

Personskydd i vårdrum

- en jämförelse mellan sprinklat och osprinklat utförande

Emmanuele Patti

Personskydd i vårdrum - en jämförelse mellan sprinklat och osprinklat utförande

Fire safety in hospitals - a comparison between sprinklered and unsprinklered fires

Report: 5115
ISSN: 1402-3504
ISRN LUTVDG/TVBB—5115—SE

Number of pages: 44
Illustrations: Emmanuele Patti

Keywords:
Sprinkler systems, evacuation planning, evacuation safety, hospitals, regression analysis, Monte Carlo-simulations

Abstract:

The report evaluates in which manner a sprinkler system affects evacuation safety in hospitals.

Primarily hospitals are categorised in two groups, one where patients are able to evacuate by themselves and one where patients need nurses to evacuate.

Margins to untenable conditions during fire are simulated and compared individually depending on the presence of a sprinkler system.

The evaluation shows that the need of a sprinkler system is greatly needed in hospitals where the patients are immobilised.

© Copyright: Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds Universitet, Lund 2003.

Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds Universitet
Box 118
221 00 LUND
Telefon: 046-222 7360
Fax: 046-222 4612

Department of Fire Protection Engineering
Lund University
Box 118
SE-221 00 LUND
SWEDEN
Phone: +46 (46) 222 7360
Fax: +46 (46) 222 4612

brand@brand.lth.se
<http://www.brand.lth.se>

1 SAMMANFATTNING

Denna rapport syftar till att utreda huruvida en sprinklerinstallation inom vården kan tillgodoräknas i ökad personsäkerhet. Rapporten utgörs av en metodstudie vilken bygger på regressionsanalyser och probabilistiska analyser.

I rapporten definieras inledningsvis termen vårdtyp – två diskreta nivåer urskiljs:

- *Vårdtyp 1* där patienter själva kan sätta sig i säkerhet i händelse av evakuering.
- *Vårdtyp 2* där patienter själva är oförmögna att sätta sig i säkerhet i händelse av evakuering.

Vidare diskuteras osäkerhetsanalyser och en sammanställning av fem platsbesök redovisas.

Vid platsbesöken, vilka tjänade som underlag till beräkningsindata, studerades följande:

- Hur är ett typiskt vådrum utformat?
- Hur *skall* personalen agera vid ett brandlarm?
- Hur är dörrar till patientrum utformade.
- Hur många personer befinner sig samtidigt på avdelningen?
- Hur är ett eventuellt brandlarm utformat?
- Hur lång tid tar det att få ner en patient på madrass på golvet.

Den vidare teoretiska studien av personsäkerheten är utförd i sex steg:

Steg 1: Evakueringssimuleringar

Steg 2: Regressionsanalyser av evakueringstid

Steg 3: Aktiverings- /detektionsberäkningar

Steg 4: Rökfyllnadsberäkningar

Steg 5: Regressionsanalyser av rökfyllnadsberäkningar

Steg 6: Monte Carlo-simuleringar av regressionsuttryck

Beräkningarna visar att vårdarunderstödd evakuering i osprinklade lokaler endast kan fullbordas innan kritiska förhållanden inträffar i cirka 70% av de simulerade scenarierna, för motsvarande scenarion i sprinklade lokaler var andelen 95%.

Det skall observeras att samtliga beräkningar grundas på förutsättningen att dörren mellan brandrum och anslutande korridor är stängd.

Framtida studier baserade på samma metodik bör omfatta scenarier med öppna dörrar till brandrummen.

1	SAMMANFATTNING	3
2	INLEDNING	6
2.1	SYFTE	6
2.2	OMFATTNING	6
2.3	SPRINKLERINSTALLATIONER – EN ÖVERBLICK	6
2.4	UTFORMNING AV SPRINKLERSYSTEM	7
2.5	PARAMETRAR VILKA PÅVERKAR PERSONSÄKERHETEN	7
2.6	BEGRÄNSNINGAR/ÖVERGRIPANDE FÖRUTSÄTTNINGAR	8
2.6.1	KONSEKVENSANALYS	8
2.6.2	FÖRHÅLLANDEN I BRANDRUMMET	8
2.6.3	UTFORMNING AV SPRINKLERSYSTEMET	9
2.6.4	DÖRRARS LÄGE	9
2.6.5	INVERKAN AV SPRINKLERSYSTEMET	9
2.6.6	KRITISKA FÖRHÅLLANDEN	10
2.6.7	VAL AV DIMENSIONERANDE BRÄNDER	10
2.7	TILLKÄNNAGIVANDEN	10
3	TILLVÄGAGÅNGSSÄTT	11
3.1	METOD	11
3.2	KLASSIFICERING AV VÅRDLOKALER	11
3.2.1	TYP 1: SJÄLVEVAKUERING	11
3.2.2	TYP 2: HJÄLPEVAKUERING	11
3.2.3	YTTERLIGARE KLASSER	12
4	UTRYMNINGSPROJEKTERING	12
4.1	INLEDNING	12
4.2	FÖRENKLAD DIMENSIONERING	12
4.2.1	KRAV PÅ VÅRDLOKALER ENLIGT DEN FÖRENKLADE METODEN	13
4.3	ANALYTISK DIMENSIONERING	13
4.3.1	KRAV PÅ VÅRDLOKALER ENLIGT DEN ANALYTISKA METODEN	13
4.4	BEGREPP I DEN ANALYTISKA MODELLEN	14
4.4.1	DETEKTIONSTID, T_D	14
4.4.2	REAKTIONS- OCH BESLUTSTID, T_R	15
4.4.3	EVAKUERINGSTID, T_E	15
4.4.4	TID TILL KRITISKA FÖRHÅLLANDEN, T_K	15
5	PÅ-PLATSEN-STUDIER	16
5.1	SÖDERSJUKHUSET	16
5.2	ST. GÖRANS SJUKHUS	17
5.3	NORRTULLS SJUKHUS	18
5.4	DALENS SJUKHUS	18
6	BERÄKNINGAR	19
6.1	ALLMÄNT	19
6.1.1	STEG 1: EVAKUERINGSSIMULERINGAR	19
6.1.2	STEG 2: REGRESSIONSANALYS EVAKUERINGSTID	19
6.1.3	STEG 3: AKTIVERINGSBERÄKNINGAR	19
6.1.4	STEG 4: RÖKFYLLNADSBERÄKNINGAR	19
6.1.5	STEG 5: REGRESSIONSANALYS RÖKFYLLNADSBERÄKNINGAR	20
6.1.6	STEG 6: MONTE CARLO-SIMULERINGAR	20
6.2	INDATA, GENERELLA	20
6.3	INDATA, EVAKUERINGSBERÄKNINGAR	21
6.4	RESULTAT, EVAKUERINGSBERÄKNINGAR	22
6.5	RESULTAT, REGRESSIONSANALYS EVAKUERINGSBERÄKNINGAR	22
6.6	INDATA, RÖKFYLLNADSBERÄKNINGAR	23

6.7	RESULTAT AKTIVERINGSBERÄKNINGAR	25
6.8	RESULTAT RÖKFYLLNADSBERÄKNINGAR	25
6.9	RESULTAT REGRESSIONSANALYS RÖKFYLLNADSBERÄKNINGAR	25
6.10	INDATA MONTE CARLO-SIMULERINGAR	27
6.11	RESULTAT MONTE CARLO-SIMULERINGAR	28
7	<u>SAMMANFATTANDE RESULTAT - SLUTSATSER</u>	30
7.1	BEHOV AV VIDARE FORSKNING	30
8	<u>REFERENSER</u>	31
9	<u>BILAGOR</u>	I
9.1.1	INDATA EVAKUERINGSBERÄKNINGAR:	I
9.1.2	RESULTAT EVAKUERINGSBERÄKNINGAR	II
9.1.3	UTDATA FRÅN REGRESSIONSANALYS EVAKUERINGSBERÄKNINGAR	III
9.1.4	INDATA RÖKFYLLNADSBERÄKNINGAR	V
9.1.5	RESULTAT RÖKFYLLNADSBERÄKNINGAR	VIII
9.1.6	RESULTAT REGRESSIONSANALYS RÖKFYLLNADSBERÄKNINGAR	XI
9.1.7	RESULTAT MONTE CARLO-SIMULERINGAR	XIII

2 INLEDNING

2.1 SYFTE

Sprinklersystem är det idag mest utbredda fast installerade automatiska systemet för kontroll och släckning av brand. Andra typer av fast monterade släcksystem är t.ex. gassläckningssystem som Argonite och Inergen. Släcksystem med gas behandlas dock inte vidare i denna rapport.

Släcksystem används idag främst som egendomsskydd, d.v.s. inte för att skydda mot personskada utan för att skydda egendom. Att släcksystem även bidrar till att höja personsäkerheten borde med tanke dess s.k. *kontrollerande* effekt dock vara en rimlig slutsats. Det är huruvida denna slutsats är rimlig eller inte som rapporten främst syftar till att utreda – kan släcksystem även höja personsäkerheten?

På schablonmässig basis medger tolkningar av de svenska byggreglerna /1/ s.k. *tekniska byten* vid sprinklerinstallation. Tekniska byten innebär att avkall på byggnadsverks brandtekniska krav kan ske vid sprinklerinstallation. Exempelvis accepteras i sprinklade lokaler längre gångavstånd till utrymningsvägar än i motsvarande osprinklade lokaler (förlängning med 1/3). Andra tekniska byten som är vanliga är t.ex. minskning av brandgasventilation, sänkning av klass på brandklassade konstruktioner i brandcellgräns, användande av ytskikt med lägre brandteknisk klass mm.

Huruvida tekniska byten som dessa är vetenskapligt härledda och validerade mot gällande lagstiftning är osäkert.

Rapporten behandlar vårdlokaler, liknande utredningar skulle dock även kunna utföras för andra typer av verksamheter.

2.2 OMFATTNING

Rapporten som är ett projektarbete i kursen Problembaserad brandteknisk riskhantering kan utgöra ett underlag för vidare forskning inom området. Förslag till fortsatta studieområden lämnas under rubriken *Behov av vidare forskning*.

Kursen Problembaserad riskhantering är obligatorisk del av brandingenjörsutbildningen vid Lunds Tekniska Högskola, 1998-2003.

2.3 SPRINKLERINSTALLATIONER – EN ÖVERBLICK

I Sverige används sprinkler relativt sparsamt – detta kan bero på att nyttan med en sprinklerinstallation inte alltid kan motiveras ekonomiskt, särskilt vid mindre ombyggnader.

Boverkets byggregler BBR ställer endast krav på sprinklerinstallation då en brandcell skall utföras som öppen i mer än två plan eller vid extrem brandbelastning. Denna typ av lokalutformning är vanlig i affärscentran och större hotell och vissa typer av lagerlokaler.

Kunskapen om sprinklersystem bland byggherrar och arkitekter är relativt låg. Vanliga kommentarer vid diskussioner kring sprinklersystem och dess effekter är bl.a. att sprinklersystem löser ut i grupp och att systemen är mycket dyra. Faktum är att ett

sprinklersystem löser ut huvud för huvud och kostar uppskattningsvis lika mycket som en heltäckningsmatta (250 kr/m²) att installera.

Installation av sprinklersystem är dock inte odelat positivt utan medför även nackdelar, t.ex. kräver naturligtvis ett sprinklersystem fortlöpande underhåll för att fungera ändamålsenligt. Ett installerat sprinklersystem kan dessutom inge en falsk trygghet om att eventuella bränder alltid kommer att kontrolleras eller släckas. Eftersatt underhåll kan dock leda till att systemet inte fungerar överhuvudtaget – invagning i en känsla av säkerhet är därför mycket allvarlig och farlig.

En annan avsevärd nackdel med installation av ett sprinklersystem är att trycksatta vattenfyllda rör strategiskt täcker hela den skyddade ytan. Skulle ett rör av någon anledning, t.ex. vid påkörning av en truck, gå sönder kan stora mängder vatten strömma ut. Flöden överskridande flera hundra liter per minut är inte ovanliga.

2.4 UTFORMNING AV SPRINKLERSYSTEM

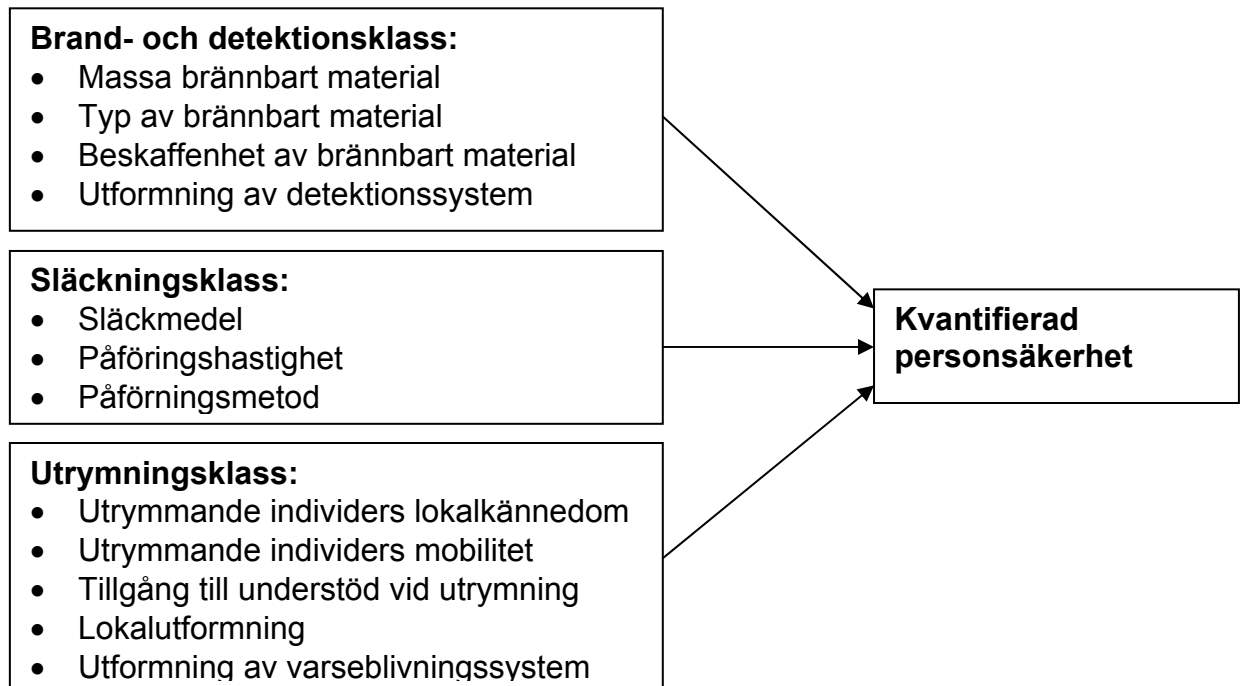
Utformningskrav för sprinklersystem regleras i Sverige via regelverket SBF 120 /2/ (tidigare RUS 120). Termen regelverk är egentligen missvisande då SBF 120 består av försäkringsgivarnas samlade råd och rekommendationer. SBF 120 har dock med åren blivit en svensk branschstandard och används som standard vid sprinklerinstallationer.

I USA och stora delar av den övriga världen sker dimensionering av sprinklersystem enligt NFPA 13 /3/ (National Fire Protection Associations regelverk). Kraven i NFPA 13 medger i allmänhet mer flexibla lösningar än SBF 120. T.ex. accepteras i NFPA under vissa förutsättningar användandet av endast en pump (i SBF 120 krävs alltid två). NFPA uppdateras dessutom regelbundet varför även nya rön och sprinklertyper behandlas. Inom sprinklerbranschen är därför många projektörer av uppfattningen att SBF 120 är omodernt.

Inom större industrier försäkrade av internationella försäkringsbolag sker dimensionering av sprinklersystem i ofta enligt FM (Factory Mutuals regler). FM's regelverk utgörs av tillägg till NFPA 13 grundade på Amerikanska försäkringsbolags gemensamma statistik över industribränder.

2.5 PARAMETRAR VILKA PÅVERKAR PERSONSÄKERHETEN

För att möjliggöra en kvantifiering av ett sprinklersystems nytta måste parametrar som påverkar personsäkerheten fastställas. Den syn på personsäkerhet som genomsyrar denna rapport illustreras nedan, via tre huvudparametrar kan en kvantifierad bild av personsäkerhet ges. I illustrationen redovisas även vilka faktorer parametrarna beror av.



Parametrar under rubriken Släckningsklass som berör detaljutformning av sprinklersystem behandlas endast extensivt då t.ex. aktiveringstidens beroende på sprinklerhuvudens avstånd från tak inte kan simuleras med de tillgängliga datormodellerna. Dessutom är dessa parametrar idag mycket hårt reglerade i regelverken.

Parametrar i brand- och detektionsklassen som kvantifierar brandtillväxten behandlas även de extensivt då de simulerade bränderna följer standardbränder.

