



Brandteknisk riskvärdering av Grand Hotel Saltsjöbaden



Johannes Bjerregaard
Ivar Hamrin
Daniel Olsson
Anders Rosqvist

Department of Fire Safety Engineering
Lund Institute of Technology, Sweden

Brandteknik
Lunds Tekniska Högskola
Lunds universitet

Report 9270, Lund 2005

Avdelningen för brandteknik

Lunds Tekniska Högskola
Box 118
221 00 Lund
Telefon: 046-222 73 00

Department of Fire Safety Engineering

Lund Institute of Technology
Box 118
S-221 00 Lund, Sweden
Telephone: +46 46 222 73 00

Rapport/Report

9270

Titel

Brandteknisk riskvärdering av Grand Hotel Saltsjöbaden

Title

Fire Safety Evaluation of Grand Hotel, Saltsjöbaden

Av/By

Johannes Bjerregaard
Ivar Hamrin
Daniel Olsson
Anders Rosqvist
© Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2005

Abstract

The purpose of this document is to evaluate the safety of persons in case of fire at Grand Hotel Saltsjöbaden, south of Stockholm. The project has been carried out as a part of the education of Fire Safety Engineers at Lund Institute of Technology. The focus of the report is to evaluate the possibilities of a safe egress from the building in case of fire and to estimate the potential hazards that persons might be exposed to during this time. Protection of property is not of concern in the evaluation. Rapid smoke filling, decreasing visibility and elevated gas temperatures are regarded as the main threats to a safe evacuation. To model these parameters the software C-FAST has been used. Estimations of the evacuation time were done in SIMULEX. The conclusion of the report is that the safety of persons in case of fire at Grand Hotel Saltsjöbaden not reaches a satisfactory level and that some improvements need to be done. Suggestions of such improvements are included in the report.

Nyckelord

Brand, rökfyllnad, personsäkerhet, utrymning, kritiska förhållanden, CFAST, SIMULEX

Keywords

Fire, smoke filling, life safety, evacuation, critical conditions, CFAST, SIMULEX

Följande rapport är framtagen i undervisning. 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.

Sammanfattning

Grand Hotel är beläget i Saltsjöbaden som tillhör Nacka kommun. Byggnaden uppfördes under slutet av 1800-talet och har genom årens lopp genomgått ett flertal om- och tillbyggnationer.

Rapporten är framtagen i syfte att utvärdera personsäkerheten i byggnaden vid händelse av brand. Vidare syftar studien på att belysa byggnadens befintliga brandskydd, samt ge förslag på åtgärder som kan förbättra objektets brandskydd och därmed bidra till att personsäkerheten ökar.

En analys ligger till grund för de brandscenarier som har studerats. Scenarierna utspelar sig i ett hotellrum, vid en konferens samt vid ett festevenemang. Dessa scenarier representerar den verksamhet som hotellet huvudsakligen bedriver. Genom simuleringar har en analys av personsäkerheten genomförts, för att utvärdera om utrymning kan ske på ett tillfredställande sätt innan kritiska förhållanden uppstår. Simuleringar av brand- och utrymningsförlopp har skett med hjälp av de datorbaserade verktygen CFAST och SIMULEX.

I studien framgår det att kritiska förhållanden inträffar förhållandevis snabbt för de olika scenarierna, samt att en säker utrymning ej kan garanteras. I rapporten ges förslag på åtgärder som objektsägaren *skall* eller *bör* genomföra för att förbättra objektets brandskydd och därmed höja personsäkerheten i händelse av brand.

Förord

Denna rapport ingår som ett moment i kursen *Brandteknisk riskvärdering*, som ges av avdelningen för brandteknik vid Lunds Tekniska Högskola. Rapporten fokuserar på att belysa personsäkerhet, vid utrymning av en hotellbyggnad i händelse av brand. Under resans gång har författarna mött ett flertal personer som med stor öppenhet delat med sig av sina erfarenheter, eller på annat sätt bistått med information och kunskap.

Ett stort tack riktas till Grand Hotell i Saltsjöbaden, som gjort det möjligt för oss att genomföra denna studie. Vi vill även tacka Mikael Andrewstam som vi hade glädjen att intervjua och som bidrog med sin tid och kunskap. Till brandingenjörerna Oscar Löfgren Ferraz och Stefan Wesley vid Nackas brandförsvär, vill vi framföra ett tack för den kunskap och information de bistått med inom vårt ämnesområde.

Slutligen vill vi tacka vår handledare vid avdelningen för brandteknik, universitetslektor Henrik Johansson.

Lund, december 2005

Johannes, Ivar, Daniel & Anders



Innehållsförteckning

| | |
|--|-----------|
| 1. Inledning | 1 |
| 1.1 Syfte | 1 |
| 1.2 Målgrupp | 1 |
| 1.3 Metod | 1 |
| 1.4 Avgränsningar | 2 |
| 2. Objektsbeskrivning | 5 |
| 3. Brandskydd | 7 |
| 3.1 Brandcellsindelning och ytskikt | 7 |
| 3.2 Sprinklersystem | 8 |
| 3.3 Släckutrustning | 8 |
| 3.4 Brand- och utrymningslarm | 9 |
| 3.5 Brand- och brandgasavskiljande dörrar | 10 |
| 3.6 Ventilationssystem | 10 |
| 3.7 Brandgasventilation | 11 |
| 4. Förutsättningar för räddningstjänsten | 13 |
| 4.1 Tillbudshistorik | 13 |
| 5. Utrymning | 15 |
| 5.1 Tid för utrymning | 15 |
| 5.2 Förutsättningar för utrymning | 16 |
| 5.3 Tillgång till utrymningsvägar | 16 |
| 5.4 Passagemått i utrymningsväg | 17 |
| 5.5 Gångavstånd inom och till utrymningsväg | 18 |
| 5.6 Lös inredning i utrymningsväg | 18 |
| 5.7 Vägledande markeringar och övrig skyltning | 18 |
| 5.8 Personer med funktionshinder | 19 |
| 6. Personssäkerhetsanalys för scenariourval | 21 |
| 7. Simuleringar av valda scenarion | 29 |
| 7.1 Allmänt om dimensionerande bränder | 29 |
| 8. Brand i hotellrum | 31 |
| 8.1 Dimensionerande brand | 32 |
| 8.2 Förutsättningar för CFAST-simulering | 35 |

| | |
|--|------------|
| 8.3 Resultat från CFAST-simulering | 35 |
| 8.4 Analys av personsäkerhet vid utrymning | 36 |
| 9. Brand i serveringsrum vid Landsort | 37 |
| 9.1 Dimensionerande brand | 37 |
| 9.2 Förutsättningar för CFAST-simulering | 38 |
| 9.3 Resultat från CFAST-simulering | 38 |
| 9.4 Analys av personsäkerhet vid utrymning | 39 |
| 10. Brand i Verandan | 41 |
| 10.1 Dimensionerande brand | 42 |
| 10.2 Förutsättningar för CFAST-simulering | 44 |
| 10.3 Resultat från CFAST-simulering | 44 |
| 10.4 Analys av personsäkerhet vid utrymning | 45 |
| 11. Brand i Grönskär lounge | 47 |
| 11.1 Dimensionerande brand | 47 |
| 11.2 Förutsättningar för CFAST-simulering | 49 |
| 11.3 Resultat från CFAST-simulering | 49 |
| 11.4 Analys av personsäkerhet vid utrymning | 50 |
| 12. Brand i korridor utanför Grönskär | 51 |
| 12.1 Dimensionerande brand | 51 |
| 12.2 Förutsättningar för CFAST-simulering | 53 |
| 12.3 Resultat från CFAST-simulering | 53 |
| 12.4 Analys av personsäkerhet vid utrymning | 54 |
| 13. Diskussion och slutsatser | 55 |
| 13.1 Åtgärder | 56 |
| 14. Referenser | 59 |
| Bilaga A. Dimensionerande bränder | 61 |
| Bilaga B. Rumsindelning i CFAST | 71 |
| Bilaga C. Utdata från CFAST | 75 |
| Bilaga D. Checklista | 93 |
| Bilaga E. Planritningar | 95 |
| Bilaga F. Utrymnings-simuleringar | 101 |

1. Inledning

Vid ny- eller ombyggnation ställs krav i bygglagstiftningen på hur brandskyddet skall utformas. Reglerna syftar till att personsäkerheten i händelse av brand ej äventyras, samt att utrymning kan ske på ett tillfredställande sätt.

Vid brandskyddsprojektering fastställs att kraven uppfylls med hjälp av förenklad eller analytisk dimensionering (BBR, 2002). När en värdering av brandskyddet för en befintlig byggnad skall genomföras, utgår man ifrån samma kriterier som vid nyproduktion. Skillnaden är dock att förutsättningarna redan är fastlagda och att bygglagstiftningen inte gäller retroaktivt. En brandteknisk utredning bör ge svar på de brandtekniska brister som byggnaden har, samt eventuella åtgärder som kan vidtas för att förbättra brandskyddet.

Vid utvärdering av personsäkerhet har det befintliga brandskyddet studerats, med avseende på de krav som myndigheterna ställer. Med hjälp av beräkningar har en analytisk dimensionering utförts, för att verifiera att utrymning kan ske på ett tillfredställande sätt.

Rapporten ingår som ett moment i kursen *Brandteknisk riskvärdering*, som ges av avdelningen för brandteknik vid Lunds Tekniska Högskola.

1.1 Syfte

Rapporten syftar till att utvärdera personsäkerheten i händelse av brand på Grand Hotel i Saltsjöbaden. Värdering av personsäkerheten baseras på en rad olika analyser av brand- och utrymningsscenarier. Vidare syftar studien till att belysa det befintliga brandskyddet, samt ge förslag på åtgärder till att förbättra objektets brandskydd och höja personsäkerheten.

1.2 Målgrupp

Rapportens primära målgrupp är objektsägare och representanter för hotellet, samt brandingenjörer vid Nackas brandförsvaret. Studien kan även vara av intresse för brandingenjörstudenter.

1.3 Metod

Studien baseras på en kvalitativ metod, då arbetet har fokuserats på att skapa en djupare och en mer fullständig förståelse för studiens problemställning. För att erhålla en bättre insikt för problemområdet, inhämtades bakgrundsmaterial i form av ritningar samt övrig dokumentation för objektet. Andra sekundärdata som har använts är litteratur, rapporter, samt dokumenterat material från räddningstjänsten i Nacka. Litteratursökningen har främst skett vid Brandtekniks bibliotek vid Lunds Tekniska Högskola.

Ett objektsbesök utfördes 2005-09-16, där byggnadens brandskydd inventerades. Vid inventeringen användes en checklista (bilaga D) för att säkerställa att viktig information inte missades. Vid besöket utfördes intervjuer med personal på hotellet som ansvarar för brandskyddet, samt med brandingenjörer från Nackas brandförsvaret. Observationer vid objektbe-

söket har legat till grund för de brandscenarier som har analyserats. Utgångspunkten i analysen var att finna troliga brandscenarier, som kan medföra att personsäkerheten i händelse av brand äventyras. Urvalet av scenarier baserades på utrymmen och verksamheter som bidrar till en hög persontäthet och där lokalkännedom för personerna antas vara begränsad.

Effektkurvor för respektive scenarier har tagits fram med hjälp av information från tidigare genomförda försök. Varje enskilt brandscenario har simulerats med datorprogrammet CFAST V6.0.5. För att erhålla en samlad bild över utrymningssituationen för respektive scenario, simulerades utrymningstiderna med hjälp av programvaran SIMULEX V11.1.3. Känslighetsanalyser har utförts där olika parametrar har varierats för att skapa en bild om hur personsäkerheten påverkas. Resultaten från simuleringarna har slutligen analyserats för att bedömma om utrymning kan ske på ett tillfredställande sätt, innan kritiska förhållanden uppstår.

En fråga man alltid bör ställa sig är hur tillförlitlig studien är. Studiens reliabilitet begränsas till det urval som ligger till grund för inhämtande av data och information. Studiens validitet beror i hög grad om lämpliga instrument och metoder använts, med avseende på undersökningens syfte (Patel & Tebelius, 1987). De resultat som erhållits av undersökningen har tolkats av författarna, och har på så sätt påverkats av de erfarenheter och kunskaper som de besitter inom området. För att minimera risker för feltolkningar har litteratur studerats inom området, samt har diskussioner förts med personer som har en bred kunskap inom ämnesområdet. Analysen i studien baseras dels på det objektbesök som genomförts, samt genom en rad olika simuleringsförsök. Man skall dock vara medveten om att man inte kan dra generella slutsatser okritiskt utifrån ett fåtal sådana försök. De program som används vid simuleringar av brand- och utrymningsscenarier har vissa begränsningar, medför svårigheter i att kunna dra generella slutsatser att resultaten stämmer överens med verkligheten.

1.4 Avgränsningar

Studien fokuserar på att utvärdera personsäkerheten i händelse av brand, där avsikten har varit att studera det tidiga skedet av brandförloppet. Rapporten behandlar ej huruvida en brand påverkar byggnadens bärförmåga räddningsmanskapets säkerhet. Det görs heller inga bedömningar på vilka egendomsskador en brand kan ge upphov till.

Urvalet av brandscenarier avgränsas till att omfatta utrymmen som kan medföra kritiska utrymningssituationer. Rapporten avser att skildra utrymmen i byggnaden där verksamheten medför hög persontäthet, samt där personer antas ha begränsad lokalkännedom. Studien avser ej att skildra utrymningsscenarier i lokaler där få personer vistas eller utrymmen där endast hotell- och servicepersonal har tillträde.

Personsäkerheten vid utrymning anses vara tillfredställd när personer har evakuerat till säker miljö innan kritiska förhållanden uppstår. Utrymningsstudien behandlar endast de personer i byggnaden som involveras i respektive brandscenario. Vid dimensionering av utrymningssäkerhet beaktas ej faktorer som brandgasspridning via ventilationssystem eller produktion av toxiska brandgaser.

För att byggnadens brandskydd skall uppfylla sitt syfte, är det viktigt att de passiva och ak-

tiva systemen upprätthåller sin funktion vid en eventuell brand. Vid objektbesöket utfördes ingen funktionskontroll av byggnadens brand- och utrymningslarm, samt släckutrustning. Det har inte kontrollerats att extern samt intern provning har utförts på byggnadens aktiva system. Byggnadens passiva system har granskats utifrån ritningsunderlag. Vid objektbesöket kontrollerades ej att byggnadens konstruktion och dess ytskikt uppfyller bygglagstiftningens gällande krav.

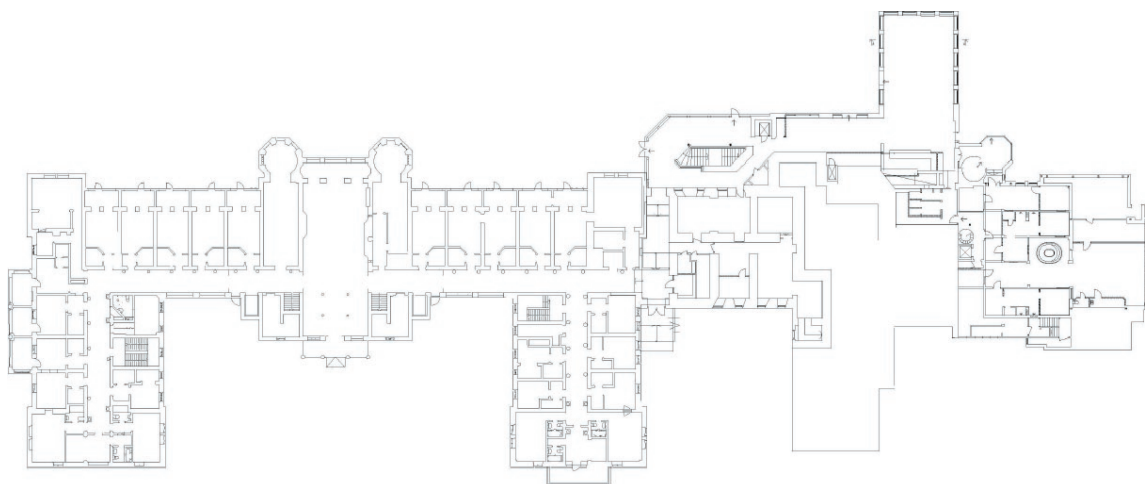
2. Objektsbeskrivning

Grand Hotel Saltsjöbaden har en anrik historia som inleddes år 1893, då hotellet invigdes av Kung Oscar II. Byggnaden uppfördes under ledning av industri- och finansmannen K.A Wallenberg. Hotellet drevs av Wallenbergsfären fram till år 1996. Hotellet såldes då till Nordisk Renting som ägs av Nordea, det brittiska investmentbolaget 3i och Sjätte AP-fonden. Under slutet av 2002 förvärvade nuvarande ägaren Helnan International Hotels byggnaden. Hotellkedjan har ca 3000 anställda med anläggningar i USA, Egypten, Marocko, Danmark och Sverige.

Hotellet är beläget i Saltsjöbaden, Nacka kommun. Saltsjöbaden ligger i Stockholms inner-skärgård ca 15 kilometer från Stockholms central. Hotellets affärsidé är främst att bedriva konferens- och hotellverksamhet. Man anordnar dock olika sidoarrangemang som nyårsfester, midsommarfiranden, julgransplundringar etc. Vid flera tillfällen under året är hotellet fullbelagt, till exempel när företag och andra organisationer intar hela hotellbyggnaden för konferenser och andra evenemang.

Byggnaden är indelad i en hotell- respektive konferensdel. Hotelldelen består av två flyglar som är sammanknutna till en central huvudbyggnad. Totalt finns det 121 gästrum fördelade på fyra plan. Hotellets reception ligger i direkt anslutning till byggnadens huvudentré.

Konferensdelen innefattas bland annat av; konferensrum, spaanläggning, restaurangkök, restaurang och personalutrymmen. Konferensbyggnaden består av fyra plan. Om- och tillbyggnad har sedan skett i flera etapper. Man planerar även för att utföra nya ombyggnationer under 2006. I kapitel 6 beskrivs verksamheten i byggnaden mer detaljerat och i bilaga E redovisas byggnadens samtliga plan.



Figur 1. Byggnadens hotell- och konferensdel. Plan 1

3. Brandskydd

Byggnadens befintliga brandskydd består av passiva samt aktiva system. Passiva system innefattas av de brandskyddsåtgärder som alltid existerar oavsett om en brand initieras eller ej. Objektets passiva system består i huvudsak av *brandcellsindelning* för att förhindra brand- och brandgasspridning, samt klassade *ytskikt* som förhindrar snabb brandspridning.

Aktiva system innefattas av de brandskyddsåtgärder som aktiveras vid en brand. Syftet med systemen är att skydda egendomsvärden, samt ge förutsättningar till en säker utrymning för hotellets personal och gäster. Objektets aktiva system består i huvudsak av *brand- och utrymningslarm*, *sprinklersystem*, *släckutrustning*, *ventilationssystem* samt *självstängande dörrar* för att förhindra brandgasspridning.

3.1 Brandcellsindelning och ytskikt

Byggnadens hotell- och konferensdelar är sektionerade i brandceller för att förhindra brand- och brandgasspridning. I byggnadens hotelldel har om- och tillbyggnad skett i flera etapper och under en tidsperiod, då nuvarande bygglagsstiftning ej tillämpades. Varje hotellrum projekterades för att utgöras som separat brandcell med bjälklag och omslutande väggar i klass B60, medan dörrar klassades till B30. Inglasade delar av verandor projekterades för brandklass B60.

Konferensanläggningens brandceller avskiljs från varandra i brandteknisk klass EI 30 eller EI60, där brandcellsavskiljande väggar ansluter mot yttertak eller mot brandcellsskiljande bjälklag. Utrymningsvägar, utvändigt soprum och brandcellsavskiljande bjälklag skall vara utförda i klass EI60, medan hisschakt och övriga brandceller skall vara utförda i brandteknisk klass EI 30 (Elison, 2005). Vid objektbesöket utfördes dock ej kontroll på brandcellers utformning.

För att minska risken för snabb brandspridning inom brandceller och utrymningsvägar, har konferensavdelningens ytskikt projekterats enligt följande (Elison, 2005):

- Ytskikt inom utrymningsväg, kök och soprum ska uppfylla kraven för B-s1, d0 i såväl tak som väggar fäst på A2-s1, d0 eller tändskyddande beklädnad. Golvbeläggning skall vara obrännbar eller uppfylla kraven för Cfl-s1.
- Ytskikt inom brandceller ska uppfylla kraven för B-s1, d0 i tak fäst på A2-s1, d0 eller tändskyddande beklädnad. Väggar skall utföras med ytskikt som uppfyller kraven för C-s2, d0.

Det har dock ej kunnat verifieras att hotellets alla ytor (väggar, tak och golv) uppfyller bygglagsstiftningens gällande krav, vad avser klassificering av ytskikt.

3.2 Sprinklersystem

Byggnaden är utrustad med ett automatiskt sprinklersystem utförd enligt SBF 120:5 (riskklass N1) och täcker i stort sett byggnadens samtliga utrymmen. Utrymmen som dock saknar sprinkler är till exempel: Verandan, Franska matsalen, fläktrum, vindsutrymmen, samt foajén vid konferensrum Landsort. Ett krav enligt SBF 120:5 är att det skall finnas en brandteknisk avskiljning, EI 60, mellan sprinklade och osprinklade delar. Detta krav på brandteknisk klassificering av avskiljande byggnadsdelar, uppfylls dock ej.

Sprinklersystemet består av ett våtrörsystem där sprinkler är dimensionerad med ett RTI-värde på $50 \text{ (ms)}^{1/2}$, samt med en aktiveringstemperatur på 68°C . Anläggningen är projekterad för en vattentäthet på 5 mm/min vid flödena 1575 l/min (4,6 bar) respektive 1223 l/min (3,7 bar). Sprinkleranläggningen är försedd med tryckfallslarm samt backventiler för att säkerställa drift och funktion. Larmtablån indikerar driftlarm i form av låga tryck i kommunal vattenledning samt kraftbortfall. Vid utlöst sprinkler överförs brandlarm från larmventil till brandförsvartablå för att sedan vidarebefordras till den kommunala räddningstjänsten.

3.3 Släckutrustning

Inom byggnaden finns anordningar för manuell brandsläckning i form av handbrandsläckare och inomhusbrandposter med centrumrullar. Släckutrustningen förefaller vara väl utplacerad, där rekommenderat maximalt gångavstånd 25 meter ej överskrids (Brandskyddshandboken, 2002), dock saknar Franska matsalen och Verandan handbrandsläckare. Vid platsbesök observerades att det fanns handbrandsläckare som saknade standardiserad skylt enligt AFS 1997:11.

I restaurangkök finns förutom handbrandsläckare och brandfilt, även ett fast släcksystem installerat över fritös och stekbord. Anläggningen är automatisk men kan även utlösas manuellt med vajer från ett fjärrutlösningssdon. Systemet är mekaniskt och fungerar oberoende av vatten- eller strömförsörjning. Släckmedlet är en kaliumbaserad saltlösning som snabbt kyler branden, emulgerar med fett och bildar ett tätt gelbildande skumlager som förhindrar återantändning.



Bild 1. Punktskydd i kök över fritös och stekbord.

Tillsyn och underhåll av släckutrustning är en tjänst som hotellet köper av ett certifierat brandredskapsföretag. Hotellets interna tillsyn av släckutrustning, har inte kunnat verifieras då dokumenterade tillsynsprotokoll saknades.

3.4 Brand- och utrymningslarm

I byggnaden finns ett heltäckande brandlarm utfört enligt SBF 110:6. Brandlarmet är i huvudsak rökdetekterande men värmedetektorer förekommer. Publika delar som restaurang, konferenslokaler samt spaanläggning är försedda med utrymningslarm i form av talat meddelande. Undantag är dock Verandan och Franska matsalen som saknar talat utrymningslarm. Larmdon i byggnadens övriga delar består av siren och larmklockor med akustisk signal.



Bild 2. Larmdon för utrymningssignal med talad information.

Utrymningslarmet aktiveras av brandlarmet och är sektionerat inom byggnaden i hotelldel respektive konferensdel. Sprinkleranläggningen är samordnad med larmfunktion för brandlarmet, så att aktiverad sprinkler initierar utrymningslarm. Alla detektionsmöjligheter ger var och en för sig, en signal till centralapparaten och brandförvarstablån. Centralapparaten är placerad vid hotellets reception. Larmöverföring sker direkt till den kommunala räddningstjänsten.

Service, underhåll, kontroll samt provning av brand- och utrymningslarm utförs av ett certifierat larmföretag. Hotellets interna provning och kontroll av brand- och utrymningslarm har inte kunnat verifieras. Vid objektsbesöket genomfördes ej funktionstest av brand- och utrymningslarm.

3.5 Brand- och brandgasavskiljande dörrar

I byggnaden finns det dörrar som är utrustade med magnethållare, kopplat till detektor samt manuell tryckknapp. Vid detektering stängs dörrarna för att förhindra brandgasspridning till angränsande utrymmen.

På ett flertal ställen i hotellbyggnaden fungerade dock inte systemet. Vid manuell aktivering av dörrstängarna visade det sig att dörrarna inte helt tillslöts. Skjutdörrar som skall fungera som självstängande, lämnade en glipa mellan dörrblad och karm. Det observerades även att brandavskiljande dörrar som skall vara självstängande var uppställda med kilar, samt att vissa dörrar saknade dörrstängare. Något som försämrar möjligheterna att förhindra brand- och brandspridning till angränsande utrymmen. Vidare konstaterades att vissa dörrar till hotellrum inte fungerar som självstängande.



Bild 3. Dörr som saknar dörrstängare.



Bild 4. Glipa mellan dörrblad och karm.

3.6 Ventilationssystem

Byggnadens ventilationssystem består av ett mekaniskt till- och frånluftssystem som har byggts om etappvis ett flertal gånger, senast under hösten 2005. Hotelldel och konferensdel är helt separerade och betjänas av separata fläktar. Gemensamt är att de är placerade i samma fläktrum på vindsplanet (plan 5), samt att tilluften återvärms via värmexlare.

Hotelldelen

Generellt sett är hotellrum kopplade parvis till från- och tilluftskanaler som är inbyggda i pelare i hotellkorridorerna. Dessa kanaler löper vertikalt genom byggnaden och kopplar samman rum som ligger rakt ovanför varandra. Inga brandspjäll finns som kan avskilja rummen från varandra. Vid eventuell brand kan därför brandgaser spridas både till intilliggande rum samt till rum i våningen ovanför. Hotelldelen betjänas av två aggregat, installerade under början av 90-talet. Detektion av brand består av centralt placerade optiska rökdetektorer i från- och tilluftskanal. Vid larm stängs fläktarna av och spjäll öppnas som

kopplar kanalerna förbi fläktarna, ut i det fria. På så vis ska brandgaser i systemet ventileras ut med självdrag. Information om eventuell koppling till brandlarm saknas.

Konferensdelen

Konferensdelen betjänas av två fläktar, utbytta under hösten 2005. Konferensrum Landsort betjänas av ytterligare ett aggregat. Restaurang och hiss i konferensdel är kopplade till separata fläktar som är av äldre typ, förmodligen utbytta under tidigt 90-tal. Det finns ett okänt antal brandspjäll i kanalerna kring konferensrummen. Likt hotelldelen finns här optiska rökdetektorer i från- och tilluftskanal, som vid detektion dock inte öppnar kanalerna till det fria. Istället stängs fläktarna av samt spjäll blockerar intag och utblås av från- och tilluft.

Sammanfattningsvis saknas komplett beskrivning av ventilationssystemet. Ritningarna är inte uppdaterade och drift och underhållspärmar är inte korrekta. Vid bytet av fläktar till konferensavdelningen under hösten 2005, upptäcktes ett antal brandspjäll i kanalerna på respektive våningsplan. Brandspjällen saknas på ritningar, deras funktion och status är okänd. Larmutgångarna som indikerar om spjället löst ut eller är ur funktion, är inte inkopplade. Sammantaget leder detta till att någon närmare bedömning av riskerna för brandgasspridning via ventilationssystemet inte kan göras, utöver vad som nämnts ovan.

3.7 Brandgasventilation

Konferens- och hotelldelens lokaler kan brandgasventileras via fönster och dörrar. Trapphus, vindsutrymmen samt hisschakt är försett med brandgasventilation bestående av luckor, som manuellt kan aktiveras av räddningstjänst.

4. Förutsättningar för räddningstjänst

Det automatiska brandlarmet är kopplat direkt till räddningstjänsten utan larmlagring. Vid automatlarm är det Nackas brandförsvaret som först larmas. Räddningstjänstens insatstid uppgår till ca 15 minuter. Vid automatlarm anländer räddningstjänst med släckbil samt höjdfordon. Räddningsinsatser som kräver maskinstege eller hävare, kan genomföras längs med hela byggnadens fasad. Byggnaden är tillgänglig för räddningsfordon från det ordinarie vägnätet och angrepp sker via byggnadens entréer. Brandvattenförsörjning kan ske via kommunalt brandpostnät, samt även från öppet vattentag.

På gårdsplanet finns en utvändigt byggad gasolttank där en ca 7 m³ stor gasolttank är installerad. Från tanken sker matning av gasolledning till hotellets restaurangkök. Gasolttanken kan medföra ett riskmoment vid brand, med konsekvenser av att personsäkerheten äventyras och att egendomsskador uppkommer.

4.1 Tillbudshistorik

Från insatsrapporter kan man konstatera att under de senaste 13 åren, har räddningstjänsten larmats för utryckning till Grand hotell vid ca 100 tillfällen. Mestadels har det rört sig om fellarm, där någon rök- eller värmedetektor har utlöst utan att brand har uppstått. Dessa fellarm bidrar till stora kostnader för objektsägaren. Ett strategiskt arbete där man undersöker felorsaker, samt vidtar åtgärder för att minimera fellarm, bör kunna reducera antalet onödiga larm. Färre fellarm leder till kostnadsbesparingar samt ökad tilltro hos hotellets personal och gäster vid skarpa larmtillfällen.

År 1983 inträffade en stor brand på hotellet. Olyckan beskrivs som följande:

”Brand på Grand hotell i Saltsjöbaden under morgonen. Hotellet hade automatiskt brandlarm, men ej i vindsutrymme där branden uppstod. I den delen av hotellet fanns inga sovande gäster. På vinden fanns skumgummimadrasser. Taket höll på att störta in, varvid rökdykargruppen fick dra sig tillbaka. Troligen hade branden pågått i flera timmar innan det att det automatiska brandlarmet utlöstes. Bjälkar på 6 x 6 tum var strax efter framkomst genombrända. Hotellens gäster på ca 30 personer kunde utrymmas lugnt. En brandman brände sig på händerna då han stängde en dörr i en brandvägg. Ca 6 timmar efter larm var branden under kontroll. Besvärlig eftersläckning i bjälklag pågick under natten, eftersläckning pågick i tre dygn. Brandorsak okänd, inga allvarligt skadade eller omkomna. Total kostnad bedömdes till 22 mkr.”

5. Utrymning

En utrymningsituation innebär att personer skall uppfatta faran samt ta ett beslut att utrymma. Utrymning är en handling som skall genomföras under onormala förhållanden, samtidigt som graden av hot ökar. Många faktorer påverkar utrymningsförloppet, hur personer upplever situationen och hur de därefter väljer att agera (Abrahamsson, 1998; Brandskyddshandboken, 2002). De personberoende faktorerna kan till exempel vara personers fysiska förmåga, funktionshinder, alkoholpåverkan, grad av vakenhet, ålder och sociala förhållanden.

Andra faktorer som påverkar en utrymning kan hänföras till lokalers utformning, samt till byggnadens tekniska installationer och system. De byggnadsberoende faktorerna kan till exempel vara (Abrahamsson, 1998; Utrymningsdimensionering, 2004):

- brandlarm för att tidigt upptäcka branden
- utrymningslarm för att underlätta förståelse av situationen
- vägledande markeringar för att visa vägen ut
- avstånd till utrymningsväg samt antal utrymningsvägar
- utformning och placering av utrymningsvägar
- dörrar som är lätt identifierbara och lätta att öppna

För att underlätta för personer att utrymma ställer myndigheten krav på hur byggnaden skall utformas. Det ställs olika krav på utformning för olika byggnader och verksamheter. Kravet är dock att utrymning alltid skall kunna ske på ett tillfredställande sätt (BBR, 2002). Vid objektbesöket studerades utrymningsförhållandena i byggnaden, som har legat till grund för den analytiska utrymningsdimensioneringen. En kontroll mot byggreglerna har även utförts vad avser utrymningsvägar, gångavstånd till utrymningsvägar, vägledande markeringar etc.

5.1 Tid för utrymning

Med utrymningstid avses tiden mellan att en brand initierats, tills det att personerna i byggnaden har evakuerat till en säker miljö. Utrymningstiden kan indelas i de tre tidsfaserna varseblivningstid, besluts- och reaktionstid samt förflyttningstid. Varseblivningstiden är den tid som förflyter från det att branden initierats, till dess att personen har uppfattat faran. Besluts- och reaktionstiden anges som den tid från det att personen varseblivit branden, till att en förflyttning påbörjats. Förflyttningstiden motsvarar den tid från det att personen har börjat förflytta sig, tills det att den befinner sig i en säker miljö (Frantzich, 2001). Den totala utrymningstiden kan skrivas som:

$$t_{\text{utrymning}} = t_{\text{varseblivning}} + t_{\text{beslut \& reaktion}} + t_{\text{förflyttning}}$$

Tiden för utrymning anses acceptabel när den understiger den tid det tar innan kritiska förhållanden uppstår (BBR, 2002; Brandskyddshandboken, 2002). Acceptabel utrymningstid kan skrivas som:

$$t_{\text{utrymning}} < t_{\text{kritiska förhållanden}}$$

Kritiska förhållanden definieras som de förhållanden som råder, då personsäkerhet ej längre kan garanteras vid en utrymning. Byggreglerna anger följande gränsvärden för kritiska förhållanden (BBR, 2002; Abrahamsson, 1998):

- Brandgaslagrets höjd över golvet bör ligga lägst på höjden $1,6 + 0,1 \times H$ meter, där H är rumshöjden
- Lufttemperaturen i vistelsezonen bör ej överstiga 80°C
- Kortvarig strålningsintensitet bör maximalt uppgå till 10 kW/m^2
- Maximal strålningsenergi bör maximalt uppgå till 60 kJ/m^2 , utöver energin från en strålning på 1 kW/m^2 . Brandskyddshandboken (2002) anger som alternativ en maximal strålningsintensitet av $2,5 \text{ kW/m}^2$

Ett överskridande av något av de ovanstående gränsvärdena innebär dock inte med säkerhet att personskador uppkommer, eller att personer omkommer vid utrymning. Vid en bedömning av utrymningssäkerhet bör flera faktorer beaktas. Ett lågt brandgaslager som består av kalla brandgaser inverkar t ex mindre på personsäkerheten, än ett brandgaslager som befinner sig på samma höjd men där strålningsintensitet är hög. Andra faktorer som påverkar personsäkerheten vid utrymning är halten av toxiska gaser, samt rådande siktförhållanden i lokalen. Brandskyddshandboken (2002) anger följande gränsvärden med avseende på siktförhållanden, för att en utrymning skall vara möjlig:

- Siktbarhet på minst 5 meter i brandrummet och 10 meter i utrymningsväg

5.2 Förutsättningar för utrymning

Genom okulär besiktning av byggnaden samt genomgång av relationshandlingar, har förutsättningarna för utrymning granskats. Granskningen har skett mot Boverkets byggregler (BBR, 2002), Brandskyddshandboken (2002), samt Boverkets rapport Utrymningsdimensionering (2004). Syftet med granskningen är att se om det finns brister i utformningen, som kan påverka personsäkerheten vid utrymning. Granskningen baseras på regler för förenklad dimensionering. Det som främst studerats är tillgång och utformning av utrymningsvägar, samt hjälpmedel för orienterbarhet. Utrymningsdimensionering för studiens valda brandscenarier behandlas vidare i kapitel 8-12, där personsäkerheten verifieras genom analytiska beräkningar.

5.3 Tillgång till utrymningsvägar

Grundläggande krav för utrymning är att det från varje lokal där personer vistas mer än tillfälligt, finns minst två av varandra oberoende utrymningsvägar. Med oberoende avses att en av utrymningsvägarna skall kunna blockeras av en brand, utan att det hindrar de övriga utgångarna från att användas. Dörr som leder till utrymningsväg skall vara lätt att identifiera och öppna, med utåtgående slagning i utrymningsriktningen. (BBR, 2002; Brandskyddshandboken, 2002).

I konferensrum Grönskär leder utrymningsväg till Grönskär lounge eller till angränsande korridor. Bägge dessa utrymnen är sammankopplade med varandra och kravet på två av varandra oberoende utrymningsvägar uppfylls ej.

Skjutdörr som utgör utrymningsväg i Franska matsalen är mycket svår att öppna, samt att upptäcka. Lokalens andra utrymningsväg utgörs av en dörr som leder till Grönskär lounge. Slagriktningen på dörren är ej utåtgående. I konferenslokalen Landsort är dörr till utrymningsväg väldigt svåra att upptäcka, då de är placerad bakom en vägg och målade i samma kulör som övriga väggar.

I byggnadens konferensdel kräver utrymningsdörrar mot trapphus samt utvändig fasadtrappa från Landsort, två handgrepp för att öppnas (vrede samt trycke). Kravet på att dörrar som utgör utrymningsväg skall kunna öppnas med ett handgrepp uppfylls ej.



Bild 5. Utrymningsdörr i Franska matsalen.

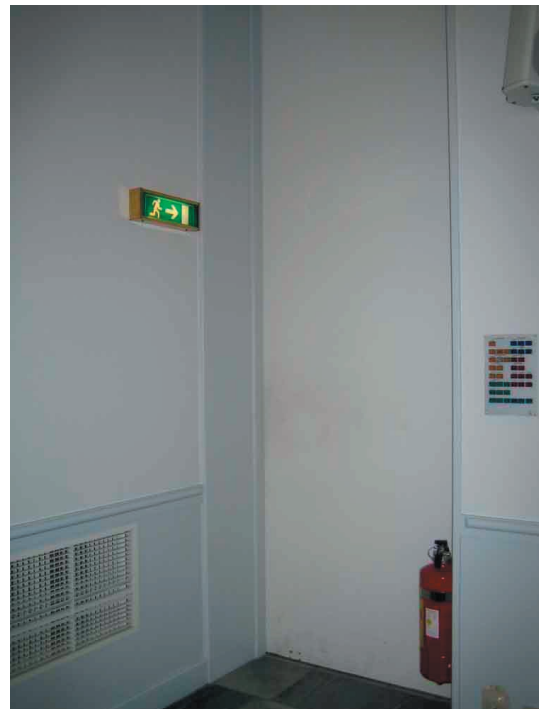


Bild 6. Skydd utrymningsdörr i Landsort.

5.4 Passagemått i utrymningsväg

För varje utrymningsväg avsedd för lokal med färre än 150 personer, gäller att den skall vara minst 0,9 meter bred och 2,1 meter hög. I lokal där fler än 150 personer vistas, skall utrymningsväg vara minst 1,2 meter bred och 2,1 meter hög. Den totala bredden av samtliga utrymningsvägar bör vara minst 1,0 meter per 150 personer. Vid händelse av att en av utgångarna blockeras, bör de övriga utgångarna ha sådan bredd att de motsvarar 1,0 meter per 300 personer (Brandskyddshandboken, 2002). Passagemåttet i byggnadens utrymningsvägar uppfylls enligt ovan angivna regler. Skjutdörr som utgör utrymningsväg i Franska matsalen, kan dock vara svår att öppna så att erforderligt passagemått erhålls.

5.5 Gångavstånd inom och till utrymningsväg

Boverkets rapport *Utrymningsdimensionering (2004)*, anger följande riktvärden för gångavstånd inom utrymningsväg, respektive till utrymningsväg:

- Gångavstånd till närmsta trappa som leder till annat våningsplan eller utgång till det fria, får ej överskrida 30 meter. Maximalt gångavstånd baseras på om utrymning kan ske i två riktningar.
- Gångavstånd till närmsta utrymningsväg eller till annan brandcell, får ej överskrida 30 meter, där sammanfallande väg räknas med en faktor 2. I lokal som skyddas med automatisk vattensprinkleranläggning, kan gångavståndet ökas med 1/3.

