt fel i elinstallationer. Brandbelastningen antas vara relativt låg. En eventuell brand är svårtupptäckt av personalen men då det finns dolda detektorer studeras fallet inte vidare.

³⁴ Värends Räddningstjänst. ”Insatsrapporter 2000-2004”

Bilaga C - Motivering till tider i ERM

Utrymning sker från brandrummet och bortåt, dvs. personalen prioriterar patienten i brandrummet först och fortsätter därefter mot utrymningsvägen. För scenariet med brand i patientrum blockeras utrymningsvägen som går genom rökrummet. Det är tänkbart att denna utrymningsväg kommer att användas för patienten i brandrummet men då programmet är begränsat till att antingen blockera utrymningsvägen under hela förloppet eller inte alls anses att den bästa approximationen är att blockera dörren. Nedan följer en sammanställning av de simulerade utrymningstiderna. Tiden innefattar utrymningsförloppets samtliga tre faser.

Patientrum		Dagrum	
Medel	7,5 min	Medel	6,5 min
Hög	7,5 min	Hög	8 min
Låg	6 min	Låg	5 min

Figur C.1, Simulerade utrymningstider.

C.1.1 Medel

C.1.1.1 Patienter

Patienter som betecknas 6A kräver att någon ur personalen säger till dem att de måste utrymma. Själva utrymningen kan de genomföra på egen hand. Det är troligt att patienterna inte förstår vad som händer. De ligger och sover vilket också fördröjer tid till utrymning inleds. Patientens fördröjning antas vara 90 s och inbegriper tiden från att personalen möter patienter till att patientens utrymning påbörjas. Det är tänkbart att personalen behöver ”övertala” patienterna att starta utrymningen. Denna övertalning, eller förklaring, anses ta ca 30 s. Tiden det tar innan personalen kan fortsätta till nästa patient och förklarar vad som har hänt uppskattas till 10 s och till detta adderas gångtiden för personen.

Patient som betecknas 30B kräver två vårdare i början av utrymningen men sedan en. Patienten ges en fördröjning på 60 s. Detta är den patient som anlägger branden, dvs. personen i brandrummet. Denna patient går personalen först till, men patienten håller mot dörren och vill inte utrymma. Denna patient kräver en vårdare som bevakar honom under hela utrymningen så att han inte springer in igen, då patienten är suicidal.

C.1.1.2 Vårdare

De vårdare som befinner sig i korridoren går till brandrummet. Att hitta brandrummet och påbörja försök att utrymma antas ta ca 60 s för personal som stannar vid brandrummet. Innan utrymning kan påbörjas av patienten i brandrummet kommer det dröja ytterligare 60 s, då patienten håller mot dörren och vägra utrymma.

En ur personalen springer och hämtar en handbrandsläckare. Innan denna person är redo att hjälpa till med utrymningen tar det ca: 120 s då han ska hinna få fram en handbrandsläckare samt genomföra ett släckförsök

För personen som befinner sig i expeditionen tar det lite längre tid då kollegorna är ute i korridoren. Innan denna person uppfattar allvaret i situationen dröjer det uppskattningsvis ytterligare 30 s och de börjar således hjälpa till med utrymning efter 90 s. Troligt är att personen som hämtar brandsläckaren ropar då han försöker få tag på släckaren och personen inser då att det inte rör sig om ”falsklarm”. Att personalen inte reagerar med en gång beror på att det är förhållandevis vanligt med falsklarm på PIVA. Detta enligt personalen på avdelningen.

Rimlig tid på beslut och reaktionstid för personal på sjukhus är två minuter³⁵, men då avdelningen är liten samt har relativ hög personalstyrka uppskattas alltså en snabbare tid för personalen på PIVA.

C.1.2 Hög

C.1.2.1 Patienter

Förhållandet avseende patienten i brandrummet är likvärdig som i försöket ovan varför tiden blir densamma, dvs. 60 s.

Vad gäller övriga patienter som befinner sig på rummen är även här situationen likvärdig, varför det åter igen har en tid på 90 s. Det som skiljer sig är antalet patienter.

I detta scenario finns även en bältad patient (patienttyp 40). Detta innebär stora problem för utrymningen då denna person kräver två vårdare under hela utrymningen. När han är ute så behöver dessutom en vårdare stanna där med honom. Denna person har 180 s fördröjning då han är fastbältad. Anledningen till att han är bältad är att han är aggressiv vilket motiverar att det behövs två vårdare för honom.

C.1.2.2 Vårdare

Då en patient är bältad är en ur personalen beordrad att befinna sig i rummet utanför bältesrummet. Ytterligare en vårdare befinner sig här för sällskap. Dessa vårdare har uppfattningstid 30 s då de är vakna och den ena måste ha ögonkontakt med den bältade. Dessa två vårdare måste följa med den bältade patienten hela vägen ut och väl ute måste den ena stanna med honom. Den andra vårdaren går in och hjälper till med fortsatt utrymning.

Övrig personal antas befinna sig i korridoren eller dess omedelbara närhet. Tiden för dessa blir liksom förut 60 s då deras förhållande är likvärdiga. En av personerna i korridoren gör även nu ett släckförsök vilket fördröjer hans insatstid med 60 s.

C.1.3 Låg

Den stora skillnaden mellan detta scenario och de två övriga scenarierna i patientrummet är att det nu antas vara dag istället för natt. Detta innebär att personalantalet är högre. I övrigt är förhållandena likvärdiga som för ”medelfallet” med sex patienter men istället sju vårdare.

³⁵ Frantzych Håkan. (2004). Utrymningsdimensionering

C.1.3.1 Patienter

Personen i brandrummet har samma tid då han håller mot lika mycket på dagen som på natten.

Övriga patienter befinner sig antingen i sina egna rum eller i dagrummet och då de nu är vakna antas de kunna starta utrymning efter 60 s. Det är troligt att de reagerar snabbare på dagen än på natten.

C.1.3.2 Vårdare

En ur personalen i korridoren gör likadant som ovan, en släckinsats och detta tar lika lång tid som på natten, dvs. denna person kan hjälpa till att utrymma efter först 120 s. Två ur personalen befinner sig i fikarummet. Dessa behöver 120 s för att uppfatta larm samt förflytta sig till avdelningen och kunna inleda utrymningsarbetet. Personalrummet är i ritningen placerad precis utanför avdelningen vilket inte är fallet. Tiden för denna personal inbegriper alltså även tiden att förflytta sig till avdelningen. Övriga fyra vårdare är utspridda i avdelningen och liksom i övriga scenarier uppskattas att det tar 60 s för dessa innan de kan påbörja hjälpa till vid utrymning.

C.2.1 Scenario 1 - brand i patientrum

C.2.1.1 Patientrum medel

Total utrymningstid inklusive detektionstid: **ca 7,5 min**

- Natt
- Patienter: 6 st
- Personal: 4 st
- Endast utrymningsväg 1 kan utnyttjas då branden blockerar utrymningsväg 2.
- Patienten som antänder antas streta emot³⁶ vilket antas ge honom en fördröjningstid på 60 s. Dessutom antas han vara i psykisk obalans och får därför wandererstatus. Detta innebär att personen irrar omkring och kräver därför assistans under hela utrymningsförloppet. Patienten antas kräva två vårdare från början och en sedan.
- Det antas troligt att övriga patienter sover, vilket innebär en fördröjning innan utrymning kan påbörjas på uppskattningsvis 90 s. I övrigt anses de kunna utrymma på egen hand efter det att personalen gjort dem uppmärksamma på branden.
- Vårdare 1 upptäcker branden och antas därmed hämta brandsläckare för att göra ett släckförsök innan denne kan hjälpa till med utrymningen. Fördröjningen innan han kan påbörja utrymning antas därför till 120 s.
- Vårdare 2 och 3 antas gå direkt till brandrummet för att hämta patient 1 som antänt. Vårdarnas fördröjning innan de är på plats vid brandrummet antas till 60 s. Detta med hänsyn till tid för informationsökning samt konstaterande av brand innan utrymning påbörjas. Vårdarna antas med andra ord nå och öppna dörren till brandrummet 60 s efter det att larmet utlösts.
- Vårdare 4 antas påbörja utrymning efter 90 s. Den något längre tiden jämfört med vårdare 2 och 3 motiveras med vårdarnas skilda ursprungsposition.

Patient	Rum	Typ	Prio	Delay time(s)	Wanderer
1	9	30B	1	60	Ja
2	8	6A	2	90	Nej
3	7	6A	3	90	Nej
4	6	6A	4	90	Nej
5	2	6A	5	90	Nej
6	1	6A	6	90	Nej

Vårdare	Rum	Delay time
1	12	120
2	12	60
3	12	60
4	5	90

Figur C.2, Ingångsvärden för patientrum medel

³⁶ Erlandsson Ulf (2005). "Anlagd brand på psykiatrikhus – 150 i fara". *Sirenen*

C.2.1.2 Patientrum hög

Total utrymningstid inklusive detektionstid: **ca 7,5 min**

- Nat
- Patienter: 7 st
- Personal: 5 st
- Endast utrymningsväg 1 kan utnyttjas då branden blockerar utrymningsväg 2.
- Patienten som antänder antas streta emot vilket antas ge honom en fördröjningstid på 60 s. Dessutom antas han vara i psykisk obalans och får därför wandererstatus. Detta innebär att personen irrar omkring och kräver därför assistans under hela utrymningsförloppet. Patienten antas kräva två vårdare från början och en sedan.
- En patient antas nu ligga fastspänd. Detta innebär att personen kan antas vara våldsam och kräver därför mycket hjälp från två vårdare under hela utrymningen. Han ges av samma anledning dessutom wandererstatus.
- Det antas troligt att övriga patienter sover, vilket innebär en fördröjning innan utrymning kan påbörjas på uppskattningsvis 90 s. I övrigt anses de kunna utrymma på egen hand efter det att personalen gjort dem uppmärksamma på branden.
- Vårdare 1 upptäcker branden och antas därmed hämta brandsläckare för att göra ett släckförsök innan denne kan hjälpa till med utrymningen. Fördröjningen innan han kan påbörja utrymning antas därför till 120 s.
- Vårdare 2 och 3 antas gå direkt till brandrummet för att hämta patient 1 som antänt. Vårdarnas fördröjning innan de är på plats vid brandrummet antas till 60 s. Detta med hänsyn till tid för informationssökning samt konstaterande av brand innan utrymning påbörjas. Vårdarna antas med andra ord nå och öppna dörren till brandrummet 60 s efter det att larmet utlösts.
- Vårdare 4 och 5 antas vaka över den bältade patienten varpå de placeras utanför detta rum. Deras fördröjningstid uppskattas vara relativt kort, 30 s, då de befinner sig nära brandrummet och därför kan antas uppfatta situationens allvar snabbt.

Patient	Rum	Typ	Prio	Delay time(s)	Wanderer
1	19	30B	2	60	Ja
2	18	6A	3	90	Nej
3	16	6A	4	90	Nej
4	15	6A	5	90	Nej
5	8	6A	6	90	Nej
6	7	6A	7	90	Nej
7	22	40	1	180	Ja

Vårdare	Rum	Delay time
1	12	120
2	12	60
3	12	60
4	17	30
5	17	30

Figur C.3, Ingångsvärden för patientrum hög

C.2.1.3 Patientrum låg

Total utrymningstid inklusive detektionstid: **ca 6 min**

- Dag
- Patienter: 6 st
- Personal: 7 st
- Endast utrymningsväg 1 kan utnyttjas då branden blockerar utrymningsväg 2.
- Patienten som antänder antas streta emot vilket antas ge honom en fördröjningstid på 60 s. Dessutom antas han vara i psykisk obalans och får därför wandererstatus. Detta innebär att personen irrar omkring och kräver därför assistans under hela utrymningsförloppet. Patienten antas kräva två vårdare från början och en sedan.
- Övriga patienter antas nu vara vakna vilket förkortar fördröjningstiden till 60 s. I övrigt anses de kunna utrymma på egen hand efter det att personalen gjort dem uppmärksamma på branden.
- Vårdare 1 upptäcker branden och antas därmed hämta brandsläckare för att göra ett släckförsök innan denne kan hjälpa till med utrymningen. Fördröjningen innan han kan påbörja utrymning antas därför till 120 s.
- Vårdare 2 och 3 antas gå direkt till brandrummet för att hämta patient 1 som antänt. Vårdarnas fördröjning innan de är på plats vid brandrummet antas till 60 s. Detta med hänsyn till tid för informationssökning samt konstaterande av brand innan utrymning påbörjas. Vårdarna antas med andra ord nå och öppna dörren till brandrummet 60 s efter det att larmet utlösts.
- Vårdare 4 antas befinna sig i receptionen och ges fördröjningstiden 60 s.
- Vårdare 5, 6 och 7 antas bifinna sig i fikarummet på samma våningsplan. Detta ligger dock utanför PIVAs lokaler varpå de placeras i nod 21, se figur C.8. Deras fördröjningstid sätts till 120 s då det antas dröja en stund innan de inser larmets allvar.

Patient	Rum	Typ	Prio	Delay time(s)	Wanderer
1	19	30B	1	60	Ja
2	16	6A	2	60	Nej
3	13	6A	3	60	Nej
4	8	6A	4	60	Nej
5	7	6A	5	60	Nej

Vårdare	Rum	Delay time
1	12	120
2	12	60
3	12	60
4	5	60
5	1	120
6	1	120
7	1	120

Figur C.4, Ingångsvärden för patientrum låg

C.2.2 Scenario 2 - brand i dagrum

C.2.2.1 Dagrum medel

Total utrymningstid inklusive detektionstid: **ca 6,5 min**

- Natt
- Patienter: 6 st
- Personal: 4 st
- Båda utrymningsvägarna fria då brand i dagrum inte blockerar en utrymningsväg före den andra.
- Patienten som antänder antas streta emot vilket antas ge honom en fördröjningstid på 60 s. Dessutom antas han vara i psykisk obalans och får därför wandererstatus. Detta innebär att personen irrar omkring och kräver därför assistans under hela utrymningsförloppet. Patienten antas kräva två vårdare från början och en sedan.
- Det antas troligt att övriga patienter sover, vilket innebär en fördröjning innan utrymning kan påbörjas på uppskattningsvis 90 s. I övrigt anses de kunna utrymma på egen hand efter det att personalen gjort dem uppmärksamma på branden.
- Vårdare 1 upptäcker branden och antas därmed hämta brandsläckare för att göra ett släckförsök innan denne kan hjälpa till med utrymningen. Fördröjningen innan han kan påbörja utrymning antas därför till 120 s.
- Vårdare 2 och 3 placeras i simuleringen alldeles utanför dagrummet. Detta betyder dock inte att de står just där utan symboliserar att de befinner sig någonstans i korridoren eller i något angränsande personalutrymme. Fördröjningstiden sätts till 60 s, detta med hänsyn till tid för informationssökning samt konstaterande av brand innan utrymning påbörjas. Dessa vårdare antas gå direkt till brandrummet för att hämta patient 1 som antänd. Vårdarna antas med andra ord nå brandrummet 60 s efter det att larmet utlösts.
- Vårdare 4 antas påbörja utrymning efter 90 s. Den något längre tiden jämfört med vårdare 2 och 3 motiveras med vårdarnas skilda ursprungsposition.