2.6 BEGRÄNSNINGAR/ÖVERGRIPANDE FÖRUTSÄTTNINGAR

Denna studie är behäftad med begränsningar i sin omfattning, de huvudsakliga klargörs nedan.

2.6.1 KONSEKVENSANALYS

Studien utgörs av en konsekvensanalys för vilken uppkomst av brand är given. Alla scenarier med släcksystem utgår således från förutsättningen att brand har uppkommit och att sprinklersystemet fungerar.

2.6.2 FÖRHÅLLANDEN I BRANDRUMMET

Eftersom sprinkleraktivering medför stora flöden av finfördelat vatten med hög hastighet påverkas luftströmmarna i området kring de utlösta sprinklerhuvudena i brandrummet.

Kring de utlösta sprinklerhuvudena trycks luften från det övre ogenomsiktliga brandgaslagret ned mot golvet och blandas upp med den genomsiktliga "rena" luften varvid sikten försämras. Troligtvis blir sikten kritisk omedelbart vid sprinkleraktivering. Det skall dock beaktas att det inte sikten i sig som skördar offer vid bränder, det är koncentrationen av varma och giftiga gaser i inandningsluften.

På vilket sätt sprinkleraktivering påverkar dessa gaser (och således personsäkerheten) är omdiskuterat och inte på något sätt självklart. Bl.a. påvisar

fullskaleförsök /4/ att förhållandena vid bränder i vårdrum med sprinkler var avsevärt bättre än förhållandena vid bränder i motsvarande osprinklade rum.

En annan parameter som påverkas vid sprinkleraktivering är värmestrålningen. Värmestrålningen från det varma brandgaslagret uppnår kritiska nivåer redan vid cirka 200 °C vilket inträffar mycket snabbt i små utrymmen. Om ett sprinklersystem tillåts påverka branden kan brandgaserna kylas samtidigt som initialbranden sannolikt kommer att avta i intensitet.

Denna rapport har främst inriktats på att visa hur utrymningstryggheten en vårdavdelning *i huvudsak* påverkas vid installation av sprinkler. Metoden som valts för att visa detta är att studera hur förhållandena i den gemensamma korridoren vid brand påverkas av sprinklerinstallation. Vidare studier av förhållandena i de enskilda brandrummen utförs således inte.

2.6.3 UTFORMNING AV SPRINKLERSYSTEMET

Ett flertal, på brand, inverkanse parametrar kan urskiljas i ett sprinklersystems detaljutformning. T.ex. påverkar parametrar som avstånd från sprinklerhuvud till tak, RTI-värde och aktiveringstemperatur den faktiska tiden till systemaktivering.

Den svenska SBF-normen /2/ förskriver för vårdlokaler riskklass N3. Värden för brandpåverkande parametrar hämtas direkt från SBF /2/. Eftersom utformningsfriheten i SBF är starkt begränsad varierar inte parametrarna mellan de olika brandscenarierna.

2.6.4 DÖRRARS LÄGE

Beräkningarna i rapporten är utförda med förutsättningen att dörren till brandrummet är stängd. Att dörrar på vårdavdelningar ofta är öppna dagtid påverkar dock inte det faktum att dörren till brandrummet vid brand skall vara stängd. Vårdpersonalens första uppgift vid brand är att stänga dörren, denna instruktion efterlevs enligt de i rapporten beskrivna på-platsen-studierna väl. Även platsbesöken på brandutsatta vårdavdelningar visar detta.

Att dörren till vådrummen är stängd är tillämpligt hela dygnet, på natten hålls alltid dörren stängd för vårdtagarens skull. Även detta visas av platsbesöken.

För beräkningsfallet med branddörren öppen krävs vidare studier.

2.6.5 INVERKAN AV SPRINKLERSYSTEMET

Sprinklersystem dimensioneras idag generellt för att *kontrollera* brand, släckande system finns också utvecklade men används främst i höglager. Konventionella sprinklersystem har dock i praktiken ofta en släckande effekt – släckeffekten modelleras enligt en metod i The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering /5/, se vidare kapitlet *Indata brandberäkningar*.

2.6.6 KRITISKA FÖRHÅLLANDEN

I BBR /1/ definieras ett flertal kriterier för när förhållanden skall betraktas som kritiska m.a.p. människans hälsa. Det kriterium som i de flesta fall är dimensionerande är brandgaslagrets höjd, lagstiftningen anger som *råd* att förhållanden är att betrakta som kritiska om brandgaslagrets höjd från golv är lägre än 1.6 meter + 10% av rumshöjden. Med hänvisning till att hur evakuering avses ske på ett sjukhus, patienterna dras på madrasser på golvet, bedöms detta kriterium som för högt ställt. I rapporten bedöms istället brandgaslagrets höjd som kritiskt när det når höjden 1.5 meter, se vidare kapitlet *Tid till kritiska förhållanden*.

Att endast brandgaslagrets höjd studeras för att fastställa när kritiska förhållanden uppträder beror på att det inte finns några enkla tillämpliga modeller för brandgasers effekt på människan.

2.6.7 VAL AV DIMENSIONERANDE BRÄNDER

Rökfyllnadsberäkningar i rapporten baseras på s.k. *Medium-* och *Fastbränder*. Detta innebär att regressionsanalysen endast genomförs på två värden. Ett större antal värden på tillväxtfaktorn bör prövas i framtida liknande analyser.

2.7 TILLKÄNNAGIVANDEN

Författaren vill tacka alla som bidragit till rapportens utformning.

Tack

3 TILLVÄGAGÅNGSSÄTT

3.1 METOD

För att klargöra effekten av sprinkler används i rapporten en metod som bygger på idén att tidsmarginalen mellan tid till *kritiska förhållanden* och tid till *fullständig utrymning* i sprinklade respektive osprinklade brandscenarier jämförs. Med begreppet kritiska förhållanden avses miljömässiga tillstånd då bl.a. värme och brandgaser kan ge upphov till personskador. Tidsmarginalen från tid till fullständig utrymning till tid för kritiska förhållanden anses utgöra ett direkt mått på hur effektiv sprinkler är som skyddsmetod mot personskador i olika brandscenarier.

För att fastställa när kritiska förhållanden uppträder vid brand krävs brandtekniska utredningar. Brandscenariers konsekvenser studeras i rapporten via datorsimuleringar av brandförlopp och evakueringstider.

Rapportens analysmetod bygger på s.k. osäkerhetsanalys med Monte Carlo-simuleringar. Metoden lämpar sig väl för analyser där flera olika indataparametrar varieras för att visa det mest sannolika utfallet. Med metoden kan även sannolikheten för olika utfall direkt utläsas ur de resulterande graferna.

Analysens grundförutsättning är att ett brandscenarios *konsekvens* kan beskrivas med ett matematiskt uttryck. Eftersom det inte finns "färdiga" uttryck som är tillämpliga för denna typ av analys härleds i rapporten dessa empiriskt genom regressionsanalyser. Två uttryck för evakueringstid och två uttryck för rökfylnadstid härleds.

Hur konsekvens mäts är helt beroende på vad som studeras. I fallet personsäkerhet kan lämpliga mått t.ex. vara antal döda eller antal personer utsatta för kritiska förhållanden. I rapporten utnyttjas som tidigare nämnts tidsmarginal till kritiska förhållanden som mått på konsekvens.

3.2 KLASSIFICERING AV VÅRDLOKALER

Att förutsättningarna att utrymma en vårdavdelning varierar beroende på dess utformning är en självklar slutsats. På en avdelning med patienter som inte själva kan sätta sig i säkerhet i händelse av brand är naturligtvis kravet på "lång" tid till kritiska förhållanden större än för en avdelning där patienterna inte har några rörelsehinder. Eftersom förutsättningarna (kraven) uppenbarligen varierar är någon form klassificering av olika vårdverksamheter lämplig.

Vårdavdelningar studeras i denna rapport främst i två generella klasser beroende på patienternas beskaffenhet:

3.2.1 TYP 1: SJÄLVEVAKUERING

Denna klass omfattar vårdavdelningar där patienter själva kan sätta sig i säkerhet i händelse av evakuering. På en avdelning med patienter av denna typ är förutsättningarna för en trygg evakuering naturligtvis de bästa. Vid indikation av brand kan den enskilde individen själv besluta sig för att evakuera.

3.2.2 TYP 2: HJÄLPEVAKUERING

Klassen hjälpevakuerings omfattar alla avdelningar där patienterna själva är oförmögna att sätta sig i säkerhet. Vid ett tillbud måste avdelningspersonalen istället

dra ut patienterna på madrasser till angränsande avdelningar. Denna tidskrävande typ av evakuering måste utnyttjas på avdelningar med helt sängbundna patienter.

Att patienterna endast behöver dras till angränsande avdelning beror på ett lagstiftat på ett brand- och brandgasavskiljande väggparti mellan vårdavdelningar. När patienter når detta väggparti kan de således anses evakuerade och säkra.

3.2.3 YTTERLIGARE KLASSER

Utöver de två ovan nämnda klasserna kan ytterligare urskiljas, t.ex.:

- *Vård av personer bakom låsta dörrar där vårdtagarna själva kan sätta sig i säkerhet då dörrarna öppnas.* Denna klass är t.ex. tillämpbar för fängelser och slutna psykvårdavdelningar där individer vistas bakom låsta dörrar. Vid utrymning måste vårdare låsa upp dörrarna till samtliga rum, ett i taget, och understödja patienterna att evakuera. Eftersom personerna av någon anledning är inlåsta accepteras inte att samtliga dörrar öppnas automatiskt – att starta t.ex. brandlarmet skulle annars vara ett lätt sätt att ta en långtidspermission.
- *Vård av övernattande patienter som själva kan sätta sig i säkerhet då de uppmärksammas på att evakuering skall genomföras.* Denna klass kan egentligen liknas vid en typ av hotellverksamhet. Patienterna är fullt mobila på egen hand, under förutsättningen att de vaknar. Vid brand är det således det faktiska problemet inte evakueringen som sådan utan att få de berörda personerna att förstå att de skall evakuera.

Dessa två klasser utreds inte vidare i denna rapport.

4 UTRYMNINGSPROJEKTERING

4.1 INLEDNING

Utrymningssäkerhet är ett begrepp som aktualiserats väsentligt sedan 1994. Detta främst p.g.a. den funktionsbaserade bygglagstiftningens införande. Istället för klart specificerade utformningskrav föreskriver nu lagen /1/ i § 5.31 att "Byggnader skall utformas så att *tillfredställande* utrymning kan ske vid brand".

Med denna nya formulering ställs krav på den enskilde brandprojektören att påvisa huruvida "tillfredställande utrymning" är möjlig. Detta påvisande kan ske via två huvudmetoder /6/:

- förenklad dimensionering
- analytisk dimensionering

4.2 FÖRENKLAD DIMENSIONERING

Den förenklade dimensioneringsmetoden bygger på att avståndet till närmaste utrymningsväg mäts/beräknas och jämförs med ett föreskrivet maximalt värde. Det uppmätta gångavståndet *bör* inte överskrida det rekommenderade värdet.

I sprinklade lokaler accepteras på generell basis 1/3 längre gångavstånd till utrymningsväg än i osprinklade.

Den förenklade dimensioneringsmetoden som endast kräver ringa ingenjörskunskap härstammar från äldre bygglagstiftning (bl.a. Nybyggnadsreglerna, NR /7/). Resurs- och tidsanspråk är avsevärt mindre än för den beräkningsbaserade metoden.

Om resultatet från den förenklade dimensioneringsmetoden utrymningstekniskt uppfyller kravet i BBR är inte känt då metoden endast är "ärvd" från tidigare lagstiftning.

En väsentlig nackdel med den förenklade dimensioneringsmetoden är att den inte tar hänsyn till faktorer som avsevärt påverkar utrymningssäkerheten. Bland dessa faktorer kan bl.a. takhöjd, inverkan av brandlarm samt dörrbredd nämnas. Metoden bör främst användas i enklare lokaler såsom kontor och mindre hotell.

Metoder liknande den förenklade dimensioneringsmetoden skulle vara mycket användbara om de kunde ta hänsyn till fler parametrar, då t.ex. takhöjd.

4.2.1 KRAV PÅ VÅRDLOKALER ENLIGT DEN FÖRENKLADE METODEN

För lokaler med verksamhet av vårdkaraktär bör, enligt den förenklade metoden, värdet 30 meter användas som maximalt gångavstånd till närmsta utrymningsväg. Värdet saknar troligen befäst vetenskaplig bakgrund utan grundas på en praxis som bara accepterats efter ett mångårigt tillämpande av modellen.

I sprinklade vårdlokaler accepteras med utgångspunkt från det generella gångavståndstillägget (se 4.2 ovan) 40 meter till närmsta utrymningsväg.

4.3 ANALYTISK DIMENSIONERING

Ett alternativ till den förenklade dimensioneringen är den analytiska metoden. Metoden bygger på idén att jämföra tiden till evakuering i händelse av brand med tiden till dess att miljötekniska faktorer som bl.a. rumstemperatur och sikt m.a.p. människans hälsa uppnår kritiska värden.

Den analytiska metoden är avsevärt mer tidskrävande än den förenklade metoden. Metoden kräver dessutom betydligt mer brandteknisk ingenjörskunskap än den förenklade metoden.

Anledningen att den metoden ändå tillämpas, trots att den är mer tids-, resurs och kunskapsintensiv, är att den är situationsanpassad och ger möjlighet att bedöma en byggnads brandskydd med hänsyn tagen till lokalernas utformning ur många aspekter. Med "situationsanpassad" avses att inverkan av bl.a. takhöjd och dörrbredder kan vägas in i bedömningen av brandsäkerhetsnivån.

Med sin situationsanpassade metodik medger den analytiska metoden helt andra lösningar än den förenklade metoden. T.ex. kan i vissa fall avsevärt längre gångavstånd till utrymningsväg än den förenklade metoden rekommenderar påvisas vara acceptabelt.

Det skall beaktas att även den analytiska dimensioneringen innebär en osäkerhetsfaktor i vilken brandskyddsnivå som egentligen uppnås. Det är extremt svårt, kanske t.o.m. omöjligt, att med säkerhet föreskriva acceptanskriterier som är allmängiltiga och som beskriver när förhållanden är kritiska. T.ex. är olika människor, beroende på bl.a. fysiskt skick, olika känsliga för brandgaser, temperaturförändringar och värmestrålning etc. Nedan beskrivs dock de acceptanskriterier som specificeras i BBR.

4.3.1 KRAV PÅ VÅRDLOKALER ENLIGT DEN ANALYTISKA METODEN

Den analytiska modellen bygger som tidigare nämnts på en annan princip än den förenklade. Med hjälp av beräkningar bedöms tiden till dess att vissa parametrar uppnår kritiska värden m.a.p. människans hälsa. Dessa parametrar är t.ex.

brandgaslagrets höjd och temperatur. Andra parametrar som t.ex. temperatur i golvnivå och andelen giftiga gaser i inandningsluften är sällan dimensionerande (eller för svåra att beräkna) för personsäkerheten och ägnas därför i allmänhet liten uppmärksamhet.

Som exempel på när en parameter är "kritisk" kan temperaturen i brandgaslagret nämnas. Denna bedöms kritisk m.a.p. personsäkerhet vid cirka 200-250 °C då värmestrålningens intensitet mot golvet blir för stor för att evakuering skall kunna ske obehindrat.

Det bör betonas att giftiga och varma brandgaser är det "fenomen" som skördar flest dödsoffer vid verkliga bränder. Brandgaserna påverkar dock utrymmande först då de når huvudhöjd och kan inandas. Kritisk höjdnivå för brandgaslagret anges i en rådtext till BBR som 1.6 meter + 10% av rumshöjden, bakgrunden till detta uttryck är okänt.

4.4 BEGREPP I DEN ANALYTISKA MODELLEN

Innan beräkningarna kan redovisas måste ett antal begrepp definieras. Begreppen som presenteras är de på vilka den analytiska metoden bygger.

- Detektionstid, T_D
- Reaktions- och beslutstid, T_R
- Evakueringstid, T_E
- Tid till kritiska förhållanden, T_K

Dessa parametrar som inbördes måste beräknas/simuleras/bedömas skall, för *tillfredställande* utrymning skall kunna ske vid brand, förhålla sig enligt följande uttryck:

$$\sum T_D, T_R, T_E < T_K$$

Nedan klargörs varje parameters bakgrund samt en sammanställning om hur de simuleras.

4.4.1 DETEKTIONSTID, T_D

Detektionstiden, som är en avgörande faktor för personskyddet vid brand, är den tid som förlöper från den tidpunkt då brand uppstår till dess att den detekteras.

Detektionstiden beror på typ av larmsystem och larmsystemets utformning. Larmsystem kan t.ex. utgöras av rökdetektorer eller sprinklersystem. I särskilda vissa fall kan även visuell detektion utnyttjas, t.ex. i ständigt övervakade vägtrafiktunnlar.

