

Lunds Tekniska Högskola

Brandteknisk Riskvärdering av Isbrytaren Sankt Erik

Rapport 9473



Christian Dahl
Viktor Danielson
Simon Helander
Erik Holgersson

Brandteknisk riskvärdering av isbrytaren Sankt Erik

Christian Dahl

Viktor Danielson

Simon Helander

Erik Holgersson

Lund 2015

Följande rapport är framtagen i undervisningen. Det huvudsakliga syftet har varit träning i problemlösning och metodik. Analysens 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.

Titel

Brandteknisk Riskvärdering av Isbrytaren Sankt Erik

Title

Fire Safety Evaluation of the Icebreaker Sankt Erik

Författare/Authors

Christian Dahl
Viktor Danielson
Simon Helander
Erik Holgersson

Rapport/Report

9473

Antal sidor/Number of pages: 133

Språk/Language: Svenska/Swedish

Bilder och illustrationer/Pictures and illustrations

Bilderna och illustrationerna i rapporten är författarnas egna.
The images and illustrations in the report belong to the authors.

Abstract

The purpose of this report is to evaluate the safety of life during evacuation from the icebreaker *Sankt Erik* in Stockholm in the event of fire onboard. *Sankt Erik* was decommissioned in 1977 and operates since 1980 as a museum under the *Swedish Maritime Museum* in Stockholm, moored at *Galärvarvet*. Being a museum no major alterations to the structure are allowed. Furthermore, the majority of the materials used is a combination of sheet-metal and wood, leaving *Sankt Erik* without any compartment boundaries. During the evaluation no concern has been taken to economic loss or environmental damage. The goal of the report has been to assure the safety of the visitors in case of fire and to provide safe exit. The report is based on a deterministic analysis during which three scenarios have been selected as worst credible scenarios. Analytical calculations and computer simulations has been used to determine the time until safe evacuation cannot be assured. This have then been compared with the calculated time and simulations for evacuation together with a qualitative assessment. For scenarios where criteria for safe evacuation are not met different solutions to improve the fire safety has been presented and evaluated.

Nyckelord

Brandteknisk riskvärdering, BTR, personsäkerhet, isbrytare, museum, Sjöhistoriska, Stockholm, brandscenario, BBR, BBRAD, känslighetsanalys, utrymning, FDS, Pathfinder, LTH.

Keywords

Fire safety evaluation, egress, fire scenarios, icebreaker, museum, the Maritime museum, Stockholm, sensitivity analysis, FDS, Pathfinder, LTH.

Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund
www.brand.lth.se

Division of Fire Safety Engineering
Faculty of Engineering
Lund University
P.O. Box 118
SE-221 00 Lund
Sweden

Sammanfattning

Rapporten är framtagen som en del i undervisningen till kursen *Brandteknisk Riskvärdering*, VBR054. Objektet som analysen behandlar är isbrytaren Sankt Erik, som vid rapportens framtagning ligger förtöjd utanför Vasamuseet i Stockholm. Sankt Erik tjänstgjorde under många år som isbrytare i statens tjänst men sedan 1980 används hon som museum och inhyser även ett kafé sommartid. Verksamhetens säkerhet kommer endast att bedömas utifrån personsäkerhet vilket betyder att risk för materiella skador ej tas med i bedömningen. Personsäkerheten bedöms enligt kritiska förhållanden angivna i BBRAD gällande kritisk brandgashöjd, sikt, temperatur, strålning och toxicitet.

Utvärdering av objektet och dess befintliga brandskydd görs primärt utifrån platsbesök där byggnadens geometri, utrymningsmöjligheter och potentiella brandscenarier tas fram. Med hjälp av en riskmatrix utkristalliserar det sig att de scenarier som är av störst intresse utifrån sannolikhet och konsekvens är:

- Scenario A – Brand i hytt eller verkstad utanför utställningshall
- Scenario C – Brand i pannrum
- Scenario E – Brand i akterförråd

En svårighet i objektet är det faktum att Isbrytaren Sankt Erik i dagsläget inte betraktas som en byggnad och ej heller som fartyg i lagens mening. Fartyget är därmed ej utformat enligt dagens gällande byggregler och när det kommer till brandskydd innebär detta främst inskränkningar av brandcellsindelning, tillgänglighet och brandbelastning enligt BBRAD. Om Sankt Erik skulle flyttas till ny permanent plats eller byta verksamhetsklass så kommer ett nytt bygglov att krävas och med detta skulle även medfölja att krav enligt PBL ska följas.

Utifrån beräkningar på effektutveckling i de olika scenarierna genomförs simuleringar på spridning av brand och brandgaser i objektet och för de scenarier där kritiska förhållanden nås föreslås följande åtgärder med inbördes prioritetsordning:

- Rutiner för att hålla akterförrådet stängt *ska* tas fram.
- Dörr till utställningshall *ska* stängas automatiskt vid brand.
- Tydligare vägledande markeringar för utrymning *ska* installeras.
- Viktiga vred och spakar i pannrummet *ska* regleras.

- Brandgasventilation i för och akter maskinrum *bör* installeras.
- Automatisk öppning av taklucka i utställningshall *bör* installeras.
- Brandskyddskokumentation *bör* uppföras.
- Regler *bör* tas fram för maximalt antal besökare.

En känslighetsanalys på resultaten genomförs och åtgärderna som föreslås har sedan verifierats med hjälp av ytterligare simuleringar i en iterativ process.

Förord

Arbetsgången i denna analys har varit både givande och utmanande. Objektets komplexitet har krävt flera diskussioner författarna sinsemellan för att driva arbetet framåt. Författarna bakom rapporten har under arbetsgången vänt sig till personer för att få råd och feedback. Därför vill författarna rikta ett stort tack till följande personer som varit till stor hjälp under färdigställandet av detta projekt.

Tack till:

Håkan Frantzich – Universitetslektor vid Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, för utmärkt handledning och värdefulla råd.

Axel Jönsson – Brandskyddskonsult hos Brandskyddslaget, för god handledning, iskall rådgivning och fantastiska semmelwraps under objektbesöket.