Patient	Rum	Typ	Prio	Delay time(s)	Wanderer
1	13	30B	1	60	Ja
2	18	6A	4	90	Nej
3	16	6A	3	90	Nej
4	15	6A	2	90	Nej
5	7	6A	6	90	Nej

Vårdare	Rum	Delay time
1	12	120
2	12	60
3	12	60
4	5	90

Figur C.5, Ingångsvärden för dagrum medel

C.2.2.2 Dagrums hög

Total utrymningstid inklusive detektionstid: **ca 8 min**

- Natt
- Patienter: 7 st
- Personal: 5 st
- Båda utrymningsvägarna fria då brand i dagrum inte blockerar en utrymningsväg före den andra.
- Patienten som antänder antas streta emot vilket antas ge honom en fördröjningstid på 60 s. Dessutom antas han vara i psykisk obalans och får därför wandererstatus. Detta innebär att personen irrar omkring och kräver därför assistans under hela utrymningsförloppet. Patienten antas kräva två vårdare från början och en sedan.
- En patient antas nu ligga fastspänd. Detta innebär att personen kan antas vara våldsamt och kräver därför mycket hjälp från två vårdare under hela utrymningen. Han ges av samma anledning dessutom wandererstatus.
- Det antas troligt att övriga patienter sover, vilket innebär en fördröjning innan utrymning kan påbörjas på uppskattningsvis 90 s. I övrigt anses de kunna utrymma på egen hand efter det att personalen gjort dem uppmärksamma på branden.
- Vårdare 1 upptäcker branden och antas därmed hämta brandsläckare för att göra ett släckförsök innan denne kan hjälpa till med utrymningen. Fördröjningen innan han kan påbörja utrymning antas därför till 120 s.
- Vårdare 2 och 3 placeras i simuleringen alldeles utanför dagrummet. Detta betyder dock inte att de står där utan symboliserar att de befinner sig någonstans i korridoren eller i något angränsande personalutrymme. Fördröjningstiden sätts till 60 s, detta med hänsyn till tid för informationssökning samt konstaterande av brand innan utrymning påbörjas. Dessa vårdare antas gå direkt till brandrummet för att hämta patient 1 som antänd. Vårdarna antas med andra ord nå brandrummet 60 s efter det att larmet utlösts.
- Vårdare 4 och 5 antas vaka över den bältade patienten varpå de placeras utanför detta rum. Deras fördröjningstid uppskattas vara relativt kort, 30 s, då de bifinner sig nära brandrummet och därför kan antas uppfatta situationens allvar snabbt.

Patient	Rum	Typ	Prio	Delay time(s)	Wanderer
1	13	30B	2	60	Ja
2	18	6A	3	90	Nej
3	16	6A	4	90	Nej
4	15	6A	5	90	Nej
5	8	6A	6	90	Nej
6	7	6A	7	90	Nej
7	22	40	1	180	Ja

Vårdare	Rum	Delay time
1	12	120
2	12	90
3	12	90
4	17	30
5	17	30

Figur C.6, Ingångsvärden för dagrum hög

C.2.2.3 Dagrums låg

Total utrymningstid inklusive detektionstid: **ca 5 min**

- Dag
- Patienter: 5 st
- Personal: 7 st
- Båda utrymningsvägarna fria då brand i dagrum inte blockerar en utrymningsväg före den andra.
- Patienten som antänder antas streta emot vilket antas ge honom en fördröjningstid på 60 s. Dessutom antas han vara i psykisk obalans och får därför wandererstatus. Detta innebär att personen irrar omkring och kräver därför assistans under hela utrymningsförloppet. Patienten antas kräva två vårdare från början och en sedan.
- Det antas troligt att övriga patienter sover, vilket innebär en fördröjning innan utrymning kan påbörjas på uppskattningsvis 90 s. I övrigt anses de kunna utrymma på egen hand efter det att personalen gjort dem uppmärksamma på branden.
- Vårdare 1 upptäcker branden och antas därmed hämta brandsläckare för att göra ett släckförsök innan denne kan hjälpa till med utrymningen. Fördröjningen innan han kan påbörja utrymning antas därför till 120 s.
- Vårdare 2 och 3 placeras i simuleringen alldeles utanför dagrummet. Detta betyder dock inte att de står just där utan symboliserar att de befinner sig någonstans i korridoren eller i något angränsande personalutrymme. Fördröjningstiden sätts till 60 s, detta med hänsyn till tid för informationssökning samt konstaterande av brand innan utrymning påbörjas. Dessa vårdare antas gå direkt till brandrummet för att hämta patient 1 som antänt. Vårdarna antas med andra ord nå brandrummet 60 s efter det att larmet utlösts.
- Vårdare 4 antas befinna sig i receptionen och ges fördröjningstiden 60 s.
- Vårdare 5, 6 och 7 antas befinna sig i fikarummet på samma våningsplan. Detta ligger dock utanför PIVAs lokaler varpå de placeras i nod 21, se figur C.8. Deras fördröjningstid sätts till 120 s då det antas dröja en stund innan de inser larmets allvar.

Patient	Rum	Typ	Prio	Delay time(s)	Wanderer
1	19	30B	1	60	Ja
2	16	6A	4	60	Nej
3	13	6A	2	60	Nej
4	8	6A	5	60	Nej
5	7	6A	3	60	Nej

Vårdare	Rum	Delay time
1	12	120
2	12	60
3	12	60
4	5	60
5	1	120
6	1	120
7	1	120

Figur C.7, Ingångsvärden för dagrum låg

C.3 ERM - Ingångsvärden

Nedanstående visas som ett exempel på indatafil till en ERM-simulering. Den gäller för simuleringen kallad dagrum, medel.

DAGRUMMEDEL

GENERAL INFORMATION FOR THE RUN.

1.0 0 0 0

4 6 24 30 10 0

STAFF INFORMATION FOR THE RUN.

1 12 120

2 12 60

3 12 60

4 5 90

RESIDENT INFORMATION FOR THE RUN.

1 13 30B 1 60 1

2 18 6A 4 90 0

3 16 6A 3 90 0

4 15 6A 2 90 0

5 8 6A 5 90 0

6 7 6A 6 90 0

NODE INFORMATION FOR THE RUN.

24 SAFE 6 43 0 1 23

23 ROK 6 34 0 2 24 20

22 RUM 6 25 0 1 21

21 KORR 17 25 0 2 22 20

20 KORR 17 34 0 3 23 21 17

19 RUM 18 58 0 1 17

18 RUM 29 58 0 1 17

17 KORR 23 34 0 4 20 19 18 14

16 RUM 41 58 0 1 14

15 RUM 53 58 0 1 14

14 KORR 47 34 0 4 17 16 15 12

13 DAGR 70 58 0 1 12

12 KORR 67 34 0 3 14 13 9

11 EXP 88 58 0 1 9

10 EXP 99 58 0 1 9

9 KORR 93 34 0 4 12 11 10 6

8 RUM 111 58 0 1 6

7 RUM 123 58 0 1 6

6 KORR 117 34 0 4 9 8 7 4

5 EXP 123 25 0 1 4

4 KORR 123 34 0 3 6 5 3

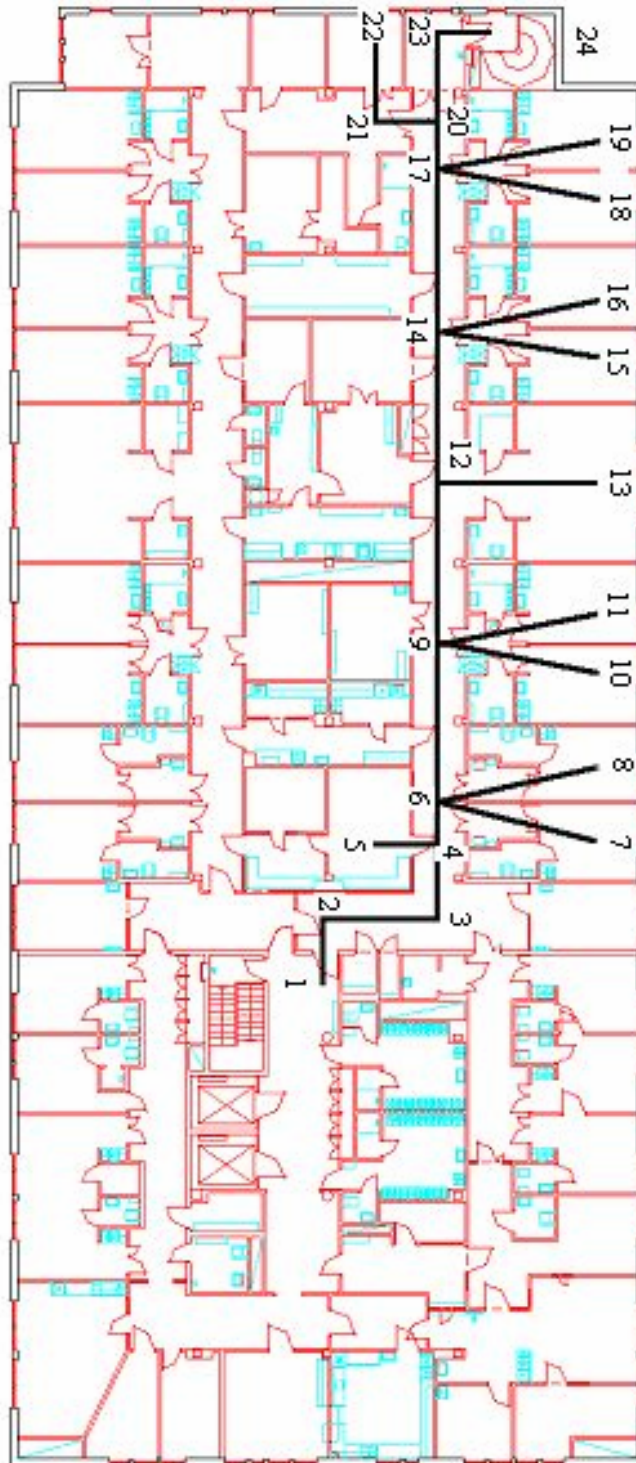
3 KORR 134 34 0 2 4 2

2 KORR 134 17 0 2 3 1

1 SAFE 173 17 0 1 2

C.4 Nodkarta

Geometrin beskrivs i programmet med hjälp av noder (1-24). Som ingångsvärde i ERM placeras personal och patienter ut vid respektive nod.



Figur C.8, Nodkarta till ERM.

BILAGA D - Beskrivning av CFAST och Detact T2

D.1 Consolidate model of Fire growth And Smoke Transport

CFAST är ett datorprogram utvecklat av NIST och bygger på en tvåzonsmodell. Programmet används för att beräkna bl.a. temperatur, strålning mot golv och rökfyllnad vid brand. Tvåzonsantagandet innebär att man delar in rumsvolymen i två lager, det övre varma och det nedre kalla, där förhållanden i alla punkter i ett lager är homogena. Modellen är en förenkling av komplicerade samband varför den endast ger grova uppskattningar.

Giltigheten för CFAST minskar desto längre bort man befinner sig från brandrummet. Detta då inströmningskoefficienterna som används i modellen är empiriskt framtagna och modellen endast testats ett fåtal gånger för mer än 3-6 rum³⁷. I modellen antar man att brandgaserna omedelbart rör sig från det nedre lagret till det övre och fördelar sig jämnt längs taket. Detta blir ett problem för rum med längd:bredd förhållande större än 10:1, t.ex. korridorer, varför man bör dela upp dessa rum i mindre rum med stora öppningar mellan varandra. För små rum spelar detta dock mindre roll. Antagandet om momentan brandgasspridning är ur utrymningssynpunkt sett konservativt då brandgaserna sprider sig snabbare i modellen än i verkligheten.

CFAST kan inte användas till rum med komplex geometri, då den är gjord för rum med vinkelräta hörn³⁵. Användaren får istället skapa en egen ekvivalent rumsmodell och använda den i programmet.

Resultaten från CFAST blir mindre giltiga när branden närmar sig övertändning och ogiltiga när övertändning har inträffat och de två zonerna har övergått till en.

En annan begränsning med programmet är att ”branden” inte påverkas av rummets strålning. Det brinnande objektets pyrolyshastighet blir därför, i modellen, mindre än den bör vara vid rumsbrand.

Det är McCaffreys plymmodell som används i CFAST. Denna plymmodell bygger på att plymen delas in i tre regioner, den kontinuerliga, den fluktuerande och plymen.

Förhållandet mellan $z/\dot{Q}^{2/5}$ bestämmer inom vilken region man befinner sig i och vilka experimentellt framtagna konstanter som skall användas.

En begränsning till värmeledningsmodellen i CFAST är att värme genom konduktion ej överförs från en sida av en vägg till den andra³⁷. Detta är ett problem då värme från brandrummet i verkligheten via konduktion kommer att värma upp angränsande rum och påverka dess förhållanden.

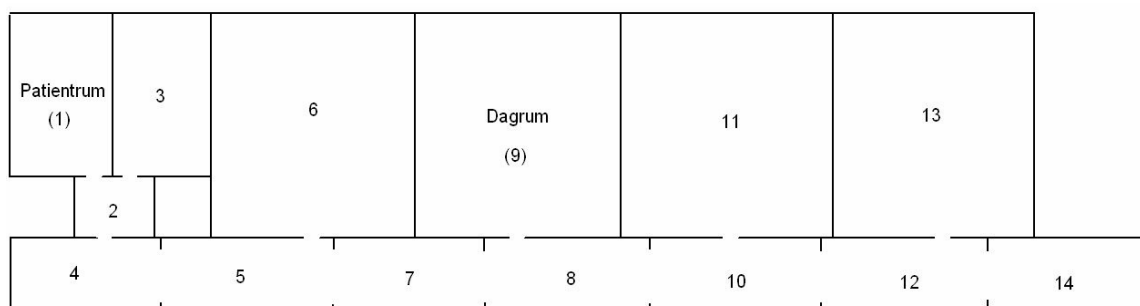
³⁷ Peacock D. et al. CFAST, the Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport, NIST technical note 1299, NIST, Quincy, Massachusetts

D.1.1 Modell för simuleringar i CFAST

I figur D.1 visas schematiskt rumsplaceringen som användes till simuleringarna i CFAST. Då CFAST endast är giltig för några rum beaktas bara rummen på PIVA i brandförloppet. För att komma åt problemet med momentan brandgasspridning i CFAST har korridoren delats upp i mindre rum med 5 cm höga ”skärmar” i taket mellan rummen.

