

**Vårdavdelning 043, Barn & Ungdom, på
Centralsjukhuset i Kristianstad**

**Brandteknisk
Riskvärdering**



**LUNDS
UNIVERSITET**

**Robin Imskog
Martina Jelvinger
Anders Jonsson
Martin Jonsson**

**Brandteknik
Lunds Tekniska Högskola
Lund 2010**

Brandteknisk Riskvärdering av

Vårdavdelning 043, Barn & Ungdom, på
Centralsjukhuset i Kristianstad

Robin Inskog
Martina Jelvinger
Anders Jonsson
Martin Jonsson

Lund 2010

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.

Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering

Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund
Telefon: 046-222 73 00
Hemsida: www.brand.lth.se
E-postadress: brand@brand.lth.se

Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety

Faculty of Engineering, LTH
Lund University
P.O. Box 118
SE-221 00 Lund
Telephone: +46 46 222 73 00
Webpage: www.brand.lth.se/english
E-mail: brand@brand.lth.se

Rapport/Report

9370

Titel

Brandteknisk Riskvärdering av Vårdavdelning 043, Barn & Ungdom, på Centralsjukhuset i Kristianstad.

Title

Fire Safety Evaluation of Ward 043, Children & Youth, at Centralsjukhuset in Kristianstad.

Framsida/Front page: Christer Pettersson (2010) Eniro – Kartor [Elektronisk]

Tillgänglig/Available: kartor.eniro.se (2010-04-27)

Författare/Authors

Robin Imskog
Martina Jelvinger
Anders Jonsson
Martin Jonsson

Brandingenjörsprogrammet, Lunds tekniska högskola, 2010.

Fire Safety Engineering Program, Faculty of Engineering, LTH, 2010.

© Brandteknik, Lunds tekniska högskola, 2010

Abstract

This report aims to present a fire safety evaluation of Ward 043, Children & Youth, at Centralsjukhuset in Kristianstad. Based upon information acquired during a visit to the hospital on February the 8th, 2010, a number of analyses were carried out to assess the current fire safety. Fire- and evacuation simulations, along-side an index-method were the most important tools used in the evaluation. This report focuses on personal safety.

The simulated time for evacuation is compared with the time, according to the fire simulations, when critical conditions are reached. The results show that in two out of three scenarios, there is a present risk that not a single person had time to evacuate before critical conditions occurred. In the last scenario, however, it was concluded that while there is a risk of exposure to critical conditions, there is a good possibility that all persons are successfully evacuated from the ward.

The results of the analyses were then used to establish measures to improve the fire safety in order to reach an acceptable level.

In revision of the initial analyses results, taking into consideration the recommended measures to be implemented, the simulations were completed once more. The results showed that, if these measures are implemented, the evacuations are likely to be carried out without anybody sustaining significant health repercussions.

Nyckelord

Brandteknisk riskvärdering, CFAST, effektutveckling, kritiska förhållanden, personsäkerhet, Simulex, utrymning, ERM, BSV-vård, CFD.

Keywords

Fire safety evaluation, CFAST, heat release rate, smoke spread, fire modeling, critical conditions, personal safety, Simulex, evacuation, ERM, BSV-vård, CFD.

Språk/Language

Svenska/Swedish

Erkännanden

Författarna vill rikta ett stort tack till följande personer för det stöd och engagemang de bidragit med under arbetets gång:

Marcus Abrahamsson	Biträdande universitetslektor, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, LTH.Handledare.
Liselotte Jonsson	Säkerhetsstrateg, Regionservice.
Kristina Andersson	Avdelningschef, Avdelning 043, Centralsjukhuset i Kristianstad.
Ann-Britt Borgström	Brandskyddshandläggare, Centralsjukhuset i Kristianstad.
Bengt Tilderkvist	Teknikförvaltare, Centralsjukhuset i Kristianstad.
Daniel Nilsson	Biträdande universitetslektor, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, LTH.
Patrick van Hees	Professor, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, LTH.
Håkan Frantzich	Universitetslektor, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, LTH.

Sammanfattning

Denna rapport presenterar en brandteknisk riskvärdering av Avdelning 043, Barn & ungdom, tillhörande Centralsjukhuset i Kristianstad. Med utgångspunkt i information inhämtad vid ett besök på avdelningen den 8:e februari 2010 har ett antal analyser gjorts för att bedöma brandsäkerheten. Simuleringar av brandförlopp och utrymningsförlopp samt en indexmetod är de viktigaste verktygen som använts. Arbetet fokuserar på brandsäkerhet med avseende på personsäkerhet.

Utrymningsmodelleringar ger den tid det tar för personerna inom avgränsningen att utrymma. Resultatet från dessa jämförs med den tid som det, enligt genomförda brandsimuleringar, tar tills så kallade kritiska förhållanden uppstår. Resultaten visar att i två av tre scenarier finns risk för att ingen person hinner utrymma innan kritiska förhållanden uppstår. I det sista scenariot blev slutsatsen att det finns risk för att en del av personerna kommer att utsättas för kritiska förhållanden. I detta scenario är det dock möjligt att samtliga personer tar sig ut utan att ådra sig omfattande skador.

Resultaten av de olika analyserna har sedan använts till att ta fram åtgärdsförslag som syftar till att uppnå en godtagbar brandsäkerhetsnivå. De åtgärdsförslag som tagits fram presenteras nedan i fallande prioriteringsordning.

Åtgärder som skall genomföras

- Avdelningsspecifik utbildning för personal
- Strukturering och förtydligande av information till personal
- Installation av sprinklersystem
- Underhåll av dörrstängare
- Installation av detektorer i passagerna mellan patientrum och korridor
- Tätning av E30-klassade väggar
- Talat meddelande

Åtgärder som bör genomföras

- Installation av dörrstängare
- Installation av system för brandgasevakuering
- Tidigare hjälp från angränsade våningsplan
- Förenkla användande av inomhusbrandpost/Fler handbrandsläckare
- Byte mellan lokalerna matsal och personalmatsal
- Ge personalen befogenhet att utföra nödavstängning av syrgas
- Nödbelysning aktiveras även då endast lokal strömförsörjning bryts

Genom att göra om de tidigare nämnda analyserna, nu för läget med föreslagna åtgärder, ges en bild av hur läget skulle bli om åtgärderna genomförs. Slutsatsen blev att med skall-åtgärderna genomförda så anses utrymning kunna ske på ett sådant sätt att inga personer sannolikt riskerar att ådra sig omfattande skador.

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte.....	1
1.3 Mål.....	1
1.4 Metod.....	1
1.5 Avgränsningar.....	1
2 Objektsbeskrivning.....	5
2.1 Centralsjukhuset i Kristianstad.....	5
2.1.1 Avdelning 043 Barn & Ungdom.....	5
2.1.2 Hisshall.....	5
2.1.3 Sjukhusskola och lekterapi.....	6
2.1.4 Takis.....	6
2.2 Befintliga brandskyddsinstallationer.....	6
2.2.1 Brandcellsindelning.....	6
2.2.2 Utrymningsvägar.....	6
2.2.3 Larmsystem.....	7
2.2.3.1 Detektionssystem.....	7
2.2.3.2 Utrymningslarm.....	7
2.2.4 Släckutrustning.....	7
2.2.5 Räddningstjänstens insats.....	7
2.2.6 Observationer vid besök.....	8
2.3 Ventilationssystem.....	8
2.4 Boverkets byggregler.....	8
2.5 Tidigare larm.....	9
3 Rutiner för brandsäkerhet.....	11
3.1 Utbildning av personal.....	11
3.2 Rutiner vid larm.....	11
4 Enkätundersökning.....	13
4.1 Enkätens sammanställning.....	13
5 Utrymning.....	15
5.1 Utrymningstid.....	15
5.2 Kritiska förhållanden.....	16
6 Brandscenarier.....	17
6.1 Statistik.....	17

6.2	Tänkbara scenarier	17
6.3	Val av brandscenarier.....	19
6.3.1	Scenario 1: Textilförrådet	19
6.3.2	Scenario 2: Linneförrådet	20
6.3.3	Scenario 3: Expeditionen.....	20
7	Simuleringar utan genomförda åtgärdsförslag.....	21
7.1	Dimensionerande bränder	21
7.2	Introduktion till simulering av brandförlopp.....	21
7.3	Introduktion till simulering av utrymningsförlopp	21
7.4	Känslighetsanalys.....	22
7.4.1	ERM.....	22
7.4.2	Simulex	23
7.5	Scenario 1: Textilförrådet.....	24
7.5.1	Dimensionerande brand för Scenario 1: Textilförrådet	24
7.5.2	Brandförlopp för Scenario 1: Textilförrådet	25
7.5.2.1	Resultat från CFAST för Scenario 1: Textilförrådet	27
7.5.3	Utrymningsförlopp för Scenario 1: Textilförrådet	28
7.6	Scenario 2: Linneförrådet.....	29
7.6.1	Dimensionerande brand för Scenario 2: Linneförrådet	29
7.6.2	Brandförlopp för Scenario 2: Linneförrådet	30
7.6.2.1	Resultat från CFAST för Scenario 2: Linneförrådet	31
7.6.3	Utrymningsförlopp för Scenario 2: Linneförrådet	31
7.7	Scenario 3: Expeditionen	32
7.7.1	Dimensionerande brand för Scenario 3: Expeditionen.....	32
7.7.2	Brandförlopp för Scenario 3: Expeditionen.....	33
7.7.2.1	Resultat från CFAST för Scenario 3: Expeditionen.....	35
7.7.3	Utrymningsförlopp för Scenario 3: Expeditionen.....	35
8	Jämförelse med CFD.....	37
8.1	Geometri.....	37
8.2	Resultat från FDS.....	37
9	Brandskyddsindex	41
9.1	Tillvägagångssätt.....	41
9.2	Resultat och diskussion utan genomförda åtgärdsförslag.....	41
9.3	Resultat och diskussion med genomförda åtgärdsförslag.....	41
10	Värdering av säkerhetsnivån utan genomförda åtgärdsförslag.....	43
10.1	Jämförelse mellan utrymningstid och tid till kritiska förhållanden.....	43

10.2 Alternativ värdering av utrymningsförloppet utan genomförda åtgärdsförslag.....	44
10.3 Övriga reflektioner.....	44
11 Åtgärdsförslag.....	45
11.1 Möjliga åtgärder och motiveringar till dessa	45
11.2 Åtgärder som skall genomföras	47
11.3 Åtgärder som bör genomföras	47
12 Simuleringar med genomförda åtgärdsförslag.....	49
12.1 Brandförlopp.....	49
12.1.1 Sprinklersystem.....	49
12.1.2 Dörrstängare.....	49
12.2 Utrymningsförlopp	50
13 Värdering av säkerhetsnivån med genomförda åtgärdsförslag.....	57
13.1 Jämförelse mellan utrymningstid och tid till kritiska förhållanden.....	57
13.2 Alternativ värdering av utrymningsförloppet med genomförda åtgärdsförslag.....	58
14 Diskussion.....	59
Litteraturförteckning.....	61
Bilaga A Teori	63
A.1 ERM	63
A.2 Simulex.....	63
A.3 CFAST	64
A.4 Tvåzonsmodellen	64
A.5 Alfa-t ²	65
A.6 CFD.....	66
Bilaga B CFAST.....	69
B.1 Indata till CFAST-simuleringar	69
B.1.1 Scenario 1: Textilförrådet	69
B.1.2 Scenario 2: Linneförrådet	70
B.1.3 Scenario 3: Expeditionen	71
B.1.4 Val av indata för rökproduktion.....	73
B.2 Resultat utan genomförda åtgärdsförslag.....	74
B.3 Resultat med genomförda åtgärdsförslag.....	78
B.3.1 Installation av sprinklersystem.....	78
B.3.2 Installation av dörrstängare	84
Bilaga C Utrymningsförlopp.....	89
C.1 Förberedelser ERM.....	89
C.2 Tid till assistans	91

C.3 Indata.....	92
C.3.1 Indata Scenario 1: Textilförrådet.....	92
C.3.2 Indata Scenario 2: Linneförrådet.....	93
C.3.3 Indata Scenario 3: Expeditionen	93
C.3.4 Indata Scenario 1 med åtgärdsförslag.....	95
C.3.5 Indata Scenario 2 med åtgärdsförslag.....	96
C.3.6 Indata Scenario 3 med åtgärdsförslag.....	96
Bilaga D BSV-vård.....	97
D.1 Gradering av komponenter vid objektsbesök.....	97
D.2 Brandskyddsindex	103
Bilaga E Ventilationsritning.....	105
Bilaga F Statistik	111
Bilaga G Automatlarm till Räddningstjänsten	115
Bilaga H Enkät till personalen på Vårdavdelning 043, Barn & Ungdom.....	117
H.1 Enkäten som delades ut.....	117
H.2 Sammanställning av enkätsvar	119
Bilaga I Data till grund för dimensionerande bränder.....	125
I.1 Data för Scenario 1: Textilförrådet.....	125
I.2 Data för Scenario 3: Expeditionen.....	126
Bilaga J Syretillförselns begränsande inverkan på brandens effektutveckling	129
Bilaga K Motivering av konsekvens- och sannolikhetsnivåer.....	131
Bilaga L Handbrandsläckares effektivitet.....	133
Bilaga M Skriptfil FDS.....	135

1 Inledning

Denna rapport behandlar brandsäkerheten på Avdelning 043, Barn & Ungdom, tillhörande Centralsjukhuset i Kristianstad, CSK. Rapporten riktar sig främst till de säkerhetsansvariga på CSK men även till övrig personal. I bilagorna hittas ytterligare information, bland annat om hur beräkningar genomförts, samt vilka antaganden som gjorts.

1.1 Bakgrund

Rapporten är en del av kursen VBR054 Brandteknisk Riskvärdering som ges vid Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering på Lunds Tekniska Högskola, LTH. Huvuddelen av kursen består av ett projektarbete där en värdering av säkerhetsnivån gällande brand i och utrymning av ett objekt genomförs. Arbetet utförs till stor del av studenterna själva men handledare finns till hjälp både på det aktuella objektet och på LTH.

1.2 Syfte

Syftet med denna rapport är att utvärdera brandsäkerheten för Avdelning 043 på Centralsjukhuset i Kristianstad. Det genomförs en brandteknisk riskvärdering på objektet och förslag på åtgärder för att förbättra brandskyddet samt höja personsäkerheten arbetas fram.

1.3 Mål

Målet är att genom flera olika delanalyser ta reda på om utrymning kan ske på ett betryggande sätt samt presentera eventuella åtgärdsförslag för förbättringar av brandsäkerheten. Vidare är målet att utvärdera brandsäkerheten med avseende på personsäkerhet.

1.4 Metod

Arbetet med rapporten inleddes i slutet av januari 2010 med en genomgång av objektet via ritningar. Den 8:e februari genomfördes ett platsbesök på Avdelning 043 tillhörande Centralsjukhuset i Kristianstad tillsammans med Marcus Abrahamsson, handledare från LTH, och Liselotte Jonsson, säkerhetsstrateg på Regionsservice. På plats fanns även brandskyddshandläggare Ann-Britt Borgström, teknikförvaltare Bengt Tilderkvist samt avdelningschef Kristina Andersson. Under besöket inventerades det befintliga brandskyddet och en kontroll huruvida ritningarna stämde med verkligheten genomfördes. En genomgång av brandtekniska detaljer såsom utrymningsvägar och dörrar utfördes. Personalen intervjuades och deltog i en enkätundersökning. Dessutom gjordes en genomgång av lös inredning på avdelningen.

Utifrån platsbesök, intervjuer och statistik togs förslag på troliga brandscenarioer fram. Sedan genomfördes utrymningssimuleringar i Escape and Rescue Model, ERM, (Alvord, 1985) och Simulex (Frantzich, 1998) samt tvåzonsmodelleringar i Consolidated Fire and Smoke Transport Model, CFAST, (Peacock, 2005). Det gjordes även en simulering i CFD-programmet Fire Dynamics Simulator, FDS, (McGrattan, Hostikka, Klein, & Floyd, 2008). Med hjälp av BSV-värd (Frantzich, 2000) sammanställdes ett brandskyddsindex för Avdelning 043. Informationen från simuleringarna analyserades och ett antal åtgärdsförslag valdes ut. Efter detta värderades åtgärderna genom simuleringar av grundscenarierna tillsammans med åtgärdsförslagen. Slutligen sammanställdes en diskussion utifrån resultatet av den brandtekniska riskvärderingen.

1.5 Avgränsningar

För att kunna genomföra en utförlig analys har arbetet avgränsats till en del av plan 4 på CSK. De lokaler som behandlas i denna analys är de som visas i Figur 1.



Figur 1. Plan 4 på CSK. Lokaler som ej ingår i avgränsningen är blekare än de som behandlas i denna rapport.

De brandceller som ingår i avgränsningen är

- Avdelning 043
- Hisshall
- Skola och lekterapi
- Personaldagrum
- Servicekök
- Matsal

Denna rapport behandlar endast personsäkerhet, följaktligen tas ingen hänsyn till ekonomiska förluster och materiella skador.

Funktionen hos de tekniska system som styr brand- och utrymningslarm har inte testats eller utsatts för någon analys.

Byggnadens hållfasthet mot brand har inte beaktats, det antas därför att byggnaden inte kollapsar under de brandförlopp som simuleras.

Endast utrymning från en enskild avdelning har studerats, därmed behandlas inte utrymning av flera avdelningar samtidigt.

I nästa kapitel beskrivs objektet och dess olika delar vad gäller verksamhet och brandtekniska egenskaper.

2 Objektsbeskrivning

I objektsbeskrivningen presenteras en allmän beskrivning av Centralsjukhuset i Kristianstad samt en mer utförlig beskrivning av Avdelning 043, sjukhusskolan, lekterapin och Takis som alla är belägna på plan 4 i högdelen/centralblocket.

2.1 Centralsjukhuset i Kristianstad

CSK är ett komplett akutsjukhus med kärnverksamhet som omfattar barn- och ungdomsmedicin, hudmedicin, internmedicin, infektionsmedicin, kirurgi, kvinnosjukvård, käkkirurgi samt ögon- och öronsjukvård. CSK är ett av fyra akutsjukhus i Skåne och upptagningsområdet omfattar ca 170 000 invånare i Bromölla, Hässleholm, Kristianstad, Osby, Perstorp och Östra Göinge kommuner. År 2009 arbetade 2174 personer på CSK och 306 vårdplatser fanns tillgängliga. (Region Skåne)

2.1.1 Avdelning 043 Barn & Ungdom

På Avdelning 043 vårdas barn och ungdomar från spädbarnsperioden upp till 18 års ålder. Patienter inom sjukhusets alla olika specialiteter kan få vård på avdelningen. Avdelningen är uppdelad i två delar för att separera patienter med respektive utan infektioner. Barn och ungdomar med särskilt smittsamma sjukdomar, t.ex. vattenkoppor eller MRSA-infektioner, vårdas inte på avdelningen. (Region Skåne)



Figur 2. Korridor på Avdelning, 043 Barn & Ungdom.

På Avdelning 043 finns 18 dygnet runt-vårdplatser samt ytterligare 6 dagvårdplatser. Dagtid är det vanligast med ca 20 patienter och som mest kan det vara 30 patienter dygnet runt. Normalt nattetid är det i snitt 15 patienter. Det vistas i princip alltid minst en förälder till varje patient på avdelningen. Detta gäller även nattetid då extrasängar kan ställas in på patientrummen. Personalen är som flest under dagtid på vardagar då de normalt är 15 – 20 personer i tjänst. Under helger och kvällar är bemanningen lägre, de är då endast 4 personer i tjänst.

2.1.2 Hisshall

Hisshallen består förenklat av en samling rum som omringas av en korridor samt några ytterligare rum som ansluter till denna. Här finns bland annat linneförråd, soprum, hissar, kontor och kök.



Figur 3. Korridor i hisshallen.

2.1.3 Sjukhuskola och lekterapi

Sjukhuskolan undervisar barn och ungdomar på alla nivåer från förskoleklass till och med gymnasiet. Undervisningen är anpassad till varje patient med hänsyn till sjukdom och behandling. (Region Skåne)

Lekterapi hjälper barn och ungdomar på CSK att bearbeta upplevelser och förstå och hantera verkligheten. I lokalerna kan barn och ungdomar leka, skapa och koppla av tillsammans med sina familjer. (Region Skåne)



Figur 4. Skola och lekterapi.

2.1.4 Takis

På taket utanför lekterapi och sjukhuskolan ligger barnens trädgård, Takis. Takis är en rymdinspirerad trädgård med en lekplats för barn och ungdomar som vistas på CSK. Även svårt sjuka och sängbundna patienter har i och med Takis möjlighet att få frisk luft under dagarna. (Region Skåne)



Figur 5. Takis utanför skola och lekterapi.

2.2 Befintliga brandskyddsinstallationer

I detta avsnitt beskrivs det befintliga brandskyddet på objektet.

2.2.1 Brandcellsindelning

Avgränsningen innehåller sex stycken brandceller: Avdelning 043, Hisshall, Skola och lekterapi, Personaldagrum, Servicekök och Matsal.

2.2.2 Utrymningsvägar

De primära utrymningsvägarna från Avdelning 043 går genom de två dörrarna till hisshallen och de alternativa utrymningsvägarna går via trapphusen i korridorernas slut. Från hisshallen finns fyra utrymningsvägar. För utrymning från Skolan och lekterapi finns en möjlighet att utrymma via Takis. Dock kräver detta tillgång till en nyckel för att kunna öppna en dörr i planket som omgärdar Takis. Det kan inte anses säkert att denna finns tillgänglig vid en eventuell utrymning. Detta grundas bland annat på att delar av personalen vid objektsbesöket inte kände till var nyckeln är placerad. I denna rapport behandlas inte vägen via Takis som en utrymningsväg.



Figur 6. Dörr till utrymningsväg via Trappa A.

Det finns genomlysta utrymningsskyltar som tydligt visar nödutgångarna.

2.2.3 Larmsystem

Brandlarmsystemet har larmöverföring till räddningstjänsten utan larmlagring. På varje avdelning finns brandförsvarstablåer som ger personalen information om var detektion skett. Då larmet går ska personalen bege sig till informationsdisplayen för att få vidare information. Visar displayen att detektion skett på annan våning än den egna ska personalen bege sig till den våningen för att, om det behövs, assistera personalen där.



Figur 7. Brandförsvarstablå.

2.2.3.1 Detektionssystem

I princip alla detektorer inom avgränsningen är rökdetektorer. Undantagen är de detektorer som är placerade utomhus (på Takis samt balkongerna innan trapphusen), i köket i lekterapin/skolan och i sköljrummen. Dessa detektorer är kapslade värmedetektorer. Detektorer finns i alla rum utom duschrum, WC samt passager mellan korridorer och patientrum. Om en detektor utlöser larmas den egna avdelningen, om två detektorer utlöser larmas dessutom våningen över och under. Ovan undertaket i korridorerna finns bland annat elkablar dragna. För att även bränder där ska upptäckas finns rökdetektorer placerade ovanför undertaket. Antalet sådana detektorer är begränsat till en i mitten av varje korridor, två i hisshallen samt en i lokalerna i anslutning till Takis.

2.2.3.2 Utrymningslarm

Om en detektor aktiveras startar signaler från larmdon på den aktuella våningen och om minst två detektorer aktiveras börjar även donen på våningen över samt under att ljuda.

2.2.4 Släckutrustning

Inne på Avdelning 043 finns två handbrandsläckare, en koldioxidsläckare och en skumsläckare, samt tre brandfiltar. I de två trapphusen som är anslutna till avdelningen finns inomhusbrandposter med ca 30 meter slang som kan användas till släckning inne på Avdelning 043. Ute i hisshallen finns en inomhusbrandpost och i lokalerna för skola och lekterapi finns handbrandsläckare och brandfilt.



Figur 8. Handbrandsläckare.

2.2.5 Räddningstjänstens insats

Körtiden från brandstationen i Kristianstad till CSK är endast 2 minuter men räddningstjänsten räknar med att det tar över 15 minuter innan de hunnit komma upp till Avdelning 043 och fått tillgång till vatten. Räddningstjänsten har möjlighet att koppla upp sig på någon av de tre stigarledningarna som finns i trapphusen på plan 4. Om endast en detektor utlöser åker en station på larmet och bemanningen är då 1 + 1 + 6 personer. Om två detektorer utlöser larmas ytterligare två stationer till objektet.

2.2.6 Observationer vid besök

Vid besöket den 8:e februari gjordes stickprovskontroller av dörrstängarna. Flera av dessa fungerade inte tillfredställande.

En tillfällig vägg fanns uppsatt i en av korridorerna på Avdelning 043. Denna vägg var uppsatt för att minska smittspridningsrisken i samband med svininfluensan. Genomgående i denna riskvärdering av brandsäkerheten tas ingen hänsyn till denna vägg eftersom den är tillfällig.

2.3 Ventilationssystem

I samband med brandsäkerhet är spridning av brandgaser via ventilationssystem en viktig del att behandla. Ventilationen på objektet är av typen från- och tilluftsventilation, vilket innebär att det är fläktar som ser till både att luft blåses in i samt suges ut ur lokalerna. Ett sätt att förhindra brandgasspridning mellan brandceller är att ha separata system för respektive brandcell, ett annat är att sätta in brandgasspjäll med brandmotstånd som motsvarar aktuell brandcellsgräns (Jensen, 2002). Inom de aktuella avgränsningarna på våning fyra på CSK finns brandgasspjäll i ventilationskanalerna på de ställen där kanalerna genombryter brandcellsgränser. Huruvida spjällen uppfyller minst de krav som ställs på brandcellsgränserna har ej undersökts. Givet att spjällen har rätt klass kan det förutsättas att brandgasspridning mellan brandceller inte kommer att ske mer än i mycket liten omfattning, som inte kommer att påverka scenarierna i rapporten.

Brandgasspridning mellan rum inom brandcellerna på CSK kan ske dolt i ventilationssystemet vid en eventuell brand. Detta är viktigt att beakta vid utrymning då patienter som är placerade flera rum bort ifrån branden skulle kunna påverkas av brandgasernas giftighet, förutsatt att rummen är anslutna till samma ventilationssystem. På grund av tidsmässiga begränsningar har detta inte utretts vidare.

I Bilaga E åskådliggörs den ventilationsritning som finns över plan 4 på CSK.

2.4 Boverkets byggregler

Vid uppförande av nya byggnader samt vid ombyggnationer skall en rad krav enligt Boverkets byggregler, BBR, uppfyllas. Reglerna i BBR är inte retroaktiva vilket innebär att de regler som tillkommit efter färdigställandet av en byggnad inte gäller för den byggnaden annat än vid ombyggnationer. Huvudsyftet med denna brandtekniska riskvärdering är att utvärdera det brandtekniska skyddet med avseende på personsäkerhet. För att göra detta kan en kontroll av om kraven i dagens BBR uppfylls vara till hjälp.

I BBR 5:514 står följande:

”I vårdanläggningar (utom förskola eller dylikt) ska korridorer inom samma vårdavdelning avskiljas i lägst klass E 30 från angränsande vådrum, dagrum, röktrum och liknande utrymmen.” (Boverket, 2008).

På Avdelning 043 finns hål i E30-partiet på minst ett ställe. Dessa hål utgörs av förvaringsutrymmen som bryter de brandklassade partierna. På grund av detta uppfylls alltså inte BBR 5:514. I övrigt uppfylls alla krav som har specificerats med vårdanläggningar att göra i BBR:s kapitel 5 *Brandskydd*.

2.5 Tidigare larm

En sammanställning av automatlarm från CSK till räddningstjänsten för 2009 redovisas i Bilaga G.

I nästa kapitel beskrivs de rutiner som i dagsläget finns för brandsäkerhet på objektet.

3 Rutiner för brandsäkerhet

Nedan redogörs de viktigaste rutinerna som i dagsläget finns för brandsäkerhet på Avdelning 043.

3.1 Utbildning av personal

I dagsläget sker den mer omfattande utbildningen av personalen, vad gäller brandsäkerhet, i två steg. Det första består av allmän teori samt praktisk släckövning medan det andra utgörs av repetition samt praktisk utrymnings- och släckövning. Båda utbildningsstegen genomförs i räddningstjänstens regi. Utbildningen håller på att läggas om och de två stegen kommer i framtiden att slås ihop till ett mera heltäckande utbildningspass som även detta kommer att genomföras av räddningstjänsten. Frekvensen för utbildningen är en gång per fyra år. Det finns dessutom en målsättning som säger att varje avdelning ska ha någon form av utbildning eller genomgång varje år.

Det finns en checklista för nyanställda och på denna finns information kring brandsäkerhet med som en punkt. Sommarvikarier får brandsäkerhetsinformation i samband med ett centralt introduktionstillfälle och utbildning i lokal brandsäkerhet sker på respektive arbetsplats i samband med anställning.

På avdelningen finns ett brandskyddsombud som bland annat har till uppgift att gå brandskyddsrund var tredje månad. I övrigt är det upp till den person som är brandskyddsombud att ta egna initiativ för ytterligare aktiviteter som främjar brandsäkerheten.

3.2 Rutiner vid larm

Dokumenterade rutiner för vad som ska göras i samband med en eventuell brand finns. Personalen på avdelningen hittar denna information i en pärm kallad *Katastrofpärmen* som återfinns på en viss hylla i Expeditionen. Under flik 7. *Brand/ Intern olycka* kan man bland annat läsa om utrymningsplan samt ansvarsfördelning.

Där kan man läsa att alla anställda är skyldiga att känna till var brandcellsgränserna är och vilken utrymningsplan som gäller för arbetsplatsen. Anmärkningsvärt är att den enkätundersökning som genomförts visar att närmare 20 % av de som svarade angav att de inte hade tagit del av utrymningsstrategierna för avdelningen, se Bilaga H.2.

Den som är ansvarig för att avdelningen vid larm följer utrymningsplanen är arbetsledaren på avdelningen. För att det ska vara tydligt vem denna person är ska han eller hon vid utrymningsituationer bära en särskild gul väst.

På avdelningen används syrgas. Dels finns uttag i patientrum vilka matas med gas från ledningar i väggarna och dels finns transportabla syrgasflaskor med tryckkondenserad gas. De åtgärder som personalen ska vidta vid en utrymning är att stänga av syrgastillförseln till patienter samt flytta gasflaskorna till en plats bortom två brandceller. Huvudkranen för den ledningsburna syrgasen stängs endast på anmodan från räddningstjänsten eller Regionservice som är den enhet som sköter drift och underhåll av sjukhuset. Skulle det bli aktuellt att vårdpersonalen ska stänga några av de kranar som finns i korridorerna får de tydliga instruktioner från Regionservice kring detta.

Utrymning är tänkt att ske stegvis där olika personer är ansvariga och tar beslut om de olika utrymningsstegen.

Tabell 1. Utrymningssteg för våning 4 tolkat med utgångspunkt i *Katastrofpärmen Flick 7* som den var utformad vid besöket den 8:e februari.

	Steg 1	Steg 2	Steg 3
Utrymning till	Bortom två brandceller	Gäller ej vån 4	Bottenvåningen
Beslut kan tas av	Närmaste vårdpersonal	Gäller ej vån 4	Räddningsledaren Katastrofledningsgruppen

Eftersom informationen i Tabell 1 var den som uppfattades i början av arbetet är det denna information som kommande analys av utrymningsförlopp grundar sig på.

Tabell 2. Utrymningssteg för våning 4 som *Katastrofpärmen Flick 7* enligt brandskyddshandläggaren skall tolkas. Förtydliganden av informationen i *Katastrofpärmen Flick 7* har gjorts under tiden för detta projekt.

	Steg 1	Steg 2	Steg 3
Utrymning till	Annan säker plats på egna avdelningen	Bortom 2 brandceller på samma våning	Kirurgmottagningen (paviljongen)
Beslut kan tas av	Närmaste vårdpersonal	Ledningsansvarig Läkare/sjuksköterska	Räddningsledaren Katastrofledningsgruppen

Dörrarna mellan trapphusen och avdelningarna är normalt låsta. Det innebär att man kan ta sig från avdelningarna ut till trapphuset men inte omvänt. I ett scenario då minst två detektorer aktiveras låses dessa dörrar automatiskt upp och passage i båda riktningarna blir möjlig även utan kod eller passerkort.

Vad gäller hissar som utrymningsväg gäller generellt att de inte får användas. Personal från räddningstjänsten kan dock, med nyckel, köra hiss nummer 3 – 6 och därmed hjälpa till med utrymning denna väg.

I samband med objektsbesöket gjordes en enkätundersökning om brandskyddet, denna presenteras i nästa kapitel.

4 Enkätundersökning

Med hjälp av Kristina Andersson, avdelningschef, genomfördes en enkätundersökning på objektet efter objektsbesöket. En sammanfattning av resultatet presenteras i detta kapitel.

4.1 Enkätsammanställning

Vid de svåra utrymningsförhållanden som råder på ett sjukhus är det mycket viktigt att personalen är väl bekant med avdelningens utrymningsrutiner och känner sig säkra på sin roll i en utrymningssituation. För att uppnå detta krävs utbildning och återkommande övningar. Enkäten syftar till att kartlägga utbildningsnivån samt fånga upp eventuella övriga kommentarer gällande brandskyddet på avdelningen. I denna del presenteras en sammanställning av de 32 enkäter som samlats in på Vårdavdelning 043, Barn & Ungdom, på Centralsjukhuset i Kristianstad. För en grundligare genomgång av enkätsvaren refereras till Bilaga H.2.

- 88 % av de svarande har genomgått både praktisk och teoretisk utbildning.
- 50 % av de svarande uppskattar att en utrymning av avdelningen skulle ta mindre än 15 minuter.
- 31 % av de svarande har deltagit i en utrymningsövning.
- 81 % av de svarande har tagit del av utrymningsstrategierna som gäller på avdelningen.
- 91 % av de svarande anger att de vet var utrymningsvägarna är lokaliserade. Dock anger endast 3 % fullständigt svar på frågan var dessa är placerade.
- 44 % av de svarande anger att de känner sig säkra på hur de ska agera vid utrymning.
- 84 % av de svarande anger att de tror att räddningstjänsten är på plats efter max 10 minuter.
- 97 % av de svarande anger att de vet var släckutrustningen på avdelningen är placerad.
- 81 % av de svarande anger att de känner sig säkra på hur de ska använda släckutrustningen.
- 19 % av de svarande säger sig ha upplevt ett brandtillbud på avdelningen.
- 34 % av de svarande anger att de vet hur nödavstängningen av syrgasen fungerar.

I nästkommande kapitel presenteras teori om utrymning.

5 Utrymning

I detta kapitel presenteras den teori som analyserna av utrymnings säkerheten baseras på.

5.1 Utrymningstid

Utrymningstiden är den tid från att branden startat till att personerna i byggnaden befinner sig på säker plats. En säker plats är antingen ute i det fria eller i en brandtekniskt avskiljd zon där personerna kan vistas under hela brandförloppet.

Utrymningstiden är summan av:

- Varseblivningstiden
- Förberedelsetiden
- Förflyttningstiden

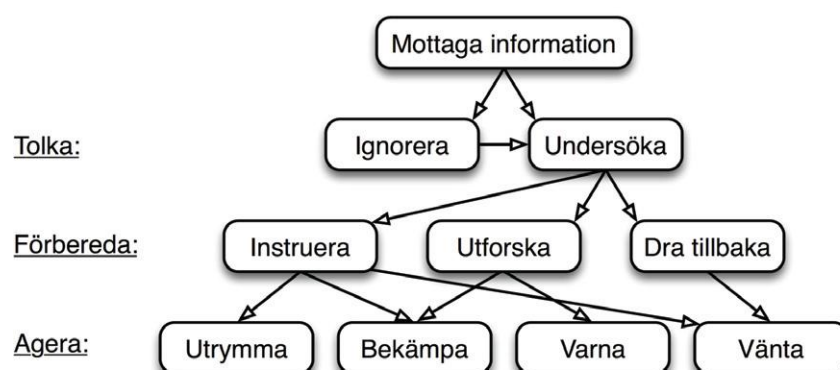
Sammanlagt ska dessa tre tider vara kortare än tiden till kritiska förhållanden för att utrymning ska kunna genomföras säkert.

Varseblivningstid är tiden från brandstart till att branden upptäcks av antingen en detektor eller en människa. Denna tid förkortas ofta avsevärt genom installation av ett automatiskt brandlarm tillsammans med ett utrymningslarm.

Förberedelsetid är den tid det tar för en människa att reagera och ta beslut om att utföra en viss handling baserat på den upptäckta branden. Förberedelsetiden påverkas bland annat av larmutformning, utrymnings skyltar och nödbelysning. Något annat som påverkar förberedelsetiden är personernas medvetande om vad som sker omkring dem. En person som sover har sämre förutsättningar att reagera snabbt och förberedelsetiden kan därför antas vara längre.

Förflyttningstid är tiden från att ett beslut tagits och man börjat förflytta sig ut ur lokalen till att personen satt sig i säkerhet från branden. Förflyttningstiden kan beräknas genom handberäkningar eller simuleringsprogram som t.ex. Simulex eller ERM. Tiden påverkas bland annat av hur belysningen är utformad och om det finns nivåskillnader i utrymningsvägen¹.

Generellt kan en persons beteendesequens vid utrymning beskrivas enligt modellen i Figur 9.



Figur 9. Modell av en persons beteendesequens vid utrymning. (Nilsson, 2010)

¹ Nilsson, D. (2010, 16 februari) Föreläsning: Bränder och människors beteende I. Lund.

Tidigt i ett utrymningsförlopp finns ofta stor osäkerhet hos de utrymmande och informationsökning är en viktig del. Roller är mycket betydelsefulla i en utrymningssituation, det är vanligt att människor i grupp iakttar varandra och när en börjar utrymma följer resten med.²

5.2 Kritiska förhållanden

I Boverkets Byggregler står det: ”Vid dimensionering av utrymningssäkerheten får förhållandena i byggnaden inte bli sådana att gränsvärden för kritiska förhållanden överskrider under den tid som behövs för utrymning.” (Boverket, 2008, s. 109). Mer specifikt innebär det att utrymning ska kunna ske innan förhållandena är sådana att siktbarhet, strålningsintensitet eller giftiga gaser försvårar utrymning. Detta anses ske då något av följande kriterier uppfylls:

- Temperaturen överskrider 80 °C (Boverket, 2008)
- Strålningsnivåerna överskrider 60 kJ/m² utöver 1 kW/m². Alternativt en långvarig strålningsintensitet på 2,5 kW/m² eller kortvarig strålningsintensitet på 10 kW/m² uppnås (Boverket, 2008)
- Brandgaslagret underskrider $1,6 + (0,1 \cdot H)$ meter, där H är rumshöjden. Alternativt då siktsträckan underskrider 10 meter i okänd miljö eller 5 meter i känd miljö (Boverket, 2008). Detta innebär en kritisk höjd på $1,6 + (0,1 \cdot 2,4) = 1,84$ meter för detta objekt.
- Utrymmande personer utsätts för brandgaser mer än någon minut. Om detta sker ska brandgasernas giftighet tas hänsyn till. (Frantzich, 2010)

Enligt Brandskyddshandboken (Bengtson, o.a., 2005) uppstår kritiska förhållanden för giftighet då någon av följande parametrar uppfylls: syrehalten understiger 15 %, koldioxidhalten överstiger 5 % eller kolmonoxidhalten överstiger 2000 ppm.

I nästa kapitel kommer en presentation av tänkbara brandscenarier och val av scenarier för vidare analys.

² Nilsson, D. (2010, 16 februari) *Föreläsning: Bränder och människors beteende I*. Lund.

6 Brandscenarier

För att en analytisk dimensionering skall kunna genomföras utgår många brandtekniska analyser främst från brandscenarier, så även denna. Att i förväg säga exakt var en brand kommer att starta samt hur brandförloppet kommer fortgå är i praktiken omöjligt då det finns oändligt många tänkbara brandscenarier. Vad som däremot kan göras är att med hjälp av statistik, observationer vid besöket samt brandtekniska kunskaper, ta fram ett antal scenarier som är relevanta för byggnaden i fråga.

6.1 Statistik

För att få en bild av vad som brukar orsaka bränder i sjukhus och vilken tid på dygnet de brukar uppstå har statistik använts. Trots att statistiken som använts gäller USA anses den ge en god överblick av hur det ser ut även i Sverige. Tabeller och diagram återfinns i Bilaga F.

En slutsats man kan dra av statistiken är att en tredjedel av bränderna orsakats av köksutrustning samt att en tiondel av alla bränder var anlagda, se

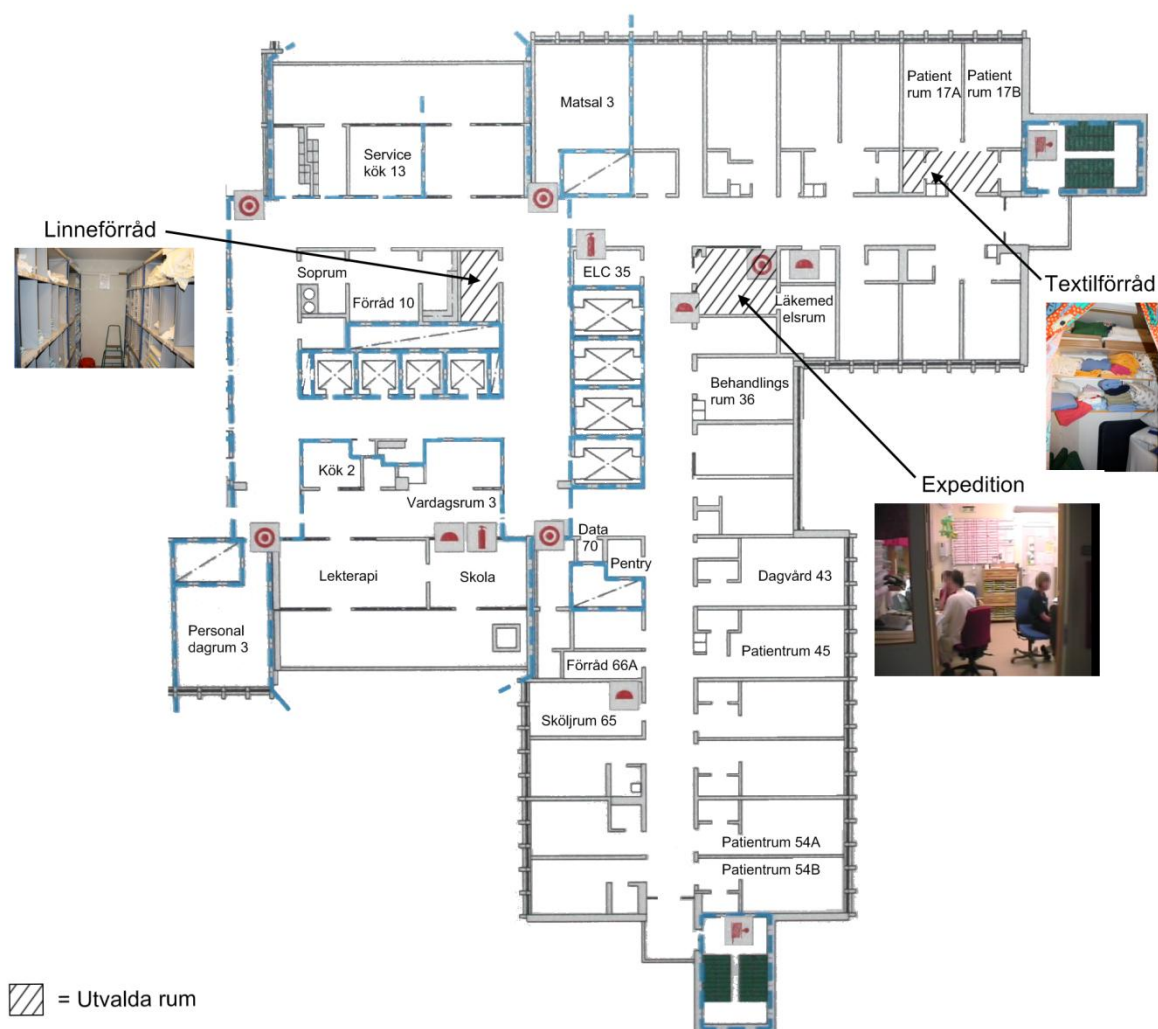
Figur 61 i Bilaga F. Vidare kan konstateras att en övervägande del av bränderna inträffat under dagtid och att endast ca 20 % inträffat mellan kl 21.00 och 06.00, se Figur 60 i Bilaga F. Det är även värt att notera att närmare en tiondel av bränderna startade i sov- eller patientrum, se Figur 62 och Figur 63 i Bilaga F.

6.2 Tänkbbara scenarier

En lista på tänkbbara brandscenarier presenteras i Tabell 3. Rummens placering kan utläsas i Figur 10. Sannolikheten att scenariot ifråga skulle inträffa samt hur allvarliga konsekvenser detta skulle kunna få anges till höger om varje scenario. Sannolikheten anges i de tre nivåerna *låg*, *medel* och *hög*. Konsekvensen anges på samma vis från *liten*, *medel* till *stor*. Senare valda scenarier är skrivna i fet text i Tabell 3 samt stor text i Figur 10. Motiveringar till valda nivåer hittas i Bilaga K.

Tabell 3. Tänkbara scenarier och en inbördes jämförelse av dess sannolikheter respektive konsekvenser.

Placering	Sannolikhet	Konsekvens
Brandcell: Avdelning 043		
Patientrum 54A, 54B	låg	liten
Textilförrådet utanför Patientrum 17A och 17B	låg	stor
Patientrum 45	medel	liten
Behandlingsrum 36	hög	medel
Pentry	hög	liten
Läkemedelsrum	hög	liten
Soffa (lös möblering i korridor)	låg	liten
Sköljrum 65	medel	liten
Förråd, 66A	medel	liten
Data 70	medel	liten
ELC 35	hög	liten
Dagvård 43	låg	liten
Expedition	hög	stor
Brandcell: Hisshall		
Matsal 3	hög	liten
Linneförråd	låg	stor
Förråd 10	medel	medel
Soprum	låg	liten
Brandcell: Skola och lekterapi		
Vardagsrum 3	medel	liten
Kök 2	hög	liten
Lekterapi	låg	liten
Skola	låg	liten
Brandcell: Personaldagrum		
Servicekök 13	hög	liten
Personaldagrum 3	medel	liten



Figur 10. Övergripande ritning som visar placering av de olika rummen.

6.3 Val av brandscenarier

Utifrån de brandscenarierna som listats i Tabell 3 skall endast några stycken väljas ut för en mer djupgående analys. Förutom att dessa valda brandscenarier ska vara representativa och verklighetsförankrade är det också viktigt att de täcker ett så stort område som möjligt. Detta innebär att inte bara de troligaste scenarierna skall tas med i analysen. Mindre troliga scenarier bör också finnas med om det är så att de leder till större konsekvenser. Det är detta sätt att tänka som ligger till grund för vad som brukar benämnas *värsta troliga scenario*.

Med detta i åtanke har tre scenarier valts ut.

