Lund 2014

Brandteknisk riskvärdering av Brunnsgårdens äldreboende, Alingsås

Johan Askman
Albin Karlberg
Erik Linnå
Olof Nilsson

Handledare:
Stefan Svensson

LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Rapport 9464

Avdelningen för Brandteknik
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet
Box 118
221 00 Lund
Sverige
E-post: brand@brand.lth.se
Telefon: +46 46 222 73 60
Fax: +46 46 222 46 12

Department of Fire Safety Engineering
Lund University
Faculty of Engineering
P.O. Box 118
SE-221 00 Lund
Sweden
E-mail: brand@brand.lth.se
Telephone: +46 46 222 73 60
Fax: +46 46 222 46 12

Titel/Title
Brandteknisk riskvärdering av Brunnsgårdens äldreboende, Alingsås / Fire safety evaluation of Brunnsgården nursing home, Alingsås

Rapport/Report
9464

Författare/Authors
Johan Askman, Albin Karlberg, Erik Linnå och Olof Nilsson

Brandingenjörsprogrammet, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2014
Fire Safety Engineering Program, Lund University Faculty of Engineering, 2014

Nyckelord
Brandteknisk riskvärdering, Brunnsgårdens äldreboende, FDS, CFAST, ERM, personsäkerhet, kritiska förhållanden, utrymning, känslighetsanalys

Keywords
Fire safety evaluation, Brunnsgården nursing home, FDS, CFAST, ERM, personal safety, critical conditions, evacuation, sensitivity analysis

Språk/Language
Svenska/Swedish

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

Abstract

This fire risk evaluation aims to assess the personal safety in the nursing home of Brunnsgården, Alingsås in the event of a fire. Brunnsgården consists of apartments for elderly people with dementia as well as assisted living in serviced apartments. Furthermore the building consists of a section with offices for the staff. This work is limited to a dementia section and a service section where all floors are identical. Moreover it is the residents' personal safety which is mainly considered in the report, as they are not expected to evacuate unassisted in the event of a fire.

Probable fire and evacuation scenarios were designed and based on these, simulations were made in the programs ERM, CFAST and FDS. The time to critical conditions in CFAST and FDS were compared with the time for evacuation from the evacuation scenarios in ERM. More so the results in the simulations were validated through performing sensitivity analysis. The fire safety is deemed to be not acceptable if critical conditions are achieved before everyone has evacuated.

This fire risk evaluation indicates a result in which the fire safety and the ability of evacuation of Brunnsgården nursing home is inadequate and in regard to that an acceptable personal safety is not achieved. The reason why personal safety is not achieved is mainly due to the production and distribution of smoke.

Since the fire safety is insufficient, measures are needed to improve this with the intention of reaching an acceptable level. Suggestion of measures are discussed and listed in the report as two kinds of measures; those that shall be implemented and those that should be implemented. One of the most significant measure, to prevent that critical conditions arise, is that the staff of Brunnsgården nursing home develop a well working fire prevention plan with clear directions of what to do in case of fire.

Förord

Vi skulle vilja tacka följande personer:

Stefan Svensson	Universitetslektor vid avdelningen för Brandteknik på Lunds Tekniska Högskola för svar på de frågor och svårigheter som dykt upp samt en bra handledning under projektarbetets gång.
Johan Hanberger	Avdelningschef för samhällsskydd på Alingsås och Vårgårda Räddningstjänstförbund för visad gästfrihet, värdefulla tips och kommentarer.
Katarina Andersson	Administratör på Brunnsgårdens äldreboende för hjälp vid besöket och guidning av verksamheten.
Cedrik Persson	Konsult på Bengt Dahlgren Brand & Risk AB för rådgivning gällande ventilation.
Jonathan Wahlqvist	Doktorand vid avdelningen för Brandteknik på Lunds Tekniska Högskola för konsultation av simuleringsprogrammen CFAST och FDS.

Sammanfattning

Denna brandtekniska riskvärdering syftar till att utvärdera personsäkerheten på Brunnsgårdens äldreboende i Alingsås i händelse av brand. Brunnsgården består dels av lägenheter för personer med demenssjukdom samt servicelägenheter med 30 respektive 45 vårdplatser. Vidare består byggnaden av en personalavdelning. Detta arbete är avgränsat till en demensavdelning och en serviceavdelning då alla våningar är i stort sett identiska. Vidare är det främst vårdtagarnas personsäkerhet som beaktas i rapporten då dessa inte bedöms kunna ta sig ut på egen hand.

Till en början gjordes ett objektbesök där eventuella risker identifierades. Även brandskyddet och möjligheten till utrymning granskades.

Möjliga brand- och utrymningsscenarier utformades och utifrån dessa gjordes simuleringar i programmen ERM, CFAST och FDS. Simuleringarnas tid till kritiska förhållanden i CFAST och FDS jämfördes med tiden till utrymning från utrymningsscenarier i ERM. Ytterligare validerades simuleringarnas resultat genom att utföra känslighetsanalyser. Brandskyddet bedöms inte vara acceptabelt om kritiska förhållanden uppnås innan alla har utrymt.

Denna brandtekniska riskvärdering påvisar ett resultat där brandskyddet och möjligheten till utrymning på Brunnsgårdens äldreboende är otillräckligt med av avseende på att en acceptabel personsäkerhet ej uppnås. Att personsäkerheten ej uppnås beror främst på brandgasernas produktion och spridning.

Då brandskyddet är otillräckligt behövs det åtgärder för att göra detta bättre så att det når upp till en acceptabel nivå. Förslag på åtgärder diskuteras och nedan listas två olika sorters åtgärder; de som skall genomföras och de som bör genomföras.

Nödvändiga åtgärder

- Förbättra det organisatoriska brandskyddsarbetet
- Se över brandcellsgränser
- Installera pulversläckare
- Utvärdera ventilationen
- Kila inte upp dörrar till tvättrum

Rekommenderade åtgärder

- Installera sprinklersystem
- Dörrstängare
- Avskiljande konstruktioner på demens- och serviceavdelningarna

Nomenklatur

A_t	Rummets totala omslutningsarea, inklusive ventilationsöppningar [m^2]
A_o	Ventilationsöppningarnas area [m^2]
C	Dimensionslöst tal som beror av karaktären på objektet som betraktas, exempelvis genomlyst eller reflekterande utrymningsskylt. [-]
H_o	Ventilationsöppningarnas höjd [m]
K	Beskriver brandgasernas egenskaper [m^{-1}]
χ_r	Den del av brandens effekt som avges som strålning [-]
$\dot{Q}$	Brandeffekten [kW]
$\dot{Q}_{fo}$	Brandeffekten vi övertändning [kW]
$\dot{q}_r''$	Den infallande strålningen mot objektet [kW/m^2]
R	Avståndet från branden [m]
S	Sikt [m]
t	Tiden [s]
$t_{kritisk}$	Tid till kritiska förhållanden [s]
$t_{varseblivning}$	Tid för varseblivning [s]
$t_{förberedelse}$	Tid att förbereda handling [s]
$t_{förflyttning}$	Tid för förflyttning [s]
α	Tillväxtkoefficienten [kW/s^2]

Innehållsförteckning

1. Inledning **1**
1.1 Syfte 1
1.2 Mål 1
1.3 Metod 1
1.4 Begränsningar och avgränsningar 2

2. Objektsbeskrivning **3**
2.1 Allmän byggnadsteknisk beskrivning 3
2.2 Avdelningstyper 3
2.3 Översiktsritning 4
2.9 Avgränsningsområde 5

3 Befintligt brandskydd **7**
3.1 Automatiskt brandlarm 7
3.2 Släckutrustning 7
3.3 Brandcellsindelning 7
3.4 Ventilation 7
3.5 Rökluckor 7
3.6 Organisatoriskt brandskydd 8
3.7 Räddningstjänsten 8

4. Riskidentifiering **9**
4.1 Möjliga brandscenarier 9
4.2 Val av scenarier och sammanfattning 11

5 Dimensionerande bränder **13**
5.1 Teori 13
5.2 Tvättrummet 13
5.3 Lägenhet 16

6 Utrymning **19**
6.1 Utrymningsfaser 19
6.2 Kriterier för säker utrymning 19
6.3 Utrymning via hiss 21

7 Simuleringsbeskrivningar **23**
7.1 FDS 23
7.2 CFAST 26
7.3 Escape and Rescue Model, ERM 28

8 Resultat **31**
8.1 Brand i tvättrum 31
8.2 Lägenhetsbrand, demensavdelning 32
8.3 Lägenhetsbrand, serviceavdelning 33
8.4 Utrymningssimuleringar 34
8.5 Sammanfattning av resultat 34

9 Utvärdering och diskussion 35
9.1 Utrymning 35
9.2 Känslighetsanalys av simuleringar i ERM 36
9.3 Avgränsningarnas betydelse 38
9.4 Utrymning via hiss 39
9.5 Diskussion kring åtgärder 39
10 Åtgärder 47
10.1 Nödvändiga åtgärder 47
10.2 Rekommenderade åtgärder 47
11 Slutsats 49
Källförteckning 50
Bilagor I
1 Effektberäkningar I
2 CFAST III
3 FDS VII
4 ERM XV

1. Inledning

Äldreboenden är en speciell verksamhetsklass då konsekvenserna kan bli extra stora om brandskyddet inte sköts på rätt sätt. Detta främst för att de boende ofta inte kan utrymma på egen hand. På grund av denna speciella problematik vill Brunnsgården äldreboende nu utvärdera sitt brandskydd för att förhindra ett större tillbud och säkerställa att de har så bra förutsättningar som möjligt för säker utrymning. I detta avsnitt behandlas härnäst arbetets syfte, mål och metod.

1.1 Syfte

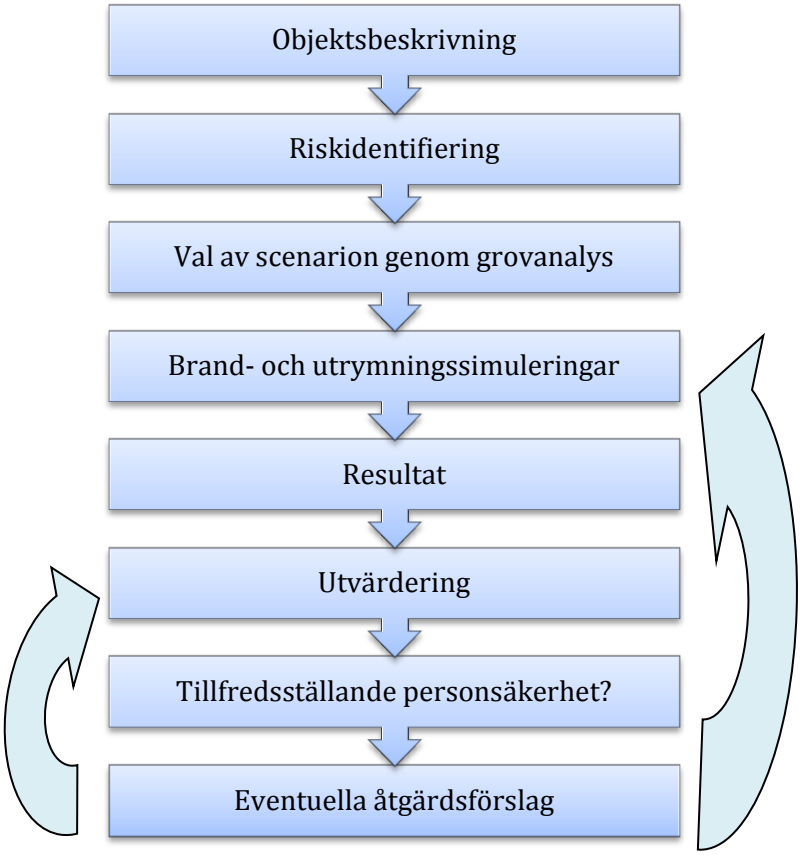
Arbetet syftar till att utvärdera personsäkerheten vid Brunnsgårdens äldreboende i Alingsås genom att studera ett antal troliga brandscenarier. Arbetet syftar även till att utveckla studenternas förmåga att lösa problem med hjälp av kunskaper från tidigare kurser inom brandingenjörsprogrammet vid Lunds Tekniska Högskola.

1.2 Mål

Målet med arbetet är att med hjälp av kvalitativa och kvantitativa metoder undersöka om personsäkerheten vid Brunnsgården är godtagbar ur ett brandskyddsperspektiv.

1.3 Metod

För att komma fram till huruvida personsäkerheten är tillfredsställande används en riskanalytisk arbetsgång enligt Figur 1. De olika stegen beskrivs nedan.



Figur 1 beskriver den generella arbetsgången i projektet. Eventuella åtgärdsförslag valideras med hjälp av nya simuleringar och/eller kvalitativ utvärdering.

För att kunna utvärdera resultaten sätts först en målbild upp för vad som är att anse som en acceptabel nivå för personsäkerheten. I det följande steget tas en helhetsbild av objektet fram, både med avseende på byggnadens utformning och dess olika verksamheter för att kunna lokalisera, beskriva och prioritera olika brandscenarier.

Initialt identifierades flera olika tänkbara brandscenarier. Dessa genomgick sedan en grovanalys för att fastställa vilka scenarier som var viktigast att analysera närmare. Därefter uppskattades konsekvenserna av de valda brandscenarierna med hjälp av simuleringar och handberäkningsmodeller. Simuleringarnas osäkerheter hanterades med hjälp av känslighetsanalyser.

Slutligen redovisas resultaten från de valda scenarierna och jämförs med de uppsatta skyddsmålen. Därefter diskuteras huruvida skyddsmålen uppnåtts eller ej och förslag på åtgärder tas fram.

1.4 Begränsningar och avgränsningar

Rapporten fokuserar på personsäkerhet på Brunnsgården och tar ingen hänsyn till egendomsskydd eller miljö.

Rapporten ser till säkerheten för vårdtagare på boendet då dessa anses ha sämst förutsättningar att klara en utrymningssituation utan assistans. Personalens säkerhet kommer undersökas indirekt.

2. Objektsbeskrivning

Brunnsgården är ett äldreboende bestående av dels lägenheter för personer med demenssjukdom och dels servicelägenheter med 30 respektive 45 vårdplatser. Byggnaden restes i början av 70-talet och genomgick en del ombyggnationer i början av 90-talet och kring millenniumskiftet.

2.1 Allmän byggnadsteknisk beskrivning

Grunden är av typen hel betongplatta med kantbalk. Byggnadens väggar är uppbyggda och består utifrån räknat av fasadtegel, luftspalt, lättreglar, mineralull, plastfolie och gipsskiva. Utöver detta så är vissa partier av byggnadens innerväggar även bärande och dessa består av betong. Taket är uppbyggt av uppstolpade trätaksstolar i vissa delar av byggnaden och limträbalkar upplagda på limträbalk i nock i andra delar. Ovanpå detta ligger råspont, underlagspapp och slutligen svarta takpannor av betong.

2.2 Avdelningstyper

Totalt finns fyra demensavdelningar placerade i två separata flyglar. Både flyglarna består av två plan med en avdelning på varje. Varje demensavdelning rymmer sju vårdtagare och bemannas av två personal dagtid och en nattetid. De boende har en egen lägenhet beståendes av två rum och kokvrå. Lägenheterna står i anslutning till en korridor som leder till ett allmänutrymme innehållandes soffgrupper, matplatser och enklare kök, se Figur 2, bild B. På dessa avdelningar finns även tvättrum innehållandes tvättmaskiner, torktumlare och torkskåp. Demensavdelningarna är låsta och öppnas med hjälp av nyckelbricka och kod. Det finns även en knapp för nödöppning som är skyddad med ett lock och glas som behöver krossas.

I byggnaden finns även två avdelningar med servicelägenheter. Varje avdelning innehåller 13 lägenheter där varje person har en egen lägenhet med två rum och kokvrå. Dagtid bemannas varje avdelning av en personal medan det på natten finns en personal som ansvarar för båda avdelningarna.

Från serviceavdelningarna finns direkt tillgång till hiss. Vid demensavdelningarna är hissarna placerade utanför dörren med kodlås som avgränsar resten av flyglarna från själva demensavdelningen.

Allmänna utrymmen

Vid huvudentrén på bottenplan finns ett stort allmänutrymme som framförallt nyttjas av de som bor på serviceavdelningarna. Här sker vanligen matservering men ger även möjlighet att samlas för olika aktiviteter för de boende, se Figur 2, bild D. I anslutning till detta utrymme finns även en slöjdlokal där de boende kan utföra enklare typer av hantverk.

Kontorsdel

En sektion av byggnaden används endast av personal innehållandes kontor, lunchrum och konferensrum. Här finns också utrymmen som används av hemtjänstpersonalen i kommunen. Denna del av byggnaden består, till skillnad från övriga delar, endast av ett plan.

Storkök

Brunnsgården är utrustat med ett eget kök där maten till de boende tillagas. Utrustningen består bland annat av stekbord, ugnar, spis, kyl och frys och större kokkärl. Köket står i anslutning till det stora utrymmet på entréplan där matserveringen sker för de som bor på serviceavdelningarna. Maten till de som bor på demensavdelningarna transporteras istället upp till varje avdelning i uppvärmda skåp på hjul.

Källare

Källarplanet består av framförallt förrådsutrymmen ämnade för både boende och personal. Det finns även omklädningsrum och ett konferensrum. Inga av de boende kan förväntas röra sig i dessa utrymmen. B-delens källare används i dagsläget som kommunarkiv.

Ventilationsutrymmen

Det finns ett utrymme på vinden på vardera flygel där ventilationsaggregaten är placerade. Varje lägenhet betjänas av separata ventilationskanaler som sammankopplas uppe vid aggregaten på vinden.

2.3 Översiktsritning

Nedan syns en ritning över Brunnsgårdens entréplan med infällda detaljbilder. De svarta pilarna visar var bilderna har tagits medan de blå pilarna visar kamerans riktning.

Figur 2 – Översiktsritning av Brunnsgården med infällda detaljbilder. De svarta pilarna visar var bilderna har tagits medan de blå pilarna visar kamerans riktning.

2.9 Avgränsningsområde

Huvudsyftet för denna rapport är att utvärdera verksamheten med fokus på personsäkerhet, i synnerhet för vårdtagarna eftersom de har svårt att utrymma på egen hand. Med detta i åtanke görs vissa avgränsningar av byggnaden för att rapportens omfattning ska bli hanterbar. Nedan visualiseras avgränsningsområdet av entréplanet samt plan två. Dessa ritningar kan med fördel jämföras med Figur 2 där hela verksamheten syns.

I Figur 3 syns det angivna avgränsningsområdet för entréplanet samt plan två. De delar som valts bort är personalavdelningen i den sydvästra delen av komplexet samt en av flyglarna. Anledningen till att en av dessa flyglar väljs bort är att de är identiskt utformade med samma typ av verksamhet. De problemställningar samt eventuella lösningar som blir aktuella för den valda flygeln anses även vara applicerbara på den andra.

Personalavdelningen bortses från av den anledning att det ej vistas några vårdtagare där. Personalen anses kunna utrymma säkert och på egen hand i händelse av brand.

Figur 3 - Översiktsbild av avgränsningsområdet för entréplan och våning två.

3 Befintligt brandskydd

Nedan redogörs för det befintliga brandskyddet på Brunnsgården i dagsläget.

3.1 Automatiskt brandlarm

Hela byggnaden är utrustad med ett automatiskt brandlarm och i lägenheterna tillämpas larmlagring. Vid larmlagring har personalen 60 sekunder på sig att kvittera larmet och därefter tre minuter för att undersöka orsaken innan larmet kopplas vidare till räddningstjänsten. Skulle brand detekteras i ett allmänutrymme kopplas det direkt vidare till räddningstjänsten utan möjlighet att kvittera det. Under nattetid, mellan kl 21-07, vidarekopplas samtliga larm till räddningstjänsten utan möjlighet till kvittering.

3.2 Släckutrustning

I de undersökta delarna av byggnaden finns brandfiltar och invändiga brandposter utplacerade. Handbrandsläckare finns i storköket och på serviceavdelningarna men ej på demensavdelningarna.

3.3 Brandcellsindelning

Varje lägenhet är en egen brandcell, troligtvis med brandteknisk klass B30 i väggar. Lägenhetsdörrarna är enligt det tillgängliga ritningsunderlaget av brandteknisk klass B15 vilket är en gammal standard som säger att den innehåller brännbart material och att den uppfyller sin avskiljande funktion i 15 minuter. Detta gäller både på demensavdelningarna och på serviceavdelningarna. Dörrar från trapphus in till serviceavdelningarna har enligt ritningsunderlaget klass F30 vilket betyder att de ska vara flam- och rökbegränsande men inte ha något temperaturskydd och att denna funktion upprätthålls i 30 minuter (Boverket 1988; Statens Planverk 1975).

En översiktlig kontroll har utförts av objektet vilket innefattar gällande lagstiftning vid de olika ombyggnationerna samt en okulär besiktning under besöket. Under denna kontroll hittades tillsynes bristfälliga tätningslister samt otäta genomföringar mellan brandcellsgränser, dessutom var det svårt att bestämma vilken brandteknisk klass som avgränsade lägenheterna. Den översiktliga kontrollen kunde i övrigt inte konstatera några brister.