Från patientrummet, där den första simuleringen antar att branden startar, har en öppning över dörren införts. Detta då ventilationen är konstruerad så att tilluften kommer i rummen och frånluften är placerad på toaletterna vid slussen (rum 2). Denna öppning är egentligen ett slags filter ut från rummen till ”slussen” för att övertryck ej skall uppkomma i patientrummen. Efter diskussion med handledare har antagandet att filtret ej nämnvärt hindrar brandgasspridning gjorts och därför är denna öppning osluten under hela brandförloppet. Rum 2, 6 och 11 står via dörrar med måtten 1,0m x 2,1m i förbindelse med korridoren. Rum 9 (dagrum) har öppning 2,9m x 2,1m till korridoren och rum 13:s dörr är 2,0m x 2,1m. Rum 13:s dörr är större eftersom det är dubbel dörrar in till ”slussarna” innan patientrummen. 2,0m säger alltså att båda dessa dörrar står öppna. Dörrar till övriga rum har varit öppna i alla simuleringar då de flesta dörrar stod öppna vid båda besöken på avdelningen.

Fönster i de olika rummen har inte tagits med i simuleringarna. Anledningen till detta är att då fönster går sönder och brandgaserna väller ut ur byggnaden, har redan kritiska förhållanden uppstått, se avsnitt 6.7 respektive 7.7.



Figur D.1, Zonplacering i CFAST.

Bränderna placeras centralt i rum 1 och 9 med höjden $Z=0$ m. Föremålen som antänds befinner sig inte i golvnivå. En höjning av objektet i CFAST innebär att brandgaslagret snabbare närmar sig branden och resultatet blir ogiltiga fortare än om de placeras i golvnivå. Olika alfavärden och effektutvecklingar har behandlats i känslighetsanalys, se avsnitt 10. I tabellen nedan visas rumsmått samt vilka typer av material som rummens omslutande ytor antas vara av i simuleringarna.

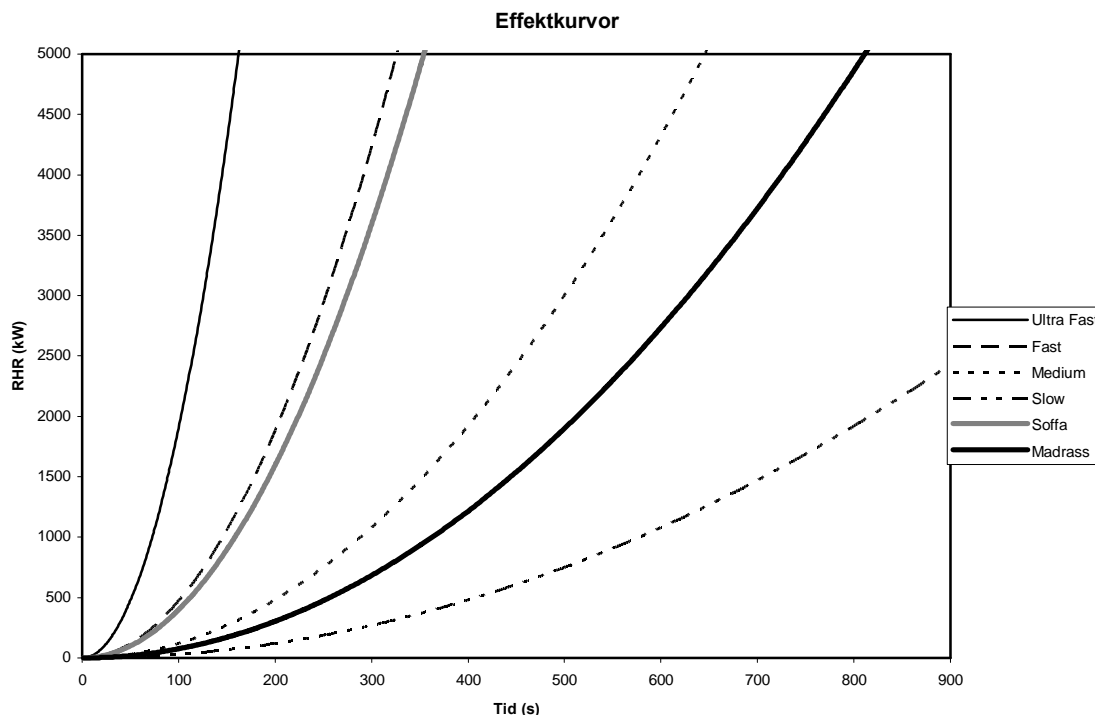
Zon	Längd (m)	Bredd (m)	Höjd (m)	Tak	Vägg	Golv
1	5,11	3,61	2,7	Betong	Betong	Betong
2	2,7	2,7	2,44	Betong	Gips	Betong
3	5,11	3,61	2,7	Betong	Gips	Betong
4	6	2,1	2,55	Betong	Gips	Betong
5	6	2,1	2,55	Betong	Gips	Betong
6	6	7,8	2,7	Betong	Gips	Betong
7	6	2,1	2,55	Betong	Gips	Betong
8	6	2,1	2,55	Betong	Gips	Betong
9	7,8	6	2,7	Betong	Gips	Betong
10	6	2,1	2,55	Betong	Gips	Betong
11	7,8	6	2,7	Betong	Gips	Betong
12	6	2,1	2,55	Betong	Gips	Betong
13	7,8	6	2,7	Betong	Gips	Betong
14	6	2,1	2,55	Betong	Gips	Betong

Figur D.2, Zonbeskrivning.

I rum 1 har väggarna sats till att vara av betong då detta rum angränsar till utsidan och därför, i huvudsak, är konstruerat på annorlunda sätt än övriga rum.

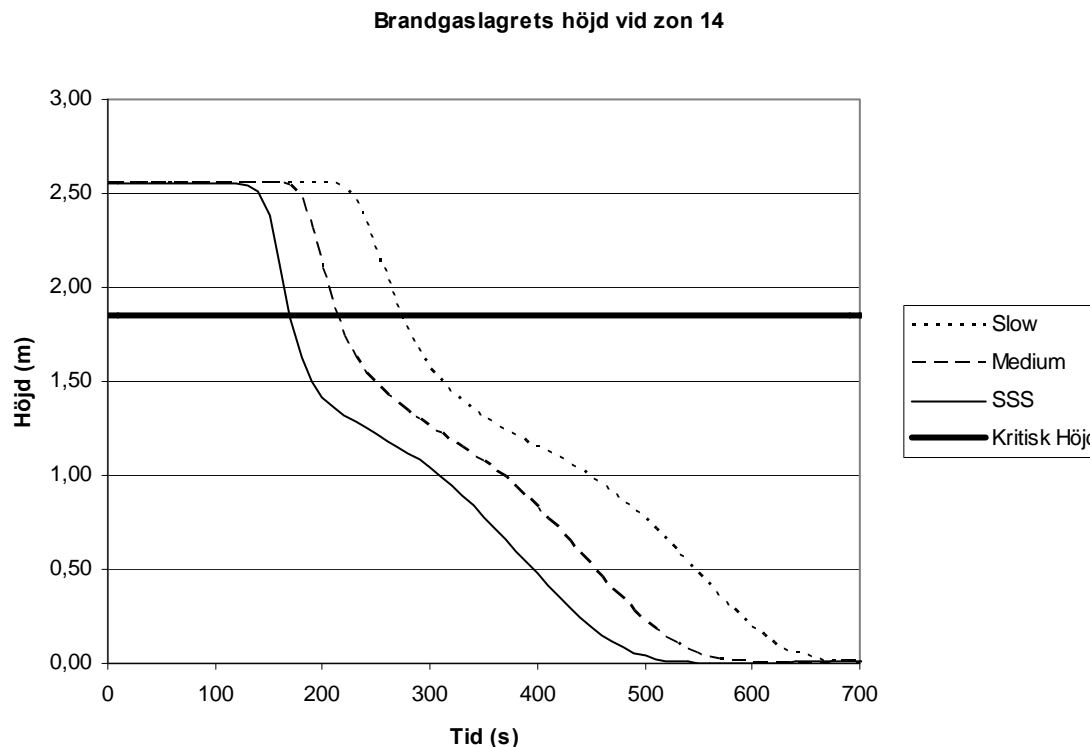
D.1.2 Diagram från och till CFAST-simuleringarna

Här nedan redovisas ett diagram där standard α^2 -kurvorna och valda effektkurvor finns med. De till arbetet valda effektkurvorna är omgjorda till att motsvara α^2 -kurvor genom att ha tittat på effektkurvor från försök på SP och sedan räkna fram ett medel α -värde.



Figur D.3, Effektkurvor.

I diagrammet syns de olika intervall som valdes för respektive försök. Soffan ligger mellan Fast- och Medium-kurvorna och madrassen mellan Medium- och Slow-kurvorna.



Figur D.4, Brandgaslagrets höjd utanför expeditionen för olika madrasser.

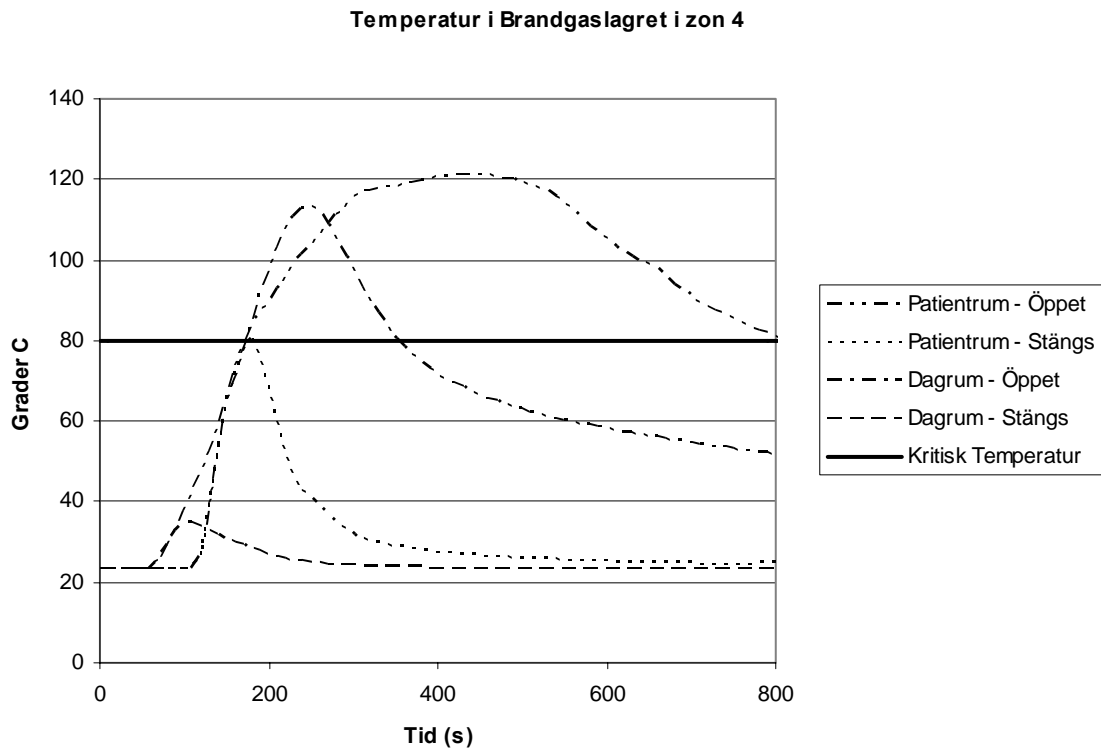
Diagrammet ovan visar en effektkurva från ett av SP:s försök, på en madrass tagen från Sigfridsområdet i Växjö. Denna jämfördes med de i simuleringarna valda effektkurvorna. Diagrammet visar hur brandgaslagrets höjd förändras i korridorlutet vid receptionen. Försöket genomfördes på en obäddad madrass vilket inte ansågs vara det troliga fallet i den genomförda simuleringen.

Värt att anmärka är dock att brandförloppet blir snabbare om man skulle plockar bort sängkläderna³⁹. Detta är nog ingen allmän kändedom, därför antas att den tilltänkta anläggaren av branden lämnar kvar sängkläderna. Mer material anses troligen av gemene man ge en ”större och bättre brand”. Övriga skillnader i försöksuppställningen mellan den i arbetet valda madrassen och den av SP testade har också en stor inverkan på resultatet av effektutvecklingen. För vidare fördjupning i de olika försöksuppställningarna se fotnoter^{38, 39, 40}.

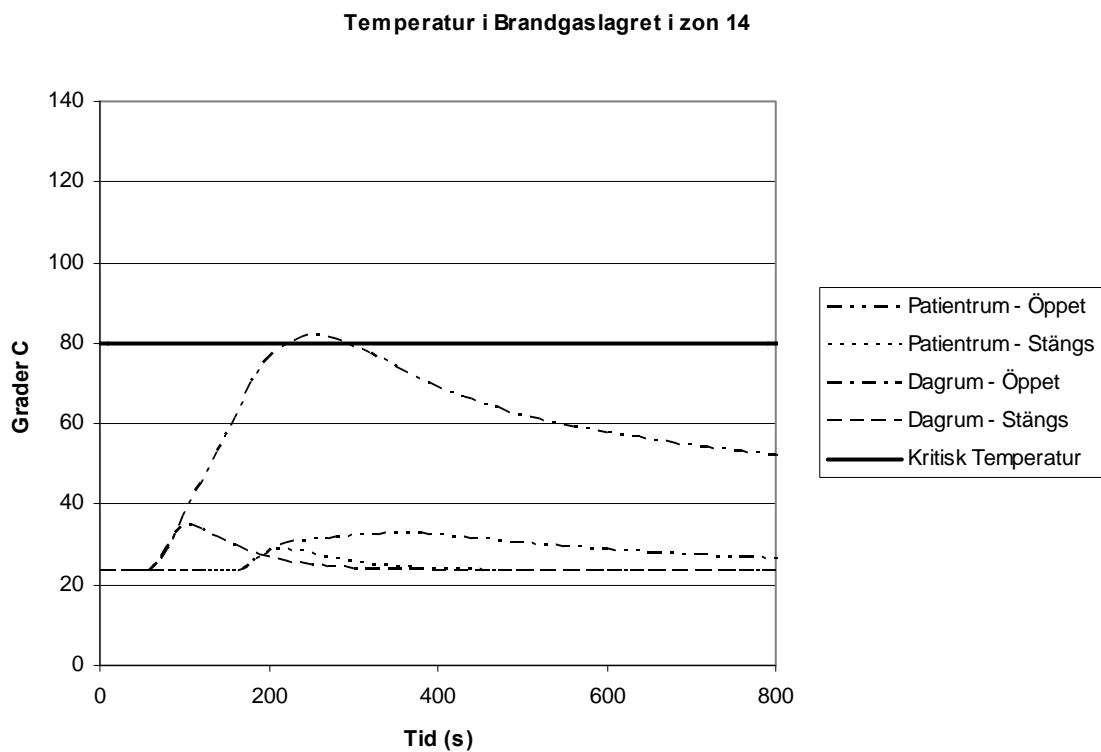
³⁸ Hertzberg Tommy, Tuovinen Heimo, Blomqvist Per (2005). “Measurement of thermal properties at elevated temperatures – Brandforsk project 328-031”. SP-rapport 2005:29.