Lasse Nelson – Brandingenjör hos MSB, för hjälpsamheten med att genomföra försök.

Per Karlsson – Säkerhetsansvarig på Vasamuseet, som möjliggjorde platsbesöket samt god guidning på fartyget.

Stefan Svensson – Universitetslektor vid Avdelningen för Brandteknik, för hjälpsamheten kring utlåning av transportmedel samt försöksutrustning.

Jonathan Wahlqvist – Doktorand vid Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, för god vägledning med FDS-simuleringar.

Bjarne Husted – Universitetslektor vid Avdelningen för Brandteknik, för hjälpen och tillgången till utökad datorkapacitet.

Nomenklaturlista

A_o = Area på öppning [m^2]

A_p = Area på pölbrand [m^2]

A_T = Omslutningsarea i utrymmen, utan öppningar [m^2]

a = Den termiska diffusiviteten hos ett material [m^2/s]

b = Dörrens bredd [m]

c_p = Specifik värmekapacitet för ett material [$J/kg \times K$]

D = Diameter på pölbranden [m]

D_L = Den optiska densiteten [m^{-1}]

D^* = Karaktäristisk diameter [-]

f = Personflödet genom dörr [$p/s \times m$]

g = Gravitationskoefficient (9,8) [m^2/s]

H_o = Höjd på öppning, medel om flera öppningar [m]

ΔH_c = Förbränningsenergi [kJ/kg]

h_k = Effektivt värmeövergångstal [$kW/m^2 \times K$]

I = Den detekterade ljusintensiteten [-]

I_0 = Den ursprungliga ljusintensiteten [-]

k = Värmeledningsförmåga för ett material [$W/m \times K$]

$k\beta$ = Vätskeberoende konstant [m^{-1}]

L = Längden på strålen [m]

\dot{m}'' = Massavbrinningshastigheten [$kg/m^2 \times s$]

\dot{m}''_{∞} = Vätskeberoende värde på massavbrinningshastighet [$kg/m^2 \times s$]

M = utrymningsmarginalen/säkerhetsmarginalen [s]

n = Antal personer genom dörr [-]

$n_{\text{personer på trappa samtidigt}}$ = Antal personer på en trappa samtidigt [-]

$n_{\text{utrymmande personer}}$ = Antal personer som utrymmer [-]

Q^* = Brandens karakteristiska effektutveckling [-]

\dot{Q} = Brandens effektutveckling [kW]

\dot{Q}_{fo} = Effekt för övertändning [kW]

q_r'' = Strålningsintensitet [kW/m^2]

R = Avstånd mellan mätpunkter [m]

$s = \text{Sträcka [m]}$

$s_{\text{horisontell}} = \text{Horisontell sträcka [m]}$

$t = \text{Tid [s]}$

$t_{\text{char}} = \text{Karakteristisk tid [s]}$

$t_{\text{ev}} = \text{evakueringstiden [s]}$

$t_{\text{förflyttning}} = \text{Förflyttningstiden [s]}$

$t_{\text{förf. horisontell}} = \text{Förflyttningstiden för horisontell sträcka [s]}$

$t_{\text{krit}} = \text{tiden till kritiska förhållanden [s]}$

$t_{\text{förb}} = \text{förberedelsestid [s]}$

$t_v = \text{varseblivningstiden [s]}$

$t_{\text{köbildning+ längsta trappa}} = \text{Förflyttningstiden trappa + kötiden som uppstår för grupp [s]}$

$t_{\text{köbildning dörr}} = \text{Köbildningen som uppstår vid en grupps passerande genom en dörr [s]}$

$t_p = \text{Thermal penetration time [s]}$

$t_{\text{längsta trappa}} = \text{Tiden för en person att gå upp för utrymningsvägens längsta trappa [s]}$

$T_{\infty} = \text{Omgivningens temperatur (293) [K]}$

$\chi_r = \text{Emissivitet [-]}$

$v = \text{Hastighet [m/s]}$

$v_{\text{horisontell}} = \text{Hastighet för horisontell förflyttning [m/s]}$

$\alpha = \text{Tillväxthastighet [kW/s}^2\text{]}$

$\rho = \text{Densitet för ett material [Kg/m}^3\text{]}$

$\chi = \text{Förbränningseffektivitet [-]}$

$\delta = \text{Tjocklek på ett material [m]}$

Förkortningar

BBR – Boverkets Byggregler

BBRAD – Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd 3

FDS – Fire Dynamics Simulator

CFD – Computational Fluid Dynamics

LSO – Lagen om skydd mot olyckor

MSB – Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Syfte	1
1.2	Mål	1
1.3	Metod	1
1.4	Avgränsningar	2
1.5	Begränsningar	3
2	Objektbeskrivning	5
2.1	Verksamhet	9
2.2	Personal	9
2.3	Ventilation	10
3	Befintligt brandskydd	11
3.1	Automatiskt brandlarm och utrymningslarm	11
3.2	Systematiskt brandskyddsarbete	11
3.3	Belysning och nödbelysning	11
3.4	Manuell släckutrustning	11
3.5	Automatiska släcksystem	11
3.6	Passiva system	12
3.7	Anmärkningar vid inventering av brandskydd	12
3.8	Allmänt	12
4	Teori	15
4.1	Utrymning	15
4.2	Kritiska förhållanden	16
5	Riskidentifiering	17
5.1	Grovanalys	17
	Scenario A - Brand i hytt under salong	19
	Scenario B - Brand i hytt/verkstad under salong	19
	Scenario C - Brand vid användning av ångpanna	20
	Scenario D - Brand i värmepanna för varmvatten	20
	Scenario E - Brand i akterförråd	21
	Scenario F - Brand i förråd med neoprendräkter	21
	Scenario G - Brand terrasstolar staplade vid utbildningssal	21
	Scenario H - Brand sprider sig från spis i kabyssen	22
	Scenario I - Brand i personalkök	22
6	Scenario A - Brand i rum under salong	25
6.1	Beskrivning	25