- Textilförrådet utanför Patientrum 17A och 17B valdes på grund av de konsekvenser som en brand här skulle innebära.
- Linneförrådet i hisshallen valdes på grund av dess placering och höga brandbelastning.
- Expeditionen valdes på grund av att en brand här både skulle kunna få stora konsekvenser samt att sannolikheten för ett en brand skulle uppstå bedömts som relativt hög.

6.3.1 Scenario 1: Textilförrådet

Sannolikheten för att en brand skulle uppstå i Textilförrådet anses låg. Skulle en brand uppstå här skulle den dock kunna få mycket allvarliga konsekvenser. Då förrådet döljs av ett draperi försvåras visuell

upptäckt av en eventuell brand. Inte heller finns någon detektor installerad i utrymmet utan röken måste leta sig ut i korridoren alternativt in i något av patientrummen innan detektion sker. Utöver detta har samtliga öppningar en taktröskel vilket ytterligare försenar detektion av brand. Alla dessa faktorer, tillsammans med den höga brandbelastningen i Textilförrådet, bidrar till att en brand som startar här har goda möjligheter att utvecklas till en relativt kraftig brand redan innan den upptäcks.

Skulle branden ta sig ordentligt kan en utrymning av de två patientrummen bli mycket svårhanterad. Då varje rum potentiellt innehåller fyra personer riskerar totalt åtta personer att sakna säker utrymningsväg.

6.3.2 Scenario 2: Linneförrådet

Sannolikheten för att en brand ska uppstå i Linneförrådet är även den relativt liten. Detta scenario valdes istället på grund av att det kan anses representativt för alla de rum som vetter ut mot hisshallen. Skulle en brand uppstå i något av dessa rum och utvecklas på ett sådant sätt att brandgaser spiller ut i hisshallen riskeras att horisontell evakuering inte längre kan ske på acceptabelt vis. Detta skulle också innebära att de personer som vistas i lekterapin och skolverksamheten skulle kunna bli instängda i sin brandcell utan möjlighet att evakuera, förutom möjligtvis ut på taket. Eftersom statistiken visar att en tredjedel av alla bränder i sjukvårdsanläggningar orsakats av köksutrustning (Ahrens, 2006) kan det anses att ett av köken borde studerats. På grund av den låga brandbelastningen i köken valdes istället Linneförrådet. Inga tydliga tändkällor kunde identifieras i Linneförrådet, därför kommer detta scenario utgå ifrån att branden är anlagd.

6.3.3 Scenario 3: Expeditionen

Expeditionen valdes på grund av den höga sannolikheten för uppkomst av brand. Detta grundas på det faktum att här finns många elektriska tändkällor i form av datorer och annan elektronik. Det anses också troligt att personal kan medta drycker, så som exempelvis kaffe och te, in i utrymmet vilket skulle öka risken för kortslutning i elektronik och därmed risken för uppkomst av brand. Dock har faktumet att Expeditionen sällan är obemannad och att brandsläckare finns nära till hands beaktats. Det anses därmed troligt att en eventuell brand snabbt kan hanteras om den skulle uppstå även om så inte kan förutsättas.

Skulle en brand uppstå utan att den upptäcks och hanteras skulle konsekvenserna kunna bli mycket stora. En kraftig brand i Expeditionen skulle inte bara omöjliggöra horisontell utrymning av en stor del av avdelningen utan även potentiellt splittra de anställda på olika sidor av branden och därmed försvåra utrymning ytterligare. En kraftig brand i Expeditionen skulle även kunna försvåra användandet av handbrandsläckarna då de enda handbrandsläckarna på avdelningen är lokaliserade strax utanför Expeditionen.

I nästa kapitel presenteras simuleringar som gjorts för läget vid objektsbesöket.

7 Simuleringar utan genomförda åtgärdsförslag

I detta kapitel presenteras bakgrunden till simuleringarna, resultaten från dessa samt en känslighetsanalys.

7.1 Dimensionerande bränder

För att kunna värdera ett utrymningsförlopp krävs en dimensionerande brand. I den här rapporten tas denna fram på två olika sätt. Det ena tillvägagångssättet går ut på att den totala brandbelastningen i rummet mäts och uppskattas. Information hämtas även från experiment och andra källor för att uppskatta brandspridningshastigheten.

Det andra tillvägagångssättet utgår istället ifrån rekommendationer som satts upp för denna typ av byggnader. Hänsyn tas inte till vad som faktiskt finns i rummet utan utgångspunkten är istället vad denna typ av lokal bör vara dimensionerad för. Då byggnaden är ämnad för vård rekommenderas den dimensionerande branden följa en αt^2 -kurva till en maxeffekt på 5 MW. Tillväxthastigheten rekommenderas till *fast*, $\alpha = 0,047 \text{ kW/s}^2$. (Nystedt, 2010)

De experimentellt framtagna kurvorna är framtagna med hjälp av en konkalorimeter. Detta gör att ingen hänsyn till återstrålning från brandgaslagret tas vid användning av dessa data.

7.2 Introduktion till simulering av brandförlopp

Brandförloppen har simulerats i programmet CFAST. På grund av programmets begränsningar, se Bilaga A.3, har geometrierna förenklats. Dessa förenklingar redovisas för respektive scenario nedan. Då en av programmets begränsningar är att man ej kan simulera ett stort antal rum har vissa rum slagits samman med andra. Då detta gjorts har summan av takarean för rummen bevarats för att brandgaserna ska ha samma takyta att sprida sig på. Eftersom takhöjden varierar lite inom avgränsningen har samma takhöjd; 2,4 m, antagits för alla rum. För att hantera programmets begränsningar vad gäller förhållanden mellan längd, bredd och höjd för rum har korridorerna delats upp i flera delar som programmet hanterar som skilda rum. De fiktiva rummen åtskiljs med öppningar som är lika stora som korridorvärsnittet förutom en taktröskel med höjden 30 cm. Taktröskeln är inlagd för att hantera brandgasernas transporttid som programmet annars inte tar hänsyn till på ett bra sätt. Ett annat sätt som eventuellt hade kunnat användas är programmets korridorfunktion men då det är osäkert hur denna fungerar har detta alternativ valts bort.

I verkligheten förekommer luftläckage genom väggar, dörrar och fönster. För att ta hänsyn till detta har ett antal extra öppningar till det fria lagts till.

I de fall det var osäkert vilka värden på indata som skulle väljas gjordes en enklare form av känslighetsanalys genom att testa olika värden och se vilken effekt detta hade på resultaten av simuleringarna. Utifrån detta gjordes, i de fall det ansågs viktigt, en noggrannare undersökning av vilka värden som skulle väljas. Som exempel kan tas vilket värde parametern *Material* skulle ges. Genom att testa med fyra olika material (*Cellulose insulation*, *Urethane insulation*, *Two-part mixture rigid foam (1/2 in)* samt *Oil unused*) kunde slutsatsen dras att inga av de studerade parametrarna var beroende av vilket av dessa material som valdes.

7.3 Introduktion till simulering av utrymningsförlopp

För sjukhus gäller att personer som inte ser branden antas ha en förberedelsestid på 2 minuter. För att detta ska gälla ska det finnas personal närvarande och utrymningslarmet ska ha ringklocka. För offentlig miljö såsom kontor, varuhus och butik där branden är synlig för individen anses förberedelsestiden vara 1 minut. (Boverket, 2006)

Den tid det tar för alla människor att lämna den drabbade brandcellen kallas för utrymningstid. Denna är en viktig faktor för att kunna uttala sig om huruvida avdelningen är säker eller inte när det gäller

brandsäkerheten. I många fall är den avgörande faktorn för utrymningstiden gångsträckan till utrymningsvägarna samt hur breda utrymningsöppningarna är i förhållande till personantalet. Ett program som simulerar detta är Simulex. I sjukhussammanhang är det viktigt att ta hänsyn till sängliggande patienter som behöver hjälp av personal för att kunna utrymma till säkert plats. För detta ändamål har programmet ERM använts.

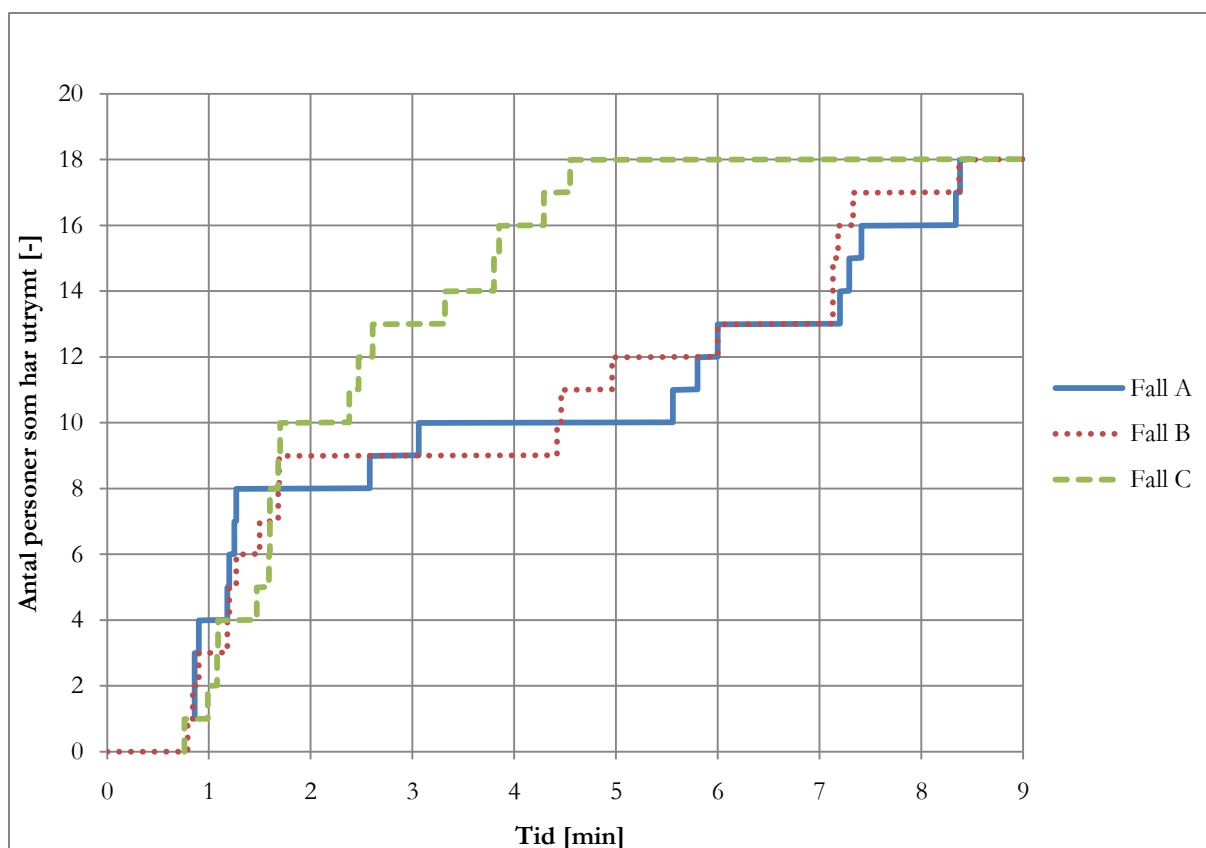
Rutinerna på CSK är att om två detektorer detekterar brand så går brandlarmet även på våningen över och under. Detta är för att personal från dessa avdelningar ska kunna hjälpa till med utrymningen av den drabbade våningen eller eventuellt starta utrymning på sin egen våning. Detta tas hänsyn till i simuleringarna. För vidare beräkningar som gjorts för att få reda på när hjälp anländer, se Bilaga C.2.

7.4 Känslighetsanalys

Innan scenarierna simuleras är det bra att göra en tidig känslighetsanalys för att få reda på hur olika värden på indata påverkar resultatet. Nedan presenteras hur detta har gjorts i ERM och Simulex.

7.4.1 ERM

En känslighetsanalys har gjorts där det undersöks hur placeringen av patienter samt deras hjälpbehov vid utrymning påverkar den totala utrymningstiden. Tre olika fall undersöks. Skillnaden mellan Fall A och Fall B är att patienternas placering är olika. Detta leder till att personalen kommer att ta andra vägar under utrymningen eftersom ERM fungerar på ett sådant sätt att personalen inte kan välja patienter med utgångspunkt i vilka som är närmast. Fall C skiljer sig från Fall A vad gäller patienternas hjälpbehov vid utrymning. Exempel på olika hjälpbehov är en sängliggande patient som behöver personal under hela sin utrymning och en patient som enbart behöver hjälp för att påbörja sin utrymning. Resultatet visas i Figur 11.



Figur 11. Antal personer som har utrymt inom en given tid. Resultatet från en känslighetsanalys som gjorts i programmet ERM. Diagrammet belyser vilken effekt en förändring i personernas placering, jämför Fall A och B, samt personernas hjälpbehov, jämför Fall A och C, har.

Tiden det tar för alla att utrymma avdelningen med avseende på patienternas placering varierar från 8 minuter och 22 sekunder till 8 minuter och 28 sekunder. Det är en skillnad på 6 sekunder. Därför anses ändringar i placeringen av patienter ha ringa betydelse för den totala utrymningstiden. När det gäller patienternas behov av hjälp ändrades den totala utrymningstiden från 8 minuter och 22 sekunder till 4 minuter och 33 sekunder. Detta innebär att vid simuleringarna kommer patienternas hjälpbehov beaktas extra.

7.4.2 Simulex

Förberedelsetiden har valts till intervallet 30 – 120 sekunder. För personal antas förberedelsetiden vara 30 sekunder. Det är den tid det tar för personalen att bestämma sig att hjälpa till med utrymningen.

Personalen är utbildad så att de ska reagera direkt när larmet går. För resterande personer i byggnaden antas förberedelsetiden vara 60 – 120 sekunder (Boverket, 2006). Resultat för förflyttningstiden är 5 – 17 sekunder för varje enskild person. Den person som har den längsta förflyttningstiden har, förutom den längsta sträckan till närmaste utrymningsväg, även en låg gånghastighet som ska simulera den hastighet som ett barn rör sig med. Om hastigheten ändras så att den motsvarar en vuxens sänks förflyttningstiden från 17 sekunder till 12 sekunder, vilket inte påverkar den totala utrymningstiden märkvärt. Placering av människor i olika rum har inte heller stor betydelse för utrymningstiden, detta eftersom det finns många utrymningsvägar i förhållande till brandcellens yta. Längsta sträckan till närmaste utrymningsväg är 17 meter. Den enda faktor som har stor betydelse för utrymningstiden vid simuleringarna är förberedelsetiden.

7.5 Scenario 1: Textilförrådet

Nedan visas scenariospecifik information om Scenario 1: Textilförrådet.

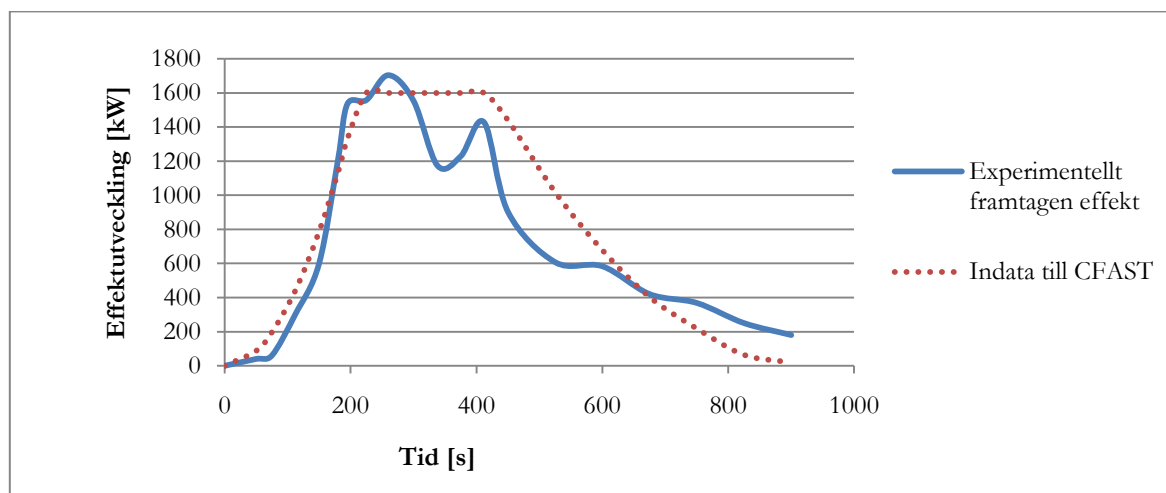
7.5.1 Dimensionerande brand för Scenario 1: Textilförrådet

Data från experiment där National Research Council Canada, NRCC, (Bwalya A. , 2005) eldat en mindre garderob fylld med kläder användes tillsammans med data från Statens tekniska forskningsinstitutets databas, *SP fire database* (Andersson, 2005), där en madrass eldats, för att representera en brand i Textilförrådet. För att den totala brandbelastningen skulle vara så snarlik verkligheten som möjligt representerades branden av två stycken garderober och en madrass. En illustration av detta kan ses i Figur 12.



Figur 12. Illustration av experimentella data som använts för att representera brandbelastningen i Textilförrådet.

Summering av Figur 64 och Figur 65 i Bilaga I resulterar i den heldragna kurvan i Figur 13 där madrassen antas antända då branden tar fart, alltså efter 150 sekunder. I CFAST har detta representerats med hjälp av en effektkurva med α -värdet $0,035 \text{ kW/s}^2$ som når sin maximala effekt, på $1,6 \text{ MW}$, efter 214 sekunder. Denna representeras av den punktmarkerade kurvan i Figur 13.

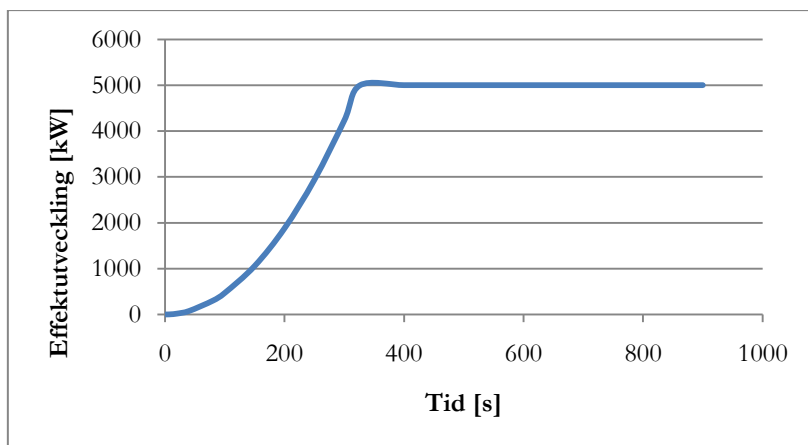


Figur 13. Effektutveckling i Textilförrådet. Experimentellt framtagen effektutveckling samt den förenklade effektutveckling som används som dimensionerande brand. Den punktmarkerade kurvan benämns hädanefter Trolig effektutveckling.

Som alternativ till den experimentellt framtagna kurvan har även en schablonmässig effektutveckling använts. Denna har ett α -värde på $0,047 \text{ kW/s}^2$ och en maxeffekt på 5 MW vilket är vad som

rekommenderas för byggnader ämnade för vård (Nystedt, 2010). Denna schablonmässig kurva används i samtliga scenarier och kallas hädanefter Rekommenderad effektutveckling.

I detta scenario är troligen denna kurvas tillväxthastighet överdrivet snabb. Likaså är den maximala effekten på 5 MW långt över den troliga maximala effektutvecklingen, givet att branden inte sprider sig från Textilförrådet. Trots detta anses denna kurva vara mycket relevant då den till skillnad från den experimentellt framtagna kurvan sätter en standard för hur lokalerna bör dimensioneras.



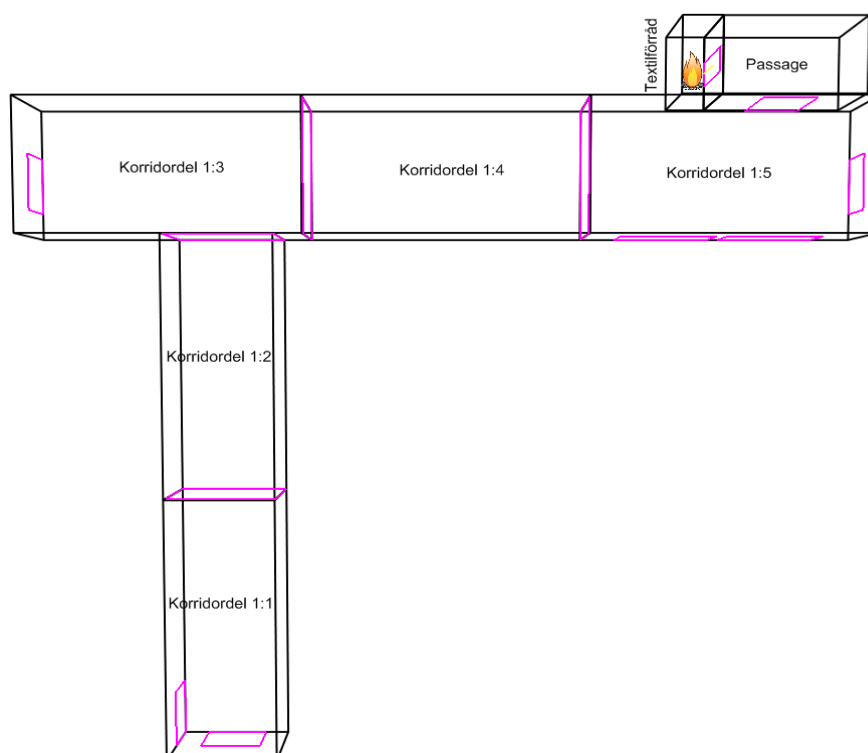
Figur 14. Effektutveckling enligt rekommendationer från Nystedt (2010) för byggnader ämnade för vård. Denna kurva benämns hädanefter Rekommenderad effektutveckling.

7.5.2 Brandförlopp för Scenario 1: Textilförrådet

I Figur 16 visas den geometri som simulerats för Scenario 1: Textilförrådet. Båda korridorerna är bredare än i verkligheten, detta för att kompensera för de rum som påverkar förloppet men som inte är simulerade som egna rum. Dessa rum är de som är markerade med X i Figur 15. Alla dörrar, utom de två som leder till Expeditionen, antas vara stängda. Detta eftersom det är vad som antas gälla på avdelningen nattetid. Dessutom kan konstateras att antagandet innebär att konservativa resultat erhålls vid simuleringarna av brandförloppet. I verkligheten fortsätter korridoren bortom Korridordel 1:1 men på grund av begränsningar i CFAST har inte hela korridoren tagits med.



Figur 15. De rum som vid simulering av Scenario 1: Textilförrådet bakats in i korridoren. Dessa markeras med X.



Figur 16. Den geometri som simulerats för Scenario 1: Textilförrådet. De rosa linjerna representerar öppningar.

7.5.2.1 Resultat från CFAST för Scenario 1: Textilförrådet

Nedan presenteras resultat från CFAST uppdelat på de två olika bränderna som simulerats. Data redovisas endast för de rum där människor kan tänkas befinna sig. Värdena för Passagen är speciellt konservativa då branden är placerad i dörröppningen mellan Textilförrådet och Passagen. Dessa redovisas ändå för att ge en indikation på att människorna som befinner sig i patientrummen anslutna till passagen kommer ha svårt att hinna utrymma före kritiska förhållanden uppstår.

Viktigt att påpeka är att parametern sikt inte är simulerad för alla scenarier, dock har sikten simulerats för Scenario 1: Textilförrådet. Resultatet från denna simulering var att sikten i brandgaslagret blir sämre än gränsen för kritiska förhållanden före det att brandgaslagrets höjd når kritisk nivå. Detta tillsammans med resultaten i Tabell 4 till Tabell 8 gör, i och med att CFAST bygger på en tvåzonsmodell, att man kan dra slutsatsen att brandgaslagrets höjd är den parameter som blir avgörande. Det samma antas gälla för övriga scenarier.

Formuleringen nedan är ett av de alternativa kriterierna för när kritiska förhållanden uppstår.

Om utrymmande personer utsätts för brandgaser mer än någon minut ska brandgasernas giftighet tas hänsyn till (Frantzich, 2010).

Tolkningen som gjorts av detta är att kriteriet är intressant endast så länge varken sikten, temperaturen eller strålningsnivåerna inte är sämre än respektive gränser för kritiska förhållanden. Utifrån resultaten som presenteras i Tabell 4 till Tabell 8 nedan kan slutsatsen dras att kriteriet inte är avgörande för något av scenarierna.

Scenario 1: Textilförrådet. Trolig effektutveckling

Tabell 4. Tid till kritiska förhållanden i Scenario 1: Textilförrådet vid Trolig effektutveckling.

Rum	Strålningsdos (60kJ/m ² utöver 1kW/m ²)	Strålningsintensitet kortvarig (10 kW/m ²)	Strålningsintensitet långvarig (2,5 kW/m ²)	Temperatur (80 °C)	Brandgaslagrets höjd (1,84 m)
Passage	2 min 40 s	3 min 20 s	2 min 30 s	1 min	10 s
Korridordel 1:1	-	-	-	-	2 min 0 s
Korridordel 1:2	-	-	-	4 min 30 s	1 min 40 s
Korridordel 1:3	-	-	-	2 min 40 s	1 min 30 s
Korridordel 1:4	-	-	-	2 min	1 min 10 s
Korridordel 1:5	4 min 20 s	-	5 min 20 s	1 min 30 s	40 s

Simuleringar i CFAST gav detektionstiden 54 sekunder i Korridordel 1:5. Nästa detektor är placerad i Korridordel 1:3 och denna detekterade efter 88 sekunder.

Scenario 1: Textilförrådet. Rekommenderad effektutveckling**Tabell 5. Tid till kritiska förhållanden för Scenario 1: Textilförrådet vid Rekommenderad effektutveckling.**

Rum	Strålningsdos (60kJ/m ² utöver 1kW/m ²)	Strålningsintensitet kortvarig (10 kW/m ²)	Strålningsintensitet långvarig (2,5 kW/m ²)	Temperatur (80 °C)	Brandgaslagrets höjd (1,84 m)
Passage	2 min 20 s	4 min 20 s	2 min 10 s	50 s	10 s
Korridor 1:1	-	-	-	4 min 40 s	1 min 50 s
Korridor 1:2	-	-	-	3 min 40 s	1 min 40 s
Korridor 1:3	8 min 20 s	-	-	2 min 20 s	1 min 20 s
Korridor 1:4	5 min 10 s	-	5 min 30 s	1 min 50 s	1 min 0 s
Korridor 1:5	3 min 30 s	5 min 20 s	3 min 30 s	1 min 20 s	40 s

Simuleringar i CFAST gav detektionstiden 46 sekunder i Korridor 1:5. Nästa detektor är placerad i Korridor 1:3 och denna detekterade efter 80 sekunder.

7.5.3 Utrymningsförlopp för Scenario 1: Textilförrådet

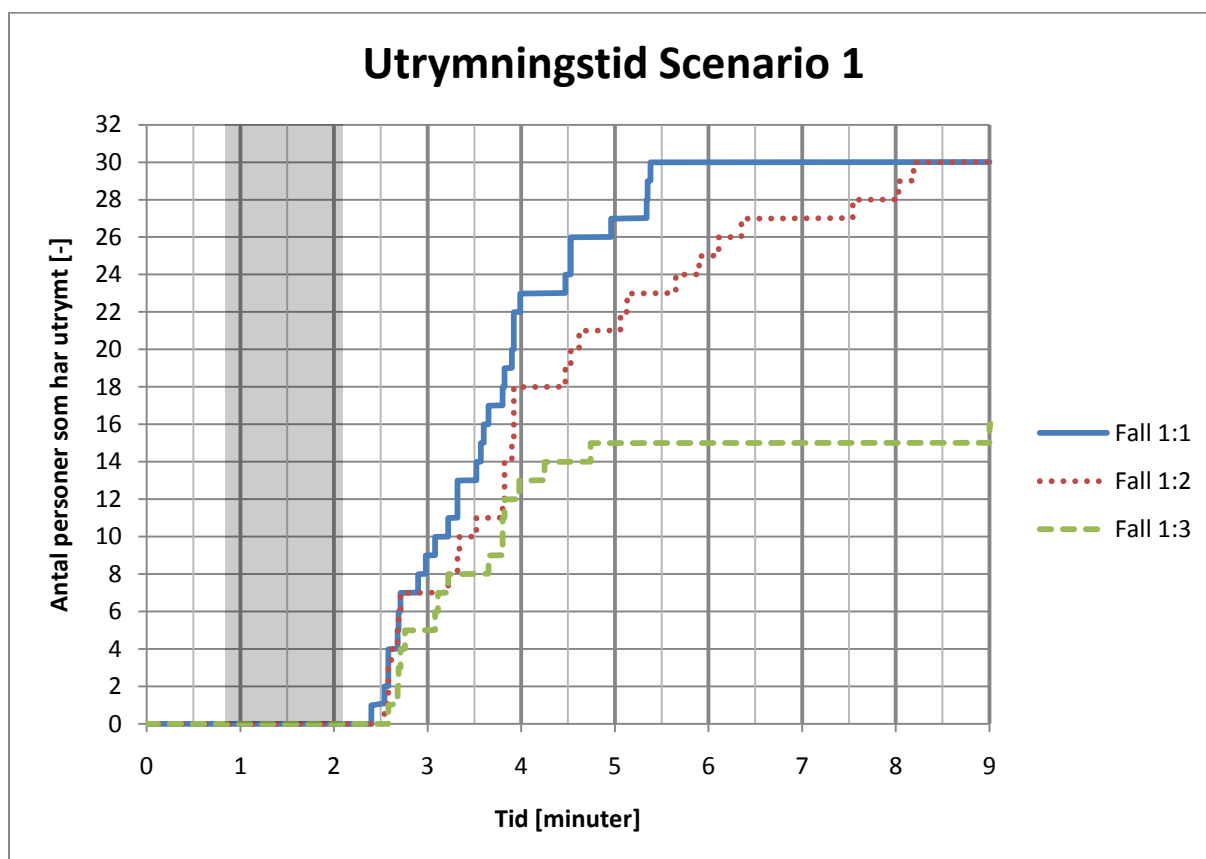
Enligt hur information om sjukhusets rutiner tolkades vid besöket ska all utrymning ske horisontellt från den drabbade brandcellen till en plats lokaliserad två brandceller bort, vilket är den andra avdelningen på samma våning. Detta beskrivs i denna rapport med tre olika fall eftersom antalet patienter på avdelningen och deras behov av hjälp för att utrymma varierar.

Fall 1:1. Värsta tänkbara fall är på nattetid när avdelningen är maxbelastad med 30 patienter, varav 12 är sängliggande. Många av de sängliggande patienterna är antingen ungdomar som inte har föräldrar på plats, som kan underlätta utrymningen, eller patienter som är beroende av sjukhusapparatur.

Fall 1:2. Samma som Fall 1:1 fast fler av de 12 sängliggande har föräldrar som kan hjälpa till alternativt är patienterna inte lika beroende av sjukhusapparatur.

Fall 1:3. Mest troliga fall innebär 15 patienter varav 5 är sängliggande. När det gäller förberedelse tiden antas de personer som finns i den korridor som ansluter till det rum där det brinner att se branden, vilket enligt tidigare, se Kapitel 7.3, ger en förberedelse tid på en minut (Boverket, 2006). För personer som vistas i den andra korridoren sätts förberedelse tiden till två minuter eftersom de inte antas se branden (Boverket, 2006). Förutom förberedelse tiden adderas varseblivningstiden till den totala utrymningstiden. Detta innebär att tiden noll i Figur 17 visar tiden då branden startar.

Enligt Bilaga C.2 beräknas att det kommer personal från våningen ovan och under 111 respektive 199 sekunder efter att den första detektorn har aktiverats. För personalen på samma våning blir förberedelse tiden och förflyttningstiden till brandförsvarstablån 30 sekunder respektive 52 sekunder. I Figur 17 har varseblivningstiden på 54 sekunder adderats vilket ger den totala utrymningstiden. Dessa tider anges exakt eftersom de används som indata till ERM. De många värdesiffrorna skall dock inte tolkas som att inga osäkerheter finns.



Figur 17. Antal personer som har utrymt inom en given tid i Scenario 1: Textilförrådet. Det gråa området markerar det intervall inom vilket kritiska förhållanden uppstår.

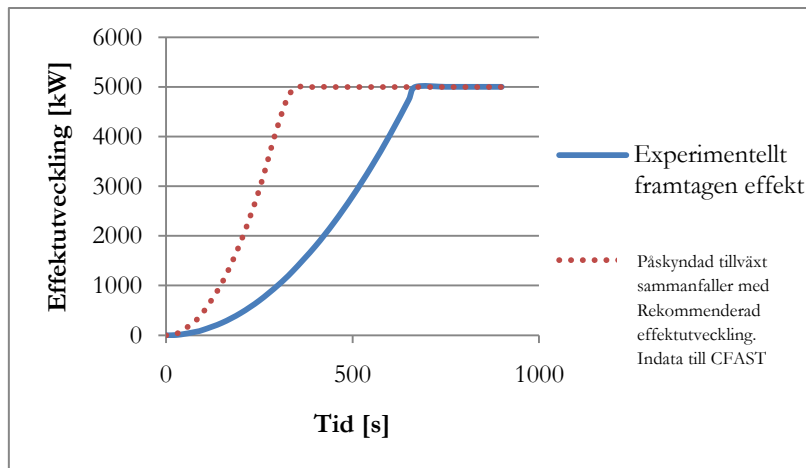
Tiden det tar att utrymma avdelningen varierar från 4 minuter och 40 sekunder till 8 minuter och 10 sekunder beroende på patientbelastningen.

7.6 Scenario 2: Linneförrådet

Nedan visas scenariospecifik information för Scenario 2: Linneförrådet.

7.6.1 Dimensionerande brand för Scenario 2: Linneförrådet

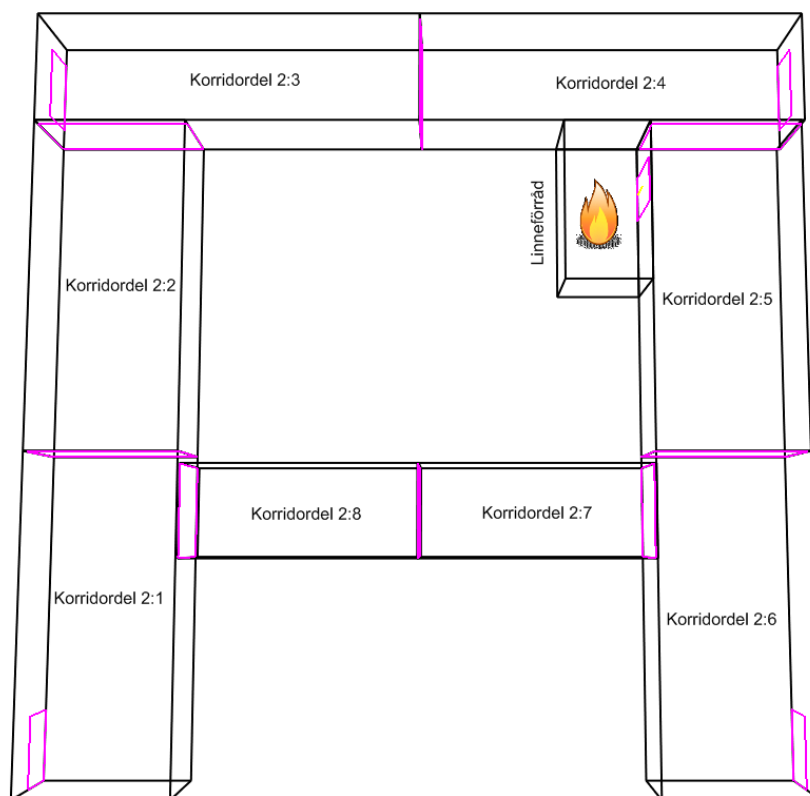
I Linneförrådet har inte data från experiment summerats. Istället har data från NRCC:s experiment (Bwalya A. C., 2005) med brand i garderob använts för att beräkna tillväxthastigheten. I detta experiment uppnåddes den maximala effekten på 700 kW efter ca 250 sekunder. Detta ger ett α -värde på 0,0112 kW/s², alltså långt under det rekommenderade värdet, se heldragen linje i Figur 18. Det bör belysas att då scenariot antar anlagd brand så kan brandförloppet med hjälp av tändvätska och andra hjälpmedel ske mycket snabbare. Det faller sig därför naturligt att vid simuleringarna påskynda branden ytterligare för att få mer verklighetstroga resultat. Eftersom branden antas bli ventilationskontrollerad stannar tillväxten vid 5 MW enligt öppningsberäkningar i Bilaga J. Brandens tillväxt påskyndas genom att α väljs till 0,047 kW/s². Det gör att effektkurvan sammanfaller med den av Nystedt (2010) rekommenderade effekttutvecklingen, se punktmarkerad linje i Figur 18. Av denna anledning simuleras Scenario 2 endast med den rekommenderade effektkurvan.



Figur 18. Effektutveckling i Scenario 2: Linneförrådet. Experimentellt framtagen effektutveckling samt den påskyndade effektutvecklingen, vilken används som dimensionerande brand.

7.6.2 Brandförlopp för Scenario 2: Linneförrådet

I Figur 19 nedan visas den geometri som simulerats för Scenario 2: Linneförrådet. Alla dörrar, utom den som leder till Linneförrådet, antas vara stängda. Detta eftersom det finns dörrstängare på de flesta dörrar som ansluter till hisshallen.



Figur 19. Den geometri som simulerats för Scenario 2: Linneförrådet. De rosa linjerna representerar öppningar.

7.6.2.1 Resultat från CFAST för Scenario 2: Linneförrådet

Nedan presenteras resultat från simuleringar i CFAST. Data redovisas endast för de rum där människor kan tänkas befinna sig.

Scenario 2: Linneförrådet. Trolig- och Rekommenderad effektutveckling sammanfaller

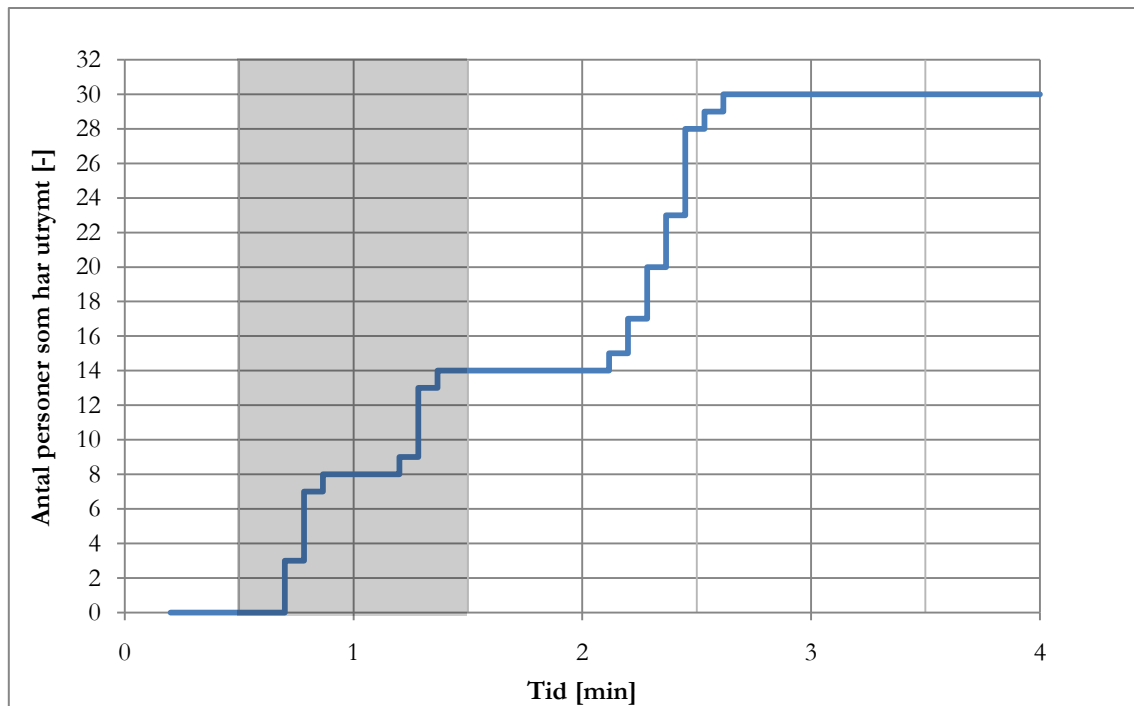
Tabell 6. Tid till kritiska förhållanden i Scenario 2: Linneförrådet.

Rum	Strålningsdos (60kJ/m ² utöver 1kW/m ²)	Strålningsintensitet kortvarig (10 kW/m ²)	Strålningsintensitet långvarig (2,5 kW/m ²)	Temperatur i brandgaslagret (80 °C)	Brandgaslagrets höjd (1,84 m)
Korridor 2:1	-	-	-	4 min 0 s	1 min 50 s
Korridor 2:2	10 min 0 s	-	-	3 min 30 s	1 min 40 s
Korridor 2:3	6 min 30 s	-	9 min 40 s	2 min 10 s	1 min 20 s
Korridor 2:4	4 min 20 s	-	4 min 20 s	1 min 30 s	50 s
Korridor 2:5	4 min 30 s	4 min 20 s	3 min 0 s	1 min 0 s	30 s
Korridor 2:6	4 min 30 s	-	4 min 20 s	1 min 40 s	50 s
Korridor 2:7	5 min 50 s	-	7 min 40 s	2 min 10 s	1 min 10 s
Korridor 2:8	8 min 50 s	-	-	3 min 10 s	1 min 30 s

Första detektorn som detekterar brand finns i Linneförrådet och aktiveras efter 7 sekunder. Sedan detekterar två detektorer samtidigt, i Korridor 2:4 och Korridor 2:5, vid tiden 68 sekunder.

7.6.3 Utrymningsförlopp för Scenario 2: Linneförrådet

I detta scenario studeras endast ett fall, vilket presenteras närmare i Bilaga C.3.2. När det brinner i hisshallen splittras två avdelningar och de primära utrymningsvägarna blockerats. Detta kan skapa förvirring om personalen inte tidigt berättar att utrymningen sker via trapphusen istället för via hisshallen som är den för patienterna kända utgången. Om detta sköts bra kan utrymning av de två avdelningarna som angränsar till hisshallen ske kontrollerat och inga människor kommer att utsättas för kritiska förhållanden. Detta har att göra med att branden är placerad i en annan brandcell och de brandcellsskiljande väggarna stoppar branden i minst 30 minuter. För lekterapin och skolan, som finns placerad vid hisshallen, blir det svårare. Utrymningen sker först via hisshallens egen brandcell och sedan vidare in i någon av de två angränsande avdelningarnas brandceller. Andra lokaler vars utrymning är via hisshallen är tre kök, två matsalar och ett kontor. Därav är det den tid det tar att utrymma från dessa utrymmen som är avgörande för personsäkerheten. Enligt intervju med avdelningschefen så finns det max en sängliggande patient i detta område på dagtid. Denna patient har personal som hjälper till vid evakuering och anses ha samma förberedelsestid som de personer som finns i närheten. Programmet Simulex används för att kunna simulera den tid det tar att utrymma lekterapin och skolan. Utrymningstiden beräknas bli 2 minuter och 30 sekunder. I Kapitel 7.4 görs en känslighetsanalys för olika indata till programmet.



Figur 20. Antal personer som har utrymt inom en given tid i Scenario 2: Linneförrådet. Det grå området markerar det intervall inom vilket kritiska förhållanden uppstår.

7.7 Scenario 3: Expeditionen

Nedan visas scenariospecifik information om Scenario 3: Expeditionen.

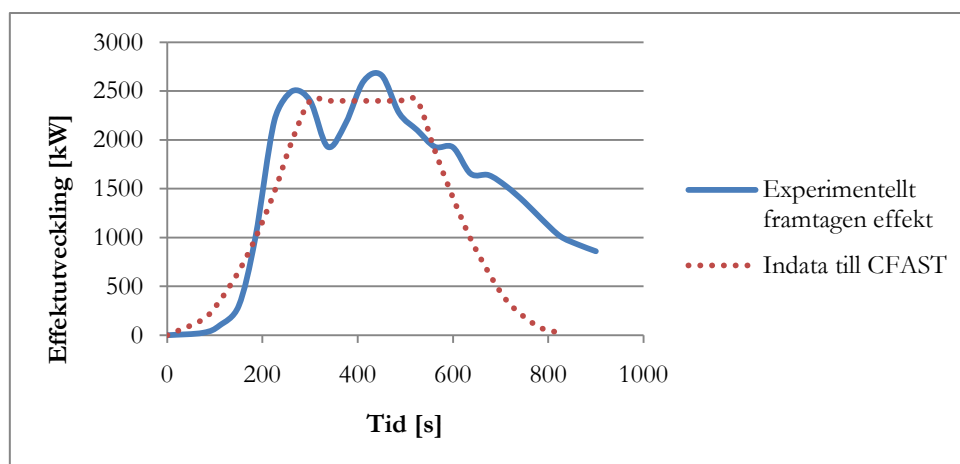
7.7.1 Dimensionerande brand för Scenario 3: Expeditionen

Data från experiment där NRCC (Bwalya A. C., 2005) eldat ett mindre datorrum användes tillsammans med data från Building Research Establishment, BRE, (Steinhaus & Jahn, 2007), där en bokhylla eldades, för att representera en brand i Expeditionen. För att den totala brandbelastningen skulle vara så lik verkligheten som möjligt representerades branden av en och en halv bokhylla och ett datorrum. Visualisering av detta kan ses i Figur 21.



Figur 21. Illustration av experimentella data som använts för att representera brandbelastningen i Expeditionen.

Summering av Figur 66 och Figur 67 i Bilaga I.2 resulterar i Figur 22. Bokhyllan antas antända när branden når 1 MW, alltså efter 185 sekunder. I CFAST har detta representerats med hjälp av en effektkurva med α -värdet 0,029 kW/s² som når sin maximala effekt, på 2,4 MW, efter 288 sekunder. Denna representeras av den punktmarkerade kurvan i Figur 22.