³⁹ Holmstedt S.Göran, Kaiser Inger (1983). ”Brand i vårbäddar”. SP-rapport 1983:04

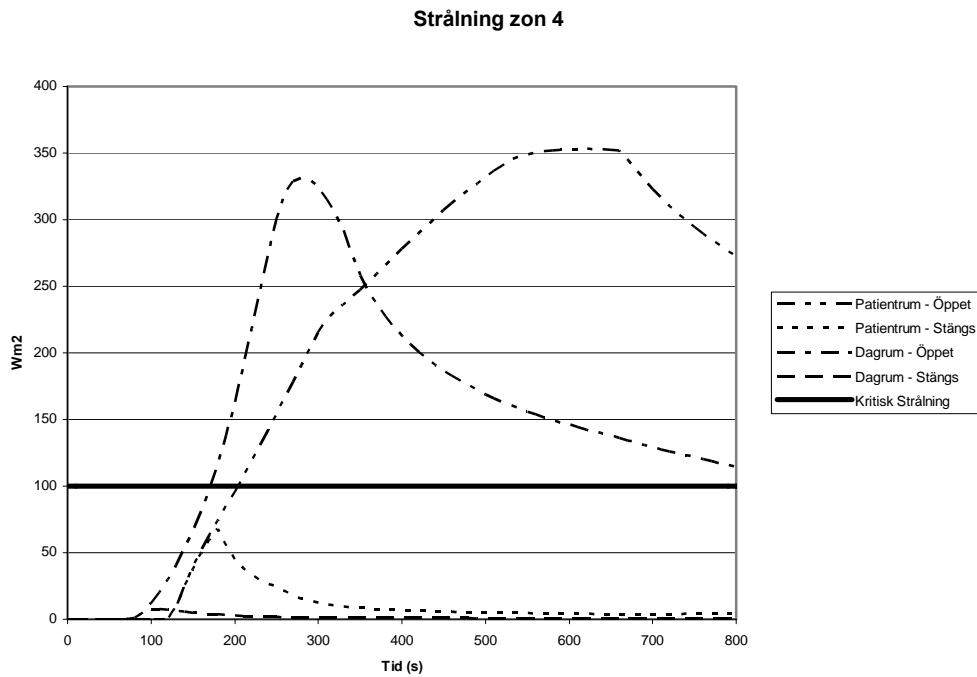
⁴⁰ Thuresson Per (2000). ”Brand i vårdanläggningar”. SP-rapport 2000:15



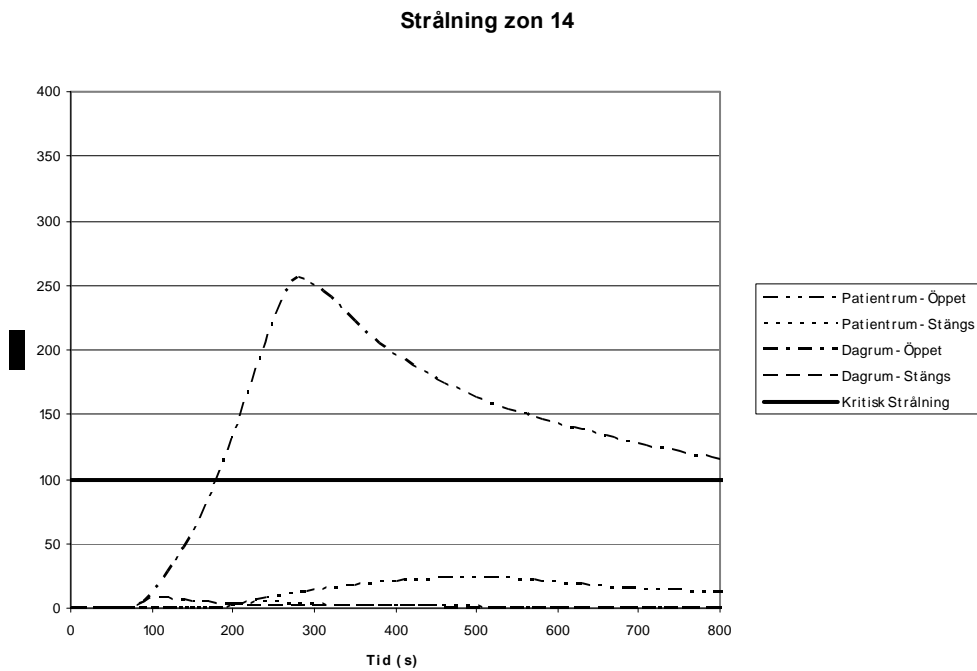
Figur D.5, Temperatur i brandgaslagret utanför brandrummet i förhållande till kritisk gräns.



Figur D.6, Temperatur i brandgaslagret utanför expeditionen i förhållande till kritisk gräns.



Figur D.7, Strålningsintensiteten utanför brandrummet i förhållande till kritisk gräns.



Figur D.8, Strålningsintensiteten utanför expeditionen i förhållande till kritisk gräns.

D.2 Simuleringar i Detact T2

Detact T2 är ett program som är framtaget för att beräkna aktiveringstid för sprinklers och räknar därmed med RTI-värde. Programmet används för att beräkna tid till rökdetektor utlöser. Detta gör man genom att ange aktiveringstemperatur för detektor, avståndet mellan detektorerna, temperaturstegringen, vilket α -värde branden tillväxer med samt brandrummets höjd. Då rökdetektorer inte aktiverar på temperatur görs en bedömning hur mycket rök den dimensionerande branden avger och "översätter" detta till temperatur. Detta innebär en temperaturökning med ca 20°C över rumstemperaturen och ett RTI värde på 1⁴¹.

Begränsningar i programmet är att det förutsätter ett plant tak utan balkar samt att brandgaser inte stoppas någonstans av exempelvis väggar.

För simuleringarna i Detact T2 har två olika rum valts, ett patientrum och ett dagrum. Rummen har i ordningsföljd måtten (lbh) 5,11 x 3,61 x 2,7 m och 7,8 x 6,0 x 2,7 m. Madrassbranden i patientrummet har approximerats med en medium tillväxtkurva och branden i dagrummet har approximerats med en fast tillväxtkurva.

⁴¹ Holmstedt Göran

D.2.1 Ingångsvärden och resultat för simulering av detektoraktiveringen i patientrum

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

ENTER THE AMBIENT TEMPERATURE IN DEGREES C.
20
ENTER THE DETECTOR RESPONSE TIME INDEX (RTI) IN (M-SEC)*1/2.
1

ENTER THE DETECTOR ACTIVATION TEMPERATURE IN DEGREES C.
35

ENTER A DETECTOR RATE OF RISE IN DEGREES C/MINUTE.
12

ENTER THE CEILING HEIGHT IN METERS.
2.7

ENTER THE DETECTOR SPACING IN METERS.
4

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

RESULTS:

CEILING HEIGHT = 2.70 METERS (8.86 FEET)
DETECTOR SPACING = 4.00 METERS (13.12 FEET)

DETECTOR RTI = 1.0 (M-SEC)**1/2 (1.8 (FT-SEC)**1/2)

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

FOR TEMPERATURE ACTUATED DETECTOR:

ACTIVATION TEMPERATURE = 35.0 DEGREES C (95.0 DEGREES F)

TIME TO ACTIVATION = 1.71 MINUTES

HEAT RELEASE RATE = 0.1233E+03 KILOJOULES/SEC
(0.1169E+03 BTU/SEC)

Resultatet anger att rökdetektorn utlöser efter ca en och en halv minut. Detektorn i patientrummet är egentligen placerad i direkt anslutning till sängen men för att simulera att personen som anlägger branden har täckt över denna är det detektorn i ”slussen” som aktiveras. Avståndet till denna från sängen i patientrummet är ca 3 meter. Filtet ovan dörren ut till slussen från rummet antas ha en marginell påverkan på aktiveringen.

D.2.2 Ingångsvärden och resultat för simulering av detektoraktiveringen i dagrum

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

ENTER THE AMBIENT TEMPERATURE IN DEGREES C.
20

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

ENTER THE DETECTOR ACTIVATION TEMPERATURE IN DEGREES C.
35

ENTER A DETECTOR RATE OF RISE IN DEGREES C/MINUTE.
1000

ENTER THE CEILING HEIGHT IN METERS.
2.7

ENTER THE DETECTOR SPACING IN METERS.
4

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

RESULTS:

CEILING HEIGHT = 2.70 METERS ( 8.86 FEET)
DETECTOR SPACING = 4.00 METERS ( 13.12 FEET)

DETECTOR RTI = 1.0 (M-SEC)**1/2 ( 1.8 (FT-SEC)**1/2)

FIRE GROWTH CONSTANT = 0.4689E+02 JOULES/(SEC**3)
                      ( 0.4444E-01 BTU/SEC**3)

FOR TEMPERATURE ACTUATED DETECTOR:

ACTIVATION TEMPERATURE = 35.0 DEGREES C ( 95.0 DEGREES F)