6.2	Karakteristisk brand	26
6.3	Utrymning	26
6.3.1	Utrymningsscenario A:1	26
6.3.2	Utrymningsscenario A:2	28
6.4	Tid till kritiska förhållanden	28
6.5	Resultat	32
6.6	Åtgärder	33
6.6.1	Verifiering.....	34
6.7	Känslighetsanalys	35
7	Scenario E - Brand i akterförråd.	39
7.1	Beskrivning	39
7.2	Karakteristisk brand	40
7.3	Utrymning	41
7.3.1	Utrymningsscenario E:1.....	42
7.3.2	Utrymningsscenario E:2.....	43
7.3.3	Utrymningsscenario E:3.....	43
7.4	Tid till kritiska förhållanden	43
7.4.1	Utrymningsscenario E:1.....	44
7.4.2	Utrymningsscenario E:2.....	47
7.4.3	Utrymningsscenario E:3.....	49
7.5	Resultat	52
7.6	Åtgärder	52
7.6.1	Brandgasventilation	53
7.6.2	Förhindra brandgasspridning	53
7.6.3	Vägledande markeringar	54
7.7	Verifiering.....	55
7.7.1	Brandgasventilation	55
7.7.2	Alternativ utrymningsväg för E:3.	56
7.8	Känslighetsanalys	56
8	Scenario C – Brand vid användning av ångpanna	59
8.1	Beskrivning	59
8.2	Utrymning	60
8.3	Åtgärder	60
9	Diskussion.....	61
9.1	Objektets komplexitet	61
9.2	Utrymning	61
9.3	Modellbränder.....	62

9.4	Resultat	63
10	Slutsats	65
	Bilaga A – Karakteristisk brand.....	69
A.1	Beräkningsmetoder	71
A.2	Allmänna resultat	73
	Bilaga B – Försök	75
B.1	Bakgrund.....	75
B.2	Genomförande.....	75
B.3	Resultat	75
	Bilaga C – Utrymning.....	77
C.1	Varseblivningstid	77
C.1.1	Scenario A	77
C.1.2	Scenario E	77
C.2	Förberedelsetid.....	78
C.2.1	Scenario A	78
C.2.2	Scenario E:3	78
C.3	Förflyttningstid	79
C.3.1	Scenario A	79
C.3.2	Scenario E	79
	Bilaga D – Känslighetsanalys	83
D.1	Scenario E:1 och E:2.....	83
D.2	Scenario E:3	85
	Bilaga E – Simuleringar.....	89
E.1	Teori.....	89
E.1.1	Fire dynamics simulator	89
E.1.2	Pyrosim.....	90
E.1.3	Pathfinder	90
E.2	Förenklingar och antaganden	90
E.2.1	Branden.....	90
E.2.2	Brandgasdetektorer.....	91
E.2.3	Geometri	92
E.2.4	Material.....	93
E.3	Utdata.....	93
E.3.1	Sikt.....	93
E.3.2	Temperatur	95
E.3.3	Brandgaslagrets höjd	95
E.3.4	Toxicitet.....	96

E.3.5 Strålning	96
E.4 Validering av simuleringar	96
Bilaga F – Tid till kritiska förhållanden för åtgärder	99
F.1 Automatisk dörrstängare	99
F.2 Brandgaslucka Maskinrummet	99
F.2.1 Scenario E:1	100
F.2.2 Scenario E:2	102
F.2.3 Scenario E:3	105
Bilaga G – BBR	109
G.1 Brandcellsindelning	109
G.2 Utrymningsvägar	109
G.3 Tillgänglighet	109
G.4 Avsaknad av utrymningsplats	109
G.5 Ytbeläggning av väggar och tak	109
G.6 Otydlig skyltning	109
G.7 Pannrum	110
Bilaga H – Indata för FDS-simuleringar	111

1 Inledning

I kursen brandteknisk riskvärdering åligger det studenterna på brandingenjörsprogrammet vid Lunds Tekniska Högskola att genomföra en brandteknisk riskvärdering för tilldelat objekt. Denna rapport kommer att behandla isbrytaren Sankt Erik som förmedlades efter kontakt med *Axel Jönsson* vid *Brandskyddslaget*. Sankt Erik är ett fartyg men då det ligger permanent förankrat vid kaj är det att betrakta som en byggnad.

1.1 Syfte

Syfte med detta arbete är att kvalitativt och analytiskt genomföra en brandteknisk riskvärdering av isbrytaren Sankt Erik samt att bistå verksamhetsledning med beslutsunderlag för utformning av brandskydd.

1.2 Mål

Målet med detta arbete är att bestämma om personsäkerheten ombord på museiefartyget Sankt Erik är tillfredställande vid brand och om behov finns rekommendera åtgärder som skulle kunna ombesörja brister i personsäkerheten.