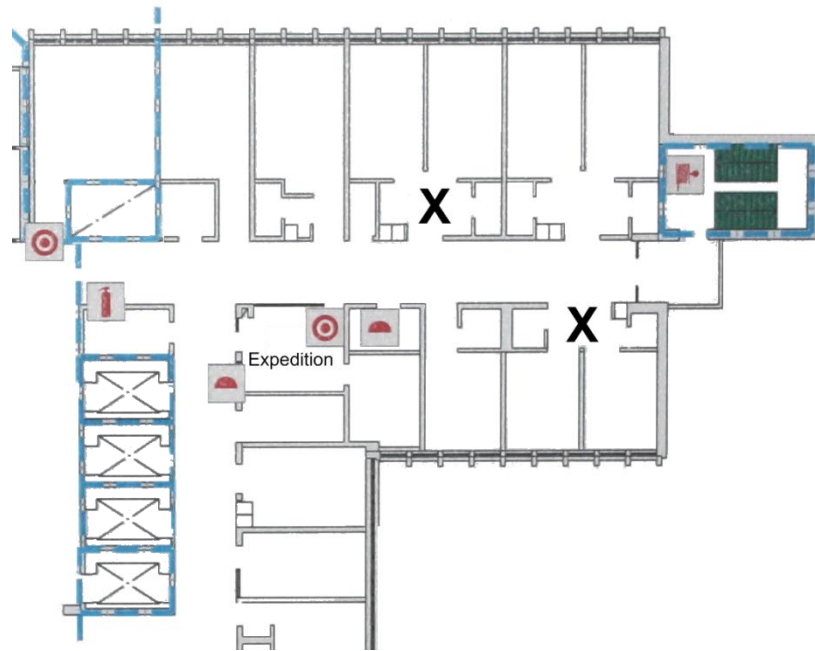


Figur 22. Effektutveckling i Expeditionen. Experimentellt framtagen effektutveckling samt den förenklade effektutveckling som används som dimensionerande brand. Den punktmarkerade kurvan benämns hädanefter Trolig effektutveckling.

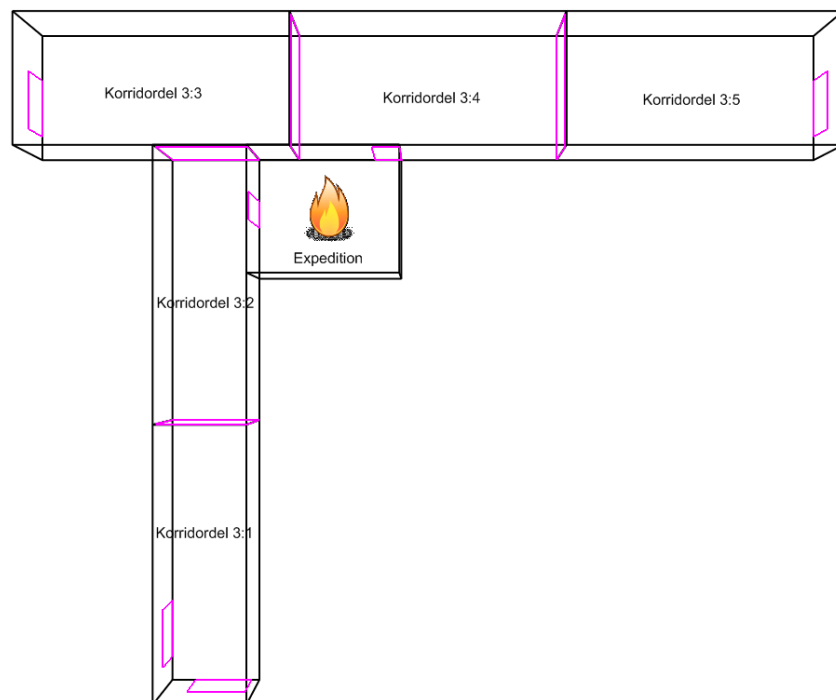
På samma sätt som i Scenario 1 har även den Rekommenderade effektutvecklingen simulerats. I detta scenario stämmer tillväxthastigheten antagligen mycket bra överens med verkligheten. Den maximala effekten om 5 MW kan möjligtvis vara lite högt satt men inte alls omöjlig då rummet innehåller extra materiel som inte tagits med i approximationen. Noterbart är att den punktmarkerade kurvan avtar tidigare än den heldragna. Dock skapar detta inga problem för analyserna då resultaten som är av intresse ligger inom den simulerade tidsrymden.

7.7.2 Brandförlopp för Scenario 3: Expeditionen

I Figur 24 visas den geometri som simulerats för scenariot. Den horisontella korridoren är bredare än i verkligheten, detta för att kompensera för de rum som påverkar förloppet men som inte är simulerade som egna rum. Dessa rum är de som är markerade med X i Figur 23. Alla dörrar, utom de två som leder till Expeditionen, antas vara stängda. Detta eftersom det är vad som antas gälla på avdelningen nattetid. Dessutom kan konstateras att antagandet innebär att konservativa resultat erhålls vid simuleringarna av brandförloppet.



Figur 23. De rum som vid simulering av Scenario 3: Expeditionen bakats in i korridoren. Dessa markeras med X.



Figur 24. Den geometri som simulerats för Scenario 3: Expeditionen. De rosa linjerna representerar öppningar.

7.7.2.1 Resultat från CFAST för Scenario 3: Expeditionen

Nedan presenteras resultat från CFAST uppdelat på de två olika bränderna som simulerats. Data redovisas endast för de rum där människor kan tänkas befinna sig.

Scenario 3: Expeditionen. Trolig effektutveckling

Tabell 7. Tid till kritiska förhållanden för Trolig effektutveckling i Scenario 3: Expeditionen.

Rum	Strålningsdos (60kJ/m ² utöver 1kW/m ²)	Strålningsintensitet kortvarig (10 kW/m ²)	Strålningsintensitet långvarig (2,5 kW/m ²)	Temperatur (80 °C)	Brandgaslagrets höjd (1,84 m)
Korridor 3:1	-	-	-	2 min 50 s	1 min 20 s
Korridor 3:2	5 min 30 s	-	7 min 0 s	1 min 50 s	50 s
Korridor 3:3	9 min 0 s	-	-	2 min 50 s	1 min 20 s
Korridor 3:4	6 min 0 s	-	-	2 min 0 s	1 min 0 s
Korridor 3:5	-	-	-	3 min 10 s	1 min 30 s

Simuleringar i CFAST gav detektionstiden 8 sekunder i Expeditionen. Nästa detektor är placerad i Korridor 3:3 och denna detekterade efter 86 sekunder.

Scenario 3: Expeditionen. Rekommenderad effektutveckling

Tabell 8. Tid till kritiska förhållanden vid Rekommenderad effektutveckling i Scenario 3: Expeditionen.

Rum	Strålningsdos (60kJ/m ² utöver 1kW/m ²)	Strålningsintensitet kortvarig (10 kW/m ²)	Strålningsintensitet långvarig (2,5 kW/m ²)	Temperatur (80 °C)	Brandgaslagrets höjd (1,84 m)
Korridor 3:1	7 min 30 s	-	-	2 min 50 s	1 min 20 s
Korridor 3:2	5 min 10 s	-	5 min 20 s	1 min 50 s	50 s
Korridor 3:3	7 min 0 s	-	9 min 50 s	2 min 40 s	1 min 10 s
Korridor 3:4	9 min 0 s	-	5 min 50 s	2 min 0 s	1 min
Korridor 3:5	8 min 0 s	-	-	3 min 0 s	1 min 30 s

Simuleringar i CFAST gav detektionstiden 5 sekunder i Expeditionen. Nästa detektor är placerad i Korridor 3:3 och denna detekterade efter 83 sekunder.

7.7.3 Utrymningsförlopp för Scenario 3: Expeditionen

Simuleringen sker på samma sätt som de tre fall som används för Scenario 1: Textilförrådet.

Problematiken om det brinner i Expeditionen är att det kan splittra personalen i två grupper som är skilda från varandra av branden. Enligt känslighetsanalysen som gjorts tidigare för programmet ERM är betydelsen av var sängliggande patienter är placerade generellt sett ringa. I detta fall har placeringen dock en väldigt stor betydelse. Om personalen splittras så att enbart en person ur personalen hamnar i en korridor där de flesta sängliggande patienter är placerade blir detta absolut värsta tänkbara fall. Detta scenario är däremot mindre troligt eftersom när personalen har bestämt sig för att utrymma lokalen är branden troligen inte större än att personalen kan dela upp sig på de olika korridorerna utan fara. Det innebär att antagligen placeras mest personal i den korridor där det behövs mest hjälp. Efter att de har utrymt den första patienten har troligen branden blivit så pass stor att de inte längre kan byta korridor.

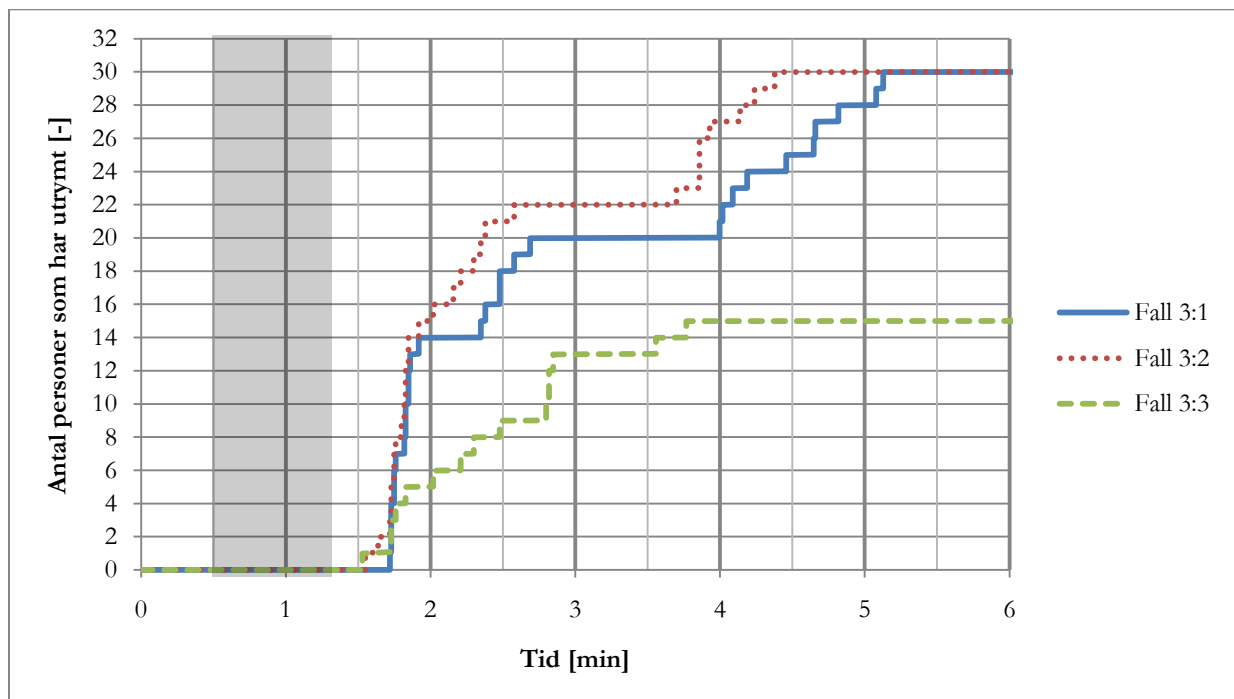
Därför kommer simuleringen utgå från att det finns lika många sängliggande patienter per korridor och att personalen splittras upp så att det finns två ur personalen i varje korridor.

Fall 3:1. Värsta tänkbara fall där avdelningen är maxbelastad med 30 patienter, varav 12 är sängliggande och det är natt. Patienterna är fördelade jämnt mellan korridorerna. Många av de sängliggande patienterna är ungdomar som inte har föräldrar som sover över som kan underlätta utrymningen. Personalen är splittrad i två grupper, med två personer i varje, skilda från varandra av branden.

Fall 3:2. Samma som Fall 3:1 fast fler av de 12 sängliggande har föräldrar som kan hjälpa till och underlätta evakueringen. Personalen är splittrad två och två.

Fall 3:3. Mest troliga fall som består av 15 patienter varav 5 är sängliggande. Av dessa fem sängliggande finns det tre föräldrar som kan hjälpa till. Personalen är splittrad i två grupper, med två personer i varje, skilda från varandra av branden. Det antas att alla personer ser branden eftersom branden sker i Expeditionen. Detta innebär en förberedelsestid på 60 sekunder.

Enligt Bilaga C.2 kommer personal från våningen ovan och under efter 155 respektive 165 sekunder beroende på vilket trapphus som väljs. Anledningen till att det tar mer än två minuter tills hjälp kommer är att andra detektorer detekterar 78 sekunder senare än första detektorn. Viktigt att påpeka är att varseblivningstiden inte ingår i indata till programmet ERM. Varseblivningstiden på 8 sekunder har istället adderats till utdata, vilket ger den totala utrymningstiden, se Figur 25. Personalen på avdelningen ser branden tidigare eftersom branden startar i ett hörn och kan ses oavsett vilken korridor man är i. Förberedelsestiden för personalen valdes till 30 sekunder.



Figur 25. Antal personer som har utrymt inom en given tid i Scenario 3: Expeditionen. Det grå området markerar det intervall inom vilket kritiska förhållanden uppstår.

Tiden det tar att utrymma avdelningen varierar från 3 minuter och 50 sekunder till 5 minuter och 10 sekunder beroende på patientbelastningen.

Som en värdering av tillförlitligheten för simuleringarna i CFAST genomförs i nästa kapitel en jämförelse med CFD.

8 Jämförelse med CFD

För att ge en indikation på hur väl CFAST-simuleringarna representerar verkligheten gjordes även en CFD-simulering i programmet FDS. Teori om detta program kan hittas i Bilaga A.6 och skriptfilen som använts finns i Bilaga M.

Syftet med denna simulering var främst att validera de simuleringar som redan gjorts i CFAST men även att ge en bättre bild av brandförloppet. Valet gjordes att endast simulera Scenario 3 vid Trolig effektutveckling eftersom CFD-simuleringar är både tids- och resurskrävande.

8.1 Geometri

Geometrin i FDS kan göras mer detaljrik än den i CFAST. Samtidigt är det främst CFAST-modellens övriga begränsningar som skall undersökas. Detta ledde till den geometri som kan ses i Figur 26. Till skillnad från den geometri som används i CFAST finns här hela den längre korridoren representerad samt de tre passagerna som tidigare tagits bort.

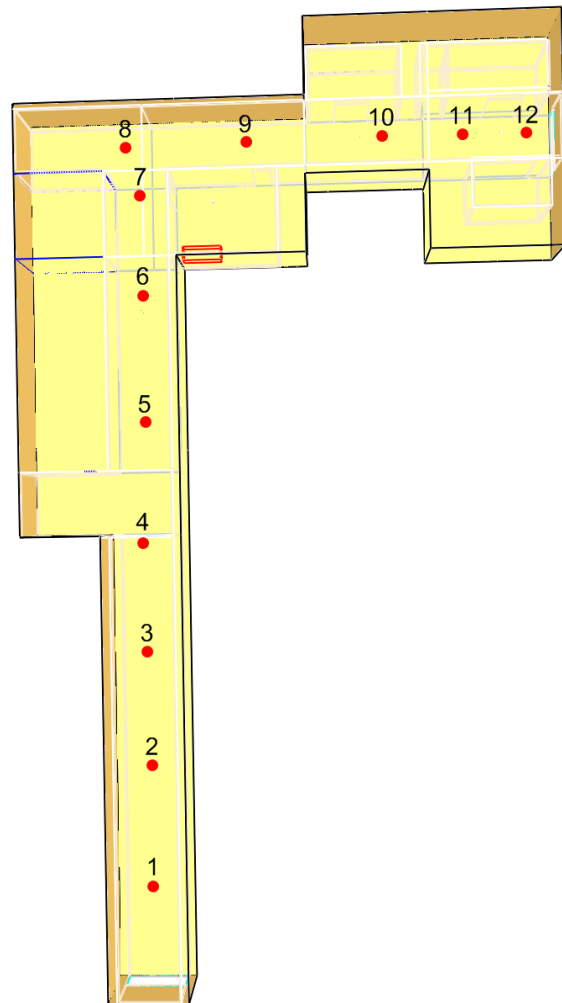
8.2 Resultat från FDS

En tydlig skiktning av brandgaslagret kunde observeras. De resultat som fokuserats på är brandgaslagrets höjd samt temperaturen i brandgaslagret. Dessa presenteras i Tabell 9. Strålningen har endast behandlats visuellt och kan betraktas i Figur 27.

Mätpunkterna 1 till 4 finns inte representerade i CFAST-simuleringen men har ändå tagits med då det anses intressant hur brandgaserna sprids utanför de delar som finns med i CFAST. Övriga mätpunkter kan ungefärligt jämföras med de olika korridordelarna på följande vis:

- Mätpunkt 5 motsvarar Korridordel 3:1
- Mätpunkt 6 och 7 motsvarar Korridordel 3:2
- Mätpunkt 8 motsvarar Korridordel 3:3
- Mätpunkt 9 och 10 motsvarar Korridordel 3:4
- Mätpunkt 11 och 12 motsvarar Korridordel 3:5

Som kan utläsas i Tabell 9 så överensstämmer FDS- och CFAST-simuleringarna mycket väl med avseende på brandgaslagrets höjd. Resultaten är inte lika enhetliga vad gäller temperaturen men måste ändå anses goda för även denna parameter.



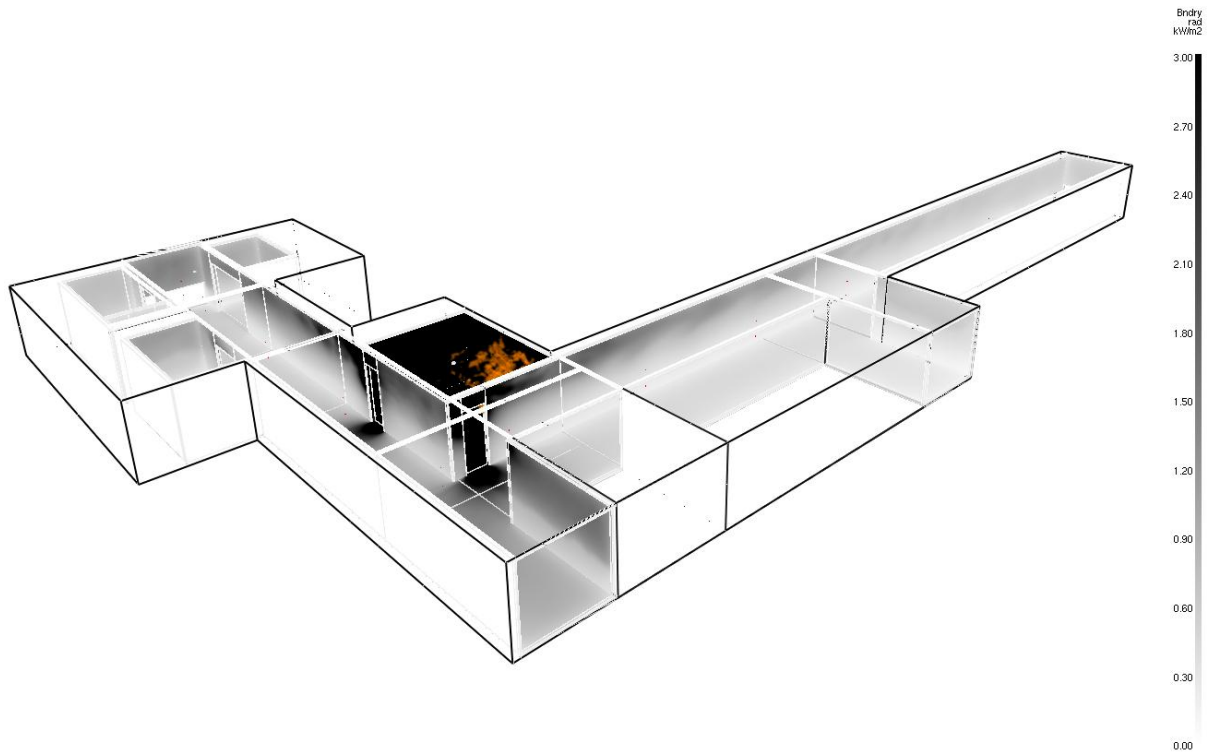
Figur 26. Geometrin för Scenario 3: Expeditionen som den modellerats i FDS. Mätpunkterna 1 – 12 är markerade med punkter.

Tabell 9. Tid till kritiska förhållanden i Scenario 3 enligt FDS till vänster och CFAST till höger

Mätpunkter i FDS	Brandgaslagrets höjd (1,84 m)	Temperatur (80 °C)	Motsvarande rum i CFAST	Brandgaslagrets höjd (1,84 m)	Temperatur (80 °C)
1	2 min 10 s	4 min 20 s	Existerar ej	-	-
2	2 min 0 s	4 min 30 s			
3	1 min 50 s	4 min 20 s			
4	2 min 0 s	4 min 20 s			
5	1 min 40 s	3 min 40 s	Korridor del 3:1	1 min 20 s	2 min 50 s
6	1 min 30 s	3 min 30 s	Korridor del 3:2	50 s	1 min 50 s
7	1 min 10 s	3 min 10 s			
8	1 min 0 s	2 min 40 s	Korridor del 3:3	1 min 20 s	2 min 50 s
9	1 min 10 s	2 min 50 s	Korridor del 3:4	1 min 0 s	2 min 0 s
10	1 min 30 s	3 min 20 s			
11	1 min 10 s	3 min 10 s	Korridor del 3:5	1 min 30 s	3 min 10 s
12	1 min 10 s	3 min 10 s			

Enligt de simuleringar som gjorts i CFAST uppstår endast kritiska förhållanden med avseende på strålning i Korridor del 3:2. Detta beror antagligen på att en av dörrarna till brandrummet befinner sig i denna del. Undersöks denna del i CFD-simuleringen kan det konstateras att strålningsnivån genom denna öppning kontinuerligt ökar under brandförloppet och att nivåer över 2,5 kW/m² kan urskiljas redan strax efter 3 minuter. Dock rör det sig om en mycket liten yta som vid denna tidpunkt uppnår dessa strålningsnivåer. I Figur 27 visas istället den strålningsnivå som CFD-simuleringen visar efter 7 minuter, vilket är den tid då CFAST uppvisade strålningsnivåer över 2,5 kW/m². Det kan i denna figur observeras att även om strålningsnivån efter 7 minuter överskrider 2,5 kW/m² så är det endast precis i dörröppningarna som detta sker. Dessa strålningsnivåer överskrider heller aldrig 5,0 kW/m² och är alltså långt under nivån 10 kW/m², vilket är den kritiska nivån för vad en person under kort tid får utsättas för. Det bör även nämnas att de strålningsnivåer som erhålls från FDS är den infallande strålningen mot golvet medan de strålningsnivåer som erhålls från CFAST är den infallande strålningen mot en människa.

Det kan alltså konstateras att de simuleringar som genomförts i CFAST stämmer bra överens med de som gjorts i FDS. Resultaten från denna jämförelse gör att den data som tagits fram med hjälp av CFAST får en ökad trovärdighet.



Figur 27. Strålningsnivåer för Scenario 3 vid Trolig effektutveckling efter 7 minuter. Simulerat i FDS.

Som komplement till simuleringarna har en indexmetod använts, detta presenteras i nästkommande kapitel.

9 Brandskyddsindex

I samband med värdering av brandsäkerhet kan det vara önskvärt att kunna göra en kvantitativ bedömning av den samlade brandsäkerheten. Brandskyddsvärdering av vårdavdelningar, BSV-vård, är en metod som möjliggör en sådan analys. Det är en indexmetod som är framtagen främst för att kunna jämföra olika avdelningars brandsäkerhet samt att kunna rangordna olika utförande av brandskyddsåtgärder på en och samma avdelning (Frantzich, 2000). Båda dessa syften är användbara i denna brandtekniska riskvärdering.

9.1 Tillvägagångssätt

Ett värde, brandskyddsindex (BSI), tas fram för avdelningen genom en sammanvägning av det verkliga läget för 26 olika komponenter som givits olika vikt. En komponent som har högt viktvärde spelar stor roll för brandsäkerheten. Exempel på komponenter som har höga viktvärden är personal, lös inredning samt drift och underhåll. Beroende på det gällande läget för en viss komponent ges den ett betyg i form av en gradering. Graderingen multipliceras med komponentens viktvärde. Summan av de 26 produkterna som tas fram utgör BSI. Ett riktvärde för hur BSI kan tolkas är att värden högre än 2,80 indikerar en tillfredställande säkerhet (Frantzich, 2000).

För gradering av de olika komponenterna se Bilaga D.1.

9.2 Resultat och diskussion utan genomförda åtgärdsförslag

BSI har tagits fram för läget som det var vid besöket den 8:e februari. Resultatet blev BSI=3,28 vilket ses som ett högt värde jämfört med rekommendationen att värden över 2,80 kan tolkas som att säkerheten är tillfredställande. BSV-vård ser till både egendomsskydd och personsäkerhet. Då denna brandtekniska riskvärdering fokuserar på personsäkerhet är det intressant med en uppdelning av BSI på de två kategorierna. Denna uppdelning ges automatiskt vid framtagandet av BSI. Delvärdet för personsäkerheten blev 3,30 och delvärdet för egendomsskyddet blev 3,24.

9.3 Resultat och diskussion med genomförda åtgärdsförslag

Nedan visas hur BSI förändras av olika åtgärder. De olika åtgärdsförslagen presenteras i Kapitel 11.

Av skall-åtgärderna är det *Tätning av E30-klassade väggar* och *Installation av sprinklersystem* som påverkar BSI. Den totala ökningen blir 0,12.

Av skall- och bör-åtgärderna påverkas BSI av *Tätning av E30-klassade väggar*, *Installation av sprinklersystem*, *Installation av system för brandgasevakering*, *Installation och underhåll av dörrstängare* och *Nödbelysning då lokal strömförsörjning bryts*. Den totala ökningen blir 0,31.

Tabell 10. Förändring av BSI genom de framtagna åtgärdsförslagen.

Läge	BSI _{Totalt}	BSI _{Personskydd}	BSI _{Egendomsskydd}
Utan genomförda åtgärder	3,28	3,30	3,24
Med skall-åtgärderna genomförda	3,40	3,41	3,39
Med skall- och bör-åtgärderna genomförda	3,59	3,58	3,61

Det ska poängteras att många åtgärder som i verkligheten kan göra stor nytta, ex. *Talat meddelande* och *Avdelningsspecifik utbildning för personal*, saknas i BSV-vård och har därför ingen inverkan på brandskyddsindex. Minskat antal patienter per personal ger ett ökat brandskyddsindex men i

utrymningssimuleringarna visar det sig inte vara en av de mest avgörande parametrarna och det tas därför inte upp som ett åtgärdsförslag. Dock ska det nämnas att antalet personal kommer få stor betydelse om till exempel alla patienter antas vara sängliggande.

En övergripande värdering av brandsäkerheten vid objektsbesöket presenteras i nästa kapitel.

10 Värdering av säkerhetsnivån utan genomförda åtgärdsförslag

Den samlade bilden av brandsäkerheten är att den i många avseenden är god, dock krävs åtgärder för att förhållandena i byggnaden inte ska riskera att bli sådana att gränsvärden för kritiska förhållanden överskrids under den tid som behövs för utrymning.

10.1 Jämförelse mellan utrymningstid och tid till kritiska förhållanden

Utrymningssimuleringarna ger den tid det tar för personerna inom avgränsningen att utrymma. Denna jämförs nedan med den tid som det, enligt genomförda brandsimuleringar, tar tills kritiska förhållanden uppstår. Tider för utrymning samt tider då kritiska förhållanden uppstår återfinns i Kapitel 7.

- I **Scenario 1: Textilförrådet** har de första personerna hunnit utrymma efter ca 2 minuter 20 sekunder medan kritiska förhållanden, för fallet Trolig effektutveckling, uppstår i intervallet 40 sekunder till 2 minuter beroende på var inom brandcellen man befinner sig. Om man istället tittar på fallet Rekommenderad effektutveckling uppstår kritiska förhållanden i intervallet 40 sekunder till 1 minut och 50 sekunder. I Passagen uppstår, i båda effektutvecklingsfallen, kritiska förhållanden redan efter 10 sekunder men osäkerheten vad gäller denna tid är stor eftersom branden är placerad i dörröppningen till detta rum.

Tiden till sista person utrymt varierar mellan 4 minuter och 40 sekunder till 8 minuter 10 sekunder beroende på antal personer som finns inom brandcellen och deras egenskaper.

Slutsatsen blir att det finns risk för att ingen person hinner utrymma innan kritiska förhållanden uppstår.

- I **Scenario 2: Linneförrådet** har de första personerna hunnit utrymma efter ca 40 sekunder medan kritiska förhållanden uppstår i intervallet 30 sekunder till 1 minut och 50 sekunder beroende på var inom brandcellen man befinner sig. Tiden till sista person utrymt är ca 2 minuter och 30 sekunder.

Av 30 personer har ingen hunnit utrymma efter 30 sekunder medan 14 personer har hunnit utrymma efter 1 minut och 50 sekunder. Viktigt att påpeka är att de personer som inte hunnit utrymma vid denna tidpunkt befinner sig i en annan brandcell än den i vilken det brinner. För att utrymma passerar dessa personer genom brandcellen där det brinner, dock sker detta under en mycket begränsad tid, uppskattningsvis ca 5 sekunder.

Slutsatsen blir att det finns risk för att en del av personerna kommer att utsättas för kritiska förhållanden men möjligt är att samtliga tar sig ut utan att ådra sig omfattande skador.

- I **Scenario 3: Expeditionen** har de första personerna hunnit utrymma efter ca 1 minut och 30 sekunder medan kritiska förhållanden uppstår i intervallet 50 sekunder till 1 minut och 30 sekunder beroende på var inom brandcellen man befinner sig. Detta gäller för både fallet Trolig effektutveckling och fallet Rekommenderad effektutveckling.

Tiden till sista person utrymt varierar från 3 minuter och 50 sekunder till 5 minuter och 10 sekunder beroende på antal personer som finns inom brandcellen och deras egenskaper.

Slutsatsen blir att det finns risk för att ingen person hinner utrymma innan kritiska förhållanden uppstår.

10.2 Alternativ värdering av utrymningsförloppet utan genomförda åtgärdsförslag

Istället för att jämföra tiden till kritiska förhållanden med den totala utrymningstiden kommer här en alternativ jämförelse. Denna har gjorts för Scenario 1 och 3 eftersom det är i dessa som, enligt utrymnings- och brandförloppssimuleringarna, situationen är mest osäker. Här studeras vad den sista personen som mest utsätts för minuten innan personen kommer i säkerhet. Att just en minut valts beror på att det är den maximala tiden det tar för en patient att förflytta sig från sitt rum till säker plats. Strålningsdosen räknas på den minut som patienten i värsta fall befinner sig i korridoren. Den tiden patienten befinner sig i sitt rum antas personen inte påverkas av branden. Det finns dock, som tidigare nämnts, risk för brandgasspridning via ventilation.

Tabell 11. Förhållanden i värsta troliga korridordel under sista minuten av utrymningen vid läget utan genomförda åtgärder. Scenario 1 och 3, Trolig effektutveckling.

Rum	Strålningsdos [kJ/m ²] utöver 1kW/m ²	Strålningsintensitet [kW/m ²]	Sikt [m]	Brandgasernas temperatur [°C]	Brandgaslagrets höjd [m]
Scenario 1	0	0,9	0,7	190	0,9
Korridordel 1:4					
Scenario 3	0,5	1,1	Uppgift saknas	200	0,8
Korridordel 3:4					

Kritiska fria höjden i korridorerna är uträknad till 1,84 meter. Utan åtgärder ligger fria höjden på 80 – 90 cm och brandgasernas temperatur så högt som 190 – 200 °C vid utrymningens sista skede. Även detta alternativa synsätt ger slutsatsen att utrymning inte kan ske på ett acceptabelt sätt.

10.3 Övriga reflektioner

Att ingående rutiner finns för hur brandskyddsarbetet ska bedrivas anses vara en viktig bidragande faktor för en hög brandsäkerhet. Delar av informationen som riktar sig till personalen kan bli tydligare, vilket bland annat den enkätundersökning som gjorts visade på.

Brandskyddsindex, BSI, vilket ger en bild av den samlade brandsäkerheten, erhöll för Avdelning 043 ett högt värde som indikerar en tillfredställande säkerhet. Detta skall tolkas just som en indikation och inget annat. Indexmetoden pekar alltså mot en betydligt mer positiv bild av brandsäkerheten än simuleringarna. Orsaken till detta kan vara att indexmetoden utvärderar brandsäkerheten utifrån ett ganska brett perspektiv. Två parametrar som i hög grad påverkar resultaten från brandsimuleringarna men inte BSI är vilken dimensionerande brand som väljs och lokalernas geometri. Viktigt att påpeka är att vid bedömning av utrymningssäkerheten har fokus lagts på resultaten av simuleringarna.

För att öka brandsäkerheten på Avdelning 043 presenteras i nästa kapitel ett antal åtgärdsförslag.

11 Åtgärdsförslag

I detta kapitel presenteras de åtgärdsförslag som tagits fram. Praktisk utformning och dimensionering behandlas ej i denna rapport. Först presenteras ett antal möjliga åtgärdsförslag och därefter sorteras dessa efter prioritet. Prioriteringarna har gjorts främst utifrån vilken effekt de respektive åtgärderna ger men viss hänsyn har också tagits till de kostnader åtgärderna medför.

11.1 Möjliga åtgärder och motiveringar till dessa

Nedan presenteras ett antal åtgärder för att förbättra brandsäkerheten på avdelningen. Åtgärderna syftar bland annat till att öka tiden till då kritiska förhållanden uppstår och minska tiden det tar att utrymma. Förslagen presenteras utan inbördes ordning. Allmänt gäller att ingen tillförlitlighetsanalys har genomförts för åtgärdsförslagen.

Installation av sprinklersystem

Installation av sprinklersystem skulle innebära att en eventuell brand skulle kunna släckas eller åtminstone begränsas redan i ett tidigt stadium.

Installation av detektorer i passagera mellan patientrum och korridor

Då passagerans utformning är sådan att en eventuell brand skulle kunna pågå under en längre tid innan röken når en detektor rekommenderas starkt installation av detektorer i dessa utrymmen. Detta skulle göra att vissa bränder detekteras tidigare, vilket leder till en snabbare utrymning.

Tidigare hjälp från angränsade våningsplan

På grund av vissa detektorers placering, se exempelvis föregående åtgärdsförslag, rekommenderas det att personal från närliggande våningsplan tar sig till aktuellt plan även då endast en detektor aktiverats. Även om det skulle innebära att personal från andra avdelningar vid vissa tillfällen anländer trots att inte extra hjälp behövs, anses det vara en så pass viktig parameter i en utrymningssituation att åtgärden rekommenderas. Utrymningslarmet behöver inte aktiveras på våningen över och under vid bara en detektor utan det krävs endast att personalen meddelas.

Installation av system för brandgasevakuering

Då den parameter som tidigast uppnådde kritisk nivå i simuleringarna var brandgaslagrets höjd är denna parameter av stort intresse att reducera. Detta görs förslagsvis genom att med hjälp av existerande ventilation installera ett system för brandgasevakuering som aktiveras då brand detekterats. Hur en sådan lösning rent tekniskt ska lösas och vilka effekter detta skulle ge behandlas inte i denna rapport.

Ett alternativ som kan ge positiv effekt är att helt enkelt se till att spjäll stängs respektive öppnas på ett sådant sätt att fri väg bildas genom ventilationskanalerna ut till det fria.

Talat meddelande

Studier har visat att larm med talat meddelande och tydlig information avsevärt förkortar förberedelsestiden (Boverket, 2006). Detta skulle dels ge mer tillgänglig tid för förflyttning men också öka möjligheten att bekämpa en eventuell brand innan den blir okontrollerbar.

Strukturering och förtydligande av information till personal

Då mer än hälften av den tillfrågade personalen inte kände sig säkra på hur de ska agera vid utrymning är det viktigt att denna information finns lätt tillgänglig på ett strukturerat vis. Den befintliga informationen, som bland annat hittas i Katastrofpärmen, bör ses över så att den blir lättförståelig och tydlig samt anpassad till målgruppen. Katastrofpärmen har till viss del förtydligats under den tid som detta projekt pågått. Skillnaderna mellan hur informationen tolkades vid objektsbesöket den 8:e februari och hur den var tänkt att tolkas visas i Tabell 1 och Tabell 2.

Ge personalen befogenhet att utföra nödavstängning av syrgas

Enligt Ann-Britt Borgström, brandskyddshandläggare, är det endast Regionservice och räddningstjänsten som i dagsläget får stänga av kranarna till syrgasen. Detta eftersom det endast är Regionservice som vet i vilken omfattning andra avdelningar och plan berörs av en eventuell stängning av kranarna och vilka åtgärder som då måste vidtas. Det bör dock gå att begränsa personalens kontroll över syrgastillförseln till den egna avdelningen och på så vis överlåta ansvaret för avstängning av syrgas till personalen. Denna åtgärd minskar risken för extra syretillförsel som kan leda till en ökad brandeffekt.

Installation och underhåll av dörrstängare

De flesta dörrarna på avdelningen var inte utrustade med någon form av dörrstängare och av dem som hade dörrstängare fungerade inte alla tillfredsställande. Att en dörr hålls stängd är avgörande för att en brandklassad vägg skall ge önskad effekt. Därför föreslås installation av dörrstängare till samtliga patientrum samt andra dörrar där så anses lämpligt. Dörrarna till Expeditionen och patientrummen, där det är mycket människor i rörelse, kan förslagsvis hållas öppna av magnetiska dörrstängare som aktiverar när en detektor utlöser. I Linneförrådet, där det inte behöver vara öppet på samma sätt, passar en konventionell dörrstängare bättre. De dörrstängare som redan finns installerade borde ses över snarast. Det bör också säkerställas att dörrstängarna i framtiden kontinuerligt testas och underhålls.

Avdelningsspecifik utbildning för personal

För att personalen ska kunna agera på ett effektivt och korrekt sätt vid en eventuell brand krävs att utbildningen är anpassad efter den avdelning som de jobbar på. Förslagsvis ska personal, i samband med en årlig brandutbildning, teoretiskt och/eller praktiskt öva utrymning på den egna avdelningen och gå igenom avdelningsspecifika rutiner som förknippas med brand. Detta skulle göra att deras agerande vid en verklig brand går snabbare och utrymning skulle kunna ske på ett mer effektivt sätt.

Byte mellan lokalerna matsal och personalmatsal

Om matsalen och personalmatsalen är likartade föreslås ett byte mellan dessa. Om brandlarmet går har personalen då närmare till brandförvarstablån och kan således inleda utrymning tidigare alternativt öka möjligheten att bekämpa branden innan den blir okontrollerbar.

Nödbelysning aktiveras även då endast lokal strömförsörjning bryts

I dagsläget krävs att strömmen till hela sjukhuset bryts för att nödbelysningen skall aktiveras. Detta innebär att ingen nödbelysning kommer att aktiveras om strömmen försvinner i en viss del av byggnaden. Det rekommenderas därför att detta system ses över och om möjligt görs om så att nödbelysningen aktiveras även då strömförsörjningen bryts lokalt.

Förenkla användande av inomhusbrandpost/Fler handbrandsläckare

Inomhusbrandposterna, som är placerade i trappuppgångarna, är svåråtkomliga på grund av de två dörrar som måste passeras i vinkel innan avdelningen nås. Användandet av dessa tar allt för lång tid, vilket gör att en eventuell brand hinner bli större än nödvändigt. Därför föreslås att användandet av inomhusbrandposterna förenklas genom att dessa placeras inne i korridorerna. Om detta inte är möjligt bör handbrandsläckare istället placeras i slutet av korridorerna. Beräkningar som beskriver handbrandsläckarnas kapacitet finns i Bilaga L.

Tätning av E30-klassade väggar

I dagsläget finns det två förvaringsutrymmen som bryter E30-gränsen mellan patientrum/behandlingsrum och korridor. För att väggen ska uppfylla rätt brandteknisk klass krävs tätning av dessa, se Kapitel 2.4 Boverkets byggregler.

De olika åtgärdsförslagen har analyserats genom en iterativ process där inverkan av varje enskild åtgärd studerats. Därefter har de delats in i skall- respektive bör-åtgärder vilket presenteras i nästa kapitel.

11.2 Åtgärder som skall genomföras

Nedan presenteras, i fallande prioriteringsordning, de åtgärder som skall genomföras. Genomförs dessa anses det sannolikt att utrymning kan ske på ett sådant sätt att inga personer riskerar att ådra sig omfattande skador.

- Avdelningsspecifik utbildning för personal
- Strukturering och förtydligande av information till personal
- Installation av sprinklersystem
- Underhåll av dörrstängare
- Installation av detektorer i passagerna mellan patientrum och korridor
- Tätning av E30-klassade väggar
- Talat meddelande

11.3 Åtgärder som bör genomföras

Nedan presenteras, i fallande prioriteringsordning, de åtgärder som bör genomföras. Genomförs dessa ökar brandskyddet ytterligare.

- Installation av dörrstängare
- Installation av system för brandgasevakuering
- Tidigare hjälp från angränsade våningsplan
- Förenkla användande av inomhusbrandpost/Fler handbrandsläckare
- Byte mellan lokalerna matsal och personalmatsal
- Ge personalen befogenhet att utföra nödavstängning av syrgas
- Nödbelysning aktiveras även då endast lokal strömförsörjning bryts

För att kunna värdera åtgärdsförslagen har ett antal simuleringar genomförts, dessa presenteras i nästa kapitel.

12 Simuleringar med genomförda åtgärdsförslag

I detta kapitel presenteras simuleringarna som utförts för läget med genomförda åtgärdsförslag.

12.1 Brandförlopp

Nedan presenteras hur åtgärdsförslagen *Installation av sprinklersystem* och *Installation och underhåll av dörrstängare* påverkar brandförloppet.

12.1.1 Sprinklersystem

För att ta reda på hur installation av ett sprinklersystem kan påverka brandförloppet simulerades alla scenarier igen i CFAST. Scenarierna simulerades identiskt med grundscenarierna förutom att en sprinkler placerades i varje rum. Sprinklerna som testades aktiverade vid 68°C och hade ett RTI-värde på 100 (ms)^{1/2}, enligt rekommendationer från Svenska brandskyddsföreningen (2004). En faktor som ska beaktas är att CFAST, oavsett brandens storlek, förutsätter att effektutvecklingen sjunker vid användning av sprinkler (Peacock, 2005).

Resultaten från simuleringarna, se Bilaga B.3.1, visar att temperaturen i brandgaslagret når kritiska förhållanden endast i Korridordel 1:5, Scenario 1. Detta kan jämföras med grundscenarierna där kritiska förhållanden för temperaturen nåddes i de flesta korridordelar i alla scenarier. Kritiska förhållanden gällande strålningsdos och strålningsintensitet uppnås inte i någon korridordel i något scenario. Detta kan jämföras med att kritiska förhållanden för strålningsdos och strålningsintensitet i grundscenarierna uppnåddes i flera korridordelar. Sikten analyserades på samma sätt som i grundscenarierna och förbättrades något men understeg fortfarande 10 meter i brandgaslagret. Maxeffekten för bränderna sjönk markant i alla scenarier. I Scenario 2 uppstår kritiska förhållanden med avseende på brandgaslagrets höjd 20 – 50 sekunder senare än i grundscenariot. Att brandgaslagret i många scenarier inte påverkas alls, eller endast mycket lite, antas bero på att temperaturskillnaden mellan det övre och det undre lagret är så pass liten att skiktning inte uppstår. I och med att kritiska förhållanden uppstår före sprinklern aktiveras skulle ett lägre RTI-värde kunna väljas. Det leder dock till att temperaturskillnaden mellan lagren minskar ytterligare och resultatet hamnar längre utanför CFAST begränsningar.

Det är viktigt att påpeka att installation av ett sprinklersystem förbättrar förhållandena i lokalen trots att tiderna till kritiska förhållanden, enligt simuleringarna, inte minskar. Branden uppnår inte en högre effekt än ca 0,3 MW, vilket motsvarar ungefär 3 mindre papperskorgar. Denna brand anses betydligt mer hanterbar än den ursprungliga effektutvecklingen.

12.1.2 Dörrstängare

De scenarier som berörs av dörrstängare är Scenario 2 och Scenario 3 då Scenario 1 saknar dörr till brandrummet. För att ta reda på hur installation av dörrstängare kan påverka brandförloppet simulerades alla scenarier i CFAST ytterligare en gång. Initialt valdes en dörr med öppningsfaktorn 0, men på grund av att branden blir ventilationskontrollerad stannade simuleringarna redan efter drygt 1 minut. Då placerades istället en springa med arean 0,05 m² i golvnivå på de ställen där dörrar tidigare funnits. Anledningen till att den placerades i golvnivå var att springan då ger upphov till utflöde av brandgaser så sent som möjligt.

Det kan konstateras att maxeffekten för bränderna sjönk markant och att branden slocknade efter 190 – 280 sekunder. I Scenario 3, vid simulering av Trolig effektutveckling, uppstår inte kritiska förhållanden med avseende på temperatur i någon korridordel. För Scenario 2 respektive Scenario 3 med Rekommenderad effektutveckling når temperaturen kritiska förhållanden i de flesta korridordelar. Brandgaslagrets höjd når kritiska förhållanden i alla scenarier och det påverkas endast i ringa omfattning av dörrstängarna. Kritiska förhållanden gällande strålningsdos och strålningsintensitet uppnås inte i någon korridordel i något scenario. Detta kan jämföras med att kritiska förhållanden för strålningsdos och

strålningsintensitet i grundscenarierna uppnåddes i flera korridordelar. Sikten analyserades på samma sätt som i grundscenarierna och förbättrades något men understeg fortfarande 10 meter i brandgaslagret. Dock ska det poängteras att precis som vid simuleringen av åtgärdsförslaget *Installation av sprinklersystem* är temperaturskillnaden mellan det övre och det undre lagret i många fall inte speciellt stor och det kan därför misstänkas att skiktning inte uppstår i flertalet korridordelar. Resultaten från simuleringar med dörrstängare presenteras i sin helhet i Bilaga B.3.2.

Simuleringarna i CFAST visar på förbättrade förhållanden i lokalerna men ingen markant ökning av tiden till kritiska förhållanden. Branden uppnår inte en högre effekt än ca 0,6 MW, vilket anses betydligt mer hanterbart än den ursprungliga effektutvecklingen.

Att dörrstängare inte skulle påverka tiden till kritiska förhållanden anses inte vara rimligt. Orsaken till resultaten från simuleringarna kan vara den förhållandevis stora öppning som använts. Sannolikt är istället att en stängd dörr till brandrummet medför att brandgaserna inte i någon större omfattning sprids till anslutande rum. Detta gör att tiden till kritiska förhållanden skulle förlängas.