TIME TO ACTIVATION = 1.05 MINUTES

HEAT RELEASE RATE = 0.1858E+03 KILOJOULES/SEC
                   ( 0.1761E+03 BTU/SEC)
```

I dagrummet sitter inte detektorn i direkt anslutning till varken soffan eller TV:n. Efter diskussion med Göran Holmstedt sattes DETECTOR SPACING till 4 meter även i denna simuleringen. Som ses i resultatet skall detektorn enligt Detact T2 aktiveras efter ca 1 minut. I CFAST-simuleringen har angetts att den fiktiva dörren i dagrummet stängs efter 90 s. Att det skulle ta 30 s för en dörr som är uppställd på magnet att stängas är en konservativ bedömning vilket är att föredra vid simuleringar med den osäkerhet och antaganden som ligger till grund för simuleringarna.

Bilaga E - Handberäkningar - Brandförlopp

E.1 MQH-metoden - Temperaturen i brandgaslagret

MQH-metoden är framtagen för att bestämma temperaturen i brandgaslagret. Metoden är giltig till temperaturer upp till 600 °C⁴².

Ekvation:

$$T_g = 6,85 \left(\frac{Q^2}{A_0 \sqrt{h_v} h_k A_T} \right)^{\frac{1}{3}} + T_a$$

T_g = temperaturen i brandgaslagret (°C)

T_a = omgivningens temperatur (°C)

Q = utvecklade värmeeffekt (kW)

A_v = öppningens area (m²)

h_v = öppningens höjd (m)

A_T = rummets totala omslutningsyta (m²)

h_k = effektivt värmeövergångstal till omgivande konstruktioner (kW/m²°C)

h_k beräknas enligt:

Ekvation:

$$h_k = \sqrt{\frac{k\rho c}{t}}$$

t är tiden i sekunder och $k\rho c$ är hämtad från⁴².

$k\rho c$ sätts till 2*10⁶ (kW/m²°C) vilket är det gällande värdet för Cement.

Q har getts två olika värden. Resultat syns i figur E.1. Det ena är den effekt som CFAST redovisade vid branden i dagrummet med medium α^2 kurvan. Det andra värdet är helt enkelt en medium α^2 kurva.

T_a förändras men är hela tiden det värde som CFAST redovisade vid ovan nämnda scenario.

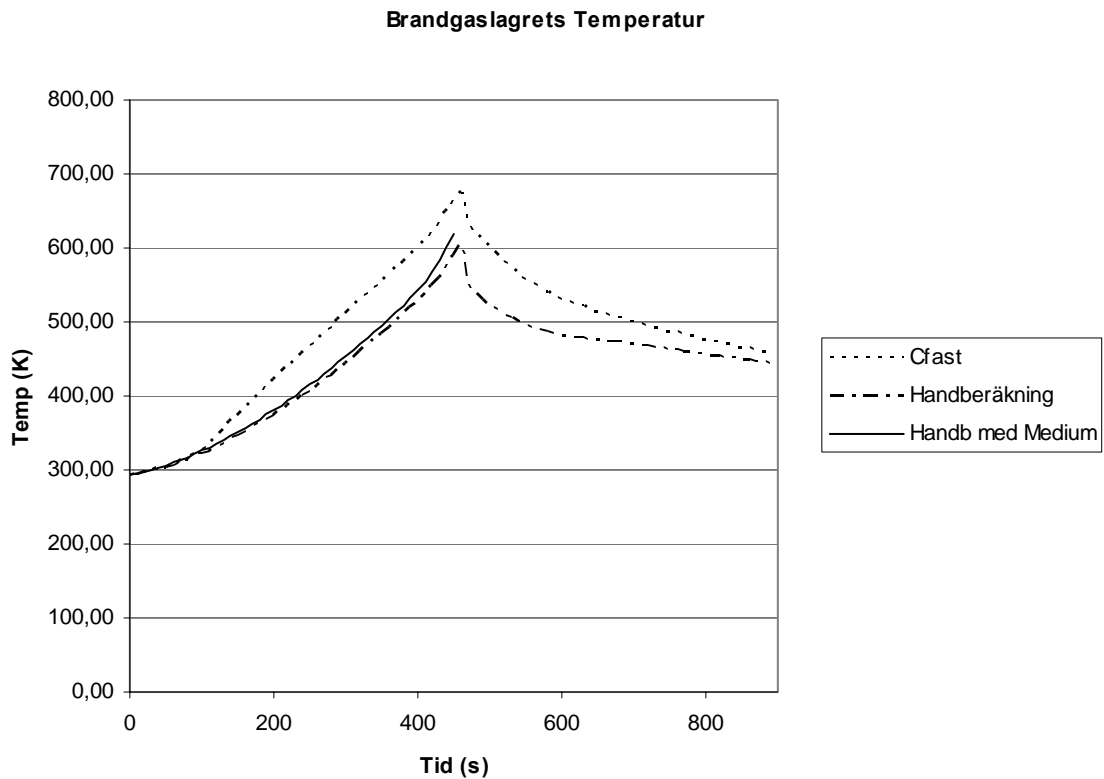
A_v är bredden 2,9 m x höjden 2,1 m för öppningen ut till angränsande korridor.

⁴² Karlsson, Björn, Quintiere, James G. (2000). *Enclosure Fire Dynamics*. CRC Press LLC, Boca Raton.

$$h_v = 2,1 \text{ m}$$

A_T fyra väggar plus tak och golv minus öppningsarean. $(2 \cdot 7,8 \cdot 6,0 + 2 \cdot 7,8 \cdot 2,7 + 2 \cdot 6,0 \cdot 2,7 - 2,9 \cdot 2,1)$

E.1.1 Resultat brandgaslagrets temperatur



Figur E.1, Brandgaslagrets temperatur.

Diagrammet visar att handberäkningarna ger något lägre värde på temperaturen än CFAST. Anledningarna till detta kan vara många men då graferna får väldigt lika utseende i övrigt anses att målet med handberäkningarna, vilket var att verifiera CFAST:s temperatur, är uppfyllt.

E.2 Brandgaslagrets höjd – Zukoskis plymmodell

För att verifiera CFAST:s beräkningar av Brandgaslagrets höjd vid en specifik tidpunkt har handberäkningar utförts. Man använder sig av αt^2 -kurvor för att få fram effektutvecklingen. Kontrollen sker i patientrummet där dörren hålls stängd genom hela brandförloppet dels för en slow- och dels för en medium-kurvas utveckling.

Beräkningarna är utförda med Zukoskis plymmodell vilken är en så kallad svag plymmodell. Dessa modeller gör antagandet att densiteten är densamma i som utanför plymen. Detta antagande tappar rimlighet ju närmre flammen man kommer⁴³.

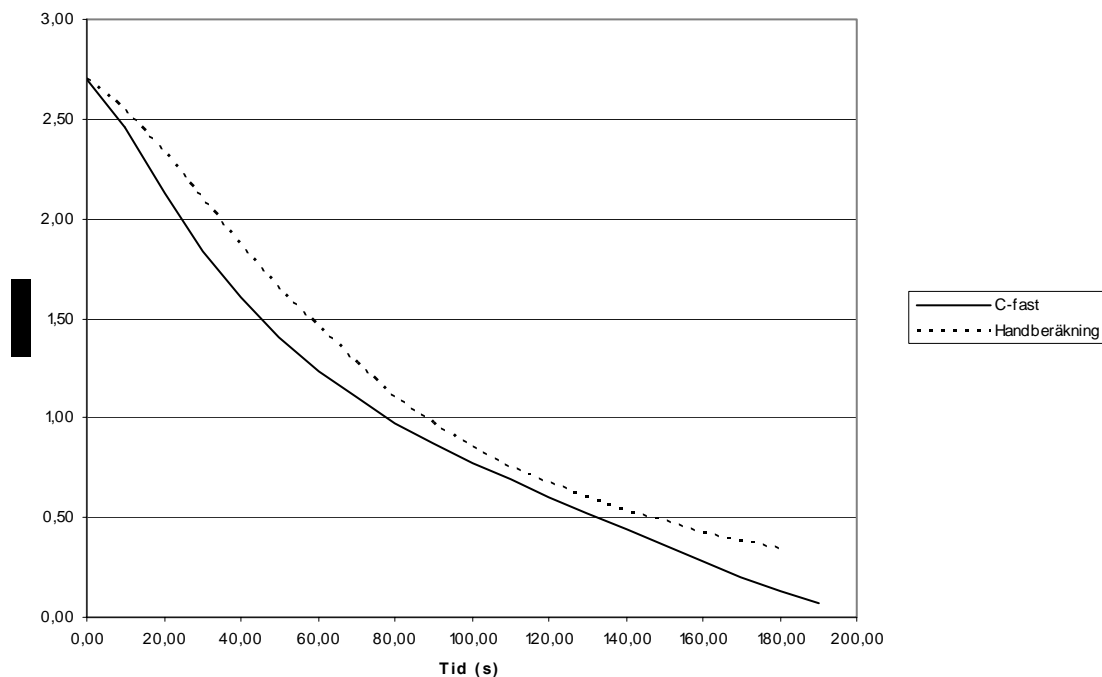
$$m = 0,076 * \dot{Q}^{1/3} * Z^{5/3}$$

\dot{Q} = Effektutvecklingen (Bestäms med slow- och medium-kurvor.)

Z = Höjden till brandgaslagret

Resultat från Slow-kurvan ($\alpha = 0.003$)

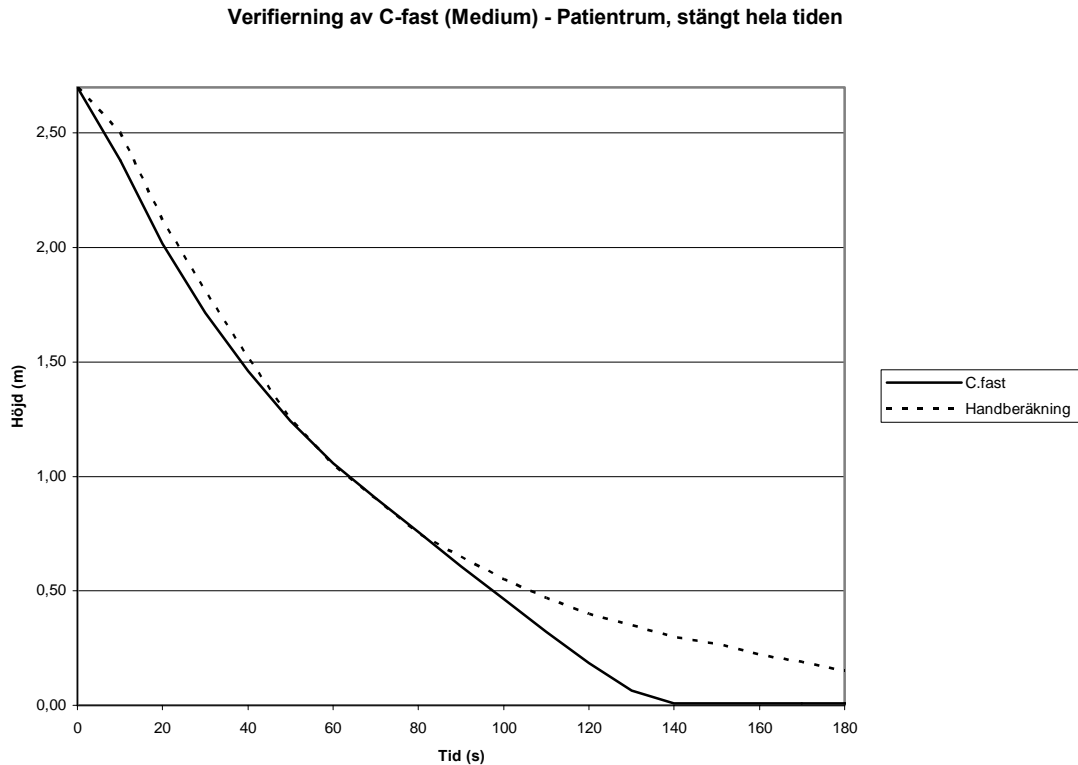
Verifiering av C-fast (Slow) - Patientrum, stängt hela tiden



⁴³ Karlsson, Björn, Quintiere, James G. (2000). *Enclosure Fire Dynamics*. CRC Press LLC, Boca Raton.

Figur E.2, Brandgaslagrets höjd, slowkurva.

Resultat från medium-kurvan ($\alpha = 0.012$)



Figur E.3, Brandgaslagrets höjd, mediumkurva.

I båda resultaten kan man se en klar överensstämmelse mellan CFAST och handberäkningars värden på brandgaslagrets höjd.

Skillnaden beror antagligen på de olika plymmodellerna som används, McCaffreys och Zukoskis.

Bilaga F - Handberäkningar - Ventilation

Beräkningarna bygger på en brandgasspridning i tilluftssystemet. Ventilationen stängs inte av vid en eventuell brand. Metoden som använts är en förenkling av det verkliga fallet. Den bygger på att brandgasspridningen förutsätts ske via tilluftsventilationen⁴⁴. Övertrycket uppskattas att normalt vara 100 Pa i hela tilluftskanalen. Värdet väljs då det är ett vanligt värde i kanaler likt denna⁴⁵. Det är dock ett relativt högt värde vilket gör beräkningarna konservativa.

Scenario 1 beskriver en brand i det patientrum som ligger längst ut på tilluftskanalen, se figur 9.1. För att brandgasspridning skall vara möjlig måste kanalens övertryck vändas till ett lika stort undertryck. Om brandgaser skall orka in i intilliggande rum måste dessutom det nominella kanalflödet övervinnas. Kanalflödet till var och ett av rummen är $q_n=125 \text{ m}^3/\text{h}$. Detta innebär att brandflödet, för brandgasspridning till intilliggande rum, måste vara just $q_n=125 \text{ m}^3/\text{h}$ om det andra rummets flöde helt skall ersättas av brandgaser. Omräknat i SI-enheter ger detta oss ett brandflöde, $q_b \approx 0,0347 \text{ m}^3/\text{s}$.

För att omräkna detta till nödvändigt brandtryck används uppskattningen⁴².

$$\Delta p = \Delta p_n \times (q/q_n)^2$$

Detta ger $\Delta p = 100 \text{ Pa}$. Till detta måste den tidigare nämnda tryckdifferensen i kanalen sättas vilket ger ett dimensionerat brandtryck $p_b = 200 \text{ Pa}$. Detta är med andra ord teoretiskt det tryck branden måste skapa i rummet för att brandgaser skall tränga in i det närmast angränsande rummet.

För att komma närmare sanningen måste även hänsyn tas till flödesförluster i form av läckage. Dessa antas ske dels genom öppningar (q_δ) i form av springa under dörr samt genom ventilationsöppningen över dörren och dels genom rummets övriga otätheter (q_l). Springan under dörren är ca 1 cm hög och 90 cm bred vilket ger en area på $0,009 \text{ m}^2$. Ventilationsdonet över dörren kan liknas vid en tallriksventil och dess öppning är ca $0,005 \text{ m}^2$. Detta ger en total öppningsarea på $0,014 \text{ m}^2$ (A_δ). Med hjälp av ovan härledda brandtryck (som hela tiden ökar) kan hasigheten på gaserna genom öppningarna uppskattas. Hastigheten multipliceras med effektiv öppningsarea vilket ger oss ett läckflöde, q_δ . Densiteten antas vara lika med luftens densitet, d.v.s. $1,2 \text{ kg/m}^3$.

$$v = \sqrt{2p_b/\rho}$$

$$q_\delta = A_\delta \times v$$

Läckflödet genom öppningarna blir då i första fallet där brandgas sprids till det närmast angränsande rummet, $q_\delta \approx 0,26 \text{ m}^3/\text{s}$.

⁴⁴ Jensen, Lars. (1998). *Brandgasspridning via ventilationssystem*

⁴⁵ Jensen Lars. Professor. Ventilationsteknik Lunds Tekniska Högskola

För att uppskatta läckflödet till följd av otätheter används normkravet som för lokaler satts till $1,6 \text{ l/sm}^2$ (q'_{norm}) vid en tryckskillnad på 50 Pa ⁴⁶. Det skall dock tilläggas att uppskattningen är grov och att lokalen mycket väl kan vara lägre än normkravet. Värdet omvandlas med hjälp av omslutningsytan (ca 37 m^2) till $q_*=0,059 \text{ m}^3/\text{s}$. För dagrummet sattes motsvarande värde till 50 m^2 . Omslutningsytan inkluderar ej tak, golv samt väggen där dörren finns. Detta motiveras med att väggen där dörren sitter redan tas hänsyn till vid beräkning av läckflödet genom öppningar (q_0). Värdet gäller som sagt vid tryckdifferensen $\Delta p_* = 50 \text{ Pa}$ och måste därför räknas om för aktuell tryckdifferens.

$$q_l = q_* \times \sqrt{(p_b / \Delta p_*)}$$

Läckflödet genom otätheter blir då i första fallet där brandgas sprids till det närmast angränsande rummet, $q_l \approx 0,12 \text{ m}^3/\text{s}$.

För att bestämma vilken brandeffekt som krävs för aktuell brandgasspridning adderas nu dessa flöden enligt $q_{bb} = q_b + q_0 + q_l$. Enligt en tumregel kan brandflödet i m^3/s sättas lika med brandeffekten i MW vilket ger oss ett värde på vilken brandeffekt som krävs för olika typer av brandgasspridning⁴³. Dessa värden kan jämföras med tidigare simulerade brandeffekter och på så sätt se vilka brandgasspridningsscenario som är tänkbara. Det första fallet där brandgaser sprids till det närmast angränsande rummet kräver brandeffekten, $Q_b = 0,5 \text{ MW}$.

Vidare spridning beräknas sedan på samma sätt fram till tilluftsfläkten, se figur F.1. Som synes i figur 9.1 finns före denna ytterligare två identiska patientrum samt ett dagrum vars tilluftsflöde är motsvarande två patientrum. Teoretiskt sett så kommer brandgaserna om de tränger förbi tilluftsfläkten blandas med luft och spridas jämt mellan rummen på den sidan fläkten. Detta skulle teoretiskt ske strax efter det att dagrummets båda tilluftsventiler sprider brandgaser. Samtliga värden måste ses som grova uppskattningar men ger en fingervisning om vad som krävs för olika typer av brandgasspridning.

Beräkningarna för dagrummet sker på samma sätt. Skillnaden är att den primära brandgasspridningen sker med tilluften utspädd luft.

Slutsatsen av beräkningar blir att brandgasspridning via ventilationssystemet, till närliggande rum, mycket väl kan ske. Det kräver dock ett relativt tätt rum samt hög brandeffekt. Vidare spridning i ventilationssystemet är mindre trolig då detta kräver mycket hög brandeffekt. Se figur F.1, F.2 samt F.3.

⁴⁶ Jensen, Lars. (1998). *Brandgasspridning via ventilationssystem*

Spridning till rum	q_b (m ³ /s)	Δp (Pa)	p_b (Pa)	$q_{otätthet}$ (m ³ /s)	$q_{öppning}$ (m ³ /s)	q_b (m ³ /s)	q_{bb} (m ³ /s)	Q_b (MW)
2	q_n	100	200	0,12	0,26	0,035	0,48	0,5
3	$2q_n$	400	500	0,19	0,40	0,069	0,66	0,7