Gångavstånd till och inom utrymningsvägar i byggnaden, uppfylls enligt ovan angivna krav.

5.6 Lös inredning i utrymningsväg

Byggreglerna ställer inga krav på hur mycket lös inredning som får förekomma i en utrymningsväg. Grundförutsättningen är dock att det inte bör förekomma lös inredning som kan försvåra framkomligheten samt skymma vägledande markeringar. Lös inredning kan dessutom utgöra en brandfara i sig (*Utrymningsdimensionering, 2004*). Vid objektsbesöket konstaterades att möblering i utrymningsvägar, generellt inte utgjorde några hinder för framkomlighet. I del av utrymningsväg närmast konferensrum Grönskär, fanns dock cirka 25 stycken staplade stolar av stoppat material. Utrymningsvägen var även möblerad med två träbord samt ett piano.



Bild 7. Lös inredning i utrymningsväg.

5.7 Vägledande markering och övrig skyltning

Vägledande markeringar skall finnas i lokaler där personer förväntas ha mindre god lokal-kännedom. Vägledande markeringar skall finnas i sådan omfattning och vara placerade så att utrymning inte hindras av svårigheter att orientera sig i byggnaden (BBR, 2002; *Utrymningsdimensionering, 2004*). För hotell och samlingslokaler för fler än 150 personer, skall utrymningsskyltar till utrymningsvägar alltid utgöras som genomlysta och vara utformade enligt AFS 1997:11 (*Brandskyddshandboken, 2002*).

Vid objektbesöket konstaterades att vägledande skyltar i hotellrumskorridorer var placerade på vägg, där de skymdes av pelare för installationsutrymmen. Vägledande markering bör placeras så att det tydligt framgår vilken väg personer skall ta. I restaurang- och bar-del (plan 1) saknas utrymningsskylt vid dörr mot utvändig terrass. Det observerades även att vissa genomlysta utrymningsskyltar ej fungerade.

Vid objektbesöket observerades det att vissa utrymningsplaner inte stämmer. Kravet på utrymningsplaner ställs enligt AFS 2000:42 och skall utföras enligt SS 2875. Konferensrum och övriga publika utrymmen saknar information om maximalt personantal, som samtidigt får vistas i lokalen.

5.8 Personer med funktionshinder

Bygglagsstiftningen ställer inga särskilda krav på hur brandskyddet skall utformas, för att tillgodose en säker utrymning för funktionshindrade personer. Tekniska installationer och andra hjälpmedel kan dock underlätta en utrymningsituation för funktionshindrade personer.

Genom att anpassa utrymningslarmet med optiska och taktila larmdon, kan utrymnings-signaler förstärkas för personer med hörsel- och synnedättning (Brandskyddshandboken, 2002).

Trappor och trösklar begränsar ofta tillgängligheten för funktionshindrade personer. Rullstolsburna personer som befinner sig ovan byggnadens markplan, kommer att få stora problem att utrymma byggnaden vid en brand. Möjligheten finns dock att utrymma till annan brandcell på samma våningsplan. I byggnaden finns inga brandhissar installerade, och den rullstolsburne är i detta fall beroende av hjälp. Objektsägaren bör tillgodose att rullstolsburna personer kan placeras i gästrum som ligger på entréplanet, för att utrymning skall kunna ske på ett tillfredsställande sätt. I Räddningsverkets rapport *Utrymnings säkerhet för rörelsehindrade (2001)*, ges förslag på hjälpmedel för att underlätta utrymning för rullstolsburna personer. Bland annat diskuteras evakueringsstolar som evakueringshjälpmedel. Fördelen med stolen är att mindre starka personer kan förflytta en rullstolsburn person i trappor. Evakueringsstolar kräver dock att medhjälparen är införstådd med hur stolen fungerar. Evakueringsstolar tar förhållandevis liten plats när de är hopfällda och kan förvaras hängande på vägg intill trappa.

6. Personsäkerhetsanalys för scenariourval

Personsäkerhetsanalysen baseras på troliga brandscenarioer, som kan medföra att personsäkerheten i händelse av brand äventyras. Analysen beskriver samtliga plan och utrymmen i byggnaden, där en brand initialt kan ge kritiska förhållanden i samband med utrymning. De scenarier som inte avfärdas i analysen kommer att behandlas mer ingående i rapporten, för att bedöma huruvida personsäkerheten påverkas vid en utrymningsituation.

Hotell

Plan 0

I källarvåningen vistas ett litet antal personer och utrymmena används relativt sällan. I undercentralen och sprinklercentralen är det endast intern- och extern servicepersonal som har tillträde. Brandbelastningen är låg i dessa utrymmen och rummen är utförda som egna brandceller. Uppvärmningen av fastigheten sker med sjövärme, vilket medför att uppkomst av brand i pannrummet bedöms som liten. *Utrymningsmöjligheterna i källarplanet bedöms som goda i förhållande till personantal och verksamhet. Scenariot utreds inte vidare.*

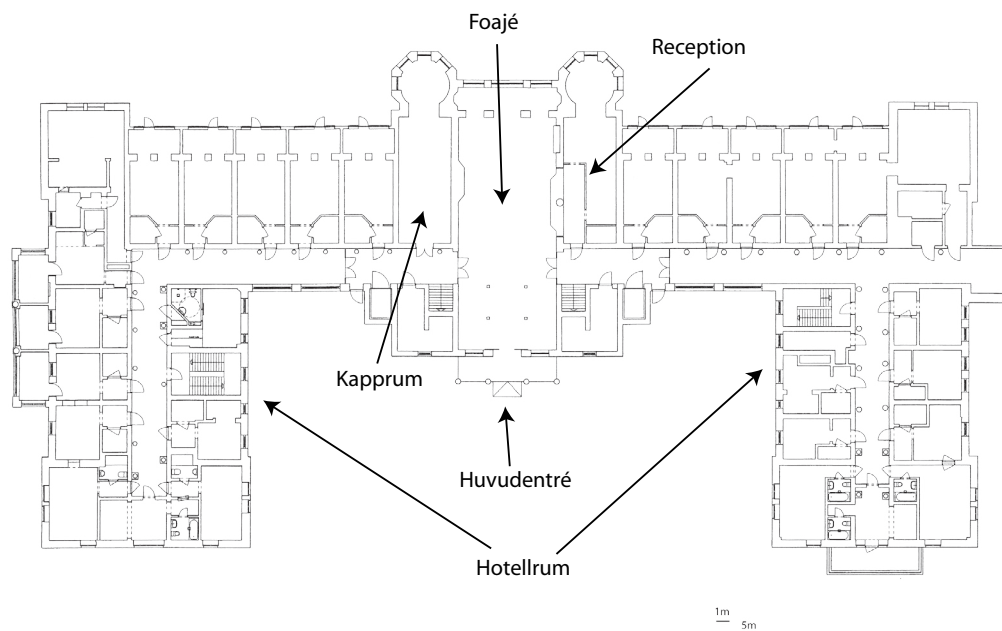
I förrådsutrymmen samt korridor finns trähyllor med lagrat brännbart material, vilket kan bidra till att en brand får en hög effektutveckling. En brand i dessa utrymmen kan medföra att brandgaser sprids via trapphus till de högre belägna hotellplanen. Scenariot kräver en stor utvecklad brand med kraftig rökutveckling, för att brandgaser ska kunna rökfylla hela trapphuset och blockera en utrymningsväg för de högre belägna planen. Rökdetektorer i korridor begränsar dock att en dold brand kan pågå under längre tid och vattensprinkler kommer att begränsa brandens effektutveckling. *Personer på de högre belägna planen bedöms ha goda möjligheter att genomföra en säker utrymning via byggnadens andra utrymningsvägar.*

Plan 1

Byggnadens plan utgörs av en foajé med reception, toaletter, kapprum samt hotellrum. Sprinklersystem samt automatiskt brand- och utrymningslarm är installerat på hela planet. Vid objektbesöket konstaterades det att mängden brännbart material i foajén var relativt stor. Vidare observerades det att branddörrar mellan foajén och hotellkorridorer saknar dörrstängare, samt att de stod uppställda med dörrkilar. En brand i foajén kan bidra till brandgasspridning till centrala trapphus och hotellkorridorer, vilket begränsar utrymningsmöjligheterna för hotellets gäster. Receptionen är dock bemannad dygnet runt vilket medför en snabb detektionstid vid brand, samt en eventuell snabb släckinsats där en brand upptäcks tidigt. *En brand i hotellfoajén som kan bidra till en kritisk utrymningsituation anses inte trolig. Scenariot kommer ej att utredas i rapporten.*

Vid festarrangemang används hotellets kapprum som garderob. Under dessa tillfällen kan mängden brännbart material i rummet vara relativt stor, då cirka 50-60 ytterplagg förvaras i garderoben. Kapprummet är vid dessa tillfällen bemannat av två personer, vilket troligen bidrar till en snabb detektionstid vid en eventuell brand. Rummet är försett med vattensprinkler och övervakas av värme- samt rökdetektorer. Till kapprummet finns dörrar som kan stängas vid brand. *En brand i kapprummet som bidrar till en kritisk utrymningsituation för hotellets personal och gäster, anses inte trolig. Scenariot utreds ej i studien.*

Rum och korridorer i hotellets flyglar har i stort sett samma planlösning som plan 2 och 3. Utrymning via hotellrummens fönster är möjlig för hotellets gäster, men skall ej ses som en förutsättning för en säker utrymning. Utrymning kan ske via trapphus i hotellflygel, eller via hotellets huvudentré. Det finns en stor mängd brännbart material i hotellrummen och där brandbelastningen anses vara hög med avseende på rummets yta. Möbleringen i ett hotellrum består i princip av; säng med stoppad madrass, stoppad fåtölj, stoppad stol, garderob av trä, samt ett bord av trä. Vid besök på plats uppmärksammades att vissa hotelldörrar inte fungerar som självstängande. En brand i ett hotellrum med öppen dörr, kan ge snabb brandtillväxt och brandspridning till angränsande hotellkorridor. Scenariot anses ge större effekt än en brand i hotellkorridor, där brandbelastningen var relativt låg. En hotellrumsbrand som initieras vid en tidpunkt där man kan anta att hotellgäster sover, bedöms ge stora konsekvenser med avseende på personsäkerhet i samband med utrymning. *Brandscenario i hotellrum kommer att utredas i rapporten.*

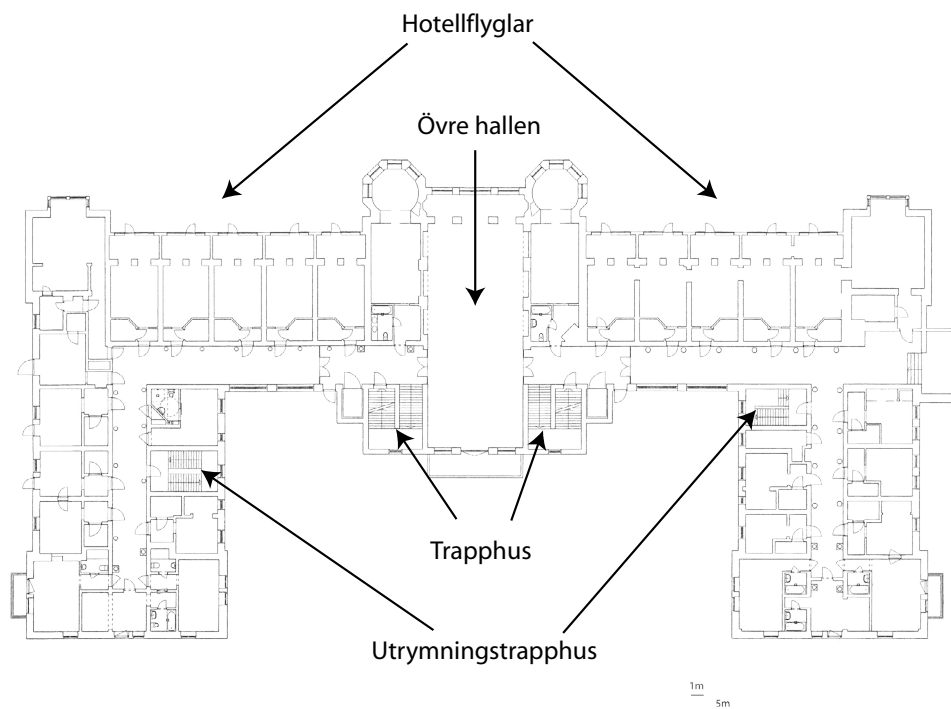


Figur 2. Hotelldelen, plan 1

Plan 2

Hotellflyglarna skiljs åt via den "Övre hallen". Det finns en stor mängd brännbart material i rummet. Möbleringen består bland annat av ett biljardbord, fem bokhyllor, åtta stoppade fåtöljer och åtta stoppade soffor med tillhörande bord av trä. Vid festevenemang kan personantalet i lokalen uppgå till cirka 80 personer. Lokalen har automatiskt brand- och utrymningslarm, samt är försedd med vattensprinkler. Vid en eventuell brand i Övre hallen förhindrar självstängande dörrar brandgasspridning till hotellrumskorridorer samt trapphus. Om dörrarna är satt ur funktion kan rökspridning ske till trapphus, vilket begränsar utrymningsmöjligheterna för hotellgästerna. Utrymningsvägar från Övre hallen utgörs av två trapphus på respektive sida av salen. Det finns goda möjligheter att utrymma lokalen vid en eventuell brand. *Utrymningsvägar anses tillfredsställande i förhållande till personantal vilket gör att scenariot inte utreds vidare.*

Gästrum och korridorer i hotellets flyglar har i stort sett samma planlösning som plan 1 och 3. Sprinklersystem samt automatiskt brand- och utrymningslarm är installerat på hela planet. Utrymning kan ske via trapphus i hotellflygel, eller via centralt trapphus. Utrymning via hotellrummens fönster kräver räddningstjänstens insats. *Brand i hotellrum kommer att utredas vidare i rapporten.*



Figur 3. Hotelldelen, plan 2

Plan 3

Hotellflyglarna skiljs åt via en gångbro som genomsör ”Övre hallen”. Självtängande dörrar begränsar brandgasspridning från Övre hallen till hotellrumskorridorer samt trapphus. Om dörrarna av någon anledning inte stängs kan trapphuset bli rökfyllt, vilket begränsar utrymning för hotellgäster till en utrymningsväg. Scenariot blir troligen inte värre än en brand i ett hotellrum, vilket kommer att utredas.

Hotellrum och korridorer på plan 3, har i stort sett samma planlösning som plan 1 och 2. Sprinklersystem samt automatiskt brand- och utrymningslarm är installerat på hela planet. Utrymning kan ske via trapphus i hotellflygel, eller via centralt beläget trapphus. En utrymning via hotellfönster kräver medverkan av räddningstjänstens personal. *En brand i ett hotellrum antas få samma konsekvenser med avseende på utrymning, som en brand på plan 1 och 2.*

Plan 4

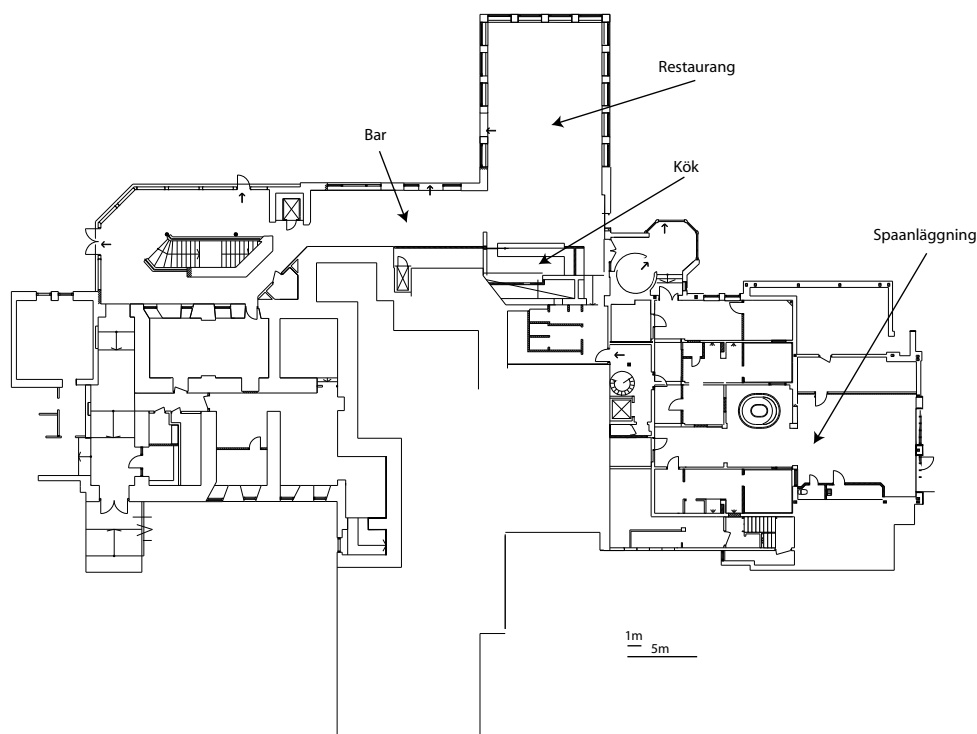
Hela övre planet utgörs av hotellrum liknande de rum som finns på plan 1,2 och 3. Skillnaden är dock att vissa rum (sviter) är något större till yta och innefattar en större mängd brännbart material. Sprinklersystem samt automatiskt brand- och utrymningslarm är instal-

lerat på hela planet. Utrymning kan ske via trapphus i hotellflygel, eller via centralt beläget trapphus. Utrymning via hotellrummens fönster kräver räddningstjänstens insats, och skall därför ej ses som en förutsättning för en säker utrymning. *Ett brandscenario där en brand initieras i ett hotellrum, antas få samma konsekvenser med avseende på utrymning som en brand på plan 1, 2 och 3.*

Konferensdel

Plan 1

Hotellets spaanläggning innefattas av två massagerum, bar, fitness- och relaxavdelning, samt herr- och dambastu med tillhörande omklädningsrum. Lokalen utgörs som egen brandcell. Antalet personer som samtidigt vistas i lokalerna bedöms vara cirka 20 till 25 stycken. I lokalerna är ett sprinklersystem samt ett automatiskt brand- och utrymningslarm installerat. Utrymning kan ske direkt till det fria alternativt via brandtekniskt avskilt trapphus vidare till det fria. *Utrymningsmöjligheterna bedöms som goda i förhållande till personantal.*



Figur 4. Konferensdelen, plan 1

På planet finns en restaurang med tillhörande kök och bar. Lokalen är avsedd för cirka 120 personer. Mängden brännbart material i restaurang- och bardel är mycket stor. Möblering i restaurangdelen består av cirka 100 stoppade stolar med träram, samt cirka 40 träbord (0.6 x 0.6 meter). Bardelen inrymmer även 11 stoppade fåtöljer med tillhörande träbord. I lokalen är ett sprinklersystem, samt automatiskt brand- och talat utrymningslarm installerat. Utrymning kan ske direkt till det fria, alternativt via brandtekniskt avskilt trapphus vidare till det fria. En av utrymningsvägarna mot utvändigt terrass saknar dock utrymningsskylt. Det finns goda möjligheter att utrymma lokalen vid en eventuell brand. *Utrymningsvägar anses*

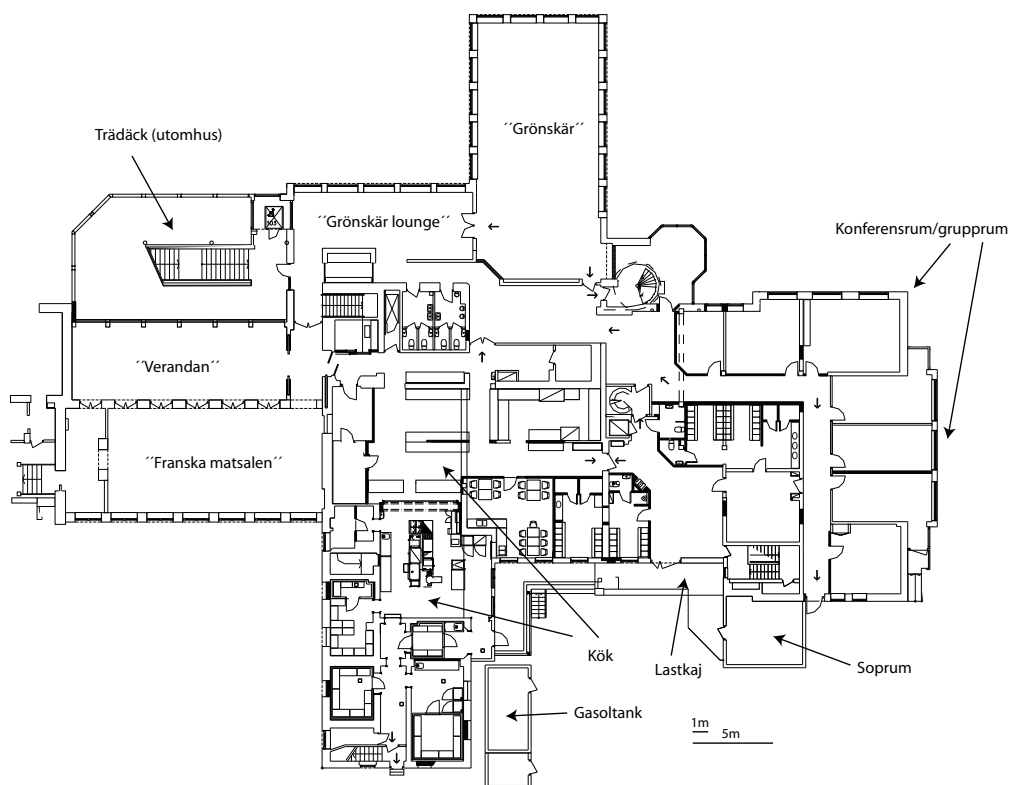
vara tillfredsställande i förhållande till personantal. Mängden brännbart material i köket är mycket liten. En initialbrand i fritös och/eller stekbord begränsas av ett punktskydd, som består av ett fast installerat automatiskt släcksystem.

Övriga lokaler på planet är vinförråd, elcentral och ett linneförråd. En dold brand i linneförrådet skulle kunna bidra till ett snabbt brandförlopp, men bör begränsas när vattensprinkler aktiveras. Brandgasspridning till angränsande utrymmen bedöms vara små. Utrymningsmöjligheterna från lokalerna bedöms som goda i förhållande till personantal och verksamhet.

Plan 2

På planet finns sju små och likvärdiga konferensrum, med plats för 12 till 15 personer i vardera rum. Möblering i rummen består av 12 till 15 stoppade stolar samt ett träbord (längd cirka 4 meter). Ett av konferensrummen kan utrymmas direkt till det fria eller via korridor direkt till det fria. I övriga rum kan utrymning ske via korridor direkt till det fria, alternativt via brandtekniskt avskilt trapphus vidare till det fria. Samtliga rum och korridor är utrustade med sprinkler samt automatiskt brand- och utrymningslarm. Utrymningslarmet utgörs av talat meddelande. Utrymningsmöjligheterna med hänsyn till personantal anses vara tillfredsställande.

Konferensrum Grönskär med tillhörande lounge- och bardel rymmer cirka 80-100 personer vid konferenser. Lokalen kan möbleras med cirka 80 till 100 stoppade stolar, samt ett tiotal långbord i trä. Loungedelen har en stor mängd brännbart material, där möbleringen består av 24 stoppade fätöljer samt 6 runda träbord. En mängd brännbart material förekommer



Figur 5. Konferensdelen, plan 2

även vid områden kring bardisken. I samtliga dessa lokaler finns ett sprinklersystem samt automatiskt brand- och utrymningslarm installerat. Utrymningslarm kan även utlösas via manuell tryckknapp. Utrymning från lokalerna sker direkt till det fria, alternativt via brandtekniskt avskilt trapphus. I del av utrymningsväg närmast konferensrum Grönskär, fanns cirka 25 staplade stolar av stoppat material. Utrymningsvägen var även möblerad med två träbord, hörnskåp samt ett piano. *En brand i korridoren kan försvåra utrymning från Grönskär och Grönskär lounge och därmed äventyra personsäkerheten. Scenariot utreds i rapporten.*

Vid stora evenemang och sittningar kan antalet personer i Franska matsalen och Verandan uppgå till cirka 150. Möbleringen kan då bestå av cirka 150 stoppade stolar samt cirka 20-25 träbord. Lokalerna har automatiskt brandlarm med akustiskt utrymningslarm i form av siren. Franska matsalen och Verandan saknar automatiskt vattensprinklersystem. Vid brand kommer en skjutdörr i utrymningsväg från Franska matsalen, att fungera som självstängande för att begränsa brandgasspridning till angränsande utrymmen. Vid platsbesök observerades att dörren kan uppfattas skymd och vilseledande som utrymningsväg. Dessutom är skjutdörren väldigt svår att öppna.

Hotellet anordnar årligen ett antal större evenemang i form av julgransplundringar, midsommar- och nyårsfiranden, temafester, baler etc. I bland intar även företag hela hotellet för konferenser och andra evenemang. Vid sådana tillfällen anordnas ofta tillställningarna i Franska matsalen, Verandan samt Grönskär med tillhörande lounge- och bardel. Vid dessa tillfällen kan personantalet i lokalerna uppgå till cirka 500. *Bränder som initieras i Franska matsalen samt Grönskär lounge kommer att studeras i rapporten. Dessa scenarier bidrar till att många personer skall utrymma, i förhållande till de utrymningsmöjligheter som råder.*

Intill Franska matsalen finns hotellets restaurangkök. Mängden brännbart material i köket är liten. Ytskikten består av kakel, klinker och rostfritt stål. Eventuell brand i fritös och/eller stekbord som kan spridas via imkanal begränsas av ett punktskydd, som består av ett fast installerat automatiskt släcksystem. I köket och intilliggande personalutrymmen vistas endast köks- och servicepersonal. Köket och tillhörande personalutrymmen utgörs som egen brandcell, där utrymningsvägar leder direkt ut till det fria. *Utrymningsmöjligheterna i kök och personalutrymmen bedöms som goda i förhållande till personantal och verksamhet.*

På gårdsplanet finns ett utvändigt soprum i angränsning till en lastkaj, samt en byggnad för förvaring av en cirka 7 m³ stor gasoltank. Soprummet som är ett olåst utrymme, innehåller slutna sopkomprimatorer samt sopkärl i plast. Brandbelastningen i soprummet anses mycket hög, där en brand snabbt kan ge upphov till stora mängder brandgaser. Under besöket konstaterades att en mängd hopvikta kartonger lagrades på lastkajen. En antändning av materialet skulle kunna bidra till en snabb brandtillväxt och involvera delar av fasaden och skärmtaket. *En brand som startar i dessa utrymmen anses dock ej påverka personsäkerheten i byggnaden i samband med utrymning.*

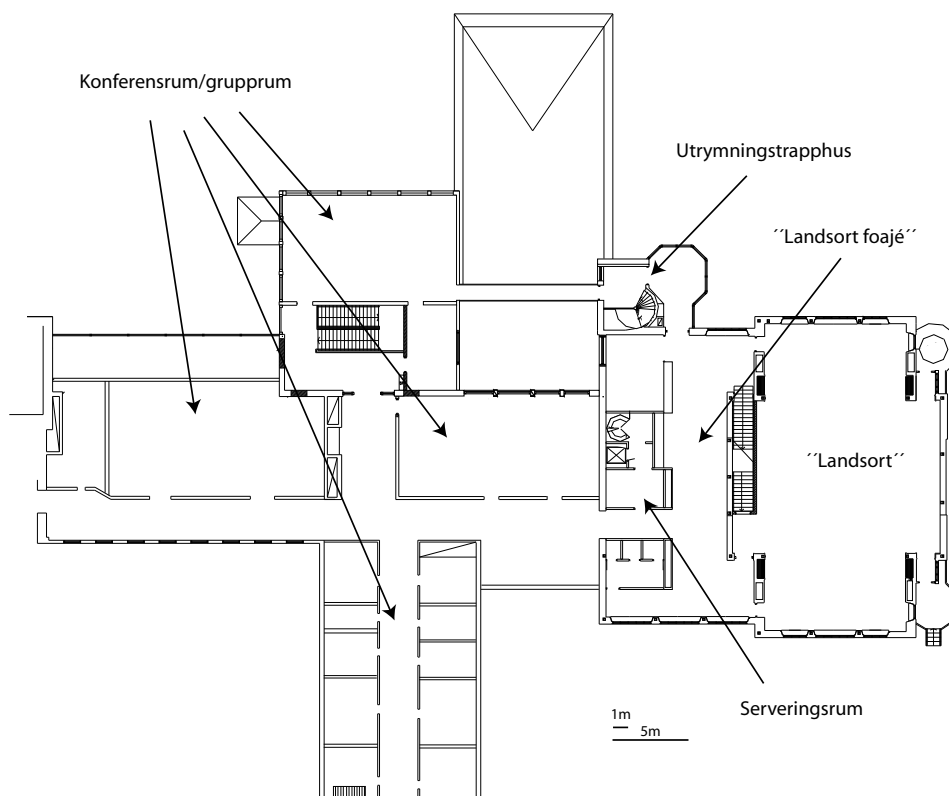
Matning av gasolledning till hotellets restaurangkök sker från en utvändigt separat byggnad, som utgörs som en egen brandcell. Det största riskmomentet sker vid lossning av gasol och skall hanteras efter särskilda regler. Rummet där gasoltanken är placerad är väl skyddat och

sannolikheten att en brand skulle uppstå inne i rummet är liten. En brand som anstiftas i hotellbyggnadens fasad eller intilliggande förråd som kan påverka gasoltanken, kommer sannolikt inte att hota hotellets gäster och personal, innan hotellets samtliga lokaler är utrymda.

Plan 3

På planet finns fyra mindre konferensrum, samt fyra större rum. De små konferensrummen är likvärdiga, med plats för 8 till 12 personer i vardera rum. Övriga rum kan ta mellan 40 till 150 personer vid sittande konferenser. Det finns en relativt stor mängd brännbart material i konferensrummen, där brandbelastningen anses vara hög med avseende på rummens yta. Samtliga konferensrum på planet är utrustade med sprinkler samt automatiskt brand- och utrymningslarm. Utrymningslarmet utgörs i form av talat meddelande. Utrymning från de mindre konferensrummen sker via brandtekniskt avskilt trapphus direkt ut till det fria. Utrymningsmöjligheterna för de mindre konferensrummen bedöms goda med hänsyn till personantal.

Det största konferensrummet, Landsort, kan ta cirka 150 sittande konferensgäster. Maximalt antal personer som samtidigt får vistas i lokalen är begränsad till 275. Lokalen avgränsas av en foajé med ett intilliggande serveringsrum. Persontätheten i foajén kan bli hög när konferensdeltagare samlas i lokalen vid till exempel fikapauser. En brand i serveringsrummet kan bidra till att foajén snabbt rökfylls. Vid detektion kommer en skjutdörr som utgör en av vägarna till utrymningsväg från lokalen att stängas. Vid objektbesöket konstaterades det att skjutdörren var mycket svår att öppna.

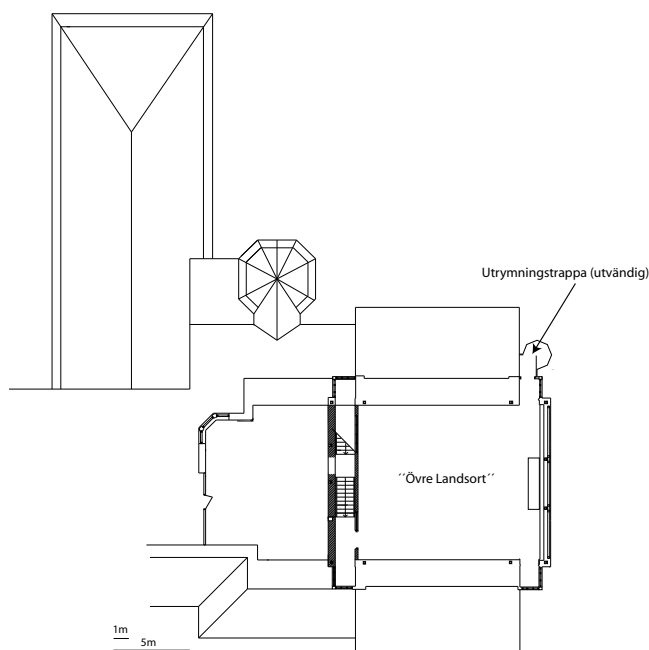


Figur 6. Konferensdelen, plan 3

Fojén har då endast en utrymningsväg, om skjutdörr som utgör utrymningsväg slås igen och det är låst in till konferenslokalen. *Scenariot studeras vidare i rapporten då utrymningsituationen kan bli kritisk på grund av det höga personantalet, samt de brister som observerades vad avser utrymningsvägar från lokalen.*

Plan 4

Det övre planet innefattas av konferensrum "Övre Landsort". Vid konferenser kan cirka 90 personer vistas i lokalen. I konferensrummet är ett sprinklersystem, samt automatiskt brand- och talat utrymningslarm installerat. Utrymning sker via utvändigt trappa till det fria, eller via trappa ned till brandavskilt trapphus på underliggande plan. En brand i lokalen kommer troligtvis att upptäckas relativt snabbt och en manuell släckinsats kan begränsa brandens tillväxt. Lokalens stora rumsvolym och rumshöjd, medför att det tar relativt lång tid för brandgaslagret att nå en kritisk höjd. *Utrymningen bedöms ej komma att bli kritisk i lokalen med avseende på rådande utrymningsvägar och rummets geometri.*



Figur 7. Konferensdelen, plan 4

Plan 5

Planet är avsett för fastighetens tekniska installationer och innefattar ett fläktrum. Brandbelastningen i fläktrummet är mycket låg och rummet utgörs som egen brandcell. En viss mängd lagrad brännbart material (julgranar av plast, TV-apparater, träskivor, kartonger etc.) förekommer i utrymmet, vilket dock inte är acceptabelt. Rummet är försett med värmedetektorer men saknar vattensprinkler. Endast intern- och extern servicepersonal har tillträde till utrymmet. *En brand i fläktrummet påverkar ej utrymningsförhållandena för hotellets gäster och personal.*

7. Simuleringar av valda scenarion

Samtliga brandscenarion har simulerats med CFAST. Indata till simuleringen ges via programmet CEdit version 6.0.5. För simulering av detektor- och sprinkleraktivering har programmet DETACT-T2 använts.

För att säkerställa riktigheten i en tvåzonsmodell, som CFAST, finns begränsningar vad gäller rummets geometri. Sambanden beskrivs enligt:

$$\frac{\text{Längd}}{\text{Bredd}} < 3 \quad \frac{\text{Längd}}{\text{Höjd}} < 3 \quad \frac{\text{Bredd}}{\text{Höjd}} > 0,4$$

Om dessa krav inte kan uppfyllas, får särskild hänsyn till modellens riktighet tas, alternativt att rummet delas upp i delar som var för sig uppfyller kraven. Genomgående har korridorer och andra rum som inte faller inom de givna ramarna delats upp i mindre delar. Dessa har sedan kopplats samman med en öppning med 2 dm lägre höjd än rummen, för att avskilja dem från varandra och kunna få så riktiga utdata som möjligt.

Vidare har det antagits att väggar och tak består av gipsskivor. Golvets beskaffenhet har inte tagits med i modellerna.

I de fall sprinkler finns monterad, har det förutsatts att denna är i funktionsdugligt skick. Tid till sprinkleraktivering har tagits från simulering i DETACT-T2. Sprinklerns påverkan på brandförloppet är svåröversäglig, men den kan inte antas släcka branden. Det har därför antagits att sprinkleraktivering endast hämmar brandens tillväxt och att effektutvecklingen hålls på en konstant nivå.

Läckage via ventilation, väggar, tak och fönster har för varje rum räknats samman till en total läckageyta som ses som en öppning till omgivningen.

Utdata från CFAST innehåller bland annat värde för optisk densitet i övre och undre zon; från detta kan sedan sikten beräknas. Det krävs att man anger ett förhållande mellan yield för C och CO₂, samt massförhållande mellan H och C i bränslet. Som en del i en känslighetsanalys har värdena för polyuretan och trä används för att sedan jämföra resultaten.

CFAST ger utdata för en övre och en undre zon. Gränsen mellan zonerna dras vid en relativt liten temperaturdifferens i höjdd. Detta innebär att den övre zonen kommer att sträcka sig längre ned än ett verkligt brandgaslager. Den övre zonen är inte densamma som brandgaslagret. Temperatur och sikt är ett medelvärde för en homogen övre zon och därmed är förhållanden sämre i brandgaslagret. Brandgaslagret kommer dock att under alla tider ligga på en högre höjd över golvet än den övre zonen, med undantag för sprinklerutlösning som leder till omblandade förhållanden.

7.1 Allmänt om dimensionerande bränder

Det första steget till att modellera ett brandscenario är att ta fram ett troligt brandförlopp för den delen av byggnaden man har valt att studera, en dimensionerande brand. Ur ett utrymningsperspektiv är brandens tillväxthastighet av störst intresse, då det är denna som bestämmer hur snabbt en utrymning måste ske. För att illustrera tillväxten för den dimensionerande branden använder man effekt-tid kurvor, där brandens effektutveckling beskrivs som en funktion av tiden. Tidigare studier och försök har visat att effektutvecklingen för bränder under tillväxtfasen ofta med tillräckligt god noggrannhet kan beskrivas med

s.k. αt^2 -kurvor, enligt sambandet $q(t) = \alpha t^2$. Där q (kW) är den totala effektutvecklingen från branden, α (kW/s²) är en för branden konstant tillväxtfaktor och t (s) är tiden räknat från antändning.

För många bränder karaktäriseras tiden efter antändning av en glödbrand med låg effektutveckling innan den flammande branden och den egentliga tillväxten tar vid. Eftersom αt^2 -modellen antar att tillväxten startar direkt efter antändning, krävs det för att kunna beskriva dessa bränder korrekt att man inför en förbrinntid, t_f . Förbrinntiden anger när den betydande delen av brandens tillväxt startar och effektutvecklingen antas vara låg för $t < t_f$. För de dimensionerande bränderna som beskrivs senare har effektutvecklingen för $t < t_f$ försumrats. Dock har det tagits hänsyn till att den låga effektutvecklingen under förbrinntiden eventuellt kan aktivera rökdetektorer.

Alla bränder kommer förr eller senare att sluta tillväxa. För de dimensionerande bränderna som beskrivs senare har ett antagande om en maximal effektutveckling för branden gjorts och branden antas tillväxa fram till att detta värde uppnås. För tiden efter tillväxtfasen har effektutvecklingen för de dimensionerande bränderna satts till detta maximala värde. Eftersom fokus i rapporten ligger på utrymning har ingen hänsyn tagits till brandens avtagande i effektutveckling.

Sammanfattningsvis kommer alltså de dimensionerande bränderna beskrivas enligt följande samband:

$$q(t) = 0 \quad t < t_f$$

$$q(t) = \alpha (t - t_f)^2 \quad t_f < t < t_{qmax}$$

$$q(t) = q_{max} \quad t > t_{qmax}$$

Detta samband kan ge skenet av att de dimensionerande bränderna på ett noggrant sätt kan beskriva ett tänkbart brandförlopp. Det kan inte nog understrykas att så inte är fallet och att de dimensionerande bränderna endast framställs på detta sätt för att underlätta vid beräkningar och datorsimulering samt för åskådliggörandets skull.

8. Brand i hotellrum

Flyglarna i byggnadens hotellldel, där hotellrummen är placerade, är i princip identiska för plan 1, 2, 3 och 4. Utrymning från den östra flygeln kan ske via brandtekniskt avskilt trapphus i hotellflygel, eller via byggnadens centralt belägna trapphus. Utrymning via hotellrummens fönster kan genomföras på plan 1, men skall ej ses som en förutsättning för en säker utrymning. För utrymning av plan 2, 3 och 4 via fönster bedöms räddningstjänstens insats krävas. Från den västra flygeln finns även möjlighet att utrymma till konferensdelen. Eftersom den östra flygeln har färre utrymningsvägar än den västra, antas en brand i östra flygeln få större eller motsvarande konsekvenser med avseende på utrymning, som en hotellrumsbrand i västra flygeln. De brandscenarier som studeras är därför placerade i hotellbyggnadens östra flygel.