1.3 Metod

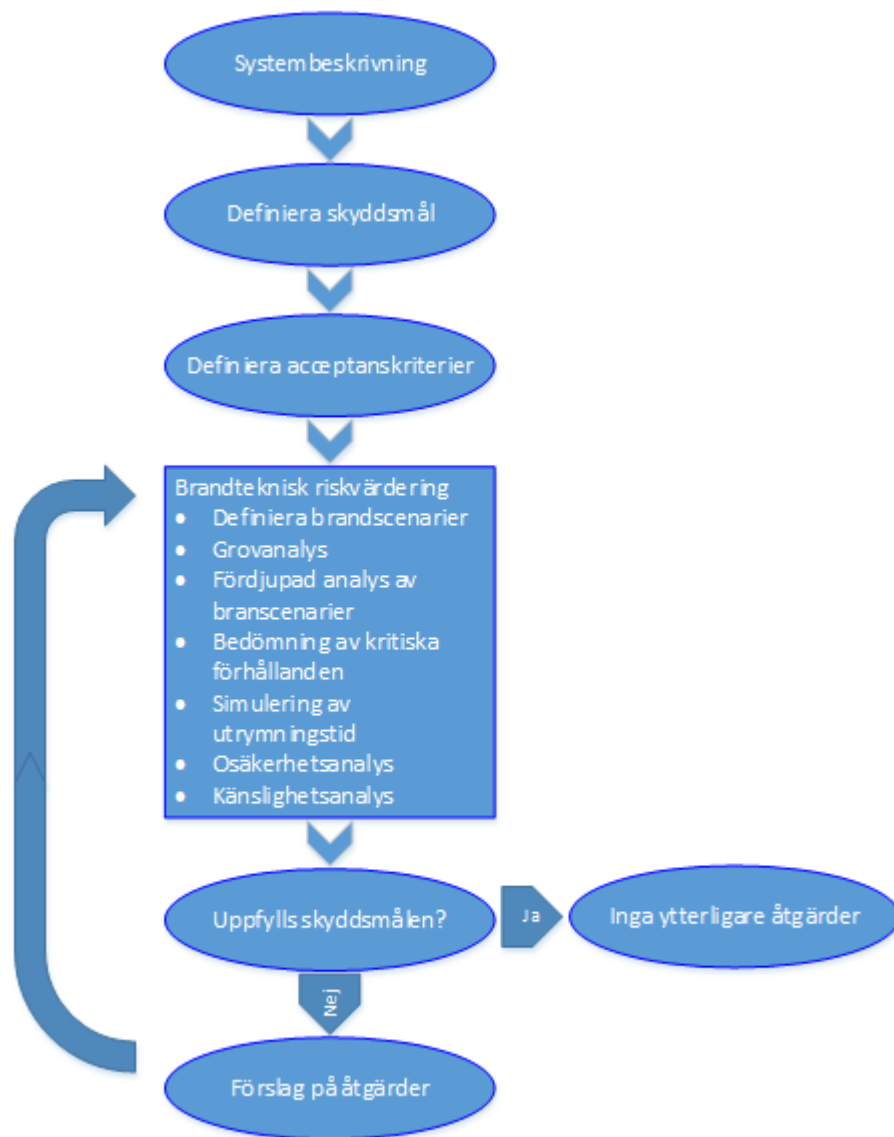
Denna analysen följer nivå två av Paté-Cornells *Uncertainties in risk analysis: Six levels of treatment* (1996). Nivå två innebär användandet av värsta troliga scenario, vilket betyder att man medvetet inte tar hänsyn till scenarier som ligger utanför gränsen av vad som anses vara realistiska förlopp.

Arbetet inleds med ett platsbesök där en övergripande bedömning och översyn av objektet sker. Därefter tas brandscenarier fram som anses vara de värsta troliga scenarierna. De tre mest riskfyllda scenarierna av dessa sållas ut och undersöks närmare där tid till kritiska förhållanden och utrymningstider beräknas med handberäkningar och simuleringsprogram som FDS och Pathfinder. Anses utrymningsförhållandena inte uppfylla de fastställda kriterierna, som till stor del baseras på BBRAD, så tas åtgärdsförslag fram och verifieras. Till sist görs en känslighetsanalys för att undersöka osäkerheten bland parametrarna. I *Figur 1* kan en schematisk bild av arbetsprocessen ses.

För att utvärdera om det finns risk för personskada vid brand kommer analysen att använda sig av nedan beskriven metod för beräkning av säkerhetsmarginal vid utrymning.

$$M = t_{kritisk} - t_{varseblivning} - t_{förberedelse} - t_{förflyttning}$$

Ovan beskriven formel beaktar hur lång varseblivningstid, föreberedelsetid och förflyttningstiden är relativt tiden till kritiska förhållanden vid brand. Om säkerhetsmarginalen M visar sig vara större än eller lika med noll, det vill säga att tiden till kritiska förhållanden är längre än eller lika med tiden till dess att samtliga individer har utrymt, innebär detta att säker utrymning kan förväntas ske på ett tillfredställande sätt med nuvarande förutsättningar. Om säkerhetsmarginalen däremot beräknas vara negativ innebär detta att säker utrymning inte kan ske. Negativ säkerhetsmarginal förklarar inte hur



Figur 1 – En övergripande beskrivning av analysens arbetsprocess.

många som förväntas skadas, eller omkomma, endast att säker utrymning för samtliga besökare ej väntas kunna ske.

1.4 Avgränsningar

I arbetet har vissa avgränsningar gjorts för att analysen inte ska bli allt för omfattande. En av dessa avgränsningar är antalet scenarier där man skulle kunna tänka sig ett oändligt antal situationer medan denna rapport enbart kommer att fokusera på de scenarier som initialt anses mest troliga.

Arbetet handlar om personsäkerhet och fokuserar inte på de ekonomiska förluster som skulle kunna uppkomma vid en brand. För en mer långvarig analys kan miljöaspekten vara av intresse då föroreningarna kan inverka negativt på utsatta individer. I denna rapport görs dock avgränsning för de inledande stadierna av brand och fokuserar därmed främst på möjlighet till utrymning. Konstruktionens bärlighet vid brand kommer inte heller att analyseras i denna rapport.

Riskvärderingen baseras på de förhållanden som rådde och observerades under besöket den 19:e februari 2015 tillsammans med de uppgifter som tillhandahållits av de ansvariga för Sankt Erik.

1.5 Begränsningar

Det ritningsmaterial som är tillgängligt för Sankt Erik (se *Figur 3*) är begränsat i det att ingen skala är angiven på ritningarna vilket har lett till att en skala skapats med utgångspunkt från båtens kända längd på 60 meter. Detta medför begränsningar i form av att de längder som används till geometrin i simuleringar och de sträckor som använts för att beräkna förflyttningstid kan skilja sig från verkligheten.

Vid simulering av brand i FDS tillkommer en del begränsningar till resultatet. Då datorkraft och simuleringstid varit begränsad har det krävts att simuleringarna anpassats därefter. Avvägningar kring simuleringens noggrannhet samt cellstorlek görs för att få ner simuleringstiden till en rimlig nivå. Önskvärt vore att bygga upp geometrin identiskt med verkligheten för att uppnå ett så återspeglade resultat som möjligt. Även tid och datorkraft för att se ifall nodkonvergens uppnås för respektive scenario vore önskvärt. Fler begränsningar kring datorsimuleringar med FDS redovisas i *Bilaga E – Simuleringar*.