3.4 Ventilation

Lägenheterna är egna brandceller och betjänas av separata vertikala stigare i ett system med gemensamma samlingskanaler på vind för till- och frånluft. Dessa kopplas till friskluftskanaler uppe på vinden som leder till ventilationsaggregatet. Aggregatet är utrustat med rökdetektorer, när dessa detekterar brandrök stängs ventilationssystemet av och brandspjäll öppnar för att möjliggöra brandgasventilation i både till- och frånluftskanalerna. Tanken är att brandgasernas egen stigkraft ska föra dem upp genom kanalsystemet och ut i det fria. Det är alltså utformat som ett rökavluftningssystem, utloppet för brandgaserna i händelse av brand sitter dock vertikalt på vindsväggen vilket gör det vindpåverkat.

3.5 Rökluckor

Byggnaden är utrustad med rökluckor i källaren för att kunna ventilera ut brandgaser vid eventuell brand i förrådsutrymmena eller i arkivet. Dessa öppnas troligtvis manuellt utifrån.

3.6 Organisatoriskt brandskydd

I dagsläget är Brunnsgårdens brandskyddsorganisation uppbyggd så att det finns en brandskyddspolicy som säger att de ska ha:

- Brandskyddsorganisation
- Brandskyddsutbildning
- Brandskyddsregler
- Brandskyddsbeskrivning
- Drift- och underhållsinstruktioner
- Kontrollsystem
- Uppföljningsrutiner

Det var däremot svårt att se hur vissa av dessa punkter implementerats i den nuvarande organisationen. Stora delar av personalen har inte genomgått någon brandskyddsutbildning. Inga nedskrivna regler och rutiner för brandskyddet har påträffats under besöket. Hur det kontrollsystem och de uppföljningsrutiner som nämns i brandskyddspolicyn är upplagda har inte heller kunnat fastställas.

Under besöket kunde dock fastslås att det finns en åtgärdsplan vid utlösning av det automatiska brandlarmet vilken var tydligt anslagen vid alla larmlagringspaneler runt om i byggnaden och som personalen tycktes vara förtrogna med.

Figur 4 visar en larmlagringspanel och åtgärdsplanen vid brandlarm.

Det framgick även att skötsel och provning av den automatiska brandlarmanläggningen görs regelbundet.

3.7 Räddningstjänsten

Vid larm åker en styrka från Allingsås brandstation med en styrka på åtminstone fem brandmän. De har anspänningstiden 90 sekunder och en framkörning på ca 3 minuter. Förstärkning är möjlig från två deltidsstationer i förbundet men dessa befinner sig mer än 15 minuter bort.

4. Riskidentifiering

Nedan följer resonemang kring möjliga brandscenarier i byggnaden; vilka som ska arbetas vidare med samt vilka som inte kräver lika mycket uppmärksamhet. Konsekvens prioriteras över sannolikhet då arbetsgången syftar till att hitta värsta trolig fall. Inga övervägda scenarier finns placerade i kontorsavdelning då inga vårdtagare förväntas befinna sig där.

För varje brandscenario bedömdes sannolikheten för uppkomst av brand och vilka konsekvenser en brand skulle få för vårdtagarna. Dessa två parametrar bedömdes utifrån en ordinalskala som sträcker sig från mycket låg till mycket hög.

Som beslutsunderlag för bedömningarna användes statistik, information från besöket samt ingenjörsmässiga bedömningar.

Vid bedömning av sannolikhet och konsekvens övervägdes bland annat de punkter som följer nedan.

- Brandbelastning i utrymmet
- Vårdtagarnas placering i förhållande till utrymmet.
- Hur en eventuell brand påverkar utrymningsmöjligheterna
- Eventuella brister i brandskyddet
- Vilken typ av aktivitet som bedrivs i utrymmet

4.1 Möjliga brandscenarier

Allmänutrymme, kök

Data från NFPA och MSB visar att glömd spis är vanligast vid brandorsaksstatistik över äldreboenden (Ahrens 2012; MSB 2014). Det finns mycket träbaserat material i detta utrymme och ett brandförlopp bedöms vara relativt långsamt. Utrymmet är stort vilket minskar ”rumsbrandseffekter” såsom återstrålningen från brandgaslager och stora temperaturökningar. Utrymmet ligger i direkt anslutning till korridoren med lägenheter och vårdtagare kan förväntas vistas här under dagtid. Köket används endast av personal för enkel matlagning eller uppvärmning.

Allmänutrymme, tvättrum

Tvättrummet avskiljs från allrummet och korridoren på demensavdelningarna med en dörr som är utrustad med dörrstängare, dock inte typen med magnet. Utrymmet är inte någon egen brandcell. Vid besöket konstaterades att dessa dörrar var uppställda med kil. Tvättrummen är utrustade med bl.a. tvättmaskin, torktumlare, torkskåp, strykjärn, papperspärmar och ett bord. Tänkbara brandorsaker i denna miljö är framförallt överhettning och elfel. Brand i torktumlare har visats vara särskilt vanligt (Ahrens 2012). Då det finns mycket plastbaserade material i detta utrymme anses konsekvenserna bli stora på grund av mycket och giftig rök samt en snabbare brandutveckling än i köket. Utrymmet är mindre än köket och högre strålningsnivåer från brandgaslagret är att förvänta än i köket även om dörren är öppen. Dörröppningen från tvättrummet vetter ut mot soffgruppen som står i direkt anslutning till korridoren varpå giftiga gaser kan spridas dit relativt fort.

Allmänutrymme, soffgrupp

Sannolikheten för brand i soffgruppen bedöms som låg och konsekvenserna som mindre än vid brand i tvättrummet. Soffgruppen består av två soffor och ett soffbord. Sofforna antas kunna brinna med en relativt hög effekt då de sannolikt är stoppade med någon form av skum och dessutom klädda i textil. De står i samma utrymme som köket vilket innebär att ”rumsbrandseffekterna” är begränsade även här.

Lägenhetsbrand, demensavdelning

Varje dement vårdtagare har en egen lägenhet som är utrustad med kokvrå. I regel utnyttjas, enligt uppgift, inte spisen av vårdtagaren utan är där i syfte att anhöriga på besök ska kunna använda den. Detta är dock ingen garanti, det finns låsanordning på kokvrån men det är inte låst i vanliga fall. Spisen är utrustad med timer. Rökande vårdtagare får på dessa avdelningar cigaretter utdelade när de ska röka och sängrökning bedöms därför mindre sannolikt. Vårdtagarna får själva inreda sina lägenheter och inventarier kan således skilja något mellan olika lägenheter men ett rimligt exempel kan ses i avsnitt 5.3. Konsekvenserna bedöms här kunna bli stora då det föreligger risk för direkt livsfara om det befinner sig en vårdtagare i rummet när brand uppstår. Utrymningsmöjligheterna för övriga boende bedöms kunna påverkas kraftigt om dörren lämnas öppen.

Lägenhetsbrand, serviceavdelning

Sannolikheten för brand i servicelägenheter bedöms som något större jämfört med demenslägenheterna då de boende är mer aktiva och inte har lika mycket hjälp från personal. De boende kan därför tänkas använda spisen vid enstaka tillfällen och likaså röka i lägenheten. Konsekvensen anses här vara i samma storleksordning som för en demenslägenhet. Utrymningsmöjligheterna för övriga boende bedöms kunna påverkas kraftigt om dörren lämnas öppen.

Brand i storkök

Storköket står av logiska skäl i anslutning till foajén på entréplan som bl.a. används som matsal. Här finns det magnetiska dörrstängare till angränsande utrymmen och brandsläckningsutrustning. Brandbelastningen i köket är låg då inredningen mestadels består av kakel och rostfritt stål. Matlagning anses vara den främsta källan till brand och med tanke på att köket innehåller handbrandsläckare och invändig brandpost anses sannolikheten för en allvarligare händelse som låg. Vidare är utrymmet alltid bemannat när det används. Om en brand trots allt skulle uppstå bedöms vårdtagarna i närheten kunna utrymma innan kritiska förhållanden uppnås då det är ett väldigt stort utrymme och konsekvenserna blir således låga.

Brand i slöjdlokal

Slöjdlokalen ligger i foajén. I lokalen förvaras en del trä- och tygmateriel som kan användas för slöjdarbeten. Sannolikheten för att en brand ska inträffa anses låg baserat på typen av hantverk som vanligen utförs där. En eventuell brand i detta utrymme bedöms få liknande eller mindre konsekvenser än en brand i storköket. Lokalen är utrustad med brandvarnare.

Brand i källarens förrådsutrymme

Brandbelastningen i källarens förrådsutrymme förväntas kunna variera stort över tid. Den främsta brandorsaken bedöms vara anlagd brand och med tanke på att det bara är personal som vistas här anses sannolikheten låg. Vårdtagare bedöms hinna utrymma byggnaden innan allmänutrymmen och lägenheter påverkas av en brand i förrådsutrymmet och konsekvenserna bedöms därför ganska låga. Dörrarna bedöms som rejäla och täta men vissa genomföringar såg dåligt tätade ut.

Brand i fläktrum på vindsvåning

En brand i ett fläktrum bedöms relativt osannolikt. Utrymmet är litet och inneslutet av gipsskivor. Tätningar av genomföringarna antas vara fackmannamässigt utförda och därmed upprätthålla brandcellens integritet. Utrymmet är utrustat med detektor.

Brand i trapphus

Brandbelastningen i trapphusen är låg. Det finns ett fåtal små soffgrupper utplacerade i vissa trapphus men dessa förväntas bara kunna börja brinna vid en anlagd brand då inga andra antändningskällor kunde observeras. Inga vårdtagare förväntas vistas vid dessa soffgrupper. Spridningsrisken är låg och konsekvenserna bedöms låga.

4.2 Val av scenarier och sammanfattning

Med hjälp av ovan förda resonemang sammanfattas varje brandscenario med tillhörande utrymme nedan.

Tabell 1 - Sammanfattning av uppskattade sannolikheter och konsekvenser för brandscenarion i tillhörande utrymmen.

Brandscenarier	Konsekvens	Sannolikhet
Allmänutrymme, kök	Medel	Hög
Allmänutrymme, tvätt	Mycket stor	Medel
Allmänutrymme, soffgrupp	Stor	Låg
Lägenhetsbrand, demensavdelning	Stor	Medel
Lägenhetsbrand, serviceavdelning	Stor	Hög
Storkök	Liten	Medel
Slöjdlokal	Liten	Låg
Förrådsutrymme	Liten	Mycket låg
Fläktrum, vind	Mycket liten	Mycket låg
Trapphus	Medel	Mycket låg

Sannolikhet

Mycket hög					
Hög			Allmänutrymme, kök	**Lägenhetsbrand, serviceavdelning**	
Medel		Storkök		**Lägenhetsbrand, demensavdelning**	**Allmänutrymme, tvätt**
Låg		Slöjdlokal		Allmänutrymme, soffgrupp	
Mycket låg	Fläktrum	Förrådsutrymme	Trapphus		
	Mycket liten	Liten	Medel	Stor	Mycket stor

Figur 5 visar riskmatrisen där brandscenarionas sannolikhet och konsekvens redovisas enligt grovanalysen.

Konsekvens

De scenarier som valdes ut för att noggrannare analysera var;

- Brand i tvättrum på demensavdelning
- Lägenhetsbrand på demensavdelningen
- Lägenhetsbrand på serviceavdelningen

5 Dimensionerande bränder

I detta avsnitt följer en redogörelse för de dimensionerande bränder som användes i beräkningar och simuleringar.

5.1 Teori

Brandförloppet kan delas in i fyra olika faser. Den första är antändningsfasen där förbrinntiden ingår. Förbrinntiden är väldigt beroende av vilket material det är som antänds. I detta tidiga skede är utrymmets påverkan på branden liten och branden är enbart bränslekontrollerad dvs. det finns gott om syre för att branden skall fortgå.

Efter antändningsfasen kommer tillväxtfasen som beskriver brandens tillväxthastighet. Tillväxthastigheten beror av följande: typ av bränsle, typ av förbränning, omgivningens påverkan och tillgången till syre. En glödbrand växer långsamt och ger ifrån sig giftiga gaser som kan förhindra utrymning medan en flambrand som växer snabbt istället kan antända närliggande föremål genom en intensiv strålning.

Tillväxtfasen övergår till en övertändning som innebär att antingen har temperaturen i utrymmet kommit upp i temperaturer om 500-600 °C, strålningen från brandgaslagret strålar mot golvet med 15-20 kW/m^2 eller så slår flammor ut genom utrymmets öppningar. I övertändningsfasen övergår branden från att vara bränslekontrollerad till att vara ventilationskontrollerad dvs. det är syretillgången som avgör brandens fortsätta förlopp. Därefter är branden fullt utvecklad och allt i rummet brinner. Temperaturen ligger nu mellan ca 700-1200 °C och branden har nått sin maximala effektutveckling. Branden återgår till att vara bränslekontrollerad då tillräckligt av bränslet i utrymmet har brunnit och går då in i den sista fasen. Denna kallas avsvalningsfasen. Under denna fas sjunker temperaturen långsamt till dess att branden har slocknat (Karlsson & Quintiere 2000).

5.2 Tvättrummet

Nedan beskrivs den dimensionerande branden som placerades i tvättrummet i allmänutrymmet på demensavdelningen. Rummets mått är 4 x 5 x 2,4 m^3.

Inventarier

- En torktumlare
- En tvättmaskin
- Ett torkskåp
- Hyllor med pärmar, ca två hyllmeter
- Motionscykel
- Mikrovågsugn
- Ett bord, ca 0,8 x 1,5 m^2
- Diverse förvaringskärl i plast, total vikt ca två kg.

Figur 6 visar tvättstugan i det skick den var under besöket.

Rökproduktionen baseras på att det i vitvaror kan anses finnas stora mängder plaster som har en relativt stor sotproduktion samtidigt som inventarierna i resten av rummet består främst av cellulosabaserade material eller material som inte har en lika stor sotproduktion. I Tabell 2 nedan redovisas vald rökpotential och rökpotentialen för några olika material för jämförelse.

Tabell 2 visar vald rökpotential samt rökpotentialen för några olika bränslen enligt Karlsson och Quintiere (2000).

Bränsle	Rökpotential [g/g]
Tvättrumsbrand	0,1
Polystyren	0,16
Nylon	0,075
Trä	0,015
PVC	0,14

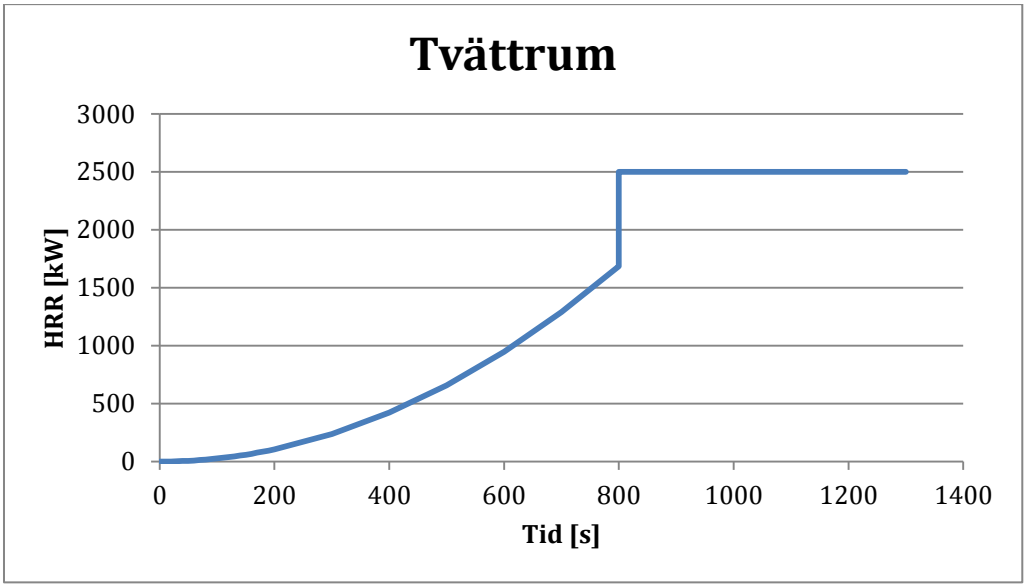
Effektkurva

Branden bedöms starta i torktumlaren och då denna nått halva sin maxeffekt antänds tvättmaskinen. Värden från ett brandtest med en torktumlare har ansetts representativt för både torktumlaren och tvättmaskinen i detta fall (Beard & Goebelbecker 2007). Dessa två maskiner bedöms nå sina respektive maxeffekter samtidigt då de står precis intill varandra vilket innebär att den andra får en snabbare tillväxthastighet. Föremål i närheten börjar sedan brinna på grund av infallande strålning från flammor och rökgaslager. Brandförloppet beskrivs i Tabell 3.

Tabell 3 beskriver brandförloppet i tvättrummet. Beräkningar och formler redovisas i bilaga 1.

t [s]	HRR [kW]	Händelse	Strålning 0.5 m [kW/m^2]	Strålning 1 m [kW/m^2]
0	0	Torktumlare börjar brinna	0,0	0,0
450	550	Torktumlare och tvättmaskin brinner, spridning 0.5 m från branden	87,5	21,9
500	700	Fortsatt spridning	111,4	27,9
700	1500	Torktumlare och tvättmaskin når maxeffekt, spridningshastigheten ökar.	238,7	59,7
800	1684	Fortsatt effektökning på grund av fortsatt spridning	268,1	67,0
800	2500	Övertändning	397,9	99,5

Brandens beteende fram till övertändning approximeras med en αt^2-kurva med α-värdet 0,0026. Efter 800 sekunder övertänder rummet och branden blir ventilationskontrollerad. Dessa beräkningar, inklusive formler, redovisas i bilaga 1. Figur 7 beskriver den effektkurva som användes som indata i simuleringar av brandförloppet.



Figur 7 beskriver den effektkurva som använts som indata vid simuleringar av brand- och rökspridningsförloppet vid en brand i tvättrummet.

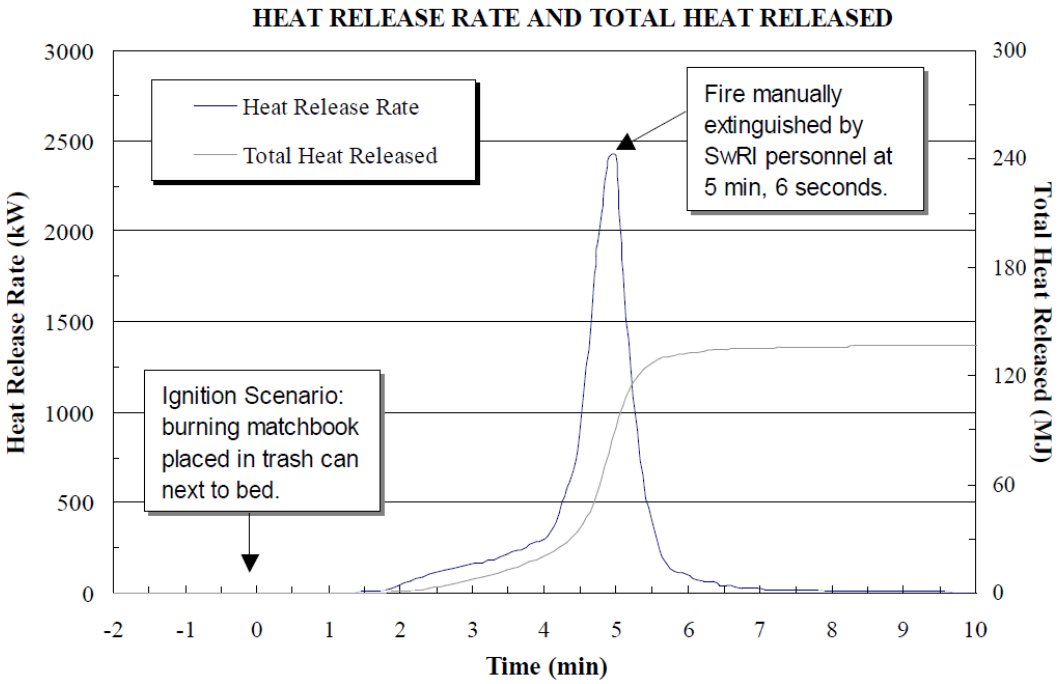
5.3 Lägenhet

Lägenheterna i demensavdelningarna och serviceavdelningarna antas ha liknande utformning och inredning varpå en och samma dimensionerande brand användes för båda. Det dimensionerande brandförloppet startar inne i sovrummet, i en papperskorg bredvid nattduksbordet. Att sovrummet valdes som startpunkt istället för exempelvis köket, som enligt statistik är det mest troliga, beror på att brand i sovrum anses utgöra en större fara då tillväxthastigheten är betydligt snabbare med tanke på alla textiler och liknande som normalt finns där. Tillväxthastighet och maxeffekt bestämdes med hjälp av data från försök på fullutrustade sovrum (Huczek 2007). Dessa värden jämfördes med data från Initial Fires för att validera riktigheten hos dem. Vid försöken som ligger till grund för den dimensionerande branden innehöll sovrummet:

- Säng med madrass och sängstomme
- Sängkläder
- Byrå
- TV
- Litet bord med stol
- Nattduksbord
- Papperskorg
- Bordslampa
- Väggdekoration
- Matta
- Målade väggar och tak

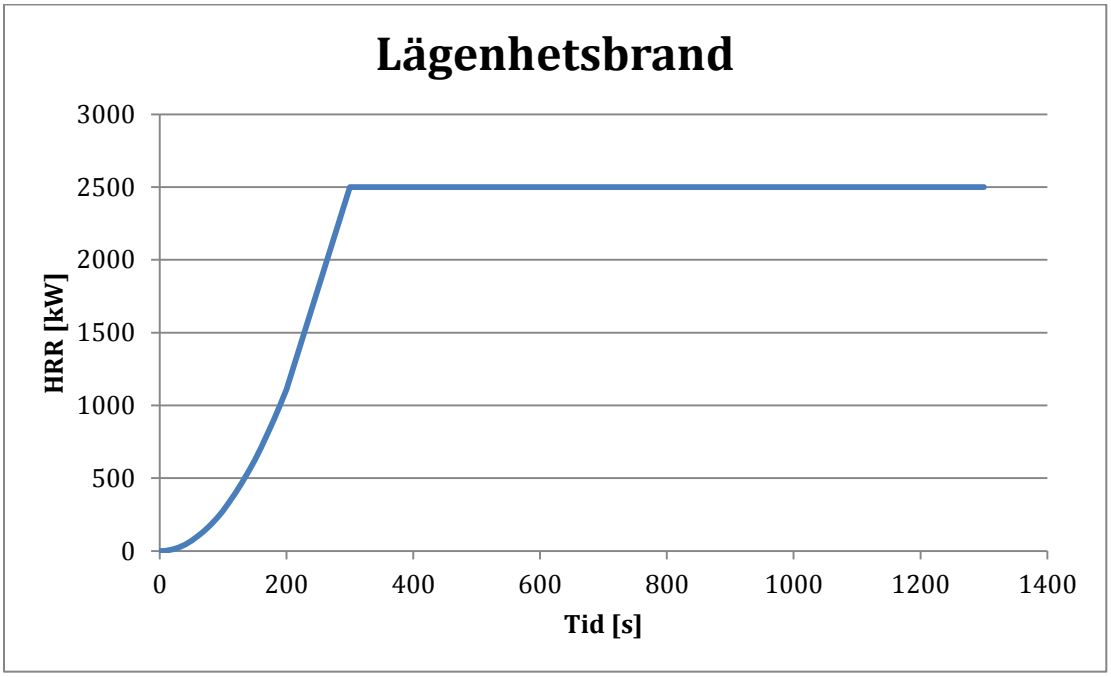
Denna inredning anses stämma väl överens med den som kan finnas i både demenslägenheterna och servicelägenheterna. Vidare överensstämmer även storleken av rummet mycket väl då storleken i försöken var 3,0 x 3,6 x 2,4 m^3 medan dimensionerna för demens- respektive servicelägenheterna var 3,2 x 3,6 x 2,4 m^3 respektive 2,8 x 3,0 x 2,4 m^3.