För att kunna representera en brand i ett godtyckligt hotellrum placerades bränderna i de rum som antogs vara sämst placerade ur ett utrymningsperspektiv. Med sämst placerat rum, avses en brand i rum som försvårar utrymning genom hotellkorridoren i större utsträckning än i de övriga rummen. Syftet med att använda sig av detta resonemang är att ta fram de sämsta tänkbara förutsättningarna för utrymning, som en brand i ett hotellrum kan ge upphov till.

Vid objektsbesöket noterades, som tidigare nämnt, att vissa hotelldörrar inte fungerar som självstängande. Scenariot bygger på antagandet att dörren in till hotellrummet ej tillsluts och där en öppning till angränsande korridor är cirka 0,2 m².

En brand i rum **A** kan skära av utrymningsvägen till det centrala trapphuset. Detta medför att utrymning från hotellrummen endast kan ske via brandtekniskt avskilt trapphus i flygeln, eller via hotellrummens fönster. Vidare kan en brand i rum **B** skära av alla utrymningsvägar för hotellrummen belägna längre ner i korridoren än rum **B**.



Figur 8. Brand placerad i östra flygelns hotellrum, A respektive B.

Slutsatsen är alltså att de två scenarierna; brand i hotellrum **A** respektive hotellrum **B**, bör ge de sämsta förutsättningarna för utrymning och därför studeras endast dessa fall. Om studien visar att personsäkerheten är tillfredställande för dessa scenarier bör det tyda på att den även är det om brand skulle uppstå i ett annat godtyckligt hotellrum. Ett resultat som visar på brister i personsäkerheten för dessa scenarier tyder på att åtgärder krävs, då säker utrymning skall kunna ske från alla hotellrum.

8.1 Dimensionerande brand

Inredningen i hotellrummen är i stort sett identiska, bortsett från i de större sviterna på plan 4. Dock varierar geometrin något mellan rummen. Inredningen i ett hotellrum består i princip av; säng med stoppad madrass i polyuretan samt stomme i MDF-skiva, stoppad fåtölj, stoppad stol, garderob av MDF-skiva, gardin av bomull/nylon, samt ett bord av trä. Inredningen är ej flamskyddsbehandlad.

Som startföremål i den dimensionerande branden för hotellrummet har dubbelsängen valts. Tändkällan kan vara en cigarett vid sänggrökning eller en hårtork som oaktsamt placerats i sängen.



Bild 8. Säng i hotellrum.

I rapporten Initial Fires (Särdqvist, 1993), ges ett flertal exempel på effektutvecklingar från polyuretanmadrasser, i försök utförda av Babrauskas. Diagram 1 redovisar fyra av dessa försök (Y6/10, 15, 17, 19). I samtliga försök var tändkällan en papperskorg i polyetylen med blandat innehåll, placerad vid madrassens ena sida. Som det framgår i diagram 1 är brandens tillväxthastighet för de olika madrasserna ungefär densamma. Dock varierar den maximala effektutvecklingen och förbrinntiden. För att dimensionera tillväxthastigheten för hotellrummets madrassbrand antogs effektutvecklingen ske enligt:

$$\begin{aligned} q(t) &= 0 & t \leq 200 \\ q(t) &= 0,1(t - 200)^2 & t > 200 \end{aligned}$$

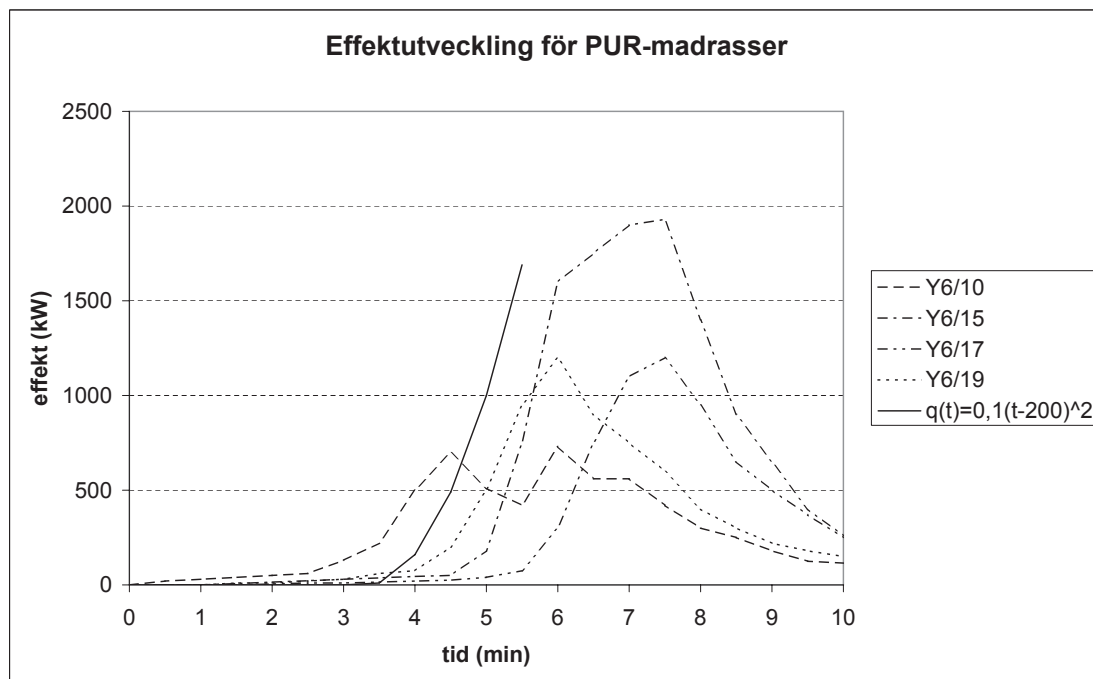


Diagram 1. Effektutveckling för polyuretanmadrasser.

Förbrinntiden är troligen längre i det aktuella scenariot än i Babrauskas försök, då tändkälans effektutveckling är betydligt högre i försöken. För att dimensionera hotellrumsbranden konservativt, sattes förbrinntiden till 200 s.

Om madrassbrandens tillväxt inte avbryts kommer även andra föremål att antändas genom flamspridning, konvektion från brandgaslagret eller värmestrålning. Detta kommer ytterligare att bidra till att effektutvecklingen i rummet ökar. De föremål som kommer att vara mest intressanta för rumsbrandens tillväxt är de som kan generera en snabb ökning i effektutveckling. Generellt kan det sägas att rumsbrandens tillväxt troligen kommer att vara snabb då inredningen i hotellrummen inte är flamskyddsbehandlad.

I bilaga A redovisas hur den initiala rumsbrandens tillväxt och maximala effektutveckling har uppskattats. För att kunna använda samma dimensionerande brand i både rum A och rum B, har avståndet mellan dubbelsängen och övriga föremål som riskerar att antändas givits ett ungefärligt värde som antas gälla för bägge rumsgeometrierna. Beräkningarna i bilaga A tyder på att antändningen av gardinen kommer att påverka rumsbrandens karaktär i störst utsträckning under de första minuterna av brandförloppet. Utifrån detta resonemang har en αt^2 -kurva anpassats för att beskriva effektutvecklingen i hotellrummet, se diagram 2. Den dimensionerande branden för hotellrummet antas sedan följa αt^2 -kurvan tills det att den maximala effektutvecklingen uppnås, se diagram 3. Effektutvecklingen ges av sambandet:

$$\begin{aligned}
 q(t) &= 0 & t &\leq 200 \\
 q(t) &= 0,15(t-200)^2 & 200 < t &\leq 360 \\
 q(t) &= 4000 & t &> 360
 \end{aligned}$$

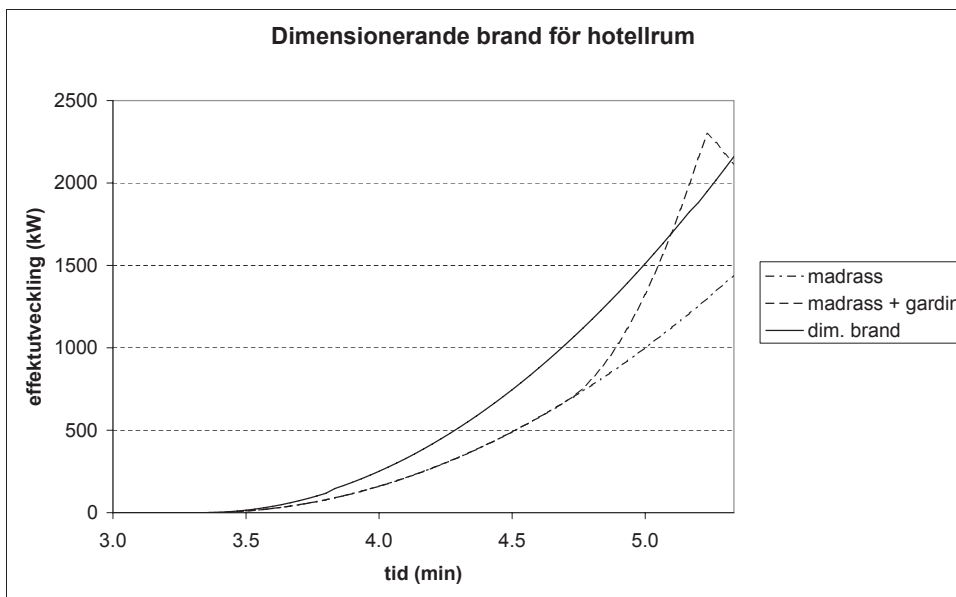


Diagram 2. Dimensionerande brand för hotellrum.

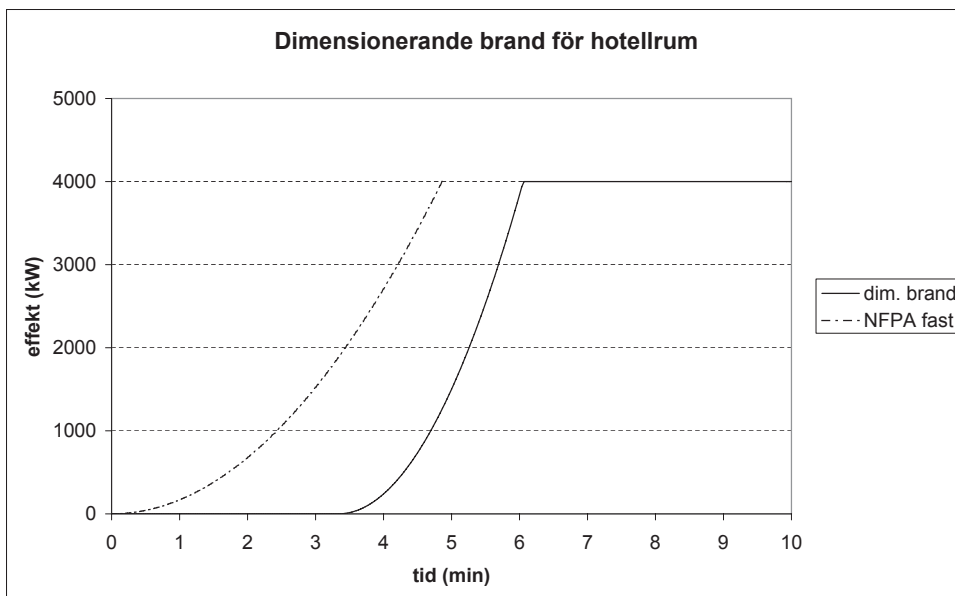


Diagram 3. Dimensionerande brand för hotellrum..

8.2 Förutsättningar för CFAST-simulering

Simuleringen har begränsats till brandrummet, dess anslutningsrum till korridoren och korridoren (se bilaga B, figur B3). Av intresse i detta scenario är att studera utrymningsförhållanden från rummen omkring brandrummet, genom korridoren. Rökspridning till övriga delar av byggnaden är på grund av detta inte intressant, det kommer möjligtvis att leda till bättre utrymningsförhållanden i den korridor som studeras. Rökspridningen kommer naturligtvis att leda till dåliga förhållanden i andra delar av byggnaden, men dessa antas inte bli värre än de förhållanden som råder i korridoren. Branddörr mellan korridoren till mittdelen av huskroppen och dörr till utrymningstrapphus hålls därför i simuleringen stängda. Korridoren har på grund av geometriska krav i två-zonsmodellen delats upp i 8 delar. Två olika hotellrum har studerats: ett nära utrymningstrapphuset samt ett nära branddörren mot mittdelen av huset.

Simuleringen har gjorts i två steg: i första steget har ansatts stängt fönster och ingen sprinkleraktivering. Temperaturen i brandrummet blev förvisso så hög att det fanns risk för att fönstret skulle spricka. Då det är ett två-glasfönster är det dock inte troligt att bägge rutorna faller ut helt. Fönstret har därför bortsetts från som öppning mot omgivningen i simuleringarna.

Branden blev dessutom i ett tidigt skede ventilationskontrollerad (se bilaga C, diagram C6). En takmonterad sprinkler borde enligt beräkningar i DETACT ha aktiverats efter ca 300s. Sprinklern i hotellrummen är väggmonterad vilket förlänger aktiveringstiden. Då branden vid denna tid enligt beräkningarna blir ventilationskontrollerad kan sprinklern, om den aktiveras, inte antas ha någon större effekt: kritiska förhållanden har redan uppstått i korridoren. I den andra simuleringen har därför antagits att sprinkler inte aktiveras.

8.3 Resultat från CFAST-simulering

Vid jämförelse av utdata från simuleringarna gällande brand i rum **A** och **B**, är resultaten likvärdiga (dock är tiderna för korridorboxarna omkastade, beroende på vilken box som ligger närmast brandrummet). Därför redovisas resultatet från rum **B**.

För att få en uppfattning om förhållanden i korridoren, studeras utdata för tre av de boxar som korridoren är uppdelad i, kallade 1, 5 och 8. Dessa är belägna i korridorens båda ändar samt där korridoren svänger, se bilaga B, figur B3.

| Tid till kritiska förhållanden (min.) | Hotellkorridor | |
|---------------------------------------|---------------------|--------------|
| | PUR | Trä |
| Övre zonens höjd över golv | 4,5 till 5 | 4,5 till 5 |
| Sikt i övre zonen | 4,5 | 5,5 till 6 |
| Temperatur i övre zonen | inträffar ej | inträffar ej |
| Strålning | inträffar ej | inträffar ej |
| Sammanvägning bränse | 4,5 | 5,5 |
| Sammanvägning lokal | 4,5 till 5,5 | |

Tabell 1. Sammanställning över tider till kritiska förhållanden

Kritiska förhållanden avseende övre zonens höjd anses uppkomma när zonen befinner sig på en höjd av 2 meter. Då resultaten av simuleringarna sammanvägs, inträffar kritiska förhållanden avseende höjden mellan 4,5 och 5 minuter efter det att branden startat, se bilaga C, figur C1.

Ett rimligt antagande är att det är tillräckligt med 5 meters sikt i korridoren för att se väggar och vägledande markeringar och därmed kunna utrymma på ett säkert sätt. När det brinnande materialet anses vara till största delen trä är sikten i den övre zonen acceptabel fram till mellan 5,5 och 6 minuter (se bilaga C, diagram C5). När materialet består av PUR är motsvarande tid 4,5 och 5 minuter (se bilaga C, diagram C3).

Strålningsintensitet och temperatur vid dessa tider understiger kraftigt kriterier för kritiska förhållanden. Sammantaget anses att det är säkert att utrymma genom hotellkorridoren fram till mellan 4,5 och 5,5 minuter efter det att branden startat.

Som ett led i känslighetsanalysen har simuleringar gjorts med den dimensionerande brandens tillväxthastighet reducerad med 25%. Resultaten återges i diagram C2 och C4, bilaga C. Skillnaderna mot full tillväxthastighet är små och har inte påverkat uppskattningen av tid till kritiska förhållanden.

8.4 Analys av personsäkerhet vid utrymning

Hotellgästerna har att välja på att utrymma via det centralt belägna trapphuset, samma väg de normalt kommer in, eller via separat utrymningstrapphus beläget i hotellflygeln.

Vid jämförelse av utrymningssimuleringarna vid brand i hotellrum A och B, var resultaten likvärdiga; förflyttningstiden var ca 1 minut. Valet av utrymningsväg fördelades jämnt på de båda möjliga alternativen. Se även bilaga F, figur F1.

| | Hotellkorridor |
|---|-----------------------|
| Tid till kritiska förhållanden (min.) | 4,5-5,5 |
| Förflyttningstid (min.) | 1 |
| Tillgänglig tid för varseblivning, beslut och reaktion (min.) | 3,5-4,5 |

Tabell 2. Sammanställning av utrymningstider

Tid till kritiska förhållanden i korridoren är 4,5-5,5 minuter. Varseblivnings-, besluts- samt reaktionstid sammanlagda måste då understiga 3,5-4,5 minuter, då en minut behövs för förflyttning. Gästerna varnas via siren, kopplat till automatiskt brandlarm, i rummen. Sammanlagd besluts- och reaktionstid för hotellgäster i vaket tillstånd bedöms enligt Frantzich till 3 minuter (Abrahamsson, 1998). Detta medför att varseblivningstiden, som är den tid det tar för rökdetektor i brandrummet att aktiveras, inte får överstiga 0,5 till 1,5 minuter. I den dimensionerande branden har en förbrinntid på drygt 3 minuter antagits, alltså måste rökdetektorn aktiveras innan branden nått en egentlig effektutveckling. Man kan tänka sig en kortare förbrinntid, men enligt diagram 3 kommer en långsammare brandtillväxt utan förbrinntid att leda till att kritiska förhållanden uppnås tidigare. Då man dessutom inte kan förutsätta att hotellgästerna är vakna, kan säker utrymning via hotellets korridor inte garanteras enligt de antaganden scenariot bygger på. Hotellrummens brandklassning gör att det är säkrare för gästerna att stanna kvar på sina rum och invänta räddningstjänsten.

9. Brand i serveringsrum vid Landsort

Landsort används främst som konferenslokal och 275 personer får maximalt vistas där samtidigt. I anslutning till Landsort finns en foajé som är möblerad med bord och stolar där konferensdeltagare kan vistas i pauser mellan aktiviteterna.

Utrymning från foajén kan ske via en korridor i riktning mot hotelldelen eller via ett trapphus som står i direkt förbindelse med lokalen. Utrymningen genom korridoren kompliceras av att en skjutdörr i utrymningsvägen kommer att stänga vid detektoraktivering. Skjutdörren ska kunna öppnas manuellt från stängt läge, men vid en utrymningsövning som genomfördes i byggnaden noterade räddningstjänsten att detta endast kunde göras med stora svårigheter. Utrymning från foajén genom Landsort anses inte som ett alternativ då det krävs ett nyckelkort för att kunna öppna dörrarna mellan lokalerna. Det anses därför som troligt att endast trapphuset kommer att användas som utrymningsväg efter detektoraktivering.

I anslutning till foajén ligger ett serveringsrum som enligt personalen används till ”lite allt möjligt”. Vid objektsbesöket lagrades t.ex. plastdunkar till vattenautomater i utrymmet. En brand i serveringsrummet antas kunna ge en snabb rökfyllnad av foajén. Vid objektbesöket observerades att dörren till serveringsrummet var öppen. Det har också bekräftats av hotellets personal att dörren ibland brukar stå i uppställt läge.

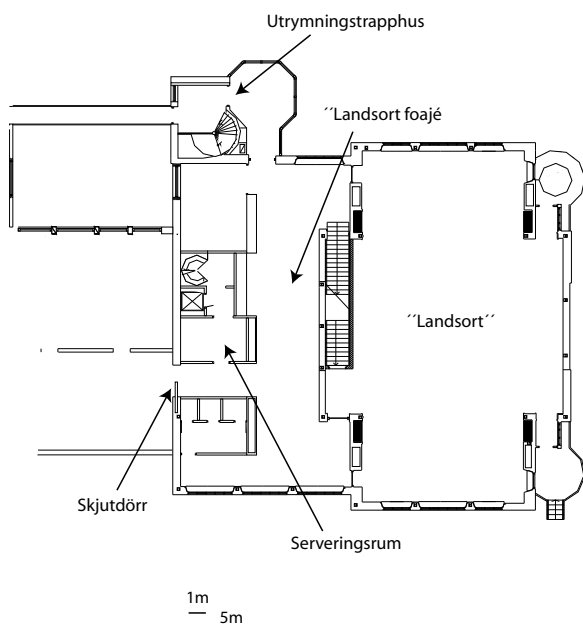


Bild 9, Foajé utanför Landsort

Figur 9. Ritning över Landsort och omgivande utrymmen

9.1 Dimensionerande brand

För att uppskatta en dimensionerande brand för serveringsrummet antogs att en stapel med plastbackar med tomma flaskor antändes av t.ex. en brand i en papperskorg. Som grund för den dimensionerande branden användes data hämtade från Arvidsson och Perssons försök med PET-flaskor i plastbackar (Särdqvist, 1993). Dock skalades effektutvecklingen ned något eftersom Arvidsson och Persson i sitt försök använde 36 backar på en lastpall och det inte är troligt att sådana kvantiteter skulle lagras i serveringsrummet. Den dimensionerande branden för serveringsrummet redovisas i diagram 4.

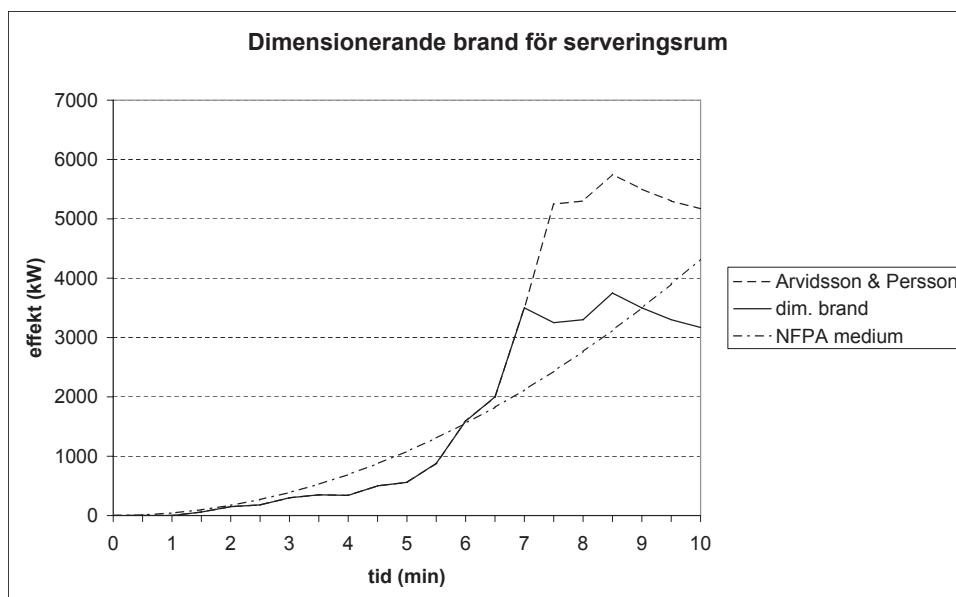


Diagram 4. Dimensionerande brand för serveringsrum

9.2 Förutsättningar för CFAST-simulering

Scenariot är i CFAST uppdelat i 11 boxar, se bilaga B, figur B2. Branden är placerad i serveringsrummet. Dörr mellan serveringsrummet och resterande boxar (som tillsammans utgör foajén utanför Landsort) är under scenariot öppen. När rök detekteras i serveringsrummet, stänger skjutdörr mot hotelldelen automatiskt. Tiden beräknas i DETACT, varpå detta matas in i CFAST. Dörr mot trapphus förutsätts vara öppen eftersom denna används som utrymningsväg. Utrymmena är ej utrustade med sprinkler. Sikt beräknas med hjälp av värden för polyetylen.

9.3 Resultat från CFAST-simulering

Data har analyserats från fyra av de boxar utrymnet utanför Landsort delats upp i: Box 3 centralt placerad i anslutning till brandrummet, Box 10 som utgör trapphuset dit utrymning kommer att ske samt Box 5 och 6 som utgör utrymnet mellan Box 3 och 10 och därmed utrymningsvägen, se bilaga B, figur B2. Box 3, 5 och 6 benämns i fortsättningen som ”foajé”, Box 10 som trapphus. Övriga boxar fungerar som utrymmen dit brandgaser kan spridas, förhållanden här studeras inte närmare.

Kritisk höjd för övergången mellan övre och undre zon är ca 2 meter. Denna höjd uppnås enligt bilaga C, figur C9 vid ca 2,5 minuter för foajén, i trapphuset vid knappt 3,5 minuter. Siktsträckan i den övre zonen (bilaga C, figur C12) understiger krav för säker utrymning efter ca 2,5 minuter i foajén, efter ca 3,5 minuter i trapphuset.

Förutom i utrymnet närmast brandrummet överstiger temperaturen inte 80°C (i Box 3 sker

| Tid till kritiska förhållanden (min.) | Foajé | Trapphus |
|---------------------------------------|---------------|--------------|
| Övre zonens höjd över golv | 2.5 | 3.5 |
| Sikt i övre zonen | 2-2.5 | 3.5 |
| Temperatur i övre zonen | inträffar ej* | inträffar ej |
| Strålning | inträffar ej | inträffar ej |
| Sammanvägning delar | 2.5 | 3.5 |

*: inträffar i box 3 efter ca 3.5 minuter

Tabell 3. Sammanställning över tid till kritiska förhållanden

det efter ca 3,5 minuter) enligt bilaga C, figur C10.

Strålningen påverkar aldrig utrymningssäkerheten, se bilaga C, figur C11. Man kan förvänta sig köbildning vid utrymningstrapphuset. Det måste därmed vara av störst intresse att bedöma förhållanden i denna del av foajén. Box 3, närmast brandrummet, bör inte påverka bedömningen av tid till kritiska förhållanden i allt för stor utsträckning. Efter sammanvägning av resultaten bedöms därför kritisk tid vara ca 2,5 minuter.

9.4 Analys av personsäkerhet vid utrymning

I simuleringen har 100 personer antagits befinna sig i foajén. Då skjutdörren i utrymningsväg mot hotelldelen stänger vid utlöst rökdetektor, och dessutom är svår att öppna, antas samtliga utrymma till trapphuset. Detta antagande baseras även på att det är mindre troligt att personer i foajén väljer den utrymningsväg som ligger i direkt anslutning till brandrummet. Enligt utdata från Simulex är förflyttningstiden 1,5 minut. Se bilaga F, figur F2. Tid till kritiska förhållanden är ca 2,5 minuter, något beroende på vart i foajén man befinner sig. Sammantaget är tillgänglig tid för varseblivnings-, besluts och reaktionstid kring 1 minut. Rökdetektor i serveringsrummet aktiveras enligt data från DETACT efter knappt 1,5 minut. Dörren till serveringsrummet står öppen under förloppet, men brandgaserna kommer inte att tränga ut i foajén förrän efter ca. 1,5 minut, därför kan denna tid räknas som varseblivningstid. Tilläggas bör att förhållanden nära och i trapphuset (box 6 respektive 10, se bilaga C, figur C9) är något bättre än i övriga delar av foajén. Faktum kvarstår dock, tillgänglig tid för beslut och reaktion är kort.

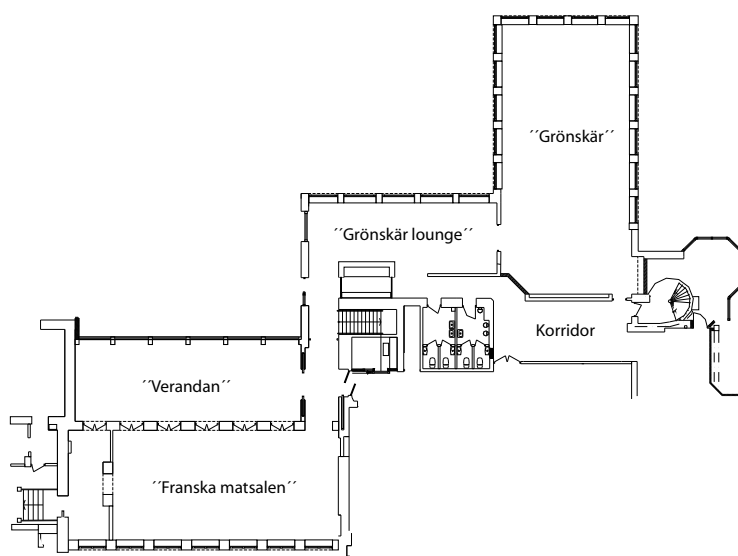
Man kan därmed inte med säkerhet säga att utrymning kan ske helt under säkra förhållanden då endast en utrymningsväg troligen används.

| | Foajé | Trapphus |
|---|-------|----------|
| Tid till kritiska förhållanden (min.) | 2.5 | 3.5 |
| Förflyttningstid (min.) | 1.5 | 1.5 |
| Tillgänglig tid för varseblivning, beslut och reaktion (min.) | 1 | 2 |

Tabell 4. Sammanställning av utrymningstider

10. Brand i Verandan

Franska Matsalen avgränsas från Verandan av en vägg som till största del utgörs av glasdörrar. Dessa dörrar står uppställda vid större evenemang och därför kommer Franska Matsalen och Verandan att betraktas som en och samma lokal i ett brandscenario. Utrymning från lokalen kan ske till Grönskär Lounge eller till byggnadens hotellidel. Som tidigare nämnts kan utrymningen till hotelliden kompliceras av att en skjutdörr i utrymningsvägen kommer att stänga vid detektoraktivering. Skjutdörren kan öppnas manuellt, men detta upplevdes som svårt under objektsbesöket. Dessutom är det mycket lätt att uppfatta skjutdörren som en del av väggen när den står i stängt läge, då den är målad i samma färg som väggen, se bild 11.



Figur 10. Delritning över plan 2, konferensdel



Bild 10. Skjutdörr i utrymningsväg

Eftersom utrymningsvägen mot hotelliden även är smalare än den mot Grönskär Lounge, är det mycket som talar för att utrymning genom den tidigare kommer att bli den mest komplicerade av de två. Slutsatsen av detta är en brand som försvårar utrymning till Grönskär Lounge troligen kommer att ge större konsekvenser för personsäkerheten än en brand som begränsar utrymningsmöjligheterna till hotelliden. Enligt samma resonemang som fördes för hotellrumsscenarioet bör den sämsta placeringen för den dimensionerande branden alltså vara den som försvårar utrymning till Grönskär Lounge i störst utsträckning. Om personsäkerheten vid utrymning visar sig vara tillfredställande för detta fall bör den även vara det för andra godtyckliga placeringar av branden.

10.1 Dimensionerande brand

Placering av bord och stolar varierar beroende på evenemanget i lokalerna, vilket gör att det är svårt att säga något generellt om lokalens möbleringen. Ytterväggen i Verandan består till största delen av fönster med gardiner som når från tak till golv. Gardinerna är av sammet och så breda i upptill att gardintyget ovanför fönstren kan ses som ett sammanhängande stycke som löper längs med hela ytterväggen.



Bild 11. Gardin i Verandan

Antändningskällan för branden kan vara t.ex. ett stearinljus som välts och antänder gardinen. Eftersom sammet kan vara framställt av allt från bomull till silke går uppgifterna starkt isär vad det gäller brännbarhet och förbränningshastighet. Ahonen m.fl. har gjort försök med gardiner i s.k. cotton velvet, som är en sammetsimitation gjord i bomull (Särdaqvist, 1993). Dessa försök ligger till grund uppskattningen av brandförloppet i gardinen. Ett vanligt fenomen för gardinbränder är att större tygstycken faller ner och fortsätter brinna. Här antas två bord som satts samman antänds på detta sätt och att branden sprider sig i duk och bordsskiva. Som i tidigare fall har en α^2 -brand, samt en maximal effektutveckling använts för att beskriva den dimensionerande branden. Sambandet kan skrivas som:

$$q(t) = 0,015t^2 \quad t \leq 105$$
$$q(t) = 2500 \quad t > 105$$

En närmare beskrivning av detta återfinns i bilaga A och effektutvecklingen redovisas i diagram 5 och 6.

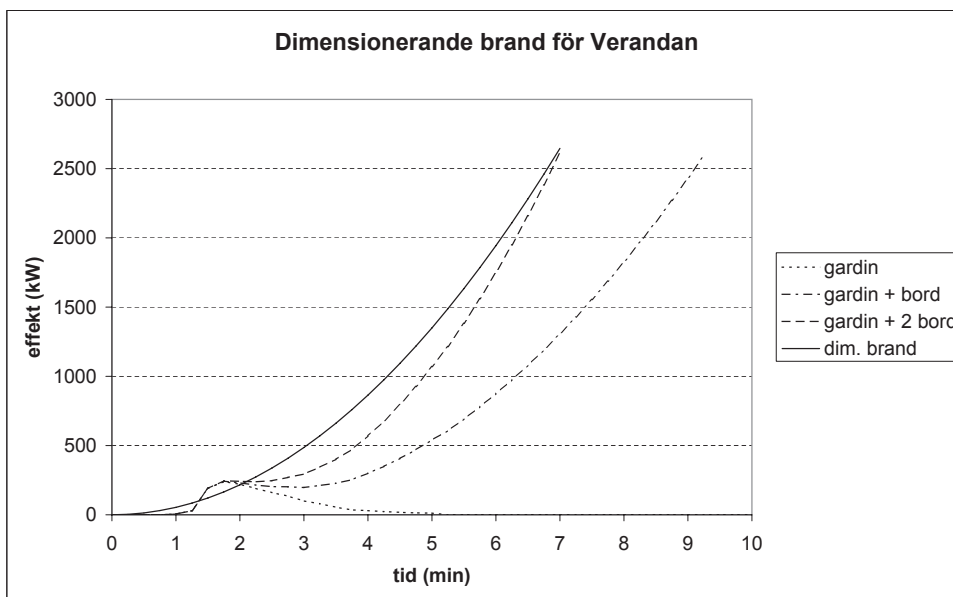


Diagram 5. Dimensionerande brand för Verandan

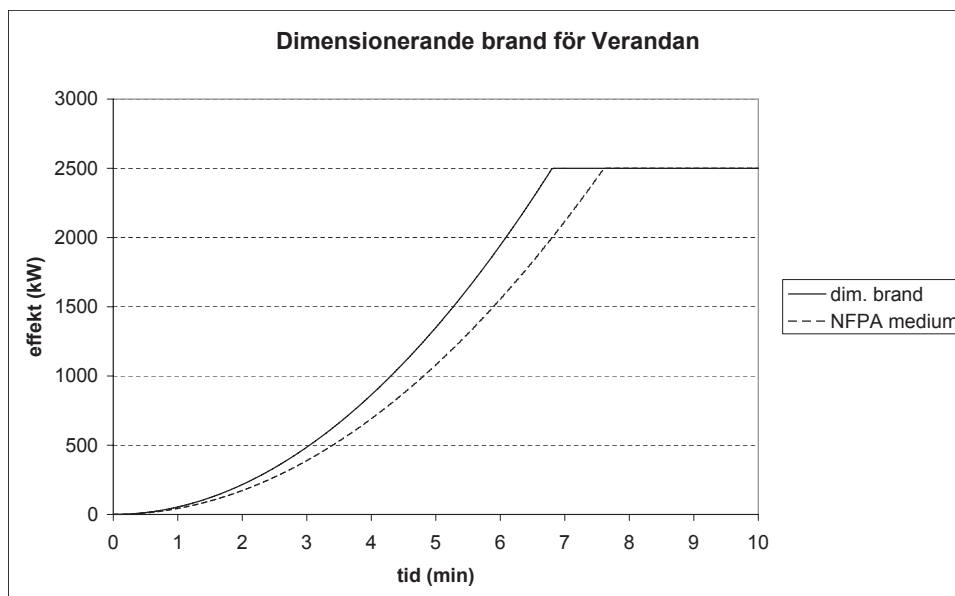


Diagram 6. Dimensionerande brand för Verandan

10.2 Förutsättningar för CFAST-simulering

Simuleringen har avgränsats till Verandan och Franska matsalen, där det antas pågå en fest. Lokalerna har i CFAST delats upp i 4 delar kallade ”Verandan”, ”Franska matsalen”, ”Box hotell” samt ”Box kök” (se bilaga B, figur B1). Dörrarna mot Grönskär lounge samt hotelldelen stängs automatisk efter utlöst brandlarm, men eftersom att de därefter kommer att användas som utrymningsvägar av ett stort antal människor antas de i simuleringen vara öppna hela tiden. Dörrarna mellan Franska matsalen och Verandan har också antagits vara fullt öppna. Branden är placerad i Verandan, som inte är utrustad med sprinkler.

10.3 Resultat från CFAST-simulering

Kritiska förhållanden avseende höjd över golv för övre zonen anses här inträffa vid cirka 2 meter. Detta inträffar vid 3 minuter i Franska matsalen och efter ca 3,5 minuter i Verandan, se bilaga C, diagram C29.

Vid en brand där bränslet till största del består av PUR uppnås kritiska förhållanden avseende sikt i den övre zonen efter ca 1 minut i Verandan (se bilaga C, diagram C33) samt efter ca 2 minuter i Franska matsalen. Med bränsle bestående av trä är tiderna 2,5 till 3 minuter i Verandan samt ca 4 minuter i Franska matsalen, se bilaga C, diagram C33.

| Tid till kritiska förhållanden (min.) | Verandan | | Franska Matsalen | |
|---------------------------------------|------------|-------|------------------|--------------|
| | PUR | Trä | PUR | Trä |
| Övre zonens höjd över golv | 3.5 | 3.5 | 3 | 3 |
| Siktsträcka i övre zonen | 1 | 2.5-3 | 2 | 4 |
| Temperatur i övre zonen | 3 | 3 | 5.5 | 5.5 |
| Strålning | 8 | 8 | inträffar ej | inträffar ej |
| Sammanvägning bränsle | 3.5 | 3.5 | 3 | 4 |
| Sammanvägning lokal | 3.5 | | 3 - 4 | |

Tabell 3. Sammanställning av tider till kritiska förhållanden

Temperaturen i Verandans övre zon är 80°C efter ca 3 minuter. Temperaturen i Franska matsalens övre zon är 80°C efter ca 5,5 minuter (se bilaga C, diagram C31).

Strålningsintensiteten i Verandan överstiger 2,5 kW/m² efter knappt 8 minuter medan strålningen i Franska matsalen aldrig uppnår denna nivå. Sammantaget ger detta att kritiska förhållanden uppstår efter ca 3,5 minuter i Verandan. Hänsyn har inte tagits till strålningsbidraget från flammorna, något som ytterligare kan försvåra utrymning.

I Franska matsalen är siktförhållanden och därmed vad som brinner, avgörande. Vid sammanvägning anses kritiska förhållanden inträffa här mellan 3-4 minuter.

Som ett led i en känslighetsanalys har simulering gjorts där tillväxthastigheten för den dimensionerande branden reducerats med 25%. Resultat från simuleringen återges i bilaga C, diagram C30, C32 och C34. Vid jämförelse med 100% tillväxthastighet är avvikelserna små, den kritiska höjden inträffar ca halv minut senare för bägge lokalerna. Detta kommer inte att påverka värderingen om huruvida lokalerna kan utrymmas i tid, endast hur många personer som kan komma att utsättas för kritiska förhållanden.

10.4 Analys av personsäkerhet vid utrymning

Förutsättningarna är att en fest pågår i Franska matsalen, Verandan, Grönskär och Grönskär lounge. Totalt förväntas ca 500 personer befinna sig i lokalerna. Dessa har tillgång till samma utrymningsvägar, ett faktum som tagits med i utrymningssimuleringarna. Förhållanden kommer att studeras i Franska matsalen och Verandan, då kritiska förhållanden uppstår tidigare i dessa lokaler än i de andra.

I Verandan befinner sig 75 personer, i Franska matsalen 200. Det höga personantalet motiveras av att lokalerna tidvis används som dansgolv. Tillgängliga utrymningsvägar är via Grönskär lounge till det fria och genom dörr till hotelldelen i Franska matsalen. Av personerna i Verandan antas 1/3 välja utrymningsväg mot Grönskär lounge och resterande via Franska matsalen till hotelldelen. 1/4 av personerna som vistas i Franska matsalen väljer att utrymma via Grönskär lounge, resterande del direkt till hotelldelen. Se bilaga F, figur F3. Förflyttningstiderna beräknade med Simulex är för Franska matsalen ca 2,5 minuter och för Verandan 1,5 minut, under förutsättning att skjutdörren mot hotelldelen är fullt öppen.