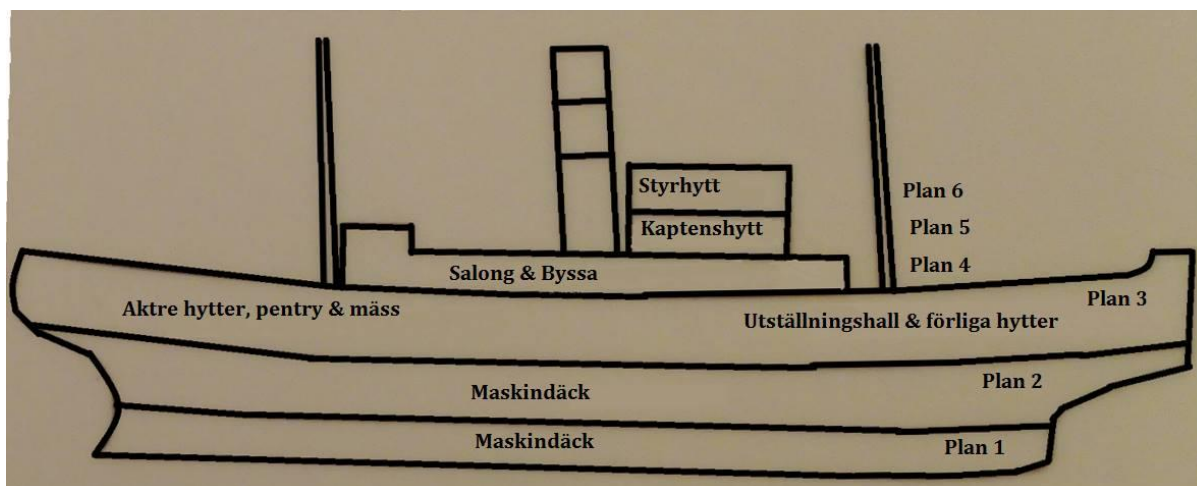
2 Objektbeskrivning

Fartyget Sankt Erik är en 60 meter lång och 17 meter bred isbrytare. Hon byggdes år 1915 och var vid denna tid Sveriges första havsisbrytare. År 1977 togs Sankt Erik ur drift för att tre år senare användas som museiefartyg (Sjöhistoriska, 2015). Fartyget uppfyller inte de krav som finns i sjöfartens lagstiftning vad gäller säkerhet och utrustning och får därav inte gå av egen maskin. Den gång Sankt Erik flyttas är då fartyget besöker en torrdocka för service men vid dessa tillfällen sker förflyttning via bogsering.