Tiden till sprinkleraktivering eller brandlarm beräknas för enskilda brandscenarier med datormodeller. Tid till visuell detektion måste uppskattas på en erfarenhets-/gissningsbasis.

Brand- och utrymningslarm krävs enligt lagstiftningen när personer vistas bakom stängda dörrar och inte kan garanteras bli varse en brand. Med utgångspunkt från detta skall således brandlarm alltid installeras i sådana vårdlokaler som behandlas i denna rapport. Detektionstiden anges i denna rapport som tid till aktivering av brandlarmsystemet, enligt beräkningar detekterar brandlarmet efter cirka 60 sekunder (brandlarmsystem detekterar snabbare än sprinklersystem aktiveras).

4.4.2 REAKTIONS- OCH BESLUTSTID, T_R

Reaktions- och beslutstid är den tid det tar för berörda individer att inse att de skall evakuera. Att uppskatta eller bedöma reaktions- och beslutstid är mycket svårt, för att inte säga omöjligt. Vanligtvis tas hänsyn till reaktions- och beslutstid genom ett generellt påslag om någon minut på detektionstiden.

För de scenarier där patienterna själva utrymmer nyttjas reaktionstiden 90 sekunder, vid vårdarunderstödd evakuering används reaktionstiden 30 sekunder. Att ett lägre värde används i de scenarier där personalen utrymmer patienterna beror på att evakuering i dessa fall helt beror på personalen vilka antas ha god kännedom om hur och när evakuering skall ske vid brandlarm. Slutsatsen om personalens ”goda” kännedom om åtgärd vid brand grundas på de platsbesök som utförts.

I scenarierna med hjälpevakuerings beror reaktions- och beslutstid helt på vårdarna, detta då patienterna själva är oförmögna att ta sådana beslut. För varje patient tillkommer dessutom ett ”aktiveringspåslag” vilket varierar mellan 30 och 90 sekunder. Aktiveringspåslaget tillkommer för att simulera den tid det tar att påbörja evakuering av patienten från det att vårdaren kommer in i rummet där patienten vårdas. Aktiveringspåslaget inbegriper bl.a. den tid det tar att dra ned den vårdade patientens madrass på golvet. Eftersom parametern saknar referenser i litteraturen grundas den på vårdpersonalens uppskattning.

4.4.3 EVAKUERINGSTID, T_E

Evakueringstiden är den tid det tar evakuera till säker plats, evakueringstiden omfattar dock endast ”gångtiden” eller ”transporttiden” från aktuellt läge vid larm till utrymningsväg.

Evakuering simuleras med datormodellen ERM, Escape and Rescue Model. ERM är en relativt sett gammal evakueringsmodell, anledningen att den nyttjas trots att ett flertal mer moderna och användarvänliga modeller utvecklats är att den simulerar vårdarstödd evakuering.

Vårdarstödd evakuering innebär att vårdare springer fram och tillbaka och hämtar patienterna från vådrummen till säker plats. Med andra ord, kan en vårdare vid larm t.ex. först styras till brandrummet för att släcka branden varefter han drar ut samtliga patienter på säng eller madrass en efter en. Programmet tar inte hänsyn till eventuell köbildning. Köbildning anses, med hänsyn tagen till personbelastningen, dock inte med vara ett hot mot personsäkerheten i vårdlokaler.

4.4.4 TID TILL KRITISKA FÖRHÅLLANDEN, T_K

Termen ”tid till kritiska förhållanden” avser tiden till dess att evakueringsförhållandena inte kan anses vara godtagbara. Huruvida förhållandena är godtagbara avgör som tidigare nämnts ett flertal brandtekniska parametrar – bl.a. sikt, värmestrålning, lufttemperatur och koncentration av giftiga gaser inandningsluften. Vilken parameter som är dimensionerande beror bl.a. på lokalutformning och brandbelastning.

I rapporten ägnas parametern brandgaslagrets höjd (sikten) mest uppmärksamhet. Detta då brandgaslagrets höjd i de allra flesta fall är den dimensionerande parametern.

Brandgaslagrets höjd som funktion av tiden ges som direkt utdata från datorprogrammet Hazard I. Tiden som motsvarar höjden 1.6 meter + 10% av rumshöjden benämns den kritiska tiden. Detta uttryck är dock endast en rekommendation i en s.k. råddtext. I denna rapport används generellt höjden 150

centimeter som kriterium för när kritiska förhållanden uppstår. Detta kriterium grundar sig på bedömningen att patientsängarnas höjd inte överstiger 90 cm och att de således inte påverkas av brandgaser ovan 150 cm. Vid evakuering dras dessutom patienter på en madrass direkt på golvet.

5 PÅ-PLATSEN-STUDIER

För att kunna använda ett verklighetsanknutet underlag till modellerna i datorsimuleringarna besöktes ett tre sjukhus i Stockholmsområdet - Södersjukhuset, St. Görans sjukhus och Norrtulls sjukhus.

Utöver dessa tre besöktes även efter ett riktigt brandtillbud Dalens sjukhus. Detta för att, på ett verklighetsförankrat sätt, kunna bedöma brandförlopp och personalreaktion.

På varje sjukhus besöktes en avdelning som uteslutande används för vård ut, platsbesöket fokuserades främst på att inventera följande:

- Hur är ett typiskt vårdrum utformat? Termen utformat avser brandbelastning, rumsgeometrier o.s.v.
- Hur skall personalen agera vid ett brandlarm? Har de till uppgift att försöka släcka branden eller skall de koncentrera sig på evakuering?
- Hur är dörrar till vårdrummen utformade? Uppfyller de någon brandteknisk klass (är de täta) och står de uppställda?
- Hur många personer befinner sig samtidigt på avdelningen? Hur många av dessa vistas där nattetid?
- Hur är det eventuella brandlarmet utformat?
- Hur lång tid tar det vid evakuering att få ner madrassen med den vårdade på till golvet?

Samtliga av de utvalda sjukhusen ägs och förvaltas av Locum AB, Landstingets fastighetsbolag i Stockholm. Med anledning av den gemensamma hyresvärden återfinns ett flertal likheter sjukhusen sinsemellan. För varje vårdavdelning följer en sammanställning av ovan rubricerade frågor.

5.1 SÖDERSJUKHUSET

Södersjukhuset som är ett av Stockholmsområdets största sjukhus är beläget på Södermalm i Stockholm. Sjukhuset har under de senaste åren genomgått ett flertal brandsäkerhetsprojekt där det bl.a. utrustas med ett heltäckande sprinklersystem.

Sjukhuset inrymmer under mark ett DEMC (*Disaster Emergency Medical Centre*) med bl.a. Nordens mest avancerade saneringsanläggning. Avdelningen som studeras i detta arbete är Strokeavdelningen där helt sängbundna patienter vårdas. Sjukhuset som skall uppfylla brandtekniska krav enligt brandteknisk byggnadsklass BR 1, har fler än tre våningar.

Avdelningen har vårdrum på ömse sidor av en genomgående avdelningskorridor. Dörrarna mot korridoren har brandgasgenomsläppliga glipor. Genomföringar av ventilationskanaler och liknande installationer är utförda med brandmassa. En mindre inspektion ovan undertak påvisade inga dåligt utförda genomföringar.

Vårdrummen har en golvyta om cirka 16-20 m², inredningen utgörs av solida trä- och metallmöbler. Ytskikt utgörs av målad betong och målade gipsskivor. Rummen har gardiner.

Personalstyrkan dagtid uppgår till 12 personer – nattetid 2. Personalen har genomgått brandutbildning och har som instruktion att vid brand stänga dörren till brandrummet varefter de skall utrymma patienterna på sängarna eller på madrasserna till angränsande avdelning.

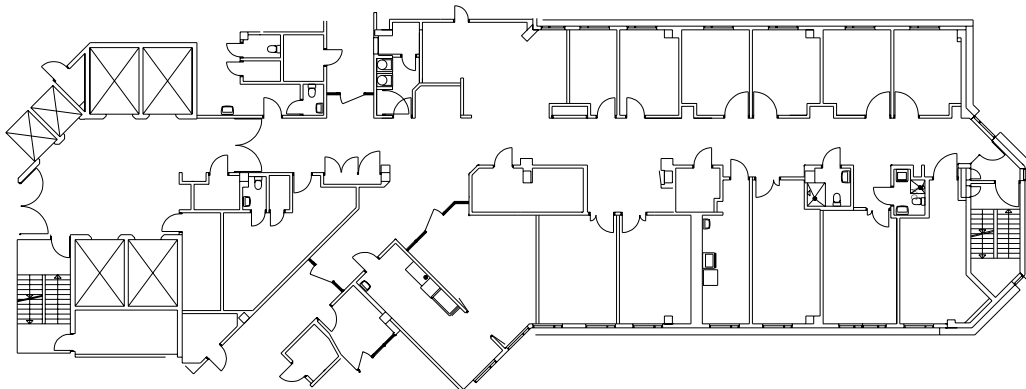
Brandlarmet är av en konventionell modell i Stockholm. Vid branddetektion uppmärksammas direkt övriga avdelningar i huset via ett audiovisuellt system på brandindikationen och *förbereder* evakuering. Avdelningar som direkt angränsar till den utsatta skall sända personal för att understödja evakuering.

Den beskrivna processen styrs via en lamptablå och en ljudsignal i korridoren. Vid branddetektion på den egna avdelningen blinkar en röd lampa samtidigt som en akustisk signal ljuder. På angränsande avdelningar blinkar istället en vit lampa och en annan, svagare, ljudsignal aktiveras.

5.2 ST. GÖRANS SJUKHUS

Utformningen av St. Görans sjukhus påminner i stora drag om Södersjukhuset, en väsentlig skillnad är dock att sjukhuset inte är sprinklat – ett sprinklerprojekt pågår dock.

Avdelningen som besöktes benämns HIA, Hjärtintensiven. HIA ligger i hus 30-40 vilket är format som den grekiska bokstaven fi, ϕ. I ena änden av avdelningskorridoren löper avskilda öppna trapphus (EI 60) ned till det fria i markplan. I den andra änden är den husgemensamma hisshallen placerad. Byggnad 30-40 som skall uppfylla brandtekniska krav enligt brandteknisk byggnadsklass BR 1, har nio våningar ovan mark samt tre kulvertplan. Även på St. Görans sjukhus visade en mindre inspektion ovan undertak att tätning av genomföringar är väl utförd med brandtätningsmassa. Takhöjden i lokalerna uppgår till 2.4 meter.



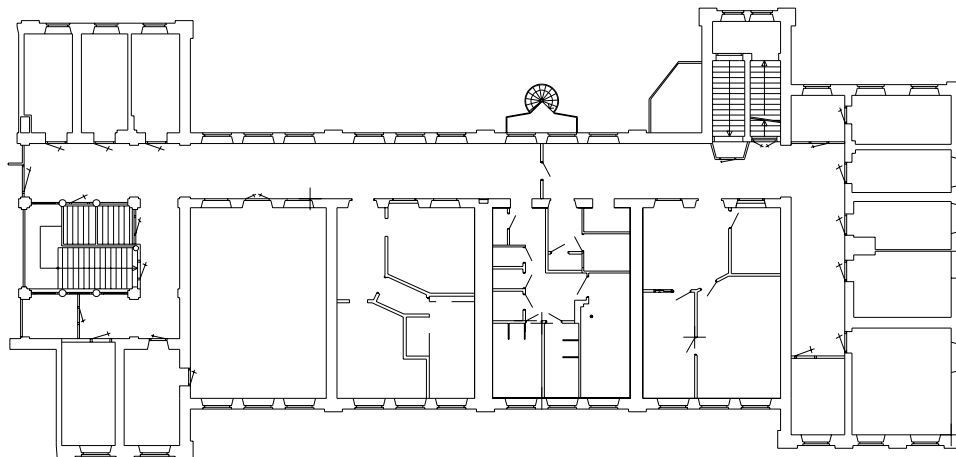
Figur 1, HIA-avdelningen - St. Görans sjukhus

Personalens främsta uppgifter är att vid brand stänga dörren till brandrummet varefter patienterna skall utrymmas via angränsande avdelning.

Brandlarmet är även på denna avdelning utformad enligt det tidigare beskrivna optisk-akustiska sjukhussystemet.

5.3 NORRTULLS SJUKHUS

Norrtulls sjukhus som är beläget i centrala Stockholm inrymde tidigare tvångsvård av mentalsjukhuskaraktär. Idag är stora delar av de vackra lokalerna outhyrda i avvaktan på andra hyresgäster (ej vård). Två avdelningar med tvångsmässig psykvård finns dock fortfarande kvar. Avdelningarna är låsta på samma sätt som ett fängelse och kan inte utrymmas utan vårdares hjälp. Dörrar och väggar mot korridor är mycket bristfälliga, stora otäta genomföringar påträffades vid platsbesöket.



Figur 2, Vårdavdelning - Norrtulls sjukhus

Personalen som årligen genomgår brandutbildning bedöms ha mycket god kunskap om vad, när och hur evakuering skall gå till i händelse av brand. Riktiga brandtillbud är vanliga och inträffar årligen (!).

Brandlarmet består av ett konventionellt brandlarm enligt SBF 110:5. Korridorplacerade sirener används för varseblivning.

På avdelningen finns alltid minst 3 vårdare – i händelse av brand tillkallas ytterligare vårdare från angränsande avdelning via brandlarmet.

Vårdrummens brandbelastning bedöms vara något högre än de tidigare beskrivna sjukhusens då bl.a. sängarna är av typ med trästomme.

5.4 DALENS SJUKHUS

Dalens sjukhus är beläget i Johanneshov utanför centrala Stockholm. Sjukhuset bedriver främst vård av geriatrisk karaktär men inhyser även en kommunal vårdcentral.

Byggnaden består av en central huskropp med vilken samtliga avdelningar står i förbindelse, BR 1. Ingen av sjukhusets avdelningar är idag försedda med sprinkler. På avdelning 62 vårdas människor i livets sista skede. Patienterna har cancer i sista stadiet – medelvårdtiden för patienter är 16 dagar. Alla dessa sista dagar är patienterna sängbundna.

På avdelningen vårdas i allmänhet omkring tio personer, personalstyrkan utgörs på natten av två personer samt ytterligare tre ett par minuter efter ett eventuellt brandlarm. Inga patienter anses kunna ta sig ut på egen hand, alla är sängbundna. Ingen ritning över avdelningen finns tillgänglig.

Med anledning av en brand i ett patientrum 1998-11-01 hade personalen vid platsbesöket en klar bild av evakuering sker vid brand.

Tillbudet ledde inte till några dödsfall utan bara lättare skador i form av rökskadad personal. Att inte fler skadades berodde på en lyckad första insats från personalen – till stora delar släcktes branden efter bara ett par minuter, detta med en slangbrandpost. Branden uppstod med största sannolikhet p.g.a. sängrökning, en förvirrad patient tände en cigarett i sängen samtidigt som han slet av en sygasslang.

Syrgasen flödade med cirka 5 liter/minut vilket med största sannolikhet bidrog till ett mycket snabbt brandförlopp. Vid tillfället för personalens första angrepp var lågorna från den brinnande madrassen meterhöga. Branden vilken detekterades via brandlarmsystemet spreds aldrig utanför brandrummet – korridoren rökfylldes dock i delvis.

Inga dörrar mellan patientrum och korridor är försedda med självstängare, dörrarna står dock alltid stängda.

Personalen har som instruktion att vid en brand stänga dörren till det brandhärjade rummet, därefter utrymma patienterna och om möjligt släcka branden. Denna instruktion efterlevdes enligt uppgift vid branden.

6 BERÄKNINGAR

6.1 ALLMÄNT

Den tidigare beskrivna osäkerhetsanalysen sker i ett flertal steg, nedan redovisas i punktform en kort beskrivning av varje steg. Det sjätte steget använder resultaten från de från tidigare fem stegen i en sammanställande Monte Carlo-simulering. Resultatet från Monte Carlo-simuleringen visar sammanfattande på vilket sätt sprinkler påverkar utrymningssäkerheten.

6.1.1 STEG 1: EVAKUERINGSSIMULERINGAR

Evakuering av vårdavdelningarna simuleras i två olika huvudscenarier, ett där vårdarna drar ut patienterna på sängar (hjelpevakuerings) och ett där patienterna själva utrymmer vid uppmaning (självevakuerings). Parametrarna "andel vårdare i förhållande till patienter", "patienthastighet" samt "aktiveringstillägg för patienter" varieras i 60 delsimuleringar för användning i den nedan beskrivna regressionsanalysen.

6.1.2 STEG 2: REGRESSIONSANALYS EVAKUERINGSTID

Resultaten från evakueringssimuleringarna analyseras i fyra regressionsanalyser. Regressionsanalyserna ger ett matematiskt uttryck för evakueringstiden. Regressionsanalyserna har genomförts både som linjära och icke linjära. Det icke linjära uttrycket ger något bättre kurvanpassning än det linjära skillnaden visas tydligt i illustration nedan. Uttrycken innehåller faktorerna: andel vårdare i förhållande till patienter, patienthastighet samt aktiveringstillägg för patienter. Analyserna som genomförs är två för hjelpevakuerings samt två för självevakuerings.