Tid till kritiska förhållanden i Verandan är 3,5 minuter och i Franska matsalen 3-4 minuter. Frantzich redovisar i *Tid för utrymning vid brand (2001)* uppskattade besluts- och reaktionstider hämtade från ett kanadensiskt riskforskningsprojekt, *FiRECAM*. Här föreslås knappt en minut i besluts- och reaktionstid för personer som uppfattar värme, rök eller flammor från branden.

Den tillgängliga tiden för varseblivning, beslut och reaktion är ungefär 2 minuter för de personer som befinner sig i Verandan, se tabell 4. Om besluts- och reaktionstiden uppgår

| | Franska matsalen | Verandan |
|--|------------------|----------|
| Tid till kritiska förhållanden (min.) | 3-4 | 3.5 |
| Förflyttningstid | 2.5 | 1.5 |
| Tillgänglig tid för varseblivning, beslut och reaktion | 0.5-1.5 | 2 |

Tabell 4. Sammanställning av utrymningstider

till en minut, baserat på ovanstående resultat, krävs det att varseblivningstiden understiger en minut, vilket anses vara rimligt då personerna befinner sig i brandrummet.

Eftersom scenariot utspelar sig i en festlokal måste hög ljudvolym och alkoholpåverkan vägas in vid uppskattningen av besluts- och reaktionstider. Frantzich (2001) understryker att dessa faktorer förlänger besluts- och reaktionstiden betydligt. En förlängning av dessa tider med en minut ställer krav på att branden upptäcks direkt för att utrymning ska kunna ske innan kritiska förhållanden uppstår.

Det anses inte orimligt att besluts- och reaktionstiden uppgår till 2 minuter för personer i Verandan och därför kan man inte heller förvänta att en säker utrymning kan ske från lokalen.

Enligt de simuleringar som har gjorts är den tillgängliga tiden för varseblivning, beslut och reaktion kortare för de personer som befinner sig i Franska matsalen jämfört med Verandan. Besluts- och reaktionstiden förväntas dessutom vara minst lika lång, då personerna ej befinner sig i brandrummet. Det bör även nämnas att utrymning från Franska matsalen kommer att försvåras då skjutdörren i utrymningsvägen mot hotelldelen stängs, när rökdetektor i Verandan aktiveras. Detta sker enligt beräkningar utförda i DETACT-T2 efter drygt en minut.

Sammantaget ger detta att inte heller en utrymning från Franska matsalen kan förväntas ske innan kritiska förhållanden uppstår.

11. Brand i Grönskär Lounge

Grönskär Lounge har en hög brandbelastning, där möbleringen består av sex sittgrupper med totalt 24 stycken stoppade fåtöljer, samt 6 runda träbord. Sittgrupperna är placerade utmed ytterväggen och avståndet till fönstergardinerna är mindre än en meter, se bild 12. En mängd brännbart material förekommer även vid områden kring bardisken.



Bild 12. Sittgrupper i Grönskär Lounge.

11.1 Dimensionerande brand

Antändningskällan för branden i sittgruppen kan t.ex. vara ett stearin- eller värmeljus, som välts ner i en av fåtöljerna. En uppskattning av brandens spridning från fåtöljen till de övriga delarna av sittgruppen och till gardinen redovisas i bilaga A. Här beskrivs också ett tänkbart brandförlopp fram till den tid då två sittgrupper och två gardiner är involverade i branden. Det antas att mer brännbart material än två sittgrupper och två gardiner troligen inte kommer att vara involverade i branden samtidigt. Därför antas den dimensionerande branden ha en konstant effektutveckling för den resterande delen av brandförloppet. En αt^2 -kurva har anpassats för att beskriva den dimensionerande brandens tillväxt och maximala effektutveckling, där sambandet kan skrivas som:

$$\begin{aligned} q(t) &= 0 & t &\leq 60 \\ q(t) &= 0,075(t-60)^2 & 60 < t &\leq 260 \\ q(t) &= 3000 & t &> 260 \end{aligned}$$

Den dimensionerande branden för Grönskär Lounge redovisas i diagrammen 7 och 8.

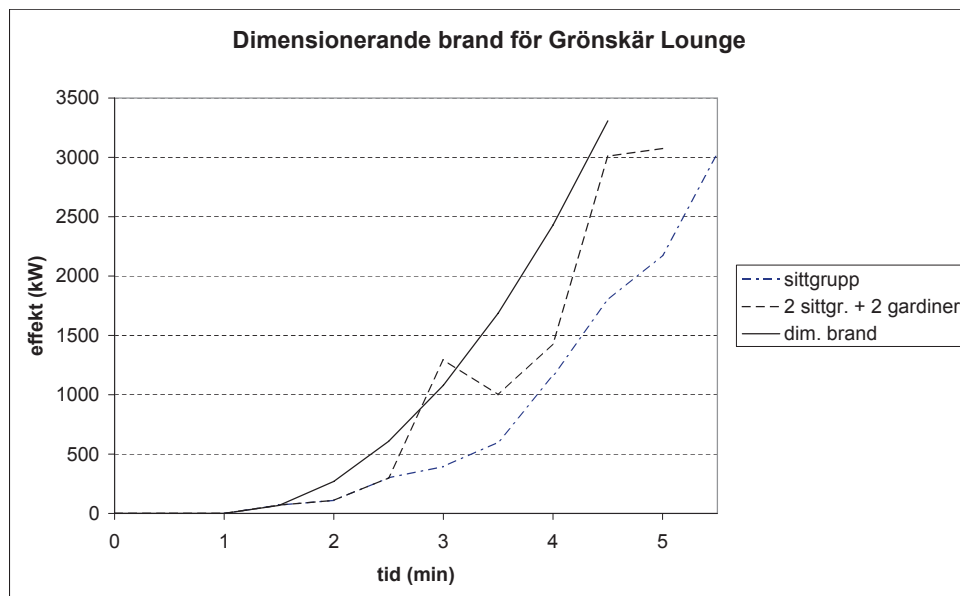


Diagram 7. Dimensionerande brand för Grönskär Lounge.

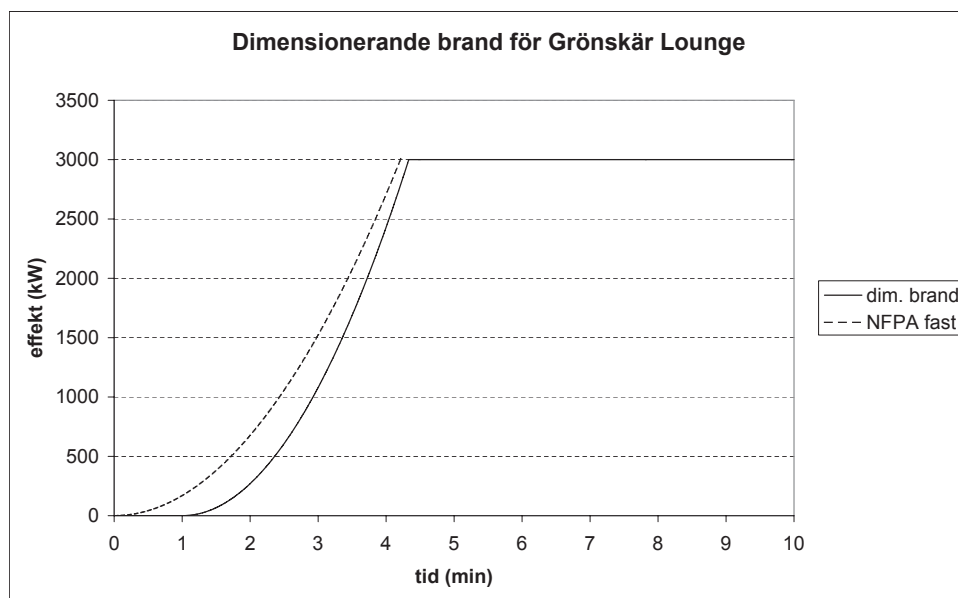


Diagram 8. Dimensionerande brand för Grönskär Lounge.

11.2 Förutsättningar för CFAST-simulering

Scenariot är avgränsat till Grönskär och Grönskär lounge samt korridoren utanför Grönskär (se bilaga B, figur B1). I indata till CFAST är lokalerna uppdelade i boxar kallade ”Grönskär lounge”, ”Grönskär” samt ”Korridor”. Grönskär lounge är utrustad med sprinkler som aktiveras efter 200 sekunder (enligt resultat från DETACT). Branden anses då kontrollerad av sprinklern, till en maximal effektutveckling om 1500 kW. Dörrarna mellan Grönskär och korridoren, mellan Grönskär lounge och Grönskär, samt från Grönskär lounge till det fria anses vara öppna, då dessa kommer att användas som utrymningsvägar. Dörren mot Verandan anses däremot vara stängd då den ej används som utrymningsväg. Detta är ett konservativt antagande: skulle den vara öppen, kommer rökspridning till Franska matsalen och Verandan eventuellt att göra förhållanden bättre i de lokaler som simuleringen avser.

11.3 Resultat från CFAST-simulering

Rumshöjden skiljer sig åt jämförande Korridoren och Grönskär samt Grönskär lounge. Skillnaden i kritisk höjd är ca 2 dm. Därför har ett konservativt antagande gjorts genom att höjden till kritiska förhållanden har satts till 2 meter för samtliga utrymmen. Detta ger enligt bilaga C, figur C21, en tid på ca 2,5 minuter för Korridoren och Grönskär lounge, samt 4 minuter för Grönskär.

Vid en brand där bränslet till största del består av PUR anses sikten i den övre zonen begränsande för utrymning vid ca 2 minuter i Korridoren, 1,5 minut i Grönskär lounge samt ca 2,5 minuter i Grönskär. Med bränsle bestående trä är tiderna 2,5-3 minuter i Grönskär lounge, 3 minuter i Korridoren samt 3.5-4 minuter i Grönskär (bilaga C, figur C25 och C27).

| Tid till kritiska förhållanden (min.) | Grönskär | | Grönskär Lounge | | Korridor | |
|---------------------------------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| | PUR | Trä | PUR | Trä | PUR | Trä |
| Övre zonens höjd | 4 | 4 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| Sikt i övre zonen | 2.5 | 3.5-4 | 1.5 | 2.5-3 | 2 | 3 |
| Temperatur i övre zonen | inträffar ej | inträffar ej | 2.5 | 2.5 | inträffar ej | inträffar ej |
| Strålning | inträffar ej | inträffar ej | inträffar ej | inträffar ej | inträffar ej | inträffar ej |
| Sammanvägning bränsle | 4 | 4 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 3 |
| Sammanvägning lokal | 4 | | 2.5 | | 2.5-3 | |

Tabell 5. Sammanställning över tid till kritiska förhållanden

Temperaturen i den övre zonen överstiger under den simulerade tiden inte 80°C i Korridoren eller Grönskär, medan den överstigs efter ca 2,5 minuter i Grönskär lounge (bilaga C, figur C23). I utdata från simuleringen överstiger inte strålningen från den övre zonen i något rum kritiska förhållanden (bilaga C, figur C28). Det skall dock tilläggas att hänsyn inte tagits till strålning från branden, något som påverkar utrymningen från Grönskär lounge. Sprinklerutlösning i Grönskär lounge kommer att leda till omblandning av brandgaserna. Att helt säkert uttala sig om siktförhållanden och temperaturer är därför svårt. Brandgaserna kommer att kylas vilket förbättrar situationen, å andra sidan kan omblandningen förvärra siktförhållanden. Sprinklerutlösning sker dock först efter ca 3 minuter.

För känlighetsanalys har simulering med tillväxthastigheten reducerad till 75% genomförts. Resultat finns redovisat i bilaga C, diagram C22, C24 och C26. Vid jämförelse kan konstateras att reduceringen inte påverkar slutsaterna. Sammantaget anses kritiska förhållanden för utrymning inträffa vid ca 2,5 minuter i Grönskär lounge och Korridoren, på grund av att en stor del av materialet som deltar i branden är PUR. Detta material är också det som kommer att förbrännas först. I Grönskär uppskattas tiden till kritiska förhållanden till ca 4 minuter.

11.4 Analys av personsäkerhet vid utrymning

I detta scenario pågår en fest i lokalerna Franska matsalen, Verandan, Grönskär och Grönskär lounge. Totalt förväntas ca 500 personer befinna sig i lokalerna. Dessa har tillgång till samma utrymningsvägar, ett faktum som tagits med i utrymningssimuleringarna (se bilaga F, figur F4). Förhållanden och utrymning studeras ej i Franska matsalen och Verandan, då kritiska förhållanden först uppkommer i Grönskär och Grönskär lounge. Personer som befinner sig i Franska matsalen och Verandan antas inte utrymma via brandrummet, det vill säga Grönskär lounge. Om detta skulle ske kommer köbildning i Grönskär lounge att uppstå tidigare och därmed förvärra konsekvenserna. Antalet personer uppgår till 100 i Grönskär lounge samt 100 i Grönskär.

| | Grönskär | Grönskär lounge | Korridor |
|---|--------------------------------|-----------------|----------|
| Tid till kritiska förhållanden (min.) | 4 | 2.5 | 2.5 |
| Förflyttningstid (min.) | 2 | 0.5 | - - |
| Tillgänglig tid för varseblivning, beslut och reaktion (min.) | 0.5 (utrymning via korridoren) | 2 | |

Tabell 6. Sammanställning av utrymningstider

Personerna i Grönskär lounge har 3 utrymningvägar att välja mellan: direkt till det fria, via korridoren samt via Grönskär. Det första alternativet bedöms att utnyttjas av 50 personer, det andra av 15 och det sistnämnda av 35 personer. Enligt utdata från Simulex är förflyttningstiden i Grönskär lounge ca 30 sekunder. Tid till kritiska förhållanden är 2,5 minuter, vilket ger 2 minut till varseblivnings-, besluts- samt reaktionstid. Då personerna de facto befinner sig i brandrummet, bör dessa tider rimligen bli korta.

Tid till kritiska förhållanden i Grönskär är ca 4 minuter, däremot är den i korridoren ca 2.5 minuter. Man kan tänka sig en kortare förbrinntid, men enligt diagram 8 kommer en långsammare brandtillväxt utan förbrinntid att leda till att kritiska förhållanden uppnås tidigare. Då utrymning sker via korridoren, är denna tid den kritiska för personerna i Grönskär. Förflyttningstiden enligt Simulexberäkningarna är drygt 2 minuter, vilket inte medger någon lång varseblivnings-, besluts- samt reaktionstid. På grund av det stora antalet människor som flyr in i Grönskär från loungen, samt att branden går att se genom fönstren, kan dessa tider förväntas bli tämligen korta.

Utrymningssäkerheten är sammantaget ett gränsfall, som beror på hur snabbt personerna i Grönskär uppfattar faran, samt köbildningen vid dörren mot korridoren. Faktorer som i hög grad påverkar hur snabbt personer bestämmer sig för att utrymma är bland andra hög musik och alkoholpåverkan. Sträckan mellan trapphuset i korridoren och dörren från Grönskär är kort vilket medger en förhållandesvis kort siktsträcka. Det är inte omöjligt, men å andra sidan inte säkerställt, att utrymning kan ske innan kritiska förhållanden uppstår.

12. Brand i korridor utanför Grönskär

Vid objektsbesöket noterades även att det i korridoren utanför Grönskär fanns brännbart material, bland annat ett 20 till 30-tal stolar som förvarades staplade ovanpå varandra, se bild 13. Antändningskällan för branden kan vara t.ex. en papperskorg som antänts. Efter antändning i en nedre stol antas branden sprida sig snabbt uppåt i stapeln på grund av den vertikala flamspridningen. Även brandens spridning till de närliggande staplarna förväntas ske fort, då avståndet mellan staplarna är litet.



Bild 13. Staplade stolar i korridor utanför Grönskär.

12.1 Dimensionerande brand

I försök gjorda av Williamson och Dembsey (Särdqvist, 1993) med staplade stolar placerade fristående eller i hörnet av ett rum ligger till grund för uppskattningen av den dimensionerande branden. En närmare beskrivning av detta återfinns i bilaga A. Som i tidigare fall har en αt^2 -kurva och en maximal effektutveckling använts för att beskriva den dimensionerande branden, vilken ges av sambandet:

$$\begin{aligned} q(t) &= 0 & t < 15 \\ q(t) &= 0,25(t-15)^2 & 15 < t \leq 105 \\ q(t) &= 2000 & t > 105 \end{aligned}$$

Den dimensionerande branden för de staplade stolarna i korridoren, redovisas i diagram 9.

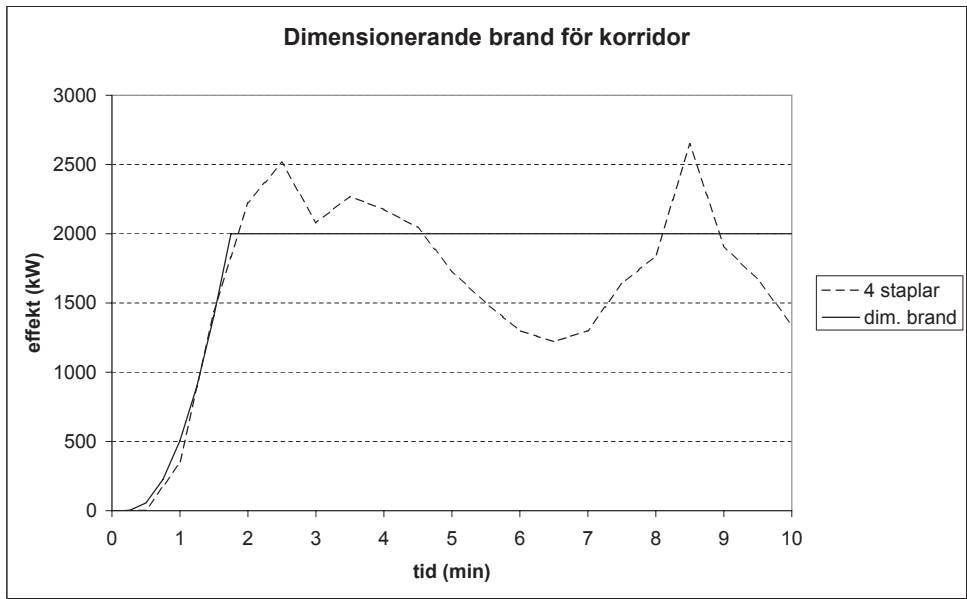


Diagram 9. Dimensionerande brand för korridor utanför Grönskär

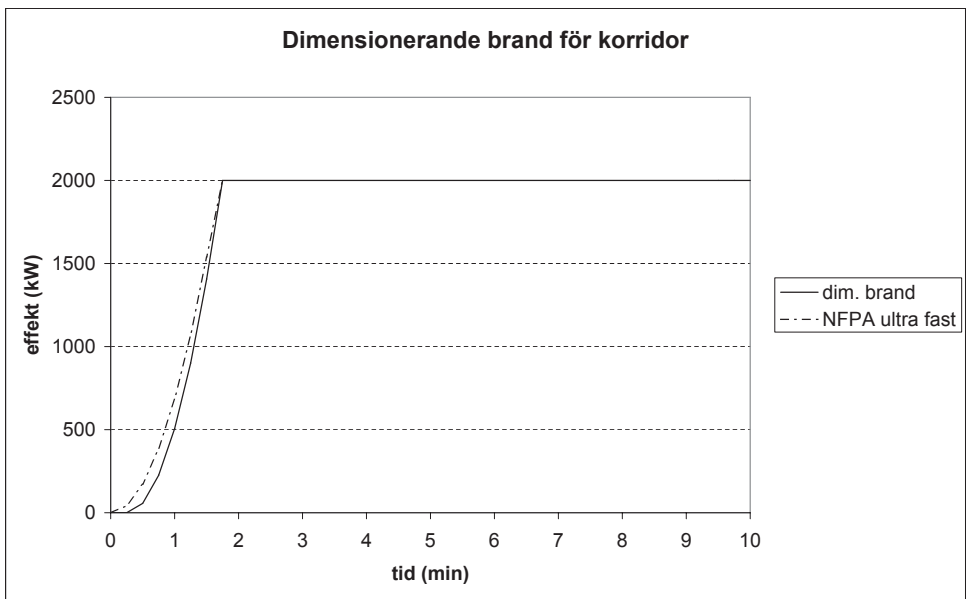


Diagram 10. Dimensionerande brand för korridor utanför Grönskär

12.2 Förutsättningar för CFAST-simulering

I korridoren är scenariot att staplade stolar börjar brinna, ett fall som är svårt för sprinklern att kontrollera. Staplingen gör det svårt för vattnet att tränga in mellan stolarna, varför dämpningen anses begränsas till 50%: när sprinklern går in är effektutvecklingen 1500 kW. Brandens maximala effekt är 2000 kW, varför sprinklerns påverkan blir att dämpa effekten till 1750 kW.

Scenariot är i indata till CFAST uppdelat efter samma princip som Scenario brand i Grönskär lounge (se bilaga B, figur B1), med den skillnad att dörren mellan Grönskär och korridoren är stängd, då denna väg troligen inte kommer att utnyttjas som utrymningsväg eftersom den leder till brandrummet.

12.3 Resultat från CFAST-simulering

Detta scenario utspelar sig i samma utrymmen som föregående, skillnaden är att det brinner i korridoren samt att dörren mellan korridoren och Grönskär är stängd. Det förutsätts att utrymning inte kommer att ske via brandrummet på grund av snabbt försämrade förhållanden, utan endast via Grönskär lounge till det fria. Därför analyseras endast resultaten från denna lokal.

| Tid till kritiska förhållanden (min.) | Grönskär Lounge | |
|---------------------------------------|-----------------|--------------|
| | PUR | Trä |
| Övre zonens höjd över golv | 1.5-2 | 1.5-2 |
| Sikt i övre zonen | 1 | 2 |
| Temperatur i övre zonen | 2.5 | 2.5 |
| Strålning | inträffar ej | inträffar ej |
| Sammanvägning bränsle | 1.5 | 2 |
| Sammanvägning lokal | 1.5 | |

Tabell 7. Sammanställning av tider till kritiska förhållanden

Enligt föregående scenario är kritisk höjd för övre zonen 2 meter. Tiden då detta inträffar är enligt bilaga C, figur C13 mellan 1,5 och 2 minuter.

Siktsträckan i den övre zonen är begränsad till ca 5 meter efter ca 1 minut, då materialet som deltar i branden anses vara till största delen PUR. Sprinkleraktivering i korridoren sker efter ca 1,5 minut, vilket kan försämma siktförhållanden ytterligare.

Enligt bilaga C, figur C15 överstiger temperaturen i den övre zonen 80°C efter ca 2,5 minuter medan strålningen inte kommer att överstiga 500 W/m².

Som en del av känslighetsanalysen har simulering gjorts där tillväxthastigheten för den dimensionerande branden reducerats med 25%. Resultaten redovisas i diagram C14 och C16, bilaga C. Skillnaderna mot full tillväxthastighet är små och påverkar därmed inte tid till kritiska förhållanden.

Sammantaget ger detta att kritiska förhållanden i Grönskär lounge inträffar efter ca 1,5 minut.

12.4 Analys av personsäkerhet vid utrymning

I detta scenario pågår ett festarrangemang i Franska matsalen, Verandan, Grönskär och Grönskär lounge. Totalt förväntas ca 500 personer befinna sig i lokalerna. Dessa har tillgång till samma utrymningsvägar, ett faktum som tagits med i utrymningssimuleringarna (se bilaga F, figur F5). Endast förhållanden i och utrymning från Grönskär lounge studeras, då brand i korridoren med största sannolikhet kommer att leda till att ingen väljer denna väg för utrymning eftersom förhållandena försämras fort i utrymnet. Samtliga personer förutsätts utrymma via loungen. Se bilaga F, figur F3.

Antal personer uppgår till 100 i Grönskär samt 100 i Grönskär lounge. Trots att Grönskär är en större lokal befinner sig de flesta förmodligen i loungen på grund av att baren där är öppen. Förflyttningstiden enligt utdata från Simulex uppgår totalt till 2,5 minuter (vilket enligt ovanstående innefattar samtliga personer i lokalerna). Tid till kritiska förhållanden är 1,5 minut.

Säker utrymning kan därmed inte ske under de förutsättningar scenariot är baserat på.

| | Grönskär lounge |
|---|-----------------|
| Tid till kritiska förhållanden (min.) | 1.5 |
| Förflyttningstid (min.) | 2.5 |
| Tillgänglig tid för varseblivning, beslut och reaktion (min.) | 0 |

Tabell 8. Sammanställning av utrymningstider

13. Diskussion och slutsatser

Mot bakgrund av de brand- och utrymningsscenarier som har studerats i rapporten, kan det inte fastställas att personsäkerheten för Grand Hotell, Saltsjöbaden är tillfredställande.

I samtliga scenarier kommer personer fortfarande att befinna sig i lokalen då kritiska förhållanden uppstår. Därmed är det inte sagt att utrymning inte kommer att kunna ske, eller att allvarliga konsekvenser kommer att uppstå. Personsäkerheten kan dock ej garanteras vid en utrymning.

De dimensionerande bränderna har valts konservativt och i ett flertal scenarier är persontätheten väldigt hög. Detta ställer krav på en snabb utrymning, men samtidigt är dessa scenarier inte osannolika. Scenarierna återspeglar den verksamhet som bedrivs i lokalerna, d.v.s. stora konferenser och festarrangemang.

Ett flertal av de faktorer som kan tänkas fördröja en utrymning finns också representerade hos hotellets gäster och i byggnaden i sig själv. Många av de personer som vistas i byggnaden förväntas ha begränsad lokalkännedom och i hotelldelen kan ett flertal av dessa dessutom vara sovande. Vid festarrangemang är det troligt att personers förmåga att uppfatta en fara och att fatta ett snabbt och korrekt beslut, begränsas av alkoholpåverkan samt att förhållandena i festlokalen försvårar varseblivningen av en brand. I stora samlingar av människor kan dessutom ett grupp beteende fördröja utrymningen, då personer ofta drar sig för att ta det första steget att påbörja en utrymning. En hög persontäthet medför även i sig själv att förflyttningstiden blir längre. Byggnadens komplexa utformning kan även förväntas vara en faktor som försvårar utrymningen. Dessa faktorer sammantaget gör att man måste ställa höga krav vad avser utrymning från byggnaden.

Scenariot med en brand i hotellrum baseras på att dörrstängaren är ur funktion och att dörren förblir öppen till angränsande korridor. Om en brand inträffar i ett hotellrum med stängd dörr, kommer hotellgästerna med största sannolikhet att kunna utrymma under säkra förhållanden. Om personerna förväntas vara kvar på sina rum och inväntar hjälp av räddningstjänsten, befinner de sig i en säker miljö då rummen utgörs som egna brandceller.

Ett scenario med en brand i Grönskär lounge eller i korridor utanför Grönskär, skulle inte få lika allvarliga konsekvenser vad avser utrymning, om korridoren och Grönskär lounge var avskild med en branddörr. Lokalen Grönskär skulle då ha två av varandra oberoende utrymningsvägar och personerna skulle kunna utrymma på ett säkrare sätt. Vid festarrangemang kan brandvakter vara ett bra alternativ för att på tidigt stadium upptäcka alternativt förhindra en brand.

I dag saknas brandsläckare i Franska matsalen och Verandan, dessa utrymnen bör förses med släckredskap. Den höga persontätheten vid festevenemang bidrar till att utrymningen försvåras. Det bör finnas tydliga riktlinjer för hur många personer som samtidigt får vistas i lokalerna.

Vid objektbesöket observerades brister vad avser byggnadens brandtekniska skydd. De brand- och utrymningsanalyser som genomförts tyder på att vissa av dessa brister kommer att påverka personsäkerheten i samband med en utrymningssituation. Genom kvalitativa analyser samt beräkningar föreslås ett antal åtgärder som bidrar till att byggnadens brandskydd förbättras och därmed personsäkerheten vid händelse av brand. Ett flertal av bristerna är lätta att åtgärda och kommer ej att innebära några stora kostnader för objektsägaren.

13.1 Åtgärder

Följande åtgärder *bör* eller *skall* genomföras för att förbättra byggnadens brandskydd och därmed höja personsäkerheten.

- Funktionskontroll *skall* utföras på samtliga brand- och brandgasavskiljande dörrar. Dörrar som ej stänger, *skall* åtgärdas. Hotellets personal *skall* även informeras om att dessa dörrar inte får ställas upp med kilar eller liknande. Dessa åtgärder kan förhindra att brand i hotellrum samt brand i serveringsrum får allvarliga konsekvenser.
- Grönskär lounge och konferensrum Grönskär *skall* utföras som egen brandcell. Detta ställer krav på två av varandra oberoende utrymningsvägar. Detta tillgodoses inte i nuläget. Grönskär Lounge *skall* vara brandtekniskt avskiljd från den angränsade korridoren för ett detta krav ska uppfyllas. Lämplig åtgärd är att förse korridoren med en brandklassad dörr som stänger vid detektoraktivering. Denna åtgärd förhindrar att brand i korridor begränsar utrymningsmöjligheterna från Grönskär.
- I Franska matsalen/Verandan *skall* dörr som utgör utrymningsväg mot Grönskär Lounge ändras, så att slagriktningen blir utåtgående. Detta är ett myndighetskrav och förutsätts i de scenario som simulerats. Vid felaktig slagriktning försvåras utrymning från Verandan och Franska matsalen.
- Utrymningsplaner *skall* uppdateras så att de överensstämmer med byggnadens nuvarande utformning. Utrymmen som saknar utrymningsplaner, *skall* förse med sådana. Inaktuella utrymningsplaner försvårar utrymning då personer förväntas kunna orientera sig med hjälp av dessa.
- Vägledande markeringar i byggnaden *skall* ses över och kompletteras där de saknas. Dessa *skall* placeras så att de tydligt framgår vilken väg personer ska utrymma. En kontroll *skall* genomföras av byggnadens samtliga utrymningsskyltar, för att säkerställa att deras funktion upprätthålls. Detta är ett myndighetskrav och en förutsättning för att utrymning ska kunna ske på ett tillfredställande sätt.
- I byggnadens konferensdel kräver utrymningsdörrar mot trapphus två handgrepp för att öppnas (vrede samt trycke). Utrymning *skall* kunna ske med ett handgrepp, beslagen *skall* förse med typgodkända utrymningsbeslag. Detta är ett myndighetskrav och en förutsättning för att utrymning ska kunna ske på ett tillfredställande sätt.

- Skjuddörr som utgör utrymningsväg i Franska matsalen är mycket svår att öppna samt att upptäcka. Denna *bör* ersättas med en lämpligare dörr som tydligt skiljer sig från den omgivande väggen. Förslag är t.ex. en brandklassad glasdörr som stänger vid detektoraktivering.
- Skjuddörr i korridor utanför Landsort är olämplig då den inte uppfattas som utrymningsväg och är svår att öppna. Skjuddörren *bör* ersättas med en lämpligare dörr. Förslag är t.ex. en brandklassad glasdörr som stänger vid detektoraktivering.
- Dörr till utrymningsväg från konferenslokal Landsort mot utvändig trappa, *bör* utformas så att den tydligt skiljer sig från den omgivande väggen.
- Lokaler *bör* förses med information om maximalt antal personer som får vistas i lokalen. Skyltar *bör* anslås väl synligt, lämpligen i direkt anslutning till ordinarie in- och utgångar. Räddningstjänsten *bör* konsulteras angående det maximala personantalet i samlingslokaler.
- Vid möblering av korridorer som utgör utrymningsväg, är det oerhört viktigt att alltid se till så att framkomligheten tillgodoses och att mängden brännbart material blir så liten som möjligt. Utrymningsvägar *bör* ej fungera som lagerutrymme.
- I Franska matsalen *bör* värmedetektorer byttas mot rökdetektorer, för att erhålla en snabbare detektion. Lokalen *bör* även förses med släckutrustning i form av handbrandsläckare.
- Interna brandskyddskontroller *bör* utföras enligt fastlagda rutiner och med checklistor, där protokollen dokumenteras.
- Dokumentation över byggandets ventilationssystem *bör* uppdateras och kompletteras så den överensstämmer med systemets aktuella uppbyggnad. Ventilationssystemet kan spela en avgörande roll för personsäkerheten vid brand med avseende på brandgasspridning både inom och mellan brandceller.
- Personalen *bör* årligen genomföra utbildningar i att hantera brand- och utrymningsituationer. Utrymningsövningar med personal *bör* genomföras årligen.
- Anvisningar om åtgärder vid brand *bör* finnas tillgängliga för gästerna. Information *bör* finnas på samtliga hotellrum.
- Man *bör* tillgodose att rullstolsburna personer kan placeras i gästrum som ligger på entréplanet, för att utrymning skall kunna ske på ett tillfredsställande sätt. För att underlätta en utrymning av rullstolsburna personer, kan evakueringsstolar vara ett möjligt alternativ.

14. Referenser

Abrahamsson, M. (1998) *Scenariotänkande vid brandsyn - utrymning av samlingslokaler*. Räddningsverket, Karlstad.

Babrauskas (2005): www.doctorfire.com/flametmp.html

BBR (2002) *Boverkets byggregler*. Boverket, Karlskrona.

BFRL (2005): www.fire.nist.gov

Brandskyddshandboken (2002) *Brandskyddshandboken - en handbok för projektering av brandskydd i byggnader*. Rapport 3117. Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lund.

Elison, B. (2005) *Brandskyddsdocumentation - Grand hotell, Saltsjöbaden*. Briab Brand & Riskingenjörer, Stockholm.

Frantzich, H. (2001) *Tid för utrymning vid brand*. Räddningsverket, Karlstad.

Hultqvist, H. (2000) *Simulating visibility in HAZARD I/CFAST*. Rapport 7008. Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lund.

Karlsson, B. (1992) *Modeling Fire Growth on Combustible Lining Materials in Enclosures*

Karlsson, B. & Quintiere, J.G. (1999) *Enclosure Fire Dynamics*. CRC Press LLC, USA.

National Fire Proofing Company (2005): <http://www.fabrics.net/fireproofing.asp>

Noser m.fl. (2003) *Burning Behaviour of Curtains and Drapes: Results of a Swiss Market Survey*, Schweiz

Patel, R. & Tebelius, U. (1987) *Grundbok i forskningsmetodik*. Studentlitteratur, Lund.

SFPE (1995) *Handbook of fire protection engineering 2nd edition*. National Fire Protection Association, USA

Särdqvist, S. (1993) *Initial Fires*. Rapport 3117. Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lund.

Utrymningsdimensionering (2004) Boverket, Karlskrona.

Utrymningssäkerhet för rörelsehindrade (2001) Räddningsverket, Karlstad.

Bilaga A. Dimensionerande bränder

Dimensionerande brand för hotellrum

Flamhöjd och flamdiameter

Effektutvecklingen från en brand kan beskrivas enligt sambandet:

$$q = A \cdot \dot{m}'' \cdot \Delta H_c \cdot \chi \quad q \equiv \text{effektutveckling (kW)}$$

$$A \equiv \text{bränslearea som deltar i förbränningen (m}^2\text{)}$$

$$\dot{m}'' \equiv \text{massavbränning (kg/m}^2 \cdot \text{s)}$$

$$\Delta H_c \equiv \text{förbränningsvärme (kJ/kg)}$$

$$\chi \equiv \text{förbränningseffektivitet}$$

Karlsson och Quintiere ger i *Enclosure Fire Dynamics (1999)*, medelvärden för massavbränning och förbränningsvärme för mjuk polyuretan. Man föreslår också en förbrännings-effektivitet 0,60-0,70 för starkt sotande bränsle som polyuretan.

Om \dot{m}'' , ΔH_c och χ och antas vara konstanter kan bränslearean, A , som deltar i förbränningen uttryckas som en funktion av effektutvecklingen. Ett ytterligare antagande om att bränslearean som deltar i förbränningen tillväxer radiellt gör att även flammornas diameter vid flambasen, D , kan beskrivas som en funktion av effektutvecklingen. Med kännedom om effektutveckling och flamdiameter kan medelflamhöjden bestämmas genom Heskestads korrelationer (Karlsson, B. & Quintiere, J.G, 1999):

$$A(q) = \frac{q}{\dot{m}'' \times \Delta H_c \times \chi} = \frac{q(\text{kW})}{0,025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} \times 25 \times 10^3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \times 0,65} \approx \frac{q}{400} \quad (\text{m}^2)$$

$$A = \frac{\Pi D^2}{4}, \quad D = \sqrt{\frac{4A}{\Pi}}, \quad D(q) \approx \sqrt{\frac{q}{100\Pi}}$$

$$L = 0,235q^{2/5} - 1,02D, \quad L \approx 0,235q^{2/5} - 1,02\sqrt{\frac{q}{100\Pi}} \quad (\text{m})$$

Diagram A1 redovisar uppskattat medelvärde för flamhöjd och flamdiameter.

Flammodell

För att uppskatta risken för antändning av ytterligare föremål i hotellrummet, gjordes en modell för att beskriva flammornas tillväxt som en funktion av effektutvecklingen och därmed också tiden. Flammorna från madrassbranden approximerades med en cylinder vars höjd och diameter motsvarades av medelflamhöjden och flamdiametern. Genom att anta en fix flamtemperatur och att branden startade i sängens mittpunkt, kunde värmestrålningen

från flammorna på olika avstånd från cylinderns centrum bestämmas vid olika tider. Efter drygt en och en halv minuts (förbrinntid ej inkluderad) brand började flamdiametern och flamhöjden att närma sig madrassens bredd respektive rumshöjden och modellen ansågs därför inte vara tillförlitlig efter denna tid.

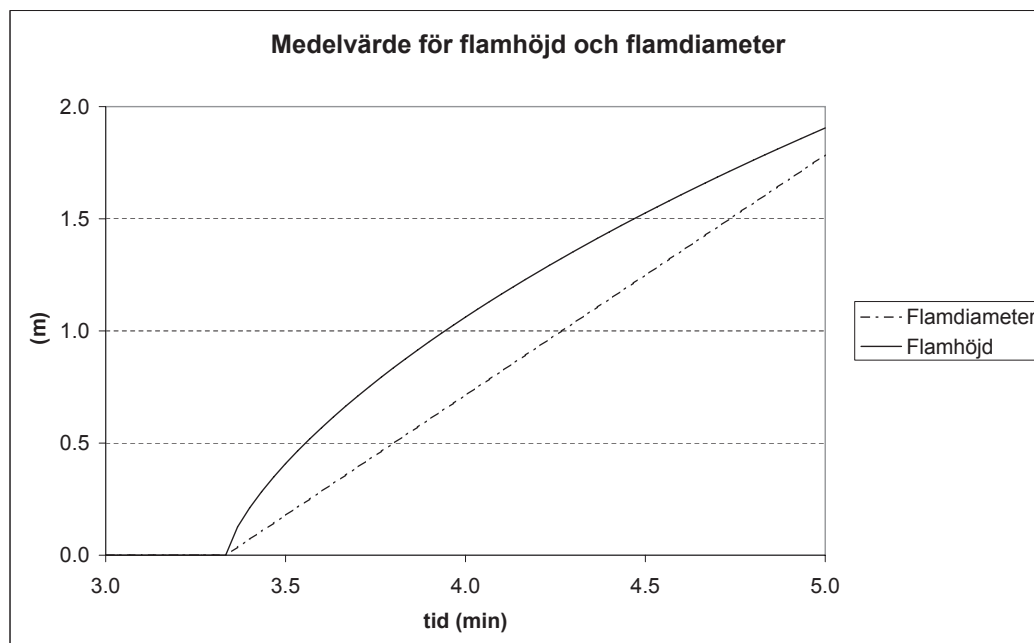


Diagram A1. Uppskattat medelvärde för flamhöjd och flamdiameter

Babrauskas (2005) föreslår att för turbulenta diffusionsflammar kan ett medelvärde för flamtemperaturen i den kontinuerliga flamzonen antas vara runt 900°C. Detta värde sattes som en konstant flamtemperatur i modellen. Med en given flamtemperatur och antagandet att flammorna har emissiviteten 0,8, kunde den infallande värmestrålningen mot övriga ytor i rummet uppskattas enligt sambandet:

$$q'' = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot \Phi \quad \varepsilon = 0,8$$

$$k = 5,67 \times 10^{-8} \text{ (kW / m}^2 \text{ K}^4)$$

$$T = 1173 \text{ K}$$

$$\Phi = \text{synfaktor}$$

Synfaktorn beräknades enligt ekvation för strålning från en cylinder till ett mål placerat vinkelrätt mot denna, tagna från SFPE-handboken (SFPE, 1995).