4	$3q_n$	900	1000	0,27	0,57	0,10	0,94	0,9
Dagrum	$5q_n$	2500	2600	0,43	0,92	0,17	1,52	1,5
Resten	$16q_n$	25600	25700	1,34	2,90	0,56	4,80	4,8

Figur F.1, Brandgasspridning från patientrum.

Spridning till rum	q_b (m ³ /s)	Δp (Pa)	p_b (Pa)	$q_{otätthet}$ (m ³ /s)	$q_{öppning}$ (m ³ /s)	q_b (m ³ /s)	q_{bb} (m ³ /s)	Q_b (MW)
1, 2, 3, 4	$2q_n$	400	500	0,253	0	0,0694	0,322	0,3
Förbi fläkt	$5q_n$	2500	2600	0,577	0	0,174	0,751	0,8
Resten	$16q_n$	25600	25700	1,81	0	0,556	2,37	2,4

Figur F.2, Brandgasspridning från dagrum, helt tät dörr.

Spridning till rum	q_b (m ³ /s)	Δp (Pa)	p_b (Pa)	$q_{otätthet}$ (m ³ /s)	$q_{öppning}$ (m ³ /s)	q_b (m ³ /s)	q_{bb} (m ³ /s)	Q_b (MW)
1, 2, 3, 4	$2q_n$	400	500	0,253	0,808	0,0694	1,13	1,1
Förbi fläkt	$5q_n$	2500	2600	0,577	1,84	0,174	2,59	2,6
Resten	$16q_n$	25600	25700	1,81	5,80	0,556	8,17	8,2

Figur F.3, Brandgasspridning från dagrum, ej tät dörr.

Bilaga G - Scenario 1 – Patientrum

Det är troligt att det på PIVA finns patienter som kan tänkas anlägga bränder. Dessa patienter kan antas ha en vilja att på något sätt försöka tända på materiel, och då förmodligen i sina rum. Det var detta som skedde vid dödsbranden vid S: t Sigfrid avdelning 67 år 2003⁴⁷, och kan därmed anses vara ett troligt scenario även här. Detta är inte det enda tillfället som det har varit anlagd brand på detta område. Mellan 2000-2004 så har en stor del av bränder på området varit anlagda⁴⁷. Anlagda bränder är totalt sett inom psykiatri, den tveklöst vanligaste anledningen till brand⁴⁸.

Hur patienten får in tändkällan till rummet är i detta fall relativt irrelevant. Man kan tänka sig att patienten går från rökrummet, där personen har antänt något material med hjälp av den väggfasta tändaren. Det är heller inte otänkbart, även om patienterna visiteras, att patienten får tag på tändstickor alternativt tändare. Detta kan ske genom besök eller att patienterna helt enkelt smugglar in dem. Det var just en insmugglad tändare som var tändkällan vid branden på avdelning 67 år 2003⁴⁹. För att täcka in båda dessa möjligheter studeras ett rum alldeles intill rökrummet. Detta rum är liksom övriga på avdelningen ett enpatientrum och man kan därmed inte räkna med att någon annan än patienten befinner sig i rummet. Då vårdtiden på PIVA endast är några få dagar för patienterna får de själva ej inreda rummen, utan möbleringen är likvärdig för samtliga rum. Möblerna inhandlas inte av PIVA utan av upphandlingsavdelningen vid landstinget Kronoberg.

Rummet är 5.10 djupt, 3.60 brett samt 2.70 högt. I rummet finns en säng, med flamskyddad polyestermadrass, under vilken det ligger ett evakueringslakan. Vidare finns det flera träbaserade möbler i form av två garderober, bord med tre stolar, varav två av stolarna har stoppade dynor, samt två sängbord. Väggarna mellan patientrummen är av dubbel gips medan tak och golv är av betong. Golvet är klätt med en PVC-matta, som vid branden 2003 antände⁴⁹.

I varje patientrum finns det rökdetektor. Denna detektor antas vara övertäckt. Att detektorn är övertäckt kan anses rimligt då detta har inträffat förut, bl.a. vid branden på psykiavdelningen på länsjukhuset i Östersund februari 2005⁵⁰. I Östersund ledde detta till att det var detektorn i angränsande patientrum som utlöste först. Jämförelse med Östersund är logisk då rumsgeometrin är likvärdig. På PIVA finns det rökdetektorer även i passagen mellan rummet, varför denna anses utlösa först. Den beräknade tiden till att detektorn utlöser blir ca en minut, vilket antas vara rimligt. Se bilaga D.

Öppningarna i rummet är dels ett fönster, vilket endast är öppningsbart i mitten där luften kommer in genom ett galler. Detta fönster är tvåglasfönster varav den yttersta rutan är härdad. Bredden i fönsteröppningen är ca 0.1m och höjden 1.1m och denna antas vara öppen. Den andra öppning består av dörren vilken patienten antas stänga. Under dörren finns det en springa, vilken är ca 0.01 m hög och 0.9 meter bred.

⁴⁷ Värends Räddningstjänst. ”Insatsrapporter 2000-2004”

⁴⁸ ”Brand i byggnad, objekt psykiatrisk vård, 1998-2004”

⁴⁹ Hertzberg Tommy

⁵⁰ Erlandsson Ulf (2005). ”Anlagd brand på psykiatrihus – 150 i fara”. *Sirenen*

Mellan rummet och korridoren finns det en passage varifrån man kommer in till toalett samt tvättrum. Dörr mellan passage och korridor antas vara öppen.

I scenariot antas att patienten antänder sin madrass. Det intressanta i beräkningarna är den tid det tar innan kritiska förhållanden uppstår. Det är därför av mindre intresse att titta på brandspridningen i rummet till övrigt möblemang, då madrassbranden i sig är tillräcklig för att uppnå kritiska förhållanden. Då simulerad madrassbrand befinner sig mellan slow- och medimkurvorna enligt α^2 modellen kan man dock anta att den i verkligheten blir mer lik en ”mediumbrand” ju längre in i brandförloppet man kommer. Beroende på var på madrassen patienten antänder, hur länge antändningskällan kvarhålls etc. blir det aldrig två likadana bränder, detta då varje brand är individuell. På grund av denna variation är det mer intressant att titta på en inramning av värden, än att titta på en effektkurva från ett försök, därav jämförelse mellan slow- och medimkurvorna.

Då personalen kommer till brandrummet så har det visat sig vid tidigare bränder på psykavdelningar, bl.a. S: t Sigfidsbranden 2003⁵¹ samt branden på psykavdelningen på länssjukhuset i Östersund februari 2005⁵², att personalen ofta har svårt att stänga dörren vilket därför antas i scenariot. Det undersöks även vad som händer om personalen lyckas stänga dörren, i hur stor utsträckning detta förhindrar rökspridning. Problematiken som kan uppstå är att patienten som har antänt försvårar för personalen då denna ej vill utrymma. Detta skedde vid branden 2003⁵². För att få med denna aspekt adderas en tid från det att personalen kommer till rummet till att de får med sig patienten. Denna tid uppskattas till en minut. Det tar även viss tid för personalen att komma till brandrummet då de först ska förflytta sig till centralapparaten och därefter förflytta sig till brandrummet⁵³. Denna tid uppskattas till en minut. Detta sammantaget leder till att patienten i brandrummet börjar sin utrymning tre minuter efter det att branden har utbrutit. Det är även efter denna tid personalen har möjlighet att stänga dörren till brandrummet.

⁵¹ Värends Räddningstjänst. ”Insatsrapporter 2000-2004”

⁵² Erlandsson Ulf (2005). ”Anlagd brand på psyksjukhus – 150 i fara”. *Sirenen*

⁵³ Carlsson Ingemar

Bilaga H - Scenario 2 - dagrum

Att anlagda bränder på en sådan här anstalt är ett stort problem är sedan tidigare konstaterat i denna rapport samt i statistik⁵⁴. Det är därmed troligt att en anlagd brand inträffar, inte endast i ett patientrum, utan likväl i dagrummet. Att denna brand skulle uppkomma kan man tänka sig ett antal olika orsaker till. Patienten kan tänkas tända eld på soffan med hjälp av en medhavd cigarett från rökrummet eller med hjälp av insmugglade tändstickor. Ett tekniskt fel kan vara orsaken till brand, i exempelvis TV:n, eller ett trasigt lysrör⁵⁴. Åter igen är det inte brandorsaken som är det intressanta utan att det uppkommer en brand. Vill en patient tända eld på material i dagrummet så är det stor risk denna kommer att lyckas. Det finns även dukar på borden vilka kan användas för att få fart på branden.

Troligt är att patienten tar med en cigarett och lägger denna mellan två dynor på soffan. Med hjälp av en bordduk så får patienten fart på branden och soffan antänds. Även om bordduken inte används är det troligt att soffan antänds då cigaretten är svårupptäckt och kan, även om den inte antänder soffan momentan, ligga och glöda och på så sätt antända soffan. Då soffan väl antänds kommer branden snabbt involvera övrigt möblemang i rummet. Möblemanget i dagrummet består av en tresits- samt en tvåsitssoffa, båda med skinnklädsel, ett soffbord i trä, ytterligare två träbord med vars tre dynbeklädda stolar. Dessutom finns det i rummet en TV, vilken är upphängd på väggen. Spridningen mellan möblerna är av sekundär betydelse då soffbranden i sig är tillräcklig för att uppnå kritiska förhållanden.

En soffa av den här typen har en effektutveckling mellan medium och fast enligt α^2 modellen och då alla bränder är individuella beaktas variationen det här ger, istället för på en enskild effektkurva, detta för att ringa in sanningen. Naturligtvis är det så att ju längre in i brandförloppet man kommer, utan släckinsats, desto mer kommer branden likna en ”fastkurva” snarare än en ”mediumkurva”.

I dagrummet finns det liksom i övriga utrymmen, en rökdetektor som utlöser efter 90 s. Se bilaga D. Att patienten har täckt över detektorn i detta utrymme kan naturligtvis ske, vilket skulle fördröja aktiveringstiden, men det anses inte vara troligt.

Rummet är 5.70 m djupt, 7.0 m brett samt 2.70 m högt. Till rummet finns det en stor öppning ut i en passage som i sin tur leder ut i korridoren. Denna öppning är 2.76 m bred med höjden 2.40 m och saknar dörr. Jämförelse har här gjorts om det skulle hjälpa med en dörr här för att på så sätt hindra brandgasspridning. Då det är öppet ut mot korridoren ökar chansen för personalen att på ett tidigt stadium upptäcka branden och på så sätt även kunna begränsa alternativt helt stoppa branden. Dock kan man inte räkna med att personalen befinner sig i närheten av dagrummet då de inte har några fasta rutter utan ”-personalen är rörlig hela tiden utifrån verksamhetens behov. Alltifrån att bistå på akutmottagningen till att sitta hos patienter på patientrum eller dagrum⁵⁵.”