Antändning skedde genom att man placerade brinnande tändstickor i papperskorgen som var halvfull med löst packat tidningspapper. Efter cirka två minuters förbrinntid gick brandförloppet relativt snabbt och övertändning observerades efter 4,5 minuter vilket resulterade i en uppmätt maxeffekt på 2,5 MW efter knappt fem minuter, se Figur 8. Denna effektutveckling approximerades i försöken med en αt^2-kurva där α-värdet beräknades till 0,028. Beräkningar redovisas i bilaga 1. Att approximera branden med en αt^2-kurva kan i detta fall ses som konservativt i inledningsfasen av branden då effektutvecklingen överskattas. Däremot underskattas effektutvecklingen i övertändningsskedet, vilket kan anses vara acceptabelt då det är personsäkerheten som är av intresse i detta fall och då är inledningsfasen kritisk. Av denna anledning undersöks inte eventuell spridning till övriga delar av lägenheten då denna utveckling bedöms ta lång tid.



Figur 8 är hämtad från Southwest Research Institute's rapport och visar den HRR-kurva som legat till grund till den kurvan som använts för att simulera lägenhetsbränder. (Huczek 2007)

Den effektkurva som använts vid simuleringar redovisas i Figur 9 nedan. Rökpotentialen som använts är densamma som i tvättrumsscenariet (0,1 g/g) vilket anses vara ett konservativt värde.



Figur 9 beskriver effektkurvan som använts vid simulering av brand- och rökspridningsförloppet i lägenheterna.

6 Utrymning

För att beräkna huruvida säker utrymning av boendet kan ske gjordes brand- och utrymningssimuleringar där tid till kritiska förhållanden jämfördes med utrymningstider.

6.1 Utrymningsfaser

En utrymning kan brytas ner i tre olika faser för att enklare skapa sig en bild av processen; varseblivningstid, förberedelsetid och förflyttningstid. Summan av dessa tre faser utgör den totala utrymningstiden. Om tid till kritiska förhållanden i ett utrymme överskrider den tid som det beräknas ta att utrymma är detta en indikation på att säker utrymning kommer kunna ske med de gällande förutsättningarna. Detta kan beskrivas med uttrycket nedan; (Almgren 2012).

$$t_{krit} > t_{varse} + t_{förberedelse} + t_{förflyttning}$$

Varseblivningstid

Detta anger den tid det tar från det att en brand har startat till dess personen i fråga har uppfattat detta. Det kan ske genom att brandlarmet aktiverar och därmed utlöser utrymningslarmet men också genom att personen ser, hör eller känner lukten av branden.

Förberedelsetid

Denna fas har som syfte att försöka beskriva människors agerande från tiden då de noterat att utrymning ska ske till dess att de börjar röra sig mot en utgång. Handlingar såsom att avsluta den aktivitet en person sysselsätter sig med för tillfället, varna och hjälpa andra människor, samla in värdesaker och eventuellt försöka bekämpa branden omfattas av denna fas. I dagsläget finns inget sätt att beräkna denna tid utan detta får bedömas utifrån tidigare erfarenheter och försök.

Förflyttningstid

Den sista fasen beskriver den tid det tar från utrymning har påbörjats till dess att personen befinner sig på säker plats. Detta beror bland annat på faktorer såsom persontäthet, dörrbredder, antalet personer i lokalen och i hur stor omfattning personerna i fråga är i behov av assistans. Även belysning och tydliga utrymningsskyltar har betydelse.

6.2 Kriterier för säker utrymning

Enligt Boverkets allmänna råd för analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd är värdena i Tabell 4 att anse som kritisk påverkan vid utrymning. För att uppfylla en godtagbar nivå behöver dock inte alla dessa vara uppfyllda utan det räcker att kriterium 1 eller 2 samt 3,4 och 5 uppfylls vilket i vissa fall tillåter utrymning genom brandgaser (Boverket 2013).

Tabell 4 beskriver de kriterier som gäller vid analytisk dimensionering av brandskyddet enligt BBRAD 3

Kriterium	*Nivå*
1. Brandgaslagrets nivå ovan golv	*Lägst 1,6 + (rumshöjden (m) x 0,1)*
2. Siktbarhet, 2,0 m ovan golv	*10,0 m i utrymmen > 100 m^2* *5,0 m i utrymmen < 100 m^2. Kriteriet kan även tillämpas för situationer där köbildning inträffar i ett tidigt skede vid den plats kön uppstår.*
3. Värmestrålning/Värmedos	*Max 2,5 kW/m^2 eller kortvarig strålning på max 10 kW/m^2 i kombination med max 60 kJ/m^2 utöver energin från en strålningsnivå på 1 kW/m^2.*
4. Temperatur	*Max 80* ℃
5. Toxicitet, 2,0 m ovan golv	*Kolmonoxidkoncentration (CO) < 2000 ppm* *Koldioxidkoncentration (CO_2) < 5 %* *Syrgaskoncentration (O_2) > 15 %*

(Boverket 2013)

Vårdtagarna på Brunnsgården anses vara i sådant skick att det inte är lämpligt för dem att utrymma genom rök, trots att Boverkets rekommendationer för analytisk dimensionering ibland kan tillåta detta. Vidare kommer personalen behöva hjälpa till under hela utrymningsförloppet och kan därför inte förväntas göra detta i en rökfylld eller för varm miljö.

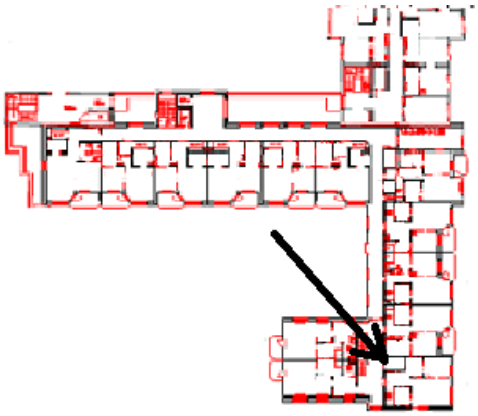
Rapporten avgränsas till att kontrollera kriterierna 1, 2 samt 4. Anledningen till att kriterium 3 och 5 bortses ifrån är att dessa inte bedöms påverka resultaten ytterligare. Enligt BBRAD skulle kriterium 1 uppfyllas vid höjden 1,6 + 2,2 x 0,1=1,82 meter över golv. Denna höjd anses överstämma med resonemanget ovan. Gällandes sikten ansätts 10 meter då personal förväntas befinna sig i miljön under längre tid. Kritisk temperatur sänks till 60 ℃ med hänsyn till de äldre och sjuka och det faktum att personalen ska vara fysiskt aktiva i miljön under lång tid.

Tabell 5 beskriver de i denna rapport tillämpade kritiska nivåer för utrymning.

Kriterium	*Nivå*
Brandgaslagrets nivå ovan golv	*1,82 m*
Siktbarhet, 2,0 m ovan golv	*10 m*
Temperatur	*60* ℃

6.3 Utrymning via hiss

Traditionellt sett har rekommendationerna varit att aldrig använda en hiss i händelse av brand. Denna inställning lever kvar och är djupt rotad hos de allra flesta. I vissa byggnader och verksamheter kan användning av hiss som utrymningsväg dock sänka tiden för utrymningen markant. Ett exempel på en sådan verksamhet är just äldreboende och boende för personer med nedsatt rörelseförmåga. Många av vårdtagarna på Brunnsgården har svårt att röra sig obehindrat över huvud taget och nästan ingen kan gå i trappor utan hjälp enligt uppgifter från objektspersonal. I serviceavdelningarna finns det tillgång till hiss och skulle denna vara utformad så att det kan säkerställas att elförsörjningen ej påverkas under utrymningstiden hade det varit en fördelaktig utrymningsstrategi. Då Brunnsgården endast är tre våningar högt anses risken att utsättas för kritiska förhållanden i hissen låg eftersom den färdas en så pass kort sträcka. Detta gäller dock ej om branden startar i någon av de närliggande lägenheterna, se Figur 10 där pilen visar hissens placering. Om brand däremot uppkommer i en lägenhet långt från hissen, exempelvis vänstra delen av Figur 10, kommer det ta relativt lång tid innan hissens schakt påverkas av rök även om det är otätat. Med tanke på de boendes fysiska status skulle denna strategi kunna kapa många minuter på den totala utrymningstiden i dessa fall.



Figur 10 visar placeringen av en hiss på servicevåningen.

7 Simuleringsbeskrivningar

I följande avsnitt beskrivs och motiveras inställningarna som använts vid simuleringar i FDS och CFAST. Brandsimuleringarna utfördes med syfte att beräkna tid till kritiska förhållanden för utrymning. Teori för de båda programmen finns i bilaga 2 och 3.

Samtliga simuleringar innehåller osäkerheter. Bland annat saknas kunskap kring väggarnas konstruktion som påverkar värmeledningen i brandsimuleringarna. Vidare går det inte att fullt ut fastställa hur ett brandförlopp kommer se ut i tvättrummet eller någon av lägenheterna då varje lägenhet har unik inredning som också påverkar bland annat rökpotentialen.

Utrymningssimuleringarna kräver att varje vårdtagare definieras med egenskaper som påverkar deras förflyttningsförmåga vilket är svårt. Likaså deras placering och avstånd till säkra platser måste definieras. Båda dessa parametrar varierar givetvis över tid.

7.1 FDS

Två scenarion simulerades i FDS 5; dels branden i tvättrummet på demensavdelningen och dels lägenhetsbrand på serviceavdelningen. Lägenhetsbranden på demensavdelningen valdes att inte simuleras i FDS då detta scenario bedöms vara snarlikt med simuleringen av tvättrummet på demensavdelningen samtidigt som FDS-simuleringarna är tidskrävande.

För valda scenarion genomfördes två FDS-simuleringar vardera där indata för maxeffekt, och således också tillväxtfasens utseende, samt rökpotentialen varierades. Detta gjordes som en form av känslighetsanalys då dessa parametrar är svåra att fastställa. Syftet var att kunna redovisa ett spann för tid till kritiska förhållanden och på så sätt belysa osäkerheten i resultatet snarare än att redovisa en enda tidpunkt.

Tabell 6 beskriver hur variabler varierades för de olika FDS-simuleringarna.

Simulering	Rökpotential [g/g]	Maxeffekt [kW]	Tillväxthastighet [kW/s^2]
Tvätt 1	0,1	2500	0,0039
Tvätt 2	0,05	2000	0,0031
Service 1	0,1	2500	0,028
Service 2	0,05	2000	0,022

Geometrin byggdes upp efter ritningar och information som samlats in under objektsbesöket. Meshen utgörs i samtliga FDS-simulerinar av celler med sidor som mäter 10 cm. Begränsningen att all geometri måste passa i meshen anses inte ha påverkat geometrins uppbyggnad nämnvärt då de rum och korridorer som har efterliknats är förhållandevis enkla och saknar exempelvis avrundade hörn.

Sikten i simuleringarna beräknas med hjälp av en visibility-slice med inställningar för sikt mot en reflekterande utrymningsskylt enligt följande ekvation; (McGrattan et al. 2007)

$$S = \frac{C}{K}$$

där S=sikt
C = är ett dimensionslöst tal som beror av karaktären på objektet som betraktas, exempelvis genomlyst eller reflekterande utrymningsskylt
K = beskriver brandgasernas egenskaper

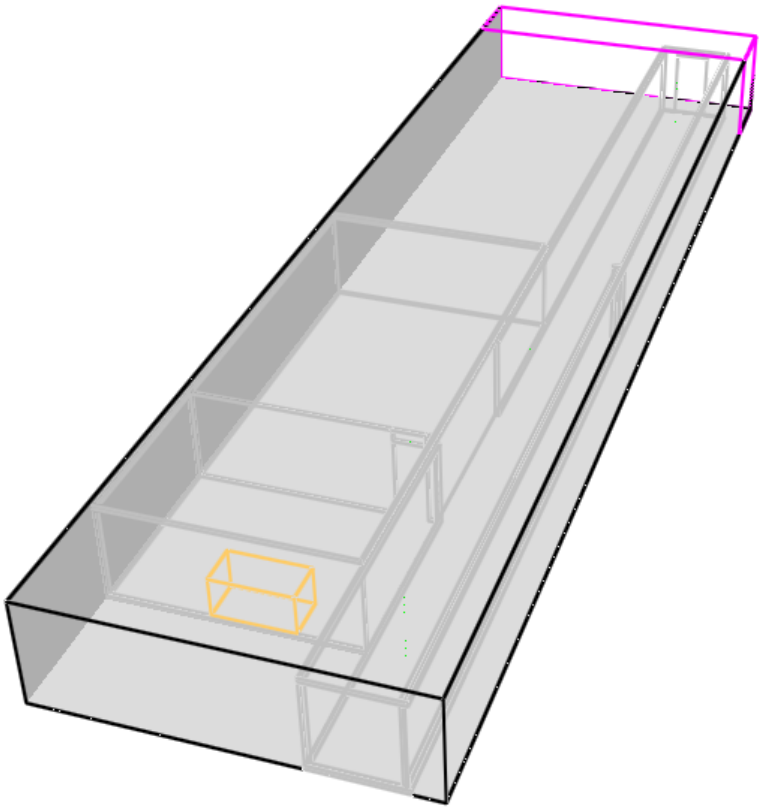
För mer ingående detaljer kring geometri eller annan indata hänvisas till indatafiler i bilaga 2 och 3.

Tvättrum demensavdelning

Dörren mellan tvättrummet och det gemensamma utrymmet stod i simuleringarna öppen då det uppmärksammades vid studiebesöket att dörren ställts upp med kil.

Vidare valdes att ha dörren längst bort i korridoren öppen. Dels för att denna dörr förväntas användas i störst utsträckning vid utrymningen samt för att undvika stor tryckuppbyggnad i simuleringen då inga övriga otätheter har applicerats i geometrin. Vid en verklig utrymningssituation kommer denna dörr endast vara öppen när passage genom den sker då den är utrustad med dörrstängare. Detta innebär att simuleringen tillåter ett större in- och utflöde genom dörren över tid. Å andra sidan finns inga övriga otätheter i simuleringen vilket kompenserar till viss mån.

Samtliga lägenheter har i simuleringarna stängda dörrar trots att det vid besöket konstaterades att många dörrar ofta stod öppna. Detta gjordes för att minska simuleringstiderna och får anses vara en konservativ förändring gentemot verkligenheten då syftet med simuleringarna var att uppskatta förhållandena i korridorerna. Öppna lägenheter hade rimligtvis inneburit större volymer för brandgaserna att spridas ut över vilket inneburit lägre temperaturer i korridoren och högre höjd på brandgaslagret.



Figur 11 Bild över den i FDS använda geometrin för demensavdelningen. Den gula boxen visar brännaren som är placerad i tvättrummet.

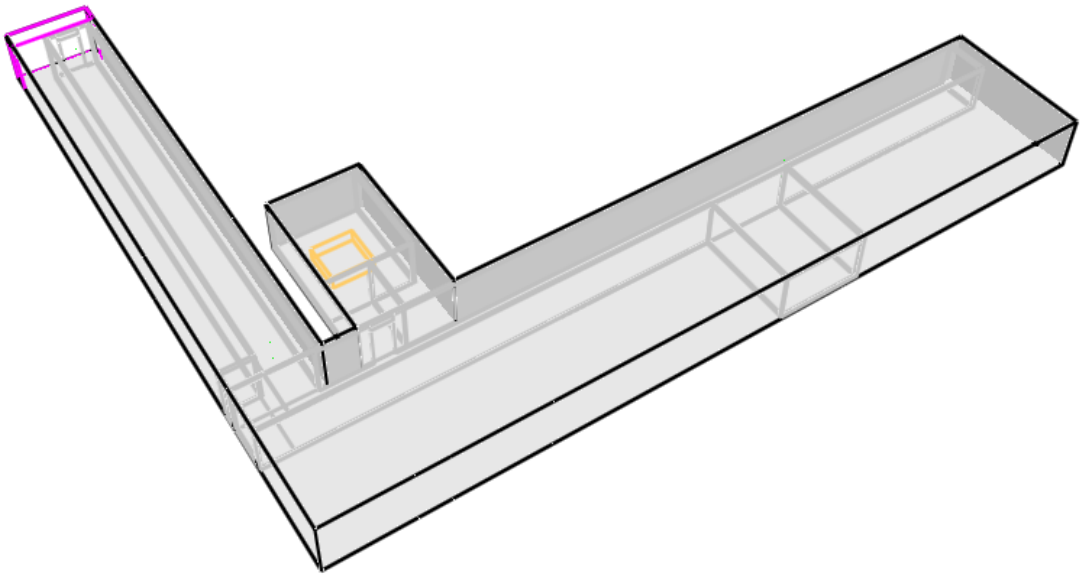
Servicelägenhet

I detta scenario är dörren mellan lägenheten och korridoren öppen då lägenhetsdörrarna inte är utrustade med dörrstängare.

Placering av brandrummet baseras på att en relativt jämn brandgasspridning i korridoren ville uppnås och ett rum i mitten av korridoren valdes därför. Andra rumsplaceringar simulerades inte på grund av de långa simuleringstiderna men hade kunnat ge resultat som skiljde sig något. Exempelvis hade brand längre bort i korridoren haft värre lokala förhållanden medan förhållanden vid lägenheter i motsatta delen av korridoren hade varit bättre.

Vidare valdes att ha dörren längst bort i korridoren öppen. Dels för att denna dörr förväntas användas i störst utsträckning vid utrymningen samt för att undvika stor tryckuppbyggnad i simuleringen då inga övriga otätheter har applicerats i geometrin. Vid en verklig utrymningssituation kommer denna dörr endast vara öppen när passage genom den sker då den är utrustad med dörrstängare. Detta innebär att simuleringen tillåter ett större in- och utflöde genom dörren över tid. Å andra sidan finns inga övriga otätheter i simuleringen vilken kompenserar till viss mån.

Samtliga lägenheter har i simuleringarna stängda dörrar trots att det vid besöket konstaterades att många dörrar ofta stod öppna. Detta gjordes för att minska simuleringstiderna och får anses vara en konservativ förändring gentemot verkligenheten då syftet med simuleringarna var att uppskatta förhållandena i korridorerna. Öppna lägenheter hade rimligtvis inneburit större volymer för brandgaserna att spridas ut över vilket inneburit lägre temperaturer i korridoren och högre höjd på brandgaslagret.