En avgörande faktor i detta sammanhang är givetvis hur långt från branden ytorna är placerade. Avståndet från brandens centrum till sängaveln var ungefär 1 m. Som det tidigare har nämnts varierade geometrierna i rummen. För att kunna använda modellen i olika typer av rum antogs ett ungefärligt avstånd på 2,5 m från brandens centrum till gardinen och garderoben. Diagram A2 visar den infallande värmestrålningen i de senare två fallen.

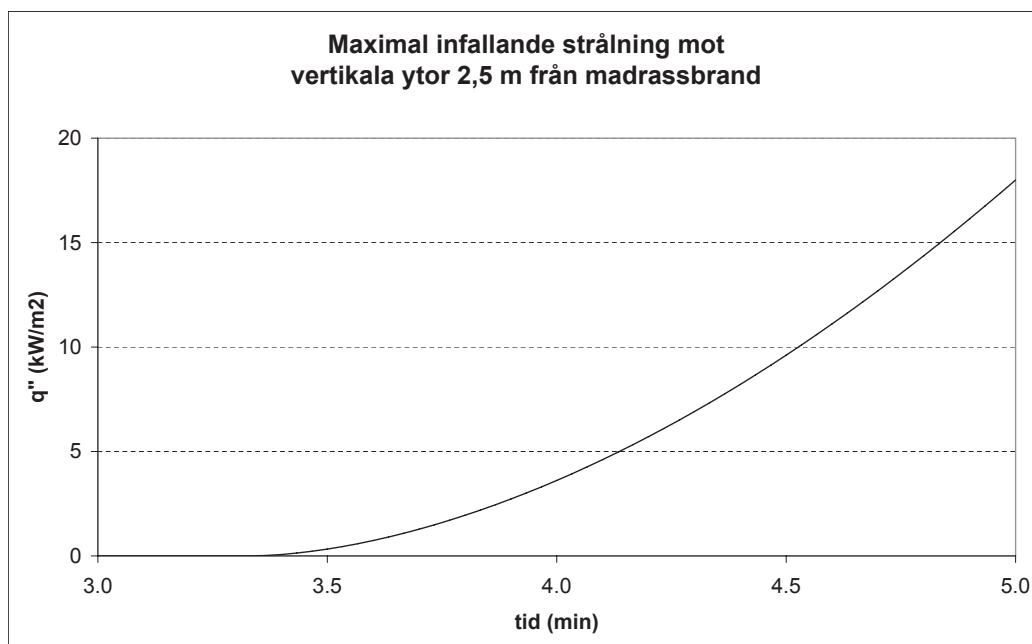


Diagram A2. Maximal infallande värmestrålning mot vertikala ytor vinkelräta mot branden

Madrassbrandens övergång till rumsbrand

Antändning av gardinen uppskattades ske när den infallande strålningen nådde 10-15 kW/m². Detta kan jämföras med en av definitionerna för övertändning: 15-20 kW/m² infallande strålning mot rummets golv (Karlsson och Quintiere, 1999), samtidigt som att det skall beaktas att gardinens massa är liten vilket leder till en snabb uppvärmning. Antändningskriteriet 10-15 kW/m² är visserligen ganska grovt, men som framgår av diagram A2, rör det sig om ett tidsintervall på knappt en halv minut, vilket anses vara en tillräckligt noggrann uppskattning.

Eftersom sänggaveln befinner sig på kortast avstånd från branden kommer den att utsättas för en mer intensiv värmestrålning än den övriga inredningen. Karlsson (1992) visar att en MDF-skiva som utsätts för en konstant infallande värmestrålning på 50 kW/m² antänder efter knappt en halv minut. Sänggaveln utsätts för motsvarande värmestrålning ungefär en minut efter att madrassbranden börjat sin tillväxt. Eftersom värmestrålningen i mot sänggaveln är transient kan inga direkta slutsatser dras av detta. Istället jämfördes försöksdata från test med gardiner med försöksdata från test med MDF-skivor för att se vilket bränslepaket som gav den snabbaste ökningen i effektutveckling.

Sundström visar att MDF-skiva som antänds av en 100 kW gasbrännare uppnår en effektutveckling på 500 kW efter ungefär 2 minuter (Särdqvist, 1993). Försök med bomullsgardiner utförda av Wetterlund och Göransson med samma antändningskälla gav en effektutveckling på 900 kW, en halv minut efter antändning (Särdqvist, 1993). Ökningen i effektutveckling är alltså nästan åtta gånger snabbare för gardinen än för MDF-skivan vilket tyder på att brand i gardinen kommer att påverka rumsbrandens karaktär i större utsträckning än sänggaveln under det inledande brandförloppet. Garderoben är mindre intressant i detta sammanhang, då även den är av MDF-skiva och befinner sig längre bort från branden än sänggaveln.

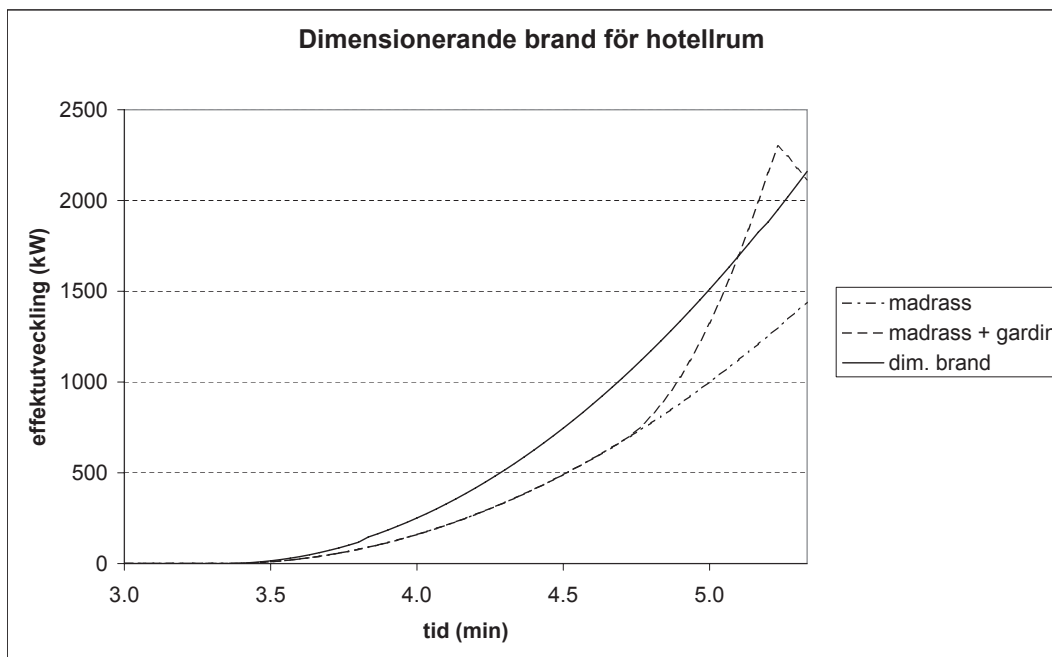


Diagram A3. Dimensionerande brand för hotellrum

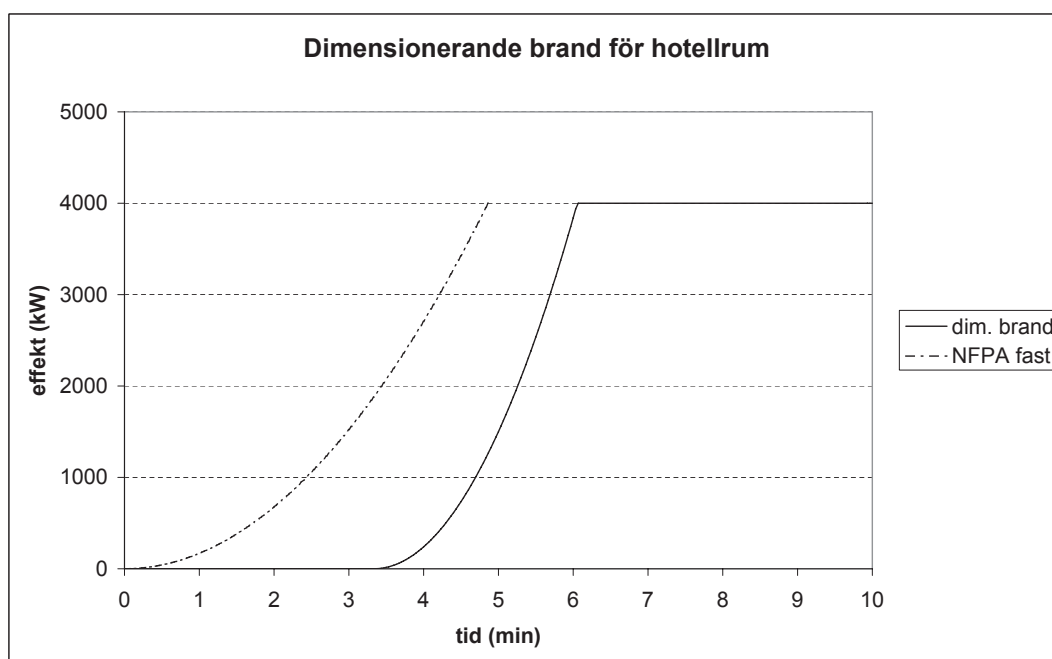


Diagram A4. Dimensionerande brand för hotellrum

Strålning och konvektion från brandgaslagret kommer också att bidra till uppvärmning av föremålen i hotellrummet. Handberäkningar av plymtemperaturen vid takhöjd tyder dock på att brandgaslagret inte kommer att antända gardinen innan värmestrålningen från flamman gör det.

Den maximala effektutvecklingen i hotellrummet uppskattades till ungefär 4 MW efter en genomgång av rummets inredning och en jämförelse med försöksdata från rapporten *Initial Fires (1993)*. Föremål som endast ger en kortvarig effektökning, exempelvis gardinen, togs ej med i uppskattningen.

Dimensionerande brand för Grönskär Lounge

Fåtöljerna i sittgrupperna i Grönskär Lounge beskrivs bäst av s.k. *4 cushion mockup chairs*. Babrauskas m.fl. har gjort försök med denna typ av stolmodeller och resultaten presenteras i Särqvists rapport *Initial Fires (1993)*, som objekt Y53/21 respektive Y53/22.

Y53/21 är den stolmodell som bäst överensstämmer med Grönskär Lounges fåtöljer, data från detta försök antas kunna representera en brand i en av dessa. I Babrauskas försök användes en 50 kW gasbrännare som placerades vid sidan av stolen.

För att få en uppfattning om hur stora flammor och effektutveckling som krävs för att en brand ska antända ytterligare föremål studerades en rad försök gjorda av BFRL (2005), där effektutveckling samt bilder av flamstorleken är dokumenterade. Det skall tilläggas att uppskattningarna av flamspridning och antändning av ytterligare föremål är konservativt gjorda.

I den dimensionerande branden antas att den första fåtöljen, nr 1, brinner enligt Y53/21, men med en minuts förbrinntid då antändningskällan är betydligt mindre, t.ex. ett värmeljus. De två närmsta fåtöljerna, nr 2 & 3, antas antända när den första når effektutvecklingen 100 kW, vilket bör kunna motsvara antändningskällan i försöken då fåtöljerna är placerade nära varandra. En halv minut senare antas branden ha fått fäste i stolsryggen och då antänds även gardinen. Fåtöljerna 2 och 3 brinner enligt Y53/21 och när dessa når 100 kW antänds fåtölj nr 4.

Eftersom sittgrupperna är placerade mycket nära varandra, se bild 12, gjordes bedömningen att samma flamspridning som sker inom gruppen bör kunna ske mellan olika grupper. Därför antogs det att när tre fåtöljer når 100 kW eller mer kan branden spridas vidare till ytterligare en sittgrupp. Brandförloppet inom denna grupp antas vara samma som för den första.

Gardinerna i Grönskär Lounge är av bomull och data för dessa har hämtats från Särqvists rapport *Initial Fires (1993)*, objekt Y7/13.

För den dimensionerande branden för Grönskär Lounge har den samlade effektutvecklingen för de föremål som deltar i brandförloppet enligt ovan summerats över tiden. En αt^2 -kurva har sedan anpassats för att beskriva förloppet. Vidare har bedömningen gjorts att mer än två sittgrupper och två gardiner troligen inte brinner samtidigt och därför har den maximala effektutvecklingen satts till 3 MW, se diagram A5.

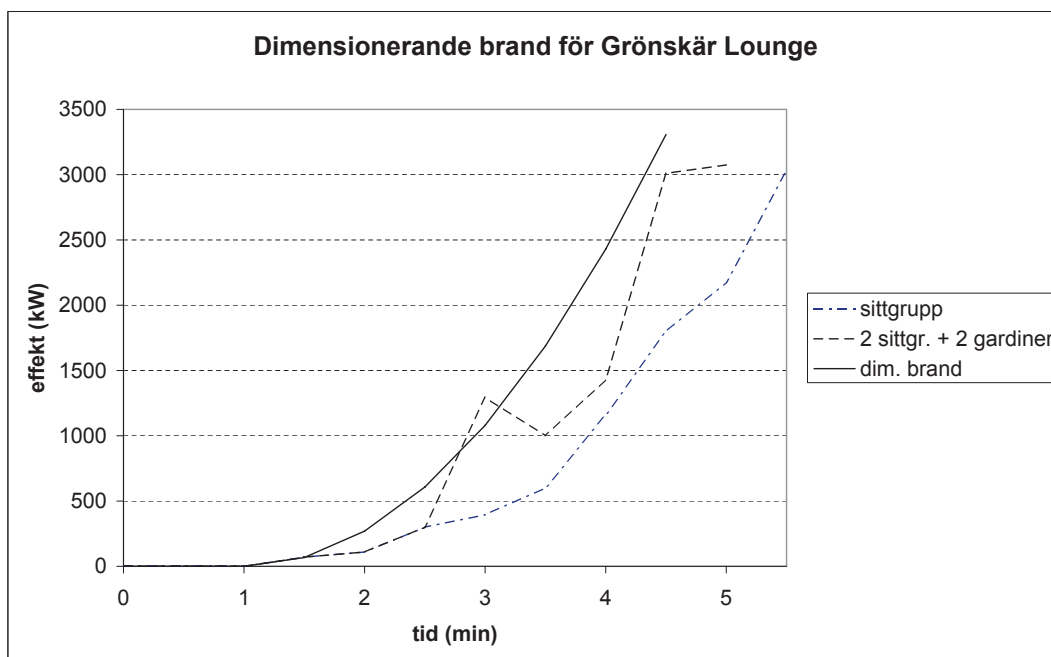


Diagram A5. Dimensionerande brand för Grönskär lounge

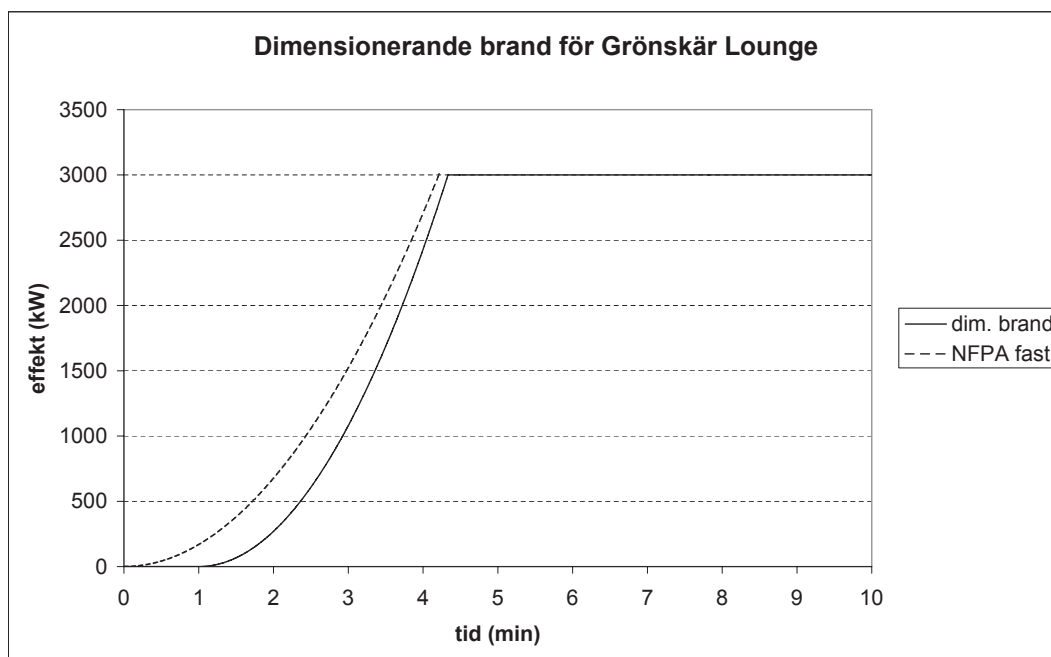


Diagram A6. Dimensionerande brand för Grönskär lounge

Dimensionerande brand i korridor utanför Grönskär

Försök utförda av Williamson och Dembsey med staplade stolar placerade fristående eller i hörnet av ett rum, ligger till grund för den dimensionerande branden i korridoren utanför Grönskär. Resultat från dessa försök återfinns i Särqvists rapport *Initial Fires (1993)*, som objekt Y50/17 för fristående stapel och Y50/18 för stapel placerad i hörn.

Placeringen av staplarna i förhållande till varandra och i förhållande till väggen i korridoren har gjort att två staplar betraktas som fristående och två som stående i hörn, se bild 13.

Antändning av en fristående stapel antas ske av t.ex. en brand i en papperskorg. Det finns ingen uppgift om antändningskällan i försöken i Särqvists rapport. Efter en minut är effektutvecklingen för stapeln över 300 kW och detta bedöms som tillräckligt för att antända de övriga staplarna, då det inbördes avståndet är litet.

Den sammanlagda effektutvecklingen för samtliga staplar redovisas i diagram A7. För den dimensionerande branden för korridoren Grönskär har den samlade effektutvecklingen för staplarna summerats över tiden. En konstant maximal effektutveckling har valts så att den totala mängden frigjord energi motsvara den för samtliga staplar. En α^2 -kurva har sedan anpassats för att beskriva brandens tillväxt, se diagram A8.

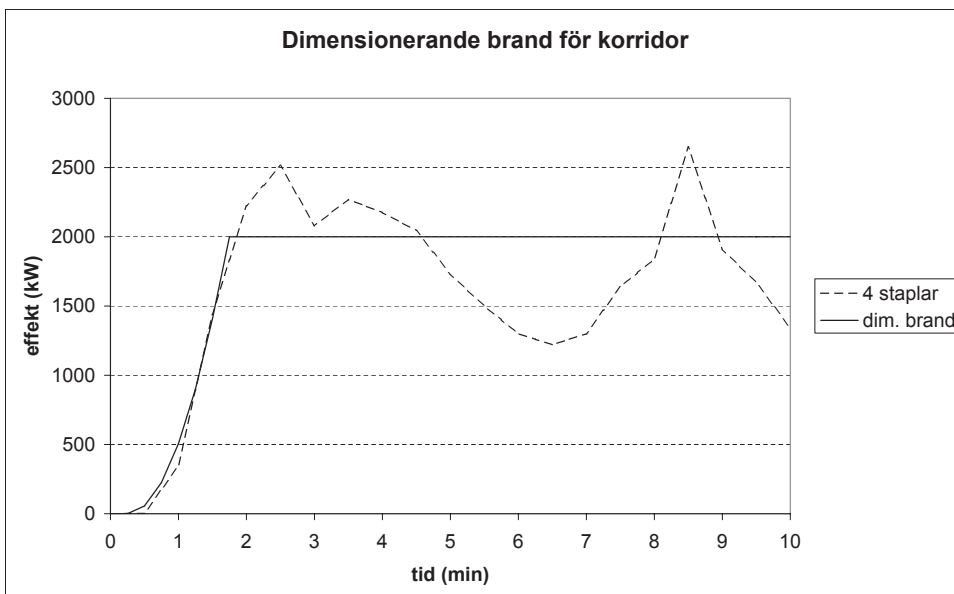


Diagram A7. Uppskattad effektutveckling för staplade stolar i korridoren

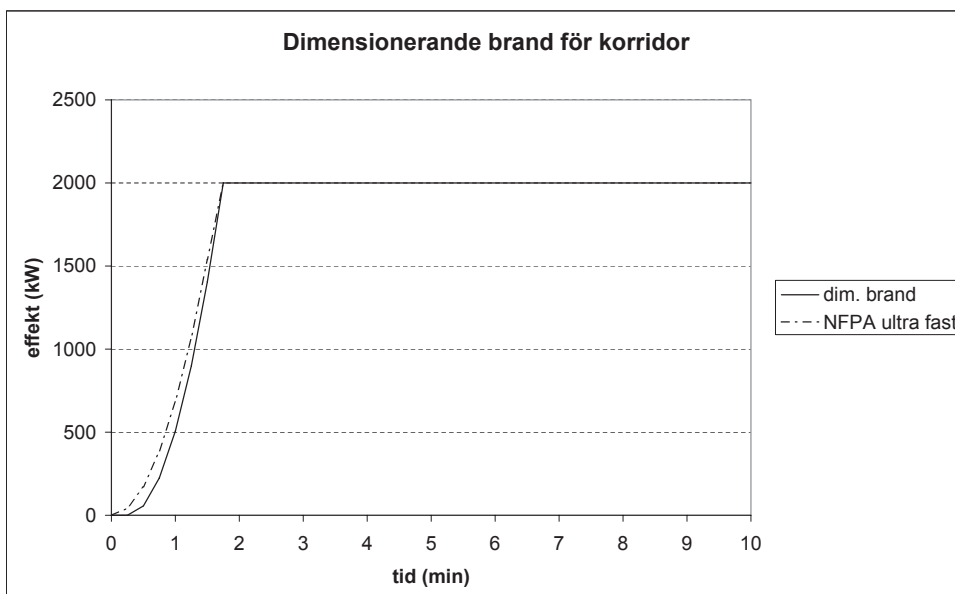


Diagram A8. Dimensionerande brand för korridor utanför Grönskär

Dimensionerande brand för Verandan

En trolig start på ett brandförlopp i Verandan är att en av sammetsgardinerna som hänger längs ytterväggen antänds. Sammet kan bestå av många olika material, t.ex. bomull, ull eller silke. Eftersom materialvalet är så olika är det också svårt att säga något generellt om hur en sammetsgardin kommer att bete sig då den antänds.

Ahonen m.fl. har gjort försök med gardiner av s.k. *cotton velvet* där effektutvecklingen inte översteg 300 kW (Särdqvist, 1993). Noser m.fl. (2003) redovisar data från en mängd försök gjorda på gardiner i olika material i syfte att mäta förbränningshastigheten. Bland annat testades en silkesgardin och man fann att gardinen antändes, men den fortsatte ej att brinna då antändningskällan togs bort. National Fire Proofing Company (2005) beskriver förbränningshastigheterna hos ull, bomull och silke som låg, hög respektive mycket hög.

Som grund för den dimensionerande branden i Verandan har Ahonens resultat valts, då de är de enda försök där effektutvecklingen beskrivs som har hittats.

Ett vanligt fenomen för gardinbränder är att större tygstycken faller ner och fortsätter brinna. Här antas två bord som satts samman antänds på detta sätt och att branden sprider sig i duk och bordsskiva samt stolar. Bordsduken antas vara av linne vilket enligt National Fire Proofing Company (2005) kan ge upphov till en snabb flamspridning. Eftersom stolarna vanligen skjuts intill borden då de inte används antas bord samt stolar kunna representeras av en stapel med lastpallar. Karlsson och Quintiere (1999) föreslår att lastpallar staplade till en halv meters höjd har en tillväxthastighet som klassas som ”medium” enligt NFPA 204M och ett α -värde på 0,012. Man föreslår även en maximal effektutveckling på 1,4 MW/m².

Två bord uppskattas ha en yta av ungefär 3 m² och då det inte bedöms som troligt att mer än ungefär ett bord kommer att brinna med maximal effektutveckling samtidigt, antas den dimensionerande branden inte överstiga 2,5 MW, se diagram A9. Som i tidigare fall har en αt^2 -kurva anpassats för att beskriva den dimensionerande brandens tillväxt, se diagram A10.

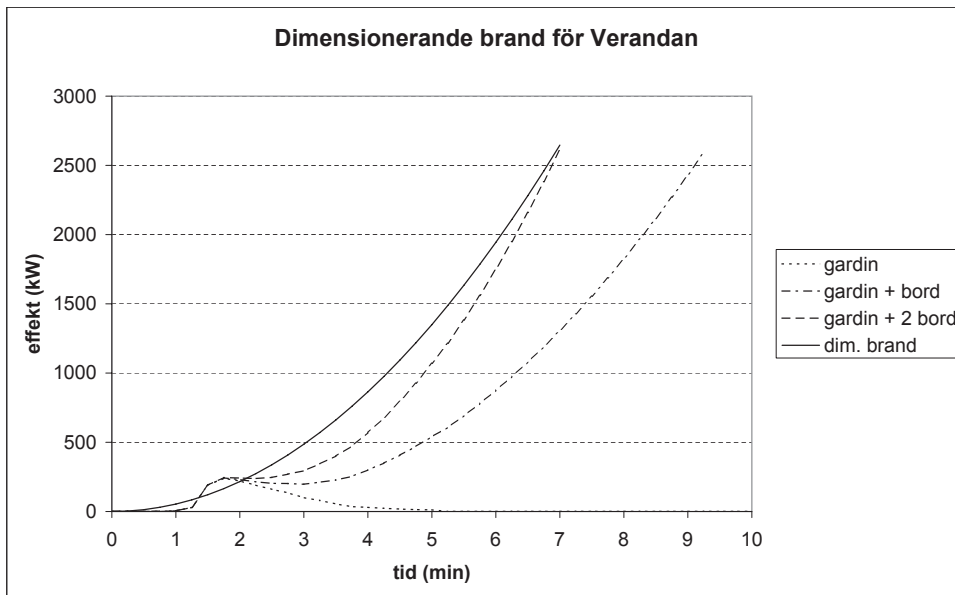


Diagram A9. Dimensionerande brand för Verandan

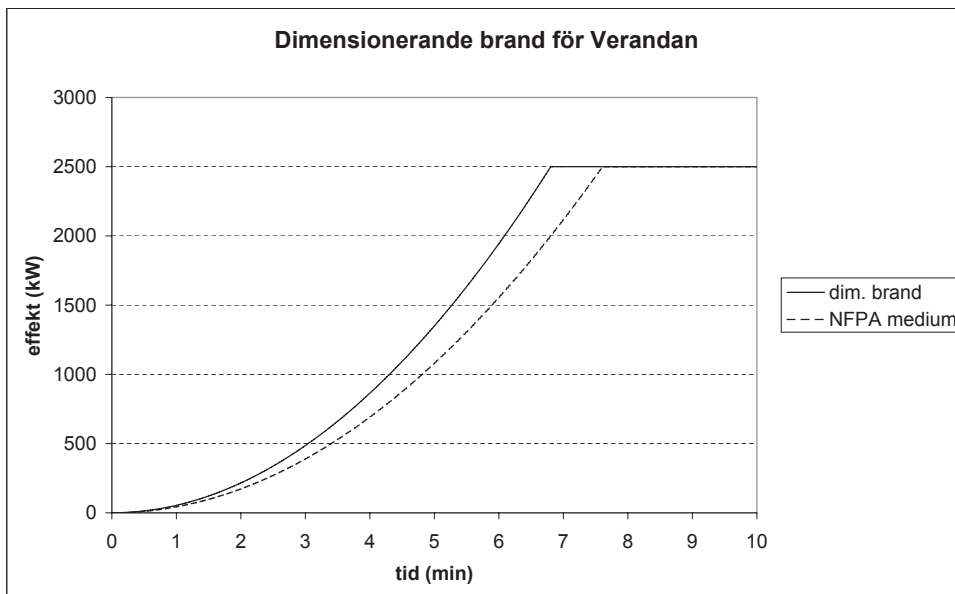
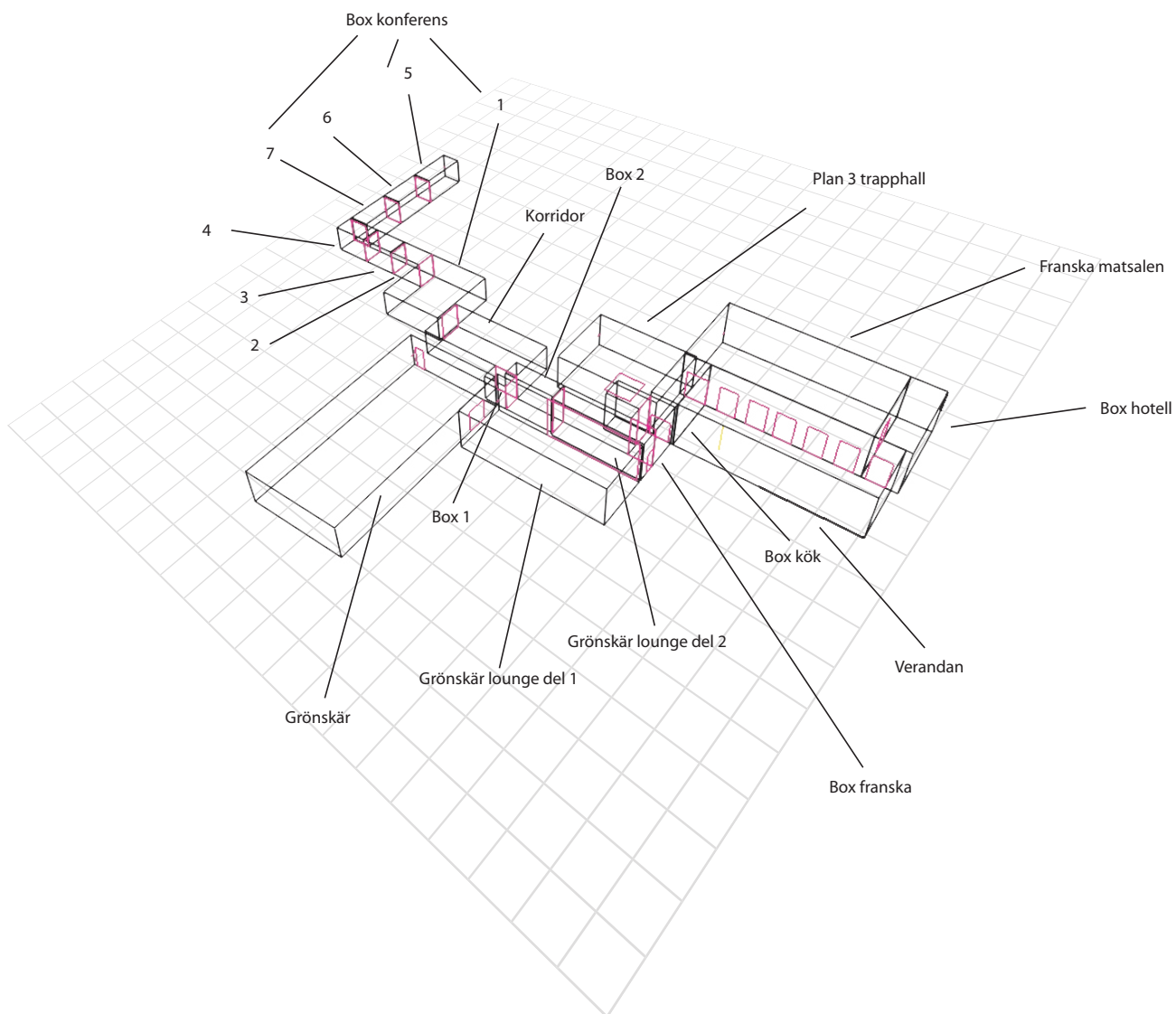
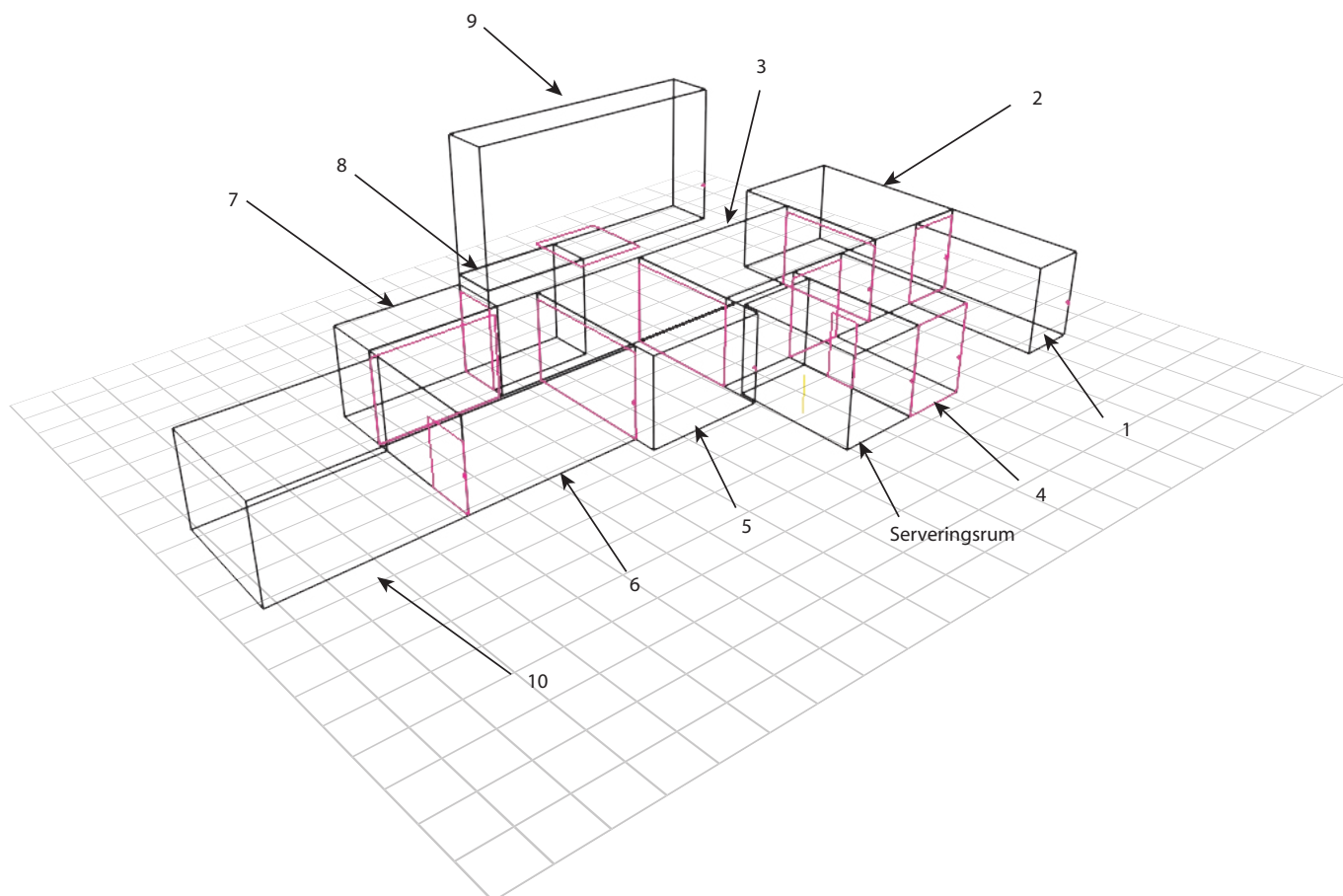