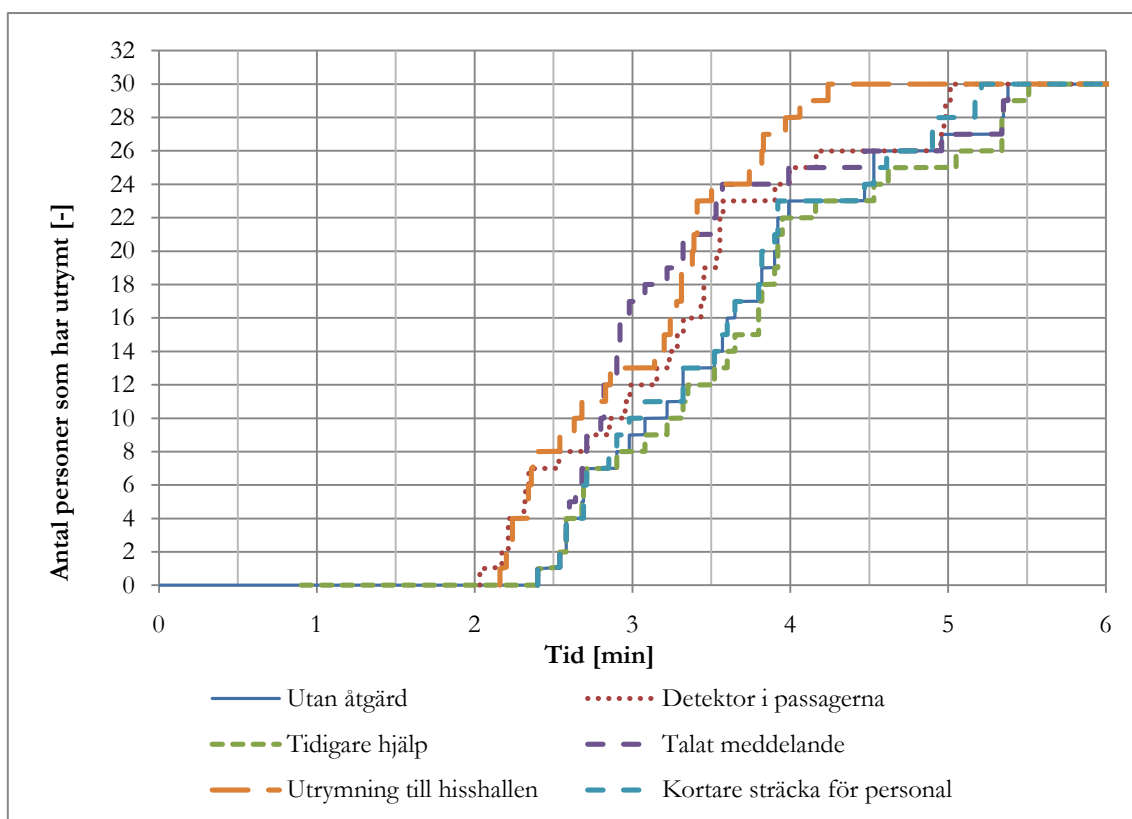
Simuleringarna som genomförts med dörrstängare skulle dock kunna ses ge en bild av hur en dåligt fungerande dörrstängare påverkar förhållandena. Därför är dessa simuleringar fortfarande av intresse då de visar på vikten av fungerande dörrstängare.

12.2 Utrymningsförlopp

Sju åtgärdsförslag förbättrar situationen vad gäller den tid det tar att utrymma. Referensfallet som har valts är Scenario 1, Fall 1:2. Det innebär en fullbelagd avdelning och att patienternas assistansbehov är måttliga. Val av referensfall påverkar starkt det resultat olika åtgärdsförslag ger vilket är viktigt att tänka på. Om patienternas hjälpbehov är större, skulle resultatet påverkas mest av de åtgärdsförslag som resulterar i att personal hjälper till vid tidigare tillfälle såsom *Tidigare hjälp från angränsade våningsplan* eller *Byte mellan lokalerna matsal och personalmatsal*. I Fall 1:3 där det finns 5 sängliggande patienter kommer endast den personal som finns på avdelningen att kunna hjälpa till. När personal från annan avdelning bli tillgänglig har alla sängliggande patienter blivit tilldelade en person ur personalen. Detta innebär att om detta valts som referensscenario skulle åtgärder såsom *Tidigare hjälp från angränsade våningsplan* inte ge någon förändring i resultat. I tabellen syns ID som är kopplade till varje åtgärdsförslag. Dessa ID används även i Figur 28. Åtgärdsförslaget *Tidigare hjälp från angränsade våningsplan* gav en längre utrymningstid än referensfallet. Detta gäller inte i verkligheten utan en begränsning i programmet ERM är förklaringen till det märkliga resultatet. Denna begränsning diskuteras i Bilaga A.1 som behandlar den teori som ligger bakom ERM. I en av kolumnerna i Tabell 12 visar hur stort antal personer som har utrymt efter 3 minuter och 30 sekunder. Syftet med denna tid är endast att skapa en referenspunkt för att möjliggöra jämförelse av effekten av de olika åtgärdsförslagen.

Tabell 12. Översikt över hur vissa åtgärdsförslag påverkar utrymningsförloppet.

Åtgärdsförslag	ID	Antal personer som har utrymt efter 3 minuter och 30 sekunder	Total utrymningstid	Tidsskillnad jämfört med referensfallets totala utrymningstid
Inget (Scenario 1, Fall 1:2)	Utan åtgärd	13 personer	5 min 20 s	0 s
Detektor i passagerna	Detektor i passagerna	19 personer	5 min 0 s	-20 s
Tidigare hjälp från angränsade våningsplan	Tidigare hjälp	11 personer	5 min 30 s	+10 s
Talat meddelande	Talat meddelande	21 personer	5 min 20 s	0 s
Strukturering och förtydligande av information till personal	Utrymning till hisshallen (närmaste angränsande brandcell)	23 personer	4 min 10 s	-70 s
Avdelningsspecifik utbildning för personal	Utrymning till hisshallen (närmaste angränsande brandcell)	23 personer	4 min 10 s	-70 s
Byte mellan lokalerna matsal och personalmatsal	Kortare sträcka för personal	13 personer	5 min 10 s	-10 s



Figur 28. Scenario 1, Fall 1:2, antal personer som har utrymt inom en given tid. Kurvorna visar vilken effekt olika åtgärdsförslag ger. Kurvorna representerar de olika ID som presenteras i Tabell 12.

Åtgärderna *Strukturering och förtydligande av information till personal* samt *Avdelningsspecifik utbildning för personal* har markant störst påverkan på utrymningstiden. Rent konkret är skillnaden att utrymningen sker till säker plats (närmaste angränsande brandcell) istället för utrymning till en plats bortom två brandceller. Närmaste angränsande brandcell är för Scenario 1 och 3 är brandcellen som kallas för Hisshallen.

De åtgärder som finns under rubriken *11.2 Åtgärder som skall genomföras* som direkt påverkar utrymningstiden är:

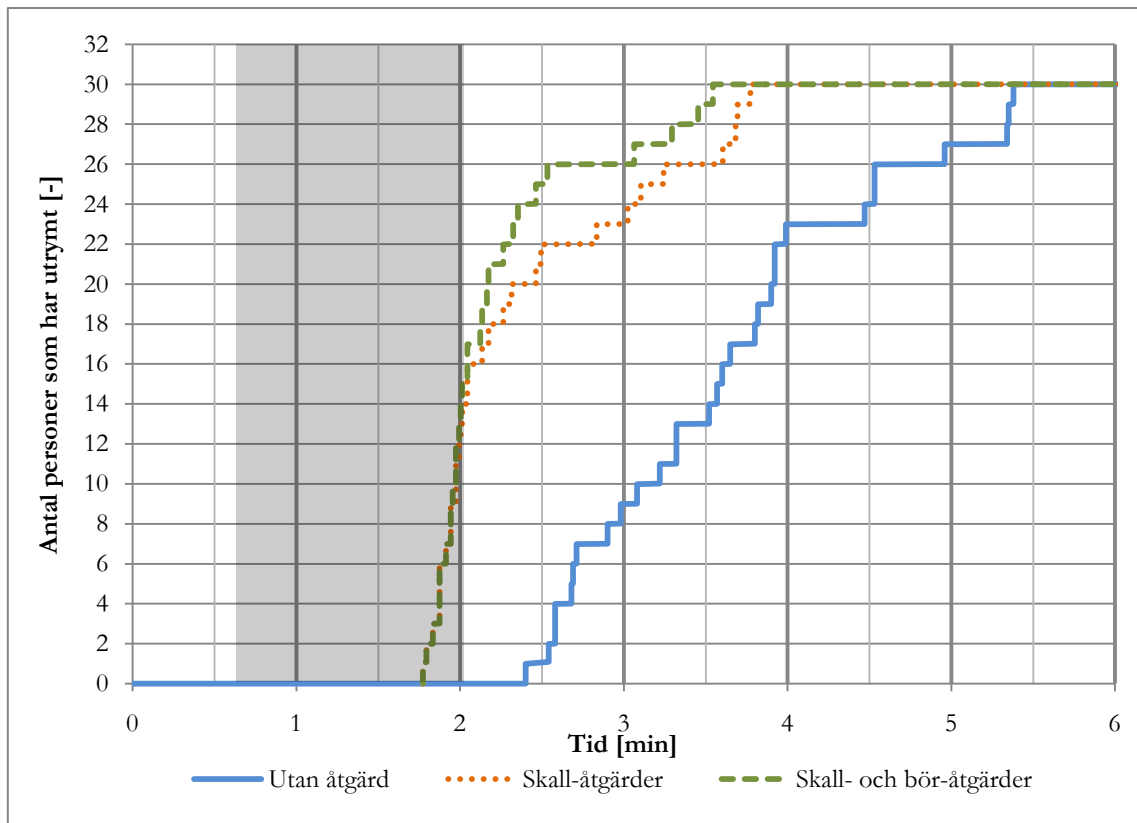
- Installation av detektorer i passagerna mellan patientrum och korridor
- Talat meddelande
- Strukturering och förtydligande av information till personal
- Avdelningsspecifik utbildning för personal

Dessa har simulerats i ett paket i Scenario 1, Fall 1:2, och jämförts med samma scenario och fall fast utan genomförda åtgärder, se Figur 29. Totala utrymningstiden med dessa åtgärder minskades från 5 minuter och 20 sekunder till 3 minuter och 50 sekunder. En minskning på 1 minut och 30 sekunder som motsvarar 30 % kortare total utrymningstid. Vid tiden 3 minuter och 30 sekunder har 26 personer utrymt till säker plats istället för 13 personer, vilket är en ökning med 100 %. Utan någon genomförd åtgärd är första personen på säker plats vid tiden 2 minuter och 20 sekunder, vid samma tid med åtgärderna som skall genomföras har 18 personer utrymt.

De åtgärder som finns under rubriken *11.3 Åtgärder som bör genomföras* som direkt påverkar utrymningstiden är:

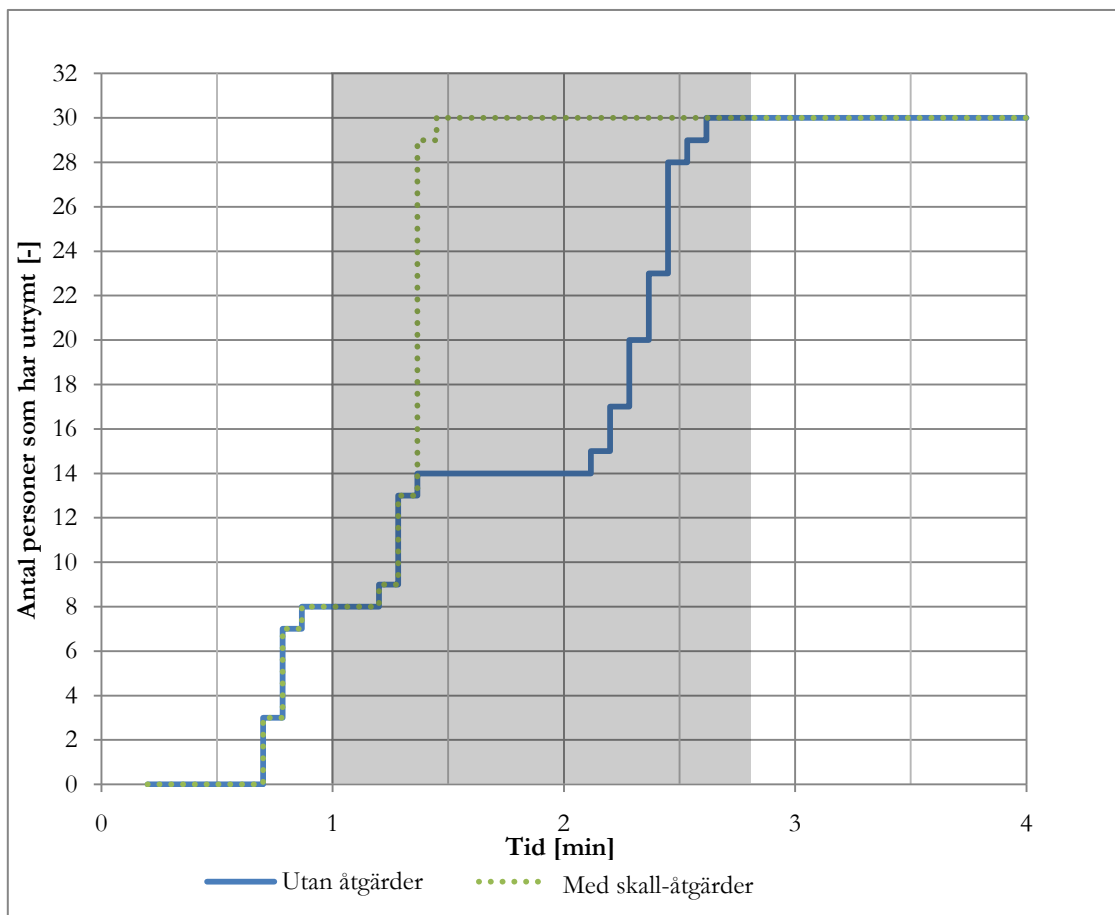
- Tidigare hjälp från angränsande våningsplan
- Byte mellan lokalerna matsal och personalmatsal

Om bör-åtgärderna ovan dessutom genomförs, minskas den totala utrymningstiden med ytterligare 20 sekunder. Vid 3 minuter och 30 sekunder har då ytterligare tre personer hunnit utrymma till säker plats. Detta ger till och med bättre resultat än om personalstyrkan nattetid ökar från fyra personer till sex personer. Jämförelsen visar hur viktigt det är att personalen agerar snabbt och påbörjar utrymning så fort som möjligt. Ökningen till sex personer i personalen är endast ett exempel.



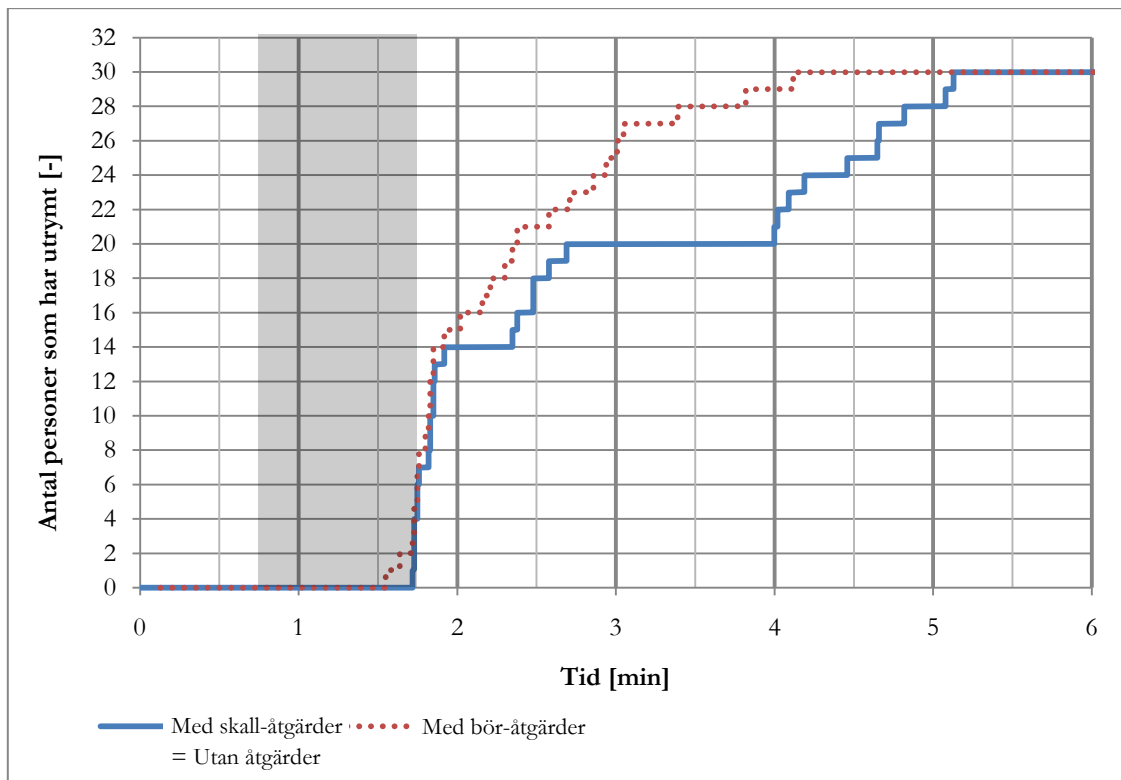
Figur 29. Antal personer som har utrymt inom en given tid . Kurvorna visar vilken effekt olika paket av åtgärdsförslag ger på Scenario 1, Fall 1:2. Det gråa området markerar det intervall inom vilket kritiska förhållanden uppstår för läget med skall-åtgärder.

För Scenario 2 har skall-åtgärden *Talat meddelande* en väldigt positiv effekt. Den totala utrymningstiden ändras från tiden 2 minuter och 30 sekunder till 1 minut och 20 sekunder med den åtgärden. Detta har att göra med att alla personer i skolan och lekterapin inte anses se branden och därmed har en förberedelsestid på 120 sekunder om endast ringklocka används som utrymningslarm. Med talat meddelande minskas förberedelsestiden till 60 sekunder. Viktigt att påpeka är att det alltid finns personal på plats om verksamhet bedrivs i denna brandcell. Om personalen meddelar barnen i ett tidigt skede samt underlättar förberedelserna för dem, kan detta ge samma effekt som åtgärdsförslaget *Talat meddelande*. Inga andra åtgärdsförslag, varken skall- eller bör-åtgärder, påverkar detta utrymningsscenario.



Figur 30. Antal personer som har utrymt inom en given tid i Scenario 2. Utan åtgärder och med skall-åtgärder. Det gråa området markerar det intervall inom vilket kritiska förhållanden uppstår för läget med skall-åtgärder.

För Scenario 3 där det brinner i Expeditionen kommer skall-åtgärderna inte göra någon skillnad för utrymningssimuleringarna. Åtgärdsförslaget *Strukturering och förtydligande av information till personal* samt *Avdelningsspecifika utbildning för personal* handlar om att istället för att evakuera till avdelningen bredvid enbart evakuera till hisshallen (närmaste angränsande brandcell). För Scenario 3 har det antagits att evakuering horisontellt är omöjligt och evakuering till säker plats enbart kan ske via trapporna. Åtgärdsförslaget *Talat meddelande* förkortar förberedelsetiden för människor som inte ser branden från 120 sekunder till 60 sekunder. För Scenario 3 antas alla se branden eller rök från branden efter 60 sekunder och således har talat meddelanden ingen förbättrande effekt för förberedelsetiden. Detektorn i Expeditionen detekterar först följt av en detektor i korridoren. Ytterligare en detektor längre bort i korridoren ger ingen positiv inverkan. Åtgärden *Byte mellan lokalerna matsal och personalmatsal* är ej av intresse eftersom scenariot bygger på att personalen vistas på avdelningen under nattetid. Enda åtgärden som går att värdera är bör-åtgärden *Tidigare hjälp från angränsade våningsplan*. För Scenario 1, Fall 1:2 gav denna åtgärd inte så stor nytta men för Scenario 3, Fall 3:2 gav denna åtgärd betydligt bättre resultat. Totala utrymningstiden sjunker från 5 minuter och 10 sekunder till 4 minuter och 10 sekunder tack vare denna åtgärd.



Figur 31. Antal personer som har utrymt inom en given tid i Scenario 3, Fall 3:2. Utan åtgärder och med bör-åtgärden *Tidigare hjälp från angränsande våningsplan*. Det gråa området markerar det intervall inom vilket kritiska förhållanden uppstår för läget med skall-åtgärder.

I nästa kapitel värderas säkerhetsnivån med genomförda skall-åtgärder. Detta främst med utgångspunkt i simuleringarna ovan.

13 Värdering av säkerhetsnivån med genomförda åtgärdsförslag

Nedan värderas läget som det skulle bli om samtliga skall-åtgärder genomförs.

13.1 Jämförelse mellan utrymningstid och tid till kritiska förhållanden

Utrymningssimuleringarna ger den tid det tar för personerna inom avgränsningen att utrymma. Detta jämförs nedan med den tid som det, enligt genomförda brandsimuleringar, tar tills kritiska förhållanden uppstår. Tider för utrymning återfinns i Figur 29 till Figur 31 och tider då kritiska förhållanden uppstår presenteras i Bilaga B.3.1.

- I **Scenario 1: Textilförrådet** har de första personerna hunnit utrymma efter ca 1 minut och 50 sekunder, medan kritiska förhållanden för fallet Trolig effektutveckling nås i intervallet 40 sekunder till 2 minuter, beroende på var inom brandcellen man befinner sig. Om man istället tittar på fallet Rekommenderad effektutveckling uppstår kritiska förhållanden efter mellan 40 sekunder till 1 minut och 50 sekunder. I Passagen uppstår, i båda effektutvecklingsfallen, kritiska förhållanden redan efter 10 sekunder men osäkerheten vad gäller denna tid är stor eftersom branden är placerad i dörröppningen till detta rum.

Tiden till sista person utrymt vid Scenario 1, Fall 1:2, sänks från 5 minuter och 20 sekunder till 3 minuter och 50 sekunder. En minskning med 1 minut och 30 sekunder. Av 30 personer har mellan 0 och 12 personer utrymt då kritiska förhållanden uppstår, vilket kan ses i Figur 29.

Slutsatsen blir att det finns risk för att flera personer fortfarande inte hinner utrymma innan kritiska förhållanden uppstår.

- I **Scenario 2: Linneförrådet** har de första personerna hunnit utrymma efter ca 40 sekunder medan kritiska förhållanden uppstår i intervallet 1 minut till 2 minuter och 50 sekunder beroende på var inom brandcellen man befinner sig. Dock ska det poängteras att de personer som utrymmer sist gör detta genom en korridordel i vilken kritiska förhållanden inte uppstått innan utrymningen är klar.

Av 30 personer har 8 personer hunnit utrymma efter 1 minut medan alla har utrymt efter 1 minut och 30 sekunder. Antal personer som har utrymt då kritiska förhållanden uppstår kan ses i Figur 30.

Slutsatsen blir att utrymning troligtvis kan ske på ett godtagbart sätt.

- I **Scenario 3: Expeditionen** har de första personerna hunnit utrymma efter 1 minut och 10 sekunder medan kritiska förhållanden uppstår i intervallet 50 sekunder till 1 minut och 40 sekunder beroende på var inom brandcellen man befinner sig. Den totala utrymningstiden för detta scenario är 5 minuter och 40 sekunder. Detta gäller för både fallet Trolig effektutveckling och fallet Rekommenderad effektutveckling.

Av 30 personer har inga personer utrymt vid tiden 1 minut och 40 sekunder, då kritiska förhållanden uppstått i samtliga korridordelar. Dock har 12 personer utrymt vid tiden 1 minut och 50 sekunder, vilket kan ses i Figur 31.

Slutsatsen blir att det finns risk för att ingen person hinner utrymma innan kritiska förhållanden uppstår.

13.2 Alternativ värdering av utrymningsförloppet med genomförda åtgärdsförslag

Istället för att jämföra tiden till kritiska förhållanden med totala utrymningstiden kommer här en alternativ jämförelse. Denna har gjorts för Scenario 1 och 3 eftersom det är i dessa scenarier som kritiska förhållanden uppstår innan utrymningen har fullföljts. Här studeras vad den sista personen som mest utsätts för minuten innan personen kommer i säkerhet. Att just en minut valts beror på att det är den maximala tiden det tar för en patient att förflytta sig från sitt rum till säker plats. Strålningsdosen räknas på den minut som patienten i värsta fall befinner sig i korridoren. Den tiden patienten befinner sig i sitt rum anses personen inte påverkas av branden. Det finns dock, som tidigare nämnts, risk för brandgasspridning via ventilation.

Tabell 13. Förhållanden i värsta troliga korridordel under sista minuten av utrymningen vid läget med skall-åtgärderna genomförda. Scenario 1 och 3, Trolig effektutveckling.

Rum	Strålningsdos [kJ/m ²] utöver 1kW/m ²	Strålningsintensitet [kW/m ²]	Sikt [m]	Brandgasernas temperatur [°C]	Brandgaslagrets höjd [m]
Scenario 1	0	0,12	1,9	70	1,1
Korridordel 1:4					
Scenario 3	0	0,04	Uppgift saknas	40	1,1
Korridordel 3:4					

Kritiska fria höjden i korridorerna är uträknad till 1,84 meter. Utan åtgärder ligger den fria höjden på 80 – 90 cm och brandgasernas temperatur så högt som 190 – 200 °C vid utrymningens allra sista skede. Skall-åtgärderna ökar den fria höjden med ca 20 cm och sänker temperaturen med ca 140 °C. Brandgaslagrets höjd och sikt är, enligt Boverkets definition av kritiska förhållanden (Boverket, 2008), ej på en acceptabel nivå. Temperaturen och strålningsintensiteten är dock så pass låga att personer troligen skulle klara av att vistas i dessa förhållanden under en minut. För att kunna dra dessa slutsatser har även giftigheten, i form av syre-, koldioxid- och kolmonoxidkoncentration, analyserats. Dessa värden var dock aldrig i närheten av kritiska nivåer. Dessutom ska påpekas att denna analys är utförd för den maximala belastningen 30 patienter. Vid normal belastning, vilket är ca 15 patienter, blir förhållandena bättre.

Slutsatsen i stort blir att med skall-åtgärderna genomförda anses det sannolikt att utrymning kan ske på ett sådant sätt att inga personer riskerar att ådra sig omfattande skador.

I nästa kapitel diskuteras olika aspekter av analysen i stort.

14 Diskussion

Många parametrar innehåller mer eller mindre osäkerhet vilket är viktigt att ha i åtanke när denna analys läses. Osäkerheterna har i vissa fall behandlats genom att intervall använts, i andra fall har bedömningar lett fram till att ett fast värde valts. Nedan diskuteras vissa av de osäkerheter som finns i använda parametrar samt ett antal punkter som anses relevanta för analysen.

Förbrinntid

Vanligt är att i samband med brandförlopp prata om en förbrinntid. Detta innebär att i många fall under startskedet av en brand så är effektutvecklingen kontinuerligt låg under en tid innan den accelererar. Det kan innebära att rök bildas och detektion sker innan branden tar fart. I denna rapport har de dimensionerande bränderna ej designats på ett sådant sätt att en eventuell förbrinntid tas med. Om förbrinntid hade tagits med skulle det kunnat medföra att bränderna detekterats i ett tidigare skede. Anledningen till att ingen förbrinntid tagits med är att det råder stora osäkerheter i denna parameter, som kan variera från noll sekunder och uppåt. Valet att inte ta med någon förbrinntid påverkar resultaten åt det konservativa hållet.

Detektionstid

Detektion sker i vissa fall, enligt simuleringarna, efter det att kritiska förhållanden uppstått. Detta kan bero på att rökdetektorerna har approximerats med värmedetektorer som aktiveras vid en temperaturökning hos detektorn på 13 °C. Det är dock troligt att detektion, i verkligheten, sker före det att kritiska förhållanden uppstår. Tidigare detektion skulle dock inte medföra någon förändring av slutsatserna i stort.

Förberedelsetid

Valet av förberedelsetid är en viktig faktor för hur säkert utrymningen bedöms kunna ske. I denna analys har det utgått från schablonvärden för förberedelsetid för olika kategorier av människor. Dessa kan i vissa fall anses vara väl tilltagna. Exempelvis används förberedelsetiden två minuter för personer, förutom personal, som inte ser branden. Personalen har en kortare förberedelsetid och det kan anses rimligt att personalen i ett tidigt skede informerar övriga personer vad som händer. Innebörden skulle därmed bli att de personer som inte är en del av personalen borde ges en kortare förberedelsetid än den schablonmässiga. Med detta resonemang blir åtgärdsförslaget om talat meddelande mindre betydelsefullt.

Längre förberedelsetid än tid till kritiska förhållanden

I analyserna har utgått från att personer som inte ser branden har förberedelsetiden två minuter. I vissa fall har enskilda personer längre förberedelsetid än tiden det tar till kritiska förhållanden. Detta är inte förenligt med verkligheten. Dock påverkas inte den totala utrymningstiden eftersom förberedelsetiden inte är av betydelse för sängliggande patienter, vilka är de sista som utryms, då det är personalen som utför utrymning av dessa.

Förhållanden i närmast belägna brandcell

När utrymning sker till angränsande brandcell istället för till två brandceller bort uppnås den positiva effekten att utrymningen kan slutföras snabbare. Förhållandena i den angränsande brandcellen bör dock beaktas. Då dörrarna kommer att öppnas och stängas frekvent vid utrymning kommer brandgaser att spridas till angränsande brandcell. Vilka förhållanden som uppstår i den brandcell till vilken utrymning sker är svårt att utvärdera och har således inte utretts.

CFAST-resultatens trovärdighet

För att hantera problemet med hur programmet CFAST behandlar transporttiden för brandgaser har taktträsklar använts där de virtuella öppningarna avskiljer olika korridordelar. Detta tillsammans med det faktum att korridorerna delats upp kan eventuellt ge en överdrivet stor inblandning av kall luft.

Under arbetets gång var vi skeptiska till hur verklighetstroga resultaten från CFAST-simuleringarna är. Detta med tanke på våra förenklingar och den tvåzonsmodell som används i programmet. Dock visade det sig att den mer avancerade CFD-simuleringen, som gjordes för ett av scenarierna, gav ungefär samma resultat som motsvarande CFAST-simulering. Tack vare detta ökade vår tilltro till de använda simuleringsresultaten. Dock bör poängteras att även CFD har begränsningar samt att vissa förenklingar gjorts vid simuleringen vilket gör att resultaten inte representerar verkligheten fullt ut.

Dörrstängare

Åtgärdsförslaget *Installation av dörrstängare* ger mycket goda resultat förutsatt att branden ifråga uppstår i ett rum som kan avskiljas med hjälp av dörrstängare. Skulle exempelvis branden starta i en korridor eller i någon av passagerna skulle denna lösning inte förbättra förhållandena i utrymningsvägarna. Därav är detta en bör-åtgärd. Det ska dock poängteras att åtgärden ger goda effekter för många tänkbara scenarier och ligger därmed på gränsen till att vara en skall-åtgärd.

Motsägelsefulla resultat för simuleringarna och BSI

Brandskyddsindex, vilket ger en bild av den samlade brandsäkerheten, erhöll för Avdelning 043 ett högt värde som indikerar en tillfredställande säkerhet. Resultaten från brand- och utrymningssimuleringarna pekar å andra sidan på en låg säkerhet. Orsaken till denna skillnad kan vara att indexmetoden utvärderar brandsäkerheten utifrån ett ganska brett perspektiv. Två parametrar som i hög grad påverkar resultaten från brandsimuleringarna men inte värdet på BSI är vilken dimensionerande brand som väljs och lokalernas takhöjd. Viktigt att påpeka är att vid bedömning av utrymningssäkerheten har fokus lagts på resultaten av simuleringarna. Det kan utifrån resultaten av denna analys diskuteras om det är lämpligt att påstå att det finns en gräns för värdet på BSI över vilken BSI anses indikera en tillfredställande säkerhet.

Ytterligare åtgärdsförslag

Förutom de åtgärdsförslag som presenteras i Kapitel 11 finns ytterligare åtgärder som kan övervägas. En av dessa är att dela upp korridorerna genom att sätta upp ett eller flera brandklassade väggpartier. Detta skulle begränsa brandgasspridningen men också ge sämre förhållanden i den korridor del som ansluter till brandrummet. För att avgöra huruvida förslaget är lämpligt att genomföra krävs vidare analys.

En annan åtgärd som inte nämnts tidigare är att begränsa antalet patienter. Förslaget skulle göra att utrymning kan slutföras snabbare. För att avgöra hur en sådan begränsning skulle utformas krävs vidare utredning.

Avslutningsvis

Resultaten i denna rapport bör ses som fingervisningar för hur ett verkligt scenario kan se ut. De modeller och antaganden som används i rapporten medför osäkerheter. Det är dock troligt att en utrymning i vissa fall, förutsatt läget vid objektsbesöket 8:e februari, inte kommer att kunna ske tillräckligt snabbt. Även om utrymningarna skulle gå flera minuter snabbare räcker det inte alltid.

Litteraturförteckning

Ahrens, M. (2006). *Selections from U.S. fires in selected occupancies health care facilities, excluding nursing homes*. Quincy: National Fire Protection Association.

Alvord, D. M. (1985). *Status report on the Escape and rescue model and the fire emergency evacuation simulation for multifamily buildings*. New York: American Institute of Architects Foundation.

Andersson, P. (januari 2005). *SP Fire DataBase*. Hämtat från <http://www.sp.se/sv/index/services/firedb/Sidor/firedb.aspx> den 15 april 2010

Bengtson, S., Blomqvist, J., Danielsson, T., Delin, M., Fagergren, T., Frantzich, H., o.a. (2005). *Brandskyddsbandboken*. Lund: Lunds Tekniska Högskola.

Boverket. (2008). *Regelsamling för byggande, BBR 2008*. Karlskrona: Boverket.

Boverket. (2006). *Utrymningsdimensionering*. Karlskrona: Boverket.

Bwalya, A. C. (2005). *Design Fires for Commercial Premises - Results of Phase 1*. Canada: National Research Council Canada.

Dafo 1, B. (i.u.). *CO2-släckare*. Hämtat från Dafo Brand: <http://www.dafo.se/content.aspx?pId=kolsyreslackare&mId=268> den 19 april 2010

Dafo 2, B. (i.u.). *Skumsläckare*. Hämtat från Dafo Brand: <http://www.dafo.se/content.aspx?pId=skumslackare&mId=269> den 20 april 2010

Drysdale, D. (2002). *Thermochemistry*. In the SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Third Edition. Quincy: National Fire Protection Association.

Frantzich, H. (1998). *Användarmanual till SIMULEX ver. 1.2*. Lund: Lunds Tekniska Högskola.

Frantzich, H. (2000). *Brandskyddsvärdering av vårdanläggningar*. Karlstad: Räddningsverket.

Frantzich, H. (19 januari 2010). Föreläsningssanteckning: Utrymning och människors beteende. Lund.

Jensen, L. (2002). *Brandgasspridning via ventilationsystem*. Lund: Lunds tekniska högskola.

Karlsson, B., & Quintiere, J. G. (2000). *Enclosure Fire Dynamics*. Boca Raton: CRC Press.

McGrattan, K., Hostikka, S., Klein, B., & Floyd, J. (2008). *Fire Dynamics Simulator (Version 5) User's Guide*. Washington: NIST.

National Fire Protection Association. (2002). *APPENDIX C Fuel Properties and Combustion Data*. In the SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Third Edition. Quincy: National Fire Protection Association.

Nilsson, D. (16 februari 2010). Föreläsningssanteckning: Bränder och människors beteende I. Lund.

Nystedt, F. (2010). *Brandscenarier och dimensionerande bränder*. Hämtat från LUVIT: <http://luvit.ced.lu.se> den 16 april 2010

Peacock, R. D. (2005). *CEFAST Technical Reference Guide*. Washington DC: NIST.

Region Skåne. (i.u.). *Region Skåne*. Hämtat från Centralsjukhuset Kristianstad:
<http://www.skane.se/default.aspx?id=2046> den 15 februari 2010

Särdqvist, S. (2006). *Vatten och andra släckmedel*. Karlstad: Räddningsverket.

Steinhaus, T., & Jahn, W. (2007). *Laboratory Experiments*. Edinburgh: BRE Centre for Fire Safety Engineering.

Svenska brandskyddsföreningen. (2004). *SBF 120:6 Regler för automatiskt Vattensprinklersystem*.

Tewarson, A. (2002). *Generation of Heat and Chemical Compounds in Fires*. In the SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Third Edition. Quincy: National Fire Protection Association.

Bilaga A Teori

I denna bilaga presenteras den teori som ligger bakom programmen som använts vid simuleringar av brand- och utrymningsförlopp.

A.1 ERM

Inom avgränsningen kan det finnas patienter som behöver extra hjälp för att kunna utrymma. Det innebär att den tid det maximalt tar att utrymma avdelningen i stor uträkning kommer påverkas av hjälpbehovet hos patienterna samt personalantalet. Ett utrymningssimuleringsprogram som beaktar detta behov är Escape and Rescue Model, ERM. Det ERM tar hänsyn till förutom patientens hjälpbehov är gångtider, förberedelsestider och prioriteringar. Programmet tar inte hänsyn till kapaciteten hos utrymningsvägarna eller till hur människan påverkas av brand och rök. ERM kan maximalt simulera 15 vårdare och 75 patienter, vilket är långt över det antal personer som vistas inom avgränsningen. Modellen förutsätter att tiden noll är den tid då ett automatiskt brandlarm aktiveras. Förutom den information som programmet ger måste även den tid det tar att upptäcka branden beaktas. I programmet skapas ett nätverk av punkter som kallas noder. Dessa noder representerar t.ex. rum, dörrar och trappor. Vid dessa noder placeras patienter och vårdare. Noderna sammankopplas och vårdarna är programmerade att välja den kortaste vägen till säker plats om vägval måste göras. Förutom totaltid för utrymningen fås information om hur personer har gått, vårdarnas prioriteringar samt deltider för vissa händelser. (Alvord, 1985)

Programmet är uppbyggt på ett sådant sätt att alla patienter rangordnas efter vilken ordning personalen ska hjälpa dem. Programmet ser inte till så att personalen assisterar den patient som är närmast utan följer rangordningslistan rakt av. Detta innebär att en åtgärd som gör att personal kan hjälpa till tidigare kan ge ett negativt resultat. Ett exempel är två patienter och två vårdare. Patient 1 får rangordningsnumret ett och patient 2 får rangordningsnummer två. Vårdare 1 är nära patient 1 och 2 är nära patient 2. Om vårdare 1 blir ledig efter 10 sekunder och vårdare 2 efter 20 sekunder så kommer vårdare 1 gå till patient 1 och vårdare 2 gå till patient 2. Om ett åtgärdsförslag leder till att vårdare 2 kan starta redan efter 5 sekunder är detta positivt. I programmet måste dock vårdare 2 gå till patient 1 och kommer antagligen inte fram innan vårdare 1 är redo. Vid denna tidpunkt måste vårdare 1 ta patient 2 eftersom vårdaren redan har tilldelats patient 1. Detta innebär att den totala utrymningstiden blir längre även om en vårdare blir tillgänglig vid tidigare tillfälle.

A.2 Simulex

Simulex är ett datorprogram för simulering av utrymning framtaget av IES, Integrated Environmental Solutions. Vid simulering definieras lokalens geometri genom att CAD-ritningar importerar till programmet. Utgångar definieras av användaren och olika plan sammanlänkas via trappor. Programmet beräknar därefter avståndskartor utgående ifrån avståndet till närmaste utgång från alla punkter i byggnaden. Karaktärerna i den utrymmande populationen går att individualisera efter eget behov genom att bland annat förändra förberedelsestid och gånghastighet.

I Simulex betraktas inte parametrar som försämrade sikt, höga temperaturer och giftiga gaser, som skulle kunna underskatta utrymningstiden. Personerna i Simulex är programmerade att antingen ta närmaste vägen till utgången eller att välja en viss utgång oavsett placering. Detta innebär att två personer som är på väg åt olika håll kan fastna mot varandra istället för att släppa förbi varandra i trånga utrymnen. Köbildning kan uppstå vid hörn eftersom de inte går bredvid varandra utan på led för att nå närmsta utrymningsväg. Personerna i programmet saknar förmåga att välja en annan utrymningsväg när köbildning uppstår (Frantzich, 1998). Dessa beteenden ger en överskattad utrymningstid.

A.3 CFAST

Datorprogrammet CFAST, Consolidated Fire and Smoke Transport Model, är ett exempel på ett verktyg som använder sig av tvåzonsmodellen. Programmet är framtaget av NIST, National Institute of Standards and Technology, och kan beräkna temperatur, strålning, höjd på brandgaslagret, sikt och flera andra variabler. Den information som programmet behöver är bland annat rumsgeometri, brandens egenskaper och information om de aktiva brandskyddssystem som finns. CFAST gör beräkningar på transport av brandgaser till angränsande utrymmen och kan därför göra simuleringar på fler än ett rum. Programmet använder McCaffreys plymmodell vid plymberäkningar. Utdata innehåller bland annat information om hur brandgaserna har spridit sig, strålningsnivåer och vilken temperatur det är i brandgaslagret. Denna information kan därefter användas till att dra slutsatser om huruvida kritiska förhållanden uppstår eller ej.

Förenklningar som görs är bland annat att syrehalten antas vara densamma i hela rummet och brandgasspridningen antas vara momentan. I långsmala utrymmen, ex. korridorer, kan detta innebära problem, vilket är fallet i denna rapport. Detta tas hänsyn till genom att taktrösklar införs vid simuleringar.

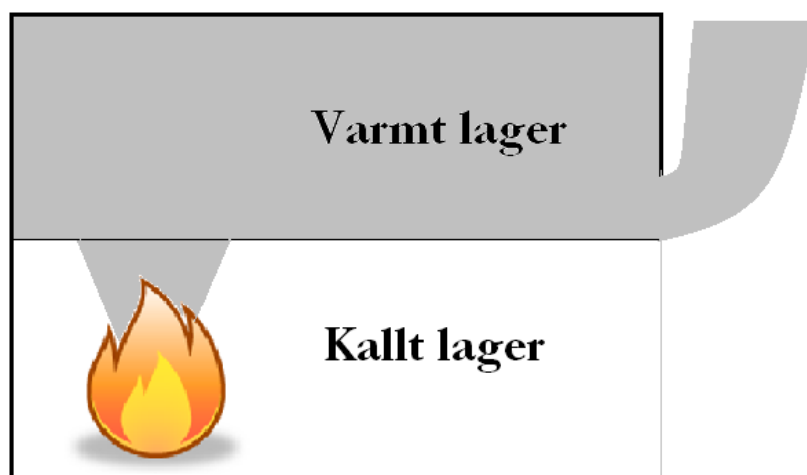
För att en simulering i CFAST ska ge bra resultat bör vissa rekommenderade geometriska förhållanden uppfyllas (Peacock, 2005). Dessa presenteras i Tabell 14 nedan. Vid simuleringarna i denna rapport har uppdelningen av korridordelarna gjorts enligt förhållandena i kolumnen *Acceptabelt* i samma tabell.

Tabell 14. Rekommenderade geometriska förhållanden för simulering i CFAST (Peacock, 2005).

Förhållande	Acceptabelt	Speciell hänsyn bör tas	Använd annan modell
Längd/Bredd (L/B)	$L/B < 3,0$	$3,0 < L/B < 5,0$	$L/B > 5,0$
Längd/Höjd (L/H)	$L/H < 3,0$	$3,0 < L/H < 6,0$	$L/H > 6,0$
Bredd/Höjd (B/H)	$B/H > 0,4$	$0,2 < B/H < 0,4$	$B/H < 0,2$

A.4 Tvåzonsmodellen

Tvåzonsmodellen är ett verktyg som delar upp brandrummet i ett varmt övre lager och ett kallt undre lager, se Figur 32. I det övre lagret samlas brandgaser tillsammans med den upphettade luften som blandas in i brandplymen. I det undre lagret antas det att luften har normal rumstemperatur (Karlsson & Quintiere, 2000).



Figur 32. En principiell bild av en tvåzonsmodell.

Inom tvåzonsmodellering görs vissa antaganden. Några av de viktigaste är:

- Ingen blandning mellan lagren accepteras.
- Ingen förbränning får ske i det övre lagret.
- Gaserna antas vara väl omblandade inom varje lager och temperaturen homogen.
- Brandrummet antas ha en lådformad geometri.

En fördel med tvåzonsmodellering är att simuleringarna inte är speciellt tidskrävande och därför är de mycket fördelaktiga när ett flertal iterationer med små ändringar i indata ska genomföras.

Modellen tar inte hänsyn till att brandgaserna kyls när de transporteras en lång väg, t.ex. i en korridor, och ger därför inte rättvisande resultat. Tvåzonsmodellering är från början anpassat till ett fåtal rum och resultaten korrelerar därför sämre med verkligheten ju fler rum som simuleras. Vid en liten brand i ett stort rum kommer det i verkligheten troligtvis inte uppstå någon skiktning och det är då inte korrekt att approximera med en tvåzonsmodell (Karlsson & Quintiere, 2000).

A.5 Alfa-t²

En av de vanligaste metoderna för beräkning av en brands effektutveckling är αt^2 -teorin. Brandens tillväxt beskrivs med hjälp av antagandet att effektutvecklingen ökar med tiden i kvadrat enligt:

$$\dot{Q} = \alpha t^2$$

där:

\dot{Q} = Effektutveckling [kW]

α = Tillväxtfaktor [kW/s²]

t = Tid [s]

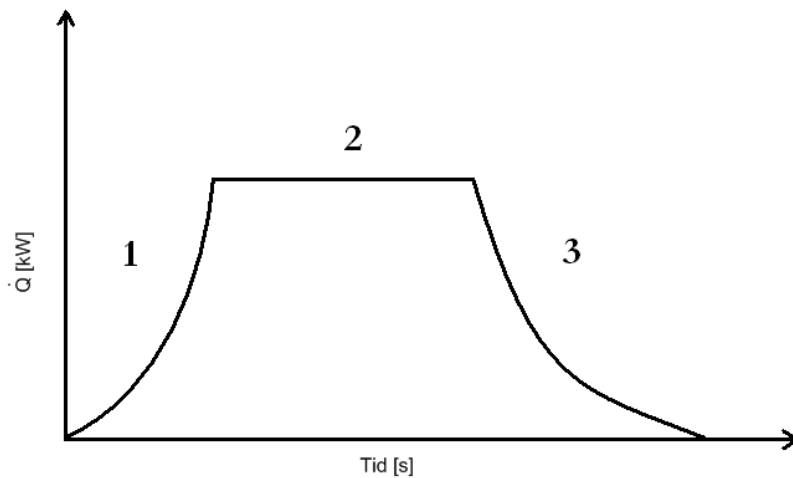
Teorin baseras på försök där tiden till brandens effektutveckling når 1055 kW har mätts upp. Dessa försök har resulterat i så kallade α -värden som beskriver brandens tillväxthastighet (Karlsson & Quintiere, 2000).

Tabell 15. I tabellen anges de α -värden som motsvaras av respektive tillväxthastighet samt den tid det tar för branden att nå 1055 kW.