6.1.3 STEG 3: AKTIVERINGSBERÄKNINGAR

Med datormodellen Detact T² beräknas tiden till aktivering av sprinklersystemet takhöjden varieras för användning i rökfyllnadsberäkningarna nedan.

6.1.4 STEG 4: RÖKFYLLNADSBERÄKNINGAR

Med datormodellen Hazard I simuleras rökfyllnadstiden för lokalerna (tiden till kritiska förhållanden). Två huvudscenarier simuleras – ett för vårdlokaler med sprinkler och ett för vårdlokaler utan sprinklerinstallation. I de sprinklade scenarierna avtar

effektutvecklingen vid sprinkleraktivering enligt en matematisk modell /4/, se vidare *Indata brandberäkningar*. Parametrarna takhöjd samt tillväxtfaktor varieras för användning i nedan beskrivna regressionsanalys. Lokalernas utformning beskrivs vidare i det senare kapitlet *Indata övergripande*. Simuleringarna ger som resultat ett matematiskt uttryck för T_K , både ett linjärt och ett icke linjärt beroende uttryck redovisas.

6.1.5 STEG 5: REGRESSIONSANALYS RÖKFYLLNADSBERÄKNINGAR

Resultaten från rökfyllnadsberäkningarna analyseras precis som resultaten från evakueringsberäkningarna i regressionsanalyser. Regressionsanalyserna ger ett matematiskt uttryck för rökfyllnadstiden som både linjär och icke linjär funktion av takhöjd samt tillväxtfaktor. Även vid rökfyllnadsberäkningarna blir skillnaden mellan linjär och icke linjär regressionsanalys relativt liten, se illustrationer nedan. Två analyser för sprinklade bränder samt två analyser för osprinklade bränder har genomförts.

6.1.6 STEG 6: MONTE CARLO-SIMULERINGAR

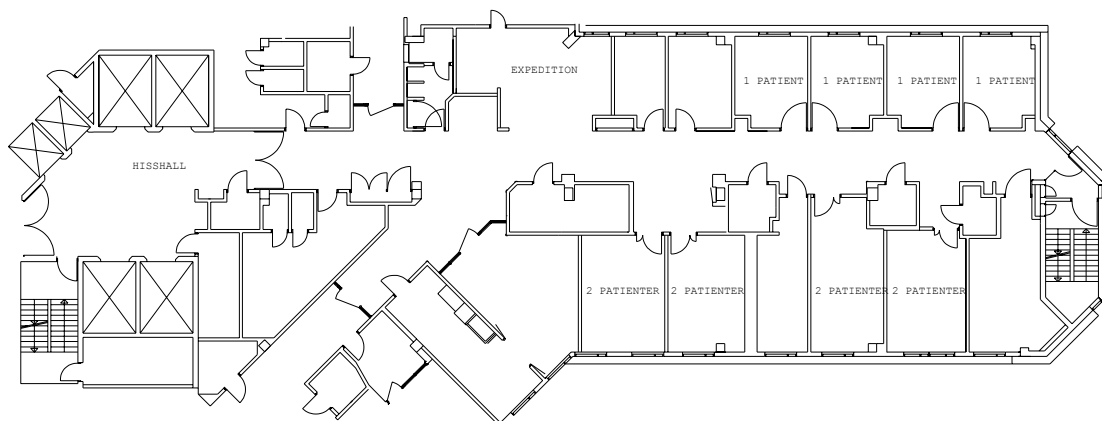
Efter de fem genomgångna stegen är uttryck för samtliga parametrar i bedömningskriterierna kända – detektionstid, reaktions- och beslutstid, evakueringstid samt tid till kritiska förhållanden. Dessa uttryck införs i uttrycket $T_D + T_R + T_E - T_K$ för att beräkna marginalen till kritiska förhållanden vid evakuering.

Uttrycket för bedömning av utrymningssäkerhet simuleras i en Monte Carlo-simulering för att visa på vilket sätt varje enskild variabel påverkar utrymningssäkerheten. I Monte Carlo-simuleringen anges varje indataparameter som en fördelning, se vidare *Indata Monte Carlo-simuleringar*.

En negativ marginal i Monte Carlo simuleringens resultat innebär att samtliga utrymmande inte hinner evakuera lokalerna innan kritiska förhållanden uppstår.

6.2 INDATA, GENERELLA

Som grund för evakueringsberäkningarna valdes från på-platsen-studierna avdelningen HIA, hjärtintensiven på St. Görans sjukhus i Stockholm ut. En kort presentation av de för beräkningarna antagna förutsättningarna presenteras nedan:



Figur 3, HIA-avdelningen - St. Görans sjukhus

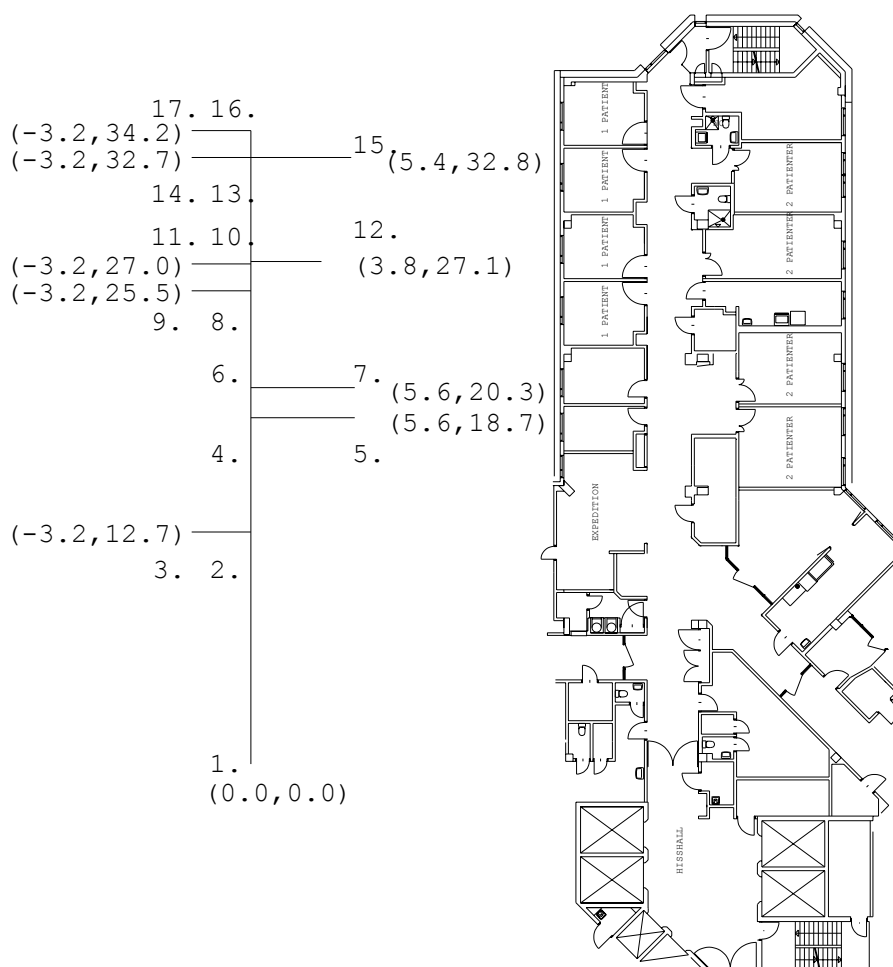
Avdelningens patienter (maximalt 12) är generellt sett helt sängbundna. Personalen (2-15) har årlig brandutbildning och är väl medvetna om handlingsplan vid brand, bl.a. skall dörren till brandrummet stängas. Evakuering från avdelningen sker till angränsande avdelning via en hisshall/sluss, denna är avskild från avdelningen i

brandteknisk klass EI 60. Patienterna evakueras på sina sängar eller på sina madrasser. Avdelningen är försedd med ett automatiskt vattensprinklersystem. Sprinklersystemet har snabba sprinkler med RTI-värden kring $35 \text{ (ms)}^{1/2}$, aktiveringstemperaturen för sprinklerbulbarna är $68 \text{ }^\circ\text{C}$. Påföringshastigheten är dimensionerad för att ge en vattentäthet om 5 mm/min . Sprinklersystemet uppfyller i tillämpliga delar SBF 120:4.

6.3 INDATA, EVAKUERINGSBERÄKNINGAR

Indata till ERM sker m.h.a. s.k. nodsystem, det använda nodsystemet presenteras nedan, exempel på indatablanketter redovisas separat i bilaga. Generella värden som tjänat som indata till ERM är:

- Antal patienter: 12
- Andel vårdare: 0.08-0.42 d.v.s. 1-5 st.
- Patienters hastighet: 16-100 meter/minut
- Aktiveringstid för patienter: 5-65 sekunder



Figur 4, Indata ERM

Varje patient kräver i simuleringarna en vårdarens hjälp hela vägen till säker plats. Vårdarnas hastighet antas vara konstant 100 meter/minut då de inte transporterar patienter. Ett ytterligare antagande är att köbildning i korridorerna inte är dimensionerande vid evakuering av 12 personer.

6.4 RESULTAT, EVAKUERINGSBERÄKNINGAR

Beräkningarna i ERM (60 st.) visar att evakuering av avdelningen tar mellan 2.5 och 19.5 minuter (inklusive besluts- och reaktionstid) beroende på förutsättningarna. Utdata presenteras i bilagorna.

6.5 RESULTAT, REGRESSIONSANALYS EVAKUERINGSBERÄKNINGAR

Utdata från evakueringsberäkningarna regressionsanalyseras i Microsoft Excel. Analyserna visar att evakuering med understöd från vårdare sker enligt uttrycket:

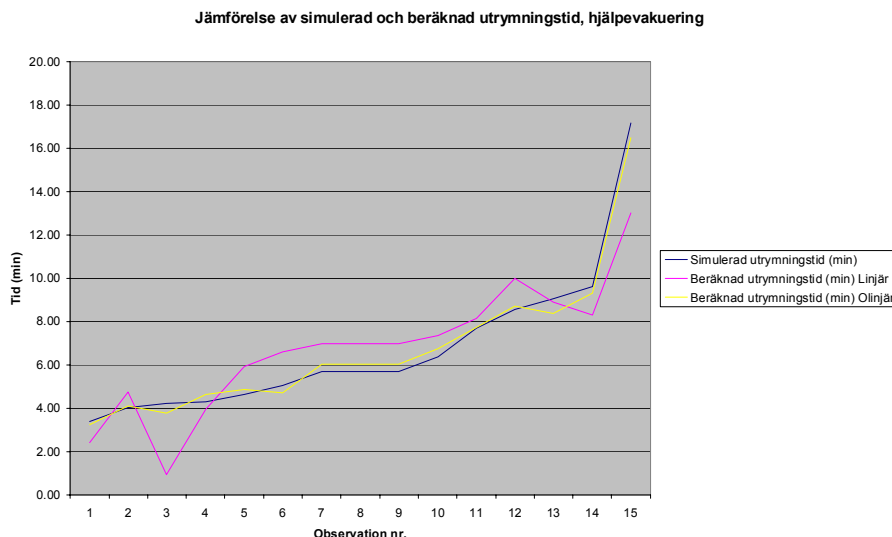
$$(1) T_E = 10^{(1.27 - 0.91 \log A + 0.23 \log TD - 0.59 \log V)}$$

Evakuering där patienterna själva sätter sig i säkerhet sker enligt uttrycket

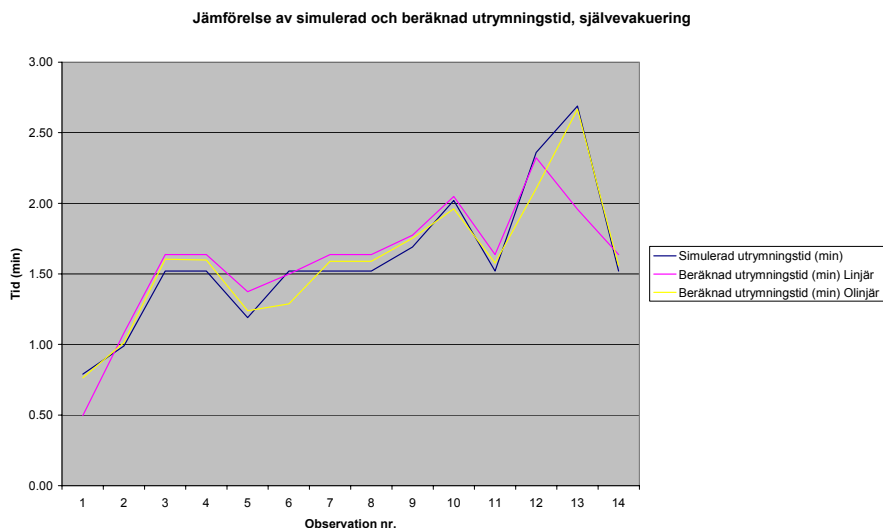
$$(2) T_E = 10^{(1.41 + 0.02 \log A + 0.19 \log TD - 0.69 \log V)}$$

T_E - Evakueringstid (s); A - Andel vårdare (-); T_D - Detektionstid (s); V - Patienthastighet (m/s)

Korrelationen för uttrycken (r^2) uppgår till över 0.95 vilket kan anses vara tillfredställande. De icke linjära uttrycken ger något bättre kurvanpassning än de linjära men, se illustration nedan.



Figur 5, Grafisk sammanställning hjälpevakuer



Figur 6, Grafisk sammanställning självvakning

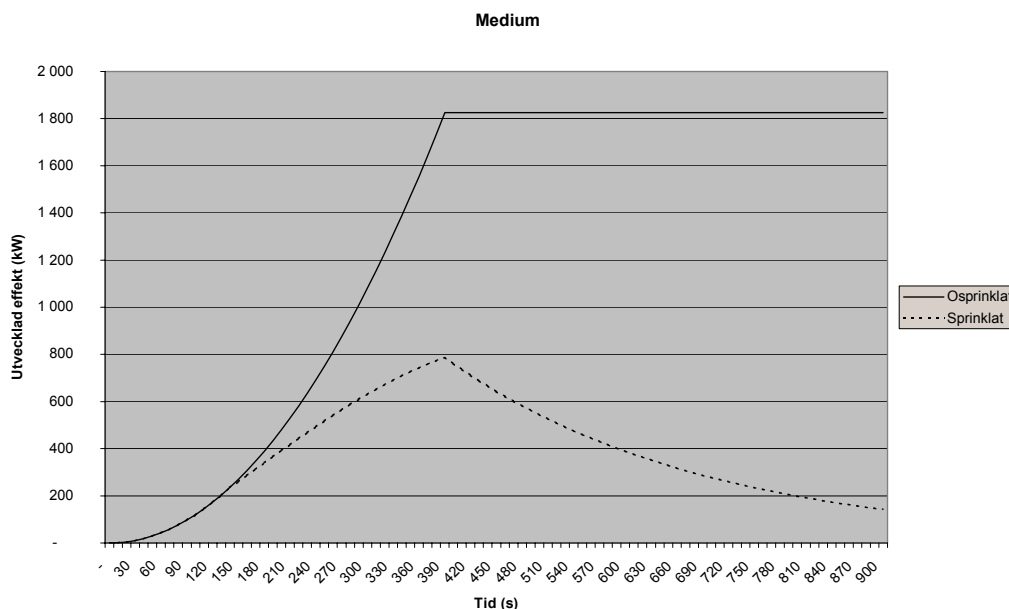
6.6 INDATA, RÖKFYLLNADSBERÄKNINGAR

I samtliga simulerade bränder används samma typ av effektutveckling vilken följer en s.k. αt^2 kurva. För de sprinklade scenarierna används efter sprinkleraktivering en nollte gradens funktion för beskrivning av brandens avtagande i effektutveckling /8/.