Diagram A10. Dimensionerande brand för Verandan

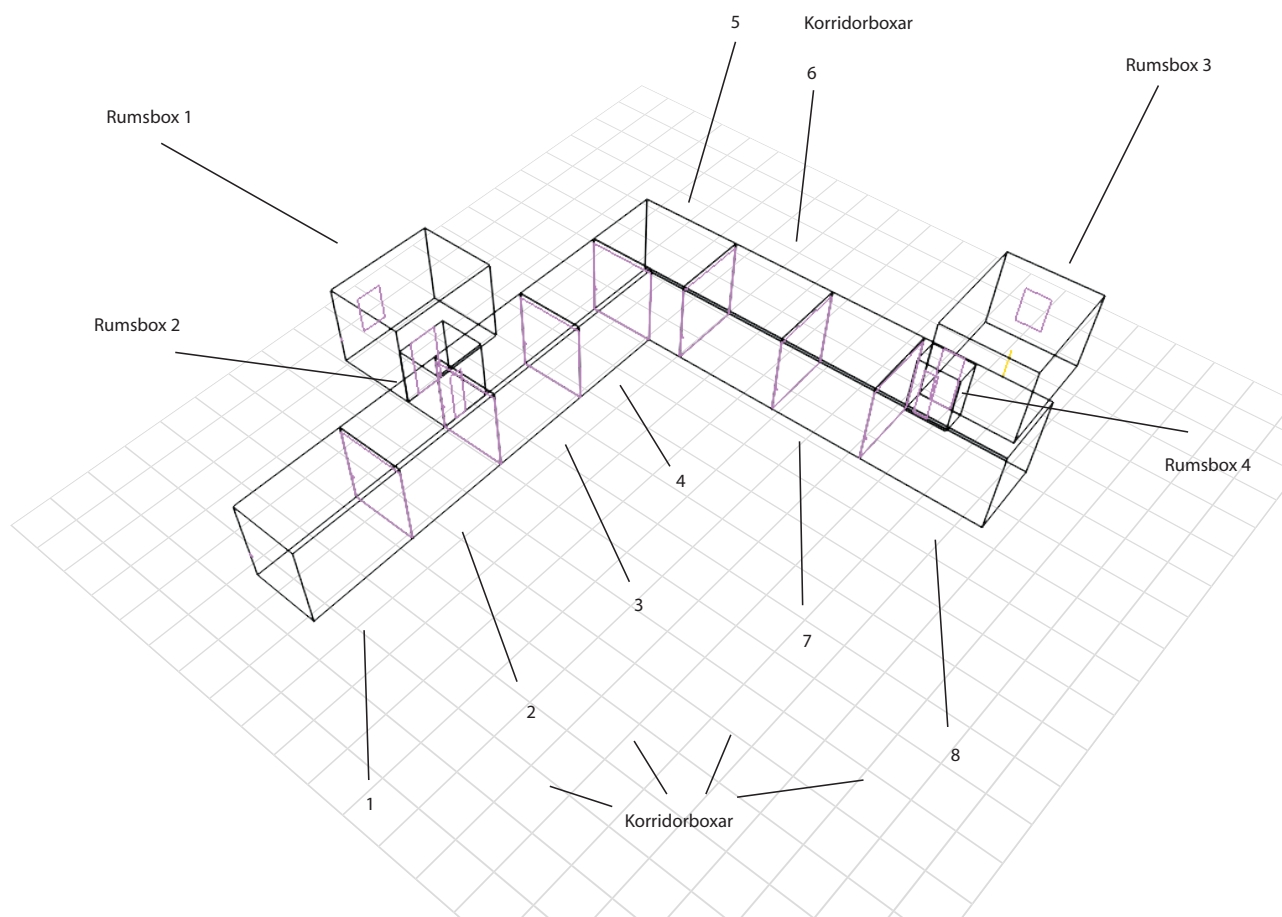
Bilaga B Rumsindelning i CFAST



B1. Boxbeskrivning Grönskär lounge, Grönskär, Verandan samt Franska matsalen

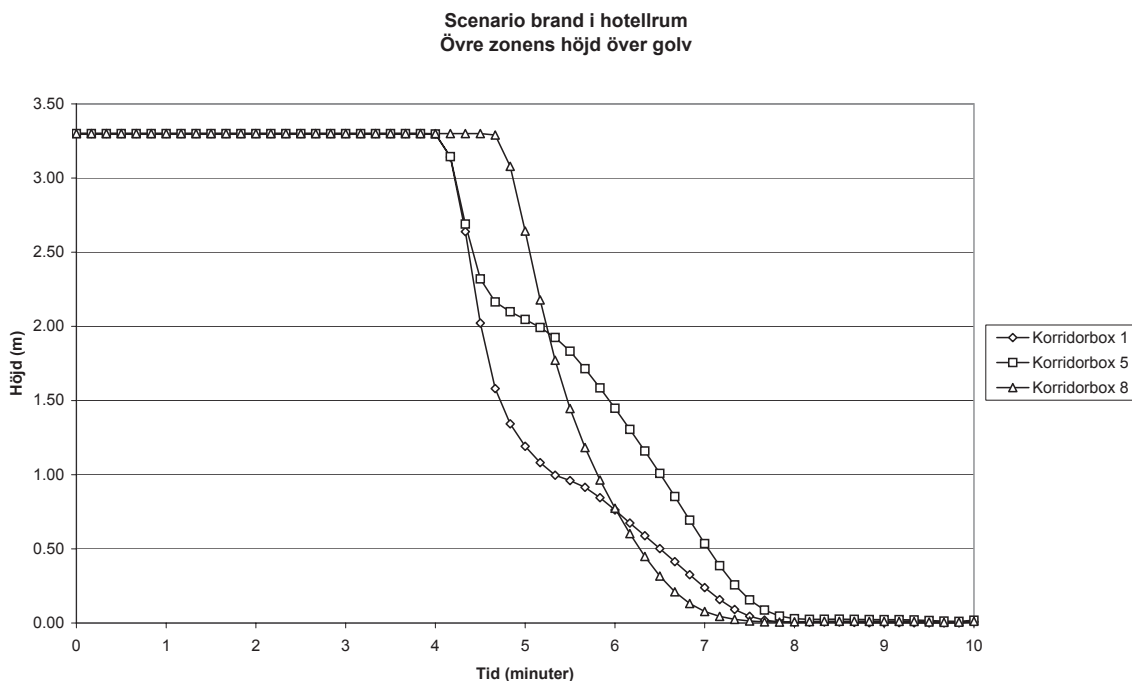


B2. Boxindelning för Scenario brand i serveringsrum vid Landsort

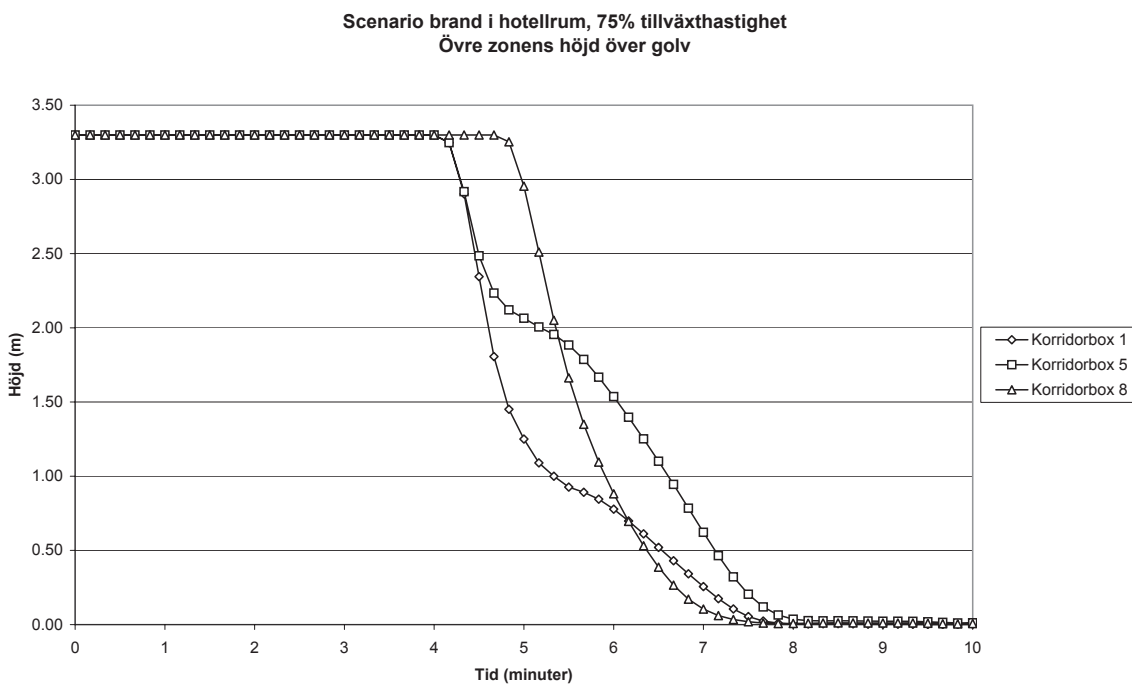


B3. Boxindelning för scenarion brand i hotellrum

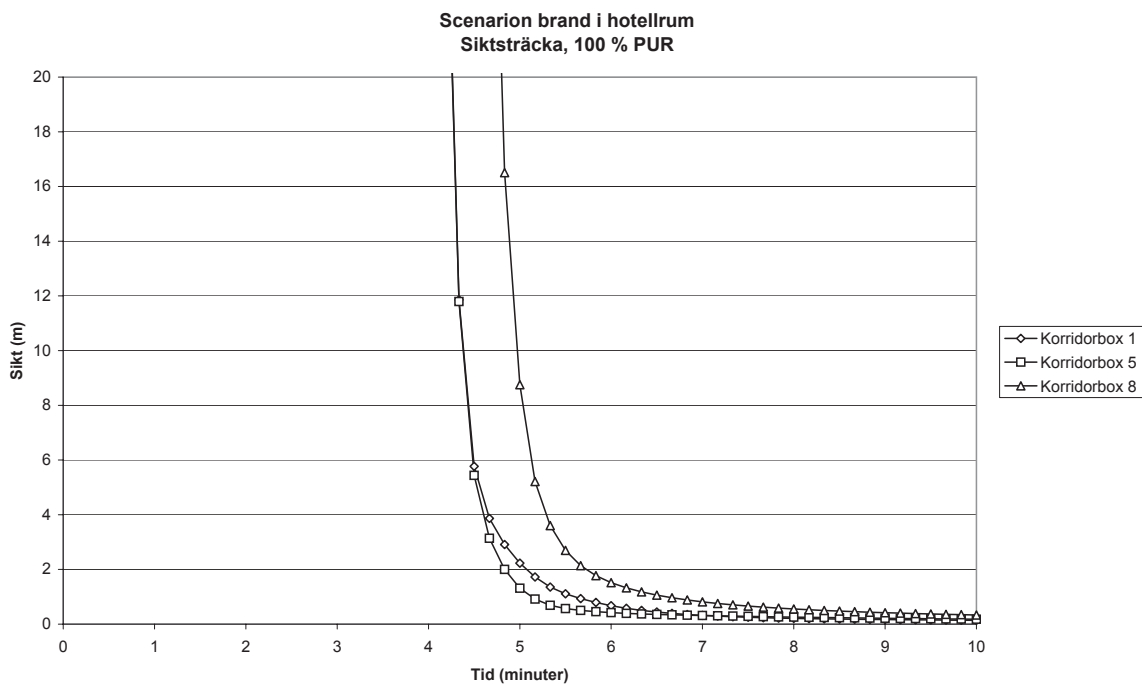
Bilaga C1-C8. Utdata från CFAST, scenario brand i hotellrum



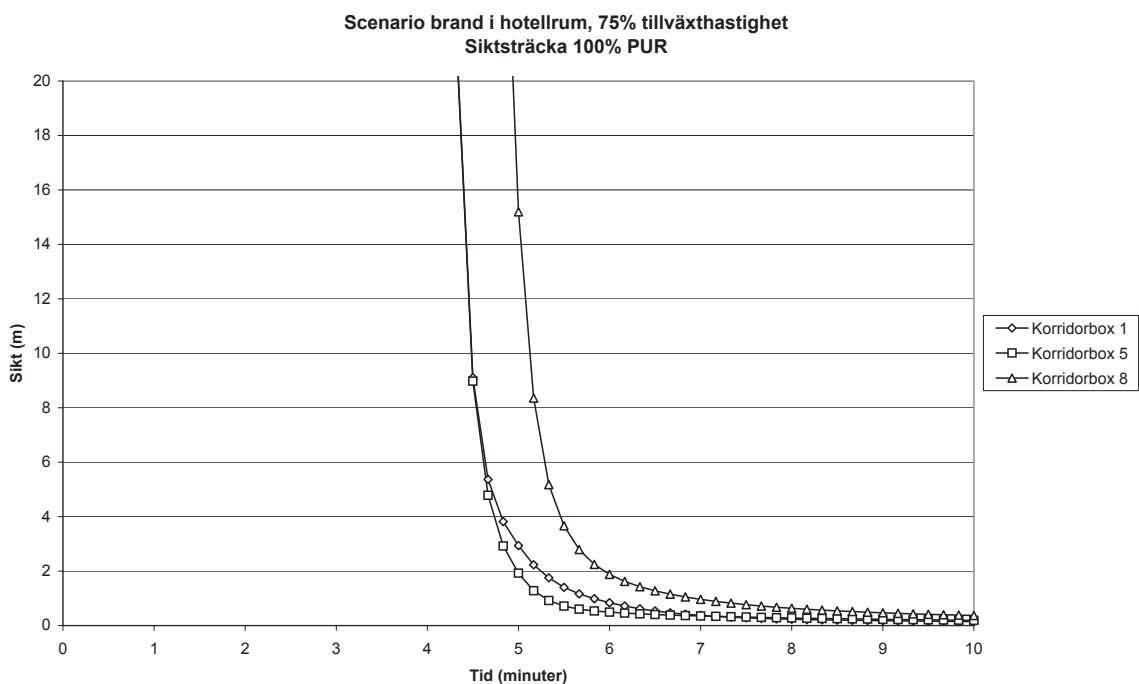
C1. Zonhöjd i scenario hotellrum



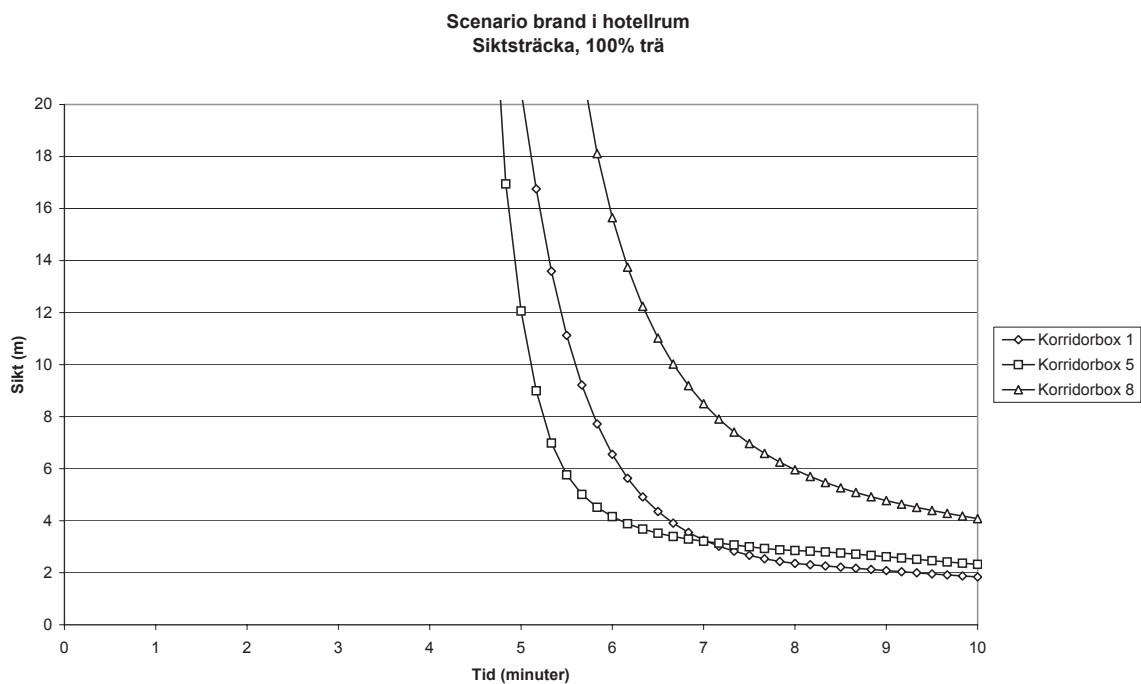
C2. Zonhöjd i scenario hotellrum, 75% tillväxthastighet



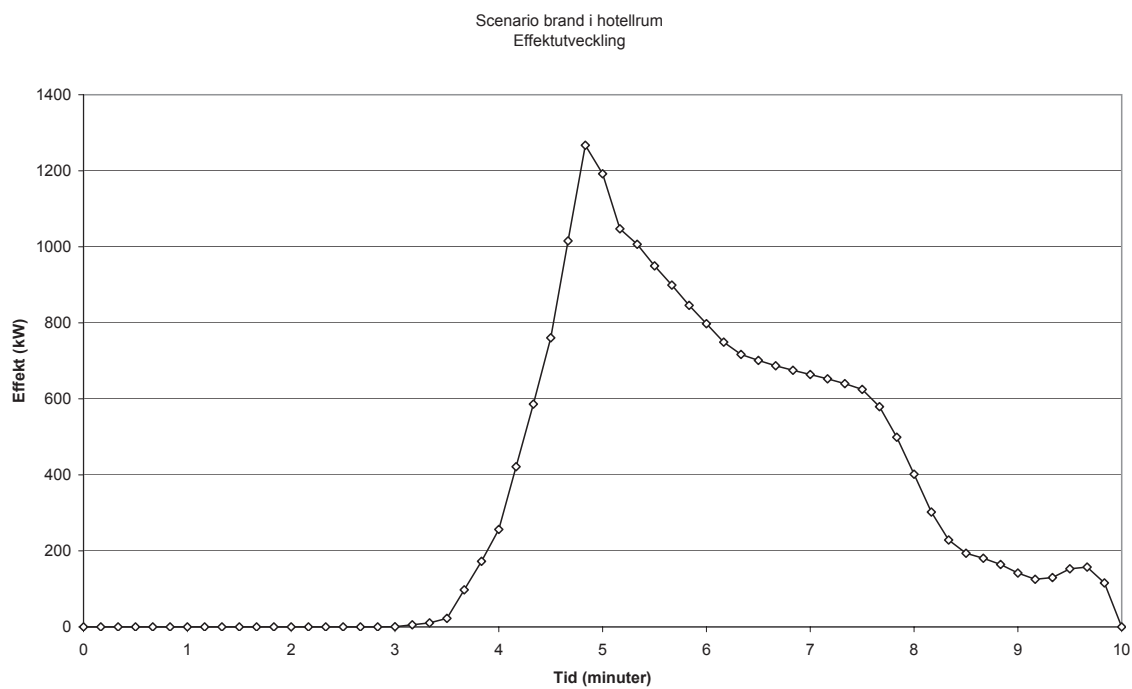
C3. Siktsträcka i scenario hotellrum



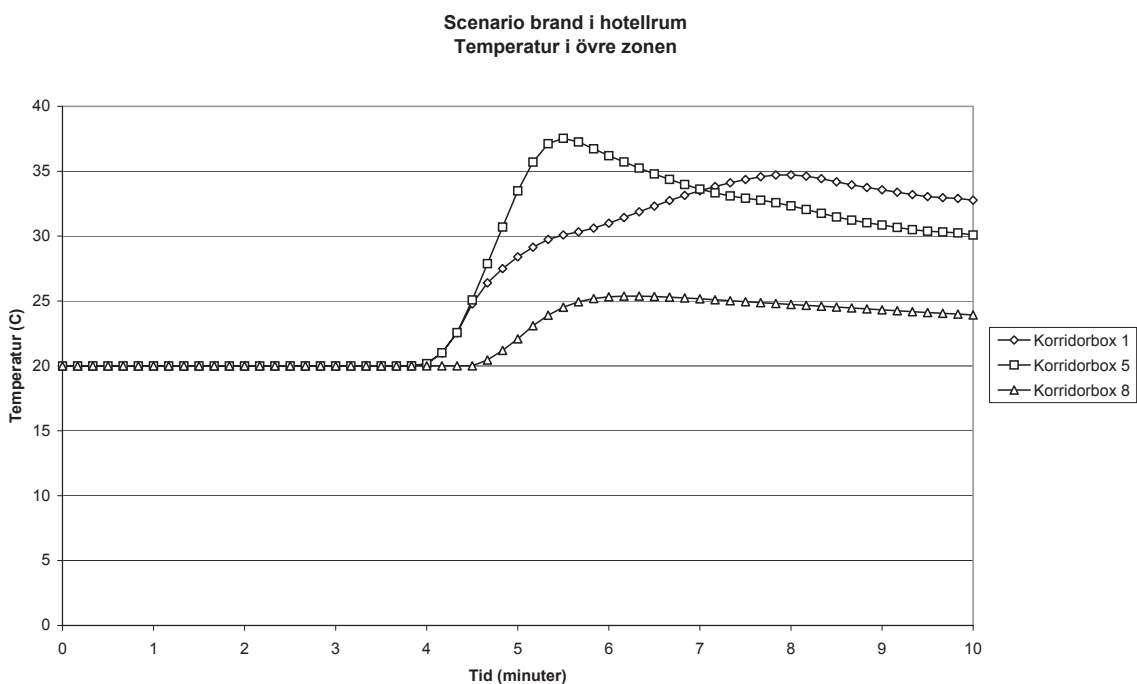
C4. Siktsträcka i scenario hotellrum, 75% tillväxthastighet



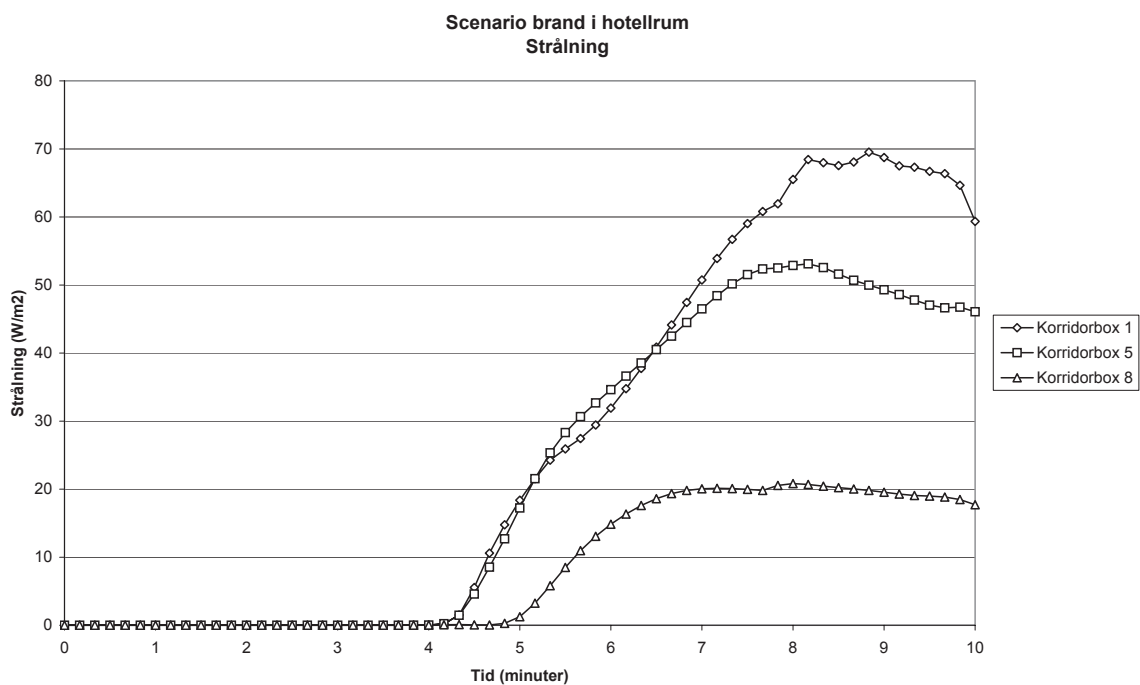
C5. Siktsträcka i scenario hotellrum 100% trä



C6. Effektutveckling i scenario hotellrum

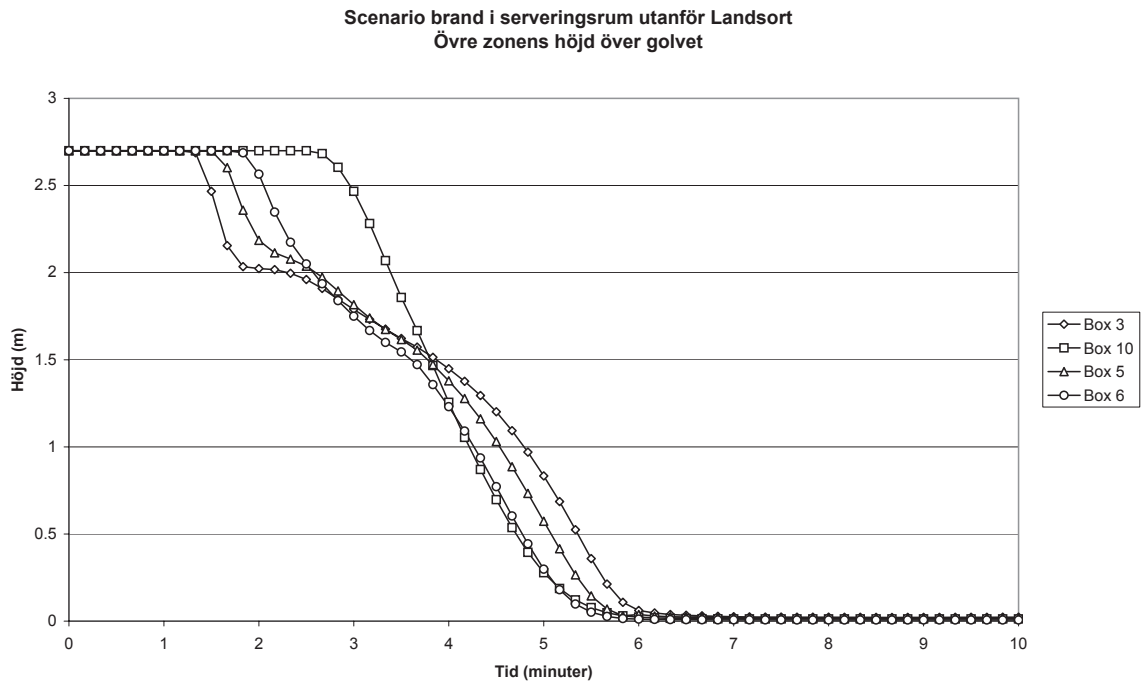


C7. Temperatur i scenario hotellrum

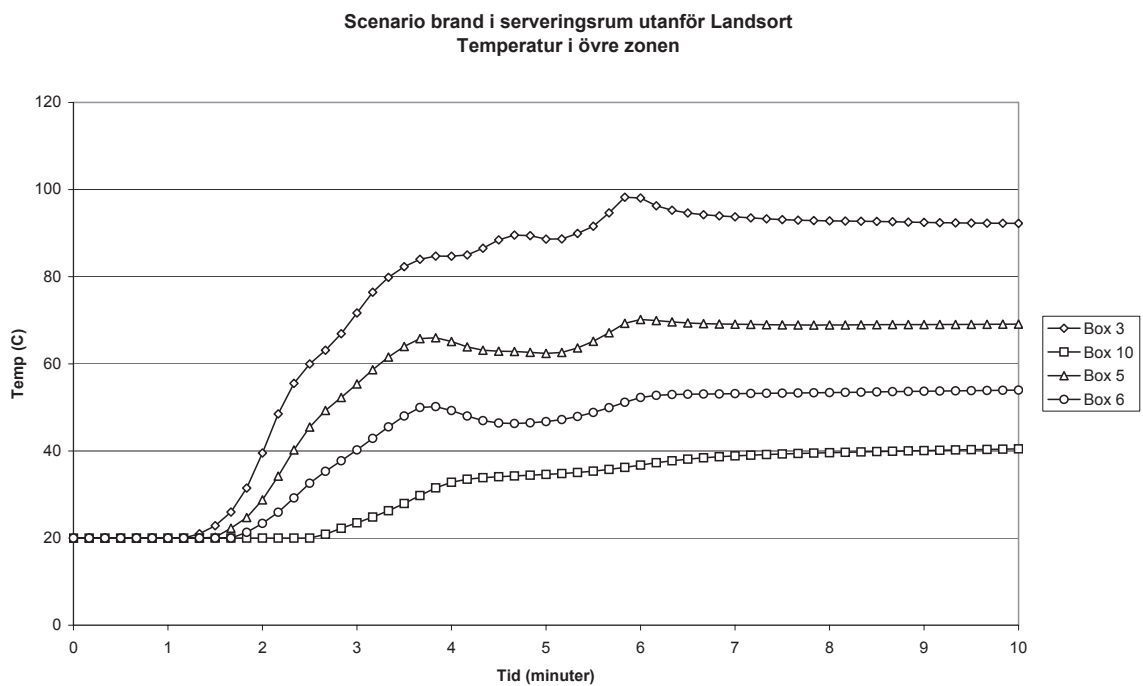


C8. Strålning i scenario hotellrum

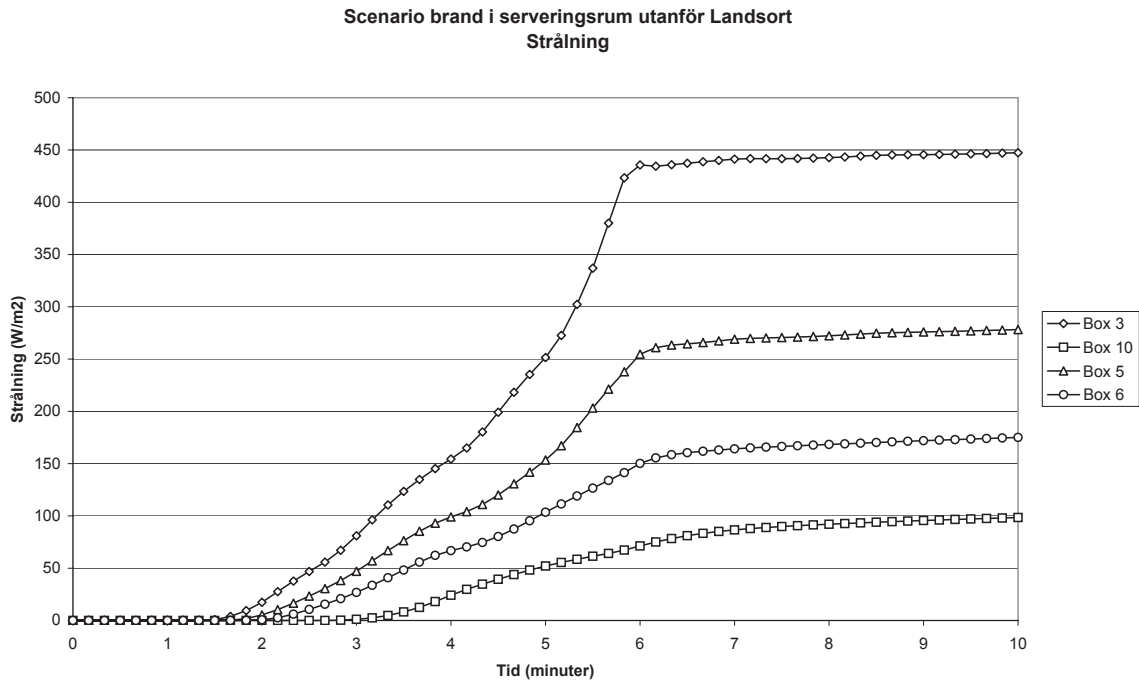
Bilaga C9-C12. Utdata från CFAST, scenario brand i serveringsrum utanför Landsort



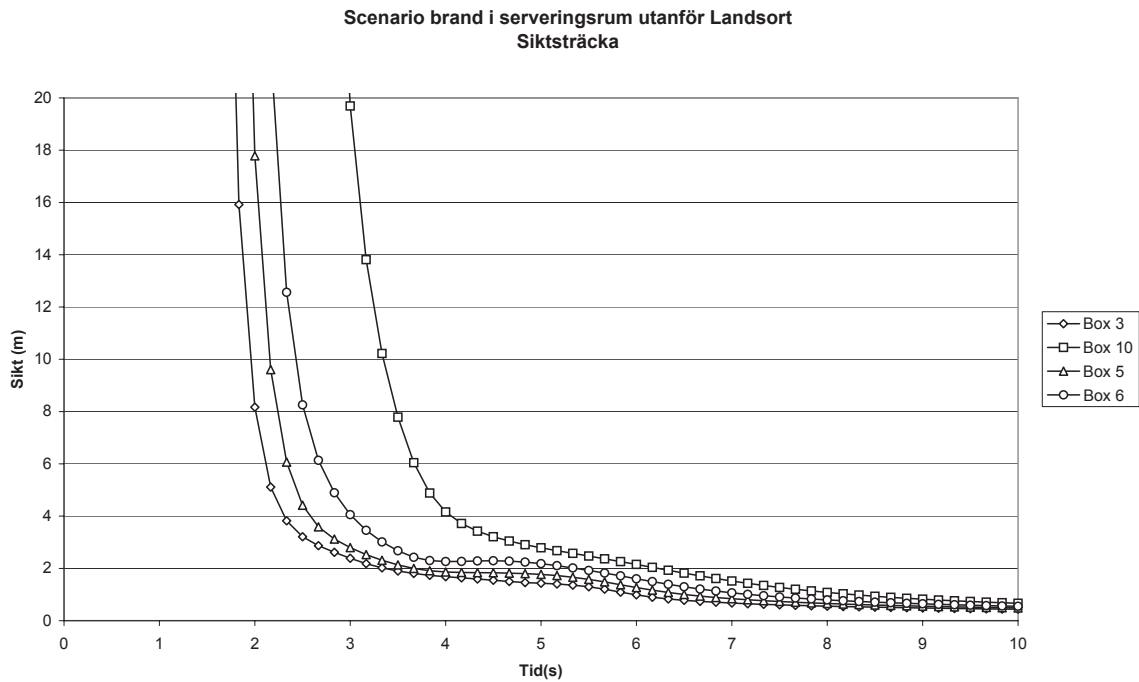
C9. Zonhöjd i scenario brand i serveringsrum



C10. Temperatur i scenario brand i serveringsrum

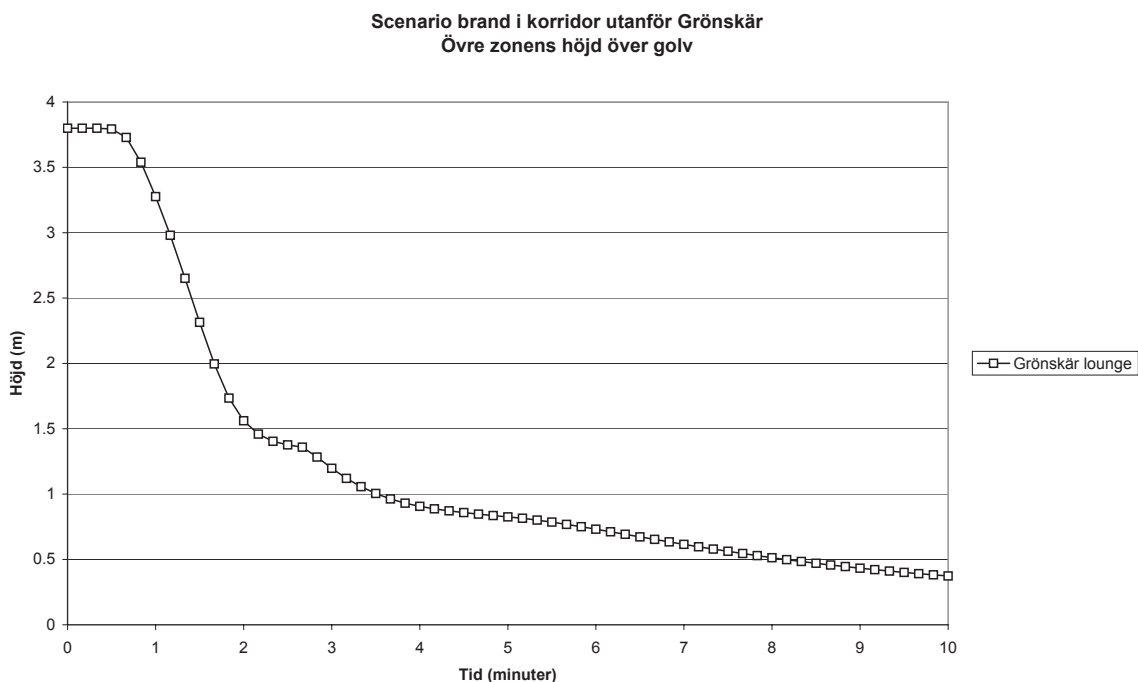


C11. Strålning i scenario brand i serveringsrum

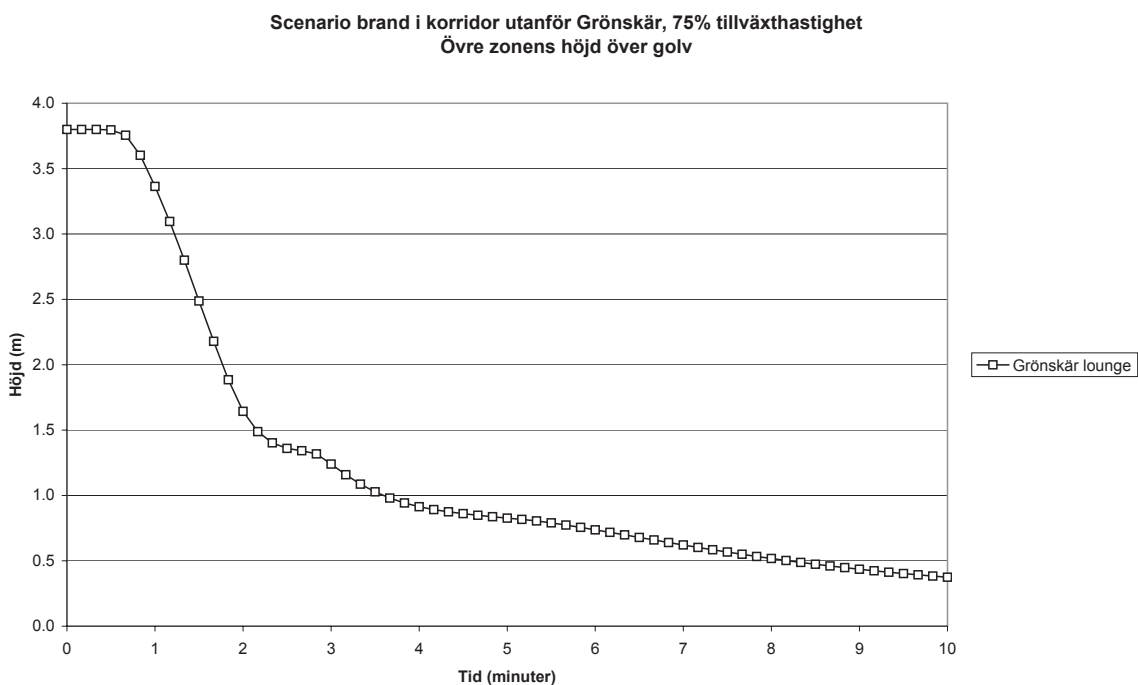


C12. Siktsträcka i scenario brand i serveringsrum

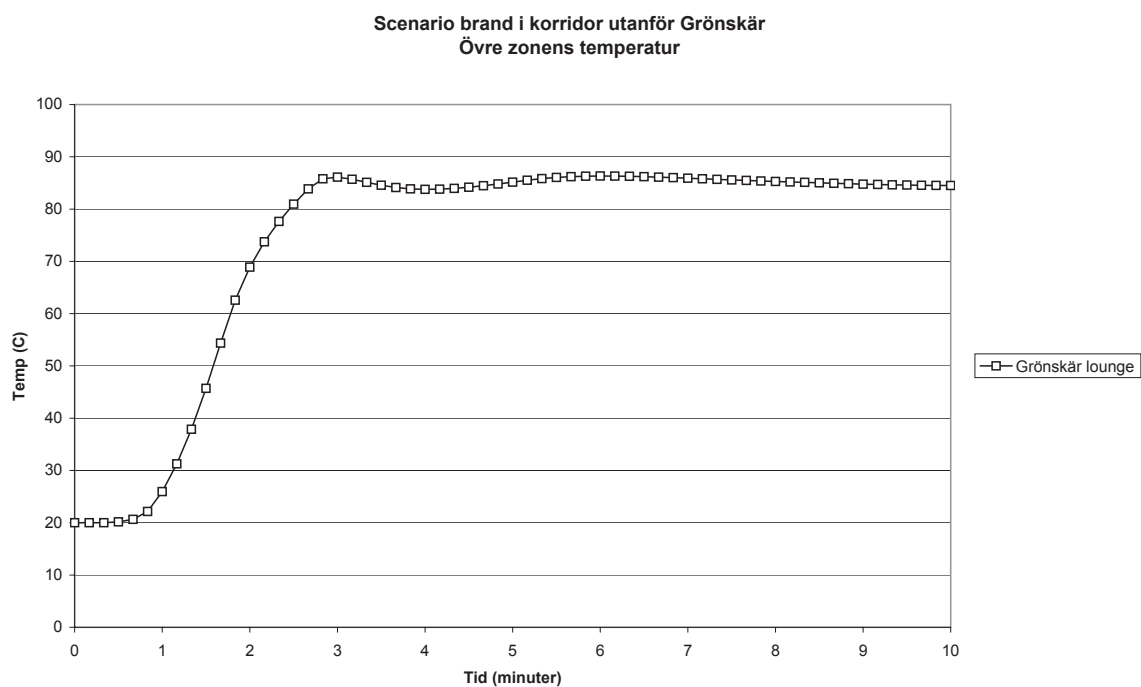
Bilaga C13-C20. Utdata från CFAST, scenario brand i korridor utanför Grönskär



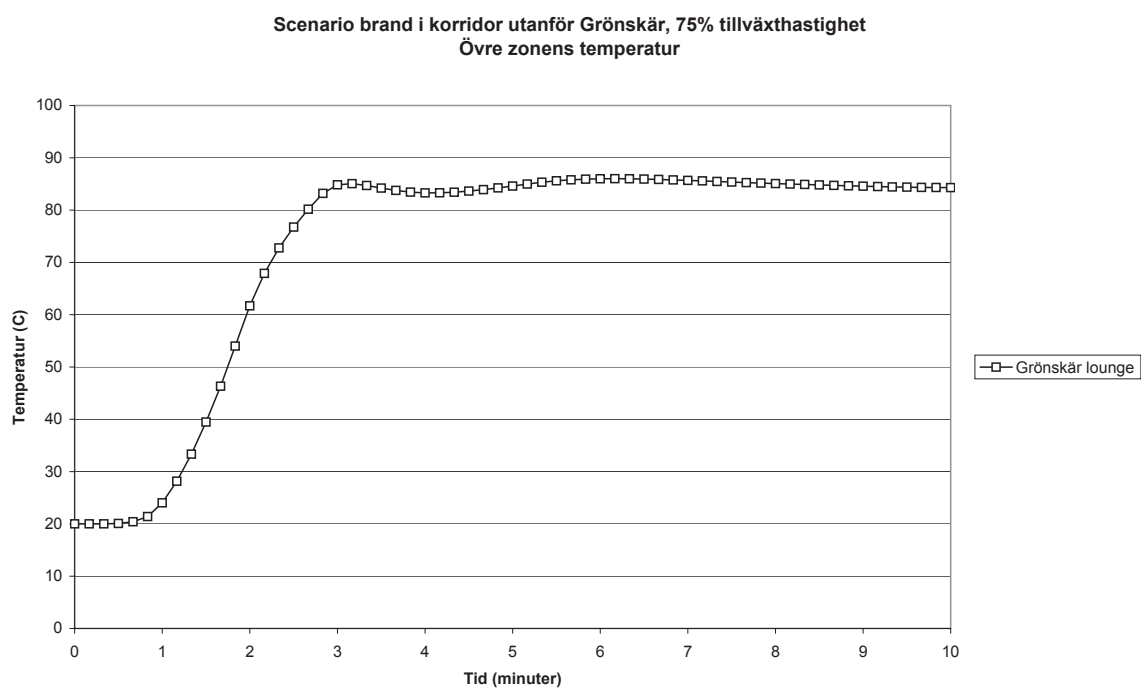
C13. Zonhöjd i scenario brand i korridor