Tillväxthastighet	α -värde [kW/s ²]	Tid till 1055 kW [s]
Slow	0,003	600
Medium	0,012	300
Fast	0,047	150
Ultra fast	0,190	75

Det finns α -värden tabellerade för en mängd olika material och föremål. Teorin har visat sig stämma väl överens med verkliga bränder och utifrån α -värdet kan därmed slutsatser om brandens tillväxthastighet dras. Dock ska man vara medveten om att αt^2 -teorin är en förenkling av verkligheten som saknar till exempel förbrinntid (Karlsson & Quintiere, 2000). Det innebär att branden enligt denna teori kommer nå den maximala effektutvecklingen tidigare än i verkligheten, vilket anses vara konservativt.

En brands effektutveckling brukar återges med hjälp av en kurva som principiellt kan delas in i tre olika faser enligt Figur 33.



Figur 33. Schematisk bild över en brands effektutveckling.

Den första delen (1) motsvarar tillväxtfasen, den andra delen (2) den maximala effekten och den tredje delen (3) avsvälningsfasen (Karlsson & Quintiere, 2000). Störst fokus läggs på tillväxtfasen och den maximala effekten eftersom räddningstjänsten vanligtvis kommer ha inlett en insats när brandförloppet befinner sig i avsvälningsfasen.

A.6 CFD

CFD står för Computational Fluid Dynamics och är en teknik för att på numerisk väg simulera flöden med hjälp av, ofta mycket kraftfulla, datorer. Beräkningarna bygger på Navier-Stokes ekvationer om flöden. Dessa ekvationer bygger på bevarandet av storheterna massa, rörelsemängd, energi och kontinuitet i var och en av de celler som bildas då ett tredimensionellt rutnät skapas.

Då dessa ekvationer är komplexa är det inte helt lätt att kartlägga CFDs begränsningar på samma sätt som exempelvis en tvåzonsmodell.

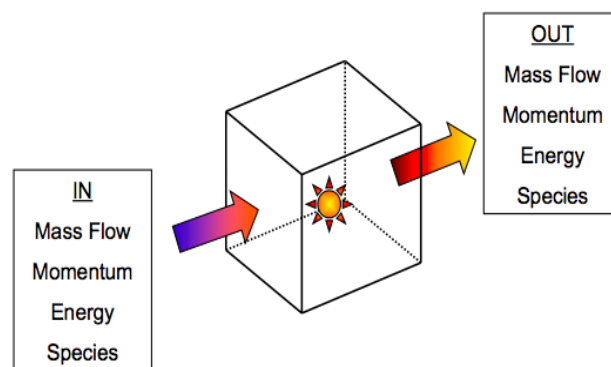
Istället listas nedan några vanliga felkällor vid CFD-simuleringar tillsammans med en kort förklaring till varför dessa parametrar är så viktiga.

Fel eller för enkel skildring av geometrin

Då all den information som finns om ett rum eller en byggnad omöjligt kan föras in måste förenklingar göras. Detta innebär att information som kan påverka brandförloppet tappas. Detta gäller inte bara geometrin utan även de material som rummet eller byggnaden består av. Det är inte heller till någon nytta att skapa en exakt och detaljrik geometri om inte rutnätet är fint nog att kunna återskapa dessa detaljer.

Fel eller för enkel skildring av fysiken

Då ett brandförlopp styrs av en mängd fysiska egenskaper så som exempelvis tryck, gravitation, strålning



Figur 34. Skiss som beskriver de principer som ligger till grund för Navier-Stokes ekvationer i en cell.

och kemiska processer är det viktigt att dessa modelleras på ett korrekt sätt. Det finns många olika modeller för att simulera dessa men då ingen kan representera verkligheten helt och hållet är det inte alltid självklart hur detta problem skall hanteras.

Avrundningsfel och trunkeringsfel

CFD använder sig av en mängd konstanter och variabler under sina beräkningar. Då vissa program, exempelvis FDS, rör sig framåt i både tid och rum, utifrån det resultat som gavs i ett tidigare steg, kan till synes små fel fortlöpa sig och leda till större fel. Både avrundningar och trunkeringsfel är dock ett måste för att programmet över huvud taget skall kunna hantera den datamängd som beräkningarna kräver.

Konvergensfel

För att komma igång med att lösa Navier-Stokes ekvationer tvingas CFD att gissa ett startvärde för varje cell. Därefter itererar programmet fram ett nytt värde och fortsätter på detta vis tills det att en viss konvergens har uppnåtts. Ett litet värde på konvergensen resulterar i en mer exakt lösning men kräver samtidigt mer resurser och tar därmed längre tid. Det gäller alltså att finna en balans mellan önskad exakthet och den tid simuleringen får ta.

Användarfel och programmeringsfel

Ingen CFD-modellering är bättre än personen som använder den. Det finns väldigt många parametrar att beakta vid en simulering som ger mycket olika resultat. Inte heller är programmet bättre än koden som det är skrivet i eller personen som den är skriven av. Båda dessa faktorer kommer med största sannolikhet att tillföra fel i simuleringen. Frågan är hur stora dessa fel blir.

I denna rapport har CFD-programmet FDS, Fire Dynamics Simulator, använts. FDS använder sig av en så kallad LES, Large Eddy Simulator, modellering vilket innebär att turbulensen representeras genom den största virvel som kan representeras inuti en cell. Detta innebär att FDS är väldigt känsligt när det kommer till cellstorleken. Med ett mycket fint rutnät kan en finare och förhoppningsvis mer exakt bild av branden skapas.

Bilaga B CFAST

I denna bilaga presenteras indata som används vid simuleringar i CFAST samt resultat från simuleringar av åtgärdsförslag .

B.1 Indata till CFAST-simuleringar

Nedan presenteras de indata som använts vid simulering av respektive scenario i CFAST.

B.1.1 Scenario 1: Textilförrådet

Simulation Environment

Simulation time: 900 sekunder

Temperature: 20 °C

Compartment Geometry

Tabell 16. Rumsgeometrier samt byggnadsmaterial i väggar och tak för Scenario 1.

Compartment	Depth [m]	Width [m]	Height [m]	Materials, walls	Materials, ceiling
Korridor 1:1	7.9	3.1	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Korridor 1:2	7.9	3.1	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Korridor 1:3	7.8	4.0	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Korridor 1:4	7.8	4.0	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Korridor 1:5	7.8	4.0	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Passage	3.9	2.2	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Textilförrådet	2.3	1.1	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)

Horizontal Flow Vents

Tabell 17. Öppningar mellan olika utrymmen samt till omgivningen för Scenario 1.

First Compartment	Second Compartment	Soffit [m]	Width [m]
Korridor 1:1	Korridor 1:2	2.1	3.1
Korridor 1:2	Korridor 1:3	2.1	3.1
Korridor 1:3	Korridor 1:4	2.1	4.0
Korridor 1:4	Korridor 1:5	2.1	4.0
Korridor 1:5	Passage	2.1	1.5
Korridor 1:1	Outside	1.2	1.7
Korridor 1:1	Korridor 1:2	1.2	1.7
Korridor 1:3	Outside	1.2	1.7
Korridor 1:5	Outside	1.2	1.7
Textilförrådet	Passage	2.1	0.7
Korridor 1:5	Outside	1.2	2.7
Korridor 1:5	Outside	1.2	2.7

Fires

Tabell 18. Indata för de olika bränderna i Scenario 1.

Fire	Time to 1 MW [s]	Maximum HRR [MW]	Steady burning [s]	Decay [s]	Material	ΔH_c [kJ/kg]	α -värde [kW/s ²]
Trolig effektutveckling	170	1.6	215	500	Cellulosa, isolering	20 000	0.035
Rekommenderad effektutveckling	146	5.0	300	300	Cellulosa, isolering	20 000	0.047

Val av ΔH_c -värde

I Textilförrådet består majoriteten av det brännbara materialet av sängkläder, handdukar och madrasser. ΔH_c -värdet för madrasserna, som det utgåtts ifrån vid valet av effektkurva, är 20000 kJ/kg (Andersson, 2005). Bomull har ett ΔH_c -värde som varierar mellan 16000 kJ/kg (Drysdale, 2002) och 20000 kJ/kg (National Fire Protection Association, 2002). ΔH_c -värdet för Scenario 1 väljs till 20000 kJ/kg.

Detection/Suppression

Rökdetektor placerad i Korridordel 1:3 samt Korridordel 1:5. För att beräkna när rökdetektorn aktiverar har aktiveringstemperaturen 33°C och RTI-värdet 0,5 (ms)^{1/2} använts, enligt Brandskyddshandboken (Bengtson, o.a., 2005).

B.1.2 Scenario 2: Linneförrådet

Simulation Environment

Simulation time: 900 sekunder

Temperature: 20 °C

Compartment geometry

Tabell 19. Rumsgeometrier samt byggnadsmaterial i väggar och tak i Scenario 2.

Compartment	Depth [m]	Width [m]	Height [m]	Materials, walls	Materials, ceiling
Korridordel 2:1	7.9	3.6	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Korridordel 2:2	7.9	3.6	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Korridordel 2:3	9.2	2.6	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Korridordel 2:4	9.2	2.6	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Korridordel 2:5	7.9	3.6	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Korridordel 2:6	7.9	3.6	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Korridordel 2:7	5.6	2.2	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Korridordel 2:8	5.6	2.2	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Linneförrådet	3.9	2.1	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)

Horizontal Flow Vents

Tabell 20. Öppningar mellan olika utrymmen samt till omgivningen i Scenario 2.

First Compartment	Second Compartment	Soffit [m]	Width [m]
Korridor 2:1	Korridor 2:2	2.1	3.6
Korridor 2:2	Korridor 2:3	2.1	3.6
Korridor 2:3	Korridor 2:4	2.1	2.6
Korridor 2:4	Korridor 2:5	2.1	3.6
Korridor 2:5	Korridor 2:6	2.1	3.6
Korridor 2:6	Korridor 2:7	2.1	2.2
Korridor 2:7	Korridor 2:8	2.1	2.2
Korridor 2:1	Korridor 2:8	2.1	2.2
Linneförrådet	Korridor 2:5	2.1	1.1
Korridor 2:1	Outside	1.2	1.7
Korridor 2:3	Outside	1.2	1.7
Korridor 2:4	Outside	1.2	1.7
Korridor 2:6	Outside	1.2	1.7

Fires

Tabell 21. Indata för branden i Scenario 2.

Fire	Time to 1 MW [s]	Maximum HRR [MW]	Steady burning [s]	Decay [s]	Material	ΔH_c [kJ/kg]	α -värde [kW/s ²]
Trolig- och Rekommenderad effektutveckling	146	5.0	300	300	Cellulosa, isolering	18 000	0.047

Val av ΔH_c -värde

I Linneförrådet består majoriteten av det brännbara materialet av bomull. ΔH_c för bomull varierar mellan 16000 kJ/kg (Drysdale, 2002) och 20000 kJ/kg (National Fire Protection Association, 2002). Medelvärde 18000 kJ/kg väljs därför som ett representativt värde för Scenario 2.

Detection/Suppression

Rökdetektor placerad i Linneförrådet, Korridor 2:4, Korridor 2:6. För att beräkna när rökdetektorerna aktiveras har aktiveringstemperaturen 33°C och RTI-värdet 0,5 (ms)^{1/2} använts, enligt Brandskyddshandboken (Bengtson, o.a., 2005).

B.1.3 Scenario 3: Expeditionen

Simulation Environment

Simulation time: 900 sekunder

Temperature: 20 °C

Compartment Geometry

Tabell 22. Rumsgeometrier samt byggnadsmaterial i väggar och tak i Scenario 3.

Compartment	Depth [m]	Width [m]	Height [m]	Materials, walls	Materials, ceiling
Korridor 3:1	7.9	2.6	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Korridor 3:2	7.9	2.6	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Korridor 3:3	7.8	3.8	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Korridor 3:4	7.8	3.8	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Korridor 3:5	7.8	3.8	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)
Expeditionen	4.3	3.6	2.4	Gypsum board (5/8 in)	Gypsum board (5/8 in)

Horizontal Flow Vents

Tabell 23. Öppningar mellan olika utrymmen samt till omgivningen i Scenario 3.

First Compartment	Second Compartment	Soffit [m]	Width [m]
Korridor 3:1	Korridor 3:2	2.1	2.6
Korridor 3:2	Korridor 3:3	2.1	2.6
Korridor 3:3	Korridor 3:4	2.1	3.8
Korridor 3:4	Korridor 3:5	2.1	3.8
Expeditionen	Korridor 3:2	2.1	0.8
Korridor 3:4	Expeditionen	2.1	0.8
Korridor 3:1	Outside	1.2	1.7
Korridor 3:3	Outside	1.2	1.7
Korridor 3:5	Outside	1.2	1.7
Korridor 3:1	Passage	1.2	1.7

Fires

Tabell 24. Indata för de olika bränderna i Scenario 3.

Fire	Time to 1 MW [s]	Maximum HRR [MW]	Steady burning [s]	Decay [s]	Material	ΔH_c [kJ/kg]	α -värde [kW/s ²]
Trolig effektutveckling	146	5.0	300	300	Cellulosa, isolering	20 000	0.047
Rekommenderad effektutveckling	185	2.4	250	400	Cellulosa, isolering	20 000	0.029

Val av ΔH_c -värde

I Expeditionen är det mesta materialet cellulosa-baserat, ex. papper och trä, men det finns även en del plast. Cellulosa har ΔH_c -värdet 16000 kJ/kg medan plast har ΔH_c -värdet 16000 – 43000 kJ/kg (Drysdale, 2002). Därför baseras valet på värdet för cellulosa som sedan korrigeras upp till 20000 kJ/kg eftersom det finns plast i rummet.

Detection/Suppression

Rökdetektorer finns placerade i Expeditionen samt i Korridor 3:3. För att beräkna när rökdetektorerna aktiveras har aktiveringstemperaturen 33°C och RTI-värdet 0,5 (ms)^{1/2} använts, enligt Brandskyddshandboken (Bengtson, o.a., 2005).

B.1.4 Val av indata för rökproduktion

National Fire Protection Association (2002) presenterar i Tabell 3-4.14, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, produktionen av koldioxid och kol för olika ämnen. Det är den indata CFAST behöver för att kunna simulera sikten i brandgaslagret. Rökproduktionen approximeras med materialet trä som har koldioxidproduktionen 1,27 g/g och kolproduktionen 0,015 g/g. I CFAST används kvoten mellan kolproduktion och koldioxidproduktion, som är 0,012.

$$\frac{C}{CO_2} = \frac{0,015}{1,27} = 0,012$$

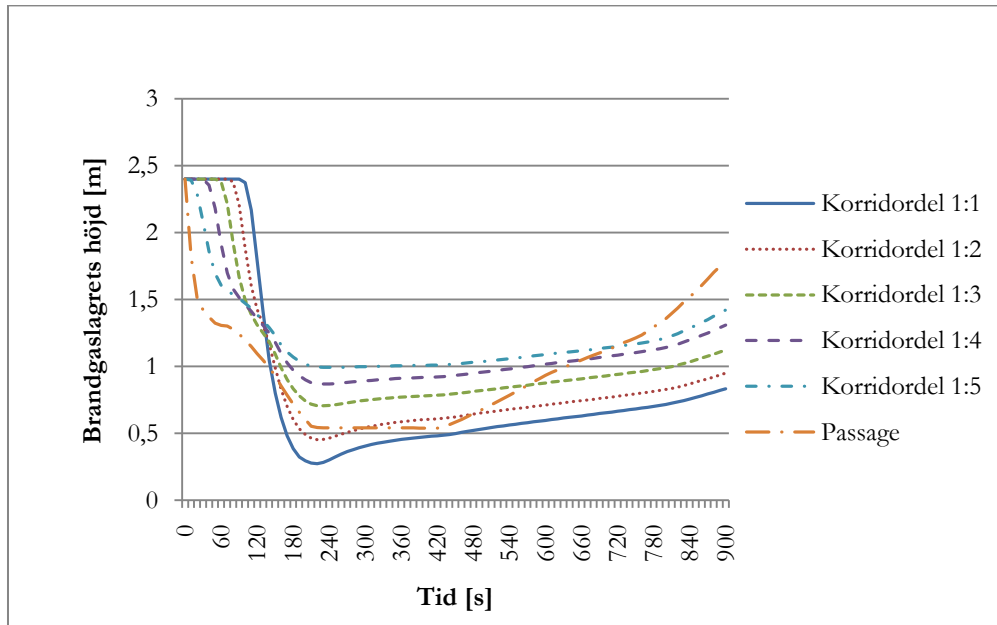
Massförhållandet mellan väte och kol är också av intresse för CFAST vilket för cellulosa är 0,14.

$$\frac{H}{C} = \frac{10 \cdot 1,008}{6 \cdot 12,01} = 0,14$$

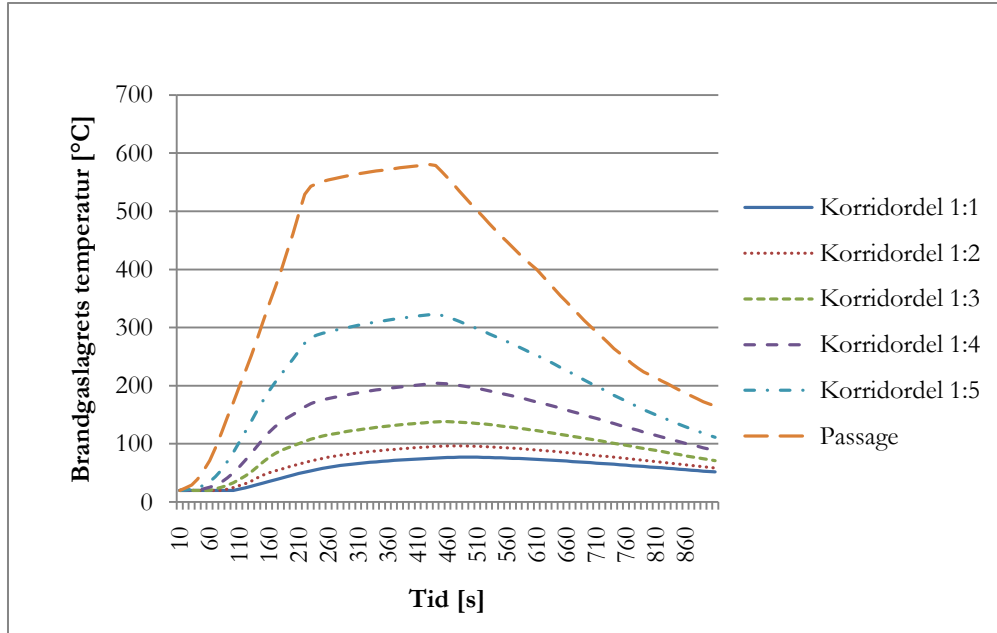
B.2 Resultat utan genomförda åtgärdsförslag

Resultat Scenario 1: Trolig effektutveckling

Nedan visas diagram över brandgaslagrets höjd samt temperatur, vilket är de parametrar som först når kritiska förhållanden.



Figur 35. Brandgaslagrets höjd för de olika rummen vid Trolig effektutveckling.



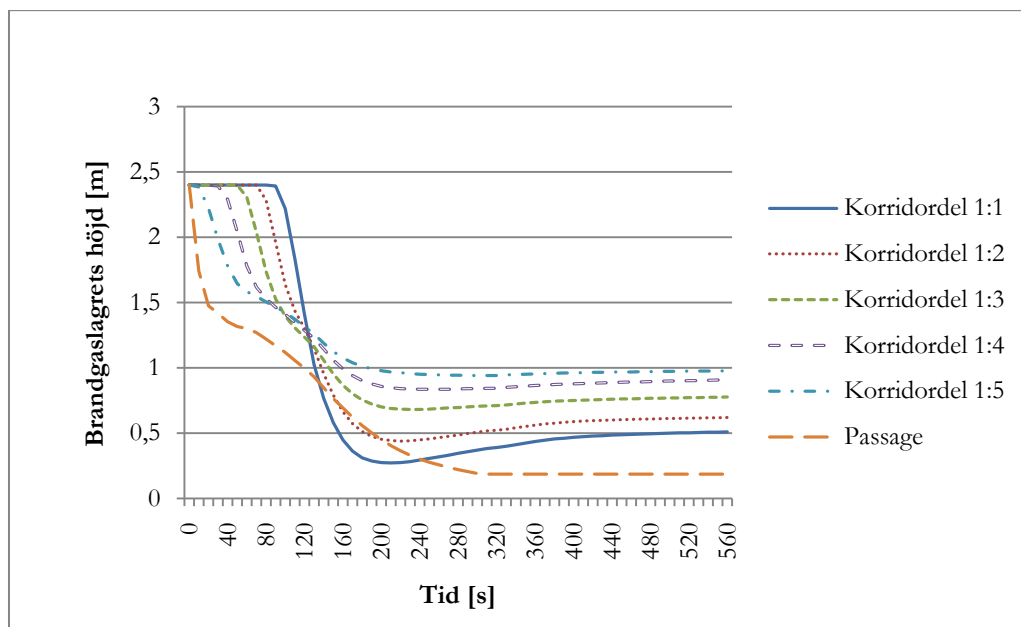
Figur 36. Temperatur i brandgaslagret för de olika rummen vid Trolig effektutveckling.

Resultat Scenario 1: Rekommenderad effektutveckling

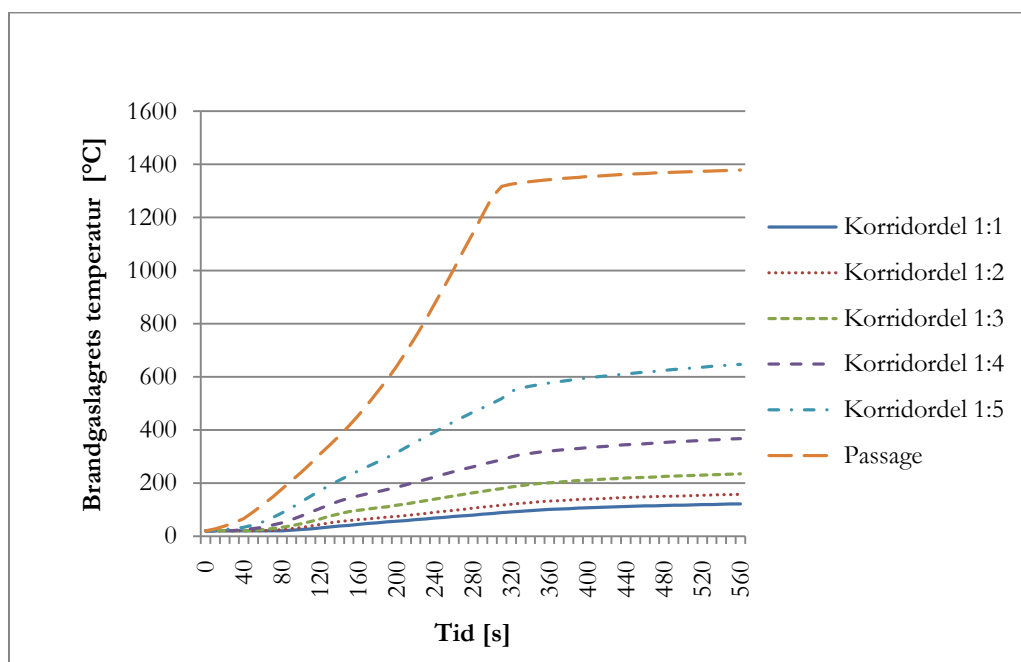
Scenario 1 Rekommenderad effektutveckling har endast simulerats i 560 sekunder jämfört med resten av scenarierna som simulerats i 900 sekunder. Det beror på att CFAST-simuleringarna inte kunnat fortgå

längre än till denna tid, troligtvis på grund av att branden blir starkt ventilationskontrollerad i samband med en hög effektutveckling i ett litet utrymme, vilket programmet har svårt att hantera. Dock skapar den kortare simuleringstiden inga problem för analyserna då resultaten som är av intresse ligger inom den simulerade tidsrymden.

Nedan visas diagram över brandgaslagrets höjd samt temperatur, vilket är de parametrar som först når kritiska förhållanden.



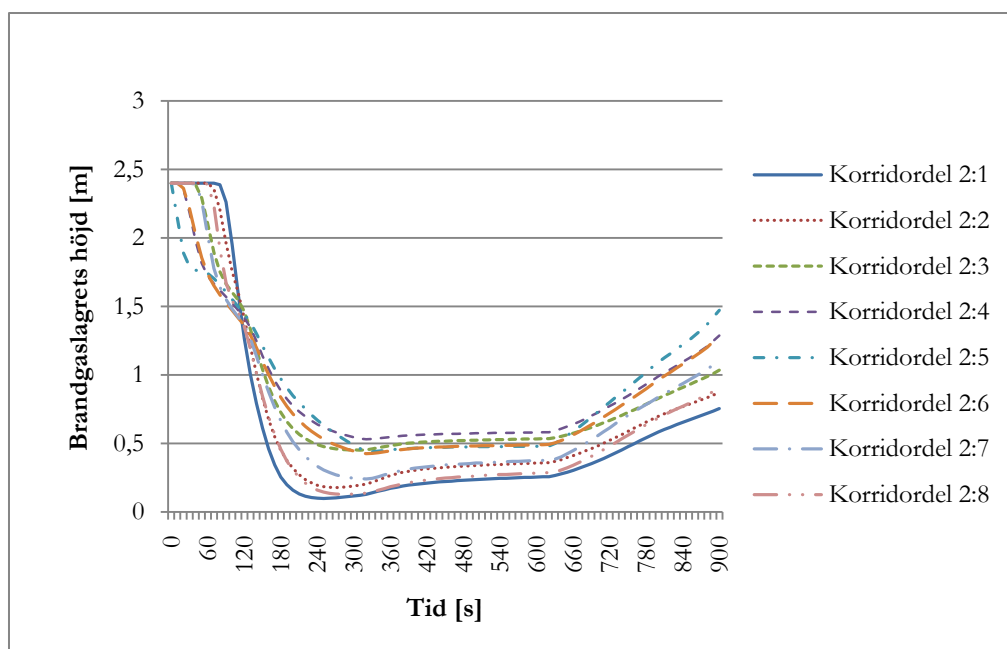
Figur 37. Brandgaslagrets höjd för de olika rummen vid Rekommenderad effektutveckling.



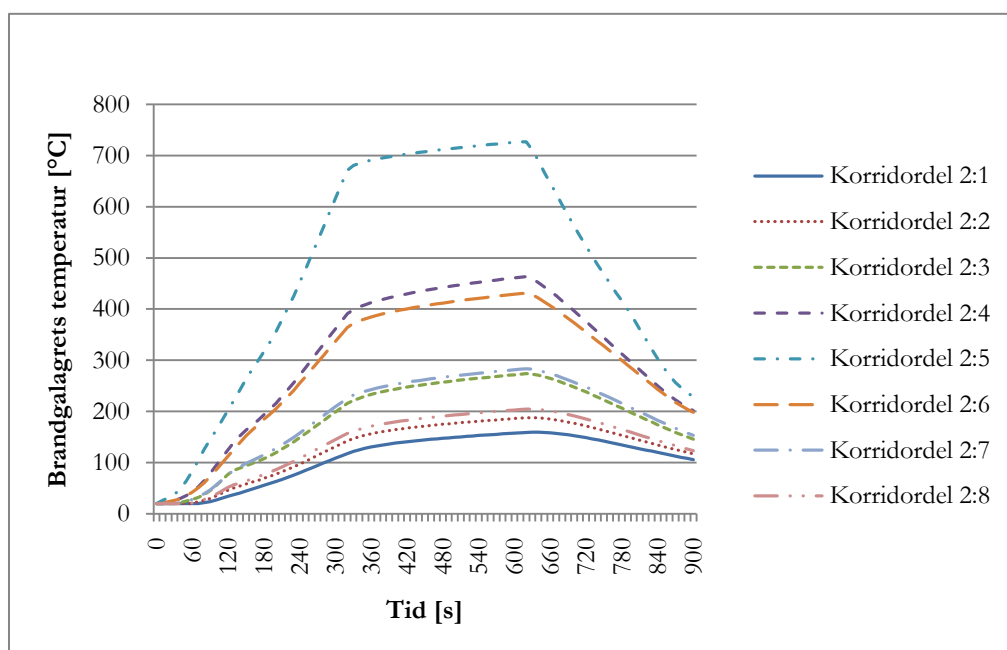
Figur 38. Temperatur i brandgaslagret för de olika rummen vid Rekommenderad effektutveckling.

Resultat Scenario 2: Trolig och Rekommenderad effektutveckling sammanfaller

Nedan visas diagram över brandgaslagrets höjd samt temperatur, vilket är de parametrar som först når kritiska förhållanden.



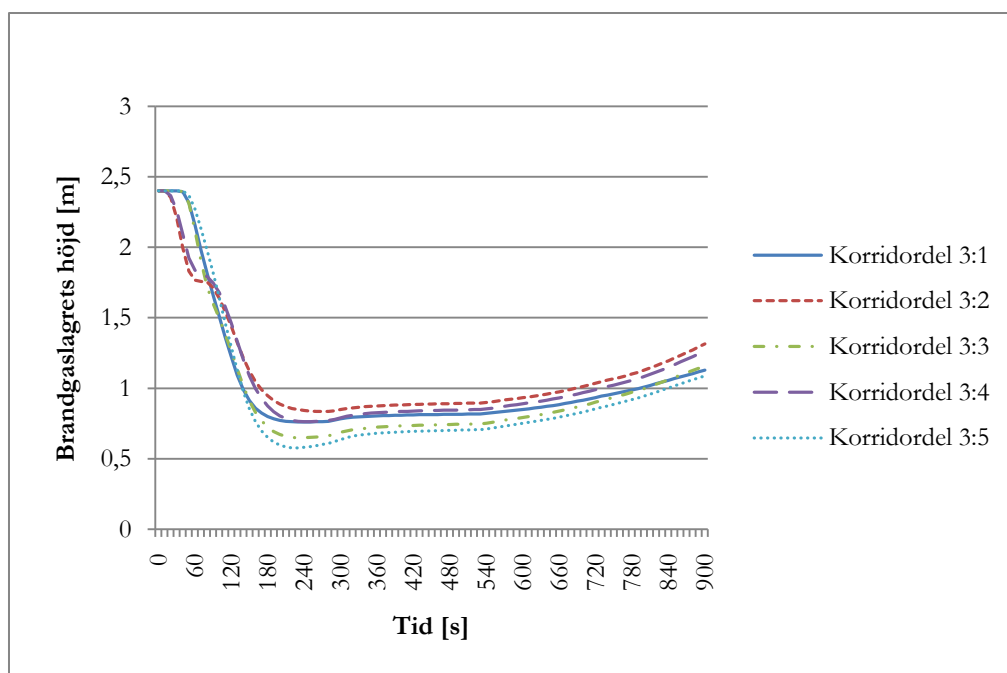
Figur 39. Brandgaslagrets höjd för de olika rummen i Scenario 2.



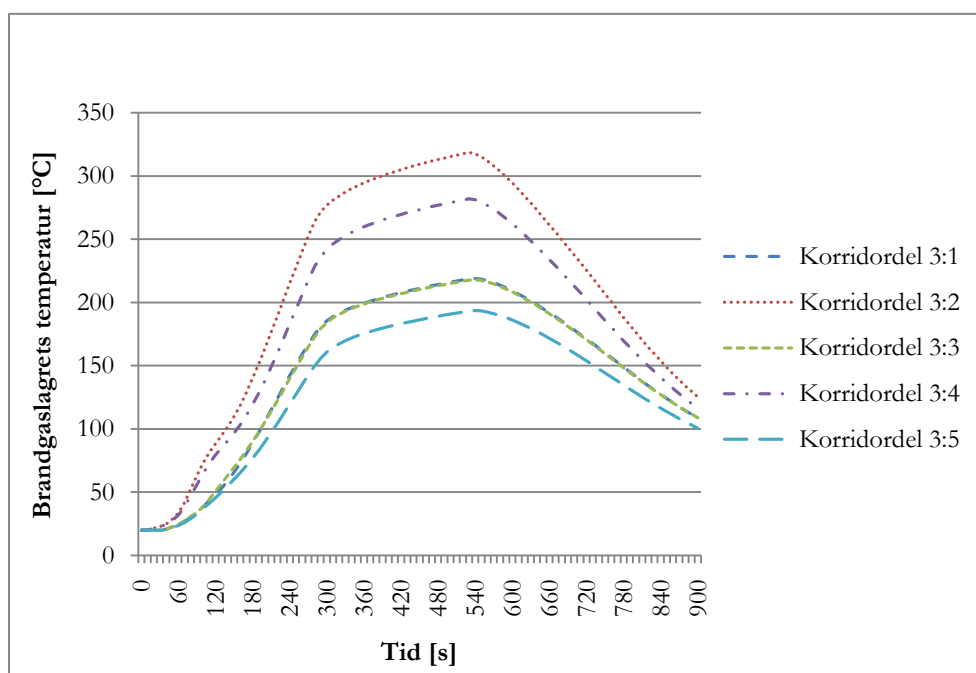
Figur 40. Temperatur i Brandgaslagret för de olika rummen i Scenario 2.

Resultat Scenario 3: Trolig effektutveckling

Nedan visas diagram över brandgaslagrets höjd samt temperatur, vilket är de parametrar som först når kritiska förhållanden.



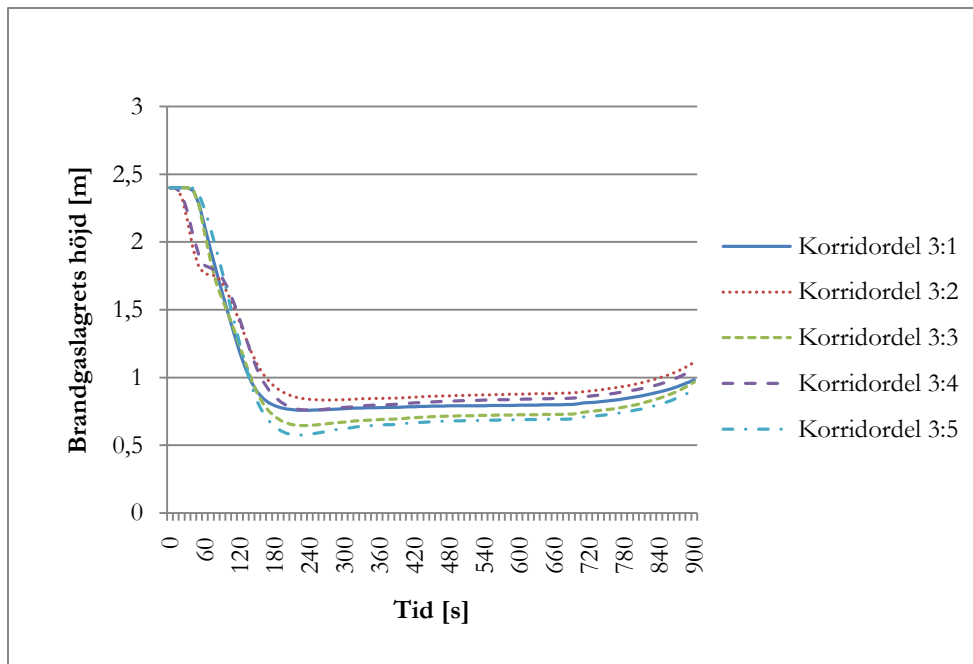
Figur 41. Brandgaslagrets höjd för de olika rummen i Scenario 3 vid Trolig effektutveckling.



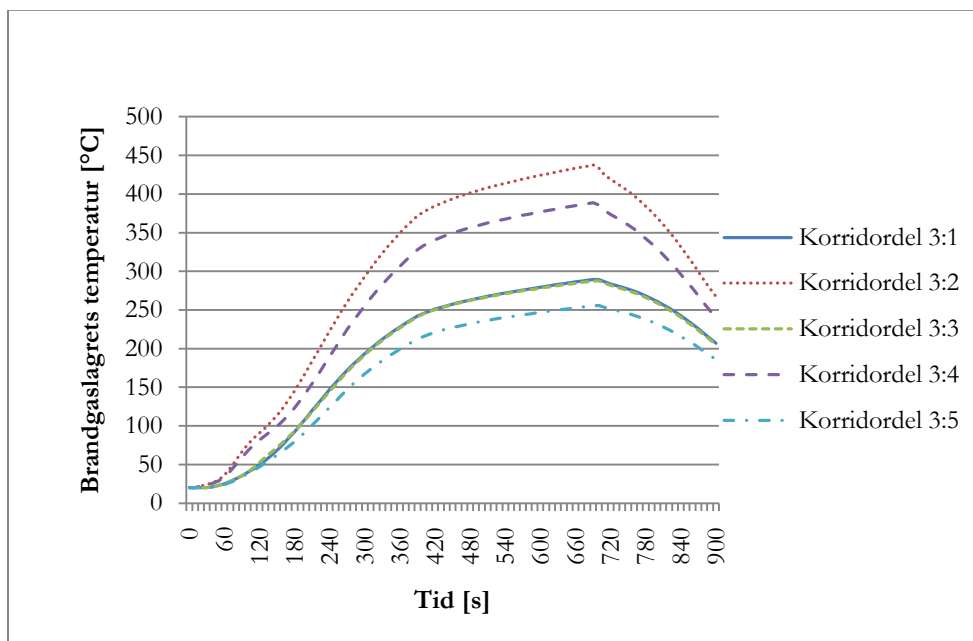
Figur 42. Temperatur i brandgaslagret för de olika rummen i Scenario 3 vid Trolig effektutveckling.

Resultat Scenario 3: Rekommenderad effektutveckling

Nedan visas diagram över brandgaslagrets höjd samt temperatur, vilket är de parametrar som först når kritiska förhållanden.



Figur 43. Brandgaslagrets höjd för de olika rummen i Scenario 3 vid Rekommenderad effektutveckling.



Figur 44. Temperatur i brandgaslagret för de olika rummen i Scenario 3 vid Rekommenderad effektutveckling.

B.3 Resultat med genomförda åtgärdsförslag

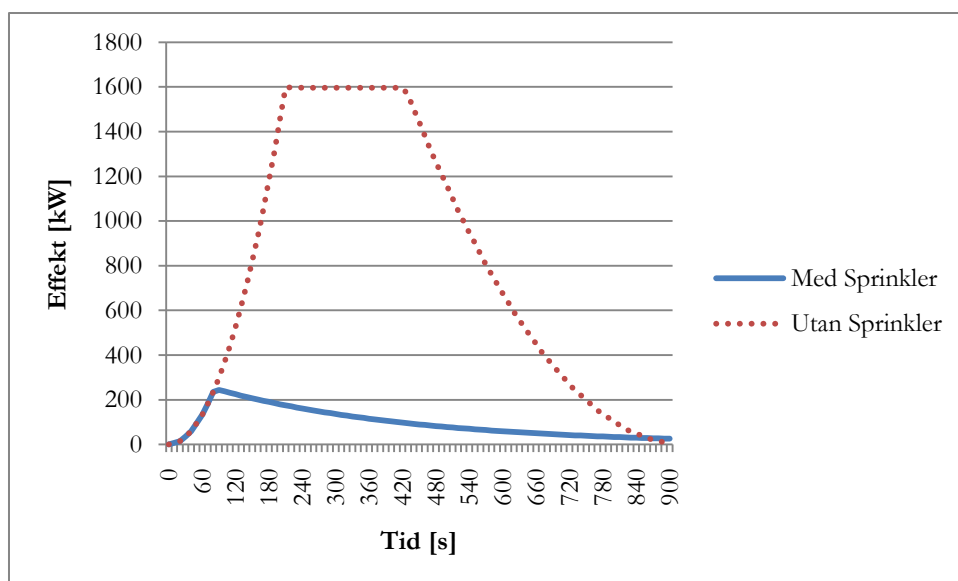
Nedan presenteras resultat från värderingar av åtgärderna *Installation av sprinklersystem* samt *Installation och underhåll av dörrstängare*.

B.3.1 Installation av sprinklersystem

Resultat Scenario 1: Trolig effektutveckling

Den maximala effektutvecklingen minskar från 1,6 MW till 0,3 MW, vilket presenteras i Figur 45.

Temperaturen i brandgaslagret når bara kritiska förhållanden i Korridordel 1:5 istället för i de flesta korridordelar. Brandgaslagrets höjd påverkas inte nämnvärt av åtgärden.



Figur 45. Trolig effektutveckling med respektive utan sprinkler i Scenario 1.

Maximal effektutveckling utan sprinkler: 1,6 MW

Maximal effektutveckling med sprinkler: 0,3 MW

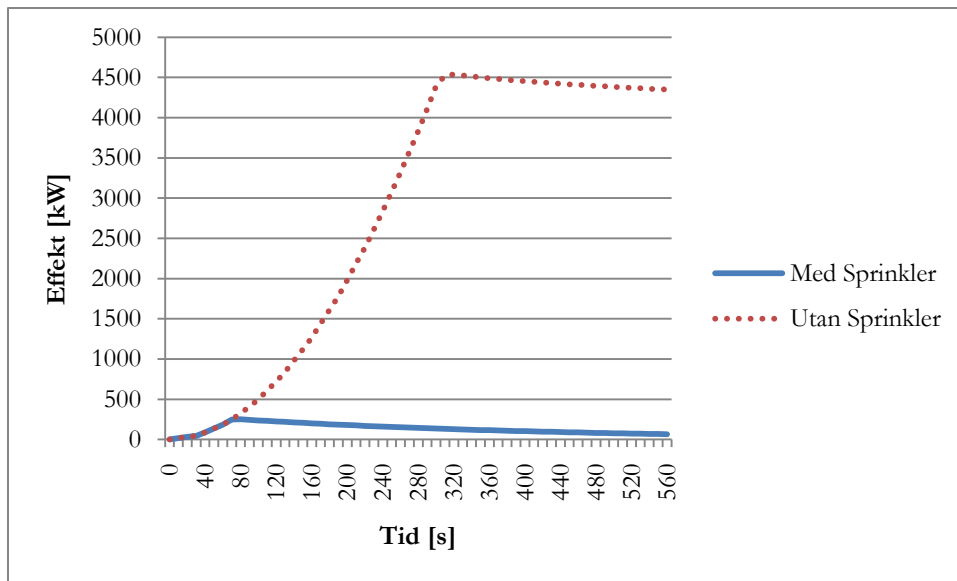
Tabell 25. Tid till kritiska förhållanden vid Trolig effektutveckling i Scenario 1.

	Temperatur (80 °C)	Brandgaslagrets höjd (1,84 m)
Korridor 1:1		
Utan Sprinkler	-	1 min 40 s
Med Sprinkler	-	2 min 0 s
Korridor 1:2		
Utan Sprinkler	4 min 30 s	1 min 40 s
Med Sprinkler	-	1 min 40 s
Korridor 1:3		
Utan Sprinkler	2 min 40 s	1 min 30 s
Med Sprinkler	-	1 min 30 s
Korridor 1:4		
Utan Sprinkler	2 min 0 s	1 min 0 s
Med Sprinkler	-	1 min 0 s
Korridor 1:5		
Utan Sprinkler	1 min 30 s	40 s
Med Sprinkler	1 min 30 s	40 s

Resultat Scenario 1: Rekommenderad effektutveckling

Den maximala effektutvecklingen minskar från 5,0 MW till 0,3 MW, vilket presenteras i Figur 46.

Temperaturen i brandgaslagret når bara kritiska förhållanden i Korridor 1:5 istället för i alla korridor delar. Brandgaslagrets höjd påverkas inte av åtgärden.



Figur 46. Rekommenderad effektutveckling med respektive utan sprinkler i Scenario 1.

Maximal effektutveckling utan sprinkler: 5,0 MW

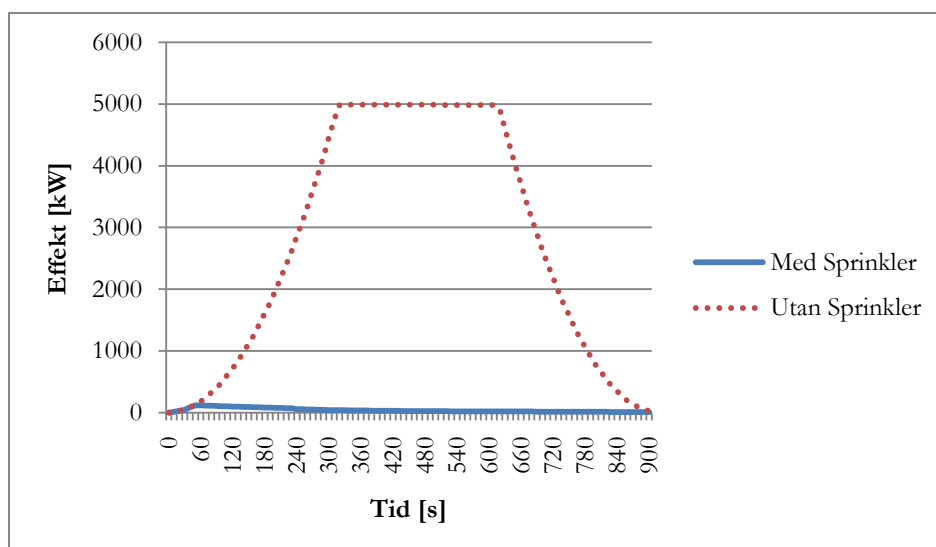
Maximal effektutveckling med sprinkler: 0,3 MW

Tabell 26. Tid till kritiska förhållanden vid Rekommenderad effektutveckling i Scenario 1.

	Temperatur (80 °C)	Brandgaslagrets höjd (1,84 m)
Korridor 1:1		
Utan Sprinkler	4 min 40 s	1 min 50 s
Med Sprinkler	-	1 min 50 s
Korridor 1:2		
Utan Sprinkler	3 min 40 s	1 min 40 s
Med Sprinkler	-	1 min 40 s
Korridor 1:3		
Utan Sprinkler	2 min 20s	1 min 20 s
Med Sprinkler	-	1 min 20 s
Korridor 1:4		
Utan Sprinkler	1 min 50 s	1 min 0 s
Med Sprinkler	-	1 min 0 s
Korridor 1:5		
Utan Sprinkler	1 min 20 s	40 s
Med Sprinkler	1 min 30 s	40 s

Resultat Scenario 2: Trolig- och Rekommenderad effektutveckling sammanfaller

Den maximala effektutvecklingen minskar från 5,0 MW till 0,1 MW, vilket presenteras i Figur 47. Temperaturen i brandgaslagret når inte kritiska förhållanden i någon korridor jämfört med i grundscenariot då det nåddes i de flesta korridor delar. Kritiska förhållanden för brandgaslagrets höjd infaller 20 – 50 sekunder senare än i grundscenariot.



Figur 47. Effektutveckling med respektive utan sprinkler i Scenario 2.