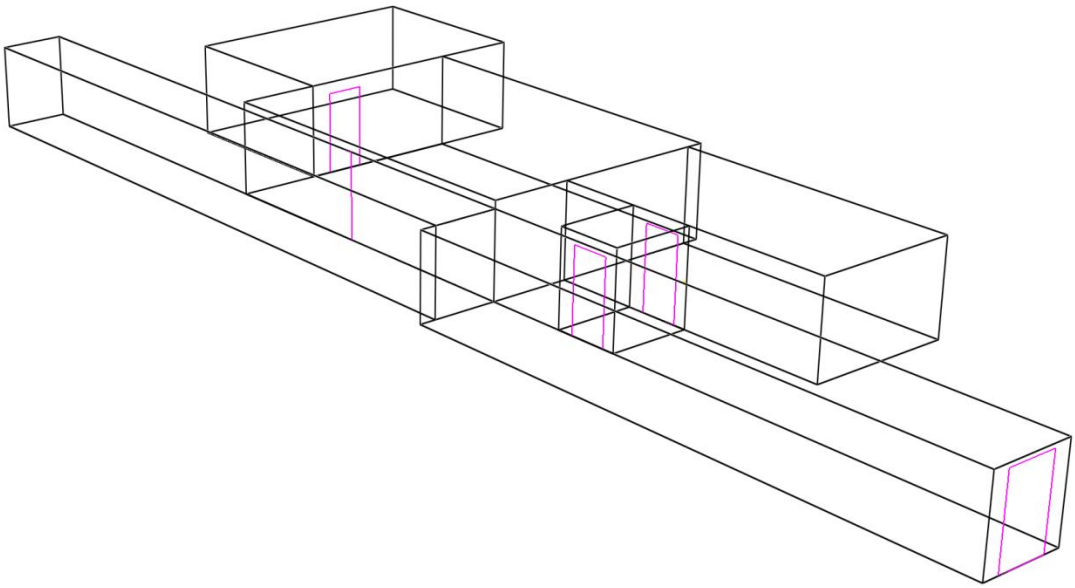


Figur 12 Bild över den i FDS använda geometrin för serviceavdelningen. Den gula boxen är brännaren placerad i en lägenhet. De lila linjerna markerar en ventilationsöppning i meshen för att rökgaserna inte ska ansamlas när de lämnat korridoren.

7.2 CFAST

I korridorerna användes en i CFAST inbyggd korridorsmodell som, till skillnad från en vanlig tvåzonsmodell, fördröjer brandgasernas spridning till angränsande rum med hjälp av korrelationer för takjetens hastighet och temperatur (NIST 2009). I övriga utrymmen har CFAST standardvärden använts. Ingen hänsyn togs till värmeledning mellan rum då det endast ansågs påverka utrymningsmöjliheterna marginellt under brandens tillväxt.

Demensavdelning



Figur 13 beskriver geometrin som använts vid simulering av bränderna i demensavdelningen.

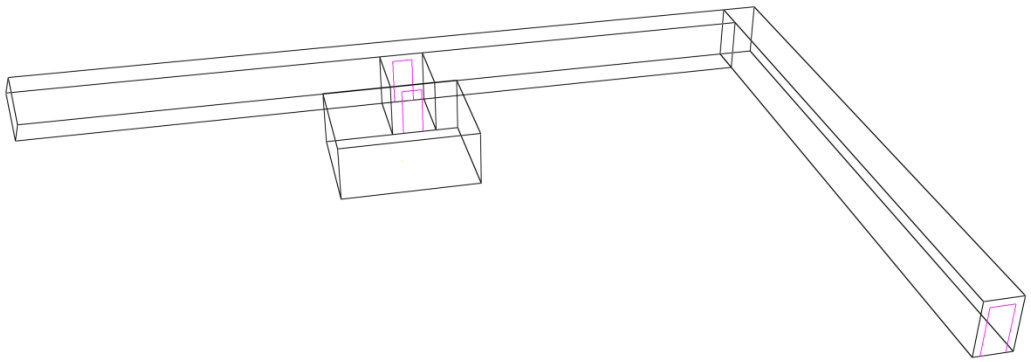
I simuleringen av en demensavdelning byggdes geometrin upp av två korridordelar, ett kök/allrum med anslutande tvättstuga samt en lägenhet som ansluts med korridoren via ett kapprum. Måtten på de olika rummen redovisas i Tabell 7.

Tabell 7 beskriver de olika rummens mått i modellen av demensavdelningen.

Rum	Längd	Bredd	Höjd
Korridor 1	16,8	1,6	2,2
Korridor 2	14,4	2	2,2
Lägenhet	7,2	3,6	2,4
Kapprum	2	1,6	2,4
Kök/Allrum	8,8	6	2,4
Tvättstuga	6	4,4	2,4

Dörrarna mellan de olika lägenheten, kapprummet och korridoren är 0,9 m breda och 2,1 m höga medan dörren mellan tvättstugan och allrummet är 0,8 m bred och 2,1 m hög. Korridorerna ansluts med en öppning som är lika stor som kontaktytan mellan korridorerna och allrummet ansluts till korridoren med en öppning som är 4 m bred och 2,2 m hög. Dessutom öppnades en dörr (1,2 m x 2,1 m) mot omgivningen som simulerar en öppen utrymningsväg för att tryckavlasta simuleringen. Vid simulering av brand i tvättstugan är dörren tll lägenheten stängd.

Serviceavdelning



Figur 14 beskriver geometrin som använts vid simuleringen av branden i serviceavdelningen.

Geometrin i serviceavdelningen är uppbyggd av två korridorsdelar med en lägenhet ansluten genom ett kapprum. Måtten på de olika rummen redovisas i Tabell 8 nedan.

Tabell 8 beskriver de olika rummens mått i modellen av serviceavdelningen.

Rum	Längd	Bredd	Höjd
Korridor 1	34	1,6	2,4
Korridor 2	26	1,6	2,4
Lägenhet	6	5,2	2,4
Kapprum	3,2	2	2,4

Dörrarna mellan lägenheten, kapprummet och korridoren är 0,9 m breda och 2,1 m höga. Öppningen mellan korridor 1 och korridor 2 är hela kontaktytan mellan korridordelarna. Korridor 2 har i den ände som är belägen längst ifrån branden en öppen dörr mot omgivningen som är 1 m bred och 2,1 m hög för att simulera en öppen utrymningsväg och tryckavlasta simuleringen.

7.3 Escape and Rescue Model, ERM

Nedan följer teori och simuleringar gällande utrymningsprogrammet ERM och exempel på en indatafil för demens- respektive serviceavdelningen kan ses i bilaga 4.

Teori

ERM är ett simuleringsprogram för utrymning speciellt anpassat för vårdanläggningar. Programmet har vissa begränsningar jämfört med andra simuleringsprogram. Exempelvis tas ingen hänsyn till öppningars storlek eller persontäthet vid utrymning vilket är viktigt vid ”normal” utrymningssimulering, exempelvis verksamheter med stort antal personer som skall utrymma på egen hand, då detta kan leda till flaskhalsproblematik. Detta anses dock inte spela så stor roll vid utrymning av just vårdanläggningar på grund av det oftast begränsade personantalet i byggnaden samt att utrymningshastigheten vanligtvis är långsammare jämfört med andra verksamheter.

I programmet specificeras personerna som antingen personal eller vårdtagare. Maximalt antal i en simulering är 15 personal och 75 vårdtagare. En stor fördel med ERM är att man kan välja mellan 15 olika typer av vårdtagare som är rangordnade efter mobilitet och hjälpbehov. I detta spektrum finns allt ifrån den fullt mobila vårdtagaren som kan evakuera på egen hand till den svårt rörelsehindrade vårdtagaren som behöver mycket hjälp av två personal under hela evakueringen. För fullständig beskrivning av persontyper se bilaga 4. Programmet är utvecklat så att personal hjälper vårdtagarna ut med olika hastighet beroende på ovan nämnda parameter angående mobilitet, sedan återvänder personalen in igen och hjälper nästa vårdtagare. I simuleringen specificeras så kallade säkra platser dit utrymningen sker och det är även möjligt att lägga in en funktion som gör att vårdtagarna kan börjar irra omkring varpå en i personalen måste stanna på de säkra platserna under hela utrymningstiden.

Simuleringarna skapas genom utvecklingen av ett sammankopplat nätverk av noder. Detta nätverk skapas med hjälp av ett koordinatsystem där origo lämpligen placeras i byggnadens nedre vänstra hörn. Noderna kan definieras som säker plats eller trappa. På de odefinierade noderna kan personer placeras ut. När simuleringen körs kommer personer ta sig genom nätverket till den närmst belägna ”säkra platsen” på det sätt och med den hastigheten som tidigare definierats. Det finns ingen begränsning angående hur många personer som får befinna sig i en nod eller nätverkssträcka samtidigt.

Simuleringar

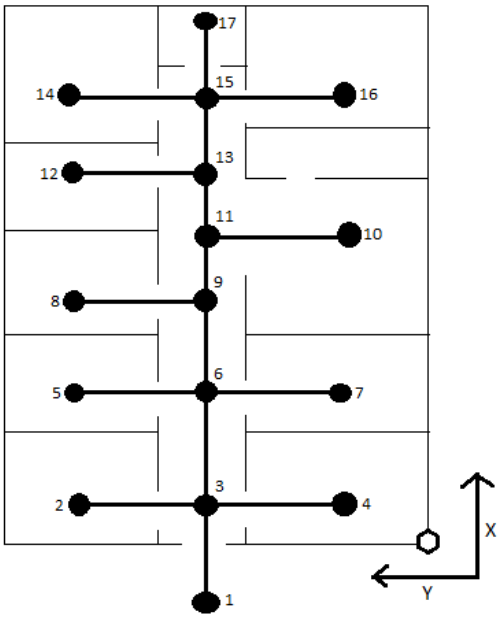
Utrymningssimuleringar utfördes med hjälp av ERM där vårdtagarnas fysiska status (de olika typerna ses i bilaga 4) valdes efter aktuella förhållanden. Vissa konservativa antaganden tillämpades dock för att täcka upp för det faktum att många av vårdtagarnas fysiska status troligen försämras under tiden de bor på Brunnsgården. Följande antaganden bedöms troliga efter samtal med personal på Brunnsgårdens äldreboende:

- Vårdtagarnas fysiska status valdes så att alla på demensavdelningen var tvungna att ledas ut till säker plats.
- Majoriteten av vårdtagarna på serviceavdelningen behöver bli tillsagda för att påbörja utrymning, medan somliga kan påbörja utrymning på egen hand.
- Samtliga vårdtagare på serviceavdelningen behöver hjälp nerför trappor.

Demensavdelning

Första scenariot är under dagtid då två personal arbetar på demensavdelningen och båda utrymningsvägar går att använda. Andra scenariet skiljer sig i det avseende att branden antas blockera ena utrymningsvägen varpå endast en är tillgänglig. Åtta vårdtagare befinner sig på avdelningen som egentligen rymmer sju boende. Detta på grund av att det under besöket observerades att vårdtagare kan vistas i andra allrum än sina egna. Scenario tre och fyra skiljs åt på samma sätt som scenario ett och två och utspelar sig dessutom nattetid då endast en personal är i tjänst. Under natten antas endast de sju boende befinna sig på avdelningen.

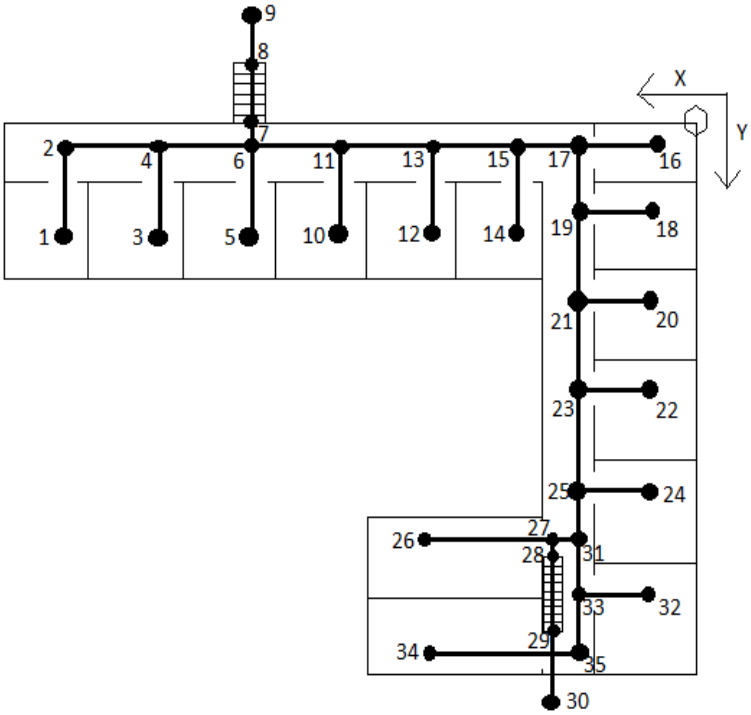
De två säkra platserna är korridoren som fortsätter efter den brandklassade dörren i demenskorridoren (nod 1) samt trapphuset (nod 12). I ett akut läge antas personalen leda ut vårdtagarna i trapphuset utan att nödvändigtvis behöva leda dem ner för trappan varpå inga trappor definierades i denna simulering. I simulering ett och två som utspelar sig på dagtid antas fyra vårdtagare befinna sig i allrummet (nod 10) och fyra vårdtagare i sina respektive rum. Under nattetid antas alla vårdtagare befinna sig i sina rum.



Figur 15 visar en schematisk bild över demensavdelningen med nodnätverket från ERM.

Serviceavdelning

De olika scenarierna för serviceavdelningen är principiellt samma som för demensavdelningen med den skillnaden att det endast är en person i tjänst per serviceavdelning på dagtid. Under nattetid har en personal ansvar för två serviceavdelningar varpå responstiden anses öka från 60 till 120 sekunder. En viktig skillnad i dessa simuleringar är att trapphusen är oskyddade vilket innebär att vårdtagarna måste ledas ner för en trappa för att nå säker plats. De två säkra platserna (nod 9 och 30) är alltså på våningen under som nås genom två olika trappor. På serviceavdelning antas 15 vårdtagare bo, en i varje lägenhet utom i två lägenheter där två vårdtagare bor. Under dagen antas 11 vårdtagare befinna sig på avdelningen och alltså fyra stycken nere i allmänutrymmet på bottenplan eller ute. Under natten befinner sig alla vårdtagare i sina respektive rum.



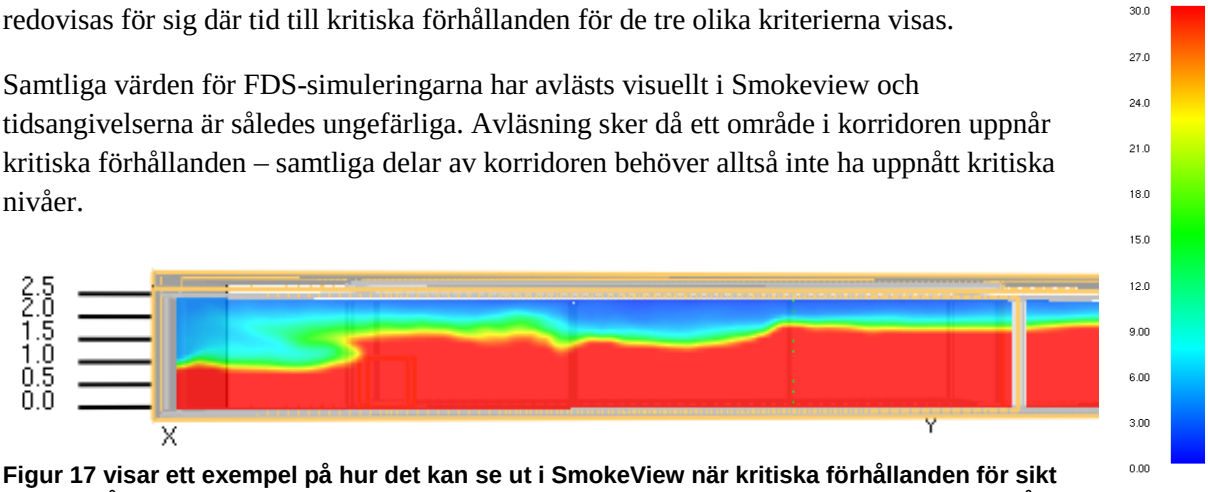
Figur 16 visar en schematisk bild över serviceavdelningen med nodnätverket från ERM.

8 Resultat

Här följer resultaten från brandsimuleringar i FDS och CFAST och utrymningssimuleringar i ERM och jämförs med tidigare fastställda kriterier för säker utrymning, se avsnitt 5.

För samtliga simuleringar är det förhållandena i korridorerna som undersöks. Varje brandscenario redovisas för sig där tid till kritiska förhållanden för de tre olika kriterierna visas.

Samtliga värden för FDS-simuleringarna har avlästs visuellt i Smokeview och tidsangivelserna är således ungefärliga. Avläsning sker då ett område i korridoren uppnår kritiska förhållanden – samtliga delar av korridoren behöver alltså inte ha uppnått kritiska nivåer.



Figur 17 visar ett exempel på hur det kan se ut i SmokeView när kritiska förhållanden för sikt har uppnåtts i ett tvärsnitt av en korridor i demensavdelningen. Färgskalan sträcker sig från 0 – 30 meter.

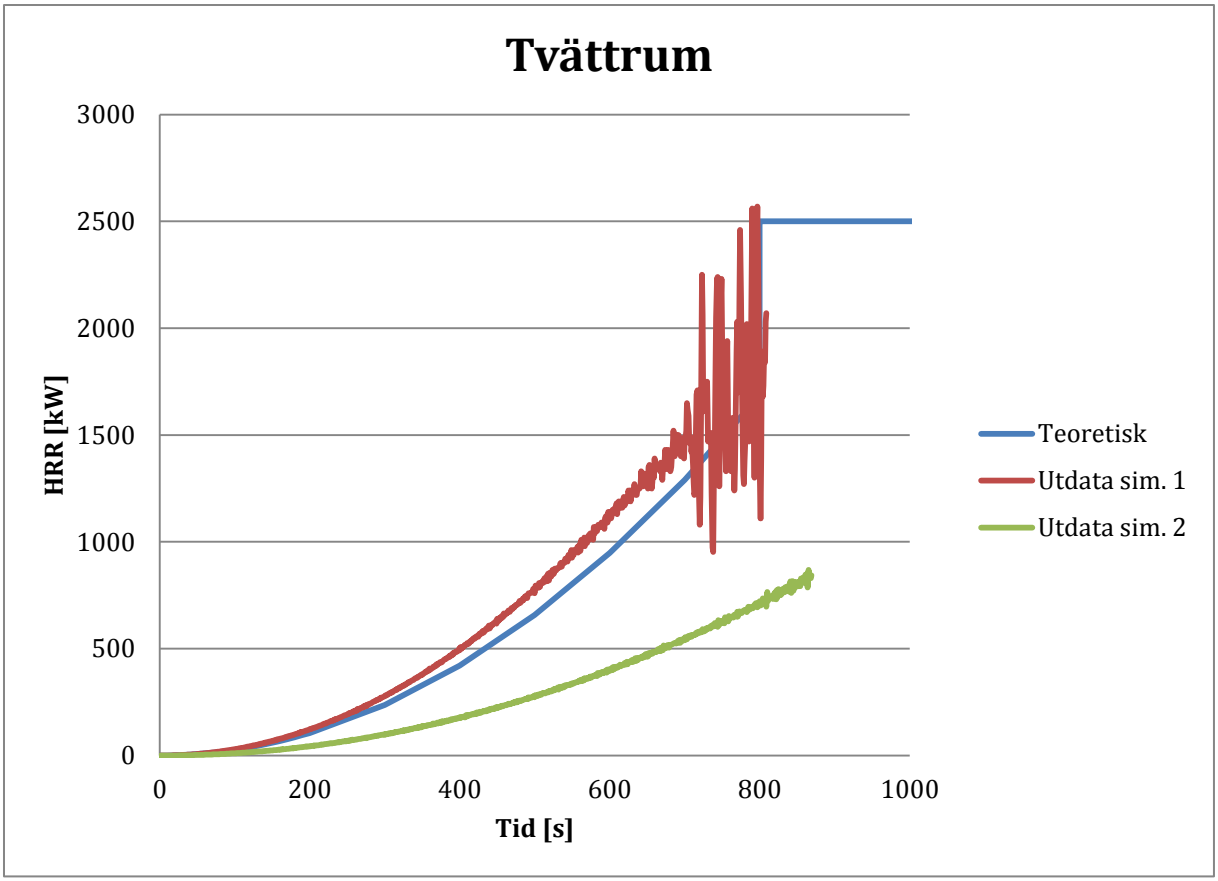
8.1 Brand i tvättrum

För brand i tvättrummet på demensavdelningen gjordes två simuleringar i FDS där indata för maxeffekt och rökpotential varierades. Dessa variationer redovisas senare tillsammans med tiden i CFAST.

Tabell 9 visar avrundad tid i sekunder till kritiska förhållanden i korridoren för varje enskilt kriterium för de olika simuleringarna i tvättrummet.

	Rökgaslagrets höjd	Sikt	Temperatur
FDS, simulering 1	180	200	400
FDS, simulering 2	200	230	410
CFAST	140	-	290

Effekten för tvättrumsbranden överskattades något i simulering 1 och skulle egentligen ha följt den teoretiska tätare. Detta beror på att den teoretiska övertändningen som sker vid ca 800 sekunder (se Figur 7) bortsågs ifrån i indatan till FDS för att istället växta enligt en αt^2-kurva till maxeffekten 2500 kW. Skillnaden mellan den teoretiska effekten och utdatan i simulering 1 anses dock vara försumbar, särskilt i början av brandförloppet där skillnaderna är mycket små.



Figur 18 visar dels den för tvättrumsbranden teoretiskt framtagna effekten och dels effekt-utdata från FDS-simuleringar. Den kraftiga variationen efter ca 700 sekunder för simulering 1 förklaras med att branden här har blivit ventilationskontrollerad.

8.2 Lägenhetsbrand, demensavdelning

Simulering av lägenhetsbrand i demensavdelning gjordes enbart i CFAST då denna bedöms vara liknande med brand i tvättrum på demensavdelningen samtidigt som FDS-simuleringar är tidskrävande.

Tabell 10 visar avrundad tid i sekunder till kritiska förhållanden för varje enskilt kriterium för simulering lägenhetsbrand på demensavdelningen.