⁵⁴ ”Brand i byggnad, objekt psykiatrisk vård, 1998-2004”. (2005)

⁵⁵ Carlsson Ingemar

Därmed kan antas att det under den tid det krävs att anlägga brand i soffan inte finns personal i närheten av dagrummet. Tiden att anlägga brand är naturligtvis beroende av patienten, men då personalen kan vara borta flera minuter från dagrummet kan tiden mer än väl antas vara tillräcklig.

Förutom aktiveringstiden för rökdetektorn antas att det tar ytterligare en minut för personalen att komma på plats till dagrummet. Då branden är antänd antas att patienten som har antänt inte är benägen att utrymma, utan båda de i personalen som kommer till rummet behövs för att utrymma denna patient. De åtgärder personalen kan göra är att med hjälp av de handbrandsläckare som finns på avdelningen göra en släckinsats. Till detta krävs då ytterligare en person. I dagsläget finns ingen dörr som går att stänga.

I ytterväggen finns det fyra fönster. Dessa fönster är likadana som de fönster som finns i patientrummen. Öppning sker alltså endast mellan fönster i en 10 cm bred gallerförsedd spalt. Framför dessa fönster hänger gardiner ner till golvet, vilka snabbt antas antändas och därmed öka brandspridningen i rummet.

Väggarna i detta rum består, liksom i patientrummen, av gips medan såväl golv som tak är av betong där golvet är klätt med PVC-matta.

Bilaga I - Brandskyddsvärdering av vårdanläggningar - Befintligt brandskydd

K₁ - Personal

A. Kunskap och övning

Utbildning och övning skall avse huvuddelen (>75%) av personalen och vara genomförd inom de senaste 3 åren.

Planlagd utbildning med syfte att kunna bekämpa brand och utrymma patienter: **Prakt**

Kunskapskontroll hos personalen (ej i samband med utbildningen): **Ingen**

Sammantaget ger detta delvärde: **3**

B. Förhållandet mellan antalet patienter och antalet vårdpersonal (dagtid)

Patient/Personal <3 ger delvärde: **5**

C. Minsta bemanning då patienter finns på avdelningen

Bemanning >2 ger delvärde: **5**

$$\text{Komponentvärde} = (5 \cdot 3 + 3 \cdot 5 + 2 \cdot 5) / 10 = 4$$

K₂ - Patienter

A. Antal patienter i varje vådrum/korridor

Patienter/rum 1-2 ger delvärde: **5**

B. Patienternas hjälpbehov

Litet, det vill säga några patienter (2-3) behöver hjälp av personal för att ta sig till säker plats. Hjälpen kan bestå i att patienten görs uppmärksam på utrymningsbehovet, ingångsättning eller gånghjälp. Delvärde: **4**

$$\text{Komponentvärde} = (5 + 4 \cdot 4) / 5 = 4,2$$

K₃ - Gångavstånd till utrymningsväg

Alla patienter på avdelningen kan utrymma via trappa. Längsta gångavstånd till utrymningsväg (inklusive trappa) $\geq 30-45$ m ger delvärde: **4**

$$\text{Komponentvärde} = 4$$

K₄ - Brandcellsgräns i bjälklag

Brandteknisk klass på golv och tak till annan brandcell, föreskriven klass eller mer:

Ja

Tätning av genomföring, hål i golv och tak är tätat: Ja

Rutin för tätning, dokumenterade interna rutiner finns: Ja

$$\text{Komponentvärde} = 5$$

K₅ - Brandcellsgräns i vägg

Brandteknisk klass på vägg till annan brandcell, föreskriven klass eller mer: **Nej**

Tätning av genomföring, hål i golv och tak är tätat: **Nej**

Rutin för tätning, dokumenterade interna rutiner finns: **Nej**

Brännbar yttervägg, ytterväggen är brännbar: **Nej**

Komponentvärde = 0

K₆ - Interna dörrar och väggar

Minst E30-parti mellan vårdrum och korridor: **Nej**

Minst E30-parti mellan dagrum, personalrum mfl och korridor: **Nej**

E30-parti går upp till bjälklaget: **Nej**

Samtliga dörrar till vårdrum, förråd etc är stängda eller stängs automatiskt vid brand: **Nej**

Kilar för att hålla dörrar öppna finns: **Nej**

Komponentvärde = \sum av delvärdena = 0

K₇ - Dörr till utrymningsväg

Dörr ej lätt öppningsbar: **0**

Komponentvärde = 0

K₈ - Automatiskt brandlarm

A. Typ av detektor och placering (Heltäckande system)

Vårdrum/förråd: **Rökdetektor**

Korridor: **Rökdetektor**

Över undertak: **Rökdetektor**

Sammantaget ger detta delvärde: **5**

B. Kontrollsystem

Enbart intern kontroll: **2**

C. Larmöverföring

Direkt förbindelse till räddningstjänsten utan larmlagring: **5**

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

K₉ - Utrymningslarm

Aktivering, automatisk aktivering: **A**

Teknisk utrustning, installationen följer i stort SBFs rek. om utrymningslarm: **Ja**

Larm till annan avdelning, automatisk larmöverföring finns till annan avdelning samt att det finns en förberedd planering att bistå vid utrymning: **Nej**

Typ av informationsöverförare, ringklocka eller tonsignal: **R**

Komponentvärde = 3

K₁₀ – Sprinkler

Sprinkler saknas vilket ger värde: **0**

Komponentvärde = 0

K₁₁ - Hiss som utrymningsväg

Hiss som utrymningsväg saknas vilket ger värde: **0**

Komponentvärde = 0

K₁₂ - Utrymningsvägar

Primär utrymningsväg, utrymning via trappa: **T**

Alternativ utrymningsväg, utrymning via trappa: **T**

Utrymningsvägens bredd, fria bredden i utrymningsvägarna är minst 1,2 m: **Ja**

Komponentvärde = 1

K₁₃ - Ytskikt på väggarna

Ytskiktsklass = II, vilket ger värde: **3**

Komponentvärde = 3

K₁₄ - Ytskikt på innertak

Ytskiktsklass = I, vilket ger värde: **4**

Komponentvärde = 4

K₁₅ - Ventilationssystem

System, gemensam för flera avdelningar: **G**

Försvårande åtgärder, spjäll eller annan åtgärd finns inom avdelningen för att försvåra brandgasspridning: **Nej**

Komponentvärde = 1

K₁₆ - Lös inredning

Normal, Stoppade möbler (tunn stoppning eller tunna dynor) i dagrum. Få möbler i korridoren. Lite papper på anslagstavla. Brandimpregnerade madrasser i vådrummen. Dörrar till förrådsutrymnen finns.

Komponentvärde = 3

K₁₇ - Fasta riskkällor

Rutin för fasta riskkällor, rutin för hantering av brandfarlig vara finns (ljus etc): **Ja**

Rökning, rökning förekommer inom avdelningen: **Ja**

Risk för anläggning av brand, finns patienter som kan anlägga brand: **Ja**

Komponentvärde = 1

K₁₈ - Nödbelysning

Strömförsörjning, Nödbelysningen tänds endast om central matning till sjukhuset eller motsvarande bryts: **C**

Kontroll av nödbelysningsfunktionen, kontroll en gång per år: **En**

Komponentvärde = 3

K₁₉ - Brandgasevakuering

Brandgaskontrollsystem, anordning för brandgasevakuering finns: **Nej**

Kontrollsystem, intern brandskyddskontroll finns: **Ja**

Komponentvärde = 0

K₂₀ - Vägledande markering

Typ av markering (utrymning), skyltar med nyare typ av symbol: **N**

Belysning av markeringar (utrymning), Belysta/efterlysande skyltar: **B**

Övriga markeringar, markering av släckutrustning finns: **Ja**

Komponentvärde = 4

K₂₁ - Brandsläckningsutrustning

Släckutrustning (handbrandsläckare och inomhusbrandposter), Finns i tillräcklig omfattning och är kontrollerade: **Ja**

Utbildning, personalen har utbildats på brandsläckning: **Ja**

Komponentvärde = 5

K₂₂ - Räddningstjänstens insats

A. Typ av förststyrka

Typ av förststyrka > 1+4, ger delvärde: **5**

B. Insattid

Dokumenterad insattid 5 – 10 min, ger delvärde **3**

C. Tillgänglighet

Körbar väg fram till insatsvägen: Ja, ger delvärde **5**

D. Förberedd insatsplan

Insatsplan finns och är tillgänglig men är ej inövad, ger delvärde: **3**

Komponentvärde = $(3*5+4*3+5+2*3)/10 = 3,8$

K₂₃ - Geometrisk utformning

Enkelkorridor med horisontell riktiningsändring eller vertikal höjdskillnad i korridor > 1 m ger delvärde: **2**

Komponentvärde = 2

K₂₄ - Våning ovan mark

Belägen över 2:a våning eller under markplan, ger delvärde: **1**

Komponentvärde = 1

K₂₅ – Drift och underhåll

Interna rapporteringsrutiner, rutiner finns för rapportering av trasig utrustning och brandtillbud. Rapporterad trasig utrustning åtgärdas omgående: **Nej**

Intern brandskyddskontroll, intern kontroll utöver brandsyn finns organiserad: **Nej**

Komponentvärde = 0

K₂₆ – Larmstyrka på sjukhuset

Larmstyrka saknas vilket ger värde: **0**

Komponentvärde = 0

Tabell för beräkning av BSI - Befintligt brandskydd

Komponent	Gradering	Vikt	Produkt
Personal	4	0,127	0,508
Patient	4,2	0,065	0,273
Gångavstånd till utrymningsväg	4	0,027	0,108
Brandcellsgräns i bjälklag	5	0,026	0,13
Brandcellsgräns i vägg	0	0,019	0
Interna dörrar och väggar	0	0,032	0
Dörr till utrymningsväg	0	0,023	0
Automatiskt brandlarm	4,1	0,043	0,1763
Utrymningslarm	3	0,031	0,093
Sprinkler	0	0,054	0
Hiss som utrymningsväg	0	0,006	0
Utrymningsvägar	1	0,028	0,028
Ytskikt på väggarna	3	0,019	0,057
Ytskikt på innertak	4	0,026	0,104
Ventilationssystem	1	0,019	0,019
Lös inredning	3	0,08	0,24
Fasta riskkällor	1	0,049	0,049
Nödbelysning	3	0,006	0,018
Brandgasevakuering	0	0,029	0
Vägledande markeringar	4	0,016	0,064
Brandsläckningsutrustning	5	0,059	0,295
Räddningstjänstens insats	3,8	0,042	0,1596
Geometisk utformning	2	0,016	0,032
Våning ovan mark	1	0,026	0,026
Drift och underhåll	0	0,077	0
Larmstyrka på sjukhuset	0	0,055	0

Summa**BSI =****2,38***Figur 11, BSI-tabell för befintligt brandskydd.*

Bilaga J - Brandskyddsvärdering av vårdanläggningar - Efter uppfyllda åtgärdsförslag

K₁ - Personal

A. Kunskap och övning

Utbildning och övning skall avse huvuddelen (>75%) av personalen och vara genomförd inom de senaste 3 åren.

Planlagd utbildning med syfte att kunna bekämpa brand och utrymma patienter: **Prakt**

Kunskapskontroll hos personalen (ej i samband med utbildningen): **Extern**

Sammantaget ger detta delvärde: **5**

B. Förhållandet mellan antalet patienter och antalet vårdpersonal (dagtid)

Patient/Personal <3 ger delvärde: **5**

C. Minsta bemanning då patienter finns på avdelningen

Bemanning >2 ger delvärde: **5**

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

K₂ - Patienter

Ingen åtgärd.

Komponentvärde = 4,2

K₃ - Gångavstånd till utrymningsväg