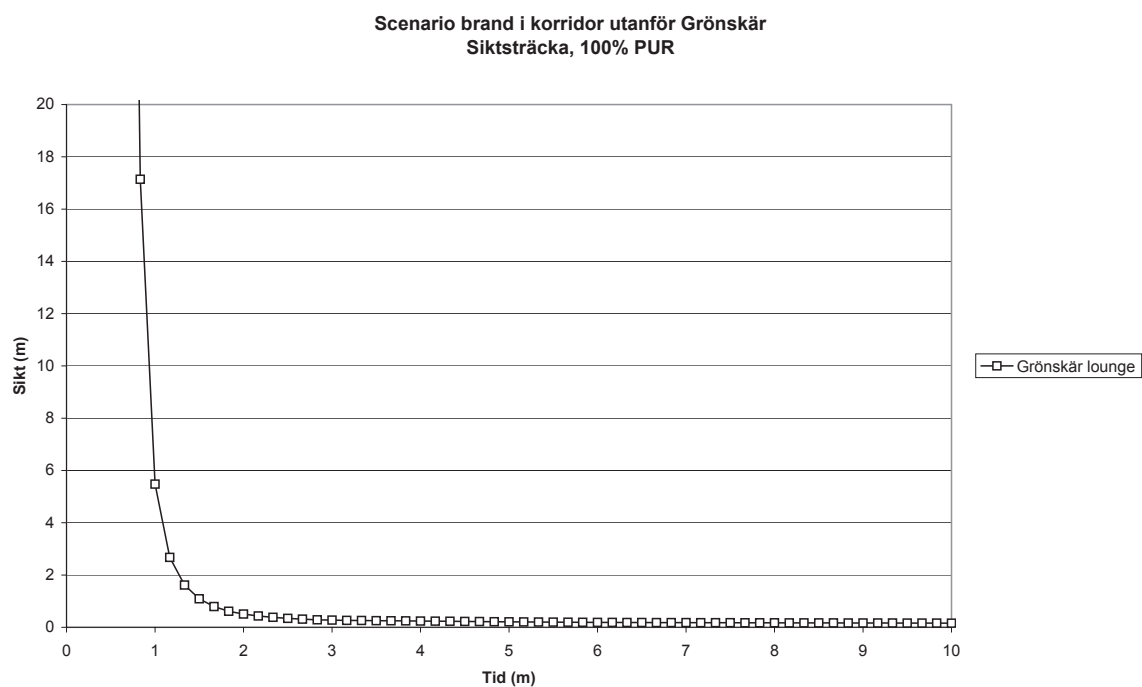
C14. Zonhöjd i scenario brand i korridor, 75% tillväxthastighet



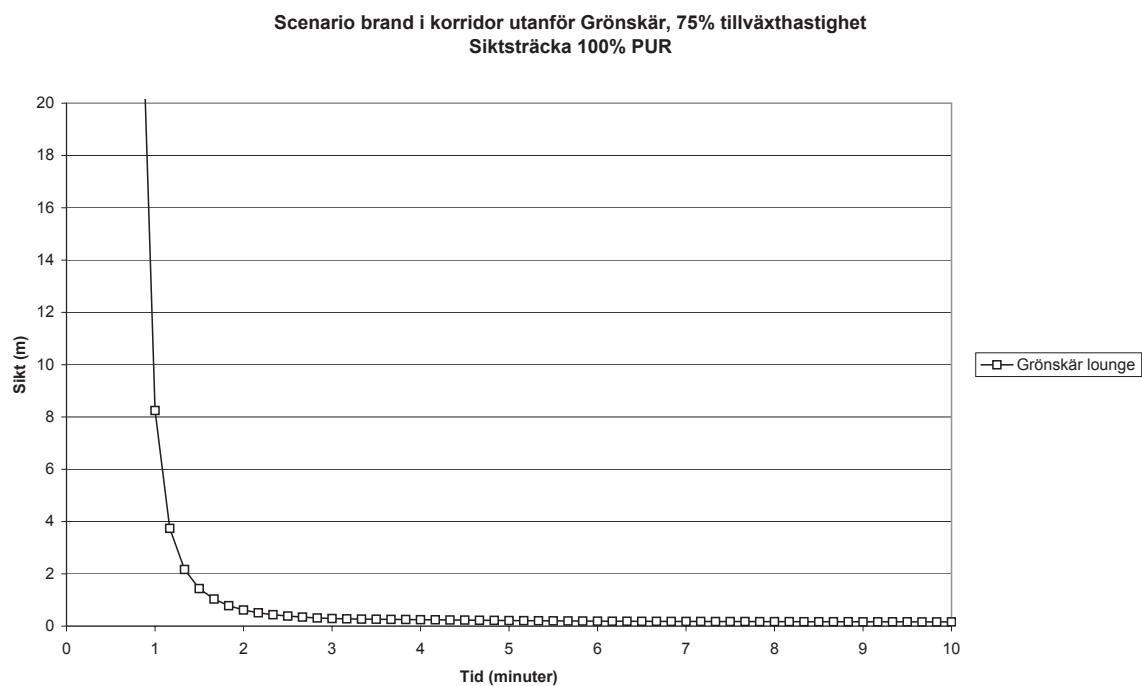
C15. Övre zonen temperatur i scenario brand i korridor



C16. Övre zonen temperatur i scenario brand i korridor, 75% tillväxthastighet

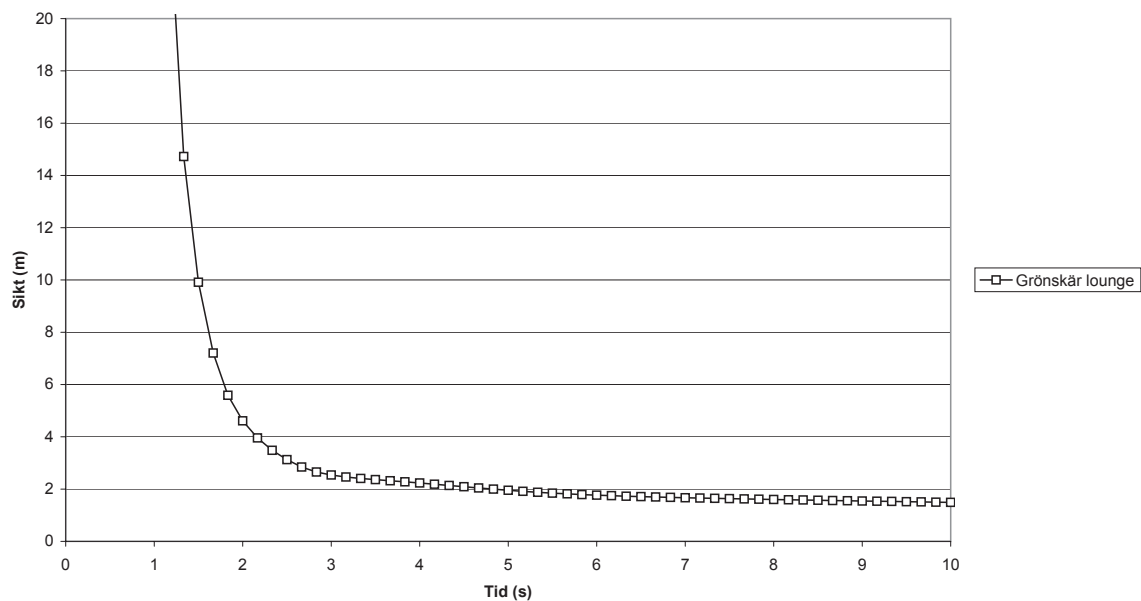


C17. Siktsträcka i scenario brand i korridor



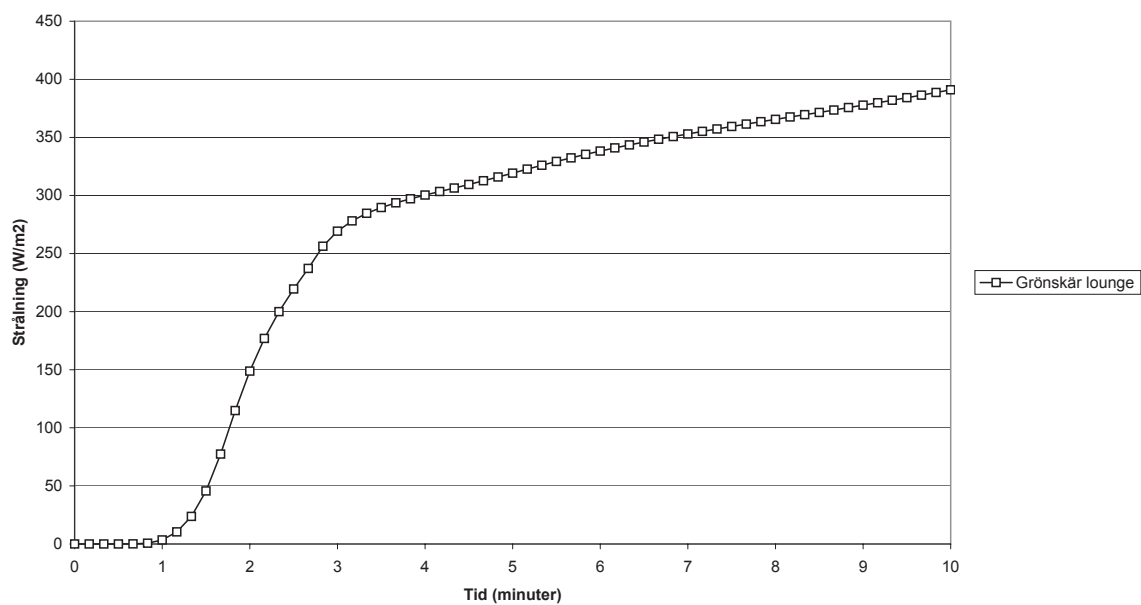
C18. Siktsträcka i scenario brand i korridor, 75% tillväxthastighet

Scenarion brand i korridor utanför Grönskär
Siktsträcka, 100% trä



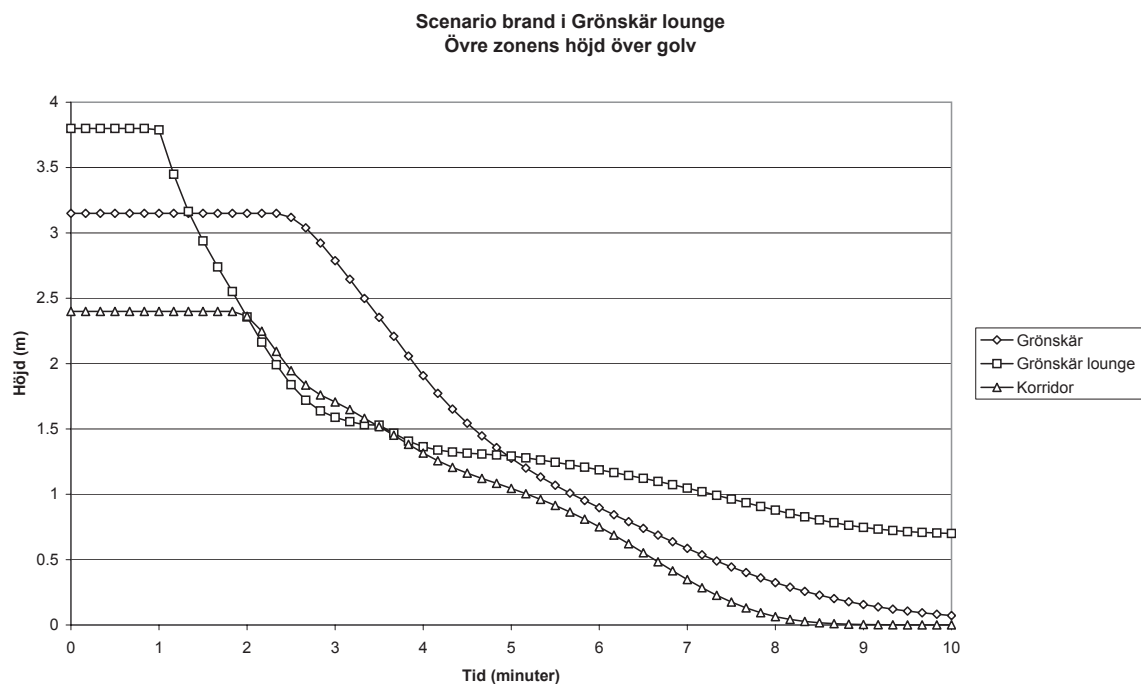
C19. Siktsträcka i scenario brand i korridor

Scenarion brand i korridor utanför Grönskär
Strålning

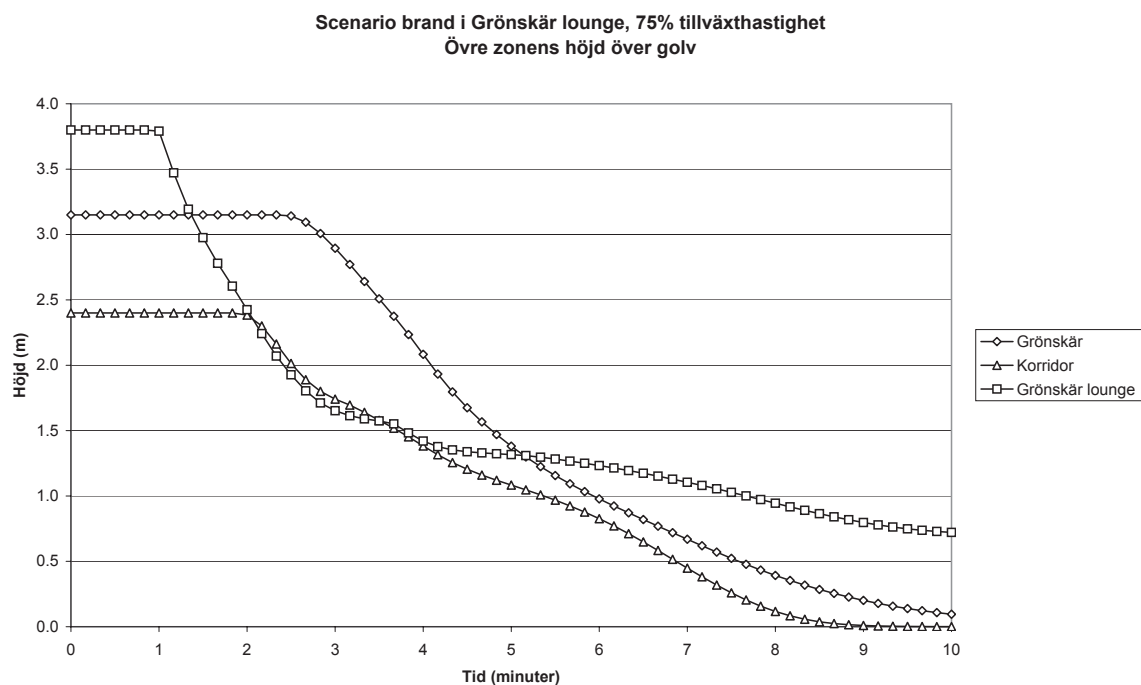


C20. Strålning i scenario brand i korridor

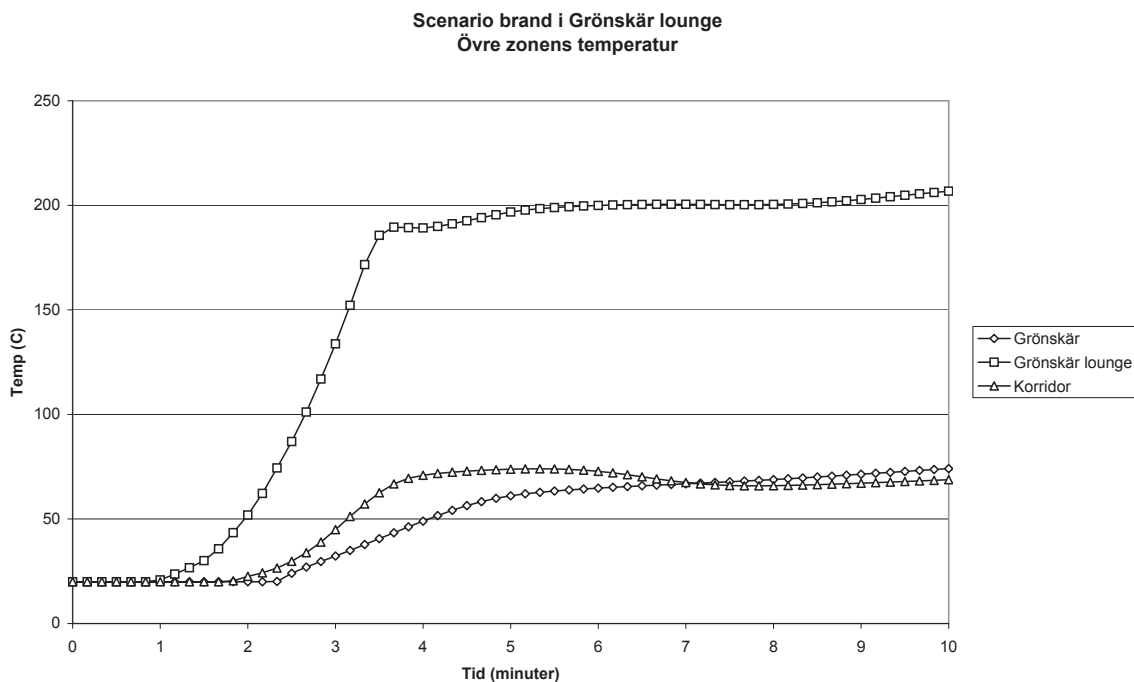
Bilaga C21-C28. Utdata från CFAST, scenario brand i Grönskär lounge



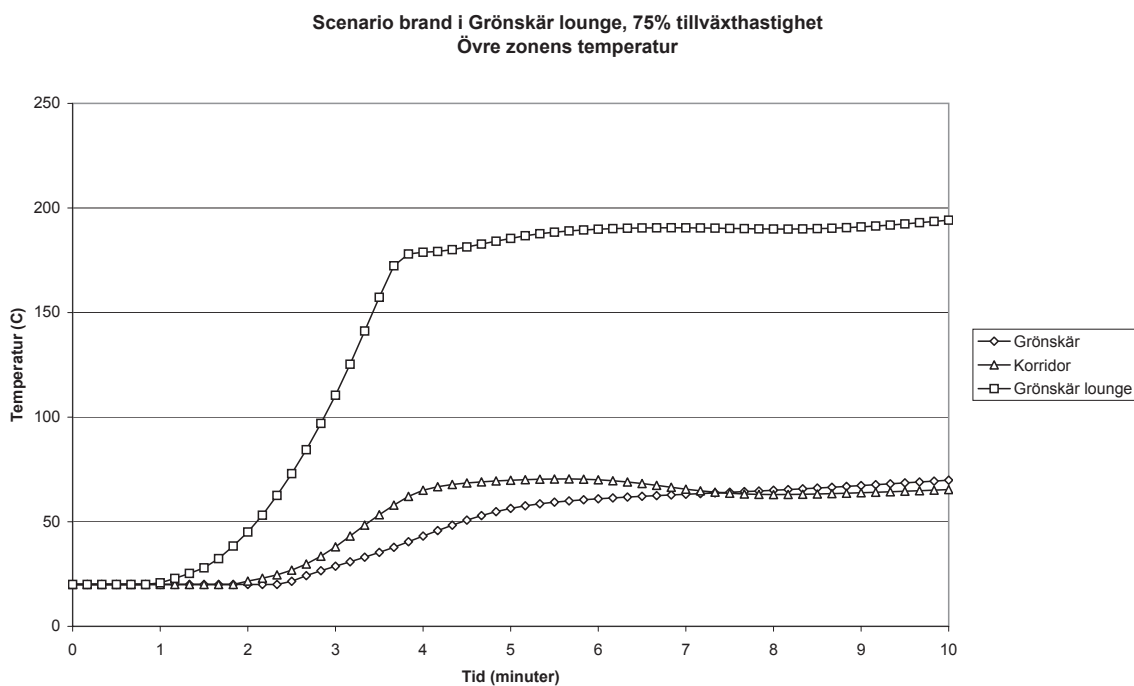
C21. Zonhöjd i scenario brand i Grönskär lounge



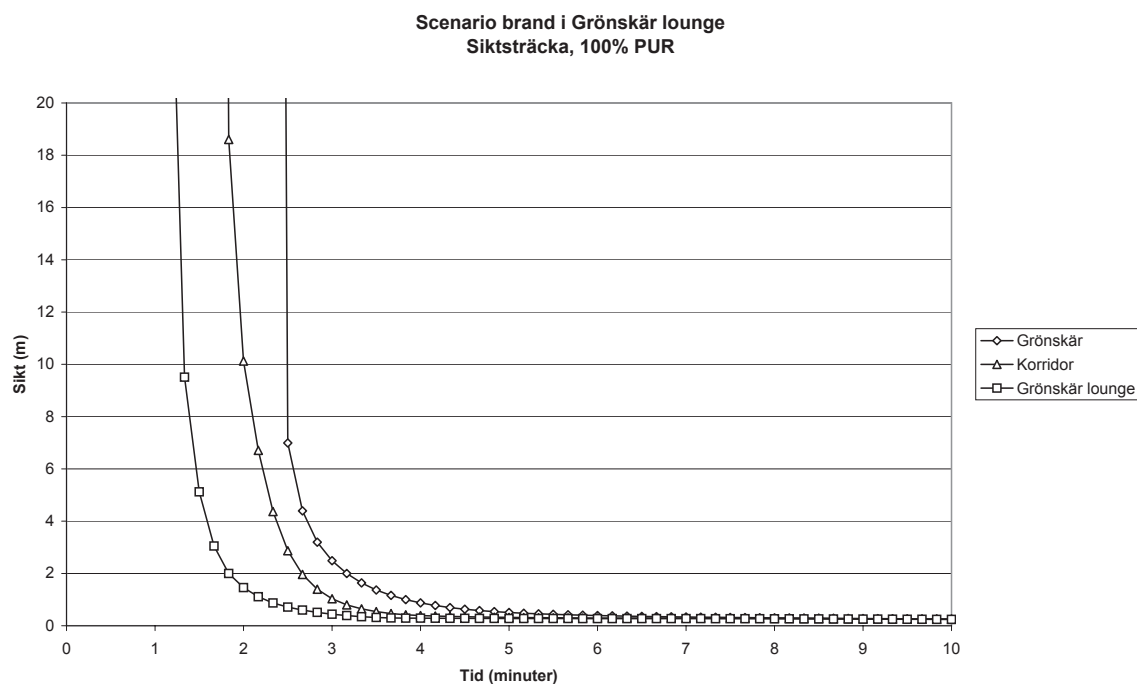
C22. Zonhöjd i scenario brand i Grönskär lounge, 75% tillväxthastighet



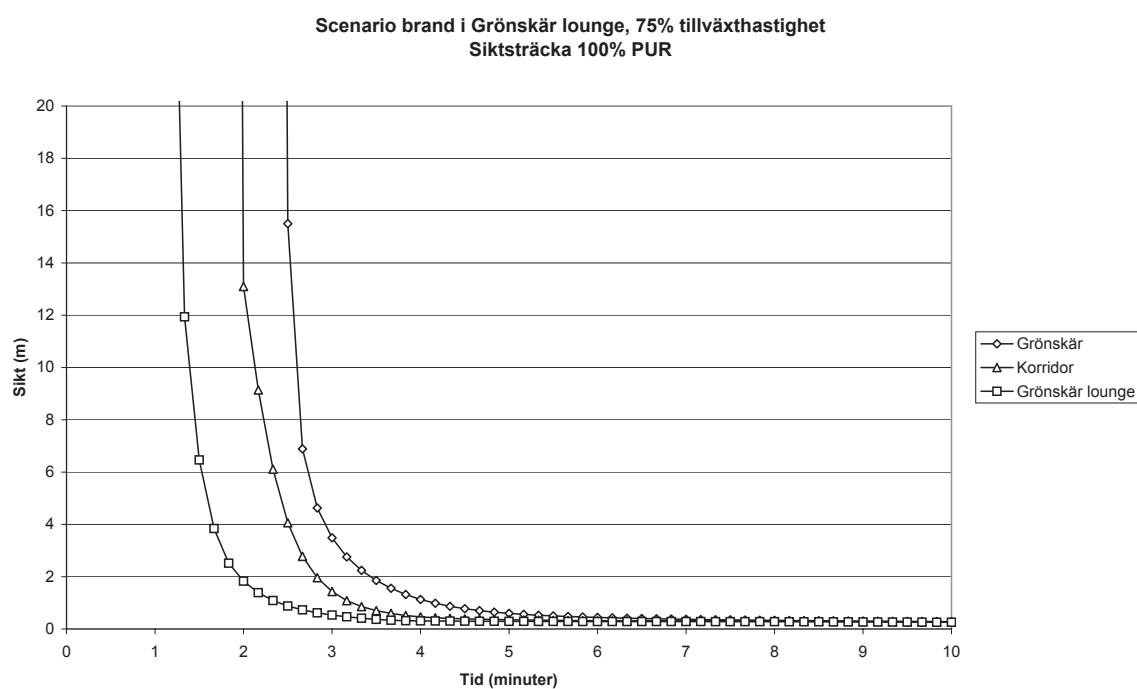
C23. Temperatur i scenario brand i Grönskär lounge



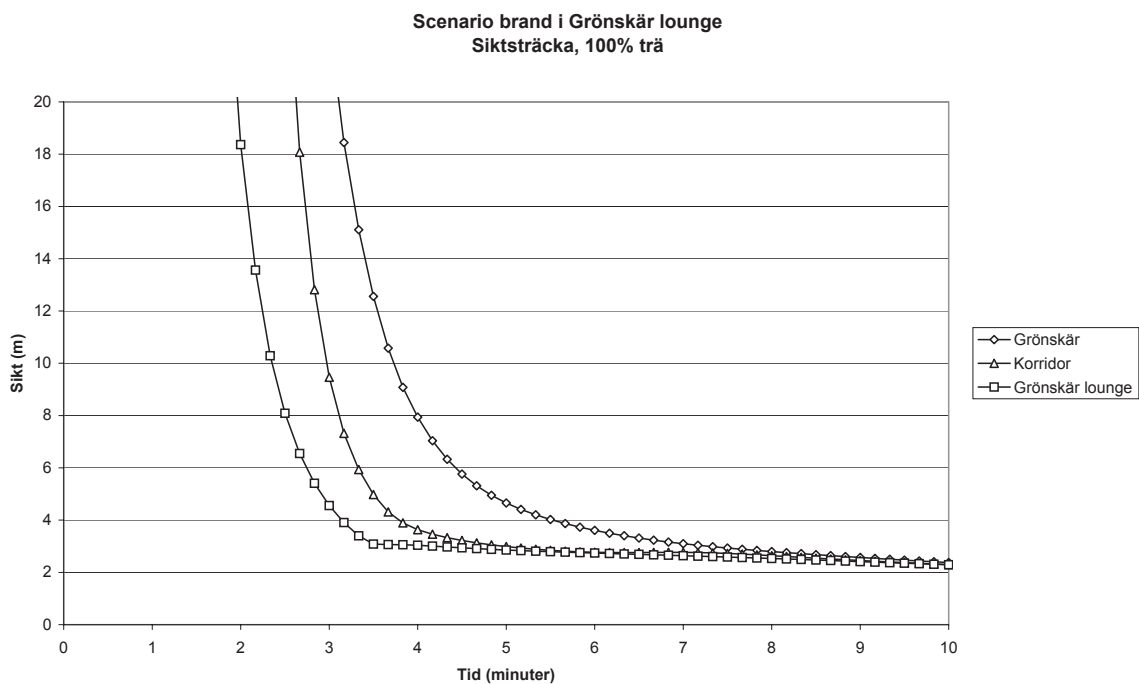
C24. Temperatur i scenario brand i Grönskär lounge, 75% tillväxthastighet



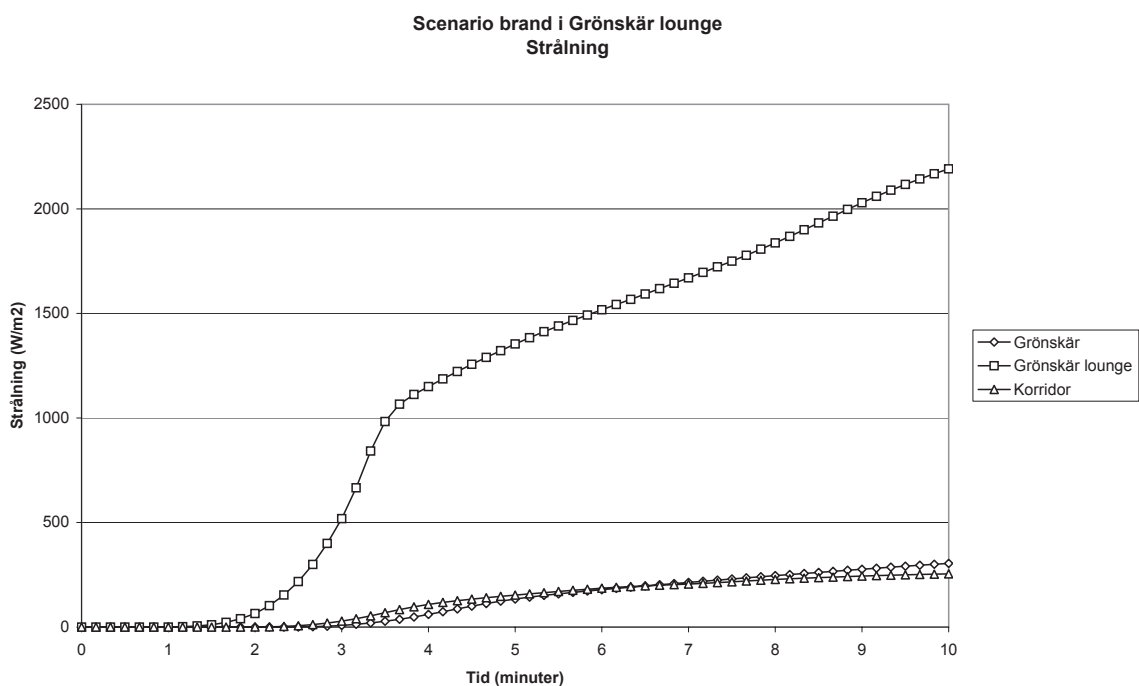
C25. Siktsträcka i scenario brand i Grönskär lounge



C26. Siktsträcka i scenario brand i Grönskär lounge, 75% tillväxthastighet

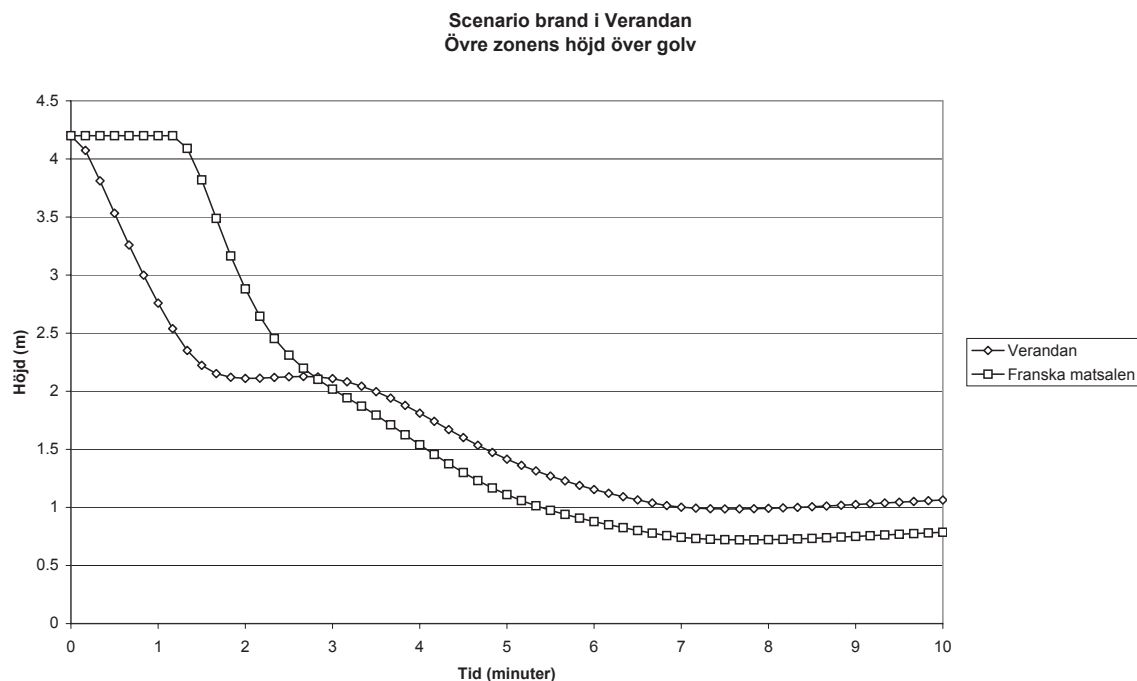


C27. Siktsträcka i scenario brand i Grönskär lounge

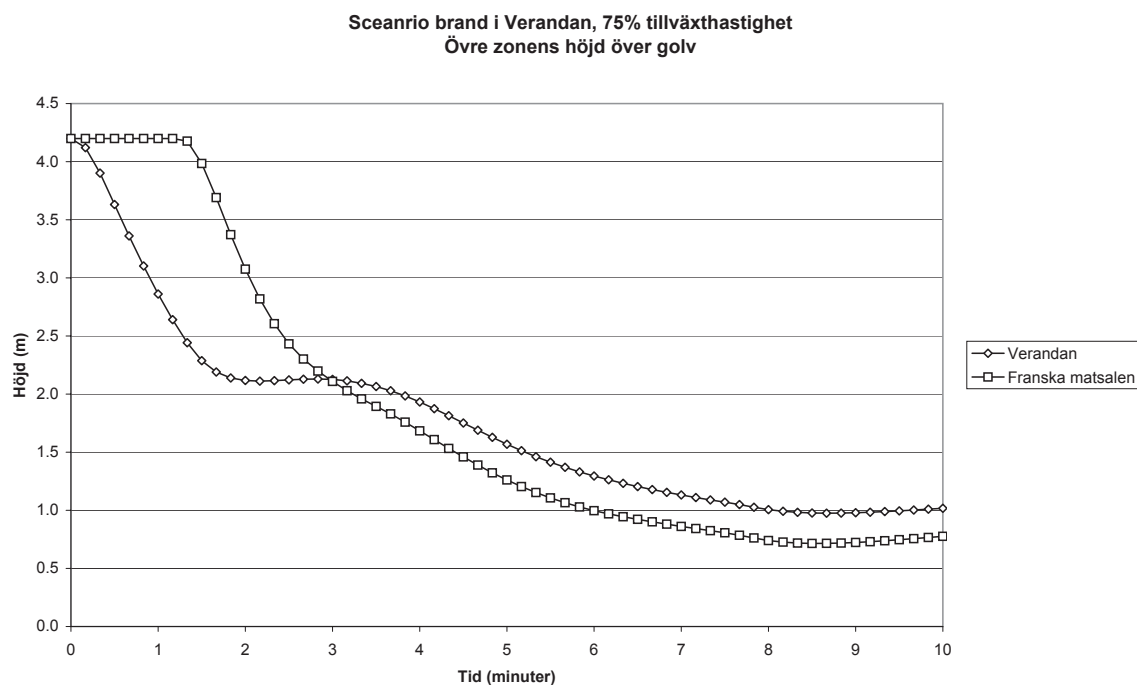


C28. Strålning i scenario brand i Grönskär lounge

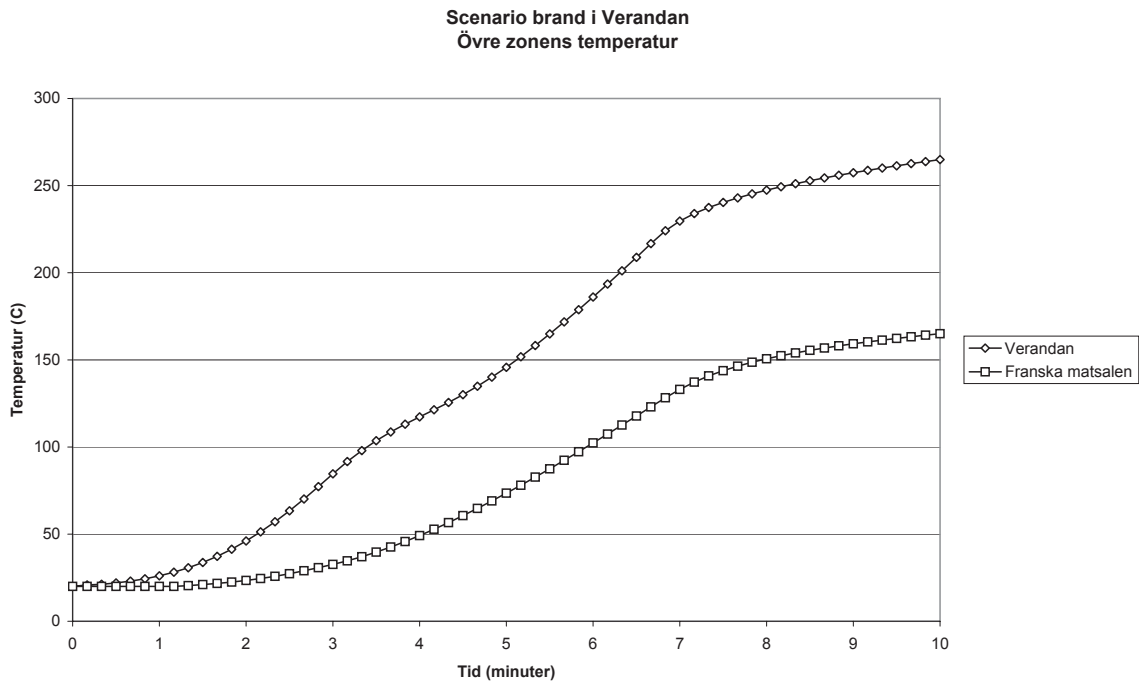
Bilaga C29-C36. Utdata från CFAST, scenario brand i Verandan