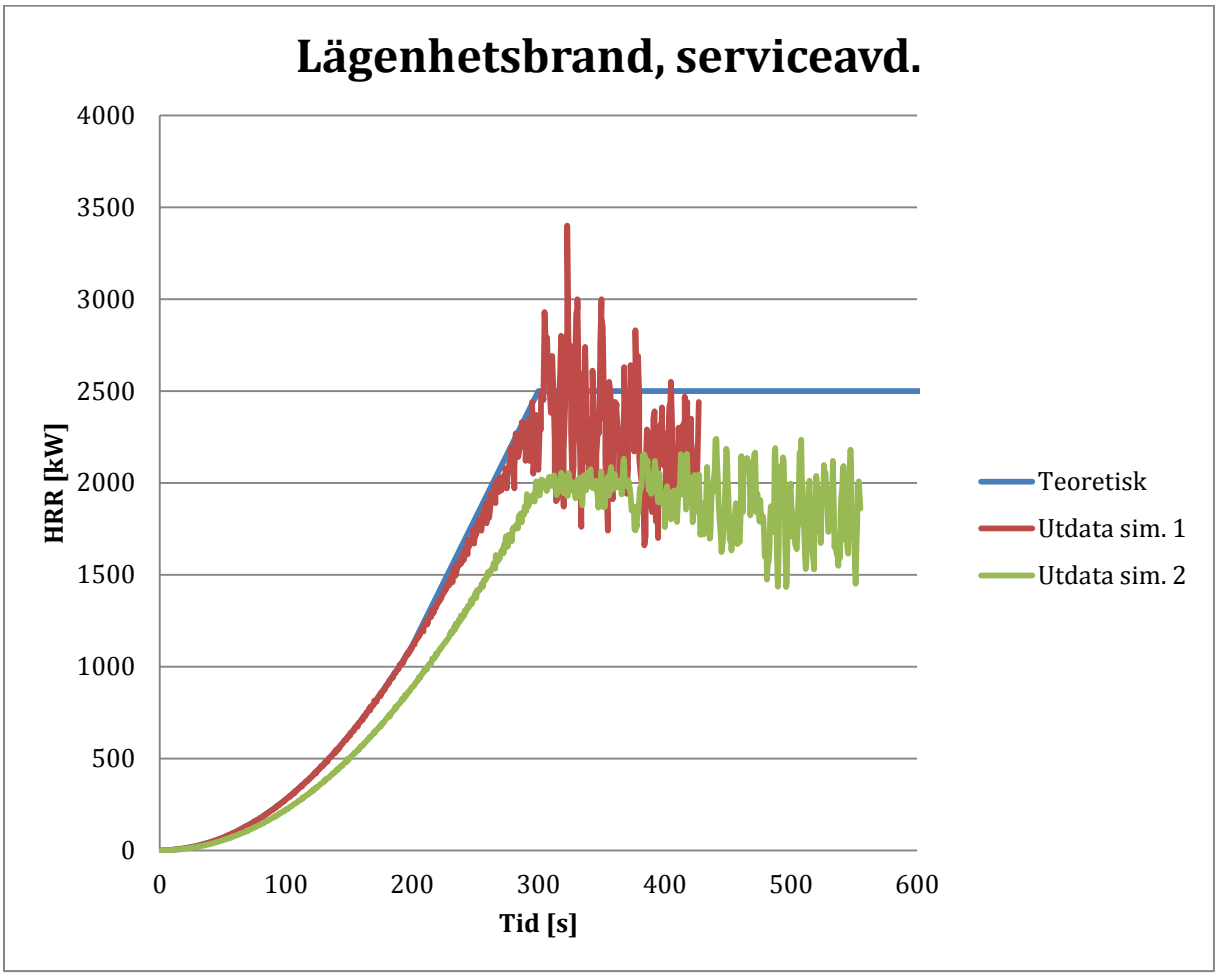
	Rökgaslagrets höjd	Sikt	Temperatur
CFAST	70	-	110

8.3 Lägenhetsbrand, serviceavdelning

För lägenhetsbrand på serviceavdelningen gjordes två simuleringar i FDS där indata för maxeffekt och rökpotential varierades. Dessa variationer redovisas senare tillsammans med tiden i CFAST.

Tabell 11 visar tid i sekunder till kritiska förhållanden för varje enskilt kriterium för de olika simuleringarna för lägenhetsbrand på serviceavdelningen.

	Rökgaslagrets höjd	Sikt	Temperatur
FDS, simulering 1	100	90	130
FDS, simulering 2	120	110	130
CFAST	90	-	150



Figur 19 visar dels den för lägenhetsbranden teoretiskt framtagna effekten och dels effekt-utdata från FDS-simuleringar. De kraftiga variationerna efter ca 300 sekunder för simulering 1 & 2 förklaras med att branden här har blivit ventilationskontrollerad, något som FDS inte lämpar sig för.

8.4 Utrymningssimuleringar

Resultaten visas i tid till sista vårdtagaren har nått säker plats. Notera att simuleringen i två fall stoppades på grund av otillräcklig beräkningskapacitet. Detta har ingen större betydelse då det redan i detta skede gått får lång tid för att utrymningen ska anses kunna ske säkert. Resultaten visas som avrundade tidsintervall efter utförda känslighetsanalyser.

Tabell 12 visar avrundade utrymningstider vid simulering för de olika avdelningarna och olika scenarier.

Simulering	Förklaring	Utrymningstid [min:s]
Demensavdelning 1	Dagtid, två personal, två utrymningsvägar, åtta vårdtagare	4:30
Demensavdelning 2	Dagtid, två personal, en utrymningsväg, åtta vårdtagare	6:00
Demensavdelning 3	Nattetid, en personal, två utrymningsvägar, sju vårdtagare	8:00
Demensavdelning 4	Nattetid, en personal, en utrymningsväg, sju vårdtagare	9:30
Serviceavdelning 1	Dagtid, en personal (responstid 60 s), två utrymningsvägar, 11 vårdtagare	12:30
Serviceavdelning 2	Dagtid, en personal (responstid 60 s), en utrymningsväg, 11 vårdtagare	>19:30 *
Serviceavdelning 3	Nattetid, en personal (responstid 120 s), två utrymningsvägar, 15 vårdtagare	18:00
Serviceavdelning 4	Nattetid, en personal (responstid 120 s), en utrymningsväg, 15 vårdtagare	>22:30 *

*Simuleringskapaciteten tog slut

8.5 Sammanfattning av resultat

I detta stycke sammanfattas de resultat som presenterats tidigare i avsnittet. Här redovisas tiden till kritiska förhållanden från kortaste till längsta för att visa den osäkerhet som finns i resultatet istället för att redovisa en enda tidpunkt.

Tabell 13 visar avrundade tidsintervall baserade på de olika scenariernas min- och maxtider för kritiska förhållande samt avrundad tid för utrymning.

Brandscenario	Tid till kritiska förhållanden [min:s]	Tid för utrymning [min:s]	Acceptabelt
Brand i tvättrum	2:30 – 4:00	4:30 – 9:30	Nej
Lägenhetsbrand, demensavd.	1:00 – 2:00	4:30 – 9:30	Nej
Lägenhetsbrand, servicesavd.	1:30 - 2:30	12:30 - >22:30	Nej

9 Utvärdering och diskussion

I detta avsnitt utvärderas de resultat som uppnåtts genom simuleringar och en diskussion förs kring tänkbara åtgärder samt dess inverkan på personsäkerheten.

9.1 Utrymning

I dagsläget är säker utrymning av Brunnsgården inte möjlig enligt erhållna resultat. Tid för utrymning överstiger kraftigt tid till kritiska förhållanden. Den huvudsakliga orsaken till den långa utrymningstiden är förflyttningsfasen då de boendes mobilitet är begränsad. Varseblivningstiden och förberedelsetiden hänger till stor del ihop i denna verksamhet eftersom de boende, enligt uppgift från objektspersonal, behöver göras uppmärksamma på att de ska utrymma även efter brandlarmsignal. Därför blir det i många fall upp till personalen att både uppmärksamma och förbereda de boende för utrymning. På grund av detta definieras ingen förberedelsetid för de boende i ERM-simuleringarna.

Varseblivningstid/Förberedelsetid

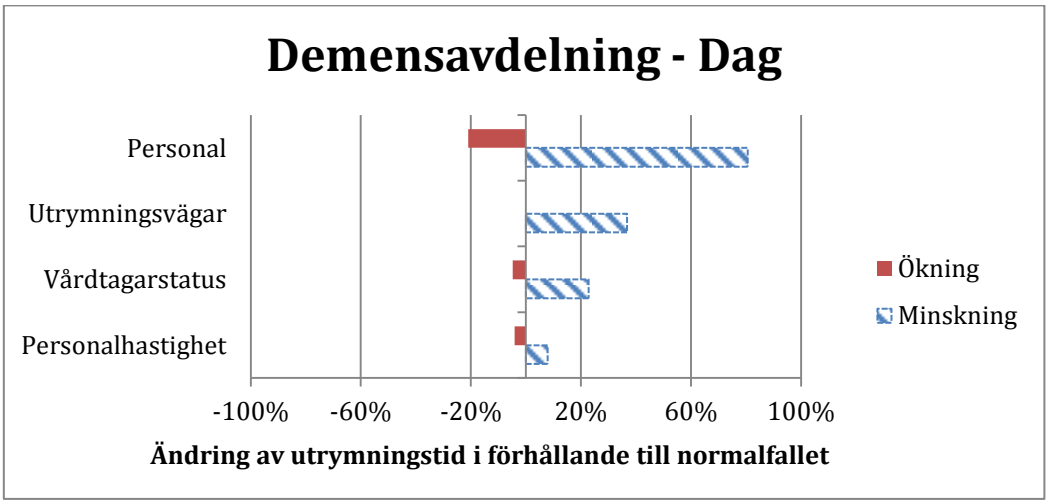
En frågeställning värd att beakta är om vanlig brandlarmssignal är att föredra i denna verksamhet. Det finns som nämnts tidigare en viss risk att de boende ej uppfattar meningen med signalen och därmed ej uppmärksammar eller börjar förbereda sig för utrymning även om vissa skulle vara i fysisk status att göra detta. Ett talat meddelande om utrymning hade till viss del kunnat råda bot på detta men en del vårdtagare hör så pass dåligt att risken finns att de ej uppfattar vad som sägs i meddelandet. Förslagsvis skulle ett system som stimulerar mer än ett sinne vara att föredra. Detta kunde exempelvis vara antingen signal eller talat meddelande tillsammans med någon form av blixtljus. I slutändan anses personalen ändå ha störst betydelse då relativt få av de boende är i fysisk status att i nästa skede påbörja en utrymning även om de uppfattar situationen.

Förflyttningstid

Denna fas är den mest kritiska då den tar längst tid av de tre (två). Det är även den utrymningsfas som är svårast att förbättra då det till största del är de boendes fysiska status sätter gränserna. Här blir det istället viktigt att undersöka möjligheterna till ett förbättrat organisatoriskt brandskyddsarbete med exempelvis tydliga direktiv angående hur personal ska assistera varandra i en utrymningssituation. Med tanke på att de allra flesta vårdtagarna behöver hjälp majoriteten av förflyttningsfasen är det stor skillnad på om det finns exempelvis två personer ur personalstyrkan tillgängliga eller om man, genom tydliga utrymningsrutiner, snabbt kan få dit två personer till från en icke påverkad avdelning. Det passiva brandskyddet spelar även en viktig roll då man genom smarta lösningar inom detta område kan fördröja tiden till kritiska förhållande vilket kan möjliggöra en tidskrävande utrymning. Mer om detta samt vikten av det organisatoriska brandskyddet kommer senare i avsnittet.

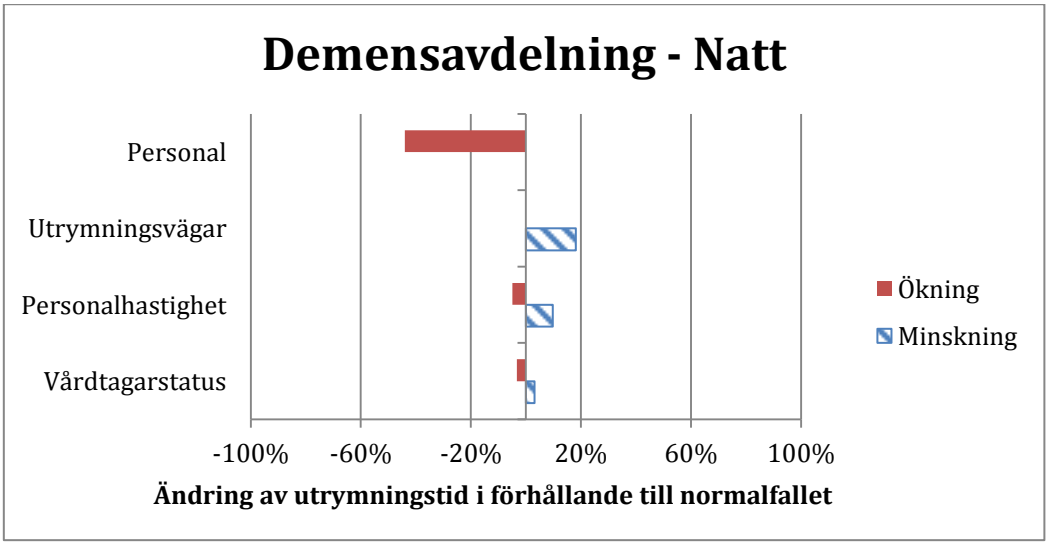
9.2 Känslighetsanalys av simuleringar i ERM

För att fastställa resultatet av simuleringarna i ERM gjordes en one-way analys av utrymningssimuleringarna på en demensavdelning. En one-way analys innebär att man utgår från ett normalfall, motsvarar simuleringar i demensavdelning 1 och 3 i Tabell 12, och varierar en parameter i taget för att se vilken parameter som har störst inverkan på resultatet. De parametrar som varierades var mängden vårdpersonal, vårdtagarnas status, antalet fria utrymningsvägar och personalens hastighet. Resultaten från analysen redovisas i Figur 20 och Figur 21 nedan.

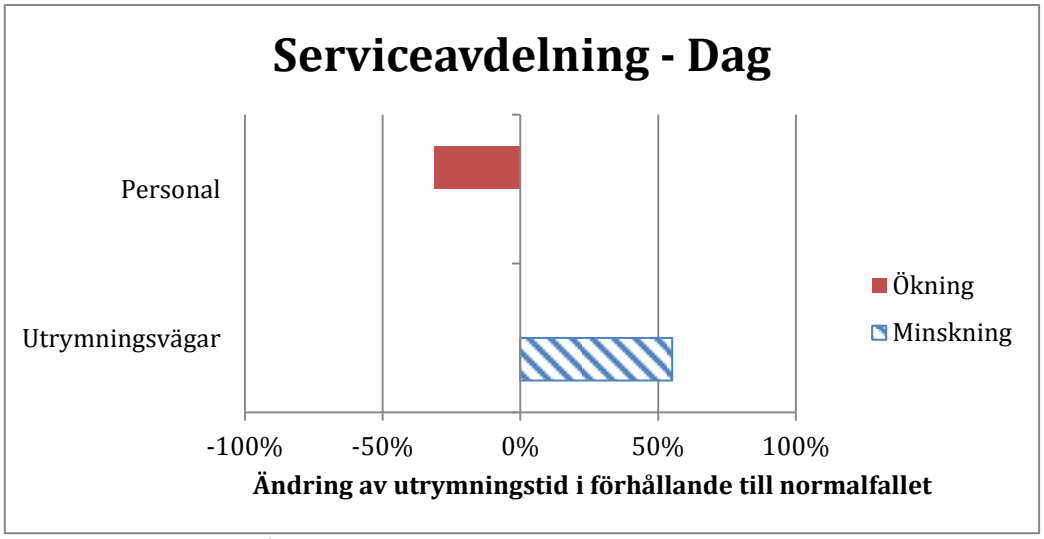


Figur 20 beskriver resultatet från one-way analysen av utrymningssimuleringen av en demensavdelning dagtid. Med ökning/minskning syftas på en mängdförändring eller en ändring av sammansättningen av vårdtagarnas status.

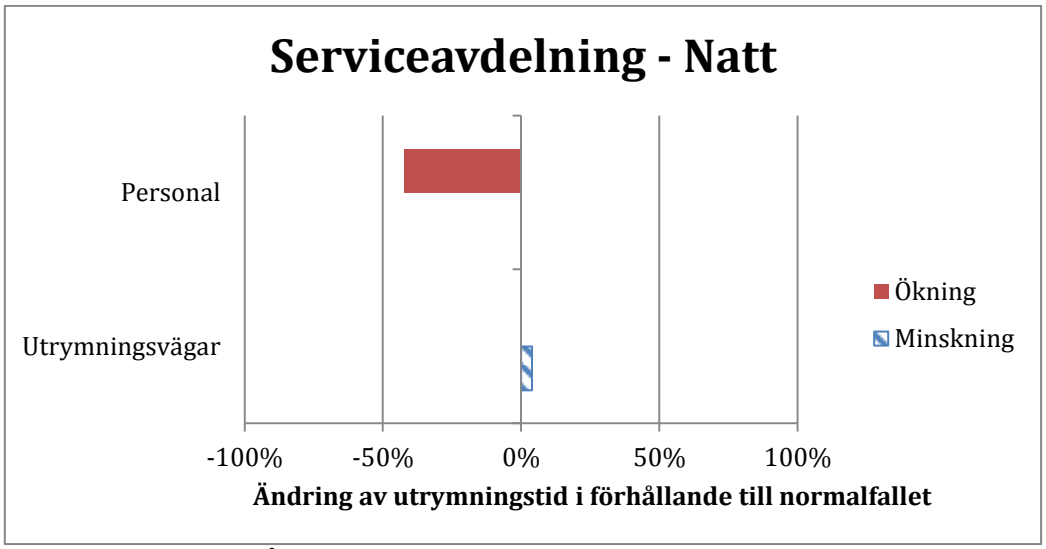
Anledningen till att antalet utrymningsvägar inte har ökats är att det endast finns två stycken. Av samma anledning har inte antalet personal nattetid kunnat minskas eftersom grundscenariot var en personal på avdelningen.



Figur 21 beskriver resultatet från one-way analysen av utrymningssimuleringen av en demensavdelning nattetid. Med ökning syftas på en mängdökning eller en ändring av sammansättningen av vårdtagarnas status.



Figur 22 beskriver resultatet från one-way analysen av utrymningssimuleringen av en serviceavdelning dagtid. Med ökning/minskning syftas på en mängdförändring.



Figur 23 beskriver resultatet från one-way analysen av utrymningssimuleringen av en serviceavdelning dagtid. Med ökning/minskning syftas på en mängdförändring.

Figur 22 och Figur 23 visar känslighetsanalysen för en serviceavdelning som avgränsades till att undersöka parametrarna personalantal och antal utrymningsvägar då dessa visat sig vara de mest kritiska enligt analysen av demensavdelningen. Det framgår tydligt att personalantalet fortsatt spelar en viktig roll. I dessa analyser ökades personalantalet till två per avdelning under dagtid som annars bemannas av en anställd. Analysen utfördes ej åt andra hållet av förklarliga skäl då normalfallet innebär en anställd. När det gäller nattetid anger normalfallet att en anställd ansvarar för två avdelningar. När en ökning av personalantalet analyserades antogs det att det skulle finnas en anställd per avdelning. I simuleringen fick den anställda på den branddrabbade avdelningen en responstid på 60 sekunder precis som i normalfallet men efter en responstid på 120 sekunder anländer även den anställda från andra våningen. Detta ansågs vara ett troligt scenario om det organisatoriska brandskyddet fungerar som det ska.

Värt att nämna är att en minskning av utrymningsvägar från två till endast en medför en markant försämring av utrymningstiden dagtid men endast en marginell försämring nattetid vilket verkar märkligt. Orsaken till detta är okänd men kan vara kopplad till inbyggda fel i programvaran. Detta spelar ingen större roll i detta fall då det rör sig om utrymningstider om minst 18 minuter i båda fallen.

Tabell 14 beskriver fördelningen av vårdtagare vid de olika simuleringarna

	Normalfallet		Minskning		Ökning	
Demens	**Dag**	**Natt**	**Dag**	**Natt**	**Dag**	**Natt**
10	4	4	3	3	5	4
20	1	2	3	4	0	0
30B	1	0	2	0	0	0
3C	2	1	0	0	3	3
Summa	**8**	**7**	**8**	**7**	**8**	**7**
Service	**Dag**	**Natt**				
6B	5	7				
6C	3	5				
20	2	2				
10	1	1				
Summa	**11**	**15**				

Slutsats

Resultaten visar att personaltillgången har störst inverkan på slutresultatet. Den stora skillnaden mellan en ökning och en minskning av personal anses delvis bero på patienternas behov av hjälp. Då en vårdtagare ofta behöver assistans hela vägen till säker plats så binds en personal upp till dess att vårdtagaren är utrymd. Detta förklarar dock inte hela variationen som med bättre kunskap om ERM troligtvis skulle kunna minskas.

Antal utrymningsvägar som finns att tillgå är en annan parameter som verkar ha stor betydelse på resultatet. Detta gäller främst dagtid då den undersökta demensavdelningen bemannas av två personer per avdelning. Anledningen till att personalantalet spelar in på utrymningsvägarnas betydelse anses bero på att de båda personerna ur personalen kan utrymma vårdtagare samtidigt genom de olika utrymningsvägarna. Dessa resultat visar vikten av att kunna säkerställa utrymningsvägars integritet i händelse av brand.