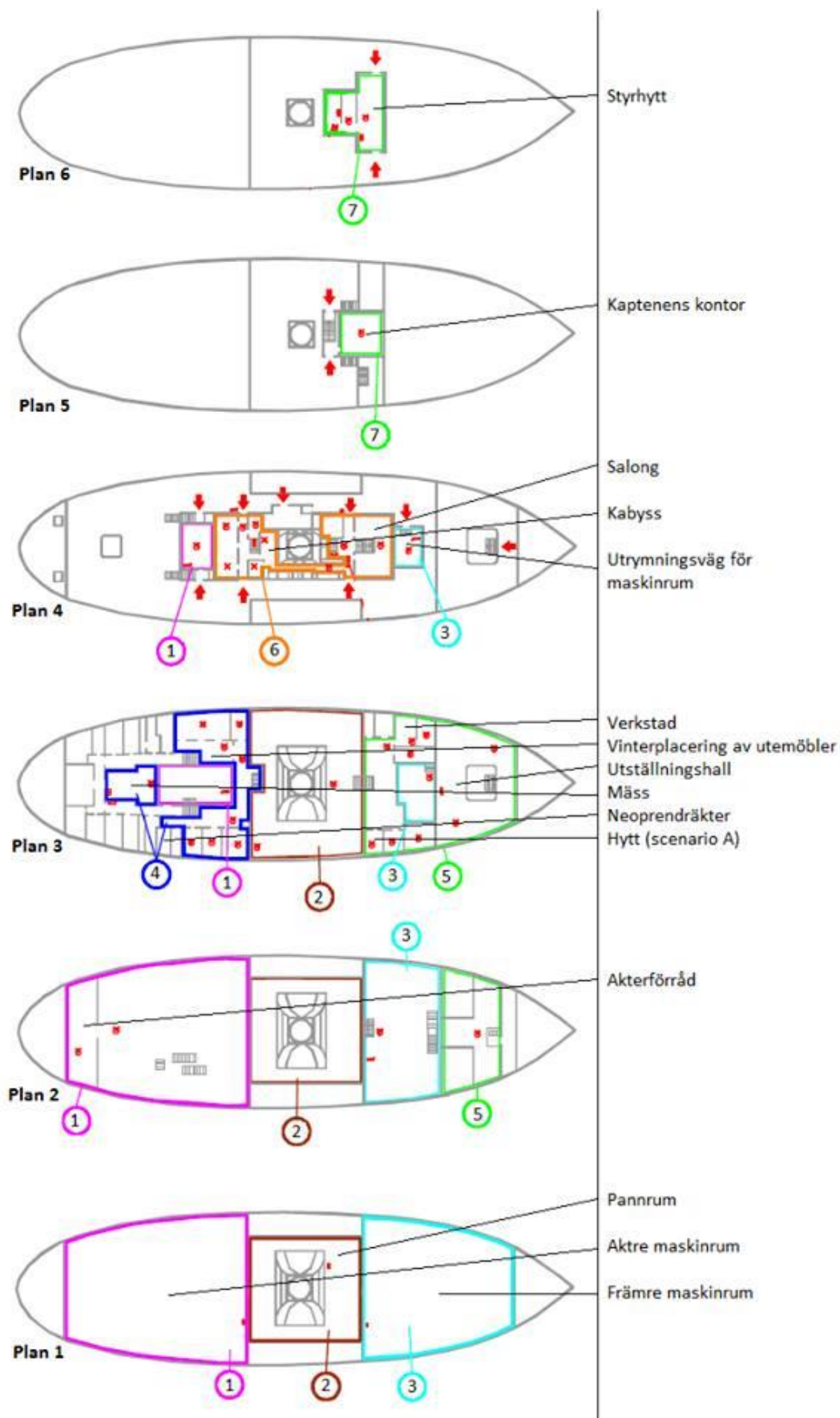
Enligt nuvarande PBL är

Sankt Erik har genomgått ett antal renoveringar men grunden har alltid varit densamma. Skrovet är uppbyggt av nitade stålplåtar och bärs upp av ett inre ramverk av stålbalkar. Stålbalkarna fortsätter som bärande element i hela båten och utgör även bjälklag för de sex våningarna (se *Figur 2*). Golv, tak och väggar är i grunden konstruerade av stålplåtar även om det på sina ställen har beklänts med träpanel. I vissa delar finns även innerväggar av trä.

Längst ner i båten återfinns maskindäck. Maskindäck sträcker sig över de två nedersta våningarna genom hela båtens längd men täcker även en del av plan tre. Det saknas helt naturligt ljusinsläpp och belysningen är ofta svag. Maskindäcket är uppdelat på tre sektioner, akter maskindäck, pannrum samt främre maskindäck (se *Figur 3*).



Figur 2 - Överblick över fartygets våningar. Till vänster på bilden är fören och till höger är aktern.



Figur 3 – En översiktsbild av de olika planen på fartyget. Siffrorna i cirklarna betecknar de sektioner i vilka brandlarmssystemet är indelat.

I aktersektionen finns den stora ångmotorn som tar upp större delen av det nästan 80 m² stora rummet. Motorn sträcker sig nära fem meter uppåt och är genom en drivaxel kopplad till akterpropellern. I utrymmet används stora mängder smörjolja och intrycket av rummet är att mycket ska få plats på liten yta.

I pannrummet finns de pannor som eldas för att driva ångmotorerna. Utrymmet är vid rapportens publicering under renovering och tillgänglig yta att röra sig på är ytterst begränsad. Pannorna var vid båtens konstruktion tänkta att eldas med koks men byggdes 1959 om till att eldas med diesel.

I främre maskinrummet återfinns den ångmotor som driver fartygets främre propeller. Motorn är modellen mindre än den som återfinns i akter maskinrum men tar likväl upp en betydande del av utrymmet. Utöver ångmaskinen står här även en modernare dieseleldad värmepanna som står för fartygets dagliga varmvattenbehov.

Delar av plan tre går åt till ångmaskinernas stora platsbehov samt pannrummets skorsten och luftintag. De delar som finns till övers i detta plan har fördelats på två sektioner. Den främre sektionen som ligger direkt ovanför främre maskindäck består huvudsakligen av en utställningshall dit besökare ofta kommer för att läsa om Sankt Eriks historia och se historiska fotografier (se *Figur 4*). Innan Sankt Erik blev ett museum användes den nuvarande utställningshallen som lastutrymme. Detta utrymme är avgränsat från resten av båten med en dörr som vid besök var upphaspad. I utställningshallen finns en taklucka som nås med en fast monterad vertikal stege. I den främre delen återfinns även en mindre verkstad samt ett antal hytter med enkelbäddar.



Figur 4 - Utställningshall i främre delen av fartyget.

Den bakre delen av plan 3 ligger rakt ovanför akter maskindäck (se *Figur 3*) och här finns den större delen av båtens hytter samt mässen där det vintertid hålls kurser av Sjöskolan. Under sommaren drivs ett café på båtens akterdäck men vintertid förvaras dessa utemöbler inomhus på anvisad plats, se *Figur 3*. Längst bak i båten på detta plan finns ett mindre personalkök som huvudsakligen används för uppvärmning av mat.

På plan 4 finns huvudingången från däck och precis innanför ingången återfinns även den nyligen renoverade salongen (*Figur 5*) där träffar och middagar ibland hålls. För övrigt är salongen avspärrad för besökare med rep vilket medför att den är med som utställning. Inomhus återfinns även kabyssen, båtens kök, vilket används sporadiskt men är utrustad med modern ugn och diskmaskin för cateringverksamhet.



Figur 5 – Salongen

Utomhus på akterdäck drivs ett café sommartid och det är även härifrån som fartyget nås via landgång på babord sida. *Figur 6* visar landgången och längre i bakgrunden syns aktern med delar av utrustningen som används av caféverksamheten.



Figur 6 - Vy av babord sida, tagen från kajen. Till höger syns landgången.

På plan 5 finns kaptenshytten och för närvarande används utrymmet som kontor och är därmed inte tillgängligt för allmänheten. På utvändigt däck för denna plan förvaras fartygets flytvästar. Plan 6 består av fartygets styrhytt samt två mindre rum och nås via utvändiga trappor.

2.1 Verksamhet

Sommartid är isbrytaren Sankt Erik öppen som museum där besökare får gå runt fritt i de flesta av fartygets delar. Under denna tid drivs även ett café på båtens aktre däck. Antalet besökare sommartid som samtidigt befinner sig i objektet bedöms till 20-30 stycken, men denna siffra kan variera (Karlsson, 2015).

Vintertid sker underhållsarbeten och en extern aktör håller i utbildningar ombord på Sankt Erik. Utbildningarna hålls i undervisningssalen och uppe på däck. Antalet deltagare på utbildningarna bedöms vara runt 20 stycken (Karlsson, 2015).

Vid enstaka tillfällen arrangeras representationsmiddagar ombord på fartyget, detta sker då i salongen. Vid dessa middagar bedöms upp till 20 personer närvara och alkoholservering sker. Ombord finns även ett mindre kontor för Sjöhistoriska museet, detta används av en person året runt (Karlsson, 2015).