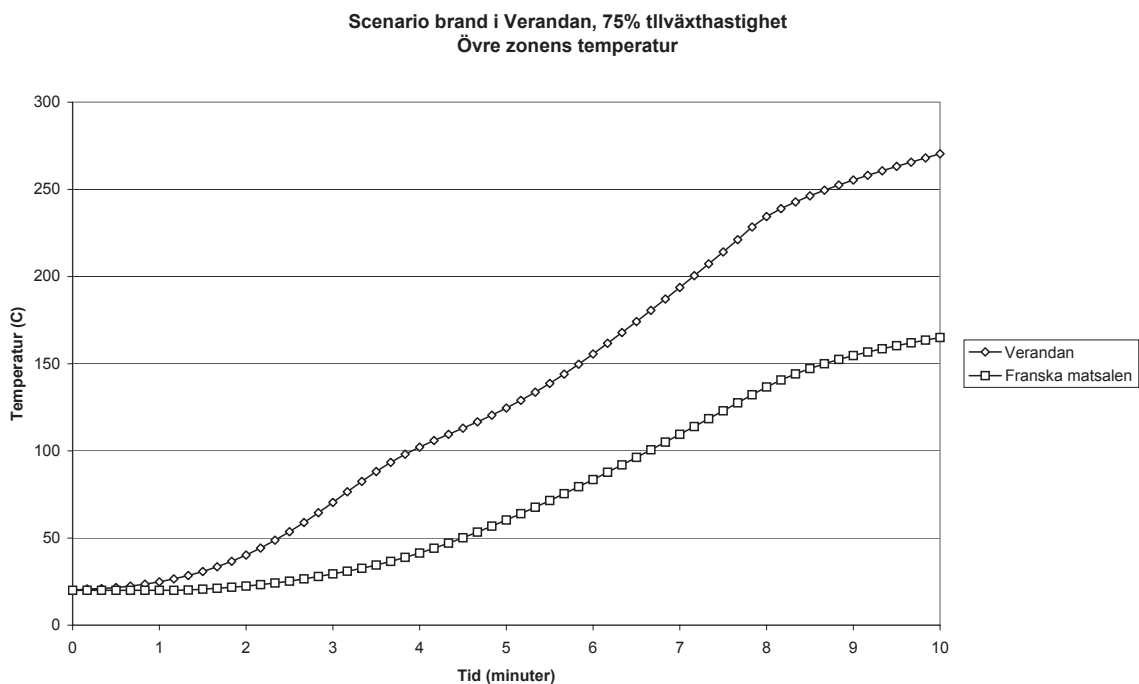
C29. Zonhöjd i scenario Verandan



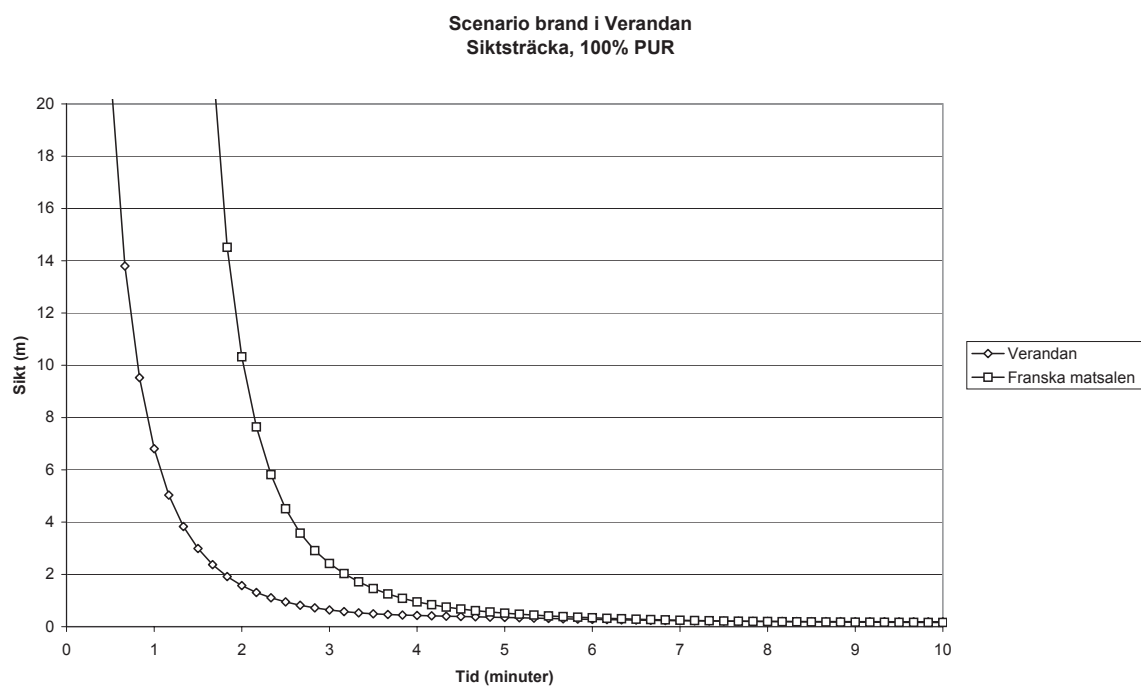
C30. Zonhöjd i scenario Verandan, 75% tillväxthastighet



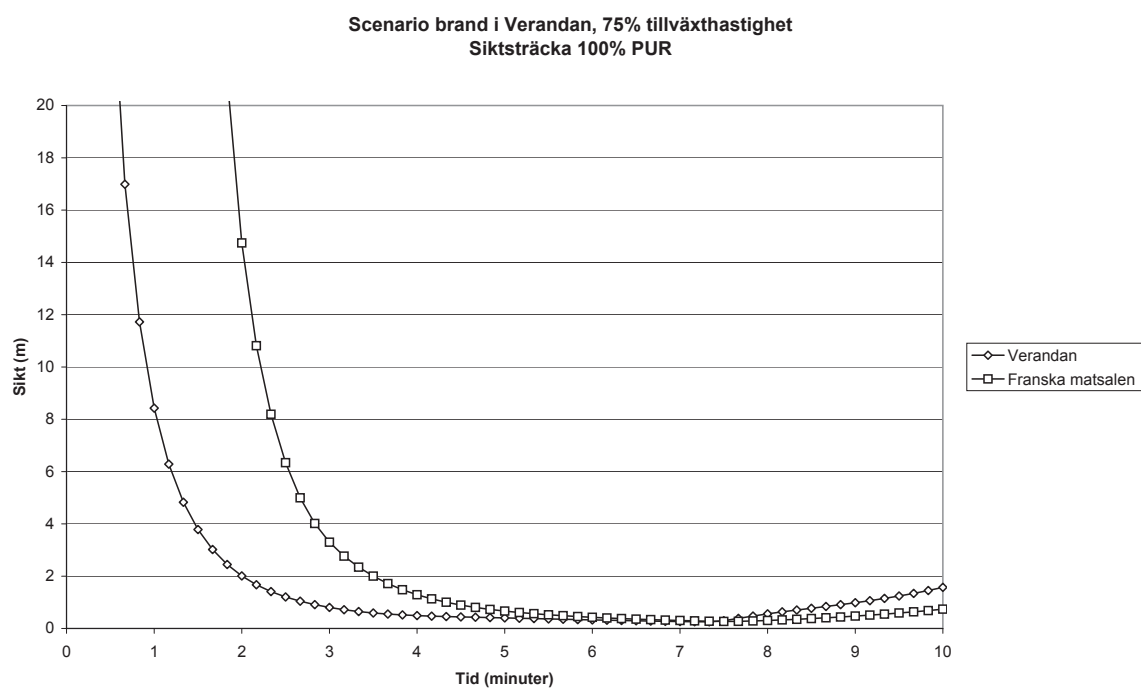
C31. Temperatur i scenario Verandan



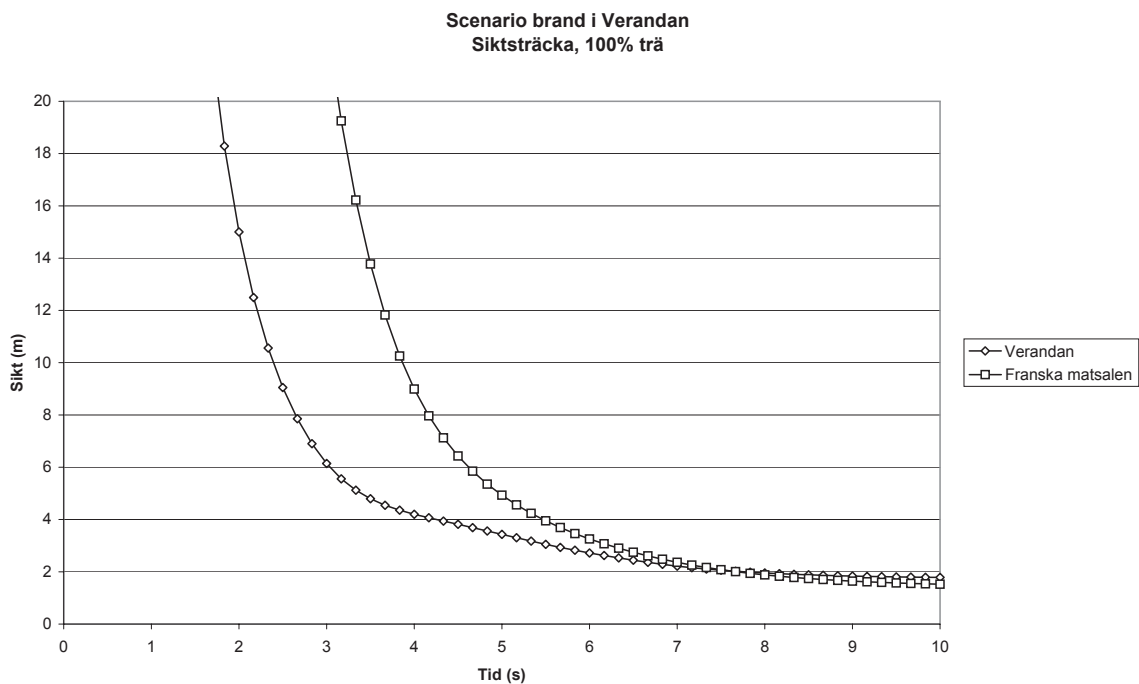
C32. Temperatur i scenario Verandan, 75% tillväxthastighet



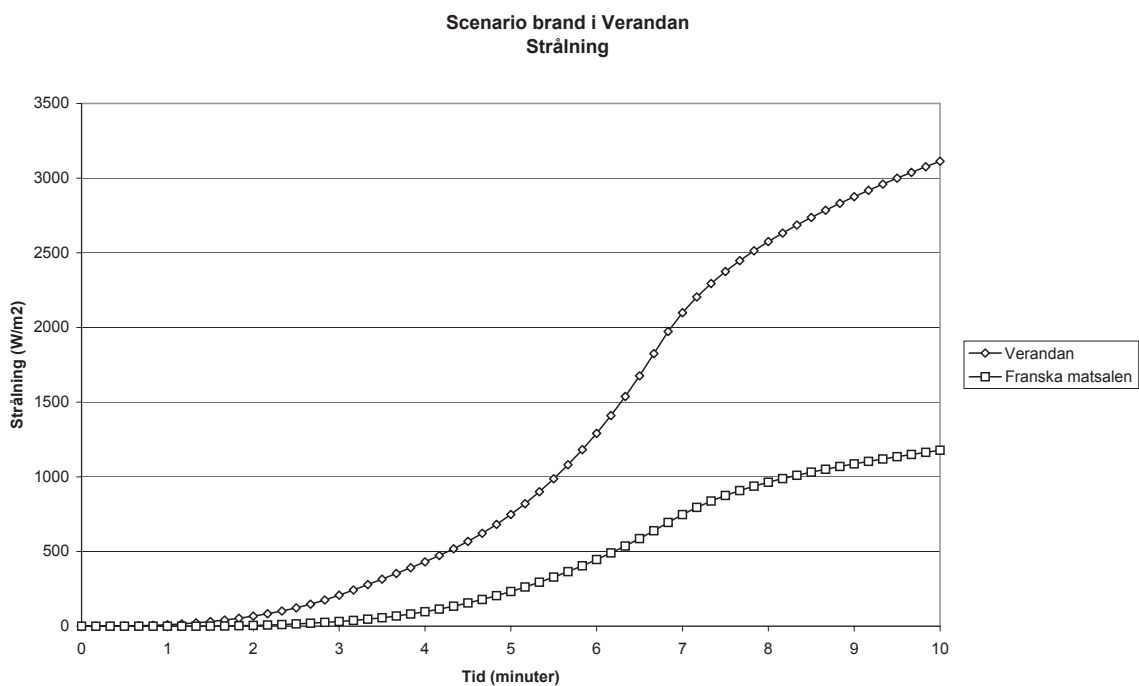
C33. Siktsträcka i scenario Verandan



C34. Siktsträcka i scenario Verandan, 75% tillväxthastighet



C35. Siktsträcka i scenario Verandan



C36. Strålning i scenario Verandan

Bilaga D. Checklista för inventering av byggnad

| Rum (nr., namn) | Antal personer | Verksamhet | Foto (nr.) |
|-----------------|----------------|------------|------------|
|-----------------|----------------|------------|------------|

Brännbart material/möblering

Ytskikt

Vägg:

Tak:

Golv:

Antändningskällor

Ventilation (typ, placering av don)

Utrymning

Utrymningsplan:

Utrymningsväg (bredd, höjd, längd):

Vägledande markering (typ, placering):

Larmdon (typ, placering):

Detektorer (typ, placering):

Dörr (typ, dimension)

Fönster (dimension, bröstningshöjd)

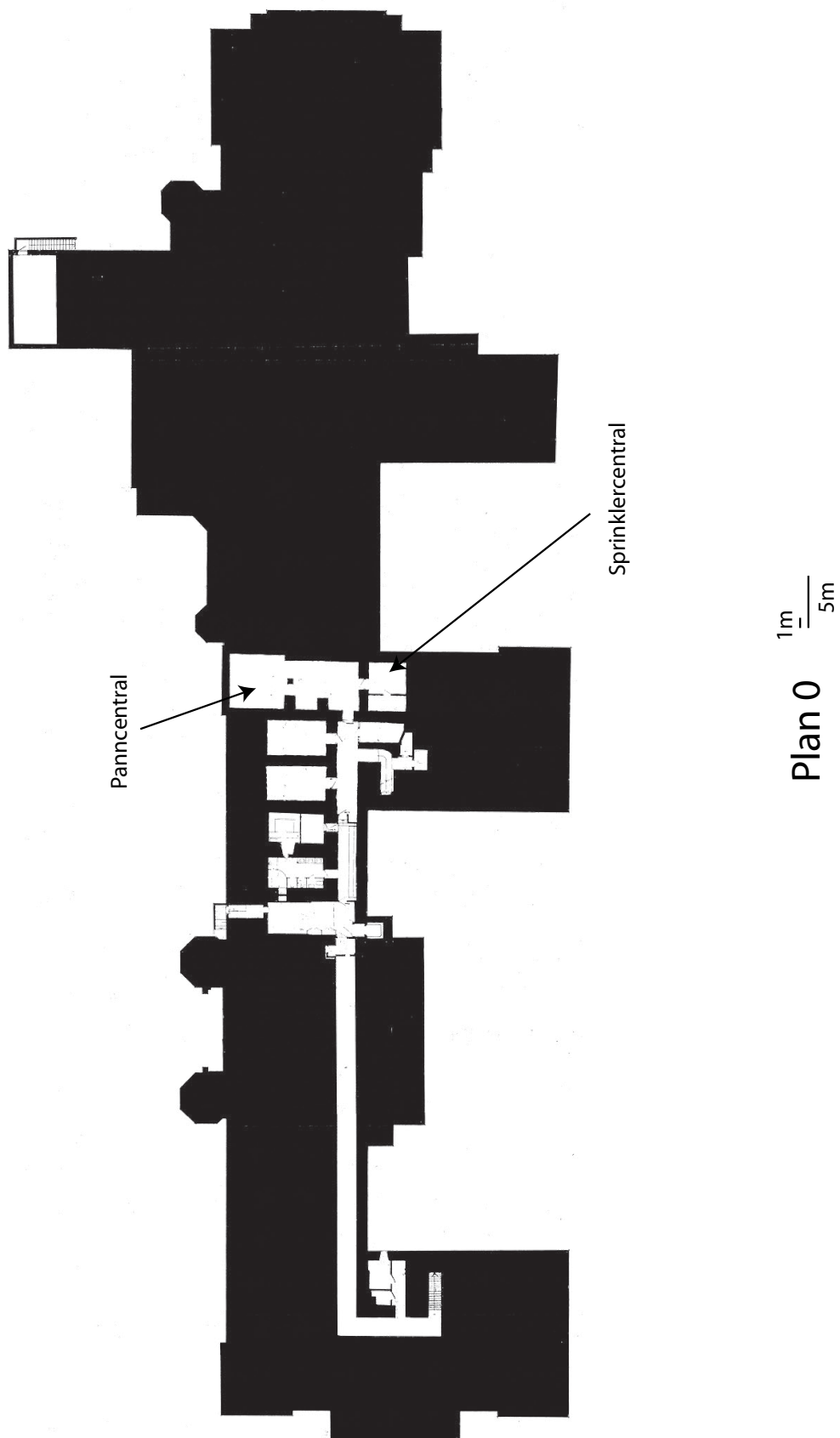
Rumsmått (L*B*H)

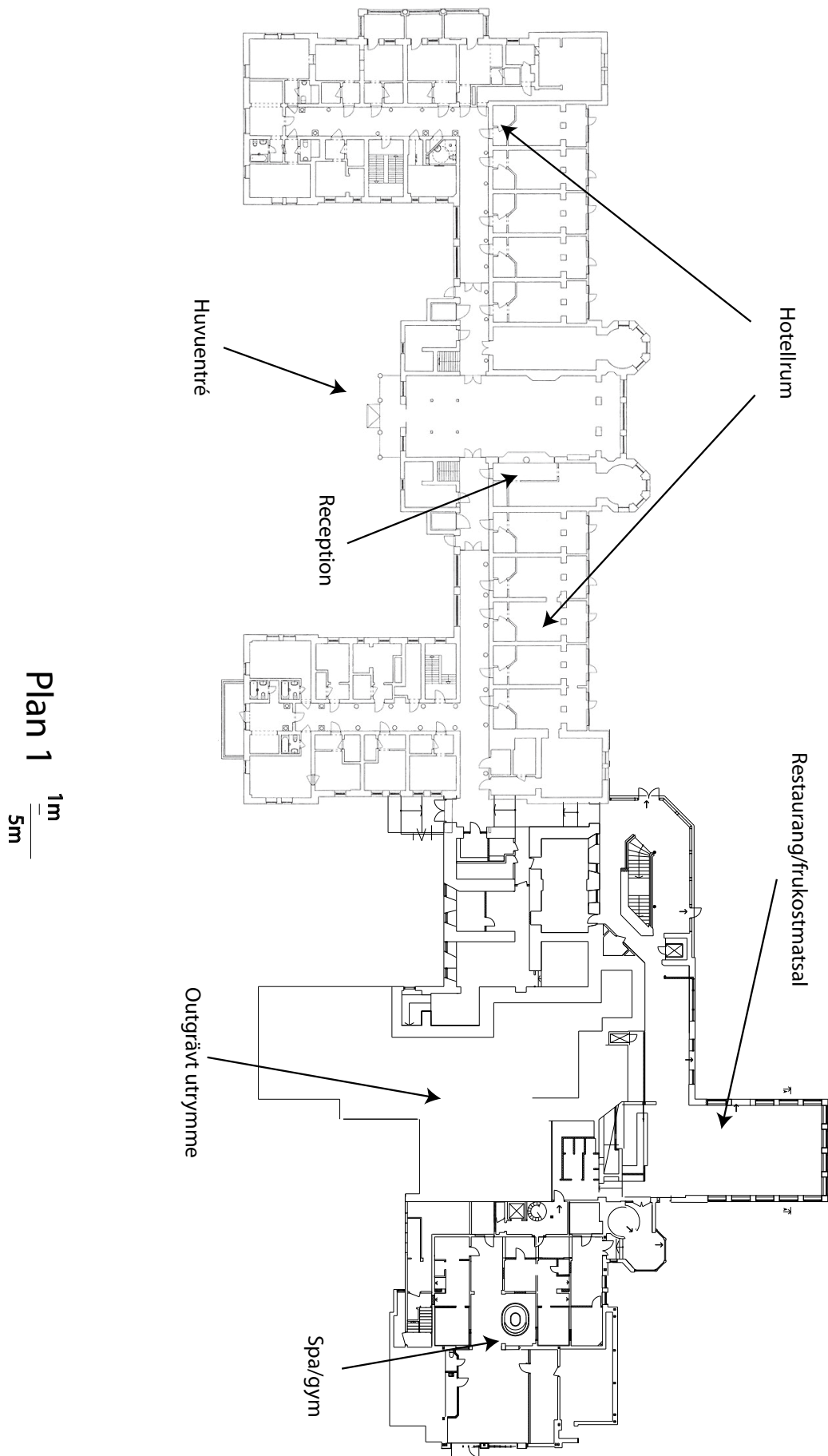
Manuell släckutrustning (typ, placering)

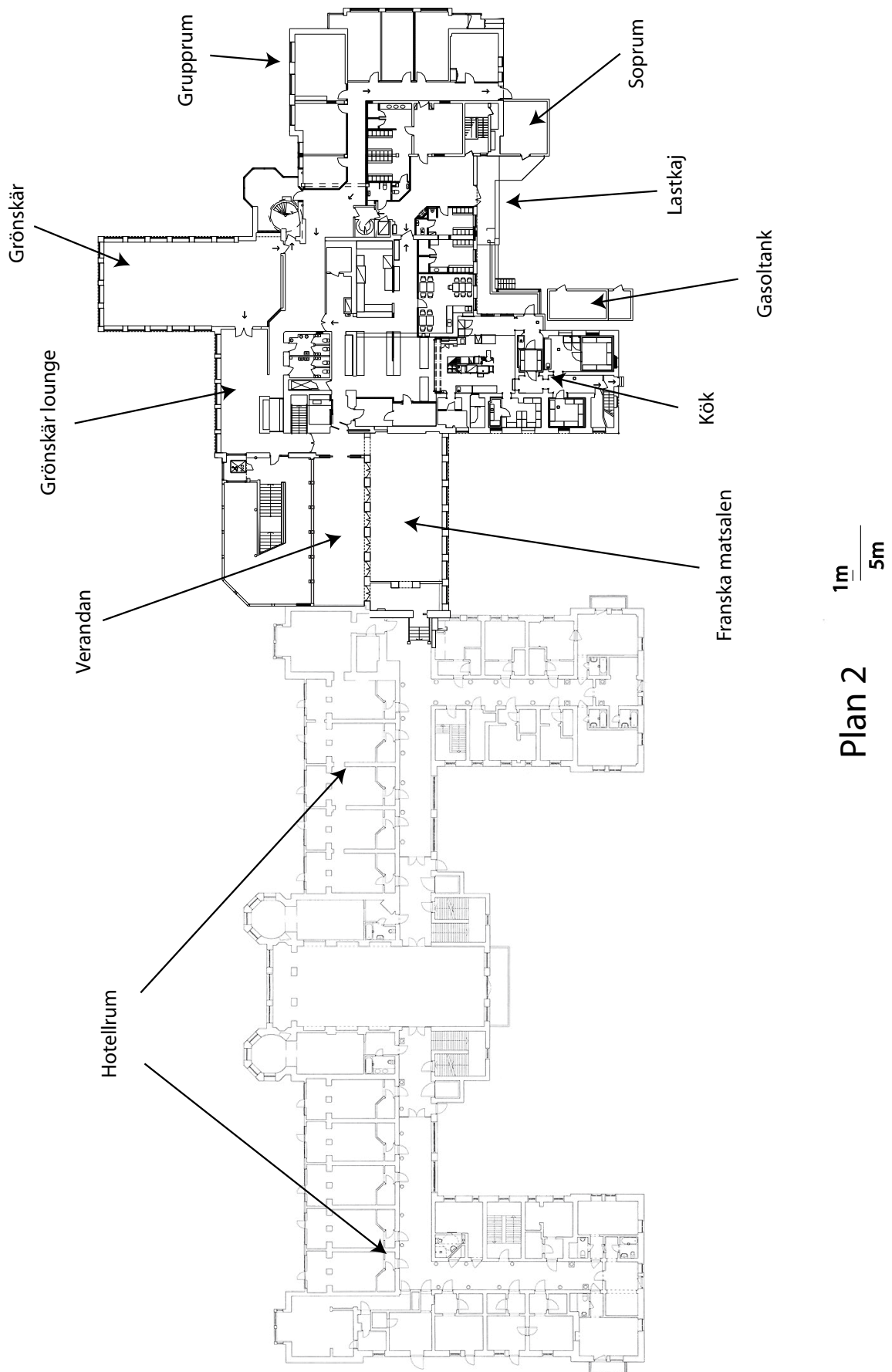
Sprinkler (placering, RTI)

Övrigt

Bilaga E. Planritningar över Grand Hotel Saltsjöbaden

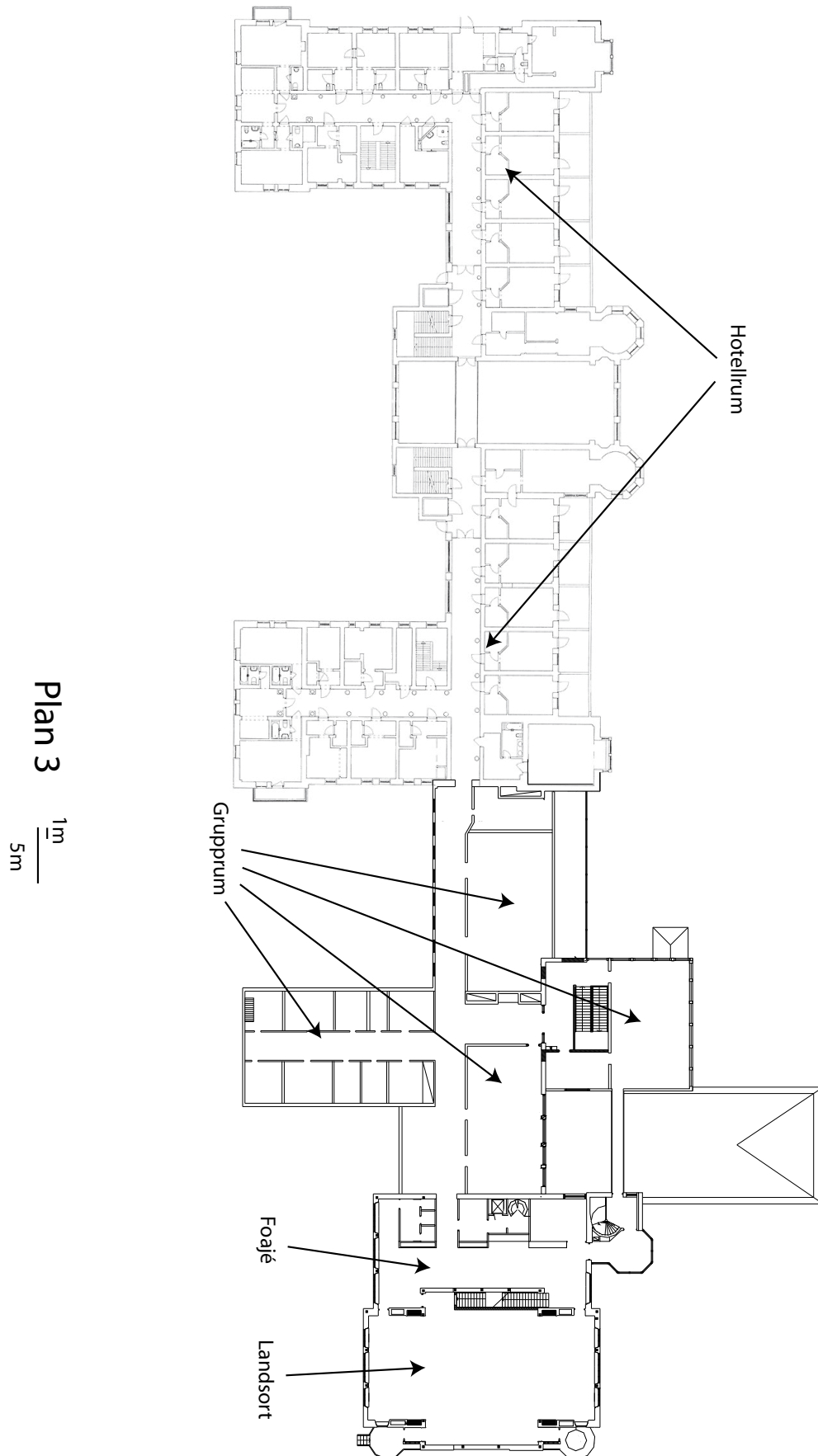


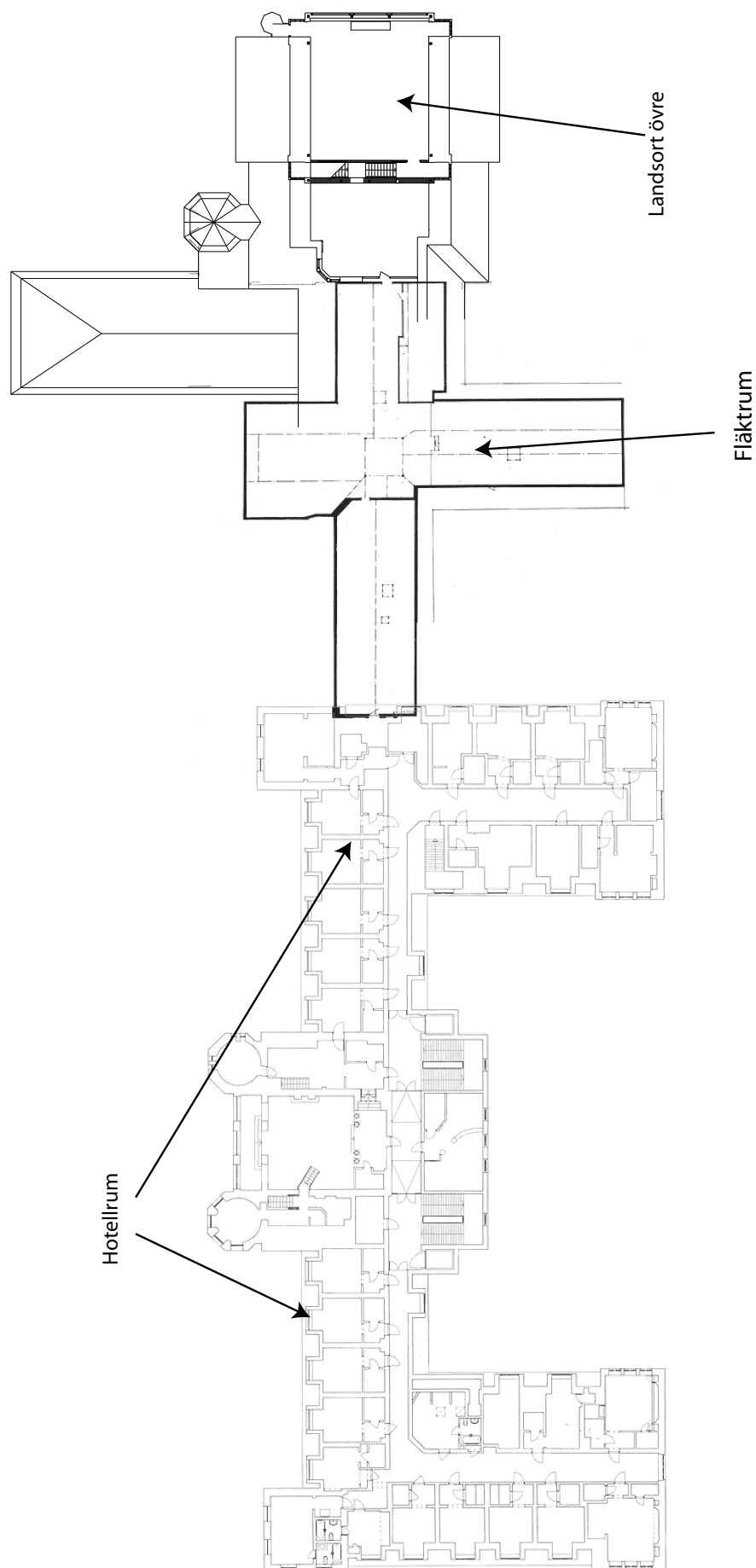




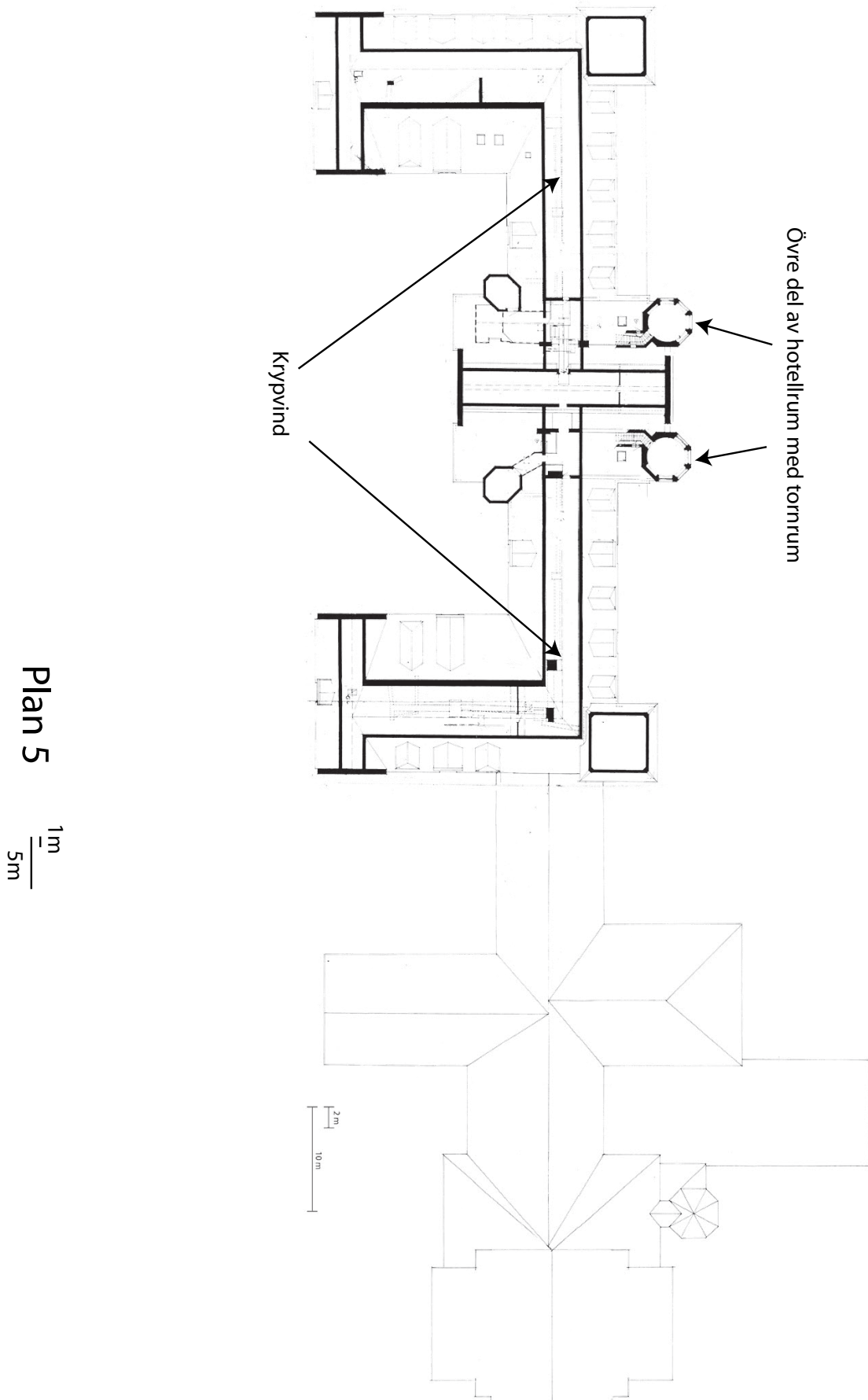
1m
5m

Plan 2

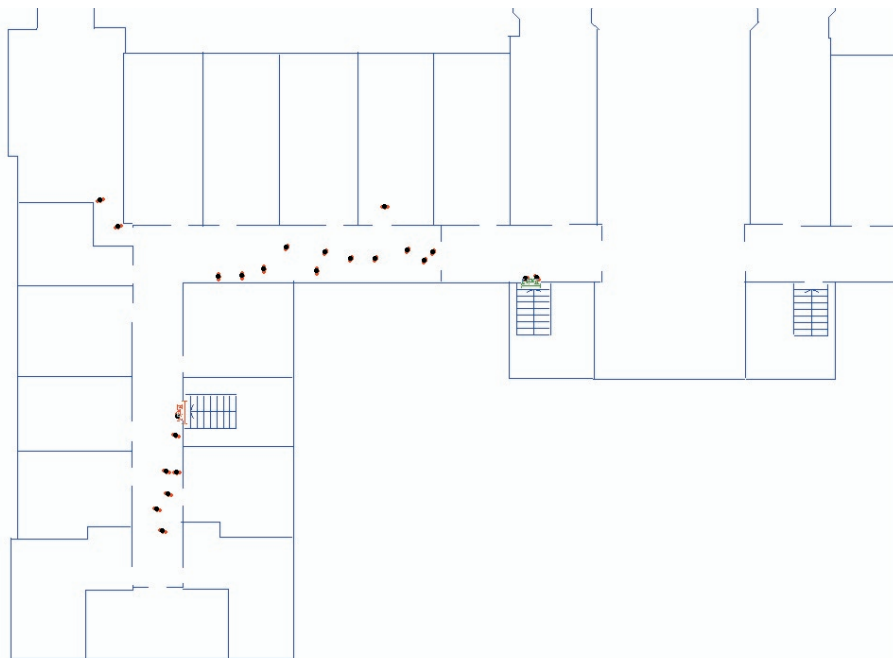




1m — 5m
Plan 4



Bilaga F. Utrymningssimuleringar



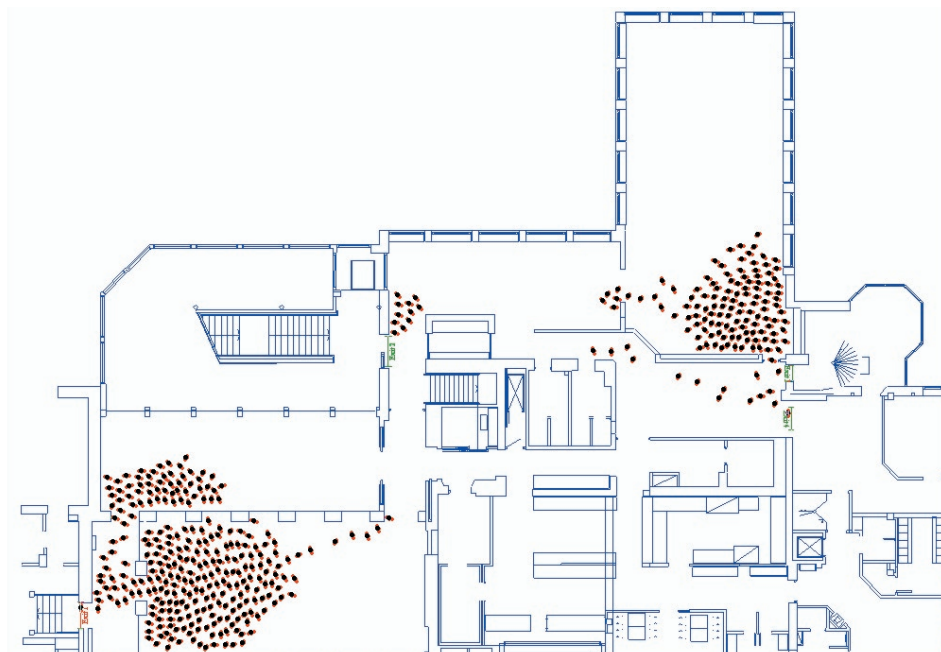
Figur F1. Utrymningssimulering scenario brand i hotellrum



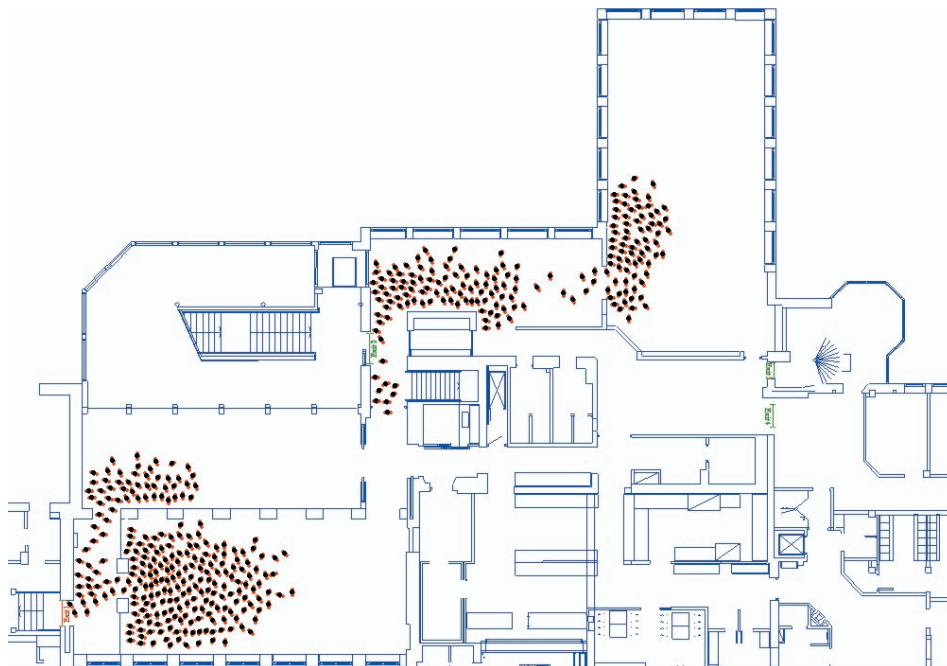
Figur F2. Utrymningssimulering scenario brand i serveringsrum vid Landsort



Figur F3. Utrymningssimulering scenario brand i Verandan



Figur F4. Utrymningssimulering scenario brand Grönskär lounge



Figur F5. Utrymningssimulering scenario brand i korridor utanför Grönskär