Personalens hastighet ger endast marginella förändringar vilket var förvånande. Hastigheten varierades mellan ungefär 3 och 7 km/h med en normalhastighet på ca 5 km/h vilket anses vara ett raskt promenadtempo. Dessa hastigheter anses vara goda medelvärden över utrymningsförloppet då man inledningsvis kan anta att en hög hastighet hålls men att denna sedan minskar i och med att personalen blir uttröttad.

Vårdtagarnas status har, i simuleringarna, inte någon större inverkan på utfallet vilket är förvånande. Detta kan bero på att förändringarna av vårdtagarnas status inte varit särskilt stora. Förändringarna åt vartdera hållet anses dock simulera värsta respektive bästa troliga avvikelse från normalfallet på ett bra sätt.

9.3 Avgränsningarnas betydelse

I rapporten gjordes under ett tidigt stadium avgränsningar, framförallt att personalavdelningen inte undersöktes samt att de olika avdelningarna med samma verksamhet anses vara så pass snarlika att simuleringar och resultat är representativa för de olika.

Att inte beakta påverkan från det stora allmänutrymmet vid entrén anses inte ha någon stor effekt på slutresultatet då utrymmet är stort, brandbelastningen är låg och de personer som vistas där får anses kunna utrymma på egen hand eller med minimal hjälp. Det samma gäller i personalavdelningen då denna i princip går att jämställa med kontorsutrymmen där närvarande anses ha god lokalkännedom, vara vakna och kunna utrymma på egen hand. Således anses de avgränsningar som gjorts inte påverka slutresultatet av denna brandtekniska riskvärdering nämnvärt.

Vidare valdes att göra en grovanalys för att fastställa vilka scenarier som skulle granskas i detalj. Grovanalysen bygger mer på logiska resonemang och erfarenhetsbaserade beslut snarare än beräkningar och simuleringar. Värt att nämna är det faktum att lägenhetsbranden på demensavdelning visade sig få värre konsekvenser än branden i tvättrummet vilket är motsatsen till vad grovanalysen visar. På grund av grovanalysens arbetssätt finns det en risk att scenarier valts bort som kunde visat sig vara allvarligare än grovanalysen visar.

9.4 Utrymning via hiss

Med tanke på det faktum att de flesta har en starkt negativ inställning till användning av hiss som utrymningsväg ligger mycket ansvar på personalen i ett sådant scenario. Först och främst krävs utbildning i ämnet för att personal ska kunna avgöra när det är säkert att använda hissen och när det bör undvikas. I de fall man gör bedömningen att det är säkert kommer det vara upp till personalen att få de boende att använda hissen för utrymning. En vidare utvärdering av denna utrymningsmetod rekommenderas då möjlighet finns att drastiskt förkorta utrymningstiden om metodens säkerhet kan fastställas. Förslagsvis bör elförsörjningen utvärderas med vikt vid att tillfredsställande reservkraft ska finnas att tillgå. Detta görs med fördel tillsammans med räddningstjänst eller annan sakkunnig.

9.5 Diskussion kring åtgärder

Trots att tidsangivelserna från simuleringarna inte kan anses vara exakta, då indata för simuleringarna innehåller förenklingar av olika slag, går det ändå att konstatera att personsäkerheten för de testade brandscenarierna är bristfällig. Vårdtagarna kommer inte hinna ta sig ut från sina respektive avdelningar innan kritiska förhållanden har uppstått och nedan följer därför en diskussion kring möjliga åtgärder.

Dörrar och brandcellsgränser

Samtliga simuleringar förutsätter att dörrarna till brandutrymmet står öppna och konsekvenserna av detta blir som sagt tydliga. Under objektsbesöket konstaterades dock att så ofta är fallet, både vad gäller tvättrum och lägenhetsdörrar. Dörrarna är inte heller utrustade med automatiska dörrstängare vilket innebär att någon aktivt måste stänga dörren i händelse av brand för att undvika de nu påvisade konsekvenserna. Det är sannolikt att en dörr till ett rum där det brinner kommer stängas men i nuläget finns det ingen garanti för detta. Vidare kan ett brandförlopp begränsas om en dörr är stängd från första början då branden snabbare blir ventilationskontrollerad. För att denna åtgärd ska få fullgod effekt krävs att samtliga dörrar och övriga känsliga beståndsdelar i brandcellsgränser är täta. På besöket noterades bland annat dåliga tätningslister på dörrar och slitna tätningar i genomföringar. Dörrstängare hade varit en möjlig lösning men värt att ha i beaktande är önskemålet från både vårdtagare och personal att kunna ha lägenhetsdörrar ståendes på glänt.

Huruvida dörrar till lägenheter är stängda eller ej har både för- och nackdelar. Om dörrarna lämnas öppna finns det större volym för brandgaserna att spridas över och kritiska förhållanden uppnås då inte lika fort. Å andra sidan har man möjlighet att lämna kvar vårdtagare i sina respektive lägenheter om dörrarna är stängda om en utrymning måste avbrytas på grund av kritiska förhållanden i korridorerna. Då lägenheterna i detta fall är egna brandceller är stängda dörrar absolut att föredra.

I nuvarande lagstiftning tillåts dörrar utan dörrstängare vid denna typ av boende om max 8 lägenheter vetter mot de allmänna utrymmena vilket passar in på demensavdelningarna (Bengtsson et al. 2012). Däremot finns samtidigt ett krav på automatiskt släcksystem vilket minskar konsekvenserna av en uppkommen brand. Hur detta ska hanteras diskuteras närmre under rubrikerna ’Automatiska släcksystem’ och ’Avskiljande konstruktioner’ vilka kan anses vara olika sätt att hantera denna problematik.

Släckutrustning

På demensavdelningarna saknas handbrandsläckare och endast invändiga brandposter finns att tillgå för brandbekämpning. Handbrandsläckare möjliggör för en snabbare insats från personal då de är mer lätthanterliga. Lämplig placering av handbrandsläckare hade varit vid larmkvitteringspanelerna och släckarna ska vara av typen pulver då denna är mångsidig och kan släcka nästan alla sorters bränder. De invändiga brandposterna bör ses som ett komplement.

Figur 24 visar en brandsläckare placerad i en av trapporna. Trots denna stilrena vintagedesign med kopparglans rekommenderas komplettering med nyare årsmodell.

Personalens rutiner

Det är av stor vikt att personal är utbildad i hur de bör agera vid händelse av brand. Genom att personalen får en kontinuerlig utbildning för brandskyddsarbetet ökar chansen för att kunna exempelvis släcka en brand i ett tidigt skede innan kritiska förhållanden uppstår. Utrymningssimuleringarna visar även personalantalets betydelse för utrymningstiden varpå tydliga direktiv om hur man ska hjälpa varandra är viktigt. Vilka uppgifter ska utföras i händelse av brand och i vilken prioriteringsordning ska dessa utföras? Uppgifter såsom att påbörja utrymning, assistera annan avdelning med utrymning, larma räddningstjänsten, möta upp räddningstjänst, söka av övriga delar av byggnaden samt stänga fönster och dörrar skulle kunna ingå i utrymningsrutiner. Annars finns risken att viktiga moment glöms bort. Rutiner som dessa bör arbetas fram på arbetsplatsen, förslagsvis med stöd från räddningstjänsten, och vara lättillgängliga för all personal. Likaså är det viktigt att personalen är i utbildad i att använda släckutrustning. Utbildning ska hållas med jämna mellanrum.

Under det besök som genomfördes uppfattades vissa brister i det organisatoriska brandskyddet på Brunnsgården. Nedan kommer brunnsgårdens brandskyddspolicy gås igenom punkt för punkt med förslag till förändringar som skulle förbättra brandskyddet i allmänhet och personsäkerheten vid brand i synnerhet.

- **Brandskyddsorganisation**
  Denna punkt är önskvärd att utveckla så att varje individ i organisationen är förtrogen med sina uppgifter vid brand såväl som i det dagliga brandskyddsarbetet. Detta görs förslagsvis genom att ta fram tydliga rutiner för hur brandskyddsarbetet ska genomföras i alla delar av organisationen.
- **Brandskyddsutbildning**
  Då det vid besöket framgick att endast ett fåtal i personalen känner sig väl förberedda att hantera en brand/utrymningssituation har behovet av utbildning och övning av rutiner tydliggjorts. Att utbilda personalen så att de är väl förtrogna med aktuell släckutrustning och anläggningens brandskyddsrutiner är viktigt för att kunna förhindra och förebygga bränder. För att detta ska kunna genomföras bör en utbildningsplan tas fram där de anställda blir bekanta med den släckutrustning och de rutiner som finns vid brand. Denna kompetens bör upprätthållas genom regelbunden repetition.
- **Brandskyddsregler**
  Denna punkt bör utvecklas i samarbete med räddningstjänsten och kommunen för att bestämma vad man anser vara rimligt och genomförbart.

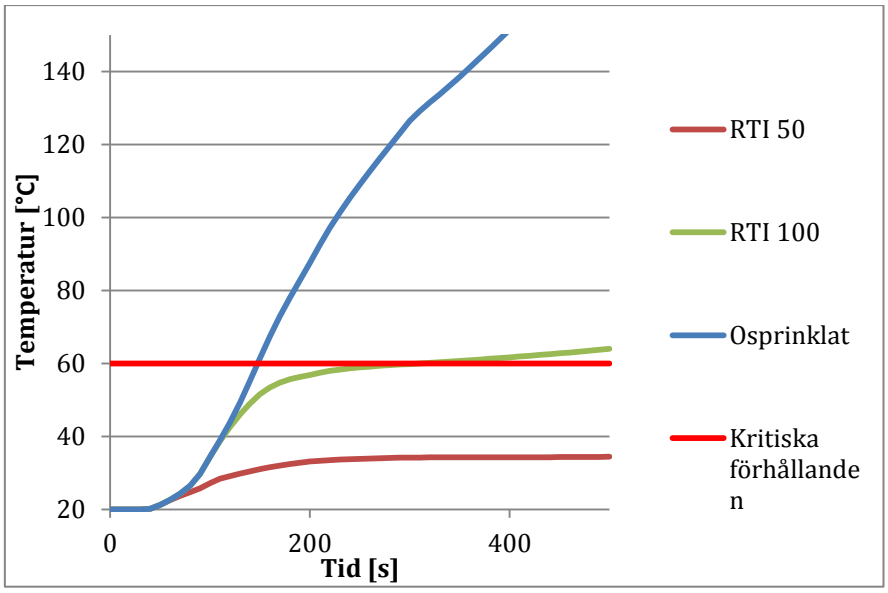
  Frågeställningar som kan användas:
  Görs individanpassning av brandskyddet efter vårdtagarens förutsättningar? Ska detta göras?
  Vilka krav ställs på egen inredning/brandbelastning i vårdrummen?
- **Brandskyddsbeskrivning**
  En tydlig beskrivning av det befintliga brandskyddet bör tas fram och kommuniceras så att hela organisationen vet hur byggnadens brandskydd är upplagt och hur det påverkar deras uppgifter inom brandskyddsorganisationen. Detta ska innefatta både det tekniska och organisatoriska skyddet.
- **Drift- och underhållsinstruktioner**
  Detta arbete tycks vara välfungerande i dagsläget varpå inga förändringar anses nödvändiga.
- **Kontrollsystem**
  Implementera systematiserad kontroll av att regler efterföljs, att personalen är utbildad o.dyl. Utför inrapportering av incidenter och brandtillbud.
- **Uppföljningsrutiner**
  Utveckla rutiner för att följa upp, och åtgärda, brister som upptäcks inom brandskyddet.

Automatiskt släcksystem

En annan möjlighet att öka personsäkerheten för vårdtagarna hade varit att installera ett sprinklersystem. Detta hade inneburit ett aktivt system som hade minskat risken för en allvarlig brand. Att föredra är ett konventionellt sprinklersystem då detta är mycket beprövat och driftsäkert, däremot är en sådan installation kostsam, särskilt om den installeras i en redan färdigbyggd fastighet. Ett möjligt alternativ kan vara att installera portabla vattendimsystem i utrymmen som innebär hög brandrisk, exempelvis lägenheter till rökande vårdtagare. Ett portabelt system ger dock inte ett lika bra skydd som ett konventionellt. Med dagens gällande lagstiftning med förenklad dimensionering vid ny- och ombyggnation är ett automatiskt släcksystem ett krav för behovsprövade särskilda boende såsom Brunnsgården (Bengtsson et al. 2012).

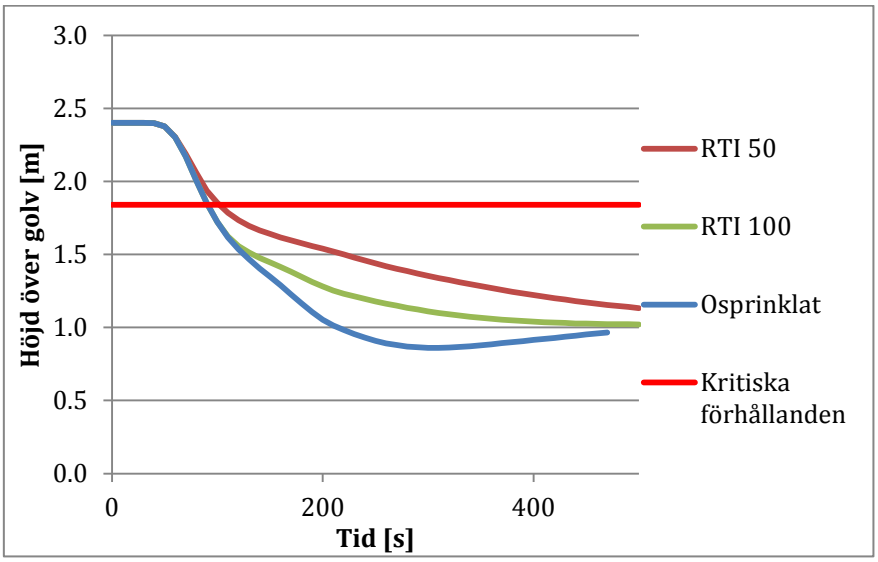
Utvärdering av sprinkler

För att undersöka huruvida sprinkler är ett effektivt alternativ eller inte så simulerades detta i CFAST. Endast serviceavdelningen undersöktes då resultaten ansågs applicerbara på alla scenarier. Värmedetektorer med aktiveringstemperatur 57°C och RTI-värde 50 respektive 100, för att simulera quick response respektive normal sprinkler, placerades i rummet och grundsimuleringen kördes. Detektorerna aktiverade inom 50 respektive 100 sekunder varpå två ytterligare simuleringar genomfördes. En där effektutvecklingen avbröts efter 50 sekunder och en där den avbröts efter 100 sekunder. Detta resulterade i maxeffekter på 278 respektive 69 kW. Inga övriga parametrar ändrades.



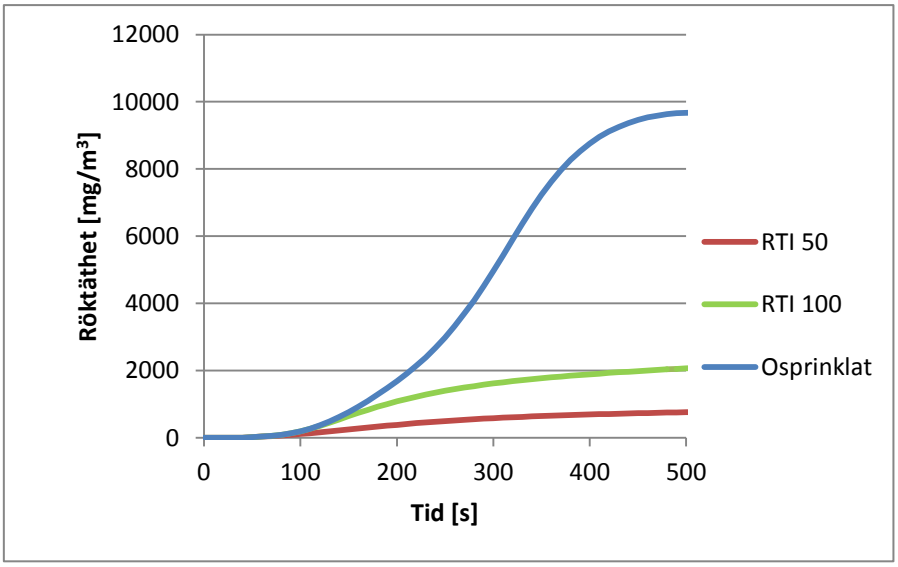
Figur 25 visar temperaturen i brandgaslagret i fallen med olika sprinkler samt i det osprinklade fallet.

Simuleringarna visade att sprinkler definitivt förbättrar förhållandena i korridoren och således personsäkerheten; dock är viss rökspridning oundviklig.



Figur 26 visar brandgaslagrets höjd i korridoren utanför brandrummet i fallen med olika sprinkler samt i det osprinklade fallet.

CFAST har stora begränsningar när det kommer till att simulera brandgaslagrets höjd då denna höjd definieras av förekomst av rök, vilket åskådliggörs av Figur 27 där röktätheten i brandgaslagren redovisas. I det inledande skedet är röktätheten relativt likformig varpå stora skillnader uppstår.



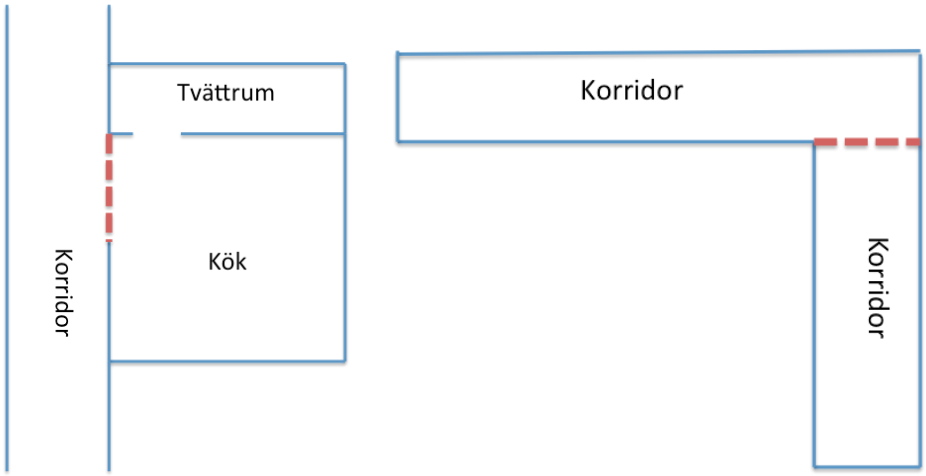
Figur 27 beskriver röktätheten i brandgaslagret i korridoren utanför brandrummet i de sprinklade fallen samt i det osprinklade.

På grund av tidsbrist simulerades inte detta i FDS vilket hade givit ett exaktare resultat, både vad gäller aktiveringstid för sprinklerhuvud och brandgaslagrets höjd.

Avskiljande konstruktioner

Tvättrummet på demensavdelningarna är inte placerad i en egen brandcell och en brand i detta utrymme kommer innebära en fara för de boende. Att stänga den nu befintliga dörren, som delvis består av glas, hade till viss del minskat brandgasspridning i lokalen men utan en brandklassad konstruktion kan inga större förbättringar säkerställas. Trots att scenariot köksbrand på demensavdelningen inte undersöktes kan en sådan brand förväntas innebära liknande konsekvenser som brand i tvättrummet. En brandklassad avskiljande konstruktion mellan allmänutrymmet, innehållandes kök och tvättrum, samt boendekorridoren hade förbättrat säkerheten. Detta hade minimerat riskerna bundna till både tvättrummet och köket. Hur denna konstruktion ska byggas för att inte göra en allt för stor estetisk och praktisk åverkan behöver undersökas närmare. Möjligheterna till att installera rök- eller brandgardin skulle också kunna undersökas. Fördelen med den här typen av lösning är att den inte påverkar den dagliga verksamheten, däremot kan passage genom brandgardinen oftast inte ske efter aktivering varpå denna lösning kan vara problematisk.

En liknande lösning hade kunnat implementeras på serviceavdelningarna. En avskiljande konstruktion i mitten av korridoren hade inneburit kortare utrymningstider. Antalet vårdtagare som då behöver utrymma i första akuta skedet hade halverats samtidigt som vertikal utrymning i trappor till en början hade kunnat undvikas. Den avskiljande konstruktionen hade förslagsvis kunnat bestå av en med magnet uppställd dörr för att minimera ingreppets betydelse för den dagliga verksamheten.



Figur 28 visar förenklade skisser på var avskiljande konstruktioner på demens- och serviceavdelningarna hade kunnat placeras. Till vänster syns demensavdelningen och till höger serviceavdelningen. Den streckade röda linjen representerar en avskiljande konstruktion.

Ventilation

Ombyggnation av ventilationen utfördes 1993 enligt då gällande regler. Året därpå ändrades reglerna och ett rökavluftningssystem uppfyller i dagsläget endast skyddsklass två vilket innebär att det ej längre är tillåtet att använda detta system i utrymningsvägar eller i byggnader där personer kan förväntas sova[1]. Denna regeländring beror på att ett rökavluftat system medför en del risker när det gäller brandgasspridning då endast tryckskillnader bestämmer brandgasernas väg i ventilationskanalerna.