Maximal effektutveckling utan sprinkler: 5,0 MW

Maximal effektutveckling med sprinkler: 0,1 MW

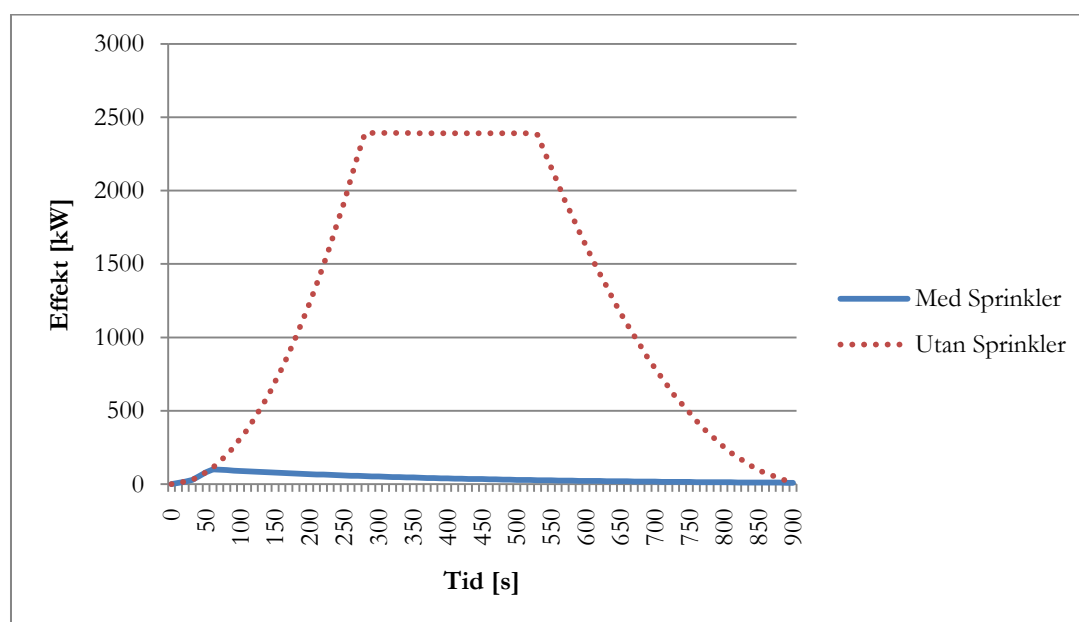
Tabell 27. Tid till kritiska förhållanden i Scenario 2.

	Temperatur (80 °C)	Brandgaslagrets höjd (1,84 m)
Korridor 2:1		
Utan Sprinkler	4 min 0 s	1 min 50 s
Med Sprinkler	-	2 min 40 s
Korridor 2:2		
Utan Sprinkler	3 min 30 s	1 min 40 s
Med Sprinkler	-	2 min 30 s
Korridor 2:3		
Utan Sprinkler	2 min 10 s	1 min 20 s
Med Sprinkler	-	1 min 30 s
Korridor 2:4		
Utan Sprinkler	1 min 30 s	50 s
Med Sprinkler	-	1 min 20 s
Korridor 2:5		
Utan Sprinkler	1 min 0 s	30 s
Med Sprinkler	-	1 min 0 s
Korridor 2:6		
Utan Sprinkler	1 min 40 s	50 s
Med Sprinkler	-	1 min 20 s
Korridor 2:7		
Utan Sprinkler	2 min 10 s	1 min 10 s
Med Sprinkler	-	1 min 30 s
Korridor 2:8		
Utan Sprinkler	3 min 10 s	1 min 30 s
Med Sprinkler	-	2 min 0 s

Resultat Scenario 3: Trolig effektutveckling

Den maximala effektutvecklingen minskar från 2,4 MW till 0,1 MW, vilket presenteras i Figur 48.

Temperaturen i brandgaslagret når inte kritiska förhållanden i någon korridordel. Brandgaslagrets höjd påverkas inte nämnvärt av åtgärden.



Figur 48. Trolig effektutveckling med respektive utan sprinkler i Scenario 3.

Maximal effektutveckling utan sprinkler: 2,4 MW

Maximal effektutveckling med sprinkler: 0,1 MW

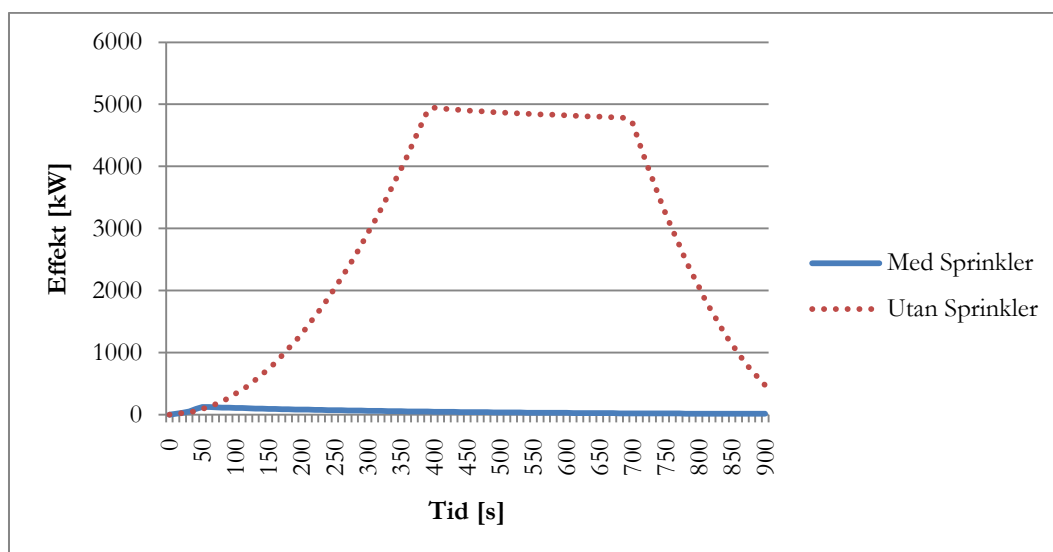
Tabell 28. Tid till kritiska förhållanden vid Trolig effektutveckling i Scenario 3.

	Temperatur (80 °C)	Brandgaslagrets höjd (1,84 m)
Korridordel 3:1		
Utan Sprinkler	2 min 50 s	1 min 20 s
Med Sprinkler	-	1 min 20 s
Korridordel 3:2		
Utan Sprinkler	1 min 50 s	50 s
Med Sprinkler	-	50 s
Korridordel 3:3		
Utan Sprinkler	2 min 50 s	1 min 20 s
Med Sprinkler	-	1 min 20 s
Korridordel 3:4		
Utan Sprinkler	2 min 0 s	1 min 0 s
Med Sprinkler	-	1 min 0 s
Korridordel 3:5		
Utan Sprinkler	3 min 10 s	1 min 30 s
Med Sprinkler	-	1 min 40 s

Resultat Scenario 3: Rekommenderad effektutveckling

Den maximala effektutvecklingen minskar från 5,0 MW till 0,1 MW, vilket presenteras i Figur 49.

Temperaturen i brandgaslagret når inte kritiska förhållanden i någon korridordel. Brandgaslagrets höjd påverkas inte av åtgärden.



Figur 49. Rekommenderad effektutveckling med respektive utan sprinkler i Scenario 3.

Maximal effektutveckling utan sprinkler: 5,0 MW

Maximal effektutveckling med sprinkler: 0,1 MW

Tabell 29. Tid till kritiska förhållanden vid Rekommenderad effektutveckling i Scenario 3.

	Temperatur (80 °C)	Brandgaslagrets höjd (1,84 m)
Korridordel 3:1		
Utan Sprinkler	2 min 50 s	1 min 20 s
Med Sprinkler	-	1 min 20 s
Korridordel 3:2		
Utan Sprinkler	1 min 50 s	50 s
Med Sprinkler	-	50 s
Korridordel 3:3		
Utan Sprinkler	2 min 40 s	1 min 10 s
Med Sprinkler	-	1 min 10 s
Korridordel 3:4		
Utan Sprinkler	2 min 0 s	1 min 0 s
Med Sprinkler	-	1 min 0 s
Korridordel 3:5		
Utan Sprinkler	3 min 0 s	1 min 30 s
Med Sprinkler	-	1 min 30 s

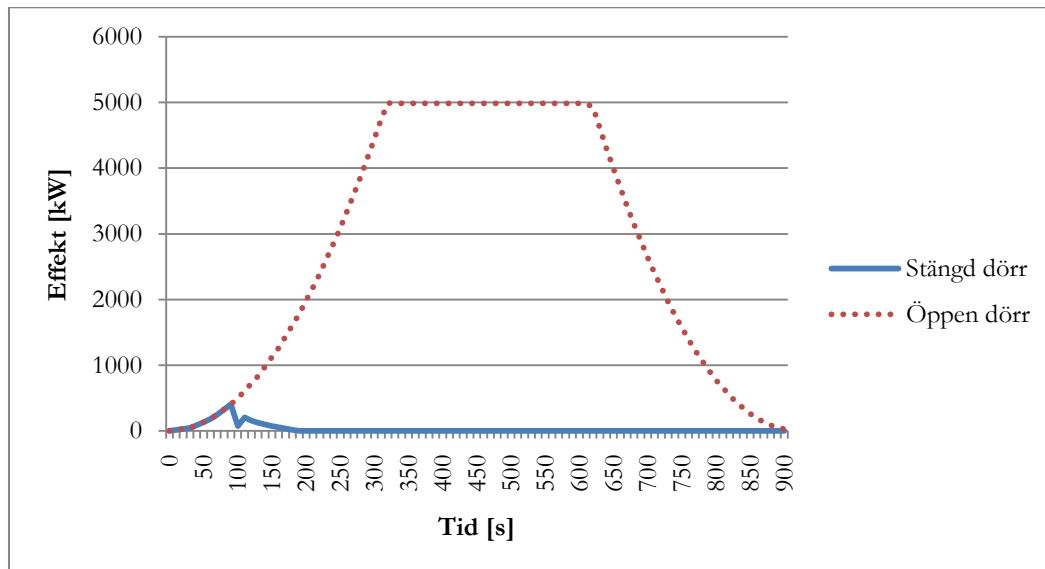
B.3.2 Installation av dörrstängare

Resultat Scenario 2: Rekommenderad effektutveckling

Den maximala effektutvecklingen minskar från 5,0 MW till 0,4 MW, vilket presenteras i Figur 50.

Temperaturen når endast kritiska förhållanden i 3 korridor delar istället för i alla som i grundscenariot.

Detta sker 110 – 130 sekunder senare jämfört med om dörren är öppen. Brandgaslagrets höjd når kritiska förhållanden 0 – 60 sekunder senare än i grundscenariot. Branden slocknar efter 190 sekunder.



Figur 50. Jämförelse av effektutveckling vid öppna respektive stängda dörrar i Scenario 2.

Maximal effektutveckling med öppen dörr: 5,0 MW

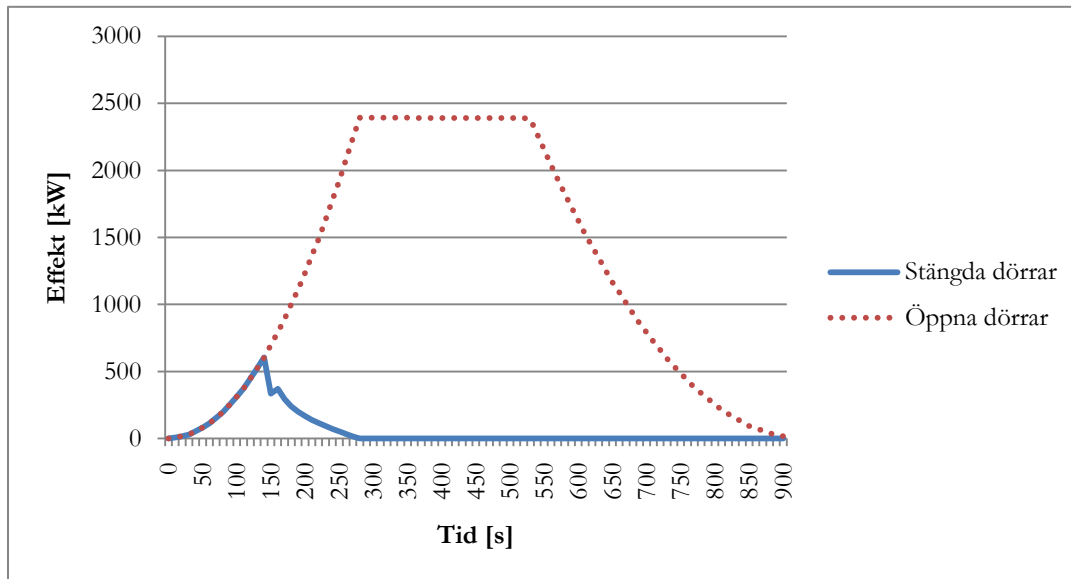
Maximal effektutveckling med stängd dörr: 0,4 MW

Tabell 30. Tid till kritiska förhållanden i Scenario 2.

	Temperatur (80°C)	Brandgaslagrets höjd (1,84 m)
Korridordel 2:1		
Öppen dörr	4 min 0 s	1 min 50 s
Stängd dörr	-	2 min 50 s
Korridordel 2:2		
Öppen dörr	3 min 30 s	1 min 40 s
Stängd dörr	-	1 min 40 s
Korridordel 2:3		
Öppen dörr	2 min 10 s	1 min 20 s
Stängd dörr	-	1 min 40 s
Korridordel 2:4		
Öppen dörr	1 min 30 s	50 s
Stängd dörr	3 min 40 s	1 min 20 s
Korridordel 2:5		
Öppen dörr	1 min 0 s	30 s
Stängd dörr	3 min 10 s	1 min 20 s
Korridordel 2:6		
Öppen dörr	1 min 40 s	50 s
Stängd dörr	3 min 30 s	1 min 20 s
Korridordel 2:7		
Öppen dörr	2 min 10 s	1 min 10 s
Stängd dörr	-	1 min 40 s
Korridordel 2:8		
Öppen dörr	3 min 10 s	1 min 30 s
Stängd dörr	-	1 min 50 s

Resultat Scenario 3: Trolig effektutveckling

Den maximala effektutvecklingen minskar från 2,4 MW till 0,6 MW, vilket presenteras i Figur 51. Temperaturen når inte kritiska förhållanden i någon korridordel. Brandgaslagrets höjd når kritiska förhållanden 20 – 50 sekunder senare än i grundscenariot. Branden slocknar efter 4 minuter och 40 sekunder.



Figur 51. Jämförelse av Trolig effektutveckling vid öppna respektive stängda dörrar i Scenario 3.

Maximal effektutveckling med öppen dörr: 2,4 MW

Maximal effektutveckling med stängd dörr: 0,6 MW

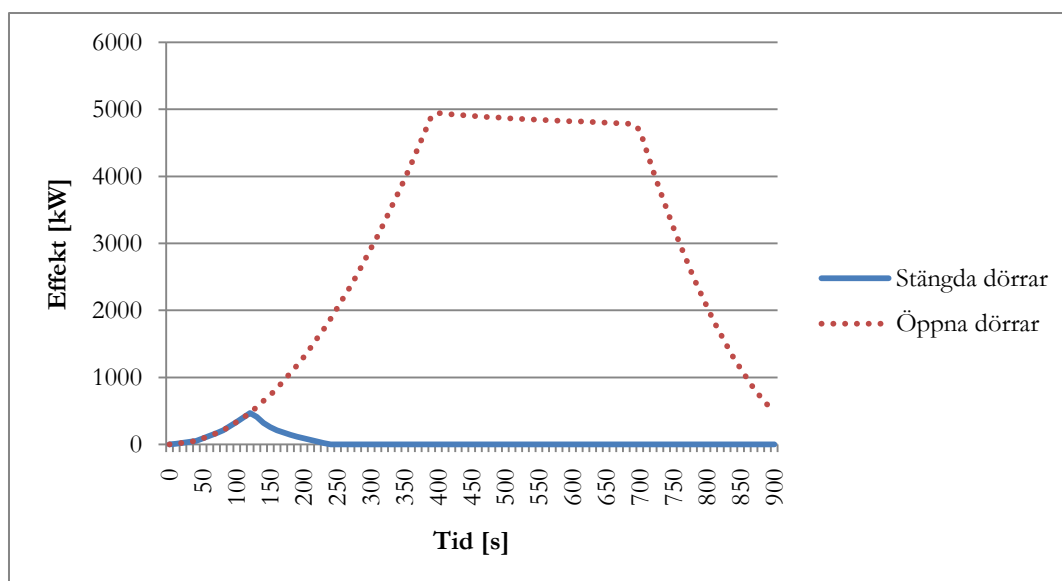
Tabell 31. Tid till kritiska förhållanden vid Trolig effektutveckling i Scenario 3.

	Temperatur (80 °C)	Brandgaslagrets höjd (1,84 m)
Korridor 3:1		
Öppen dörr	2 min 50 s	1 min 20 s
Stängd dörr	-	1 min 40 s
Korridor 3:2		
Öppen dörr	1 min 50 s	50 s
Stängd dörr	-	1 min 40 s
Korridor 3:3		
Öppen dörr	2 min 50 s	1 min 20 s
Stängd dörr	-	1 min 40 s
Korridor 3:4		
Öppen dörr	2 min 0 s	1 min 0 s
Stängd dörr	-	1 min 30 s
Korridor 3:5		
Öppen dörr	3 min 10 s	1 min 30 s
Stängd dörr	-	2 min 0 s

Resultat Scenario 3: Rekommenderad effektutveckling

Den maximala effektutvecklingen minskar från 5,0 MW till 0,4 MW, vilket presenteras i Figur 52.

Temperaturen når kritiska förhållanden 110 – 150 sekunder senare än i grundscenariot. Brandgaslagrets höjd når kritiska förhållanden 10 – 30 sekunder senare än i grundscenariot. Branden slocknar efter 240 sekunder.



Figur 52. Jämförelse av Rekommenderad effektutveckling vid öppna respektive stängda dörrar i Scenario 3.

Maximal effektutveckling med öppen dörr: 5,0 MW

Maximal effektutveckling med stängd dörr: 0,4 MW

Tabell 32. Tid till kritiska förhållanden vid Rekommenderad effektutveckling i Scenario 3.

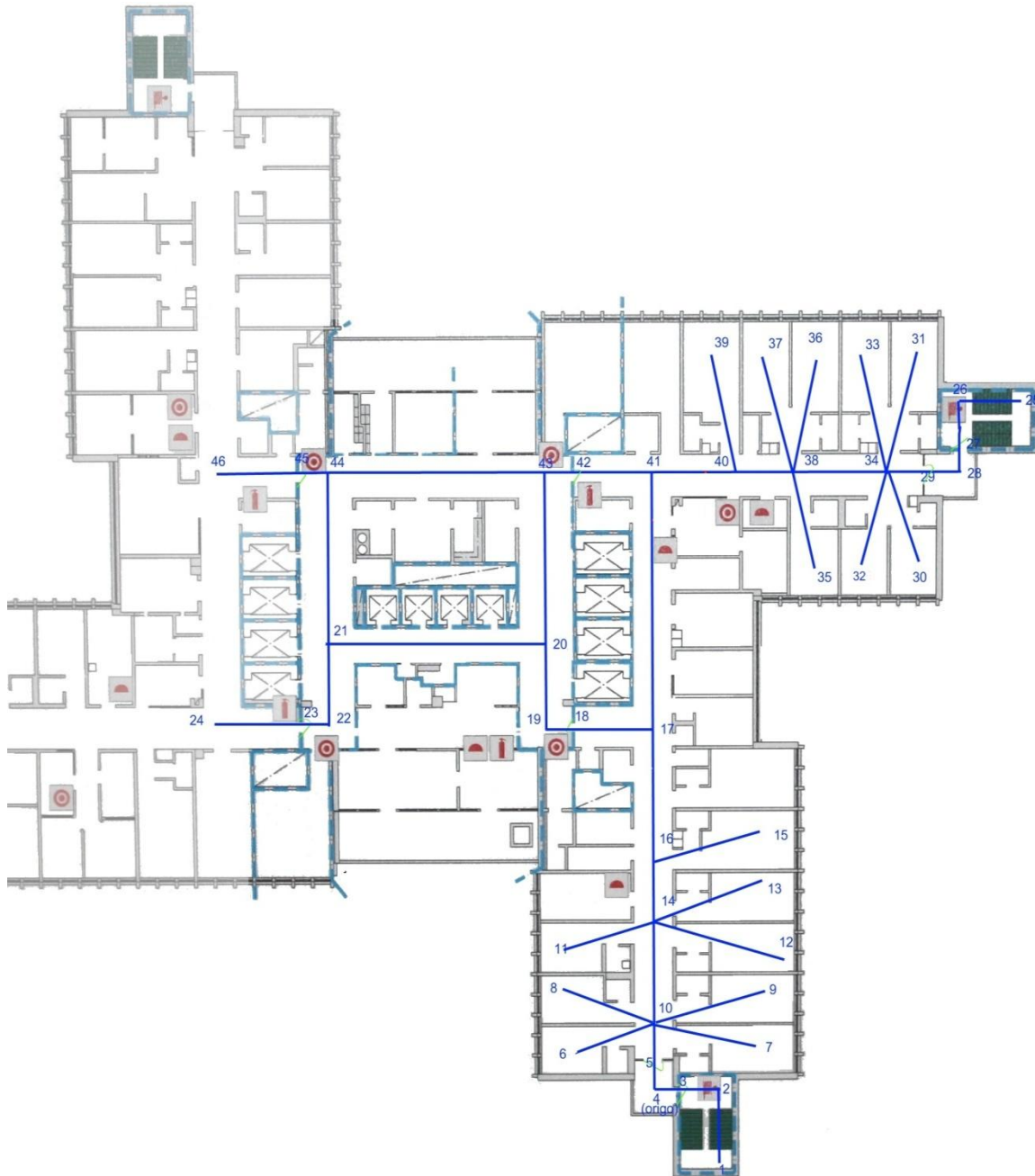
	Temperatur (80 °C)	Brandgaslagrets höjd (1,84 m)
Korridordel 3:1		
Öppen dörr	2 min 50 s	1 min 20 s
Stängd dörr	4 min 40 s	1 min 40 s
Korridordel 3:2		
Öppen dörr	1 min 50 s	50 s
Stängd dörr	4 min 20 s	1 min 20 s
Korridordel 3:3		
Öppen dörr	2 min 40 s	1 min 10 s
Stängd dörr	4 min 40 s	1 min 30 s
Korridordel 3:4		
Öppen dörr	2 min 0 s	1 min 0 s
Stängd dörr	4 min 30 s	1 min 20 s
Korridordel 3:5		
Öppen dörr	3 min 0 s	1 min 30 s
Stängd dörr	4 min 50 s	1 min 40 s

Bilaga C Utrymningsförlopp

I denna bilaga presenteras Indata till ERM och Simulex.

C.1 Förberedelser ERM

I programmet ERM byggs geometrin upp av noder. Noderna nummer 1 och 25 är i programmet inte placerade som i Figur 53. I verkligheten måste man gå fyra trappor nedåt för att komma till säker plats. Därför är sträckan mellan nod 1 och 2 samt mellan nod 25 och 26 mycket längre i programmet än i Figur 53.



Figur 53. Figuren visar en principskiss över de noder som använts i programmet ERM.

Koden till noderna blir:

```
NODE INFORMATION FOR THE SIMULATION
1 CLOSE 15 -72 0 1 2
2 STR 15 0 30 2 1 3
3 DOOR 5 0 30 2 2 4
4 OUT 0 0 30 2 3 5
5 DOOR 0 7 30 2 4 10
6 PATR -18 9 30 1 10
7 PATR 22 9 30 1 10
8 PATR -18 20 30 1 10
9 PATR 22 20 30 1 10
10 HALL 0 15 30 6 5 6 7 8 9 14
11 PATR -18 31 30 1 14
12 PATR 22 31 30 1 14
13 PATR 22 41 30 1 14
14 HALL 0 36 30 5 10 11 12 13 16
15 PATR 22 54 30 1 16
16 HALL 0 49 30 3 14 15 17
17 HALL 0 77 30 3 16 18 41
18 DOOR -17 77 30 2 17 19
19 EVHA -23 77 30 2 18 20
20 EVHA -23 95 30 3 19 21 43
21 EVHA -72 95 30 3 20 22 44
22 EVHA -72 77 30 2 23 21
23 DOOR -77 77 30 2 22 24
24 SAFE -95 77 30 1 23
25 CLOSE 139 144 0 1 26
26 STR 67 144 30 2 25 27
27 DOOR 67 135 30 2 26 28
28 OUT 67 129 30 2 27 29
29 DOOR 60 129 30 2 28 34
30 PATR 58 111 30 1 34
31 PATR 58 152 30 1 34
32 PATR 47 111 30 1 34
33 PATR 47 152 30 1 34
34 HALL 52 129 30 6 29 30 31 32 33 38
35 PATR 36 111 30 1 38
36 PATR 36 152 30 1 38
37 PATR 25 152 30 1 38
38 HALL 31 129 30 5 34 35 36 37 40
39 PATR 13 152 30 1 40
40 EXP 17 129 30 3 38 39 41
41 CORN 0 129 30 3 40 17 42
42 DOOR -17 129 30 2 41 43
43 EVHA -23 129 30 3 42 20 44
44 EVHA -72 129 30 3 43 21 45
45 DOOR -72 129 30 2 44 46
46 SAFE -95 129 30 1 45
```

Noderna 1, 24, 25 och 46 ändras från SAFE till CLOSE och vice versa beroende om det ska gå att utrymma via den specifika dörren eller ej.

C.2 Tid till assistans

Antagligen är det först en detektor som detekterar en brand och inte två stycken samtidigt. Detta innebär att våningen ovan och under får reda på att det brinner vid en senare tidpunkt än den våning där branden finns. Den totala utrymningstiden beror starkt på antalet personer från personalen som hjälper till. Därav är det intressant att veta när man kan tänka sig att hjälp kommer från andra våningar. Enligt programmet ERM är gånghastigheten hos personal 300 fot per minut vilket i meter per sekund motsvarar

$$\text{Gånghastighet } v_{\text{personal}} = 300 \cdot \frac{0,3048}{60} = 1,524 \text{ m/s.}$$

Det antas att sträckan till närmaste brandförsvarstablå är i genomsnitt 30 meter. Det antas även att tiden det tar för personalen, från det att de anländer till brandförsvarstablån på den aktuella våningen, till att de förstår att det brinner på en annan våning och att de ska hjälpa till är 20 sekunder. Informationen om var det brinner får personalen genom att läsa av meddelandet på en brandförsvarstablå. Avståndet från brandförsvarstablån till de två närmaste trapporna är 26 respektive 42 meter. Sträckan att gå ner en våning via två trappor är ca 20 meter. Det antas att hastigheten i trappan minskar till 1,0 meter per sekund. Totala tiden det tar för personalen att transportera sig från våningen ovan/under till den våning där branden finns är:

$$Tid_{\text{Transport}} = \frac{30}{1,524} + 20 + \frac{[26,42]}{1,524} + \frac{20}{1} = [77,87] \text{ s}$$

I Scenario 1 där det brinner i Textilförrådet kan det ske att personal som når avdelningen via trapphuset närmast brandrummet inte kan hjälpa till eftersom branden är så stor att den blockerar vägen. Dessa personer måste således gå tillbaka till föregående våning och sedan välja en annan trappa. Den beräknade tiden tills de kan assistera blir:

$$Tid_{\text{Transport}} = 77 + 20 + \frac{26 + 42}{1,524} + 20 = 162 \text{ s}$$

Förutom tiden för förberedelse och transport ska även den tid det tar till det att personalen från våningen ovan och under får reda på att det brinner tas hänsyn till. Det är när två detektorer aktiveras som personalen från våningen ovan och under får reda på att det brinner. För Scenario 1 aktiveras första detektorn efter 54 sekunder och andra detektorn efter 88 sekunder enligt simulering i CFAST. Denna tid gäller Trolig effektutveckling. För Rekommenderad effektutveckling minskas detektionstiden till 46 respektive 80 sekunder. Skillnaden mellan de två detektorerna är 34 sekunder oavsett vilken av de två bränderna som simuleras. Detta innebär att när första detektorn aktiveras tar det 34 sekunder innan personal från andra våningar får reda på att det brinner. Detta ger en totaltid för personalen på:

$$Tid_{\text{till assistans}} = [77,162] + 34 = [111,196] \text{ s}$$

Dessa tider används för Scenario 1.

För Scenario 3 med Trolig effektutveckling aktiveras första detektorn efter 8 sekunder och andra efter 86 sekunder. För Rekommenderad effektutveckling aktiveras första detektorn efter 5 sekunder och andra efter 83 sekunder. Skillnaden mellan de två detektorerna är 78 sekunder oavsett vilken av de två bränderna som simuleras. Detta innebär att när första detektorn aktiveras tar det 78 sekunder innan personal från andra våningar får reda på att det brinner. Detta ger

$$Tid_{\text{till assistans}} = [77,87] + 78 = [155,165] \text{ s}$$

All indata till ERM som har med tid att göra utgår från tidpunkten då första detektorn aktiveras. Det innebär att programmet inte tar hänsyn till varseblivningstiden. All utrymningstid som visas i rapporten är summan av utdata från ERM och varseblivningstid.

C.3 Indata

I denna bilaga presenteras scenariospecifik indata till ERM och Simulex.

C.3.1 Indata Scenario 1: Textilförrådet

All personal på barnavdelningen antas hjälpa till att utrymma patienterna efter 30 sekunder. Två extra personer, från avdelningen ovan och under, kommer efter 77 sekunder och två till efter 162 sekunder. Tre olika simuleringar kördes där antalet patienter och deras hjälpbehov varierades. Tabell 33 nedan visar indata till ERM.

Tabell 33. Indata till ERM för Scenario 1: Textilförrådet.

30 Patienter Scenario 1	30 Patienter Scenario 2	15 Patienter Scenario 3
FACILITY NAME IS 1.1	FACILITY NAME IS 1.2	FACILITY NAME IS 1.3
GENERAL INFORMATION	GENERAL INFORMATION	GENERAL INFORMATION
1.0 0 0 0	1.0 0 0 0	1.0 0 0 0
8 30 46 5 5 0	8 30 46 5 5 0	8 15 46 5 5 0
STAFF INFORMATION	STAFF INFORMATION	STAFF INFORMATION
1 42 30	1 42 30	1 42 30
2 42 30	2 42 30	2 42 30
3 42 52	3 42 52	3 42 52
4 42 52	4 42 52	4 42 52
5 5 111	5 5 111	5 5 111
6 5 111	6 5 111	6 5 111
7 5 199	7 5 199	7 5 199
8 5 199	8 5 199	8 5 199
RESIDENT INFORMATION	RESIDENT INFORMATION	RESIDENT INFORMATION
1 36 40 1 10 0	1 36 10 1 10 0	1 36 20 1 10 0
2 32 30B 2 10 0	2 32 10 2 10 0	2 32 10 2 10 0
3 35 30A 3 10 0	3 35 10 3 10 0	3 35 6B 3 10 0
4 30 20 4 10 0	4 30 6B 4 10 0	4 30 1A 9 60 0
5 31 20 5 10 0	5 31 6B 5 10 0	5 33 1A 10 60 0
6 36 10 6 10 0	6 36 6B 6 10 0	6 32 1A 11 60 0
7 37 1B 7 60 0	7 37 1B 7 60 0	7 35 1A 12 60 0
8 31 1B 8 60 0	8 31 1B 8 60 0	8 8 10 16 10 0
9 30 1A 9 60 0	9 30 1A 9 60 0	9 11 10 17 10 0
10 33 1A 10 60 0	10 33 1A 10 60 0	10 7 1B 18 10 0
11 32 1A 11 60 0	11 32 1A 11 60 0	11 13 1B 23 120 0
12 35 1A 12 60 0	12 35 1A 12 60 0	12 16 1A 24 120 0
13 39 1A 13 60 0	13 39 1A 13 60 0	13 12 1A 25 120 0
14 35 1A 14 60 0	14 35 1A 14 60 0	14 11 1A 26 120 0
15 37 1A 24 60 0	15 37 0 15 60 0	15 11 1A 26 120 0
16 6 40 15 10 0	16 8 10 16 10 0	
17 8 30B 16 10 0	17 11 10 17 10 0	
18 11 30B 17 10 0	18 7 10 18 10 0	
19 7 30A 18 10 0	19 9 6B 19 10 0	
20 9 20 19 10 0	20 12 6B 20 10 0	
21 12 10 20 10 0	21 15 6B 21 10 0	
22 15 1B 21 120 0	22 14 1B 22 120 0	
23 14 1B 22 120 0	23 13 1A 23 120 0	
24 13 1A 23 120 0	24 16 1A 24 120 0	
25 12 1A 25 120 0	25 12 1A 25 120 0	
26 11 1A 26 120 0	26 11 1A 26 120 0	
27 9 1A 27 120 0	27 9 1A 27 120 0	
28 8 1A 28 120 0	28 8 1A 28 120 0	
29 7 1A 29 120 0	29 7 1A 29 120 0	
30 6 1A 30 120 0	30 6 0 30 120 0	
NODE INFORMATION FOR THE SIMULATION	NODE INFORMATION FOR THE SIMULATION	NODE INFORMATION FOR THE SIMULATION
1 CLOSE 15 -72 0 1 2	1 CLOSE 15 -72 0 1 2	1 CLOSE 15 -72 0 1 2
24 SAFE -95 77 30 1 23	24 SAFE -95 77 30 1 23	24 SAFE -95 77 30 1 23
25 CLOSE 139 144 0 1 26	25 CLOSE 139 144 0 1 26	25 CLOSE 139 144 0 1 26
46 SAFE -95 129 30 1 45	46 SAFE -95 129 30 1 45	46 SAFE -95 129 30 1 45

C.3.2 Indata Scenario 2: Linneförrådet

12 barn och ungdomar placeras i salarna lekterapi och skola tillsammans med fyra vuxna. Hisshallen i sig används som utrymme för till exempel bordtennisspel, 7 personer placeras där. Under dagtid kan det vistas fyra personer i den större matsalen. En av dessa matsalar är enbart för personalen. Under simuleringen antas alla förutom personalen i matsalen ta kortaste vägen ut från hisshallen. Personalen i matsalen går till brandförvarstablån och personalen i skolan och lekterapin leder barnen och ungdomarna i säkerhet. Personer inom sektor 1, se Figur 54 nedan, har en förberedelsestid på 30 sekunder. Detta eftersom de flesta är personal och ska ge sig mot brandförvarstablån eller vuxna som snabbt kommer vilja komma i kontakt med sitt barn som finns på avdelningen. I sektor två anses förberedelsestiden vara en minut ty personer där ser branden. För sektor tre är förberedelsestiden två minuter. (Boverket, 2006)



Figur 54. Figuren visar Hisshallen indelad i tre sektorer samt personernas placering.

C.3.3 Indata Scenario 3: Expeditionen

All personal på barnavdelningen anses hjälpa till att utrymma patienterna efter 30 sekunder. Fyra extra personer kommer från avdelningen ovan och under efter 155 alternativt 165 sekunder det att brandlarmet i avdelningen där det brinner aktiverats. Tre olika simuleringar kördes där antalet patienter och deras behov varierade. Tabell 34 visar indata till ERM. Varje scenario delades in i två olika simuleringar. En för vardera korridoren. Detta för att simulera att personal enbart kan hjälp de patienter som finns i deras korridor.

Tabell 34. Indata till ERM för Scenario 3: Expeditionen.

30 Patienter Scenario 1	30 Patienter Scenario 2	15 Patienter Scenario 3
STAFF INFORMATION 1 42 30 2 42 30 3 27 155 4 27 155 RESIDENT INFORMATION 1 36 40 1 10 0 2 32 30B 2 10 0 3 35 30A 3 10 0 4 30 20 4 10 0 5 31 20 5 10 0 6 36 10 6 10 0 7 37 1B 7 60 0 8 31 1B 8 60 0 9 30 1A 9 60 0 10 33 1A 10 60 0 11 32 1A 11 60 0 12 35 1A 12 60 0 13 39 1A 13 60 0 14 35 1A 14 60 0 15 37 1A 24 60 0 NODE INFORMATION FOR THE SIMULATION 1 CLOSE 15 -72 0 1 2 24 CLOSE -95 77 30 1 23 25 SAFE 139 144 0 1 26 46 CLOSE -95 129 30 1 45	STAFF INFORMATION 1 42 30 2 42 30 3 27 155 4 27 155 RESIDENT INFORMATION 1 36 10 1 10 0 2 32 10 2 10 0 3 35 10 3 10 0 4 30 6B 4 10 0 5 31 6B 5 10 0 6 36 6B 6 10 0 7 37 1B 7 60 0 8 31 1B 8 60 0 9 30 1A 9 60 0 10 33 1A 10 60 0 11 32 1A 11 60 0 12 35 1A 12 60 0 13 39 1A 13 60 0 14 35 1A 14 60 0 15 37 0 15 60 0 NODE INFORMATION FOR THE SIMULATION 1 CLOSE 15 -72 0 1 2 24 CLOSE -95 77 30 1 23 25 SAFE 139 144 0 1 26 46 CLOSE -95 129 30 1 45	STAFF INFORMATION 1 42 30 2 42 30 3 27 155 4 27 155 RESIDENT INFORMATION 1 36 20 1 10 0 2 32 10 2 10 0 3 35 6B 3 10 0 4 30 1A 9 60 0 5 33 1A 10 60 0 6 32 1A 11 60 0 7 35 1A 12 60 0 NODE INFORMATION FOR THE SIMULATION 1 CLOSE 15 -72 0 1 2 24 CLOSE -95 77 30 1 23 25 SAFE 139 144 0 1 26 46 CLOSE -95 129 30 1 45
STAFF INFORMATION 1 42 30 2 42 30 3 5 165 4 5 165 RESIDENT INFORMATION 1 6 40 15 10 0 2 8 30B 16 10 0 3 11 30B 17 10 0 4 7 30A 18 10 0 5 9 20 19 10 0 6 12 10 20 10 0 7 15 1B 21 60 0 8 14 1B 22 60 0 9 13 1A 23 60 0 10 12 1A 25 60 0 11 11 1A 26 60 0 12 9 1A 27 60 0 13 8 1A 28 60 0 14 7 1A 29 60 0 15 6 1A 30 60 0 NODE INFORMATION FOR THE SIMULATION 1 SAFE 15 -72 0 1 2 24 CLOSE -95 77 30 1 23 25 CLOSE 139 144 0 1 26 46 CLOSE -95 129 30 1 45	STAFF INFORMATION 1 42 30 2 42 30 3 5 165 4 5 165 RESIDENT INFORMATION 1 8 10 16 10 0 2 11 10 17 10 0 3 7 10 18 10 0 4 9 6B 19 10 0 5 12 6B 20 10 0 6 15 6B 21 10 0 7 14 1B 22 60 0 8 13 1A 23 60 0 9 16 1A 24 60 0 10 12 1A 25 60 0 11 11 1A 26 60 0 12 9 1A 27 60 0 13 8 1A 28 60 0 14 7 1A 29 60 0 15 6 0 30 60 0 NODE INFORMATION FOR THE SIMULATION 1 SAFE 15 -72 0 1 2 24 CLOSE -95 77 30 1 23 25 CLOSE 139 144 0 1 26 46 CLOSE -95 129 30 1 45	STAFF INFORMATION 1 42 30 2 42 30 3 5 165 4 5 165 RESIDENT INFORMATION 1 8 10 16 10 0 2 11 10 17 10 0 3 7 1B 18 10 0 4 13 1B 23 120 0 5 16 1A 24 120 0 6 12 1A 25 120 0 7 11 1A 26 120 0 8 11 1A 26 120 0 NODE INFORMATION FOR THE SIMULATION 1 SAFE 15 -72 0 1 2 24 CLOSE -95 77 30 1 23 25 CLOSE 139 144 0 1 26 46 CLOSE -95 129 30 1 45

C.3.4 Indata Scenario 1 med åtgärdsförslag

Referensfallet är Fall 1:2 från Scenario 1.

Tabell 35. Indata till ERM för Scenario 1: Textilförrådet med olika åtgärdsförslag.

	Referensfall ¹	Detektor i passagen	Tidigare hjälp ²	Talat meddelande	Evakuering enbart till närmaste brandcell ³	Kortare transportsträcka ⁴	
Personal-information	STAFF INFORMATION 1 42 30 2 42 30 3 42 52 4 42 52 5 5 99 6 5 111 7 5 199 8 5 199	STAFF INFORMATION 1 42 30 2 42 30 3 42 52 4 42 52 5 5 99 6 5 99 7 5 187 8 5 187	STAFF INFORMATION 1 42 30 2 42 30 3 42 52 4 42 52 5 5 77 6 5 77 7 5 165 8 5 165	STAFF INFORMATION 1 42 30 2 42 30 3 42 52 4 42 52 5 5 111 6 5 111 7 5 199 8 5 199	STAFF INFORMATION 1 42 30 2 42 30 3 42 52 4 42 52 5 5 111 6 5 111 7 5 199 8 5 199	STAFF INFORMATION 1 42 30 2 42 30 3 42 30 4 42 30 5 5 111 6 5 111 7 5 199 8 5 199	STAFF INFORMATION 1 42 30 2 42 30 3 42 30 4 42 30 5 5 111 6 5 111 7 5 199 8 5 199
Patient-egenskaper	RESIDENT INFORMATION 1 36 10 1 10 0 2 32 10 2 10 0 3 35 10 3 10 0 4 30 6B 4 10 0 5 31 6B 5 10 0 6 36 6B 6 10 0 7 37 1B 7 60 0 8 31 1B 8 60 0 9 30 1A 9 60 0 10 33 1A 10 60 0 11 32 1A 11 60 0 12 35 1A 12 60 0 13 39 1A 13 60 0 14 35 1A 14 60 0 15 37 0 15 60 0 16 8 10 16 10 0 17 11 10 17 10 0 18 7 10 18 10 0 19 9 6B 19 10 0 20 12 6B 20 10 0 21 15 6B 21 10 0 22 14 1B 22 120 0 23 13 1A 23 120 0 24 16 1A 24 120 0 25 12 1A 25 120 0 26 11 1A	Samma som för referensfallet	Samma som för referensfallet	RESIDENT INFORMATION 1 36 10 1 10 0 2 32 10 2 10 0 3 35 10 3 10 0 4 30 6B 4 10 0 5 31 6B 5 10 0 6 36 6B 6 10 0 7 37 1B 7 60 0 8 31 1B 8 60 0 9 30 1A 9 60 0 10 33 1A 10 60 0 11 32 1A 11 60 0 12 35 1A 12 60 0 13 39 1A 13 60 0 14 35 1A 14 60 0 15 37 0 15 60 0 16 8 10 16 10 0 17 11 10 17 10 0 18 7 10 18 10 0 19 9 6B 19 10 0 20 12 6B 20 10 0 21 15 6B 21 10 0 22 14 1B 22 60 0 23 13 1A 23 60 0 24 16 1A 24 60 0 25 12 1A 25 60 0 26 11 1A	Samma som för referensfallet. Däremot ändras vilka noder som anses motsvara säker plats. Noderna 43 och 19 sätts som säker plats. Se Bilaga C.1 för information om var dessa noder ligger.	Samma som för referensfallet	

	26 120 0 27 9 1A 27 120 0 28 8 1A 28 120 0 29 7 1A 29 120 0 30 6 0 30 120 0			26 60 0 27 9 1A 27 60 0 28 8 1A 28 60 0 29 7 1A 29 60 0 30 6 0 30 60 0		
Detektions- tid	54 s	32 s	54 s	54 s	54 s	52 s
Total utrymnings- tid	5 min 23 s	5 min 1 s	5 min 31 s	5 min 23 s	4 min 14 s	5 min 13 s
Tids- skillnad jämfört med referens- fallet	0 s	-22 s	+8 s	0 s	-69 s	-10 s

1. Referensfallet är Scenario 1, Fall 1:2.
2. Kopplat till åtgärdsförslaget *Tidigare hjälp från angränsade våningsplan.*
3. Kopplat till de båda åtgärdsförslagen *Strukturering och förtydligande av information till personal* samt *Avdelningsspecifik utbildning för personal.*
4. Kopplat till åtgärdsförslaget *Byte mellan lokalerna matsal och personalmatsal.*

C.3.5 Indata Scenario 2 med åtgärdsförslag

Personerna inom sektor tre får lägre förberedelsestid med åtgärdsförslaget *Talat meddelande*. Från tiden 120 sekunder ner till 60 sekunder.

C.3.6 Indata Scenario 3 med åtgärdsförslag

Nedan presenteras indata för simuleringar av Scenario 3 med åtgärdsförslag. Referensfallet är Fall 3:2.

Tabell 36. Indata till ERM för Scenario 3, åtgärden *Tidigare hjälp från angränsande våningsplan.*

	Referensfall	Tidigare hjälp ¹
Personalinformation	STAFF INFORMATION 1 42 30 2 42 30 3 42 30 4 42 30 5 5 155 6 5 155 7 5 165 8 5 165	STAFF INFORMATION 1 42 30 2 42 30 3 42 30 4 42 30 5 5 85 6 5 85 7 5 95 8 5 95
Detektionstid	8 sekunder	8 sekunder
Total utrymningstid	5 minuter 8 sekunder	4 minuter 7 sekunder
Tidsskillnad jämfört med referensfallet	0 sekunder	-61 sekunder

1. Kopplat till åtgärdsförslaget *Tidigare hjälp från angränsade våningsplan.*

Bilaga D BSV-vård

I denna bilaga presenteras brandskyddsindex vid objektsbesöket samt hur det påverkas av olika förslag på förbättringar.

D.1 Gradering av komponenter vid objektsbesök

Nedan presenteras graderingen av komponenterna gällande Avdelning 043 i BSV-vård. Detta gäller för läget vid besöket den 8:e februari. Mer information om uppdelning och gradering av komponenter finns i *Brandskyddsvärdering av vårdavdelningar* (Frantzich, 2000).

K₁ – Personal

A. Kunskap och övning

Mer än 75 % av personalen på avdelningen har genomfört en brandutbildning de senaste 3 åren. Det genomförs intern kunskapskontroll årligen. Det ger delvärdet 4.

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

Som mest kan avdelningen ha 30 patienter. Bemanningen kring lunchtid kan som lägst tänkas vara 4-5 personer. Förhållandet mellan antalet patienter och personalen blir då 7,5- 6. Det ger delvärdet 2.

C. Minsta bemanning då patienter finns på avdelningarna

Den minsta bemanningen på Avd. 043 är fyra personer. Det ger delvärdet 5.

$$\text{Komponentvärde} = \frac{5A+3B+2C}{10} = 3,6$$

K₂ – Patienter

A. Antal patienter i varje patientrum/korridor

På avdelningen finns rum för antingen en eller två patienter. Det ger delvärdet 5.