2.2 Personal

Då musei- och caféverksamheten är igång arbetar sex personer som guider och cafépersonal på fartyget. All personal som jobbar under sommaren genomgår en brandsäkerhetsutbildning innan säsongen drar igång.

2.3 Ventilation

Ventilationen på isbrytaren Sankt Erik är av typen självdragsventilation. Alla hytter och uppehållsrum har individuella uteluftsventiler med reglering genom manuellt spjäll. Från hytterna och ut till övriga utrymmen finns rosettventiler i dörrarna för flöde av luft till övriga delar av fartyget. Även vissa dörrar ut till däck är utrustade med rosettventiler för ventilation. Pannorna som finns i maskinrummet är direktkopplade till en stor skorsten på båten och friskluft tas genom tilluftsrör.

3 Befintligt brandskydd

Vid bedömning av personsäkerheten vid eventuell brand på isbrytaren Sankt Erik beaktas det befintliga brandskyddet. Objektet finns ej med på Stockholm stads detaljplan över området och därmed ser ej kommunen Sankt Erik som en byggnad. Enligt nuvarande plan- och bygglagen ska dock ett fartyg som är varaktigt placerat på en viss plats i vattnet ses som en byggnad och därmed omfattas av BBR (SFS 2010:900). Däremot gäller BBR inte retroaktivt vilket gör att dessa krav inte kan ställas förrän en bygglovsansökan görs. LSO gäller dock alltid för byggnader och gör gällande att ett skäligt brandskydd alltid ska finnas vilket i många fall kan ses som de krav BBR ställer (SFS 2003:778). Värt att tillägga är dock att då objektet räknas som en museal miljö får avsteg från BBR:s krav göras.

Information i detta kapitel är hämtat från platsbesök på Sankt Erik samt från intervju med brandsäkerhetsansvarig.

3.1 Automatiskt brandlarm och utrymningslarm

Sankt Erik är utrustad med ett automatiskt utrymningslarm som har direkt vidarekoppling till *Storstockholms brandförsvär* vid detektion av brand. Brandlarmet är ett konventionellt system uppdelat på sju separata sektioner vars indelning visas i *Figur 3*. Största delen av utrymmena avsedda för besökare har rökdetektorer, undantag är kabyss och maskinutrymmen som har värmedetektorer. Manuellt utrymningslarm kan aktiveras genom larmknappar och finns monterade på ett antal platser i objektet. Som larmdon används sirener vilka finns utplacerade i de större lokalerna. Utrymningsplaner är utplacerade på ett antal ställen ombord på Sankt Erik.

3.2 Systematiskt brandskyddsarbete

Ombord på Sankt Erik praktiseras visst arbete i linje med systematiskt brandskyddsarbete (SBA). Inför varje säsong har personalen övningar i utrymning. Vid den dagliga verksamheten finns det en utrymningsledare utrustad med kommunikationsradio och huvudnyckel som är ansvarig för utrymningen. Varje morgon ska ansvarig kontrollera att samtliga utrymningsdörrar är upplåsta och att utrymningsvägar är fria. Vid utlöst larm ska utrymningsledaren bege sig till brandförvarstablån och hämta ut orienteringsritningar, checklista samt undersöka den sektion som har larmat. Under tiden ska resterande personal vara behjälplig i att uppmana besökare att lämna fartyget. Efter att utrymningsledaren undersökt brandsorsak är det dennes uppgift att dela ut olika områden till personalen att genomsöka samt bocka av redan genomsökta delar. Någon brandskyddsdocumentation av Sankt Erik finns inte.

3.3 Belysning och nödbelysning

Den vanliga belysningen i Sankt Erik drivs av elektricitet från land och finns i alla delar av fartyget. Skulle elförsörjningen till denna hindras finns det nödbelysning samt vägledande markeringar i form av efterlysande skyltar och tejp i hela fartyget. Objektet saknar helt genomlysta eller belysta utrymningsskyltar. Till nödbelysning finns två oberoende back-up system bestående av dieselgenerator och batteripaket.

3.4 Manuell släckutrustning

Fartyget är väl utrustat med handbrandsläckare i form av pulversläckare, koldioxidsläckare och skumsläckare vilka är utplacerade i flera utrymmen ombord. Ombord finns även en brandpump som aktiveras utifrån och driver brandposter i framförallt maskinutrymmen.

3.5 Automatiska släcksystem

I främre maskinutrymmet finns en värmepanna som skyddas med pulver sprinkler. Systemet aktiveras av två kapslade värmedetektorer där båda måste aktiveras för att släcksystemet ska lösa ut. Till detta punktskydd finns även en utlösare för manuell aktivering av pulversläckning (se *Figur 7*). Ombord fartyget finns två back-up generatorer varav den i fören är placerad i ett tillslutet utrymme och

skyddas av ett kolsyresläcksystem. Systemet aktiveras av värmedetektorer och det är ej troligt att personer ska befinna sig i utrymmet.



Figur 7 - Knapp för manuell aktivering av pulversprinkler. Aktuell knapp finns i anslutning till en värmepanna i främre maskinrummet.

3.6 Passiva system

Fartyget saknar helt konventionella brandceller då både väggar och dörrar är konstruerade av stålplåtar i varierande tjocklek. De olika utrymmena avgränsas på de flesta ställen av tunna trädörrar med undantag för utställningshallen där en branddörr har installerats. Brandtätade rör genomföringar finns intill ett förråd i akter maskinrum. Denna tätning är dock felaktigt utförd.

3.7 Tillgänglighet

Sankt Erik är inte anpassad för personer med funktionshinder. Det medför att rörelsehindrade personer inte kan förväntas befinna sig ombord på fartyget. Därmed är det befintliga brandskyddet inte utformat för att ta hänsyn till tillgänglighetskrav.

3.8 Anmärkningar vid inventering av brandskydd

Vid besöket upptäcktes ett antal brister i brandskyddet som kan ha inverkan på säkerheten för personer på fartyget under utrymning, bland annat vad gäller ytskikt, passager, utrymningsvägar och antal besökare. Dessa redovisas närmare i *Bilaga G – BBR*. En mindre brandtätning i anslutning till förrådet akterut är ej färdigställd.