Det finns betydande risk för brandgasspridning till översta våningsplanet om brand startar på undre våningen då de separata kanalerna kopplas samman i en gemensam på vinden. Ett rökavluftat system bygger på att tryckskillnader skapade av branden (brandgasernas termiska stigkraft) samt rådande tryckskillnader i byggnaden ska göra att röken sprids uppåt i kanalsystemet och sedermera ventileras ut i det fria. I en opåverkad byggnad minskar trycket med höjden och brandgaser sprider sig från högre till lägre tryck. Riskerna med systemet på Brunnsgården ökar markant då ventilationsuttaget sitter på en vägg. Om vinden skulle ligga på mot väggen kan detta medföra att trycket blir högre vid utloppet jämfört med trycket på översta våningsplanet. Detta skulle i sin tur innebära att brandgaserna strömmar ner till det översta våningsplanet där trycket är lägre istället för att ventileras ut varpå risk för omfattande brandgasspridning finns. Vindtrycket är proportionellt mot vindhastigheten i kvadrat vilket innebär att en ökning av vindhastigheten från exempelvis 1 m/s till 10 m/s skulle innebära ca 100 gångers tryckökning på vindsidan (Svensson 2006).

Denna problematik skulle kunna anses acceptabel om översta våningsplanet utgjorts av lokaler som är lätta att utrymma, exempelvis kontor. Det är inte fallet på Brunnsgården då även översta våningsplan är demenslägenheter respektive servicelägenheter. Då systemet redan från början medför risker och ventilationsuttaget dessutom sitter på ett vindpåverkat ställe bör åtgärder tas för att förhindra brandgasspridning inom byggnaden. Förslagsvis kan det vara lämpligt att undersöka möjligheten att montera en huv vid ventilationsutloppet som leder ut luft och eventuell brandrök uppåt så att det inte påverkas av vind i samma utsträckning. Ett annat alternativ som anses vara bättre är att leda om luftkanalerna så att rökavluftning sker via huv på taket. Detta innebär dock följaktligen mer utförligt konstruktionsarbete.

[1] Cedrik Persson, föreläsning 2014-02-14

Sammanfattning

Sammanfattningsvis kan sägas att en brand av allvarligare karaktär på någon av avdelningarna känns osannolikt om rätt åtgärder vidtas. Under rådande omständigheter finns vaken personal dygnet runt på Brunnsgården och om dessa får bra utbildning och har tillgång till rätt utrustning ges bra förutsättningar för att kunna hantera ett brandtillbud. Detta kombinerat med ett förbättrat passivt brandskydd hade inneburit en lämplig förbättring för att uppnå en skälig säkerhetsnivå för de boende. Det optimala hade dock varit att installera ett sprinklersystem då det påvisats vara väldigt effektivt när det gäller begränsning av brandens effekt i boendemiljöer vilket innebär bland annat lägre temperaturer och mindre röktäthet.

10 Åtgärder

I detta avsnitt presenteras åtgärdsförslag med syfte att förbättra brandsäkerheten på Brunnsgården. Två typer av åtgärdsförslag läggs fram; de som funnits *nödvändiga* och som därför ska genomföras och de som utöver de nödvändiga åtgärderna *rekommenderas* att genomföra. För mer detaljerade beskrivningar av åtgärderna hänvisas till avsnitt 9.

10.1 Nödvändiga åtgärder

- **Förbättra det organisatoriska brandskyddsarbetet** – Med en personalstyrka som snabbt kan agera på rätt sätt vid brand effektiviseras insatsen. Tydliga rutiner för hur arbetsfördelningen ska se ut vid brand ska arbetas fram och personalen ska genomgå utbildning med lämpligt mellanrum.

- **Se över brandcellsgränser** – Vid besöket konstaterades tvivelaktiga genomföringar i brandcellsgränser och en generell kontroll av byggnadens brandcellsgränser ska därför genomföras. I synnerhet kontrollera tätningslister på dörrar till lägenheter.

- **Installera pulversläckare** – Byggnaden ska utrustas med pulversläckare för att personalen snabbt ska kunna göra en insats vid brand. Dessa ska åtminstone placeras vid larmkvitteringspanelerna med kan även placeras vid övriga lämpliga platser.

- **Utvärdera ventilationen** – Det nuvarande ventilationssystemet är bland annat känsligt för vindpåverkan och en noggrannare utvärdering av systemets lämplighet ska utföras.

- **Kila inte upp dörrar till tvättrum** – Dessa dörrar fyller en viktig funktion om brand skulle bryta ut i tvättrummet. Brand i tvättrum är vanligt enligt MSB's statiskt.

10.2 Rekommenderade åtgärder

- **Installera sprinklersystem** – Ett sådant system hade höjt säkerheten på boendet avsevärt och är idag ett krav vid ny- eller ombyggnation av behovsprövade särskilda boende såsom Brunnsgården. Ett konventionellt system är att föredra men ett portabelt vattendimsystem i högriskmiljöer hade också inneburit en högre personsäkerhet.

- **Dörrstängare** – Utrusta dörrar i brandcellsgränser med dörrstängare. Om det är önskvärt att ha dörrar öppna under den dagliga verksamheten ska dessa utrustas med magnet och inte kil.

- **Avskiljande konstruktioner på demens- och serviceavdelningarna** – Genom att införa brandklassade, avskiljande konstruktioner på avdelningarna kan brandgasspridning minskas avsevärt och även förbättra utrymningstider då avståndet till säker plats minskas samt att färre behöver utrymma i det akuta skedet.

11 Slutsats

Utifrån denna brandtekniska riskvärdering kan man i nuläget dra slutsatsen att Brunnsgårdens äldreboende ej uppfyller en tillfredställande nivå gällande brandskyddet och möjligheten till utrymning. Detta då kritiska förhållanden uppnås innan utrymning kan genomföras. Tillämpas de åtgärder som arbetet funnit nödvändiga finns det dock goda möjligheter till ett bra personskydd på Brunnsgården.

Källförteckning

Ahrens, M 2012, '*Fires in Helth Care Facilities*', NFPA, Quincy, MA.

Almgren, E 2012, *Brandskyddshandboken*, Brandteknik och riskhantering, Lund.

Alvord, DM 1985, '*Status Report on The Escape and Rescue Model*', American Institute of Architects Foundation, Washington D.C.

Beard, A & Goebelbecker, S 2007, *www.flameretardants-online.com*, viewed 19 March 2014, <http://www.flameretardants-online.com/images/userdata/pdf/230_EN.pdf>.

Bengtsson, S, Frantzich, H, Jönsson, R & Marberg, P-A 2012, *Brandskyddshandboken*, 1st edn, Brandteknik och riskhantering - Lunds tekniska högskola - Lunds universitet, Lund.

Boverket 1988, *Nybyggnadsregler - BFS 1988:18*, 12th edn, Allmäna förlaget, Stockholm.

Boverket 2013, '*BFS (2013:12) - BBRAD 3*', Boverket, Stockholm.

Huczek, JP 2007, *Demonstration Testing: Extinguishment of Kitchen Fires and the Effect of Sprinklers in a Residential Setting*, viewed 19 March 2014, <http://www.nfpa.org/~/media/Files/proceedings/demonstrationtestingjhuczek.pdf>.

Hultquist, H 2000, '*Simulating visibility in HAZARD I / CFAST*', Lunds Tekniska Högskola, Lund.

Karlsson, B & Quintiere, JG 2000, *Enclosure Fire Dynamics*, CRC Press.

McGrattan, K, Klein, B, Hostikka, S & Floyd, J 2007, '*Fire Dynamics Simulator (Version 5) User's Guide*', User Guide, NIST, Washington DC.

MSB 2014, *IDA 2.0*, viewed 25 March 2014, <http://ida.msb.se/>.

NIST 2009, '*CFAST - Consolidated Model of Fire Growth and Somke Transport (Version 6) - Technical Reference Guide*', NIST Special Publication, Fire research division, Building and fire research laboratory, U.S. Department of Commerse.

Staffansson, L 2010, '*Selecting design fires*', Brandteknik och riskhantering, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund.

Statens Planverk 1975, *SBN 1975*, 1st edn, Statens Planverk, Stockholm.

Svensson, S 2006, *Brandgasventilation*, Räddningsverket, Karlstad.

Bilagor

I detta avsnitt redovisas rapportens bilagor.

1 Effektberäkningar

Effekterna i de använda brandscenarierna har beräknats med hjälp av nedanstående formler. Formlerna är giltiga under rådande förhållanden, de exakta giltighetskraven redovisas i källorna till respektive formel.

Ekvation 1

$$\dot{Q}_{fo} = 7.8A_t \times 378A_o \times \sqrt{H_o}$$ (Staffansson 2010, p. 56)

där

$\dot{Q}_{fo}$ är brandeffekten vi övertändning	[kW]
A_t är rummets totala omslutningsarea, inklusive ventilationsöppningar	[m^2]
A_o är ventilationsöppningarnas area	[m^2]
H_o är ventilationsöppningarnas höjd	[m]

Ekvation 2

$$\dot{q}_r'' = \frac{\chi_r \dot{Q}}{4\pi R^2}$$ (Staffansson 2010, p. 35)

där

$\dot{q}_r''$ är den infallande strålningen mot objektet	[kW/m^2]
χ_r är den del av brandens effekt som avges som strålning	[-]
$\dot{Q}$ är brandeffekten	[kW]
R är avståndet från branden	[m]

Ekvation 3

$$\dot{Q} = \alpha t^2$$ (Staffansson 2010, p. 33)

där

$\dot{Q}$ är brandeffekten	[kW]
α är tillväxtkoefficienten	[kW/s^2]
t är tiden	[s]

Beräkningar

Tabell 15 beskriver den beräknade effekten vid övertändning för de båda använda brandscenarierna samt använda indata till dessa beräkningar.

	Tvättrum	Lägenhet
$\dot{Q}_{fo}$ [kW]	1684	2389
A_t [m^2]	83	174*
A_o [m^2]	1,9	1,9
H_o [m]	2,1	2,1

*** Beräknat för ett rum 6.5 x 8 x 2.4 m**

Vid beräkning av brandspridning i tvättrummet användes Ekvation 2. Formeln antar att strålningen härrör från en punktkälla och att det bestrålade objektet befinner sig på en höjd motsvarande halva flamhöjden. Den del av brandeffekten som avges som strålning ansågs i detta fall vara 0,5 eftersom branden förmodades vara kraftigt sotande.

Tabell 16 beskriver den infallande strålningen mot ett föremål på två olika avstånd från branden i tvättrummet.

t [s]	HRR [kW]	Strålning 0.5 m [kW/m^2]	Strålning 1 m [kW/m^2]
0	0	0,0	0,0
450	550	88	22
500	700	111	28
700	1500	239	60
800	1684	268	67
800	2500	398	100

I båda scenarierna har det tidiga brandförloppet approximerats med en αt^2-kurva. För att beräkna α-värdet användes Ekvation 3. De uträknade värdena redovisas nedan.

Tabell 17 beskriver α-värdet för de båda bränderna.

	Effekt [kW]	Tid [s]	α-värde [kW/s^2]
Tvättrummet	1684	800	0,0026
Lägenheterna	2500	300	0,028

2 CFAST

Nedan följer teori och exempel på indatafiler för demens- respektive serviceavdelningen.

Teori

CFAST är förkortningen för Consolidate model of Fire Growth and Smoke Transport. Då man är intresserad av att veta brandgasernas egenskaper samt hur fort brandgaserna kommer att spridas till närliggande rum så är CFAST ett smidigt verktyg att använda för att beräkna detta. I och med detta kan stora handberäkningarna undvikas och mycket tid sparas.

Simuleringsprogrammet CFAST bygger på en tvåzonsmodell. Där rummet delas upp i en varm övre zon med brandgaser och en kall nedre zon med frisk luft. I programmet kan geometrin ritas upp för det aktuella utrymmet samt så kan ingångsvärden för brandens effekt och utrymmets väggar m.m. sättas in. När alla ingångsvärden är definierade så kan man simulera scenariot och få ut variabler såsom brandgaslagrets höjd, strålningen från brandgaslagret, brandgasernas temperatur, koldioxidhalt och toxicitet. Mass- och energibalansekvationer används av programmet för att beräkna variablerna, i olika kontrollvolymer, som en funktion av tiden för varje tidssteg i simuleringen. Brandens utveckling kan baseras på antingen Heskestad's eller McCaffrey's plymmodell. Användaren bör vara medveten om att både tvåzonsmodellen och plymmodellen som används i programmet innebär begränsningar som måste beaktas när resultatets giltighet utvärderas.

Begränsningar

- CFAST tar inte hänsyn till att rökpartiklar fastnar på omkringliggande ytor som väggar och tak vilket ger upphov till att brandgaslagret kommer vara tätare och sikten blir sämre än den skulle varit i verkligheten. (Hultquist 2000)
- Icke giltig vid övertändning då en välblandad zon bildas i utrymmet.
- Tar ingen hänsyn till förbränning utanför utrymmet.

Antaganden

- Brandgaslager bildas direkt dvs. gasens transporttid försummas.
- Både den varma och den kalla zonen anses välblandade med en homogen temperatur.
- Blandning mellan zoner är ingen eller liten.
- Enkel geometri – kvadratiska lådor.
- Plymen anses vara en punktkälla.

Indatafil – Demensavdelning

```
VERSN,6,CFAST Simulation
!!
!!Environmental Keywords
!!
TIMES,1800,-50,0,10,10
EAMB,293.15,101300,0
TAMB,293.15,101300,0,50
CJET,WALLS
CHEMI,10,393.15
WIND,0,10,0.16
!!
!!Compartment keywords
!!
COMPA,Korridor,16.8,1.6,2.2,3.6,7.2,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM
COMPA,Korridor bred,14.4,2,2.2,20.4,6.8,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM
COMPA,Tvätt,4.4,6,2.4,7.2,10.8,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM
COMPA,Allrum & Kök,8.8,6,2.4,11.6,8.8,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM
COMPA,Medel lgh 3 Sovrum,7.2,3.6,2.4,20.4,10.8,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM
COMPA,Medel lgh 3 Kapprum,1.6,2,2.4,22.4,8.8,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM
HALL,1,-1,-1,-1
HALL,2,-1,-1,-1
!!
!!vent keywords
!!
HVENT,1,2,1,1.6,2.2,0,1,0,0,2,1
HVENT,1,4,1,4,2.2,0,1,8,0,3,1
HVENT,3,4,1,0.9,2.1,0,1,0.5,0,2,1
HVENT,6,2,1,0.9,2.1,0,1,2.4,0,3,1
HVENT,2,7,1,1.2,2.1,0,1,0.4,0,2,0
HVENT,5,6,1,0.9,2.1,0,1,2.4,0,1,1
EVENT,H,2,7,1,90,1,1
!!
!!fire keywords
!!
OBJECT,Lägenhetsbrand,5,1.8,1.8,0,1,1,0,0,0,1
!!
!!target and detector keywords
!!
DETECT,1,1,347.04,8.4,0.8,2.178,100,0,7E-05
DETECT,1,2,347.04,7.2,1,2.178,100,0,7E-05
DETECT,1,3,347.04,2.2,3,2.376,100,0,7E-05
DETECT,1,4,347.04,4.4,3,2.376,100,0,7E-05
```

Indatafil – Serviceavdelning

```
VERSN,6,CFAST Simulation
!!
!!Environmental Keywords
!!
TIMES,1800,-50,0,10,10
EAMB,293.15,101300,0
TAMB,293.15,101300,0,50
CJET,WALLS
CHEMI,10,393.15
WIND,0,10,0.16
!!
!!Compartment keywords
!!
COMPA,Korridor 1,1.6,34,2.4,0,6.8,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM
COMPA,Lgh Standard 3 Vardagsrum,5.2,6,2.4,4.8,20.4,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM
COMPA,Lgh Standard 3 Kapprum,3.2,2,2.4,1.6,23.4,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM
COMPA,Korridor 2,26,1.6,2.4,0,40.8,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM
HALL,1,-1,-1,-1
HALL,4,-1,-1,-1
!!
!!vent keywords
!!
HVENT,1,4,1,1.6,2.4,0,1,0,0,3,1
HVENT,2,3,1,0.9,2.1,0,1,3.5,0,4,1
HVENT,1,3,1,0.9,2.1,0,1,17.2,0,2,1
HVENT,4,5,1,1,2.1,0,1,0.3,0,2,1
!!
!!fire keywords
!!
OBJECT,Lägenhetsbrand,2,2.6,3,0,1,1,0,0,0,1
!!
!!target and detector keywords
!!
DETECT,1,1,347.04,0.8,17,2.376,100,0,7E-05
DETECT,1,2,347.04,2.6,2,2.376,100,0,7E-05
```

3 FDS

Datorprogrammet Fire Dynamics Simulator använder CFD-modeller (Computational Fluid Dynamics) för att beräkna brandförlopp. Beräkningarna görs med hjälp av Navier-Stokes ekvationer som bygger på bevarandet av massa, rörelsemängd och energi för flöden.

Geometrin som ska simuleras byggs upp och delas in i kontrollvolymer i form av kubiska celler. Ju mindre dessa celler är desto bättre noggrannhet i utdata. Däremot innebär mindre storlek på cellerna att datortiden för beräkningarna förlängs väsentligt vilket är en begränsning. Cellernas kubiska uppbyggnad innebär också att den uppbyggda geometrin inte kan innehålla något annat än rätvinkliga hörn då väggar, golv mm måste överensstämma med cellernas geometri.

Fenomen i ett brandförlopp som är för ”små” för att rymmas i en cell, men viktiga för beräkningarna, exempelvis turbulensvirvlar i mindre skala, behandlas med undermodeller. Andra områden som behandlas med detta tillvägagångssätt är strålning och förbränning.

Simuleringar innebär en förenkling av verkligheten då många antaganden måste göras, bland annat med geometri och undermodeller. Resultaten kan således användas som en fingervisning men det är viktigt att påpeka att det inte är någon absolut sanning.

Demensavdelning

```
BTR - Demensavdelning för validering - GRIDSIZE 0.1 m
&HEAD CHID='DEMENS', TITLE='DEMENS'
&MESH IJK=90, 324, 27, XB=0.0, 9.0, -3.3, 29.1, 0.0, 2.7  /
&TIME T_END=900.0  /

-----------------BURNER---------------------
&REAC ID='PROPANE'
        SOOT_YIELD=0.1 för simulering 1
                        0.05 för simulering 2
        C= 3.
        H= 8.  /

&SURF ID='BURNER', HRRPUA=1250 för simulering 1 1000 för simulering 2, TAU_Q=-800, COLOR='RED'
/
&OBST XB=2.5, 4.5, 0.1, 1.1, 0.1, 1.1, SURF_IDS='BURNER', 'INERT', 'INERT'  /
&RADI NUMBER_RADIATION_ANGLES=1000  /

&MATL ID='CONCRETE'
        CONDUCTIVITY=0.55
        SPECIFIC_HEAT= 0.8
        DENSITY=2300  /   http://www.engineeringtoolbox.com/concrete-properties-d_1223.html
                          http://www.engineeringtoolbox.com/thermal-conductivity-d_429.html

&SURF ID='CONCRETE WALL',
        MATL_ID='CONCRETE',
        COLOR='SILVER',
        THICKNESS=0.1  /

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

```
--------------OBST---------------

&OBST XB= 0.0, 6.1, 0.0, 13.5, 0.0, 0.1  /   GOLV, TVÄTT, ALLRUM
&OBST XB= 0.0, 6.1, 0.0, 13.5, 2.5, 2.6  /   TAK, TVÄTT, ALLRUM

&OBST XB= 6.1, 8.3, -3.3, 28 , 0.0, 0.1  /  GOLV, KORRIDORER
&OBST XB= 6.1, 8.3, -3.3, 28 , 2.3, 2.4  /  TAK, KORRIDOR

&OBST XB= 0.0, 6.1, 0.0, 0.1, 0.1, 2.5  /  TVÄTT, SÖDER
&OBST XB= 0.0, 0.1, 0.1, 4.5, 0.1, 2.5  /  TVÄTT, VÄSTER
&OBST XB= 0.0, 6.1, 4.5, 4.6, 0.1, 2.5  /  TVÄTT, NORRA

&OBST XB= 0.0, 0.1, 4.6, 13.4, 0.1, 2.5    /  ALLRUM, VÄST
&OBST XB= 0.0, 6.1, 13.4, 13.5, 0.1, 2.5  /  ALLRUM, NORR

&OBST XB= 6.1, 6.2, 9.0, 27.9, 0.1, 2.3  /  KORRIDOR, NORDVÄST
&OBST XB= 6.1, 8.3, 27.9, 28.0, 0.1, 2.3  /  KORRIDOR, NORR
&OBST XB= 8.2, 8.3, 13.5, 27.9, 0.1, 2.3  /  KORRIDOR, NORDÖST
&OBST XB= 8.0, 8.2, 13.4, 13.5, 0.1, 2.3  /  FÖRTJOCKNINGEN
&OBST XB= 8.1, 8.2, 13.5, -3.2, 0.1, 2.3  / KORRIDOR, SYDÖSTRA
&OBST XB= 6.1, 8.2, -3.3, -3.2, 0.1, 2.3  / KORRIDOR, SÖDRA
&OBST XB= 6.1, 6.2, 4.6, -3.2, 0.1, 2.3  /  KORRIDOR, SYDVÄST

------------------HOLE-----------------------------
&HOLE XB= 5.1, 5.9, 4.49, 4.61, 0.1, 2.2  /    Dörr till tvättstuga
&HOLE XB= 6.6, 7.6, 27.89, 28.01, 0.1, 2.2  /   Dörr längst bort i korridor

----------------OPEN BOUNDARIES----------------
&VENT XB= 0.0, 9.0, 29.1, 29.1, 0.0, 2.7, SURF_ID='OPEN'  /
&VENT XB= 0.0, 9.0, 27.0, 29.1, 2.7, 2.7, SURF_ID='OPEN'  /
&VENT XB= 9.0, 9.0, 27.0, 29.1, 0.0, 2.7, SURF_ID='OPEN'  /