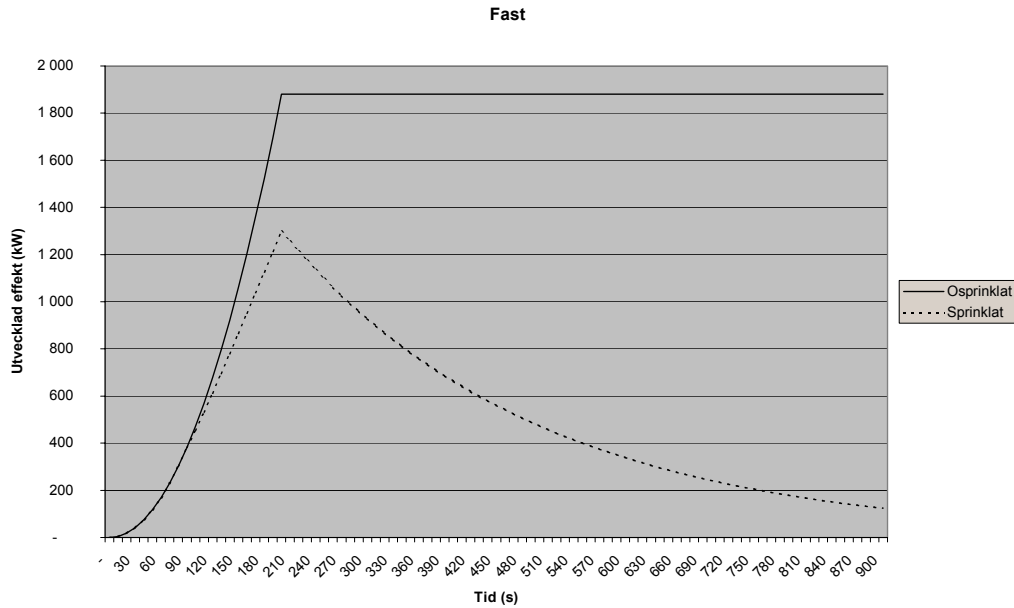
$$Q(t-t_{act}) = Q(t_{act}) * e^{[-(t-t_{act})/3*w-1.85]}$$

Q - effektutveckling (kW); t - tid (s); t_{act} - aktiveringstid för sprinkler (s); w - vattentäthet (mm/s)

Effektutveckling som använts i de sprinklade respektive osprinklade bränderna illustreras nedan.



Figur 7, Brandeffekt mediumbrand



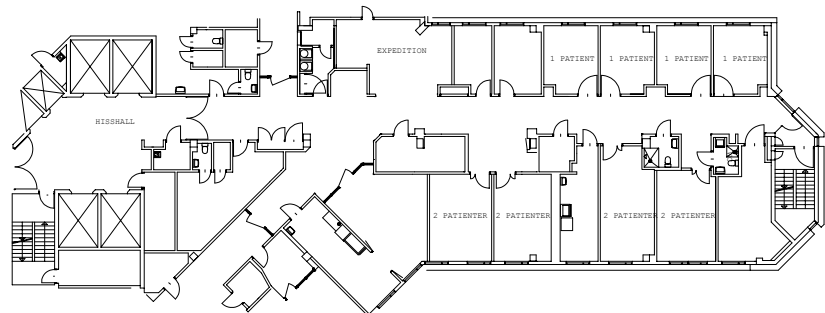
Figur 8, Brandeffekt Fastbrand

Vårdavdelningar utgörs ofta av en central korridor med anslutande vådrum. Denna typ av lokalutformning medför att bränder i vådrum snabbt kan få allvariga konsekvenser då de övriga vådrummens utrymningsväg (korridoren) rökfylls på ett tidigt stadium. Dörrar mellan korridor och vådrum antas i beräkningarna vara stängda med totala läckageytor kring dörrbladet enligt om cirka $0.07 \text{ m}^2 / 5/$.

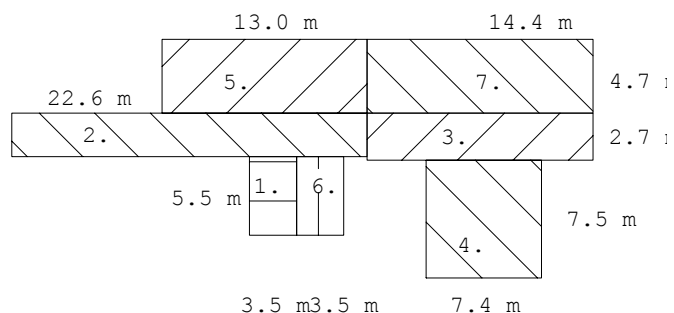
Branden har i det osprinklade fallet en maximal effektutveckling om cirka 2 MW, tillväxtfaktorn α varierar mellan $0.012\text{-}0.047 \text{ kW/s}^2$. I det sprinklade scenariot avstannar effektutvecklingen efter aktivering av sprinklersystemet enligt det tidigare presenterade uttrycket.

Rumsgeometrier i beräkningarna modelleras enligt figur nedan.

PLANRITNING



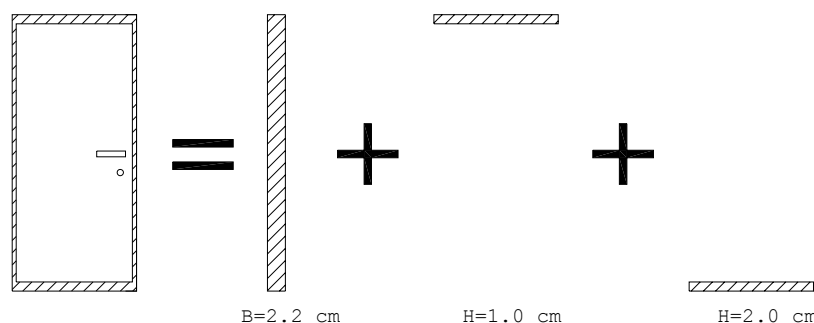
SIMULERINGSMODELL



Figur 9, Uppbyggnad rökfyllnadsmodell

Takhöjden i beräkningarna varierar mellan 2 och 4 meter (2.0, 2.4, 3.0, 3.5, 4.0), rumsgeometrier enligt figur ovan. Indata redovisas utförligt i bilagor.

Branden som antas börja zon 1 i sprider främst rök till korridoren via glipor kring den stängda dörren. Utformning av läckageytor vilka följer förslag i /5/ stämmer väl överens med de på plats uppmätta gliporna (illustreras nedan). Dörren anses vara representativ för de dörrar som påträffats vid platsbesök på respektive sjukhus.



Figur 10, Läckagemodell

6.7 RESULTAT AKTIVERINGSBERÄKNINGAR

För aktivering av sprinklersystemet har separata beräkningar utförts för varje rökfyllnadsberäkning. Beräknade aktiveringstider sammanställs nedan:

<i>Takhöjd - Medium</i>	<i>Takhöjd - Fast</i>
2.4 m – 143 s	2.4 – 88 s
3.0 m – 160 s	3.0 – 98 s
3.5 m – 175 s	3.5 – 106 s
4.0 m – 191 s	4.0 – 114 s

För sprinklersystemets aktiveringstid härleds inget separat regressionsuttryck. Hänsyn till aktiveringstiden tas istället i rökfyllnadsberäkningarna.

6.8 RESULTAT RÖKFYLLNADSBERÄKNINGAR

Kritiska förhållanden uppnås enligt simuleringarna i Hazard (16 st.), beroende på förutsättningar, efter 190-1300 sekunder. I vissa sprinklade scenarier uppnås aldrig kritiska förhållanden, för dessa scenarier har den tidpunkt för vilket brandgaslagret har maximal tjocklek valt som kritisk – tillvägagångssättet ger konservativa resultat.

6.9 RESULTAT REGRESSIONSANALYS RÖKFYLLNADSBERÄKNINGAR

Enligt beräkningarna sker rökfyllnad av lokalerna vid en osprinklad brand enligt uttrycket:

$$(3) T_K = 10^{(2.22 - 0.06 \log \alpha + 0.76 \log h)}$$

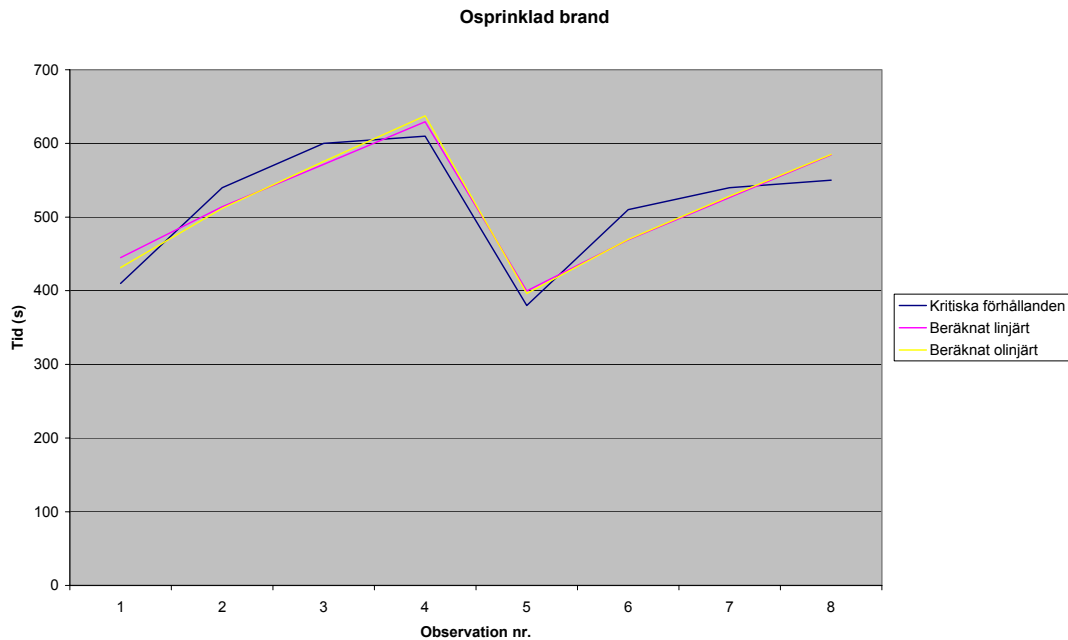
I sprinklade lokaler sker rökfyllnad enligt uttrycket:

$$(4) T_K = 10^{(3.5 - 0.03 \log^* \alpha - 1.22 \log h)}$$

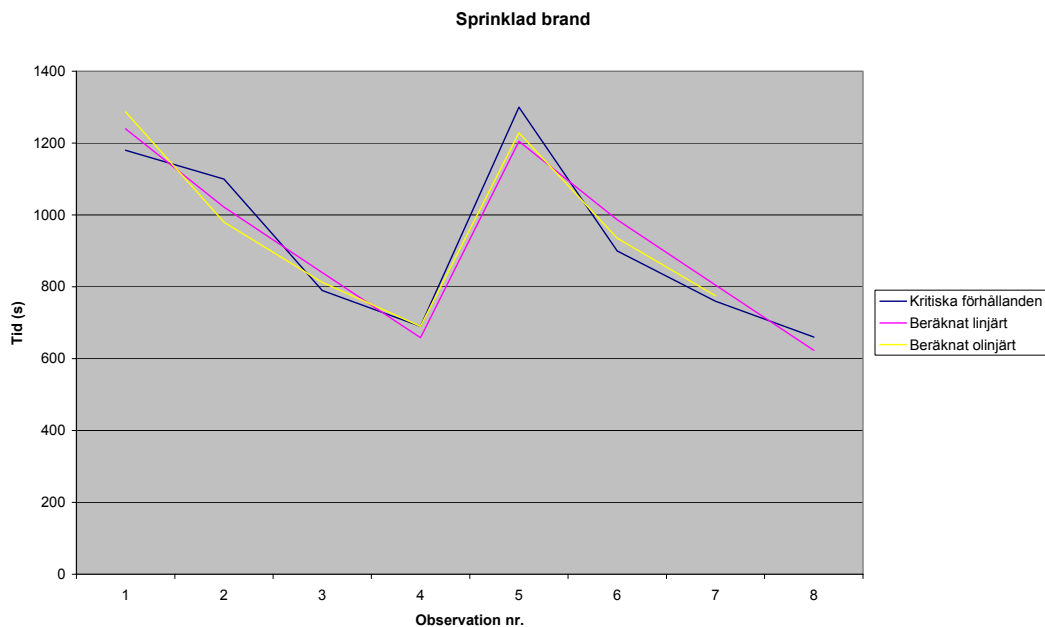
T_K - Tid till kritiska förhållanden (s); α - tillväxtfaktor (kW/s^2); h - takhöjd (m)

Korrelationen för uttrycken (r^2) uppgår till cirka 0.90 vilket kan anses vara ett tillfredställande värde – notera dock att dessa uttryck endast är giltiga för rökfyllnadstid av korridor anslutning till vårdrum. Detta är dock den vanligaste utformningen av sjukhus.

Även vad gäller rökfyllnadsberäkningarna har de linjära anpassningarnas resultat jämförts med icke linjära enligt illustration nedan.



Figur 11, Kritiska förhållanden vid osprinklad



Figur 12, Kritiska förhållanden vid sprinklad brand

Värdefull information är att stor takhöjd har en negativ inverkan på rökfyllnadstiden i sprinklade lokaler. Detta torde bero på att det varma brandgaslagret inte får samma

lyftkraft då effektutvecklingen hämmas av sprinklersystemet. Observera dock att brandgaserna som i det sprinklade fallet når kritisk höjd tidigare vid stor takhöjd rimligtvis är kallare och mer utspädda än i det osprinklade fallet.

Analysen är utförd med utgångspunkt från brandgaslagrets höjd i väg till utrymningsväg (korridoren) – i brandrummet kommer brandgaserna att omblandas vid sprinkleraktivering vilket kommer leda till betydligt sämre siktförhållanden. Med utgångspunkt från att sprinkler dock hämmar brandens effekt är det dock inte självklart att den försämrade skiktningen medför kritiska förhållanden för personer som vistas i rummet. Denna typ av studier utelämnas dock i den övriga rapporten samt dess beräkningar.

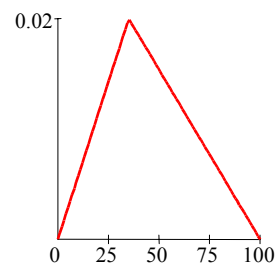
Det skall även beaktas att beräkningarna är utförda med en s.k. tvåzonsmodell. Tvåzonsmodeller är behäftade med allvarliga svagheter i form av att brandgaserna antas fördelas i två zoner vilket inte alltid är fallet med kalla brandgaser. Ett alternativt, och kanske bättre, tillvägagångssätt för studier av sikten i korridoren kan vara att studera ett s.k. well mixed case (Obscuraberäkning) och därigenom fastställa när sikten är kritisk, ett annat tänkbart tillvägagångssätt är s.k. fältmodellssimuleringar - detta lämnas dock till framtida studier.

6.10 INDATA MONTE CARLO-SIMULERINGAR

Monte Carlo-simuleringarna utfördes i datorprogrammet @risk, 100000 oberoende beräkningar utfördes i av programmet. För att möjliggöra sannolikhetsberäkningar av måste de kända indataparametrarna utgöras av fördelningar. Nedan följer en presentation av vilka fördelningar som antagits för indataparametrarna.

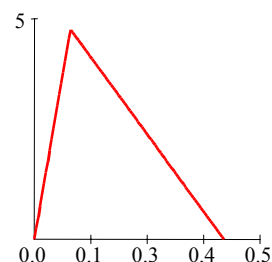
Individhastighet

Individernas maximala hastighet varierar triangulärt mellan 0 och 100 m/minut. Vanligaste hastigheten bedöms till 35 m/minut.



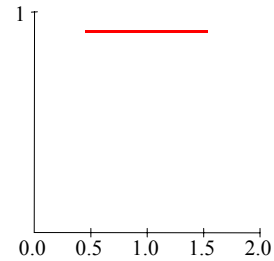
Andel vårdare

Andelen vårdare i förhållande patienter varierar triangulärt mellan 0.08-0.42 (motsvarande 1/12-5/12). Antalet baseras på aktuella uppgifter från platsbesök.



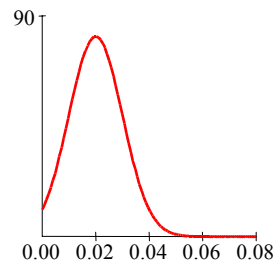
Aktiveringstillägg

Fördröjningen från ankomst hos patient till evakuering påbörjas antas följa en likformig fördelning mellan 0,5 och 1,5 minuter.



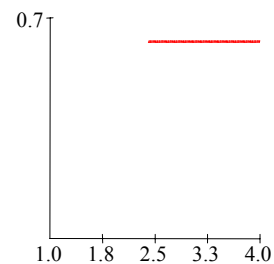
Tillväxtfaktor

Brandens tillväxtfaktor antas följa en trunkerad normalfördelning. Det vanligaste värdet är 0.02 kW/s².