B. Patienternas hjälpbehov

Fler än 1/3 av patienterna behöver hjälp av en person hela vägen ut. Det ger delvärdet 2.

$$\text{Komponentvärde} = \frac{A+4B}{5} = 2,6$$

K₃ – Gångavstånd till utrymningsväg

På avdelningen finns sängliggande personer som svårtligen kan evakueras via trappor. Det längsta avståndet till en horisontell utrymningsväg är 30 – 45 meter.

$$\text{Komponentvärde} = 3$$

K₄ – Brandcellsgräns i bjälklag

A. Brandteknisk klass på golv och tak till annan brandcell

Föreskriven klass eller mer: Ja

B. Tätning och genomföring

Hål i golv och tak är tätat: Ja

C. Rutin för tätning

Dokumenterade interna rutiner finns: Ja

Komponentvärde = 5

K₅ – Brandcellsgräns i vägg**A. Brandteknisk klass på vägg till annan brandcell**

Föreskriven klass i vägg eller mer: Ja

B. Tätning av genomföring

Hål i väggen är tätat: Ja

C. Rutin för tätning

Dokumenterade interna rutiner finns: Ja

D. Brännbar yttervägg

Ytterväggen är brännbar: Nej

Komponentvärde = 5

K₆ – Interna dörrar och väggar**A. Mellan patientrum och korridor**

E30-parti eller bättre finns mellan vådrum och korridor men på grund av hål (skåp utan brandteknisk klassning) i dessa har ”nej” valts. Det ger delvärdet 0.

B. Mellan dagrum, personalrum och korridor

Minst E30-parti finns mellan dagrum, personalrum, etc. och korridor. Det ger delvärdet 1.

C. E30-parti går upp till bjälklaget

E30-partiet går ej upp till det brandcellsskiljande bjälklaget.

D. Självstängande dörrar till patientrum, förråd etc.

Samtliga dörrar till vådrum, förråd, etc. stängs ej automatiskt vid brand. Det ger delvärdet 0.

E. Kilar för att ställa upp dörrar

Kilar för att hålla dörrar uppställda finns. Det ger delvärdet -1.

Komponentvärde = \sum av delvärdena = 0

K₇ – Dörr till utrymningsväg

Avdelningen har brandtekniskt rätt klassade dörrar som normalt är stängda och försedda med fallkolv.

Komponentvärde = 5

K₈ – Automatiskt brandlarm

A. Typ av detektorer och placering (heltäckande system)

Det finns rökdetektorer i vådrum/förråd, korridorer och över undertak. Det ger delvärdet 5.

B. Kontrollsystem

Den tekniska utrustningen kontrolleras enligt RUS-regler för automatiskt brandlarm. Internt system för brandskyddskontroll finns. Det ger delvärdet 5.

C. Larmöverföring

Larmet överförs direkt till räddningstjänsten utan larmlagring. Det ger delvärdet 5.

$$\text{Komponentvärde} = \frac{4A+3B+3C}{10} = 5$$

K₉ – Utrymningslarm**A. Aktivering**

Utrymningslarmet aktiveras automatiskt.

B. Teknisk utrustning

Installationen följer i stort SBFs rekommendation om utrymningslarm.

C. Larm till annan avdelning

Automatisk larmöverföring finns till annan avdelning samt en förberedd planering finns att bistå vid utrymning.

D. Typ av informationsöverförare

Informationsöverföring sker via ringklocka samt ett textfönster som indikerar att brand har utbrutit och var det har skett.

$$\text{Komponentvärde} = 5$$

K₁₀ – Sprinkler

Sprinkler saknas på Avd. 043.

$$\text{Komponentvärde} = 0$$

K₁₁ – Hiss som utrymningsväg

Hiss som utrymningsväg saknas på Avd. 043.

$$\text{Komponentvärde} = 0$$

K₁₂ – Utrymningsvägar**A. Primär utrymningsväg**

Horisontell utrymningsmöjlighet.

B. Alternativ utrymningsväg

Horisontell utrymningsmöjlighet.

C. Utrymningsvägens bredd

Den fria bredden i utrymningsvägarna är 1,1 meter.

Komponentvärde = 4

K₁₃ – Ytskikt på väggarna

Ytskiktet på väggarna uppfyller kraven för en Br1-byggnad.

Komponentvärde = 3

K₁₄ – Ytskikt på innertak

Ytskiktet på innertaket uppfyller kraven för en Br1-byggnad. Det är placerat på en tändskyddande beklädnad.

Komponentvärde = 5

K₁₅ – Ventilationssystem**A. System**

Ventilationssystemet är gemensamt för flera avdelningar.

B. Försvärande åtgärder

Brandspjäll saknas inom avdelningen.

Komponentvärde = 1

K₁₆ – Lös inredning

Mängden lös inredning har uppskattats till normal.

Komponentvärde = 3

K₁₇ – Fasta riskkällor**A. Rutin för fasta riskkällor**

Rutin för hantering av brandfarlig vara/öppen låga finns.

B. Rökning

Rökning förekommer inte på avdelningen.

C. Risk för anläggning av brand

Det finns patienter som kan anlägga brand på avdelningen.

Komponentvärde = 1

K₁₈ – Nödbelysning**A. Strömförsörjning**

Nödbelysningen tänds endast om central matning till sjukhuset bryts.

B. Kontroll av nödbelysningsfunktionen

Nödbelysningsfunktionen kontrolleras flera gånger per år.

Komponentvärde = 4

K₁₉ – Brandgasevakuering**A. Brandgaskontrollsystem**

Anordning för brandgasevakuering finns ej.

B. Kontrollsystem

-

Komponentvärde = 0

K₂₀ – Vägledande markeringar**A. Typ av markering (utrymning)**

Skyltar med nyare typ av symbol finns.

B. Belysning av markeringar (utrymning)

Skyltarna är genomlysta.

C. Övriga markeringar

Markering av släckutrustning finns.

Komponentvärde = 5

K₂₁ – Brandsläckningsutrustning**A. Släckutrustning (handbrandsläckare och inomhusbrandposter)**

Finns i tillräcklig omfattning och är kontrollerade.

B. Utbildning

Mer än 75 % av personalen har utbildats på brandsläckning.

Komponentvärde = 5

K₂₂ – Räddningstjänstens insats**A. Typ av förststyrka**

Räddningstjänstens förststyrka består av 1+1+6 personer. Det ger delvärdet 5.

B. Insattid

Insattiden överstiger 15 minuter. Det ger delvärdet 1.

C. Tillgänglighet

Vägen är körbar fram till insatsvägen. Det ger delvärdet 5.

D. Förberedd insatsplan

Insatsplan finns och är inövad. Det ger delvärdet 5.

$$\text{Komponentvärde} = \frac{3A+4B+C+2D}{10} = 3,4$$

K₂₃ – Geometrisk utformning

Avdelningen består av en enkelkorridor med horisontell riktningssändring .

Komponentvärde = 2

K₂₄ – Våning ovan mark

Avdelningen är belägen på 4:e våningen.

Komponentvärde = 1

K₂₅ – Drift och underhåll**A. Interna rapporteringsrutiner**

Rutiner finns för rapportering av trasig utrustning och brandtillbud. Rapporterad trasig utrustning åtgärdas omgående.

B. Intern brandskyddskontroll

Intern kontroll utöver brandsyn finns organiserad.

Komponentvärde = 5

K₂₆ – Larmstyrka på sjukhuset**A. Insatstid på natten**

Det finns vaktmästare eller väktare som har en insatstid som understiger 3 minuter.

B. Övning av larmstyrkan

Styrkan övas regelbundet.

Komponentvärde = 5

D.2 Brandskyddsindex

För att ta reda på hur Avdelning 043 kan klassas som säkrare enligt Brandskyddsindex gjordes en analys av de komponenter som fått låga delvärden i BSV-vård. Vissa komponenter sållades bort eftersom det inte finns någon möjlighet att påverka dessa. Ett exempel på detta är K_{24} – *Våning ovanför mark*, där det skulle krävas att avdelningen flyttade till ett lägre våningsplan för att delvärdet ska höjas. De parametrar som bedöms kunna påverkas är:

- K_1 – Förhållandet patienter till personal
- K_6 – Interna dörrar och väggar
- K_{10} – Sprinkler
- K_{15} – Ventilationssystem
- K_{18} – Nödbelysning
- K_{19} – Brandgasevakuering

K_1 – Förhållandet patienter till personal

B. *Förhållandet mellan antalet patienter och antalet vårdpersonal (dagtid)* har delvärdet 2. En ökning av förhållandet patient/personal till 4 – 5 patienter per personal ger delvärdet 4 och en ökning av förhållandet till < 3 patienter per personal ger delvärdet 5.

Delvärde 4 ger:

$$BSI_{\text{Totalt}} = 3,36$$

$$BSI_{\text{Personskydd}} = 3,37$$

$$BSI_{\text{Egendomsskydd}} = 3,32$$

Delvärde 5 ger:

$$BSI_{\text{Totalt}} = 3,40$$

$$BSI_{\text{Personskydd}} = 3,41$$

$$BSI_{\text{Egendomsskydd}} = 3,36$$

K_6 – Interna dörrar och väggar

K_6 har komponentvärdet 0. Som max kan komponentvärdet vara 5.

Underkomponenten *Minst E30-parti mellan vådrum och korridor* har i dagsläget delvärdet 0. Om de två förvaringsutrymmen som bryter E30-gränsen mellan patientrum/behandlingsrum och korridor tätas ges delvärdet 2 istället för 0.

Delvärde 2 ger:

$$BSI_{\text{Totalt}} = 3,35$$

$$BSI_{\text{Personskydd}} = 3,35$$

$$BSI_{\text{Egendomsskydd}} = 3,33$$

Underkomponenten *Samtliga dörrar till vådrum, förråd etc. är stängda eller stängs automatiskt vid brand* har i dagsläget delvärdet 0. Om dörrstängare införs även på de dörrar som i dagsläget inte har ges istället delvärdet 1.

Delvärde 1 ger:

$$BSI_{\text{Totalt}} = 3,32$$

$$BSI_{\text{Personskydd}} = 3,33$$

$$BSI_{\text{Egendomsskydd}} = 3,28$$

K₁₀ – Sprinkler

I dagsläget finns inget sprinklersystem installerat på objektet. Om hela avdelningen skulle sprinklas, enligt rekommendationer från Svenska brandskyddsföreningen (2004), ökar komponentvärdet från 0 till 1.

Komponentvärde 1 (vanlig sprinkler) ger:

$$BSI_{\text{Totalt}} = 3,34$$

$$BSI_{\text{Personskydd}} = 3,35$$

$$BSI_{\text{Egendomsskydd}} = 3,29$$

K₁₅ – Ventilation

Det finns i dagsläget inga aktiva åtgärder som hindrar brandgasspridning inom avdelningen. Om brandspjäll installeras, förslagsvis styrda av rökdetektorerna, ökar komponentvärdet från 1 till 4.

Komponentvärde 4 ger:

$$BSI_{\text{Totalt}} = 3,34$$

$$BSI_{\text{Personskydd}} = 3,35$$

$$BSI_{\text{Egendomsskydd}} = 3,32$$

K₁₈ – Nödbelysning

Om nödbelysningen tänds även om strömmen på avdelningen bryts lokalt ökar komponentvärdet från 4 till 5.

Komponentvärde 5 ger:

$$BSI_{\text{Totalt}} = 3,29$$

$$BSI_{\text{Personskydd}} = 3,31$$

$$BSI_{\text{Egendomsskydd}} = 3,24$$

K₁₉ – Brandgasevakuering

Om en anordning för brandgasevakuering skulle installeras och det genomförs regelbunden kontroll på denna ökar komponentvärdet från 0 till 5.

Komponentvärde 5 ger:

$$BSI_{\text{Totalt}} = 3,43$$

$$BSI_{\text{Personskydd}} = 3,44$$

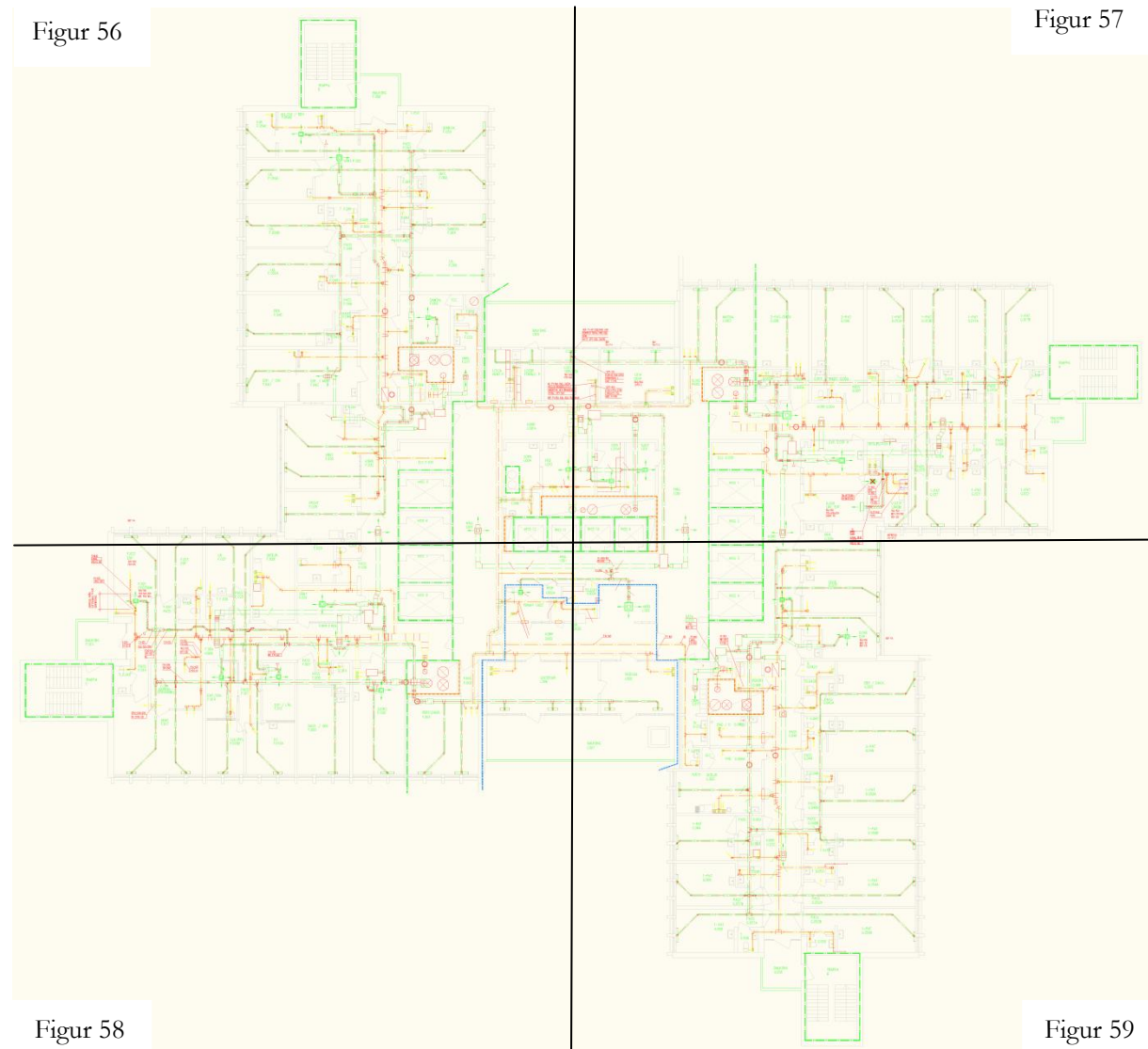
$$BSI_{\text{Egendomsskydd}} = 3,41$$

Sammanfattning

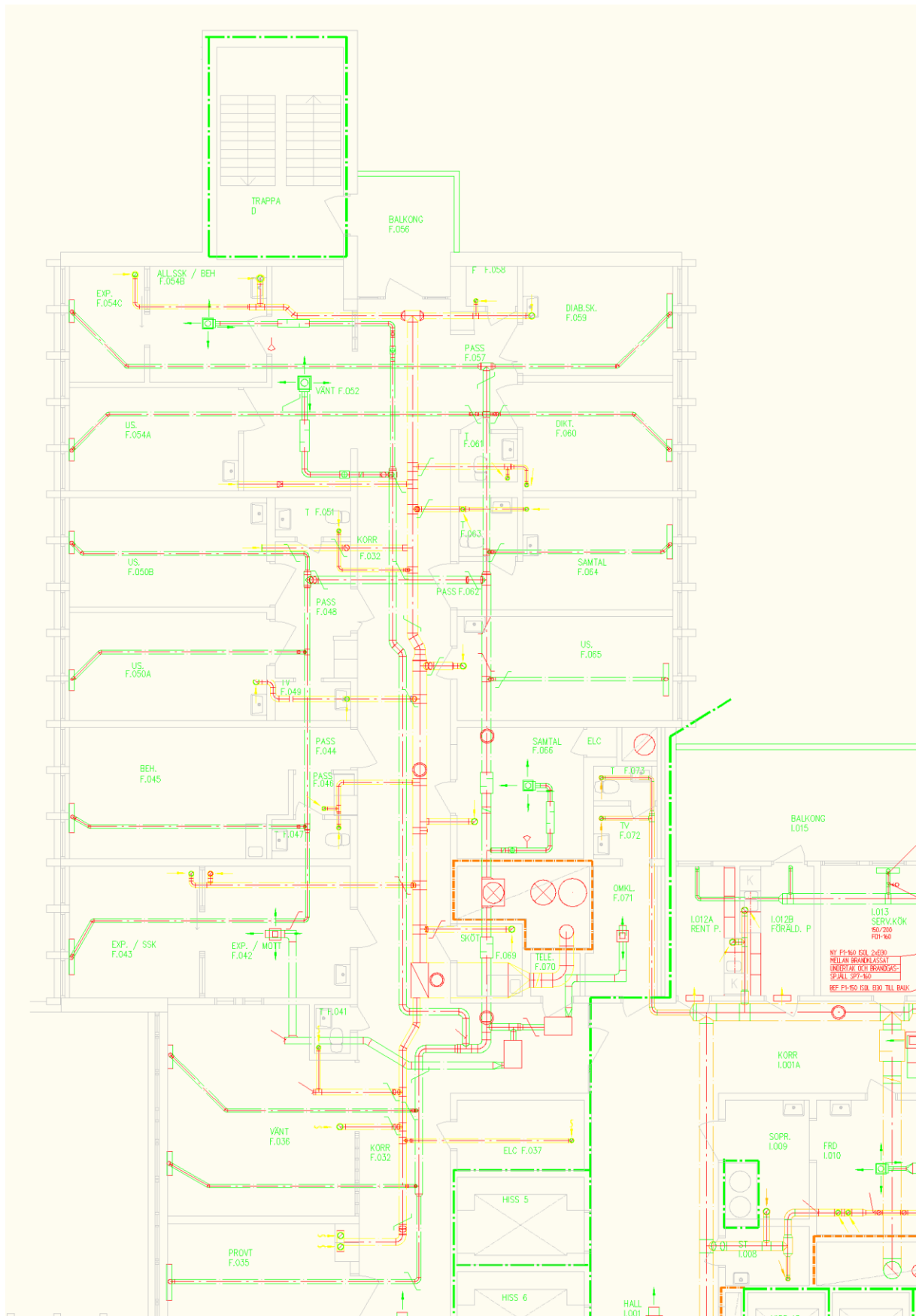
De åtgärder som ger störst ökning av BSI är *Tätning av E30-parti, Installation av system för brandgasevakuering* samt *Minskat antal patienter per personal*.

Bilaga E Ventilationsritning

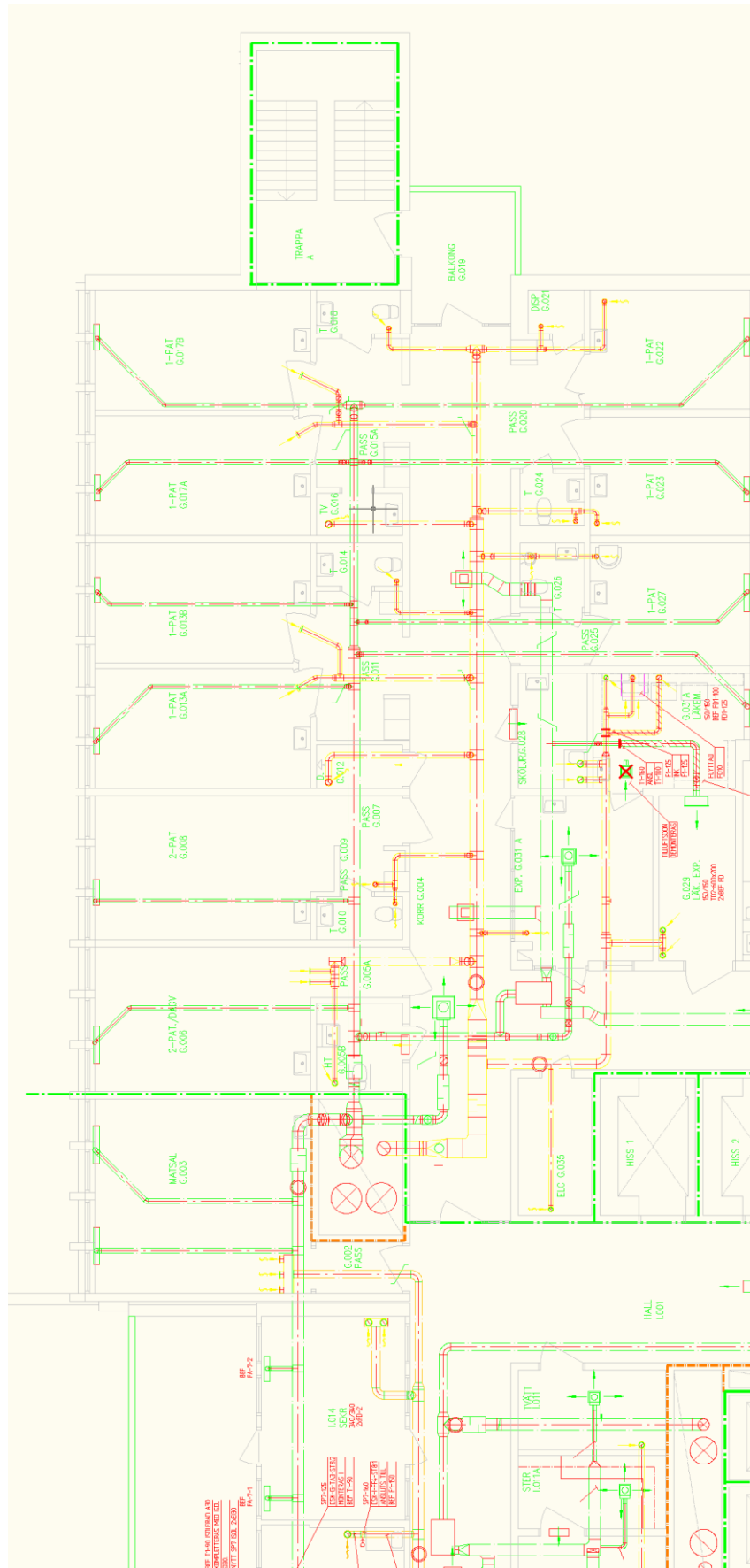
I detta kapitel presenteras ventilationsritningarna för Plan 4 på CSK.



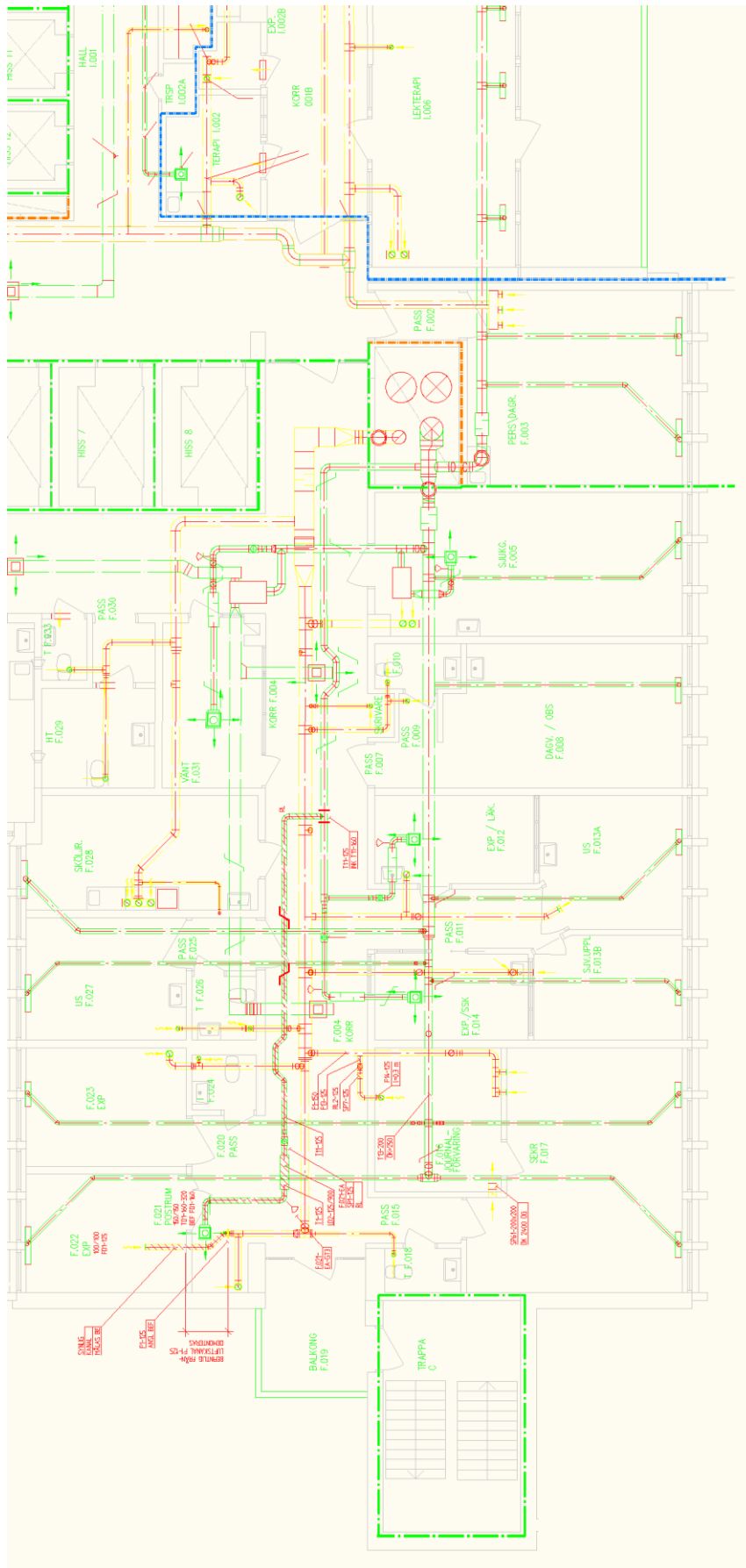
Figur 55. Ventilationsritning för hela Plan 4 med referenser till förstorade figurer.



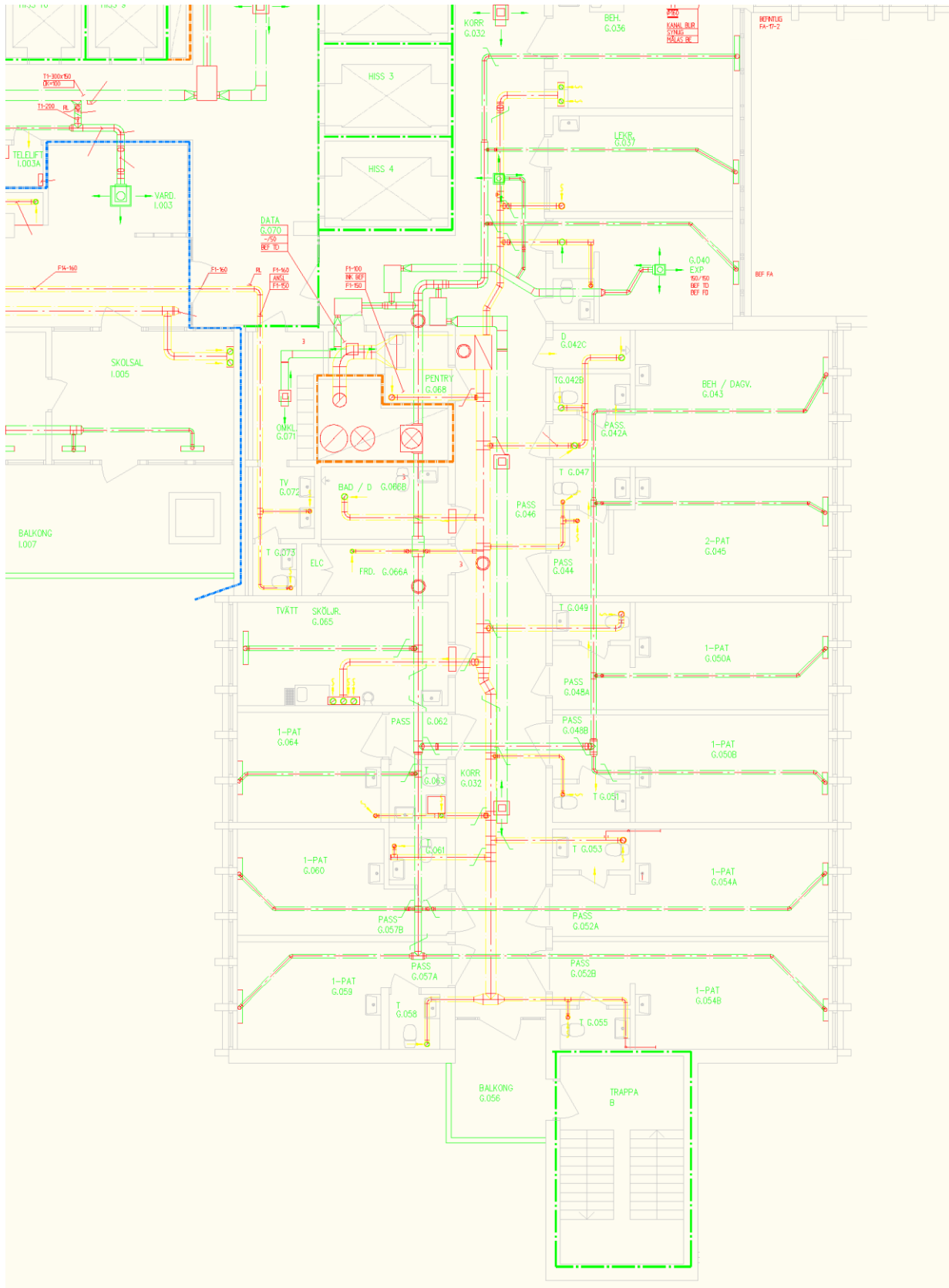
Figur 56. Övre vänstra delen av Figur 55.



Figur 57. Övre högra delen av Figur 55 roterad 90 grader moturs.



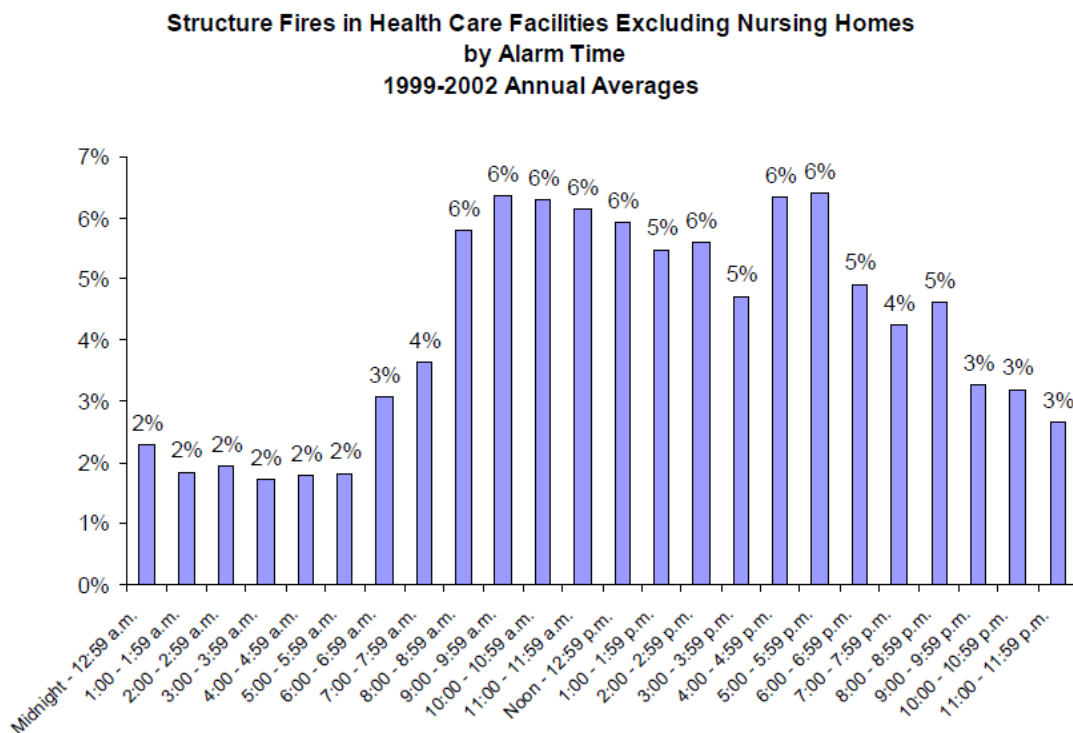
Figur 58. Nedre vänstra delen av Figur 55 roterad 90 grader moturs.



Figur 59. Nedre högra delen av Figur 55.

Bilaga F Statistik

Nedan visas statistik för bränder inom sjukvården i USA. Informationen är hämtad från rapporten "Selections from U.S. fires in selected occupancies health care facilities, excluding nursing homes" (Ahrens, 2006).



Figur 60. Diagrammet beskriver vilken tid på dygnet bränder i sjukvårdsanläggningar inträffat. (Ahrens, 2006)

Leading Causes of Structure Fires in Health Care Facilities, Excluding Nursing Homes 1999-2002 Annual Averages

Causes	Fires	Civilian Deaths	Civilian Injuries	Direct Property Damage (in Millions)
Cooking equipment fires	1,050 (33%)	0 (0%)	14 (16%)	\$0.8 (4%)
<i>Identified cooking equipment</i>	610 (19%)	0 (0%)	10 (11%)	\$0.8 (4%)
<i>Confined cooking fire</i>	450 (14%)	0 (0%)	4 (5%)	\$0.0 (0%)
Intentional	320 (10%)	0 (0%)	18 (21%)	\$8.5 (40%)
Smoking materials	260 (8%)	0 (57%)	10 (11%)	\$1.2 (6%)
Clothes dryer or washer	210 (7%)	0 (0%)	14 (16%)	\$0.6 (3%)
Electrical distribution and lighting equipment	200 (6%)	0 (0%)	8 (9%)	\$2.8 (13%)
Heating equipment fires	180 (6%)	0 (0%)	5 (6%)	\$1.2 (6%)
<i>Identified heating equipment</i>	160 (5%)	0 (0%)	5 (6%)	\$1.2 (5%)
<i>Confined heating equipment fire</i>	20 (1%)	0 (0%)	0 (0%)	\$0.0 (0%)
Torch (including burner or soldering iron)	110 (4%)	0 (0%)	0 (0%)	\$0.9 (4%)
Playing with fire	50 (2%)	0 (0%)	6 (7%)	\$0.0 (0%)
Contained trash or rubbish fire	80 (3%)	0 (0%)	3 (4%)	\$0.0 (0%)

Figur 61. Tabellen visar huvudsakliga brandorsaker i sjukvårdsanläggningar, antal döda respektive skadade privatpersoner samt direkt egendomsskada. (Ahrens, 2006)

**Structure Fires in Health Care Facilities, Excluding Nursing Homes
by Area of Origin
1999-2002 Annual Averages**

Area of Origin	Fires		Civilian Deaths		Civilian Injuries		Direct Property Damage (in Millions)	
Kitchen or cooking area	580	(18%)	0	(0%)	8	(9%)	\$0.8	(4%)
Confined cooking fire	450	(14%)	0	(0%)	4	(5%)	\$0.0	(0%)
Bedroom or patient room	280	(9%)	1	(100%)	28	(32%)	\$1.2	(5%)
Laundry room or area	210	(7%)	0	(0%)	16	(18%)	\$0.6	(3%)
Lavatory, bathroom, locker room or check room	140	(4%)	0	(0%)	4	(5%)	\$1.2	(6%)
Machinery room or area or elevator machinery room	100	(3%)	0	(0%)	0	(0%)	\$1.0	(5%)
Office	90	(3%)	0	(0%)	1	(1%)	\$0.9	(4%)
Common room, living room, family room, lounge or den	80	(3%)	0	(0%)	0	(0%)	\$0.1	(1%)
Hallway, corridor or mall	70	(2%)	0	(0%)	2	(2%)	\$0.4	(2%)
Exterior roof surface	60	(2%)	0	(0%)	1	(1%)	\$0.9	(4%)
Heating equipment room	60	(2%)	0	(0%)	1	(1%)	\$0.1	(1%)
Dining room, bar or beverage area, cafeteria	60	(2%)	0	(0%)	1	(1%)	\$0.0	(0%)
First aid or treatment room	50	(2%)	0	(0%)	2	(2%)	\$0.2	(1%)
Attic or ceiling/roof assembly or concealed space	50	(1%)	0	(0%)	0	(0%)	\$1.6	(7%)
Exterior wall surface	40	(1%)	0	(0%)	0	(0%)	\$0.3	(2%)
Laboratory	40	(1%)	0	(0%)	1	(1%)	\$0.3	(1%)
Storage of supplies or tools or dead storage	40	(1%)	0	(0%)	4	(5%)	\$0.3	(1%)
Computer room, control room or center	40	(1%)	0	(0%)	1	(1%)	\$0.3	(1%)
Trash or rubbish chute, area or container	30	(1%)	0	(0%)	0	(0%)	\$0.2	(1%)
Closet	30	(1%)	0	(0%)	0	(0%)	\$0.2	(1%)
Wall assembly or concealed space	30	(1%)	0	(0%)	0	(0%)	\$0.8	(4%)
Unclassified	30	(1%)	0	(0%)	0	(0%)	\$0.2	(1%)
Crawl space or substructure space	30	(1%)	0	(0%)	3	(4%)	\$0.1	(1%)
Duct for HVAC, cable, exhaust, heating or air conditioning	30	(1%)	0	(0%)	0	(0%)	\$0.0	(0%)
Lobby or entrance way	30	(1%)	0	(0%)	0	(0%)	\$0.2	(1%)
Elevator shaft or dumb-waiter	30	(1%)	0	(0%)	1	(1%)	\$0.0	(0%)
Unclassified equipment or service area	20	(1%)	0	(0%)	0	(0%)	\$0.5	(2%)

Figur 62. Tabellen visar bränder i sjukvårdsanläggningar uppdelat på var bränderna startat, antal döda respektive skadade privatpersoner samt direkt egendomsskada. (Ahrens, 2006)

**Structure Fires in Health Care Facilities, Excluding Nursing Homes
by Area of Origin
1999-2002 Annual Averages
(Continued)**

Area of Origin	Fires		Civilian Deaths		Civilian Injuries		Direct Property Damage (in Millions)	
Unclassified technical processing area	20	(1%)	0	(0%)	0	(0%)	\$0.2	(1%)
Switchgear area or transformer vault	20	(1%)	0	(0%)	1	(1%)	\$0.1	(0%)
Small assembly area, less than 100 person capacity	20	(1%)	0	(0%)	0	(0%)	\$0.0	(0%)
Confined fuel burner or boiler fire	20	(1%)	0	(0%)	0	(0%)	\$0.0	(0%)
Ceiling/floor assembly or concealed space	20	(1%)	0	(0%)	0	(0%)	\$0.2	(1%)
Exterior balcony or open porch	20	(1%)	0	(0%)	0	(0%)	\$0.1	(1%)
Operating room	20	(1%)	0	(0%)	1	(1%)	\$0.0	(0%)
Unclassified function area	20	(1%)	0	(0%)	2	(2%)	\$0.4	(2%)
Other known service or equipment area	60	(2%)	0	(0%)	2	(2%)	\$0.5	(2%)
Other known storage area	40	(1%)	0	(0%)	0	(0%)	\$5.4	(26%)
Other known means of egress	20	(1%)	0	(0%)	0	(0%)	\$0.1	(1%)
Other known area	70	(2%)	0	(0%)	2	(2%)	\$1.5	(7%)
Contained trash fire	80	(3%)	0	(0%)	3	(4%)	\$0.0	(0%)
Other confined fire	10	(0%)	0	(0%)	0	(0%)	\$0.0	(0%)
Total	3,150	(100%)	1	(100%)	87	(100%)	\$21.3	(100%)

Figur 63. Fortsättning av Figur 62. (Ahrens, 2006)

Bilaga G Automatlarm till Räddningstjänsten

Nedan presenteras en sammanfattning av automatlarm till räddningstjänsten under åren 2007–2009.



Administration/Personalavd

Ann-Britt Borgström
Arbetsmiljö-/brandskyddscontroller
Tel. 044-3092616
Mobil 0766-486402
ann-britt.borgstrom@skane.se

Datum 2010-02-02

Automatlarm till Räddningstjänsten

2007 var det 11 larm som räddningstjänsten ryckte ut på till sjukhuset

2008 var det 12 larm som räddningstjänsten ryckte ut på till sjukhuset

2009 års automatlarm

24 automatlarm är registrerade av räddningstjänsten

1 larm om röklukt kom via telefon som räddningstjänsten åkte på

Följande händelser föranledde räddningstjänstens besök.

- 2/1 Poppkorn i mikrougn
- 1/2 Ingen synbar orsak ev. smutsig detektor
- 10/2 Personal ringde om att man känner röklukt (ej automatlarm)
- 24/2 Matlagning plan 14
- 5/3 Nya rutiner att spola varmvatten i kranarna
- 17/3 Överhettad ugn på OTAB
- 25/3 Ingen synbar orsak ev. smutsig detektor
- 2/4 Utrymningsövning på Tvätten som fick oönskad rök spridning i kulvert
- 9/4 Byggdamm i detektor
- 23/4 Vattenånga från vattenkokare
- 24/4 Doft spray utlöser detektor
- 18/5 Vattenånga från vattenkokare
- 2/6 El-central i Gula Byggnaden (Typad som brand)
- 21/7 Någon utlöser bi-brandskåp
- 5/8 Hantverkare gått hem – tagit av huvan – byggdamm
- 7/8 Hantverkare gått hem – tagit av huvan – byggdamm
- 8/8 Hantverkare gått hem – tagit av huvan – byggdamm
- 11/8 Byggdamm i detektor
- 26/8 Tekniskt fel på el-apparatur
- 8/9 Hisschakt bromsar gått varma (Typad som brand)
- 6/10 Barn utlöser bi-brandskåp
- 7/10 Byggdamm i detektor
- 13/11 Ingen synbar orsak ev. smutsig detektor
- 23/11 Matlagning
- 22/12 Hantverkare utöste detektor

} Samma detektor

BESÖKSADRESS
J A Hedlunds väg
291 85 Kristianstad

FAKTURERINGSADRESS
Centralsjukhuset Kristianstad
S-205 01 Malmö

Tfn: 044-309 10 00 vx
Organisationsnummer: 23 21 00-0255
E-post: centralsjukhuset@skane.se

Bilaga H Enkät till personalen på Vårdavdelning 043, Barn & Ungdom

I denna del presenteras den enkät som delades ut till personalen efter objektsbesöket samt en sammanställning av enkätsvaren.

H.1 Enkäten som delades ut

Enkät – Brandsäkerheten på er avdelning

Vi är fyra studenter som läser till Brandingenjör på Lunds Tekniska Högskola. Just nu läser vi en kurs i Brandteknisk Riskvärdering och har tilldelats er avdelning här på Centralsjukhuset till vårt projektarbete. Vi skulle vara mycket tacksamma om ni fyller i den här enkäten för att hjälpa oss i vårt arbete att utvärdera brandsäkerheten hos er. Samtliga svar behandlas anonymt. Har ni några frågor eller synpunkter är ni varmt välkomna att kontakta oss på e-postadress: bi07mj3@student.lth.se

Vi tackar för er hjälp

Robin Imskog, Martina Jelvinger, Anders Jonsson, Martin Jonsson

1. Vad är din arbetsroll på avdelningen (läkare, sjuksköterska, praktikant etc.)?

2. Hur länge har du varit anställd på avdelningen?

3. Har du fått någon brandskyddsutbildning under din tid på avdelningen?

Ja Nej

Om ja, hur många gånger och när var senast? _____

Vad ingick i utbildningen? _____

4. Hur lång tid uppskattar du att en utrymning av avdelningen skulle ta?

5. Har du deltagit i någon utrymningsövning under din tid på avdelningen?

Ja Nej

Om ja, hur många gånger och när var senast? _____

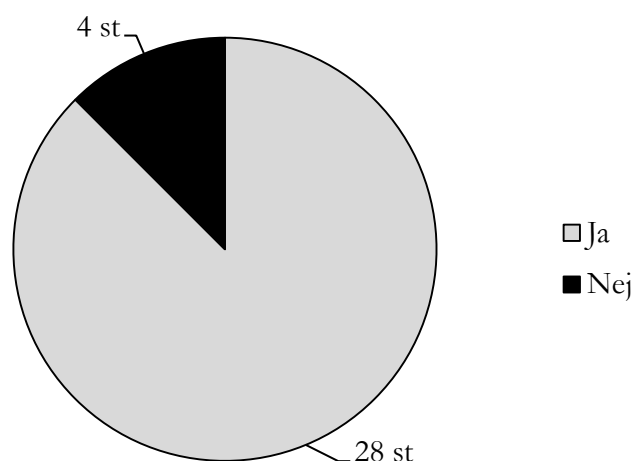
6. Har du tagit del av utrymningsstrategierna som gäller på din avdelning?Ja Nej *Kommentar:* _____**7. Vet du var utrymningsvägarna är lokaliserade?**Ja Nej *Om ja, var?* _____**8. Känner du dig säker på hur du ska agera vid utrymning?**Ja Nej *Kommentar:* _____**9. Hur lång tid tror du att det tar till räddningstjänsten är på plats?***Kommentar:* _____**10. Vet du var släckutrustningen (ex. brandfilt och brandsläckare) på avdelningen finns?**Ja Nej *Kommentar:* _____**11. Känner du dig säker på hur du ska använda släckutrustningen (ex. brandsläckare och brandfilt)?**Ja Nej *Kommentar:* _____**12. Har du upplevt något tillbud på avdelningen som har lett, eller kunnat leda till brand?**Ja Nej *Om ja, utveckla:* _____

13. Vet du hur nödavsängningen av syrgasen fungerar?Ja Nej

Kommentar: _____

H.2 Sammanställning av enkätsvar

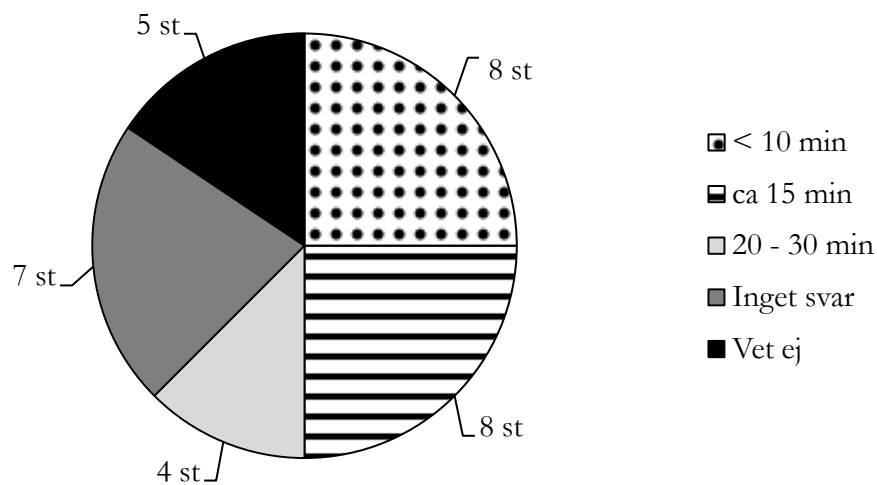
Personalen som arbetar på Avdelning 043 fick efter objektsbesöket möjligheten att fylla i en enkät gällande avdelningens brand- och utrymningssäkerhet. Detta genomfördes bland annat för att ta reda på om personalen känner sig säkra i sitt agerande vid ett brandtillbud. Totalt samlades 32 enkäter in. Nedan presenteras fullständiga resultat från undersökningen.