------------------BLOCKS------------------
&OBST XB= 0.0, 6.1, 0.0, -3.3, 0.0, 2.7, SURF_ID='INERT'  /  SÖDER OM TVÄTT
&OBST XB= 0.0, 6.2, 13.5, 29.1, 0.0, 2.7, SURF_ID='INERT'  /  VÄSTER OM LÅNG KORRIDOR
&OBST XB= 0.0, 6.1, 0.0, 13.5, 2.6, 2.7, SURF_ID='INERT'  /  OVAN TAK ALLRUM
&OBST XB= 6.1, 9.0, -3.3, 28, 2.4, 2.7, SURF_ID='INERT'  /  OVAN KORRIDOR
&OBST XB= 8.2, 8.3, 13.4, -3.3, 0.1, 2.3, SURF_ID='INERT'  /  KIL TAK GOLV
&OBST XB= 8.3, 9.0, -3.3, 28.0, 0.0, 2.7, , SURF_ID='INERT'  /  ÖSTER OM KORRIDOR

----------------SLICES--------------------
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', XB= 7.0, 7.0, -3.2, 29.1, 0.0, 2.7  /  I KORRIDOR
&SLCF QUANTITY='VELOCITY', XB= 7.0, 7.0, -3.2, 29.1, 0.0, 2.7  /  I KORRIDOR
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', XB= 7.0, 7.0, -3.2, 29.1, 0.0, 2.7  /   S=C/K    S.104 USER GUIDE


&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', XB= 5.5, 5.5, 0.1, 13.5, 0.1, 2.5  /  DÖRR TILL TVÄTT
&SLCF QUANTITY='VELOCITY', XB= 5.5, 5.5, 0.1, 13.5, 0.1, 2.5,  /  DÖRR TILL TVÄTT


----------------TEMPERATURE--------------------
&DEVC ID='T_1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.5, 4.55, 0.25  /      DÖRREN TILL TVÄTT
&DEVC ID='T_2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.5, 4.55, 0.45  /
```

```
&DEVC ID='T_3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.5, 4.55, 0.65  /
&DEVC ID='T_4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.5, 4.55, 0.85  /
&DEVC ID='T_5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.5, 4.55, 1.05  /
&DEVC ID='T_6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.5, 4.55, 1.25  /
&DEVC ID='T_7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.5, 4.55, 1.45  /
&DEVC ID='T_8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.5, 4.55, 1.65  /
&DEVC ID='T_9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.5, 4.55, 1.85  /
&DEVC ID='T_10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.5, 4.55, 2.05  /
&DEVC ID='T_12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.5, 4.55, 2.25  /
&DEVC ID='T_13', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 5.5, 4.55, 2.45  /

&DEVC ID='K1_1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 0.0, 0.25  /       LÄNGST SÖDER I KORR
&DEVC ID='K1_2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 0.0, 0.45  /
&DEVC ID='K1_3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 0.0, 0.65  /
&DEVC ID='K1_4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 0.0, 0.85  /
&DEVC ID='K1_5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 0.0, 1.05  /
&DEVC ID='K1_6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 0.0, 1.25  /
&DEVC ID='K1_7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 0.0, 1.45  /
&DEVC ID='K1_8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 0.0, 1.65  /
&DEVC ID='K1_9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 0.0, 1.85  /
&DEVC ID='K1_10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 0.0, 2.05  /
&DEVC ID='K1_11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 0.0, 2.25  /

&DEVC ID='K2_1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 9.0, 0.25  /       I HÖJD MED
MELLANVÄGGEN
&DEVC ID='K2_2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 9.0, 0.45  /
&DEVC ID='K2_3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 9.0, 0.65  /
&DEVC ID='K2_4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 9.0, 0.85  /
&DEVC ID='K2_5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 9.0, 1.05  /
&DEVC ID='K2_6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 9.0, 1.25  /
&DEVC ID='K2_7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 9.0, 1.45  /
&DEVC ID='K2_8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 9.0, 1.65  /
&DEVC ID='K2_9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 9.0, 1.85  /
&DEVC ID='K2_10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 9.0, 2.05  /
&DEVC ID='K2_11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 9.0, 2.25  /

&DEVC ID='K3_1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 26.0, 0.25  /      CA 2 m INNAN DÖRREN
&DEVC ID='K3_2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 26.0, 0.45  /
&DEVC ID='K3_3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 26.0, 0.65  /
&DEVC ID='K3_4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 26.0, 0.85  /
&DEVC ID='K3_5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 26.0, 1.05  /
&DEVC ID='K3_6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 26.0, 1.25  /
&DEVC ID='K3_7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 26.0, 1.45  /
&DEVC ID='K3_8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 26.0, 1.65  /
&DEVC ID='K3_9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 26.0, 1.85  /
&DEVC ID='K3_10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 26.0, 2.05  /
&DEVC ID='K3_11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 7.0, 26.0, 2.25  /

&TAIL  /
```

Serviceavdelning

BTR - SERVICE- GRIDSIZE 0.1 m

```
&HEAD CHID='SERVICE', TITLE='SERVICE'

&MESH IJK= 384, 72, 27, XB= -1.6, 36.8, -5.1, 2.1, 0.0, 2.7  /  MESH 1 - HORR. KORR.
&MESH IJK= 40, 250, 27, XB= -1.6, 2.4, 2.1, 27.1, 0.0, 2.7    /  MESH 2 - VERT. KORR.
&MESH IJK= 45, 80, 27,   XB= 3.9, 8.4, 2.1, 10.1, 0.0, 2.7      /  MESH 3 - BRANDRUM

&TIME T_END=600.0  /

----------------  BURNER  ---------------------

&REAC ID='PROPANE'
        SOOT_YIELD=0.1 för simulering 1
                        0.05 för simulering 2
        C= 3.
        H= 8.  /

&SURF ID='BURNER', HRRPUA= 625 för simulering 1 500 för simulering 2, TAU_Q=-300, COLOR='RED'
/
&OBST XB= 5.0, 7.0, 6.5, 8.5, 0.1, 0.7, SURF_IDS='BURNER', 'INERT', 'INERT'  /
&RADI NUMBER_RADIATION_ANGLES=1000  /

&MATL ID='CONCRETE'
        CONDUCTIVITY=0.55
        SPECIFIC_HEAT= 0.8
        DENSITY=2300  /   http://www.engineeringtoolbox.com/concrete-properties-d_1223.html
                                http://www.engineeringtoolbox.com/thermal-conductivity-d_429.html

&SURF ID='CONCRETE WALL',
        MATL_ID='CONCRETE',
        THICKNESS=0.1  /

&MISC SURF_DEFAULT='CONCRETE WALL'  /

---------------------  OBST  ------------------------

HORISONTELL FLYGEL

&OBST XB=-1.6, 20.0, 0.0, -0.1, 0.1, 2.5     /  VÄGG, SV
&OBST XB= 19.9, 20.0, -0.1, -5.0, 0.1, 2.5  /  VÄGG, S SV
&OBST XB= 19.9, 24.1, -5.0, -5.1, 0.1, 2.5  /  VÄGG, S S
&OBST XB= 24.0, 24.1, -0.1, -5.0, 0.1, 2.5  /  VÄGG, S SO
&OBST XB= 24.0, 36.1, 0.0, -0.1, 0.1, 2.5    /  VÄGG, SO
&OBST XB= 36.0, 36.1, 0.0, 2.0, 0.1, 2.5      /  VÄGG, O
&OBST XB= 2.0, 36.1, 2.0, 2.1, 0.1, 2.5       /  VÄGG, N

VERTIKAL FLYGEL

&OBST XB= 2.0, 2.1, 2.1, 26.0, 0.1, 2.5       /VÄGG, O
&OBST XB= -0.1, 2.1, 26.0, 26.1, 0.1, 2.5   /VÄGG, N
&OBST XB= -0.1, 0.0, 3.1, 26.0, 0.1, 2.5     /VÄGG, V

AVSTICKAREN 3 X 1,5
```

```
&OBST XB= -1.6, 0.0, 3.0, 3.1, 0.1, 2.5       /VÄGG, N
&OBST XB= -1.6, -1.5, 0.0, 3.0, 0.1, 2.5     /VÄGG, V


--------------------  GOLV & TAK  --------------------

&OBST XB= -0.1, 36.1, -0.1, 2.1, 0.0, 0.1  /  GOLV, HOR. KORR.
&OBST XB= -0.1, 36.1, -0.1, 2.1, 2.5, 2.6  /    TAK, HOR. KORR.

&OBST XB= 19.9, 24.1, -0.1, -5.1, 0.0, 0.1  /  GOLV, AVSTICK HOR. KORR.
&OBST XB= 19.9, 24.1, -0.1, -5.1, 2.5, 2.6  /    TAK, AVSTICK HOR. KORR.

&OBST XB= -1.6, -0.1, -0.1, 3.1, 0.0, 0.1    / GOLV, AVSTICK 3 X 1,5
&OBST XB= -1.6, -0.1, -0.1, 3.1, 2.5, 2.6    /   TAK, AVSTICK 3 X 1,5

&OBST XB= -0.1, 2.1, 2.1, 26.1, 0.0, 0.1     /  GOLV, VERTIKAL FLYGEL
&OBST XB= -0.1, 2.1, 2.1, 26.1, 2.5, 2.6     /    TAK, VERTIKAL FLYGEL


----------------------  BLOCK  ------------------------

&OBST XB= -1.6, -0.1, 3.1, 26.1, 0.0, 2.7, SURF_ID='INERT', COLOR='FLESH'   /  BLOCK, MESH 2, V
&OBST XB= 2.1, 2.4, 2.1, 26.1, 0.0, 2.7, SURF_ID='INERT', COLOR='FLESH'       /  BLOCK, MESH 2, O

&OBST XB= -1.6, 19.9, -0.1, -5.1, 0.0, 2.7, SURF_ID='INERT', COLOR='FLESH'    /  BLOCK, MESH 1, SV
&OBST XB= 24.1, 36.8, -0.1, -5.1, 0.0, 2.7, SURF_ID='INERT', COLOR='FLESH'    /  BLOCK, MESH 1, SO
&OBST XB= 36.1, 36.8, -0.1, 2.1, 0.0, 2.7, SURF_ID='INERT', COLOR='FLESH'      /  BLOCK, MESH 1, O

&OBST XB= -0.1, 36.1, -0.1, 2.1, 2.6, 2.7, SURF_ID='INERT', COLOR='FLESH'  /    TAK, HOR. KORR.
&OBST XB= 19.9, 24.1, -0.1, -5.1, 2.6, 2.7, SURF_ID='INERT', COLOR='FLESH'  /    TAK, AVSTICK HOR.
KORR.
&OBST XB= -1.6, -0.1, -0.1, 3.1, 2.6, 2.7, SURF_ID='INERT', COLOR='FLESH'    /   TAK, AVSTICK 3 X 1,5
&OBST XB= -0.1, 2.1, 2.1, 26.1, 2.6, 2.7, SURF_ID='INERT', COLOR='FLESH'     /    TAK, VERTIKAL
FLYGEL

&OBST XB= 3.9, 8.4, 2.1, 10.1, 2.6, 2.7,  SURF_ID='INERT', COLOR='FLESH'     /    TAK, BRANDRUM
&OBST XB= 6.1, 8.4, 2.1, 4.9, 0.0, 2.7, SURF_ID='INERT', COLOR='FLESH'        /    BOX, JÄMTE
BRANDRUM
&OBST XB= 8.1, 8.4, 4.9, 10.1, 0.0, 2.7, SURF_ID='INERT', COLOR='FLESH'     /    BOX, JÄMTE
BRANDRUM


-----------------  OPEN BOUNDARIES  ------------------

&HOLE XB= 0.5, 1.5, 25.95, 26.15, 0.1, 2.2  /  DÖRR  VERT. KORR.
&HOLE XB= 4.5, 5.5, 1.95, 2.15, 0.1, 2.2      /  DÖRR  BRAND -> KORR

&VENT XB= -1.6, 2.4, 27.1, 27.1, 0.0, 2.7, SURF_ID='OPEN'     /  VENT N
&VENT XB= -1.6, 2.4, 26.1, 27.1, 2.7, 2.7, SURF_ID='OPEN'     /  VENT UPPE
&VENT XB= -1.6, -1.6, 26.1, 27.1, 0.0, 2.7, SURF_ID='OPEN'   /  VENT V
&VENT XB= 2.4, 2.4, 26.1, 27.1, 0.0, 2.7, SURF_ID='OPEN'      /  VENT O
```

```
----------------- BRANDRUM -------------------------

&OBST XB= 3.9, 4.0, 2.1, 10.0, 0.1, 2.5   /  VÄGG, V
&OBST XB=3.9, 8.1, 10.0, 10.1, 0.1, 2.5  /  VÄGG, N
&OBST XB= 8.0, 8.1, 10.0, 5.0, 0.1, 2.5   /  VÄGG, NO
&OBST XB= 6.0, 8.1, 4.9, 5.0, 0.1, 2.5     /  VÄGG, S
&OBST XB= 6.0, 6.1, 2.1, 4.9, 0.1, 2.5     /  VÄGG, SO

&OBST XB= 3.9, 6.1, 2.1, 4.9, 2.5, 2.6     /  TAK, KORR
&OBST XB= 3.9, 6.1, 2.1, 4.9, 0.0, 0.1     /  GOLV, KORR
&OBST XB= 3.9, 8.1, 4.9, 10.1, 2.5, 2.6   /  TAK, RUM
&OBST XB= 3.9, 8.1, 4.9, 10.1, 0.0, 0.1   /  GOLV, RUM
------------------------- SLICE -------------------------

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', XB= 1.0, 1.0, 0.0, 27.1, 0.1, 2.7  /  VERT. KORR.
&SLCF QUANTITY='VELOCITY',       XB= 1.0, 1.0, 0.0, 27.1, 0.1, 2.7  /  VERT. KORR.
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY',       XB= 1.0, 1.0, 0.0, 27.1, 0.1, 2.7  /  VERT. KORR.

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', XB= -1.5, 36.0, 1.0, 1.0, 0.1, 2.5  /  HORR. KORR.
&SLCF QUANTITY='VELOCITY',       XB= -1.5, 36.0, 1.0, 1.0, 0.1, 2.5  /  HORR. KORR.
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY',       XB= -1.5, 36.0, 1.0, 1.0, 0.1, 2.5  /  HORR. KORR.


------------------------- TEMPRETURE -------------------------

&DEVC ID='HK_1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 25.0, 1.0, 0.15  /   HORR. KORR
&DEVC ID='HK_2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 25.0, 1.0, 0.35  /
&DEVC ID='HK_3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 25.0, 1.0, 0.55  /
&DEVC ID='HK_4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 25.0, 1.0, 0.75  /
&DEVC ID='HK_5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 25.0, 1.0, 0.95  /
&DEVC ID='HK_6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 25.0, 1.0, 1.15  /
&DEVC ID='HK_7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 25.0, 1.0, 1.35  /
&DEVC ID='HK_8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 25.0, 1.0, 1.55  /
&DEVC ID='HK_9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 25.0, 1.0, 1.75  /
&DEVC ID='HK_10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 25.0, 1.0, 1.95  /
&DEVC ID='HK_11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 25.0, 1.0, 2.15  /
&DEVC ID='HK_12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 25.0, 1.0, 2.35  /

&DEVC ID='H_1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 4.0, 0.15  /  HÖRNET
&DEVC ID='H_2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 4.0, 0.35  /
&DEVC ID='H_3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 4.0, 0.55  /
&DEVC ID='H_4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 4.0, 0.75  /
&DEVC ID='H_5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 4.0, 0.95  /
&DEVC ID='H_6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 4.0, 1.15  /
&DEVC ID='H_7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 4.0, 1.35  /
&DEVC ID='H_8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 4.0, 1.55  /
&DEVC ID='H_9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 4.0, 1.75  /
&DEVC ID='H_10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 4.0, 1.95  /
&DEVC ID='H_11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 4.0, 2.15  /
&DEVC ID='H_12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 4.0, 2.35  /

&DEVC ID='V_1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 25.0, 0.15  /  VERT. KORR.
```

```
&DEVC ID='V_2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 25.0, 0.35  /
&DEVC ID='V_3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 25.0, 0.55  /
&DEVC ID='V_4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 25.0, 0.75  /
&DEVC ID='V_5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 25.0, 0.95  /
&DEVC ID='V_6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 25.0, 1.15  /
&DEVC ID='V_7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 25.0, 1.35  /
&DEVC ID='V_8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 25.0, 1.55  /
&DEVC ID='V_9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 25.0, 1.75  /
&DEVC ID='V_10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 25.0, 1.95  /
&DEVC ID='V_11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 25.0, 2.15  /
&DEVC ID='V_12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 1.0, 25.0, 2.35  /

&TAIL
```

4 ERM

Typ	0	-	Kan själva ta sig ut med normal hastighet
	1A	-	Som typ 0 men långsammare
	1B	-	Som typ 0 med mycket långsammare
	3A	-	Som typ 0 men ytterligare mera långsamt
	3B	-	Som typ 0 men knappt rörlig
	3C	-	Patient som måste ledas till säker plats. En personal kan klara 5-6 sådana patienter
	6A	-	Patienter som måste göras medvetna om att de måste evakuera men somsedan själva kan ta sig ut
	6B	-	Patienter som behöver hjälp att komma igång och hjälp i trappor
	6C	-	Patient som kan starta evakueringen själv men behöver hjälp i trappor
	10	-	Behöver assistans hela vägen ut
	20	-	Patient som behöver mycket assistans eller bli buren till säker plats
	30A	-	Behöver hjälp från två personal i början och när patienten ska passera hinder. Rör sig annars själv till säker plats
	30B	-	Patient som kräver hjälp från två personal i början och en sedan. I trappor krävs två personal för att bära
	30C	-	Patient som evakuerar sig själv men behöver hjälp av två personal i trappor
	40	-	Behöver mycket hjälp från två personal under hela evakueringen

(Alvord 1985)

Indatafil - Demensavdelning

BRUNNSGÅRDEN-SIM1

GENERAL INFORMATION FOR THE RUN.
3.28 0 0 0
2 8 17 30 20 0

STAFF INFORMATION FOR THE RUN.
1 10 15
2 17 20

RESIDENT INFORMATION FOR THE RUN.
1 2 10 8 10 0
2 7 20 7 10 0
3 10 30B 1 10 0
4 10 10 2 10 0
5 10 3C 3 10 0
6 10 10 4 10 0
7 14 10 5 10 0
8 16 3C 6 10 0

NODE INFORMATION FOR THE RUN.
1 SAFE -2 7 0 1 3
2 RUM 4 11 0 1 3
3 KORR 4 7 0 4 1 2 4 6
4 RUM 4 3 0 1 3
5 RUM 12 11 0 1 6
6 KORR 12 7 0 4 3 5 7 9
7 RUM 12 3 0 1 6
8 RUM 19 11 0 1 9
9 KORR 19 7 0 3 6 8 11
10 ARUM 23 4 0 1 11
11 KORR 23 7 0 3 9 10 13
12 SAFE 26 11 0 1 13
13 KORR 26 7 0 3 11 12 15
14 RUM 34 11 0 1 15
15 KORR 34 7 0 4 13 14 16 17
16 RUM 34 3 0 1 15
17 KONT 36 7 0 1 15

Indatafil – Serviceavdelning

BRUNNSGÅRDEN-SIM2

GENERAL INFORMATION FOR THE RUN.
3.28 0 0 0
1 11 35 30 20 0

STAFF INFORMATION FOR THE RUN.
1 16 60

RESIDENT INFORMATIONFOR THE RUN.
1 3 6B 4 10 0
2 3 6B 5 10 0
3 5 6C 6 10 0
4 10 6B 7 10 0
5 14 20 1 10 0
6 18 6C 8 10 0
7 20 6C 9 10 0
8 22 20 2 10 0

9 24 6B 10 10 0
10 26 10 3 10 0
11 34 6B 11 10 0

NODE INFORMATION FOR THE RUN.
1 RUM 50 6 0 1 2
2 KORR 50 1 0 2 1 4
3 RUM 43 6 0 1 4
4 KORR 43 1 0 3 2 3 6
5 RUM 36 6 0 1 6
6 KORR 36 1 0 4 4 5 7 11
7 STR 36 0 0 2 6 8
8 STR 36 -3 -3 2 7 9
9 SAFE 36 -5 -3 1 8
10 RUM 29 6 0 1 11
11 KORR 29 1 0 3 6 10 13
12 RUM 22 6 0 1 13
13 KORR 22 1 0 3 11 12 15
14 RUM 15 6 0 1 15
15 KORR 15 1 0 3 13 14 17
16 TVÄT 4 1 0 1 17
17 KORR 9 1 0 3 15 16 19
18 RUM 4 6.5 0 1 19
19 KORR 9 6.5 0 3 17 18 21
20 RUM 4 13.5 0 1 21
21 KORR 9 13.5 0 3 19 20 23
22 RUM 4 20.5 0 1 23
23 KORR 9 20.5 0 3 21 22 25
24 RUM 4 27.5 0 1 25
25 KORR 9 27.5 0 3 23 24 31
26 RUM 15 31 0 1 27
27 KORR 10 31 0 3 26 28 31
28 STR 10 32 0 2 27 29
29 STR 10 36 -3 2 28 30
30 SAFE 10 40 -3 1 29
31 KORR 9 31 0 3 25 27 33
32 RUM 4 34.5 0 1 33
33 KORR 9 34.5 0 3 31 32 35
34 RUM 15 37 0 1 35
35 KORR 9 37 0 2 33 34