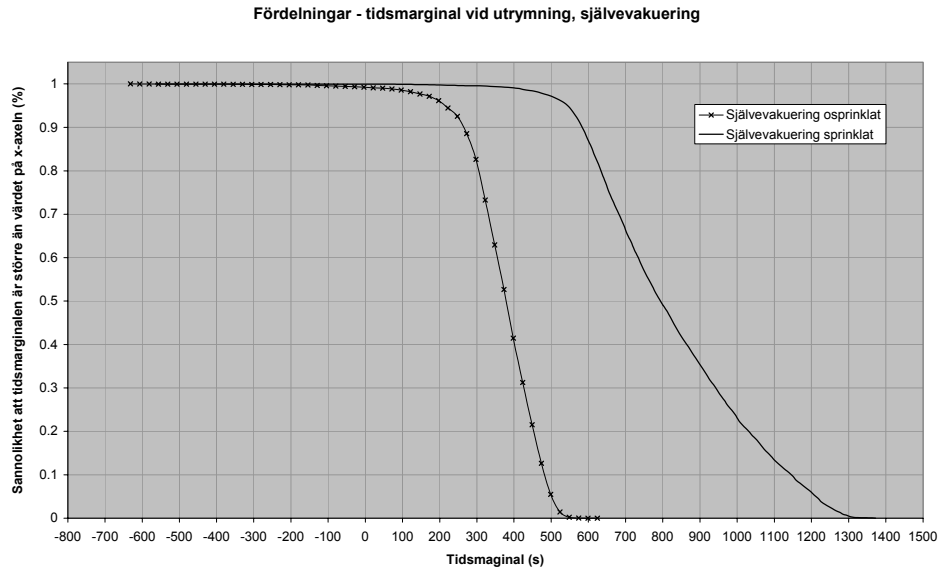
Takhöjd

Lokalernas takhöjd varierar likformigt mellan 2.4 och 4.0 meter.



6.11 RESULTAT MONTE CARLO-SIMULERINGAR

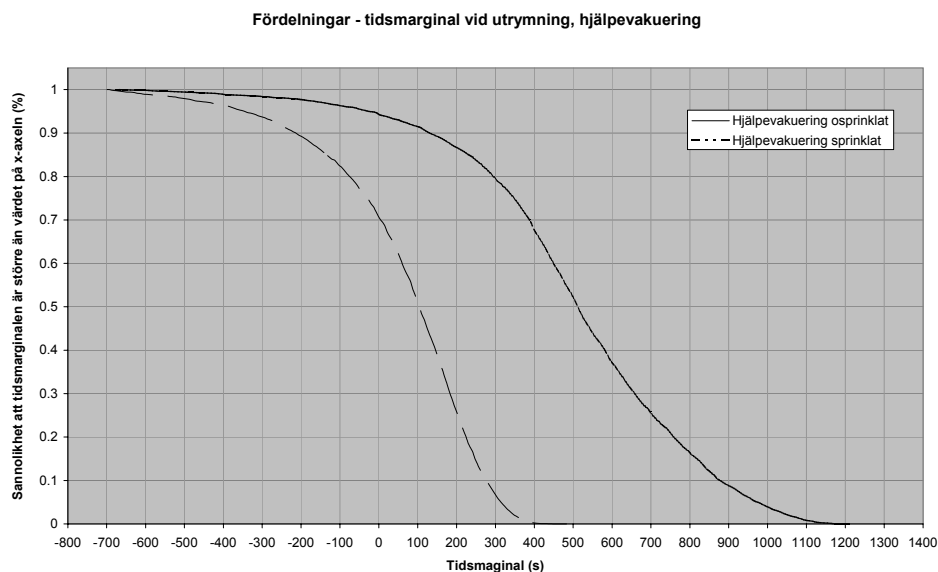
Monte Carlo-simuleringarna visar att en sprinklerinstallation påverkar förutsättningarna för att genomföra trygg evakuering positivt. Graferna nedan visar på Y-axeln sannolikheten för att tidsmarginalen skall vara större än värdet på x-axeln. Att marginalen överstiger 0 sekunder innebär att evakuering i beräkningarna sker tryggt för samtliga.



Ovan visas hur evakuering utan vårdare sker i sprinklade och osprinklade lokaler. Ur illustrationen kan utläsas att evakuering sker tryggt även utan inverkan av sprinkler.

Det bör dock tilläggas att sprinklade scenarier har minst fem minuters ytterligare marginal i förhållande till osprinklade scenarier.

I de sprinklade scenarierna är sannolikheten för fullständig evakuering innan kritiska förhållanden uppnås mycket nära 100% .



Fördelningen ovan visar att i osprinklade lokaler kan evakuering med vårdarunderstöd i 30 fall av 100 inte fullbordas innan kritiska förhållanden uppstår. I sprinklade lokaler är motsvarande siffror reducerade till cirka 5.

Slutsatsen är att sprinklerinstallationen bidrar till en väsentlig del av utrymningssäkerheten när evakuering sker med vårdarunderstöd.

7 SAMMANFATTANDE RESULTAT - SLUTSATSER

Inledningsvis kan som tidigare nämndes slutsatsen att sprinkler påverkar utrymningssäkerheten positivt dras. En ytterligare säkerhetsmarginal om minst 5 minuter kunde observeras i samtliga simuleringar – i många scenarier uppnåddes aldrig kritiska förhållanden överhuvudtaget.

För att återanknyta till den tidigare nämnda förenklade metoden där siffran 30 meter till utrymningsväg rekommenderas bör detta avstånd utan att utrymningssäkerheten äventyras generellt kunna fördubblas. Detta gäller dock lokaler där självevakueringsmodellen kan tillämpas.

Beräkningarna visar även att utrymning från lokaler utan sprinklersystem där sängbundna personer vistas i 30% av de simulerade scenarierna inte hinner utrymmas innan kritiska förhållanden uppstår - detta kan inte anses vara acceptabelt.

För vårdlokaler där sängbundna individer vistas stadigvarande bör, med utgångspunkt från rapportens resultat, ytterligare utredningar av konsekvenserna genomföras. Om dessa visar motsvarande resultat bör en framtida skärpning av lagstiftningen övervägas. Skärpningen då innebära krav på sprinklersystem i lokaler där sängbundna personer vistas (om inte annat i speciella fall kan *påvisas*). Med *påvisas* avses beräkningar motsvarande de i denna rapport.

Beräkningarna är utförda för vårdlokaler – för att kunna applicera slutsatsen på annan typ av verksamhet måste den aktuella lokalens utformning likna typlokalen i rapporten.

7.1 BEHOV AV VIDARE FORSKNING

Ett vidare steg i utredningsarbetet av sprinkler som personskydd kan utgöras av en händelseträdstudie för sprinklade kontra osprinklade scenarier. I denna studie skall även felfrekvenser för brandlarm, sprinkler och dörrar vägas in för att ge en sammanvägd konsekvensskillnad mellan scenarierna. Studien som beskrivits i denna rapport utreder främst hur konsekvensen av en brand förändras vid sprinkling, ingen hänsyn tas till felfrekvenser.

Vidare behov av forskning behövs även för avdelningar där dagrum o.d. står i direkt anslutning till korridoren. Resultaten av beräkningarna i rapporten kan inte appliceras på denna typ av lokaler då en dörr mellan brandrummet och korridoren utgjort en förutsättning.

En annan väsentlig fråga som kan vara av intresse för utredningen är hur andelen giftiga gaser förändras vid sprinkleraktivering och hur detta kan modelleras för att användas vid simuleringar av bränder.

8 REFERENSER

- /1/ Boverket, "Boverkets byggregler", Boverket, Karlskrona (1998)
- /2/ Svenska brandförsvarsföreningen, "Regler för automatisk vattensprinkleranläggning", SBF 120:4, Svenska brandförsvarsföreningen (2000)
- /3/ National Fire Protection Association, "NFPA 13", National Fire Protection Association, Quincy, MA (1995)
- /4/ D. Madrzykowski, "The reduction in Fire Hazards in corridors and areas adjoining corridors provided by sprinklers" NISTIR 4631, NIST, Gaithersburg, MD (1991)
- /5/ National Fire Protection Association, "The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2nd edition", National Fire Protection Association, Quincy (1995)
- /6/ H. Frantzich, "Utrymningsdimensionering", Institutionen för brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund (1993)
- /7/ Boverket, "Nybyggnadsregler, föreskrifter & allmänna råd", Boverket, Stockholm (1989)
- /8/ D.D. Evans, "Sprinkler fire suppression algorithm for Hazard", NISTIR 5254, NIST, Gaithersburg (1993)
- S. Deal, "Evaluating small board and care homes: Sprinklered vs. Nonsprinklered fire protection" NISTIR 5302, NIST, Gaithersburg (1993)
- D. Canter, "Studies of human behaviour in fire: empirical results and their implications for education and design.", Building Research Establishment, Watford (1985)
- G. Holmstedt, "Brand i vårdbäddar" SP-RAPP 1983:04, Statens provningsanstalt, Borås (1983)
- K. Notarianni, "Measurement of room conditions and response of sprinklers and smoke detectors during a simulated two-bed hospital patient room fire" NISTIR 5240, NIST, Gaithersburg (1993)
- K. Rohr, "US Experience with sprinklers: Who has them, how will they work", National Fire Protection Association, Quincy (1997)
- S. Särndqvist, "Real Fire Data", Institutionen för brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund (1998)

9 BILAGOR

9.1.1 INDATA EVAKUERINGSBERÄKNINGAR:

Nedan presenteras ett exempel på indata till evakueringsberäkningarna i Batchform:

HIA

GENERAL INFORMATION FOR THE RUN.

3 0 0 0

3 12 17 0 30 0

STAFF INFORMATION FOR THE RUN.

1 3 0

2 3 0

3 3 0

RESIDENT INFORMATION FOR THE RUN.

1 9 20 0 60 0

2 11 20 0 60 0

3 14 20 0 60 0

4 17 20 0 60 0

5 15 20 0 60 0

6 15 20 0 60 0

7 12 20 0 60 0

8 12 20 0 60 0

9 7 20 0 60 0

10 7 20 0 60 0

11 5 20 0 60 0

12 5 20 0 60 0

NODE INFORMATION FOR THE RUN.

1 SAFE 0 0 0 1 2

2 KORR 0 12.7 0 3 1 3 4

3 ROOM -3.2 12.7 0 1 2

4 KORR 0 18.7 0 3 2 5 6

5 ROOM 5.6 18.7 0 1 4

6 KORR 0 20.3 0 3 4 7 8

7 ROOM 5.6 20.3 0 1 6

8 KORR 0 25.5 0 3 6 9 10

9 ROOM -3.2 25.5 0 1 8

10 KORR 0 27.0 0 4 8 11 12 13

11 ROOM -3.2 27 0 1 10

12 ROOM 3.8 27.1 0 1 10

13 KORR 0 32.7 0 4 10 14 15 16

14 ROOM -3.2 32.7 0 1 13

15 ROOM 5.4 32.8 0 1 13

16 KORR 0 34.2 0 2 13 17

17 ROOM -3.2 34.2 0 1 16

9.1.2 RESULTAT EVAKUERINGSBERÄKNINGAR**Hjälpevakuering**

Antal vårdare	Andel vårdare	Fördröjning (min)	Patienthastighet (m/min)	Simulerad utrymningstid (min)	
3	0.25	0.25	100.00	3.40	
3	0.25	0.25	66.67	4.04	
5	0.42	0.25	35.00	4.20	
4	0.33	0.25	35.00	4.29	
3	0.25	0.25	50.00	4.65	
3	0.25	0.08	35.00	5.05	
3	0.25	0.25	35.00	5.71	
3	0.25	0.25	35.00	5.71	
3	0.25	0.42	35.00	6.38	
3	0.25	0.75	35.00	7.71	
2	0.17	0.25	35.00	8.56	
3	0.25	1.08	35.00	9.05	
3	0.25	0.25	16.67	9.61	
1	0.08	0.25	35.00	17.16	

Log (Antal vårdare)	Log (Andel vårdare)	Log (Fördröjning (min))	Log (Patienthastighet (m/min))	Log (Simulerad utrymningstid (min))	Log (Beräknad utrymningstid)
0.48	-0.60	-0.60	2.00	0.53	0.51
0.48	-0.60	-0.60	1.82	0.61	0.61
0.70	-0.38	-0.60	1.54	0.62	0.58
0.60	-0.48	-0.60	1.54	0.63	0.66
0.48	-0.60	-0.60	1.70	0.67	0.69
0.48	-0.60	-1.08	1.54	0.70	0.67
0.48	-0.60	-0.60	1.54	0.76	0.78
0.48	-0.60	-0.60	1.54	0.76	0.78
0.48	-0.60	-0.60	1.54	0.76	0.78
0.48	-0.60	-0.38	1.54	0.80	0.83
0.48	-0.60	-0.12	1.54	0.89	0.89
0.30	-0.78	-0.60	1.54	0.93	0.94
0.48	-0.60	0.03	1.54	0.96	0.92
0.48	-0.60	-0.60	1.22	0.98	0.97
0.00	-1.08	-0.60	1.54	1.23	1.22

Självevakuering

Antal vårdare	Andel vårdare	Fördröjning (min)	Patienthastighet (m/min)	Simulerad utrymningstid (min)	
3	0.25	0.25	100.00	0.79	
3	0.25	0.25	66.67	0.99	
5	0.42	0.25	35.00	1.52	
4	0.33	0.25	35.00	1.52	
3	0.25	0.25	50.00	1.19	
3	0.25	0.08	35.00	1.52	
3	0.25	0.25	35.00	1.52	
3	0.25	0.25	35.00	1.52	
3	0.25	0.42	35.00	1.69	
3	0.25	0.75	35.00	2.02	
2	0.17	0.25	35.00	1.52	
3	0.25	1.08	35.00	2.36	
3	0.25	0.25	16.67	2.69	
1	0.08	0.25	35.00	1.52	

Log (Antal vårdare)	Log (Andel vårdare)	Log (Fördröjning (min))	Log (Patienthastighet (m/min))	Log (Simulerad utrymningstid (min))	Log (Beräknad utrymningstid)
0.48	-0.60	-0.60	2.00	-0.10	-0.12
0.48	-0.60	-0.60	1.82	0.00	0.01
0.70	-0.38	-0.60	1.54	0.18	0.21
0.60	-0.48	-0.60	1.54	0.18	0.20
0.48	-0.60	-0.60	1.70	0.08	0.09
0.48	-0.60	-1.08	1.54	0.18	0.11
0.48	-0.60	-0.60	1.54	0.18	0.20
0.48	-0.60	-0.60	1.54	0.18	0.20
0.48	-0.60	-0.38	1.54	0.23	0.24
0.48	-0.60	-0.12	1.54	0.31	0.29
0.30	-0.78	-0.60	1.54	0.18	0.20
0.48	-0.60	0.03	1.54	0.37	0.32
0.48	-0.60	-0.60	1.22	0.43	0.43
0.00	-1.08	-0.60	1.54	0.18	0.19

9.1.3 UTDATA FRÅN REGRESSIONSANALYS EVAKUERINGSBERÄKNINGAR

Hjälpevakuering

UTDATASAMMANFATTNING

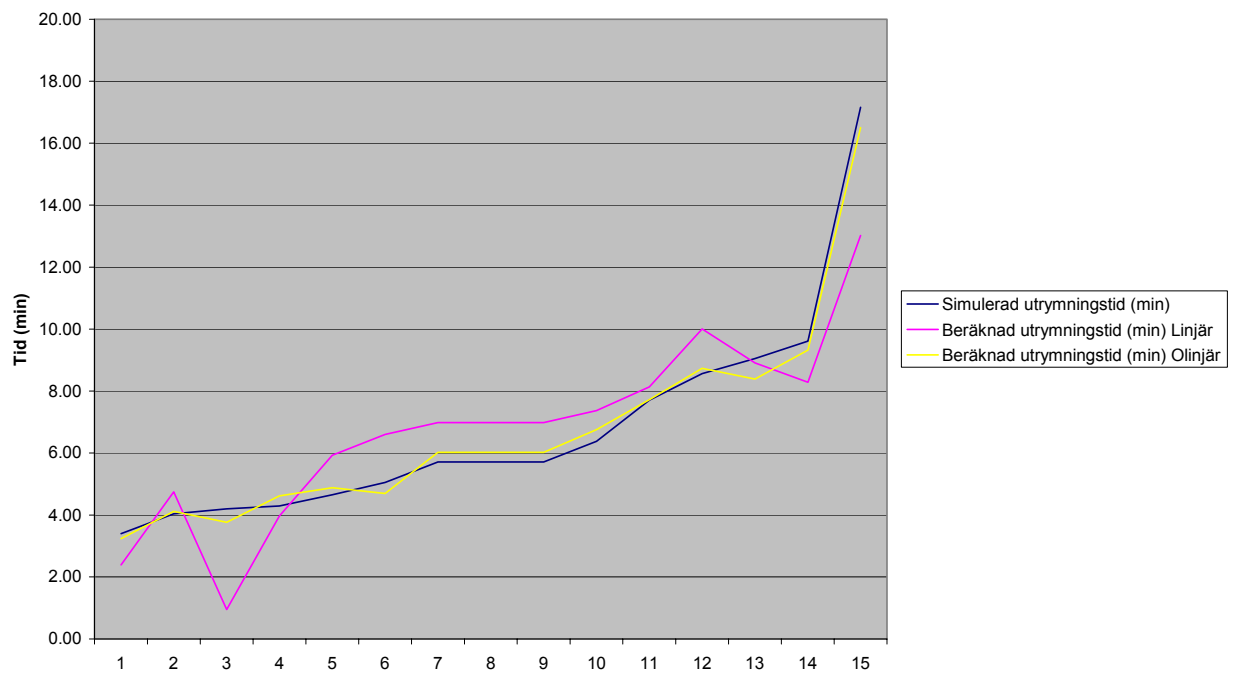
<u>Regressionsstatistik</u>	
Multipel-R	0.990356
R-kvadrat	0.980806
Justerad R	0.975571
Standardfe	0.028683
Observatio	15