Har du fått någon brandutbildning under din tid på avdelningen?

88 % av de svarande har fått brandutbildning under sin tid på avdelningen. Av de 4 personer som inte fått någon utbildning har 3 personer varit anställda i mindre än ett år och 1 person i 3 år. 30 % av de svarande anger att de fått utbildning upprepade gånger, ca 1 gång/år.

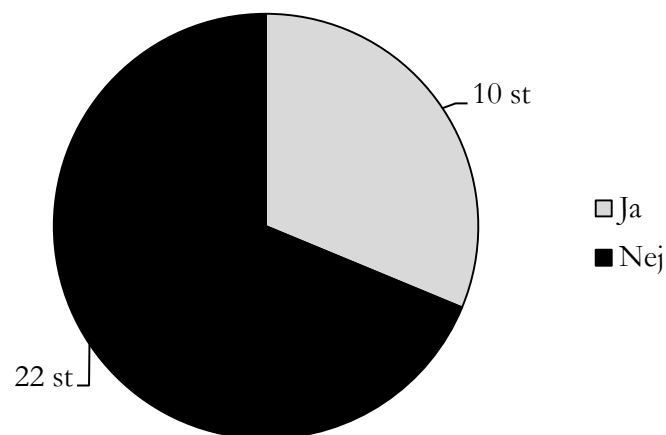
På frågan vad som ingick i utbildningen uppgav alla som fått utbildning att de tagit del av både teoretisk information och praktisk släckning.

Hur lång tid uppskattar du att en utrymning av avdelningen skulle ta?



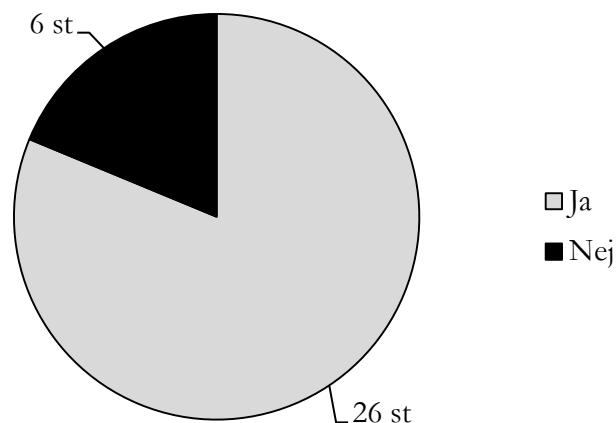
50 % av de svarande uppskattar att utrymningen inte tar mer än ca 15 minuter. 38 % valde vet ej eller angav inget svar.

Har du deltagit i någon utrymningsövning under din tid på avdelningen?



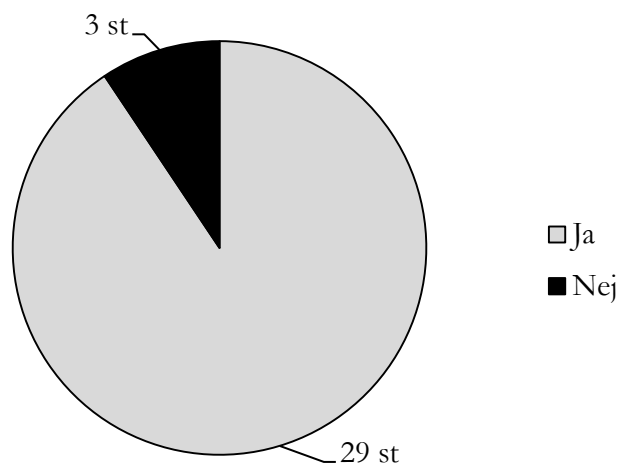
31 % av de svarande har deltagit i en utrymningsövning under sin tid på avdelningen. Bland de som svarade Ja på frågan varierade anställningstiden mellan 16 och 31 år. Flera angav att det var många år sedan de haft en utrymningsövning.

Har du tagit del av utrymningsstrategierna som gäller på din avdelning?

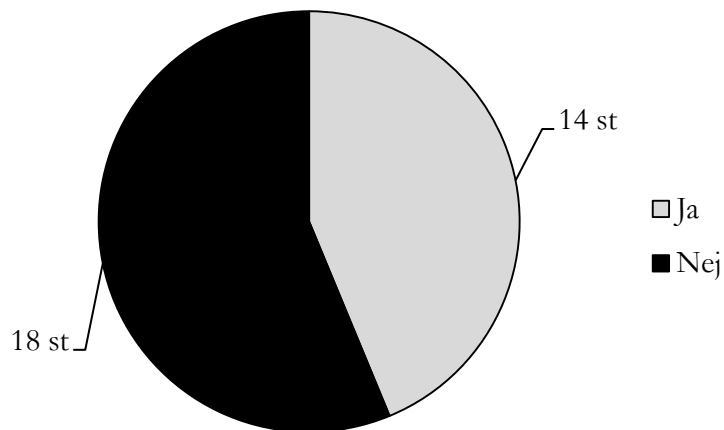


81 % av de svarande har tagit del av utrymningsstrategierna som gäller på avdelningen. Det uppkom en fråga från skolpersonalen som undrar om de ska ta barnen tillbaka till Avdelning 043 eller utrymma direkt med dem.

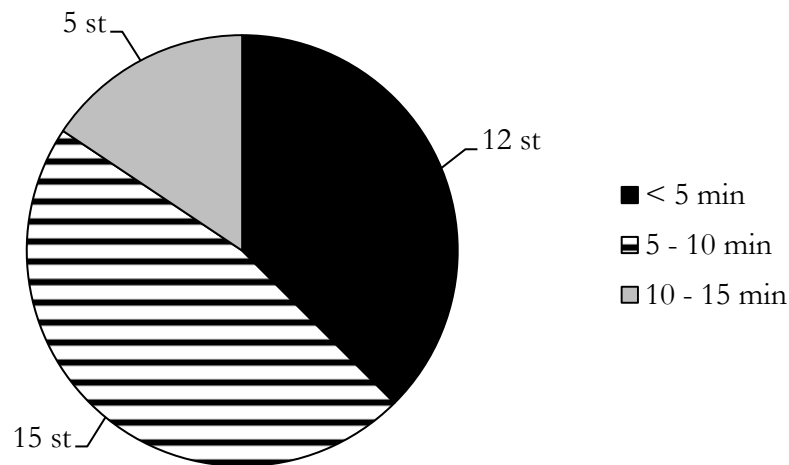
Vet du var utrymningsvägarna är lokaliserade?



91 % av de svarande anger att de vet var utrymningsvägarna är lokaliserade. Dock lyckas bara 3 % ange rätt svar på frågan var dessa är placerade. Detta beror förhoppningsvis på att definitionen av utrymningsväg inte är helt klar för personalen. 30 % angav endast trapphusen som utrymningsvägar och 6 % hänvisade till informationen vid brandförsvarstablån.

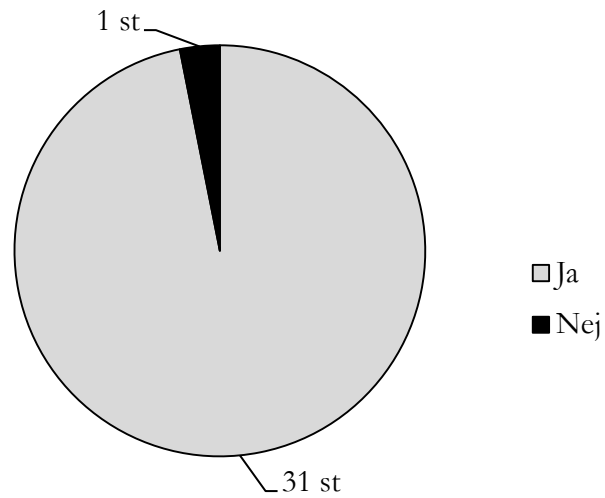
Känner du dig säker på hur du ska agera vid utrymning?

Endast 44 % av de svarande angav att de kände sig säkra på hur de ska agera vid utrymning. Då detta är en mycket viktig parameter för att kunna genomföra en utrymning innan kritiska förhållanden uppstår bör detta ses över. 22 % kom med önskemålet att genomföra en utrymningsövning på plats på avdelningen för att få konkret information om hur det ska gå till praktiskt. Det är en mycket bra idé för att höja tryggheten hos personalen.

Hur lång tid tror du att det tar till räddningstjänsten är på plats?

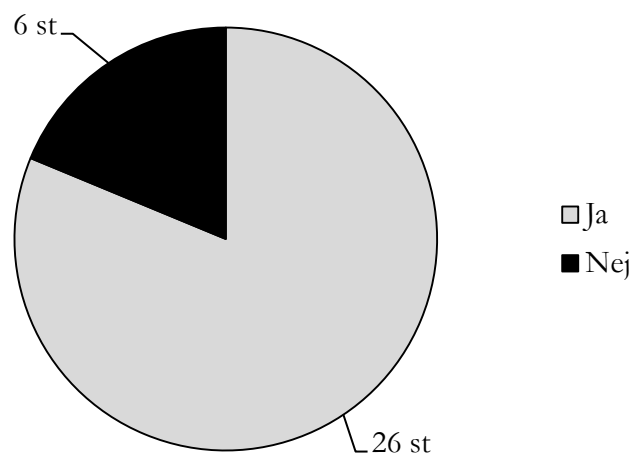
84 % av de svarande anger att de tror att räddningstjänsten är på plats efter max 10 minuter.

Vet du var släckutrustningen (ex. brandfilt och brandsläckare) på avdelningen finns?



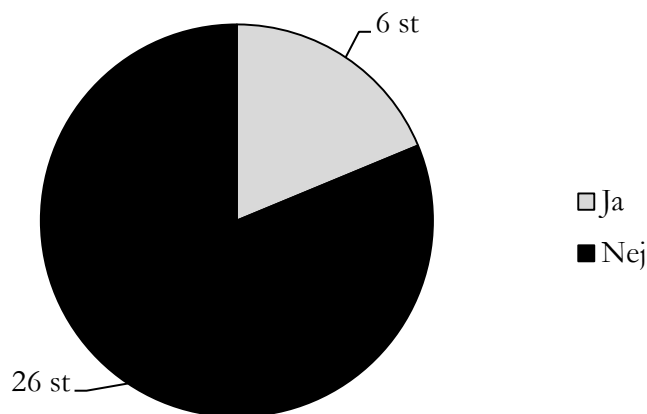
97 % av de svarande angav att de vet var släckutrustningen på avdelningen är placerad.

Känner du dig säker på hur du ska använda släckutrustningen (ex. brandsläckare och brandfilt)?



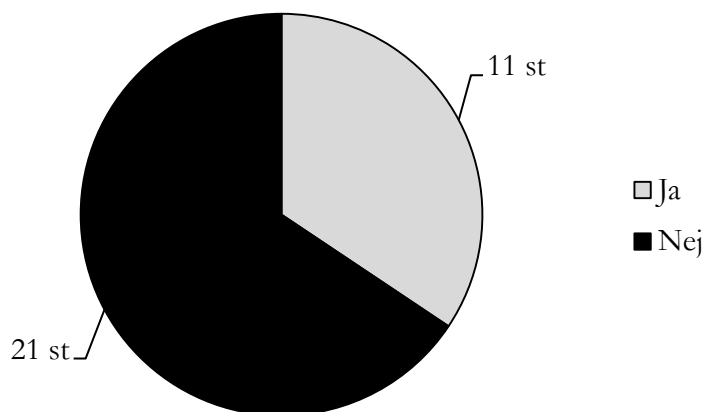
81 % av de svarande angav att de kände sig säkra på hur de ska använda släckutrustningen.

Har du upplevt något tillbud på avdelningen som har lett, eller kunnat leda, till brand?



19 % av de svarande har upplevt ett brandtillbud på avdelningen. Mikrovågsugn och brödrost angavs som källor i två av fallen.

Vet du hur nödavstängningen av syrgasen fungerar?



34 % av de svarande angav att de vet hur nödavstängningen av syrgasen fungerar. En person påpekade att de inte får röra nödavstängningen.

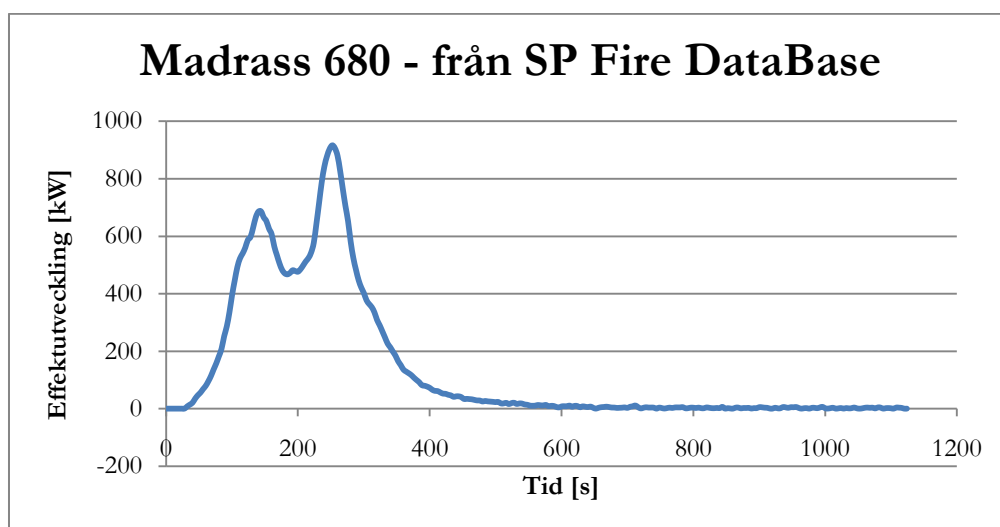
Bilaga I Data till grund för dimensionerande bränder

I denna bilaga presenteras den data som ligger till grund för de dimensionerande bränderna.

I.1 Data för Scenario 1: Textilförrådet

Nedan presenteras data för Textilförrådet.

Effektutvecklingskurva för madrass



Figur 64. Effektutveckling för madrass hämtad från SP Fire DataBase (2005).

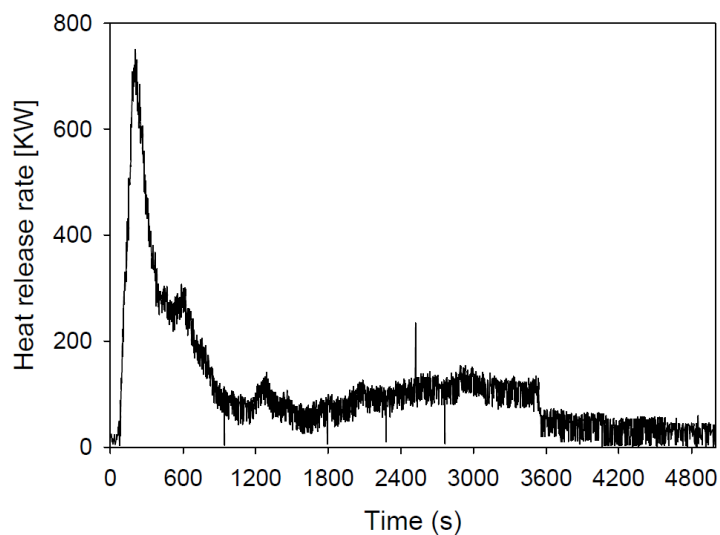
Egenskaper och data för effektutveckling i madrass

Tabell 37. Egenskaper och data, madrass, hämtad från SP Fire DataBase (2005).

Keyword	Value
Material1	Fabric: Cotton/viscose
Material2	Polyether foam
Object	CBUF 1:21 Solid foam mattress
Method	Furniture full-scale calorimeter (CBUF)
Reference	CBUF - Fire Safety of Upholstered Furniture, EC Report EUR 16477 EN, contact SP for more information.
ImportDate	2005-11-03 10:39:50

Tabell 38. Data för madrassbrand, hämtad från SP Fire DataBase (2005).

Scalar	Value
Peak heat release (kW)	916.7
Total heat release (MJ)	157.4
Initial mass (g)	7300
Total massloss (g)	7300
Average heat of combustion (MJ/kg)	19.68

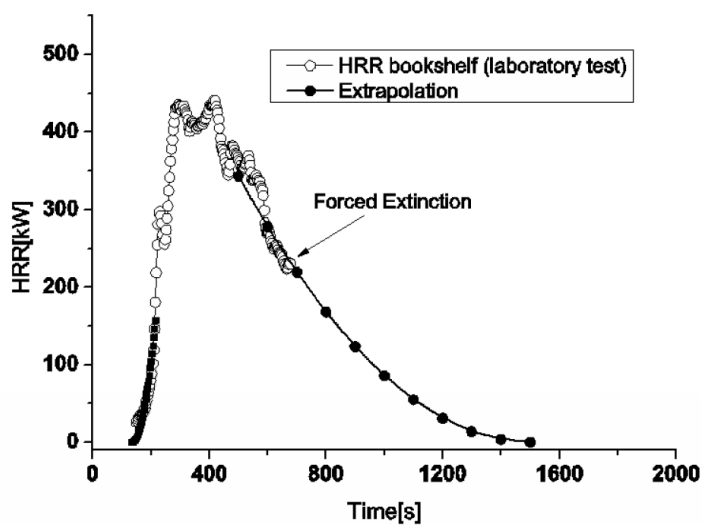


Figur 65. Effektutveckling för garderob, hämtad från experiment utfört av NRCC (Bwalya A. C., 2005).

I.2 Data för Scenario 3: Expeditionen

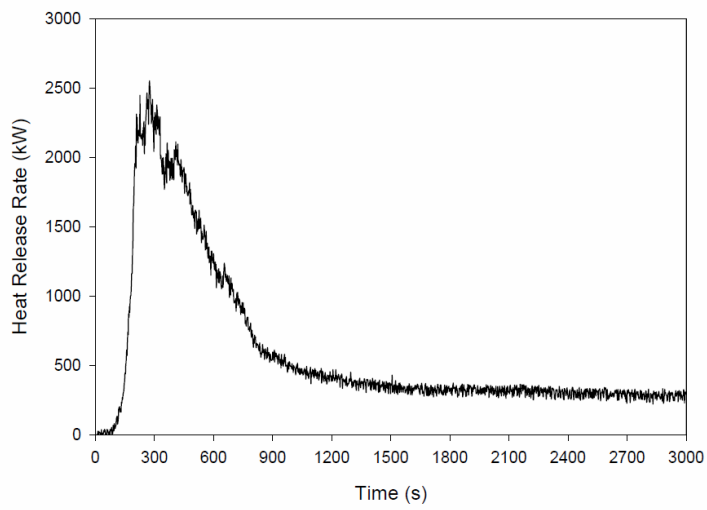
Nedan presenteras data för Expeditionen.

Effektutvecklingskurva för bokhylla



Figur 66. Effektutveckling, bokhylla, hämtad från experiment utfört av BRE (Steinhaus & Jahn, 2007).

Effektutvecklingskurva för kontorsyta



Figur 67. Effektutveckling för kontorsyta, hämtad från experiment utfört av (Bwalya A. C., 2005).

Bilaga J Syretillförselns begränsande inverkan på brandens effektutveckling

Den maximala effektutvecklingen vid en fullt utvecklade brand är helt beroende av den mängd syre som tillförs. Ekvationen för att beräkna massan luft som tillförs till rummet där det brinner är:

$$\dot{m}_a = 0,50 \cdot A_0 \cdot \sqrt{H_0}$$

Ett kilo syre kan omvandlas till 13,2 MJ energi och det finns 23 % massprocent syre i luften vilket innebär att ekvationen kan omvandlas till

$$\text{Maximal effektutveckling} = 1,518 \cdot A_0 \cdot \sqrt{H_0} \quad (\text{Karlsson \& Quintiere, 2000})$$

Dimensionerna för dörren till Linneförrådet samt för Expeditionen är 2,10 meter hög och 1,09 meter bred. Detta ger en maximal effektutveckling vid en fullt utvecklade brand på:

$$\text{Maximal effektutveckling} = 1,518 \cdot 2,10 \cdot 1,09 \cdot \sqrt{2,20} = 5,0 \text{ MW}$$

Bilaga K Motivering av konsekvens- och sannolikhetsnivåer

Tabell 39. Motivering av konsekvens- och sannolikhetsnivåer.

Placering	Motivering Sannolikhet (S)/Konsekvens(K)
Brandcell: Avdelning 043	
Patientrum 54, 54B	S: Låg, p.g.a. vissa elektroniska tändkällor och personer som vistas i rummet. K: Liten, p.g.a. liten brandbelastning och möjlighet för patient att larma.
Textilförrådet utanför Patientrum 17A och 17B	S: Låg, p.g.a. frånvaro av tändkällor. K: Stor, p.g.a. sen upptäckt av brand, snabb tillväxthastighet och patienter kan bli instängda av branden.
Patientrum 45	S: Medel, p.g.a. vissa elektroniska tändkällor. K: Liten, p.g.a. liten brandbelastning.
Behandlingsrum 36	S: Hög, p.g.a. mycket elektronik. K: Medel, p.g.a. liten brandbelastning men närvaro av syrgas.
Pentry	S: Hög, p.g.a. elektriska köksredskap och många personer i rörelse. K: Liten, Liten brandbelastning i liten brandcell.
Läkemedelsrummet	S: Hög, p.g.a. mycket elektronik i samband med brandfarliga ämnen. K: Liten, p.g.a. tidig upptäckt och kan hanteras med handbrandsläckare som finns nära.
Soffa (lös möblering i korridor)	S: Låg, p.g.a. frånvaro av tändkällor. K: Liten, p.g.a. tidig upptäckt och kan hanteras med handbrandsläckare som finns nära.
Sköljrum 65	S: Medel, p.g.a. vissa elektroniska tändkällor och personer som vistas i rummet. K: Liten, p.g.a. liten brandbelastning.
Förråd 66A	S: Medel, p.g.a. mycket elektronik. K: Liten, p.g.a. mycket litet rum med begränsad syretillgång och liten brandbelastning.
Data 70	S: Medel, p.g.a. vissa elektroniska tändkällor och personer som vistas i rummet. K: Liten, p.g.a. mycket litet rum med begränsad syretillgång och tidig upptäckt.
ELC 35	S: Hög, p.g.a. mycket elektronik. K: Liten, p.g.a. litet rum med begränsad syretillgång och tidig upptäckt. Även liten brandbelastning.
Dagvård 43	S: Låg, p.g.a. frånvaro av tändkällor. K: Liten, p.g.a. tidig upptäckt och kan hanteras med handbrandsläckare som finns nära.
Expedition	S: Hög, p.g.a. mycket elektronik och mycket folk i rörelse. K: Stor, p.g.a. att en brand skulle kunna omöjliggöra horisontell evakuering och hantering av handbrandsläckare.

Brandcell: Hisshall

Matsal 3	S: Hög, p.g.a. elektriska köksredskap och många personer som vistas i rummet. K: Liten, p.g.a. liten brandbelastning i liten brandcell.
Linneförråd	S: Låg, p.g.a. frånvaro av tändkällor. K: Stor, p.g.a. stor brandbelastning och att en brand skulle kunna omöjliggöra horisontell evakuering.
Förråd 10	S: Medel, p.g.a. vissa elektroniska tändkällor. K: Medel, p.g.a. blockering av utrymningsväg.
Soprum	S: Låg, p.g.a. frånvaro av tändkällor. K: Liten, p.g.a. liten brandbelastning.

Brandcell: Skola och Lekterapi

Vardagsrum 3	S: Medel, p.g.a. mycket elektronik i samband med barn. K: Liten, p.g.a. tidig upptäckt och kan hanteras med handbrandsläckare som finns nära.
Kök 2	S: Hög, p.g.a. elektriska köksredskap och barn som vistas i rummet. K: Liten, p.g.a. tidig upptäckt och kan hanteras med handbrandsläckare som finns nära.
Lekterapi	S: Låg, p.g.a. frånvaro av tändkällor och närvaro av personal. K: Liten, p.g.a. tidig upptäckt och kan hanteras med handbrandsläckare som finns nära.
Skola	S: Låg, p.g.a. frånvaro av tändkällor och närvaro av personal. K: Liten, p.g.a. tidig upptäckt och kan hanteras med handbrandsläckare som finns nära.

Brandcell: Personaldagrum

Servicekök 13	S: Hög, p.g.a. elektriska köksredskap och många personer i rörelse. K: Liten, p.g.a. liten brandbelastning.
Personaldagrum 3	S: Medel, p.g.a. vissa elektroniska tändkällor och många personer i rörelse. K: Liten, p.g.a. liten brandbelastning.

Bilaga L Handbrandsläckares effektivitet

Om en brand upptäcks redan i ett tidigt stadium kan användandet av en handbrandsläckare vara väsentligt för att undvika en katastrof. Det är därför av intresse att veta hur stor brand en handbrandsläckare kan hantera.

Då avdelningen är försedd med både en koldioxidsläckare och en skumsläckare är det av intresse att genomföra kontrollberäkningar av båda dessa.

Koldioxid

För beräkningar av hur stor brand en koldioxidsläckare kan hantera har följande samband använts:

$$\dot{Q} = \frac{\dot{m}_e \cdot \chi \cdot K \cdot \Delta H_{c,f}}{REMP} \quad (\text{Särdqvist, 2006})$$

\dot{Q} [W] = Möjlig släckeffekt

\dot{m}_e [g/s] = Massflöde av släckmedel

$\Delta H_{c,f}$ [J/g] = Bränslets förbränningsvärme

χ [-] = Förbränningseffektivitet

K [-] = Effektivitet i släckmedelspåföringen

REMP [g/g] = Required Extinguishing Medium Portion = Experimentellt uppmätt mängd släckmedel som åtgår per mängd bränsle

En mindre koldioxidsläckare innehåller 2 kg koldioxid och har en tömningstid på ca 8,5 sekunder (Dafo 1) vilket ger ett massflöde på 235 g/s. REMP-värdet för koldioxid är 10 – 12 (Särdqvist, 2006). För att få konservativa resultat har värdet 12 valts. Om bränslets förbränningsvärme väljs till 20 000 J/g, vilket är ett av de värden som använts vid simuleringarna, och förbränningseffektiviteten och effektiviteten i släckmedelspåföringen väljs till 0,7 respektive 0,5 fås följande resultat:

$$\dot{Q} = \frac{235 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 20\,000}{12} \approx 137083 \text{ W} \approx 137 \text{ kW}$$

Så länge ett släckförsök görs innan denna effekt uppnås finns goda möjligheter att stoppa branden. De framtagna troliga effekterna i Scenario 1 – 3 när denna effekt efter ca 55 – 120 sekunder. Det skulle alltså vara möjligt att släcka dessa bränder med en koldioxidsläckare förutsatt att de uppmärksammas inom denna tidsrymd.

Skum

För att beräkna hur stor brand en skumsläckare klarar av att släcka används en annan metod. För tungskum rekommenderas en påföringshastighet mellan 4 – 6 l/m²·min (Särdqvist, 2006). En 9 liters skumsläckare har en tömningstid på ca 50 sekunder (Dafo 2).

Om den högre påföringshastigheten på 6 l/m²·min väljs, vilket ger ett konservativt resultat, kan slutsatsen dras att en 1,5 m² brand bör kunna hanteras under en minuts tid.

Trots att brandhandsläckaren enbart är aktiv i 50 sekunder antas den höga påföringshastigheten tillsammans med skummets kvävande, avskiljande och kylande effekt, resultera i att handbrandsläckaren



Figur 68. 2 kg koldioxidsläckare till vänster och 9 liters skumhandbrandsläckare till höger.

troligen kan släcka en 1,5 m² stor brand. Om branden är av sådan karaktär att dess effekt når ca 800 kW/m², vilket är vad som approximativt gäller för den typ av bränslen som är aktuella (Karlsson & Quintiere, 2000) Table 3.6, bör en 9 liters skumsläckare kunna släcka en 1200 kW brand.

Denna effekt når de framtagna troliga effekterna i Scenario 1 – 3 efter ca 170 – 200 sekunder. Det skulle därför vara teoretiskt möjligt att släcka dessa bränder med en skumsläckare om de uppmärksammas inom denna tidsrymd.

Jämförelse av skum och koldioxid

Enligt dessa beräkningar klarar en 9 liters skumsläckare att släcka ca 10 gånger mer än en 2 kg koldioxidsläckare. Detta i sin tur ger en tidsökning till det att branden inte går att släcka från ca 55 – 120 sekunder till ca 170 – 200 sekunder beroende på vilket scenario som studeras.

Några viktiga punkter att tänka på vid val av handbrandsläckare är:

- Risken för återtändning är hög vid användning av koldioxid då inget släckmedel blir kvar och kyler på ytan. Skumsläckare är därför oftast att rekommendera vid brand i fibrösa material.
- Skum består nästan bara av vatten och leder därför ström mycket bra.
- En 2 kg koldioxidsläckare är betydligt lättare att transportera än en 9 liters skumsläckare
- Koldioxid är ett rent släckmedel som är lämpligt att använda vid brand i exempelvis datorer och annan elektronik.

Slutsatsen av detta är att valet av handbrandsläckare i första hand bör göras utifrån vilket material det brinner i även om skum teoretiskt kan hantera en större brand. Det går självklart även bra att använda sig av båda typerna tillsammans för att släcka branden, förutsatt att materialet som brinner kan släckas av båda släckmedlen.

Bilaga M Skriptfil FDS

BTR project

```
&HEAD CHID='BTRExp', TITLE='BTR Sjukhus Expeditionen' /
      files name and title
```

---MESH---

```
&MESH IJK= 45, 300, 36, XB= 3.5, 7.0, 0.1, 20.2, 0.0, 2.6 /
45*300*36= 486000 celler          nedre sodra langa korridoren
x=3,3m y=20,2m z=2,6m ger V=173,3 ger Cellstorlek 357 cm3
&MESH IJK= 90, 150, 36, XB= 0.0, 7.0, 20.2, 32.2, 0.0, 2.6 /
90*150*36= 486000 celler          ovre sodra korridoren
&MESH IJK= 72, 120, 36, XB= 0.0, 5.6, 32.2, 38.9, 0.0, 2.6 /
72*120*36= 311040 celler          utanfor expedition plus utgang mot
hiss
&MESH IJK= 180, 120, 36, XB= 5.6, 12.6, 32.2, 38.9, 0.0, 2.6 /
180*120*36= 777600 celler          expedition plus del av korridor
&MESH IJK= 100, 120, 36, XB= 12.6, 17.9, 35.55, 42.25, 0.0, 2.6 /
100*120*36= 432000 celler          mitten av korridor plus utrymme
&MESH IJK= 120, 120, 36, XB= 17.9, 23.6, 32.2, 38.9, 0.0, 2.6 /
120*120*36= 518400 celler          slutet av korridoren plus nedre
utrymme
&MESH IJK= 120, 120, 36, XB= 17.9, 23.6, 38.9, 42.25, 0.0, 2.6 /
120*120*36= 518400 celler          linneforrad o tillhorande utrymme
```

```
&TIME T_END=900.00/  andra till 900 s
```

---Ytor---

```
&MISC SURF_DEFAULT          = 'WALL' /
```

```
&SURF ID                    = 'WALL'
      MATL_ID                = 'GYPSUM'
      THICKNESS              = 0.2 /
```

```
&MATL ID='GYPSUM'
      CONDUCTIVITY= 0.17
      SPECIFIC_HEAT = 1.09
      DENSITY= 700. /
```

material made up of gypsum board with data according: density taken from The Gypsum Association (WASHINGTON, DC), Specific Heat from ASHRAE Handbook of Fundamental

---Branden---

```
&REAC ID                    = 'Cellulose'
      SOOT_YIELD             = 0.02
      C                      = 6.
      H                      = 10.
      O                      = 5.
      HEAT_OF_COMBUSTION     = 16120. /
```

Material taget från Appendix C, Tabell A-37 i SFPE 3rd edition

```
&SURF ID='FIRE', HRRPUA=2353. RAMP_Q='forrad' /
```

```
&RAMP ID='forrad', T=1.0, F=0.01/
```

```

&RAMP ID='fornad', T=75.0, F=0.07/
&RAMP ID='fornad', T=110.0, F=0.14/
&RAMP ID='fornad', T=150.0, F=0.27/
&RAMP ID='fornad', T=185.0, F=0.41/
&RAMP ID='fornad', T=195.0, F=0.61/
&RAMP ID='fornad', T=225.0, F=0.83/
&RAMP ID='fornad', T=262.0, F=1.0/
&RAMP ID='fornad', T=300.0, F=1.0/
&RAMP ID='fornad', T=337.0, F=1.0/
&RAMP ID='fornad', T=375.0, F=1.0/
&RAMP ID='fornad', T=412.0, F=1.0/
&RAMP ID='fornad', T=450.0, F=1.0/
&RAMP ID='fornad', T=525.0, F=1.0/
&RAMP ID='fornad', T=562.0, F=0.79/
&RAMP ID='fornad', T=600.0, F=0.59/
&RAMP ID='fornad', T=637.0, F=0.41/
&RAMP ID='fornad', T=675.0, F=0.27/
&RAMP ID='fornad', T=712.0, F=0.15/
&RAMP ID='fornad', T=750.0, F=0.08/
&RAMP ID='fornad', T=787.0, F=0.03/
&RAMP ID='fornad', T=825.0, F=0.011/
&RAMP ID='fornad', T=900.0, F=0.0/

```

```

&OBST XB= 7.0, 8.7, 32.5, 33.1, 0.1, 0.6, SURF_IDS= 'FIRE', 'INERT',
'INERT', COLOR='RED'/ Brandens placering och storlek Areal = 1,02 m2
1,02*2353=2400k

```

---GEOMETRIN---

---Nedre sodra langa korridoren---

```

&OBST XB = 4.0, 6.6, 0.1, 0.2, 1.0, 2.5 COLOR='ANTIQU
WHITE' / nedre vaggen med oppning. FIXA STORLEKEN PA
HALET
&OBST XB = 3.9, 4.0, 0.1, 20.2, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQU WHITE' / vanstra vaggen
&OBST XB = 6.6, 6.7, 0.1, 20.2, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQU WHITE' / hogra vaggen
&OBST XB = 3.9, 6.7, 0.1, 20.1, 0.0, 0.1 COLOR='AZURE
2' BDNF_OBST=.TRUE./ golvet
&OBST XB = 3.9, 6.7, 0.1, 20.1, 2.5, 2.6
COLOR='WHITE' / taket

```

---Ovre sodra korridoren---

```

&OBST XB = 0.0, 0.1, 20.2, 23.0, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQU WHITE' / vanstra vaggen
&OBST XB = 0.0, 3.9, 20.1, 20.2, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQU WHITE' / nedre vaggen
&OBST XB = 0.1, 3.9, 22.9, 23.0, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQU WHITE' / ovre vaggen
&OBST XB = 3.9, 4.0, 22.9, 36.0, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQU WHITE' BDNF_OBST=.TRUE./ langa vanstra vaggen
&OBST XB = 6.6, 6.7, 20.2, 36.0, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQU WHITE' / langa hogra vaggen
&OBST XB = 0.0, 6.7, 20.1, 23.0, 0.0, 0.1 COLOR='AZURE
2' BDNF_OBST=.TRUE./ nedre golvet

```

```

&OBST XB          = 3.9, 6.7, 23.0, 35.9, 0.0, 0.1 COLOR='AZURE
2' BDNF_OBST=.TRUE./  ovre golvet
&OBST XB          = 0.0, 6.7, 20.1, 23.0, 2.5, 2.6
COLOR='WHITE'/'      nedre taket
&OBST XB          = 3.9, 6.7, 23.0, 35.9, 2.5, 2.6
COLOR='WHITE'/'      ovre taket

&OBST XB          = 0.0, 3.9, 23.0, 35.9, 0.0, 2.6
COLOR='BLUE'/'       utfyllnad

---Ovre korridor---

&OBST XB          = 0.0, 0.1, 36.0, 38.7, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQUÉ WHITE'/'  vanstra vaggen
&OBST XB          = 0.0, 3.9, 35.9, 36.0, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQUÉ WHITE'/'  nedre vaggen
&OBST XB          = 0.1, 23.6, 38.6, 38.7, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQUÉ WHITE' BDNF_OBST=.TRUE./  ovre vaggen
&OBST XB          = 0.0, 23.6, 35.9, 38.7, 0.0, 0.1
COLOR='AZURE 2' BDNF_OBST=.TRUE./  golvet
&OBST XB          = 0.0, 23.6, 35.9, 38.7, 2.5, 2.6
COLOR='WHITE'/'      taket
&OBST XB          = 23.5, 23.6, 35.9, 38.6, 1.0, 2.5
COLOR='ANTIQUÉ WHITE'/'  vaggen med oppning

---Expeditionen---

&OBST XB          = 6.7, 23.6, 35.9, 36.0, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQUÉ WHITE' BDNF_OBST=.TRUE./  langa ovre vaggen
&OBST XB          = 11.3, 11.4, 32.2, 35.9, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQUÉ WHITE'/'  hogra vaggen
&OBST XB          = 6.7, 11.3, 32.2, 32.3, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQUÉ WHITE'/'  nedre vaggen
&OBST XB          = 6.7, 11.4, 32.2, 35.9, 0.0, 0.1
COLOR='AZURE 2' BDNF_OBST=.TRUE./  golvet
&OBST XB          = 6.7, 11.4, 32.2, 35.9, 2.5, 2.6
COLOR='WHITE'/'      taket

&HOLE XB= 10.3, 11.1, 35.8, 36.1, 0.1, 2.1 /
dorr mot ovre korridor
&HOLE XB= 6.5, 6.8, 34.8, 35.6, 0.1, 2.1 /
dorr mot sodra korridor

---Mitten av ovre korridor plus utrymme---

&OBST XB          = 12.7, 12.8, 38.7, 40.9, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQUÉ WHITE'/'  vansta vaggen
&OBST XB          = 12.8, 16.8, 40.8, 40.9, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQUÉ WHITE'/'  ovre vaggen
&OBST XB          = 16.7, 16.8, 38.7, 40.8, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQUÉ WHITE'/'  hogra vaggen
&OBST XB          = 12.7, 16.8, 38.7, 40.9, 0.0, 0.1
COLOR='AZURE 2' BDNF_OBST=.TRUE./  golvet
&OBST XB          = 12.7, 16.8, 38.7, 40.9, 2.5, 2.6
COLOR='WHITE'/'      taket

&HOLE XB= 13.9, 15.4, 38.5, 38.8, 0.1, 2.1 /
dorr mot ovre korridor

```

---Slutet av korridoren plus nedre utrymme---

```
&OBST XB          = 23.0, 23.1, 33.9, 35.9, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQUÉ WHITE' /          hogra vaggen
&OBST XB          = 19.7, 23.0, 33.9, 34.0, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQUÉ WHITE' /          nedre vaggen
&OBST XB          = 19.7, 19.8, 33.9, 35.9, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQUÉ WHITE' /          vanstra vaggen
&OBST XB          = 19.7, 23.1, 33.9, 36.0, 0.0, 0.1
COLOR='AZURE 2' BDNF_OBST=.TRUE./  golvet
&OBST XB          = 19.7, 23.1, 33.9, 36.0, 2.5, 2.6
COLOR='WHITE' /          taket
```

```
&HOLE XB= 19.8, 22.5, 35.8, 36.1, 0.1, 2.1 /
dorr mot korridoren
```

---Linneforradet---

```
&OBST XB          = 23.0, 23.1, 38.7, 40.9, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQUÉ WHITE' /          hogra vaggen
&OBST XB          = 17.7, 23.0, 40.8, 40.9, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQUÉ WHITE' /          ovre vaggen
&OBST XB          = 17.6, 17.7, 38.7, 40.9, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQUÉ WHITE' /          vansta vaggen
&OBST XB          = 18.7, 18.8, 38.7, 40.8, 0.1, 2.5
COLOR='ANTIQUÉ WHITE' /          linne vaggen
&OBST XB          = 17.6, 23.0, 38.7, 40.9, 0.0, 0.1
COLOR='AZURE 2' BDNF_OBST=.TRUE./  golvet
&OBST XB          = 17.6, 23.0, 38.7, 40.9, 2.5, 2.6
COLOR='WHITE' /          taket
```

```
&HOLE XB= 20.5, 22.0, 38.6, 38.8, 0.1, 2.1 /
dorr mot korridoren
&HOLE XB= 18.6, 18.9, 39.3, 40.1, 0.1, 2.1 /
linneforrad oppning
```

---Atmosfarer---

```
&VENT XB          = 23.6, 23.6, 35.9, 38.6, 0.0, 1.0 , SURF_ID
= 'OPEN', COLOR='CYAN' /          Atmosfar hoger
&VENT XB          = 4.0, 6.6, 0.1, 0.1, 0.0, 1.0, SURF_ID =
'OPEN', COLOR='CYAN' /          Atmosfar soder
```

---Utdata slices---

```
&SLCF PBX          = 5.3, QUANTITY='TEMPERATURE' /
                                Temperaturslice i sodra
korridoren vertikalt
&SLCF PBY          = 37.3, QUANTITY='TEMPERATURE' /
                                Temperaturslice i hogra korridoren
vertikalt
&SLCF PBZ          = 1.84, QUANTITY='TEMPERATURE' /
                                Temperaturslice vid kritisk hojd
(1.84 m)
&SLCF PBX          = 5.3, QUANTITY='VISIBILITY' /
                                Siktslice i sodra korridoren
vertikalt
&SLCF PBY          = 37.3, QUANTITY='VISIBILITY' /
```

```

                                Siktslice i hogra korridoren
vertikalt
&SLCF PBZ                        = 1.84, QUANTITY='VISIBILITY' /
                                Siktslice vid kritisk hojd (1.84 m)

---Utdata punkter---

&DEVC ID='Temp_Scorridor1' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.3, 5.0, 1.84 /
Temp i Sodra korridoren
&DEVC ID='Temp_Scorridor2' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.3, 10.0, 1.84 /
Temp i Sodra korridoren
&DEVC ID='Temp_Scorridor3' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.3, 15.0, 1.84 /
Temp i Sodra korridoren
&DEVC ID='Temp_Scorridor4' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.3, 20.0, 1.84 /
Temp i Sodra korridoren
&DEVC ID='Temp_Scorridor5' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.3, 25.0, 1.84 /
Temp i Sodra korridoren
&DEVC ID='Temp_Scorridor6' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.3, 30.0, 1.84 /
Temp i Sodra korridoren
&DEVC ID='Temp_Scorridor7' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.3, 35.0, 1.84 /
Temp i Sodra korridoren

&DEVC ID='Temp_HcorridorLarm' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 21, 37.1, 2.45
/
Temp för aktivering av larm i corridor
&DEVC ID='SD_C', PROP_ID='Corridor Smoke Detector', XYZ=21, 37.1, 2.45 /
&PROP ID='Corridor Smoke Detector', QUANTITY='spot obscuration',
LENGTH=1.8, ACTIVATION_OBSCURATION=3.28 /

&DEVC ID='Temp_ExpeditionLarm' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 8.6, 34.5,
2.45 /
Temp för aktivering av larm i expedition
&DEVC ID='SD_E', PROP_ID='Expedition Smoke Detector', XYZ=8.6, 34.5, 2.45
/
&PROP ID='Expedition Smoke Detector', QUANTITY='spot obscuration',
LENGTH=1.8, ACTIVATION_OBSCURATION=3.28 /

&DEVC ID='Temp_Hcorridor1' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.0, 37.3, 1.84 /
Temp i Hogra korridoren
&DEVC ID='Temp_Hcorridor2' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 10.0, 37.3, 1.84
/
Temp i Hogra korridoren
&DEVC ID='Temp_Hcorridor3' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 15.0, 37.3, 1.84
/
Temp i Hogra korridoren
&DEVC ID='Temp_Hcorridor4' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 37.3, 1.84
/
Temp i Hogra korridoren
&DEVC ID='Temp_Hcorridor5' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 22.0, 37.3, 1.84
/
Temp i Hogra korridoren

&DEVC ID='SLayer_Hight1' , QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=5.3,5.3,5.0,5.0,0.1,2.5, /
Layer Hight i Sodra
korridoren
&DEVC ID='SLayer_Hight2' , QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=5.3,5.3,10.0,10.0,0.1,2.5, /
Layer Hight i
Sodra korridoren
&DEVC ID='SLayer_Hight3' , QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=5.3,5.3,15.0,15.0,0.1,2.5, /
Layer Hight i
Sodra korridoren
&DEVC ID='SLayer_Hight4' , QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=5.3,5.3,20.0,20.0,0.1,2.5, /
Layer Hight i
Sodra korridoren
&DEVC ID='SLayer_Hight5' , QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=5.3,5.3,25.0,25.0,0.1,2.5, /
Layer Hight i
Sodra korridoren

```

```
&DEVC ID='SLayer_Hight6' , QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=5.3,5.3,30.0,30.0,0.1,2.5, /                               Layer Hight i
Sodra korridoren
&DEVC ID='SLayer_Hight7' , QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=5.3,5.3,35.0,35.0,0.1,2.5, /                               Layer Hight i
Sodra korridoren

&DEVC ID='HLayer_Hight1' , QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=5.0,5.0,37.3,37.3,0.1,2.5, /                               Layer Hight i
Hogra korridoren
&DEVC ID='HLayer_Hight2' , QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=10.0,10.0,37.3,37.3,0.1,2.5, /                             Layer Hight i Hogra
korridoren
&DEVC ID='HLayer_Hight3' , QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=15.0,15.0,37.3,37.3,0.1,2.5, /                             Layer Hight i Hogra
korridoren
&DEVC ID='HLayer_Hight4' , QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=20.0,20.0,37.3,37.3,0.1,2.5, /                             Layer Hight i Hogra
korridoren
&DEVC ID='HLayer_Hight5' , QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=22.0,22.0,37.3,37.3,0.1,2.5, /                             Layer Hight i Hogra
korridoren

&BNDF QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX' /

&TAIL /
```