Ingen åtgärd.

Komponentvärde = 4

K₄ - Brandcellsgräns i bjälklag

Ingen åtgärd.

Komponentvärde = 5

K₅ - Brandcellsgräns i vägg

Brandteknisk klass på vägg till annan brandcell, föreskriven klass eller mer: **Nej**

Tätning av genomföring, hål i golv och tak är tätat: **Ja**

Rutin för tätning, dokumenterade interna rutiner finns: **Ja**

Brännbar yttervägg, ytterväggen är brännbar: **Nej**

Komponentvärde = 4

K₆ - Interna dörrar och väggar

Minst E30-parti mellan vårdrum och korridor: **Nej**

Minst E30-parti mellan dagrum, personalrum mfl och korridor: **Nej**

E30-parti går upp till bjälklaget: **Nej**

Samtliga dörrar till vårdrum, förråd etc är stängda eller stängs automatiskt vid brand: **Ja**

Kilar för att hålla dörrar öppna finns: **Nej**

Komponentvärde = \sum av delvärdena = **1 = 1**

K₇ - Dörr till utrymningsväg

Brandtekniskt rätt klassad dörr som är låst: **1**

Komponentvärde = **1**

K₈ - Automatiskt brandlarm

Ingen åtgärd.

Komponentvärde = **4,1**

K₉ - Utrymningslarm

Aktivering, automatisk aktivering: **A**

Teknisk utrustning, installationen följer i stort SBFs rek. om utrymningslarm: **Ja**

Larm till annan avdelning, automatisk larmöverföring finns till annan avdelning samt att det finns en förberedd planering att bistå vid utrymning: **Ja**

Typ av informationsöverförare, ringklocka eller tonsignal: **R**

Komponentvärde = **5**

K₁₀ - Sprinkler

Ingen åtgärd.

Komponentvärde = **0**

K₁₁ - Hiss som utrymningsväg

Ingen åtgärd.

Komponentvärde = **0**

K₁₂ - Utrymningsvägar

Ingen åtgärd.

Komponentvärde = **1**

K₁₃ - Ytskikt på väggarna

Ingen åtgärd.

Komponentvärde = 3

K₁₄ - Ytskikt på innertak

Ingen åtgärd.

Komponentvärde = 4

K₁₅ - Ventilationssystem

System, gemensam för flera avdelningar: **G**

Försvårande åtgärder, spjäll eller annan åtgärd finns inom avdelningen för att försvåra brandgasspridning: **Ja**

Komponentvärde = 4

K₁₆ - Lös inredning

Ingen åtgärd.

Komponentvärde = 3

K₁₇ - Fasta riskkällor

Ingen åtgärd.

Komponentvärde = 1

K₁₈ - Nödbelysning

Strömförsörjning, Nödbelysningen tänds endast om central matning till sjukhuset eller motsvarande bryts: **C**

Kontroll av nödbelysningsfunktionen, kontroll en gång per år: **En**

Komponentvärde = 3

K₁₉ - Brandgasevakuering

Ingen åtgärd.

Komponentvärde = 0

K₂₀ - Vägledande markering

Typ av markering (utrymning), skyltar med nyare typ av symbol: **N**

Belysning av markeringar (utrymning), Belysta/efterlysande skyltar: **G**

Övriga markeringar, markering av släckutrustning finns: **Ja**

Komponentvärde = 5

K₂₁ - Brandsläckningsutrustning

Ingen åtgärd.

Komponentvärde = 5

K₂₂ - Räddningstjänstens insats

Ingen åtgärd.

Komponentvärde = 3,8

K₂₃ - Geometrisk utformning

Ingen åtgärd.

Komponentvärde = 2

K₂₄ - Våning ovan mark

Ingen åtgärd.

Komponentvärde = 1

K₂₅ – Drift och underhåll

Interna rapporteringsrutiner, rutiner finns för rapportering av trasig utrustning och brandtillbud. Rapporterad trasig utrustning åtgärdas omgående: **Ja**

Intern brandskyddskontroll, intern kontroll utöver brandsyn finns organiserad: **Ja**

Komponentvärde = 5

K₂₆ – Larmstyrka på sjukhuset

Ingen åtgärd.

Komponentvärde = 0

Föreslagna åtgärder - Efter uppfylla åtgärdsförslag

Komponent	Gradering	Vikt	Produkt
Personal	5	0,127	0,635
Patient	4,2	0,065	0,273
Gångavstånd till utrymningsväg	4	0,027	0,108
Brandcellsgräns i bjälklag	5	0,026	0,13
Brandcellsgräns i vägg	4	0,019	0,076
Interna dörrar och väggar	1	0,032	0,032
Dörr till utrymningsväg	1	0,023	0,023
Automatiskt brandlarm	4,1	0,043	0,1763
Utrymningslarm	5	0,031	0,155
Sprinkler	0	0,054	0
Hiss som utrymningsväg	0	0,006	0
Utrymningsvägar	1	0,028	0,028
Ytskikt på väggarna	3	0,019	0,057
Ytskikt på innertak	4	0,026	0,104
Ventilationssystem	4	0,019	0,076
Lös inredning	3	0,08	0,24
Fasta riskkällor	1	0,049	0,049
Nödbelysning	3	0,006	0,018
Brandgasevakuering	0	0,029	0
Vägledande markeringar	5	0,016	0,08
Brandsläckningsutrustning	5	0,059	0,295
Räddningstjänstens insats	3,8	0,042	0,1596
Geometisk utformning	2	0,016	0,032
Våning ovan mark	1	0,026	0,026
Drift och underhåll	5	0,077	0,385
Larmstyrka på sjukhuset	0	0,055	0

Summa**BSI =****3,16***Figur J1, BSI-tabell efter uppfyllda åtgärdsförslag.*

Bilaga K - Toxicitet

Vid en brand är det i allmänhet de giftiga brandgaserna som de flesta omkommer av. Det är alltså varken strålningen eller temperaturen som är det direkt farliga för människan vid en eventuell utrymning.

När en brand tillförs tillräcklig mängd syre, dvs. är bränslekontrollerad, bildas endast små mängder kolmonoxid, CO. Istället bildas koldioxid, CO₂, vilken inte är farlig för människan vid lika låga ppm som CO. Om branden istället blir ventilationskontrollerad bildas CO i större utsträckning.

För att sätta en gräns för när ett ämne är direkt dödligt har IDHL tagits fram, Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations, som är ett värde i ppm, parts per million⁵⁶.

IDHL

CO 1,200 ppm
CO₂ 40,000 ppm

Vid branden på avdelning 67 på Sigfridsområdet i Växjö, 2003-08-01 omkom två personer. En av dessa befann sig aldrig i anslutning till branden utan ca 40 meter längre bort i korridoren i ett patientrum. Anledningen till att denna person omkom var de giftiga brandgaserna som spreds i korridoren och trängde in genom läckor under dörrarna⁵⁶. Vid obduktion av de bägge dödsoffren fann man halter av isocyanater (TDI) i deras lungvävnader.

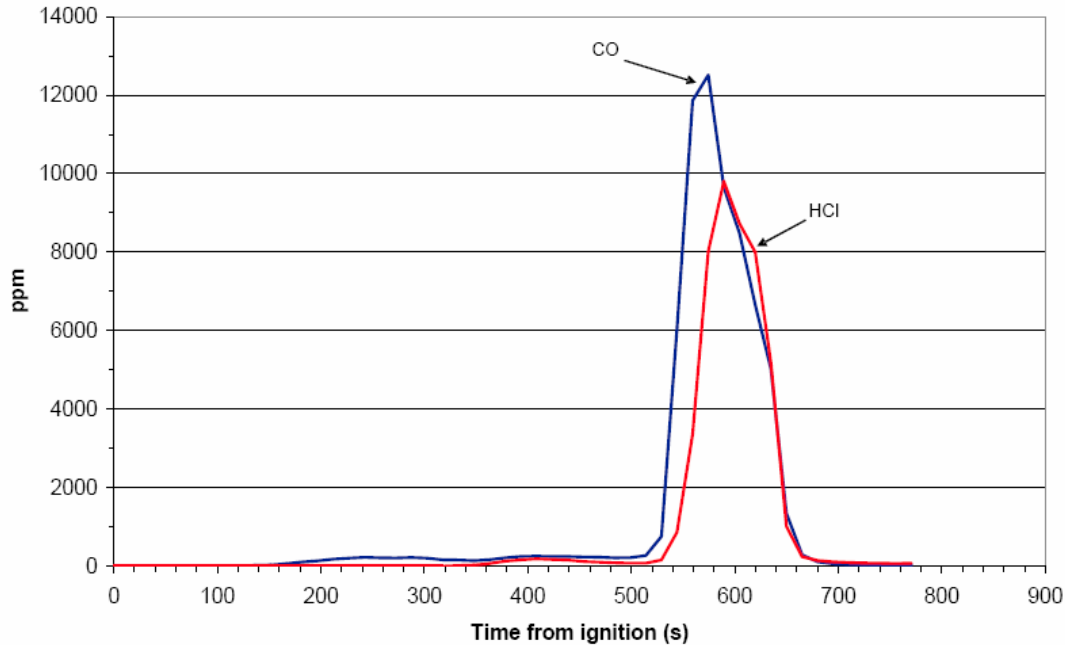
Försök som SP, statens provningsanstalt, gjort till följd av denna brand, visade att madrasserna som används på avdelningen avgav stora mängder isocyanater och HCN vid brand⁵³.

Vid SP-försöken kunde man även konstatera att PVC-mattan, som även återfinns på PIVA, avgav giftiga mängder av HCl⁵⁶. HCl är negativt även ur en annan synvinkel då det ger väldigt tät brandgaser med mycket sot.

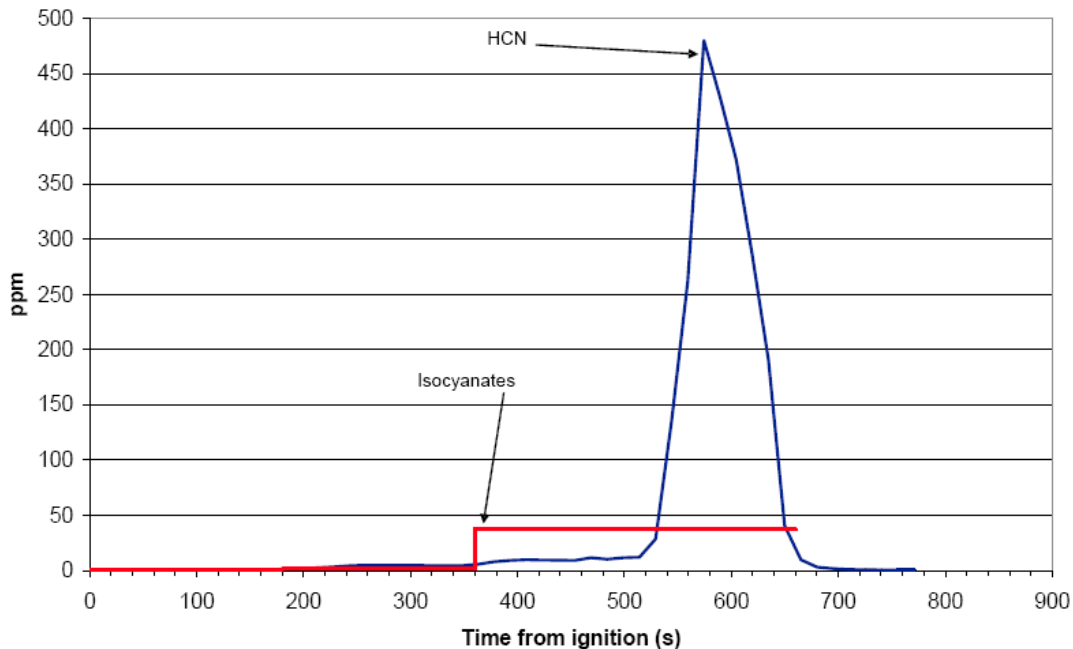
IDHL

HCN 50 ppm
HCL 50 ppm
Isocyanater 3 ppm

⁵⁶ Hertzberg Tommy, Tuovinen Heimo, Blomqvist Per (2005). "Measurement of thermal properties at elevated temperatures – Brandforsk project 328-031"



Figur K1, CO och HCl koncentrationer vid försöket.

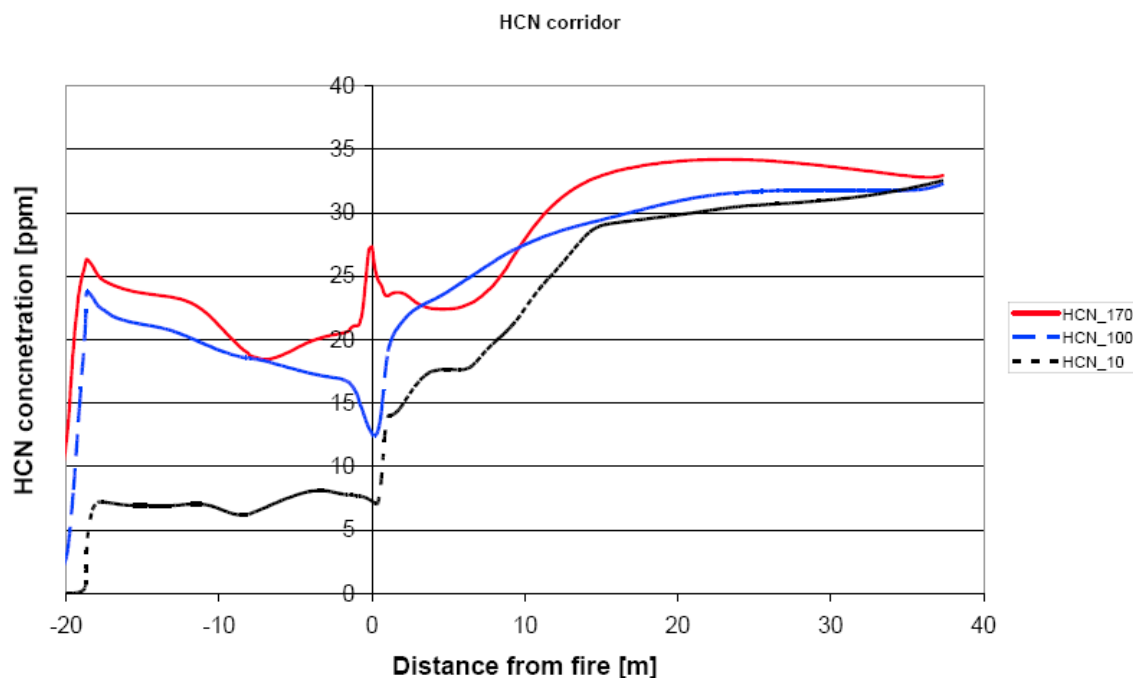


Figur K2, HCN och isocyanatkoncentration vid försöket.

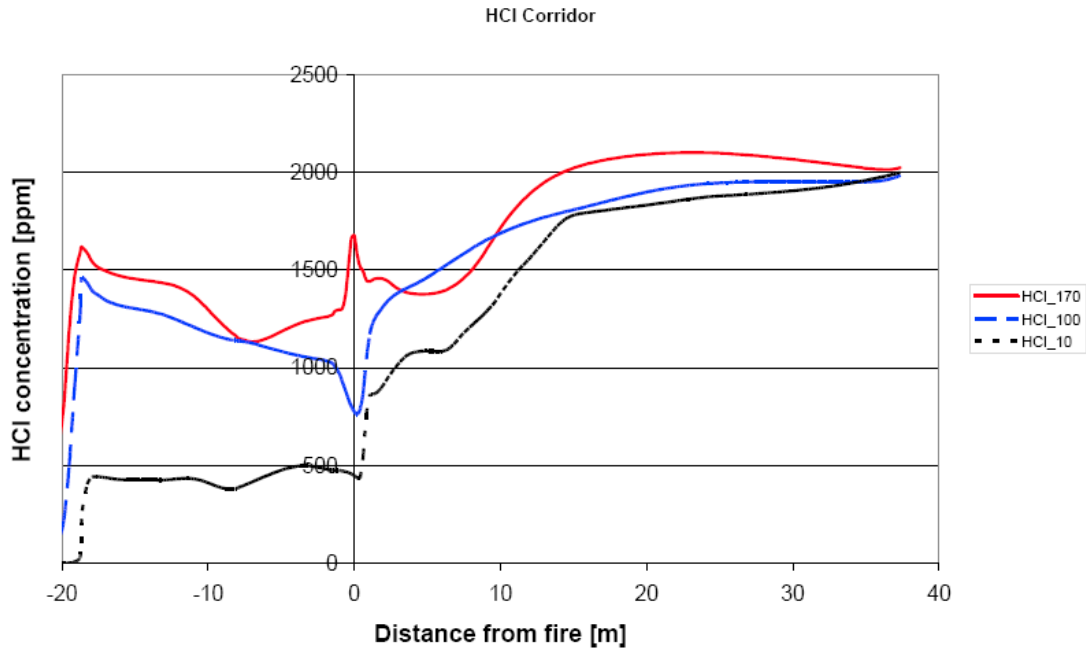
Ur dessa två diagram kan koncentrationerna av CO, HCl, HCN utläsas. Mängden isocyanater ökar markant och blir dödligt när branden blir ventilationskontrollerad. Värdet på isocyanater är ett medianvärde, därmed formen på kurvan. Dessa data kan vara av stort intresse även i riskvärderingen på PIVA. Rumsgeometrin är snarlik, även om patienterna på PIVA inte har egna möbler i rummen. De två faktorerna som ger den stora produktionen av ovan nämnda toxiska ämnen är dock de samma, madrassen och PVC-mattan.

På avdelning 67 blev branden ventilationskontrollerad vid fullt utvecklad brand. Om dörren lämnas öppen blir även brand på PIVA ventilationskontrollerad då den är fullt utvecklad. Om dörren stängs i patientrummet blir branden ventilationskontrollerad efter ca 250 s. I dagrummet blir branden ventilationskontrollerad efter ca 300 s om dörr skulle stängas.

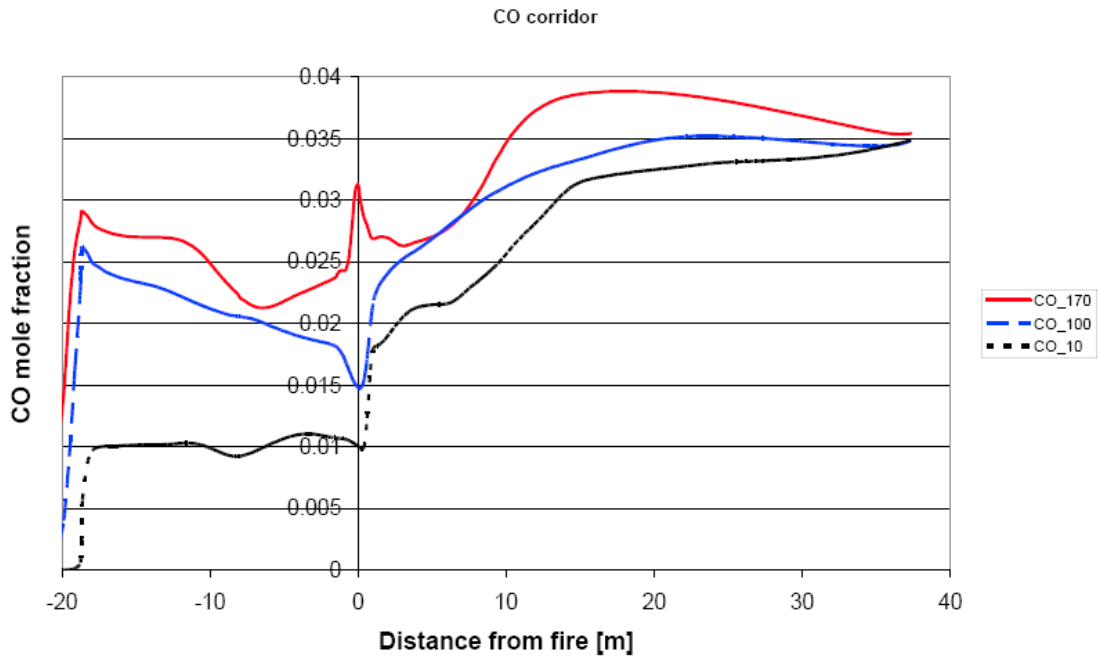
Vid försöken tittade man även på koncentration av toxiska gaser i förhållande till var man befann sig. Följande grafer visar att ju längre bort från brandrummet personer befinner sig desto högre halter av de toxiska ämnena utsätts de för. Anledningen till detta är troligen att när temperaturen i gaserna sjunker vid kylningen mot tak och väggar, samt blandas om med luften kommer de giftiga ämnena även att infinna sig vid golvnivå.



Figur K3, Beräknad HCN-koncentration i korridoren nio minuter efter antändning vid höjderna 10, 100 och 170 cm.



Figur K4, Beräknad HCl-koncentration i korridoren nio minuter efter antändning vid höjderna 10, 100 och 170 cm.



Figur K5, Beräknad CO-koncentration i korridoren nio minuter efter antändning vid höjderna 10, 100 och 170 cm.

Samtliga diagram beträffande toxicitet⁵⁷.

⁵⁷ Hertzberg Tommy, Tuovinen Heimo, Blomqvist Per (2005). "Measurement of thermal properties at elevated temperatures – Brandforsk project 328-031"

Bilaga L - Checklista



Brand - checklists vid introduktion av nyanställd personal inom psykiatrin

Avdelningens vårdinriktning?

På lasta avdelningar är det ett krav att ha nycklar/"låskort" lätt till hands!

- ▶ Läs igenom och lär dig avd/arbetsplatsens brandinformation och utrymningsplan!
- ▶ Titta igenom Internkontrollsrutinerna t ex att branddörrar inte är blockerade och håll utrymningsvägar fria!
 - Hantering av brandfrågor på din avd/arbetsplats och inom landstinget?
 - Vilka brandskyddsregler galler på din avd/arbetsplats?
 - Vilka brandrisker finns?
 - Hur hanteras av brandfarligt material?
 - Hur hanteras gas installerat i vägg eller på tub?

 - Erfarenheter av tidigare brandtillbud
 - Hur hanteras brandtillbud (rädda, larma, släcka, utrymning, hjälp mm)?
 - Var finns brandredskap, hur skall de användas och hur fungerar de?
 - Hur fungerar brandlarmet?
 - Hur larmar du?

 - Var finns avd/arbetsplats utrymningsvägar
 - Var återsamlingsplats? - skall finnas för alla patienter/personal

 - Vem är Brandskyddsombud (BSO) och vad har denna person för uppgift?
 - Vem kan jag vända mig till för att få ytterligare information kring brand?
 - Vem ska jag anmäla mig till för deltagande i brandutbildningövningar?

När du börjar ditt arbetspass tänk igenom hur du skall hantera de olika säkerhets- risker som kan uppkomma.

Tagit del av information enligt ovan.

200 - -

Namnteckning

Namnförtydligande