ANOVA

	<i>fg</i>	<i>KvS</i>	<i>MKv</i>	<i>F</i>	<i>p-värde för F</i>
Regressior	3	0.462428	0.154143	187.3645	1.01E-09
Residual	11	0.00905	0.000823		
Totalt	14	0.471477			

	<i>Koefficiente</i>	<i>Standardfel</i>	<i>t-kvot</i>	<i>p-värde</i>	<i>Nedre 95%</i>	<i>Övre 95%</i>	<i>Nedre 95,0%</i>	<i>Övre 95,0%</i>
Konstant	1.274234	0.081232	15.68645	7.11E-09	1.095444	1.453023	1.095444	1.453023
Log (Andel	-0.91839	0.050985	-18.01278	1.64E-09	-1.030609	-0.806172	-1.030609	-0.806172
Log (Fördri	0.226507	0.030981	7.311119	1.52E-05	0.158318	0.294696	0.158318	0.294696
Log (Patier	-0.590206	0.045884	-12.86291	5.68E-08	-0.691197	-0.489215	-0.691197	-0.489215

Jämförelse av simulerad och beräknad utrymningstid, hjälpevakuering



Självevakuering

UTDATASAMMANFATTNING

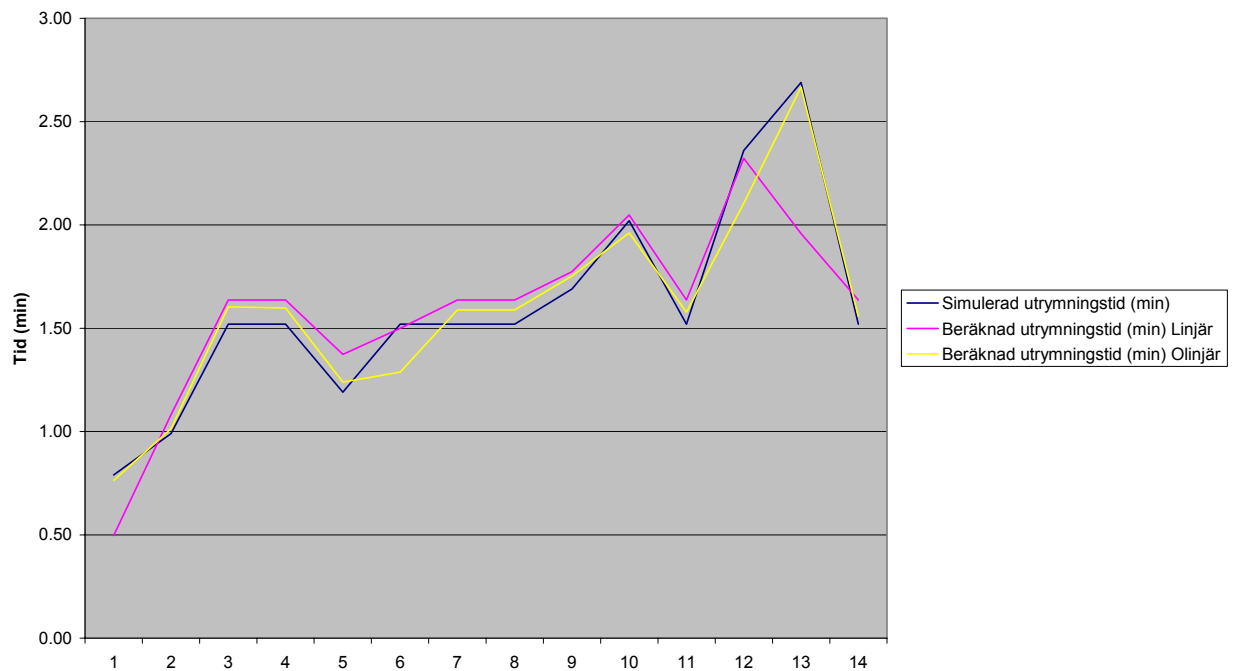
<i>Regressionsstatistik</i>	
Multipel-R	0.977318
R-kvadrat	0.95515
Justerad R	0.941695
Standardfe	0.032946
Observatio	14

ANOVA

	<i>fg</i>	<i>KvS</i>	<i>MKv</i>	<i>F</i>	<i>p-värde för F</i>
Regressior	3	0.231165	0.077055	70.98867	4.82E-07
Residual	10	0.010855	0.001085		
Totalt	13	0.242019			

	<i>Koefficiente</i>	<i>Standardfel</i>	<i>t-kvot</i>	<i>p-värde</i>	<i>Nedre 95%</i>	<i>Övre 95%</i>	<i>Nedre 95,0%</i>	<i>Övre 95,0%</i>
Konstant	1.40522	0.093663	15.00299	3.49E-08	1.196526	1.613913	1.196526	1.613913
Log (Andel	0.018253	0.058617	0.311402	0.76189	-0.112353	0.14886	-0.112353	0.14886
Log (Fördri	0.191499	0.035672	5.368349	0.000315	0.112017	0.270981	0.112017	0.270981
Log (Patier	-0.698041	0.052827	-13.2137	1.17E-07	-0.815747	-0.580335	-0.815747	-0.580335

Jämförelse av simulerad och beräknad utrymningstid, självevakuering



9.1.4 INDATA RÖKFYLLNADSBERÄKNINGAR

Nedan presenteras ett exempel på indata till rökfyllnadsberäkningarna i Batchform:

VERSN 2HIA

TIMES 1500 0 10 10 0

TAMB 300. 101300. 0.

EAMB 288. 101300. 0.

HI/F 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

WIDTH 3.00 2.70 2.70 7.50 4.70 3.00 4.70

DEPTH 5.50 22.60 14.40 7.40 13.00 5.50 14.40

HEIGH 2.40 2.40 2.40 2.40 2.40 2.40 2.40

HVENT 1 2 1 0.900 2.000 1.990

HVENT 1 2 2 0.022 2.000 0.000

HVENT 1 2 3 0.900 0.020 0.000

HVENT 1 8 1 1.200 2.100 0.900 0.000

HVENT 2 3 1 2.700 2.400 0.000

HVENT 2 5 1 1.800 2.000 0.000

HVENT 2 6 1 0.900 2.000 0.000

HVENT 3 4 1 0.900 2.000 0.000

HVENT 3 7 1 2.700 2.000 0.000

CVENT 1 2 1 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

CVENT 1 2 2 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

CVENT	1	2	3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00																						
CVENT	1	8	1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00																						
CVENT	2	3	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00																						
CVENT	2	5	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00																						
CVENT	2	6	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00																						
CVENT	3	4	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00																						
CVENT	3	7	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00																						
CEILI	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE
WALLS	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE
FLOOR	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE
CHEMI	16.	0.	10.0	18100000.	300.	388.	0.150															
LFBO	1																					
LFBT	2																					
FPOS	2.15	1.65	0.00																			
FTIME	20.	40.	60.	80.	100.	120.	140.	160.	180.	200.	220.	240.	260.	280.	300.	600.	900.	1500.				
FMASS	0.0000	0.0053	0.0094	0.0587	0.1863	0.1010	0.0339	0.0387	0.0363	0.0330	0.0257	0.0146	0.0077	0.0038	0.0019	0.0008						
	0.0002	0.0001	0.0000																			
FHIGH	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.24	0.23	0.22	0.19	0.13	0.06	0.03	0.00			

FAREA 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.49 0.48 0.47 0.44 0.38 0.25 0.13 0.06 0.00
FQDOT 0.00 1.90E+04 7.50E+04 1.69E+05 3.01E+05 4.54E+05 6.12E+05 7.79E+05 9.51E+05 1.12E+06 1.30E+06 1.21E+06
1.14E+06 1.06E+06 9.93E+05 9.28E+05 3.39E+05 1.24E+05 1.60E+04
CJET OFF
HCR 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333 0.333
CO 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.019 0.019 0.018 0.015 0.010 0.005 0.002 0.000
OD 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.020 0.019 0.019 0.018 0.015 0.010 0.005 0.002 0.000
STPMAX 5.00
DUMPR 24S.DMP
I

9.1.5 RESULTAT RÖKFYLLNADSBERÄKNINGAR**Sprinklat Medium**

Tid	2,4 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m
0	2.4	3	3.5	4
10	2.4	3	3.5	4
20	2.4	3	3.5	4
30	2.4	3	3.5	4
40	2.4	3	3.5	4
50	2.4	3	3.5	4
60	2.39	2.995	3.5	4
70	2.38	2.975	3.48	4
80	2.37	2.95	3.445	3.95
90	2.36	2.92	3.4	3.895
100	2.345	2.89	3.35	3.82
110	2.33	2.86	3.3	3.745
120	2.31	2.82	3.24	3.665
130	2.295	2.78	3.18	3.575
140	2.275	2.735	3.115	3.49
150	2.255	2.695	3.05	3.4
160	2.235	2.65	2.985	3.31
170	2.21	2.605	2.915	3.215
180	2.185	2.555	2.845	3.125
190	2.16	2.505	2.78	3.04
200	2.135	2.46	2.71	2.945
210	2.11	2.415	2.645	2.86
220	2.08	2.365	2.575	2.775
230	2.055	2.32	2.51	2.69
240	2.025	2.27	2.445	2.605
250	2	2.225	2.375	2.52
260	1.97	2.18	2.31	2.435
270	1.945	2.13	2.245	2.355
280	1.915	2.08	2.18	2.275
290	1.89	2.035	2.115	2.19
300	1.87	1.985	2.05	2.105
310	1.845	1.94	1.99	2.03
320	1.83	1.905	1.935	1.96
330	1.815	1.865	1.885	1.9
340	1.8	1.83	1.835	1.84
350	1.79	1.8	1.795	1.785
360	1.775	1.77	1.755	1.74
370	1.765	1.75	1.72	1.695
380	1.755	1.725	1.695	1.655
390	1.75	1.71	1.665	1.625
400	1.74	1.69	1.645	1.6
410	1.73	1.68	1.625	1.575
420	1.73	1.665	1.61	1.555
430	1.72	1.66	1.6	1.54
440	1.72	1.65	1.59	1.53
450	1.72	1.65	1.58	1.52
460	1.72	1.645	1.58	1.515
470	1.72	1.645	1.575	1.51
480	1.72	1.645	1.575	1.505
490	1.72	1.645	1.575	1.505
500	1.72	1.645	1.575	1.505
510	1.72	1.645	1.575	1.505
520	1.72	1.645	1.575	1.505
530	1.725	1.645	1.575	1.51
540	1.725	1.65	1.575	1.51
550	1.725	1.65	1.575	1.51
560	1.72	1.655	1.575	1.51
570	1.72	1.655	1.585	1.515
580	1.72	1.66	1.585	1.515
590	1.72	1.66	1.585	1.515
600	1.72	1.66	1.585	1.515
610	1.715	1.655	1.585	1.52
620	1.715	1.66	1.585	1.52
630	1.715	1.66	1.585	1.515
640	1.71	1.66	1.58	1.515
650	1.71	1.655	1.58	1.51
660	1.705	1.655	1.575	1.51
670	1.705	1.65	1.57	1.505
680	1.705	1.65	1.57	1.5
690	1.7	1.645	1.565	1.495
700	1.7	1.635	1.555	1.485
710	1.695	1.635	1.55	1.48
720	1.695	1.63	1.545	1.475

Sprinklat Fast

Tid	2,4 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m
0	2.4	3	3.5	4
10	2.4	3	3.5	4
20	2.4	3	3.5	4
30	2.4	3	3.5	4
40	2.39	3	3.5	4
50	2.355	2.96	3.485	4
60	2.295	2.875	3.375	3.91
70	2.275	2.855	3.365	3.9
80	2.245	2.8	3.28	3.785
90	2.22	2.745	3.195	3.67
100	2.19	2.69	3.11	3.55
110	2.16	2.63	3.02	3.425
120	2.13	2.565	2.925	3.29
130	2.095	2.505	2.83	3.165
140	2.055	2.44	2.745	3.04
150	2.015	2.37	2.65	2.92
160	1.97	2.305	2.555	2.795
170	1.93	2.23	2.46	2.675
180	1.89	2.165	2.365	2.56
190	1.855	2.095	2.275	2.45
200	1.825	2.025	2.185	2.34
210	1.8	1.96	2.1	2.225
220	1.775	1.9	2.02	2.125
230	1.76	1.85	1.95	2.035
240	1.75	1.815	1.885	1.955
250	1.74	1.78	1.83	1.885
260	1.735	1.75	1.785	1.82
270	1.73	1.73	1.745	1.77
280	1.725	1.715	1.715	1.725
290	1.725	1.695	1.69	1.685
300	1.725	1.685	1.67	1.655
310	1.715	1.675	1.65	1.625
320	1.715	1.67	1.64	1.605
330	1.715	1.665	1.63	1.59
340	1.715	1.66	1.62	1.575
350	1.715	1.66	1.61	1.565
360	1.715	1.66	1.605	1.555
370	1.71	1.655	1.605	1.555
380	1.705	1.655	1.6	1.545
390	1.705	1.655	1.6	1.545
400	1.705	1.655	1.6	1.545
410	1.705	1.655	1.6	1.545
420	1.7	1.655	1.6	1.545
430	1.705	1.655	1.6	1.54
440	1.705	1.66	1.6	1.54
450	1.7	1.66	1.605	1.54
460	1.7	1.66	1.605	1.545
470	1.7	1.66	1.605	1.545
480	1.695	1.665	1.61	1.545
490	1.695	1.665	1.61	1.55
500	1.69	1.665	1.61	1.555
510	1.69	1.66	1.61	1.555
520	1.69	1.665	1.615	1.55
530	1.685	1.665	1.61	1.555
540	1.685	1.66	1.61	1.555
550	1.68	1.66	1.61	1.55
560	1.68	1.655	1.605	1.55
570	1.675	1.655	1.605	1.545
580	1.675	1.65	1.6	1.545
590	1.675	1.65	1.595	1.54
600	1.67	1.645	1.595	1.535
610	1.67	1.645	1.59	1.535
620	1.665	1.64	1.585	1.525
630	1.665	1.64	1.585	1.52
640	1.66	1.635	1.575	1.515
650	1.66	1.63	1.57	1.505
660	1.655	1.63	1.565	1.5
670	1.655	1.625	1.56	1.49
680	1.65	1.615	1.55	1.48
690	1.645	1.61	1.545	1.475
700	1.64	1.605	1.54	1.46
710	1.64	1.605	1.53	1.455
720	1.635	1.6	1.52	1.445

730	1.69	1.625	1.54	1.465	730	1.635	1.595	1.515	1.435
740	1.69	1.625	1.53	1.46	740	1.63	1.59	1.51	1.425
750	1.69	1.62	1.525	1.45	750	1.63	1.59	1.505	1.42
760	1.685	1.615	1.52	1.44	760	1.63	1.585	1.495	1.41
770	1.685	1.615	1.515	1.435	770	1.625	1.575	1.49	1.4
780	1.68	1.61	1.505	1.425	780	1.625	1.57	1.485	1.39
790	1.68	1.6	1.5	1.42	790	1.62	1.57	1.475	1.38
800	1.675	1.6	1.495	1.41	800	1.62	1.565	1.47	1.37
810	1.675	1.595	1.485	1.4	810	1.615	1.56	1.465	1.3625
820	1.675	1.59	1.48	1.39	820	1.615	1.56	1.455	1.351
830	1.67	1.59	1.475	1.385	830	1.615	1.555	1.45	1.3445
840	1.67	1.585	1.47	1.375	840	1.61	1.55	1.44	1.333
850	1.67	1.58	1.46	1.365	850	1.61	1.545	1.43	1.3265
860	1.665	1.58	1.46	1.355	860	1.605	1.54	1.425	1.3155
870	1.665	1.575	1.455	1.3505	870	1.605	1.535	1.42	1.3095
880	1.665	1.57	1.45	1.345	880	1.605	1.535	1.41	1.298
890	1.66	1.57	1.44	1.3345	890	1.6	1.53	1.405	1.287
900	1.66	1.565	1.435	1.3295	900	1.6	1.525	1.4	1.281
910	1.66	1.57			910	1.6			
920	1.665	1.565			920	1.595			
930	1.665	1.565			930	1.595			
940	1.66	1.56			940	1.595			
950	1.66	1.56			950	1.59			
960	1.66	1.555			960	1.585			
970	1.66	1.55			970	1.585			
980	1.655	1.55			980	1.58			
990	1.655	1.54			990	1.58			
1000	1.655	1.535			1000	1.575			
1010	1.65	1.535			1010	1.575			
1020	1.65	1.53			1020	1.57			
1030	1.65	1.525			1030	1.57			
1040	1.645	1.52			1040	1.57			
1050	1.645	1.52			1050	1.565			
1060	1.645	1.51			1060	1.565			
1070	1.645	1.505			1070	1.555			
1080	1.64	1.505			1080	1.555			
1090	1.64	1.5			1090	1.555			
1100	1.64	1.495			1100	1.55			
1110	1.64	1.49			1110	1.55			
1120	1.635	1.485			1120	1.55			
1130	1.635	1.48			1130	1.545			
1140	1.635	1.475			1140	1.545			
1150	1.635	1.475			1150	1.54			
1160	1.635	1.47			1160	1.54			
1170	1.635	1.46			1170	1.54			
1180	1.63	1.46			1180	1.535			
1190	1.635	1.455			1190	1.535			
1200	1.635	1.455			1200	1.535			
1210	1.635	1.445			1210	1.53			
1220	1.635	1.44			1220	1.53			
1230	1.635	1.44			1230	1.53			
1240	1.635	1.435			1240	1.53			
1250	1.635	1.435			1250	1.535			
1260	1.64	1.43			1260	1.53			
1270	1.64	1.425			1270	1.53			
1280	1.64	1.42			1280	1.53			
1290	1.645	1.42			1290	1.53			
1300	1.645	1.415			1300	1.53			
1310	1.645	1.415			1310	1.535			
1320	1.65	1.415			1320	1.535			
1330	1.655	1.415			1330	1.535			
1340	1.655	1.41			1340	1.535			
1350	1.655	1.41			1350	1.535			
1360	1.66	1.405			1360	1.535			
1370	1.665	1.405			1370	1.54			
1380	1.665	1.405			1380	1.54			
1390	1.665	1.405			1390	1.545			
1400	1.675	1.405			1400	1.545			
1410	1.675	1.405			1410	1.545			
1420	1.68	1.405			1420	1.545			
1430	1.68	1.405			1430	1.545			
1440	1.685	1.405			1440	1.55			
1450	1.695	1.405			1450	1.555			
1460	1.695	1.405			1460	1.555			

Osprinklat Medium

Tid	2,4 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m
0	2.4	3	3.5	4
10	2.4	3	3.5	4
20	2.4	3	3.5	4
30	2.4	3	3.5	4
40	2.4	3	3.5	4
50	2.39	3	3.5	4
60	2.37	2.975	3.495	4
70	2.34	2.93	3.44	4
80	2.3	2.865	3.36	3.95
90	2.245	2.79	3.25	3.895
100	2.18	2.685	3.13	3.82
110	2.16	2.665	3.1	3.745
120	2.13	2.615	3.03	3.665
130	2.11	2.57	2.96	3.575
140	2.09	2.53	2.905	3.49
150	2.07	2.49	2.84	3.4
160	2.05	2.45	2.785	3.31
170	2.025	2.415	2.725	3.215
180	2	2.37	2.665	3.125
190	1.98	2.33	2.605	3.04
200	1.955	2.285	2.545	2.945
210	1.935	2.24	2.48	2.86
220	1.91	2.195	2.415	2.77
230	1.885	2.145	2.355	2.68
240	1.87	2.1	2.285	2.59
250	1.845	2.045	2.215	2.5
260	1.825	1.995	2.145	2.41
270	1.805	1.945	2.075	2.315
280	1.785	1.895	2.005	2.22
290	1.765	1.85	1.935	2.125
300	1.75	1.805	1.875	2.035
310	1.735	1.765	1.82	1.945
320	1.72	1.73	1.76	1.865
330	1.71	1.7	1.715	1.79
340	1.7	1.675	1.675	1.725
350	1.69	1.655	1.64	1.67
360	1.685	1.635	1.61	1.62
370	1.675	1.625	1.59	1.58
380	1.67	1.61	1.565	1.55
390	1.665	1.6	1.555	1.525
400	1.66	1.59	1.535	1.51
410	1.655	1.59	1.53	1.495
420	1.65	1.58	1.52	1.49
430	1.645	1.58	1.515	1.485
440	1.64	1.575	1.51	1.485
450	1.64	1.575	1.51	1.48
460	1.635	1.575	1.51	1.485
470	1.625	1.575	1.505	1.485
480	1.625	1.57	1.505	1.485
490	1.615	1.57	1.505	1.48
500	1.61	1.57	1.505	1.485
510	1.6	1.57	1.505	1.48
520	1.59	1.56	1.51	1.48
530	1.585	1.56	1.505	1.48
540	1.575	1.555	1.5	1.475
550	1.56	1.545	1.495	1.47
560	1.555	1.535	1.49	1.46
570	1.545	1.53	1.485	1.45
580	1.535	1.515	1.475	1.44
590	1.52	1.51	1.46	1.425
600	1.51	1.495	1.455	1.41
610	1.495	1.485	1.44	1.395
620	1.485	1.475	1.425	1.38
630	1.47	1.465	1.41	1.365
640	1.46	1.45	1.4	1.345
650	1.445	1.435	1.385	1.325
660	1.435	1.425	1.36	1.303
670	1.42	1.41	1.345	1.285
680	1.41	1.395	1.33	1.2615
690	1.395	1.375	1.31	1.2375
700	1.38	1.36	1.285	1.2125
710	1.365	1.345	1.268	1.1875
720	1.355	1.325	1.2445	1.1615

Osprinklat Fast

Tid	2.4 m	3.0 m	3.5 m	4.0 m
0	2.40	3.00	3.50	4.00
10	2.40	3.00	3.50	4.00
20	2.40	3.00	3.50	4.00
30	2.40	3.00	3.50	4.00
40	2.39	3.00	3.50	4.00
50	2.36	2.96	3.49	4.00
60	2.30	2.88	3.38	3.91
70	2.28	2.86	3.37	3.90
80	2.25	2.80	3.28	3.79
90	2.22	2.75	3.20	3.67
100	2.19	2.69	3.11	3.55
110	2.16	2.63	3.02	3.43
120	2.13	2.57	2.93	3.29
130	2.09	2.50	2.83	3.17
140	2.05	2.43	2.74	3.04
150	2.01	2.36	2.64	2.92
160	1.96	2.29	2.54	2.79
170	1.91	2.21	2.44	2.66
180	1.87	2.14	2.35	2.54
190	1.83	2.06	2.24	2.42
200	1.80	1.98	2.15	2.31
210	1.77	1.92	2.06	2.20
220	1.75	1.86	1.98	2.09
230	1.74	1.81	1.90	1.99
240	1.72	1.77	1.84	1.91
250	1.72	1.74	1.78	1.84
260	1.71	1.71	1.74	1.77
270	1.70	1.69	1.70	1.72
280	1.70	1.67	1.67	1.67
290	1.69	1.66	1.64	1.64
300	1.69	1.65	1.62	1.60
310	1.68	1.64	1.61	1.57
320	1.68	1.63	1.59	1.56
330	1.68	1.63	1.58	1.54
340	1.67	1.62	1.57	1.53
350	1.67	1.62	1.57	1.52
360	1.66	1.62	1.56	1.51
370	1.66	1.61	1.56	1.51
380	1.65	1.61	1.56	1.50
390	1.65	1.61	1.55	1.50
400	1.64	1.61	1.55	1.50
410	1.64	1.60	1.55	1.49
420	1.63	1.60	1.55	1.49
430	1.62	1.60	1.54	1.49
440	1.61	1.59	1.54	1.49
450	1.60	1.58	1.54	1.48
460	1.60	1.58	1.53	1.48
470	1.58	1.57	1.53	1.48
480	1.57	1.56	1.53	1.48
490	1.56	1.55	1.52	1.47
500	1.55	1.55	1.51	1.46
510	1.54	1.53	1.50	1.45
520	1.53	1.52	1.48	1.44
530	1.52	1.51	1.47	1.43
540	1.51	1.50	1.46	1.42
550	1.50	1.49	1.45	1.40
560	1.48	1.48	1.44	1.39
570	1.47	1.46	1.42	1.37
580	1.46	1.45	1.41	1.36
590	1.44	1.44	1.39	1.34
600	1.43	1.42	1.38	1.32
610	1.42	1.41	1.36	1.31
620	1.41	1.40	1.34	1.29
630	1.39	1.38	1.33	1.27
640	1.38	1.37	1.31	1.25
650	1.36	1.35	1.30	1.23
660	1.35	1.34	1.28	1.21
670	1.33	1.32	1.26	1.19
680	1.32	1.30	1.24	1.17
690	1.30	1.29	1.22	1.15
700	1.29	1.27	1.20	1.13
710	1.27	1.25	1.18	1.11
720	1.25	1.23	1.16	1.09

9.1.6 RESULTAT REGRESSIONSANALYS RÖKFYLLNADSBERÄKNINGAR

Sprinklat

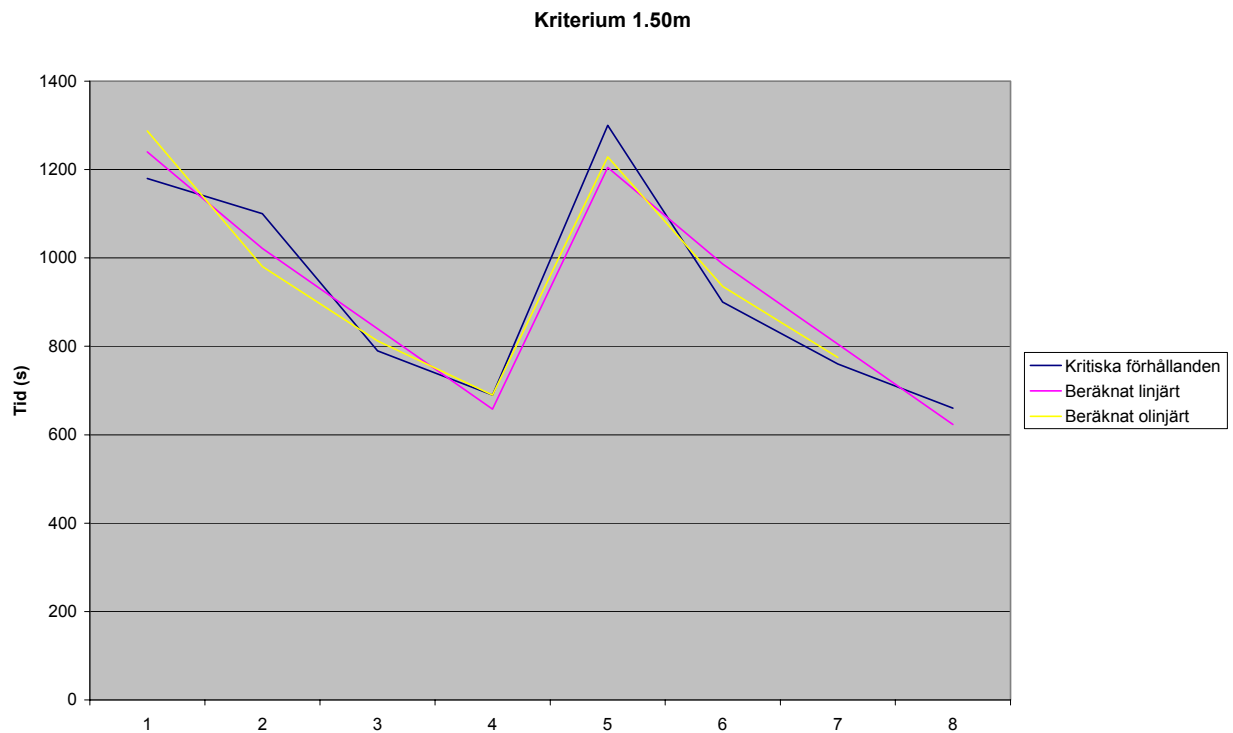
UTDATASAMMANFATTNING

<u>Regressionsstatistik</u>	
Multipel-R	0.970617
R-kvadrat	0.942098
Justerad R	0.918937
Standardfe	0.031735
Observatio	8

ANOVA

	<i>fg</i>	<i>KvS</i>	<i>MKv</i>	<i>F</i>	<i>p-värde för F</i>
Regressior	2	0.081929	0.040964	40.67607	0.000807
Residual	5	0.005035	0.001007		
Totalt	7	0.086964			

	<i>Koefficiente</i>	<i>Standardfel</i>	<i>t-kvot</i>	<i>p-värde</i>	<i>Nedre 95%</i>	<i>Övre 95%</i>	<i>Nedre 95,0%</i>	<i>Övre 95,0%</i>
Konstant	3.50792	0.092437	37.94919	2.39E-07	3.270303	3.745537	3.270303	3.745537
Log (Alfa)	-0.034241	0.037846	-0.904725	0.40709	-0.131528	0.063047	-0.131528	0.063047
Log (Takhç	-1.220393	0.135991	-8.974053	0.000287	-1.569969	-0.870817	-1.569969	-0.870817



Osprinklat

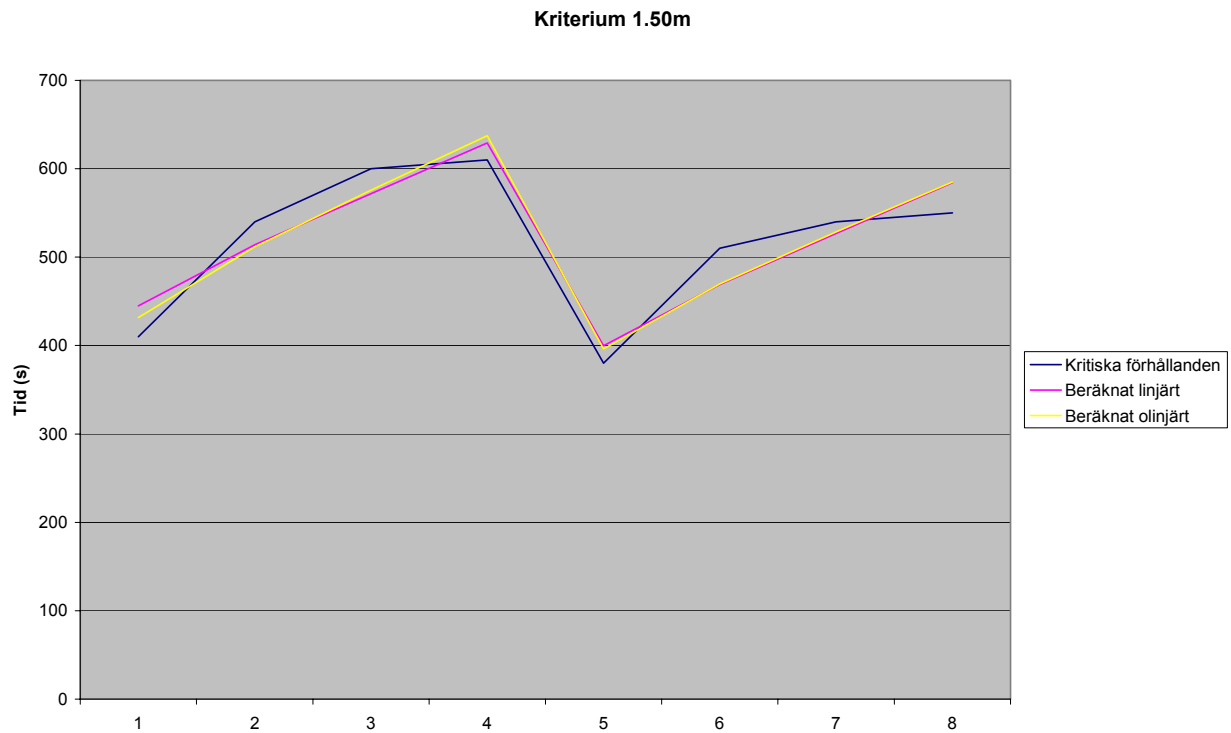
UTDATASAMMANFATTNING

<i>Regressionsstatistik</i>	
Multipel-R	0.94486
R-kvadrat	0.89276
Justerad R	0.849865
Standardfe	0.028789
Observatio	8

ANOVA

	<i>fg</i>	<i>KvS</i>	<i>MKv</i>	<i>F</i>	<i>p-värde för F</i>
Regressior	2	0.034498	0.017249	20.81229	0.003766
Residual	5	0.004144	0.000829		
Totalt	7	0.038641			

	<i>Koefficiente</i>	<i>Standardfel</i>	<i>t-kvot</i>	<i>p-värde</i>	<i>Nedre 95%</i>	<i>Övre 95%</i>	<i>Nedre 95,0%</i>	<i>Övre 95,0%</i>
Konstant	2.224474	0.083856	26.52743	1.42E-06	2.008917	2.440032	2.008917	2.440032
Log (Alfa)	-0.062635	0.034333	-1.824332	0.127695	-0.15089	0.025621	-0.15089	0.025621
Log (Takt)	0.76344	0.123366	6.188408	0.001607	0.446318	1.080563	0.446318	1.080563



9.1.7 RESULTAT MONTE CARLO-SIMULERINGAR

Fördelningar - tidsmarginal vid utrymning, sammanfattning