3.9 Allmänt

Vid besökstillfället skedde renoveringsarbeten i maskinutrymmet och det var verktyg, burkar och dylikt som låg på golvet, detta skulle kunna försvåra effektiv utrymning.

I ett antal av hytterna fanns vid besöket kartonger och annat material staplat och kan innebära stor brandbelastning. I utställningshytter och utrymmen anses det vara städad då besökare vistas.

Flertalet av dörrarna, passager och trappor har en bredd av 0,6 meter, några har en större bredd däribland dörren som leder till utställningshallen. Innan denna passerar man dock en smalare dörr på 0,6 meter. Utrymningsvägar ut på däck kan observeras på översiktsplanen i

Figur 3 där de röda pilarna som visas på plan fyra, fem och sex föreställer angreppsvägar för räddningstjänst men utgör även de utrymningsvägar som finns på fartyget. Flera av utrymningsvägarna har höga trösklar i dörrar och branta trappor mellan våningsplanen.

Från utställningshallen finns en stege upp på däck för utrymning. Vid användning av denna krävs det att en lucka i taket öppnas manuellt med hjälp av ett stort handtag och handkraft att lyfta öppen luckan.

Vid kontakt med lokal räddningstjänst framkom att Sankt Erik inte är med som ett eget tillsynsobjekt enligt Storstockholms brandförsvaret. Därmed har brandtillsyn inte skett på över tio år och protokoll från detta finns troligen inte kvar (Öberg, 2015).

4 Teori

I följande kapitel redovisas den teori för utrymning och kritiska förhållanden som används för att bedöma säkerheten för personer som vistas ombord fartyget Sankt Erik.

4.1 Utrymning

Under ett utrymningsförlopp sker det många komplexa steg och situationer som är svåra att förklara. I syfte till att förenkla utrymningsförloppet och göra det mer hanterbart har olika modeller tagits fram. De modeller som finns tillgängliga varierar i detaljgrad där det finns modeller som endast förklarar de fenomen som uppstår, medan andra modeller kan användas för att förutspå utrymningsförloppet. För att uppskatta utrymningsförloppet används den enkla stimulusresponsmodell som ofta används vid analytisk dimensionering i Sverige (Nilsson, 2006).

Ett normalt utrymningsförlopp kan delas upp i tre separata steg: varseblivning, förberedelse och förflyttning (Boverket, 2006). Total utrymningstid för berörda individer kommer att bestå av dessa tre komponenter summerat.

- **Varseblivningstid.** Den tid det tar för en individ att bli varse om att något ovanligt har inträffat. Detta kan ske direkt genom att personen anar brand genom lukt, synlig brand eller rök. Även om individen inte är i direkt närhet av händelsen kan varseblivning åstadkommas genom att ett utrymningslarm har aktiverats eller att varningen sker direkt från person till person.
- **Förberedelsetid.** Den tid som krävs för individen att bearbeta den nya informationen och ta beslut om vad som ska göras. *Exempelvis: "Är det ett brandlarm som låter eller är det något annat?"*
- **Förflyttningstid.** Den tid som det för individen kommer att ta från det att beslut om utrymning har tagits tills att denna är satt i säkerhet.

Faktorer som kommer påverka utrymningstiden är bland annat hurvida de som utrymmer är bekanta med miljön, hur ofta utrymning övas, vilken rörelseförmåga de utrymmande har samt vilken assistans som tillhandahålls. Exempelvis så kan verksamheter där folk förväntas sova ha en längre förberedelsetid än vad som är fallet i detta objekt.

Förberedelsetiden är svår att uppskatta för ett specifikt fall utan att experiment görs på det aktuella objektet. Då utrymna där brand förväntas uppstå i de undersökta scenarierna är relativt täta och ligger avsides bedöms besökarna bli medvetna om en eventuell brand genom utrymningslarmet. Utifrån försök i olika typer av lokaler har rekommendationer för förberedelsetiden kunnat tas fram. För ett varuhus där besökarna inte ser branden anger Boverket 3,5 minuter som ett dimensionerande värde. I en mindre lokal, som en biografalong eller kyrka, där personer inte ser branden anges förberedelsetiden till 1 minut (BFS 2013:12).

För att uppskatta förflyttningstiden för utrymning av personer kan försök göras där man mäter tiden för en person att ta sig från en del av byggnaden till en säker plats. Då det befinner sig flera personer i byggnaden måste man ta hänsyn till eventuell köbildning som kan uppstå vid dörrar, trappor samt smalare passager. För att ta hänsyn till det kan man utföra försök med representativa grupper samt det antal personer som lokalen är dimensionerad för och mäta tiden. Detta är dock en komplicerad metod som är svår att genomföra korrekt. Ett annat sätt att uppskatta förflyttningstiden är enligt ekvationen nedan (BFS 2013:12).

$$t_{\text{förflyttning}} = \frac{s}{v} + \frac{n}{b * f}$$

Vid utrymning väljer individer vanligtvis att ta sig ut samma väg som de kom in. Detta gäller framförallt i för individerna okända miljöer (Frantzich, 2001). Finns det väl synliga och tydliga vägledningar till vilka förtroende finns, är chansen större att alternativa utrymningsvägar väljs.

Försök som har gjorts i tunnelbana visar på att ett talat meddelande reducerar utrymningstiden betydligt jämfört med larmklocka. Denna tes stärks ytterligare i validitet genom det brittiska angreppssättet där förberedelsetid för museum uppskattas att mer än halveras med talat meddelande jämfört med ringklocka eller siren (BSI, 1997). Även Nilsson & Johansson (2008) håller med i forskningen om att ett talat meddelande ger bättre resultat. Däremot tar Håkan Frantzich upp i sin rapport *Tid för utrymning vid brand* att i biografier så medför talat meddelande en längre förberedelsetid än vanlig ringklocka. Detta då besökare ofta stannar och lyssnar klart på meddelandet innan utrymning påbörjas (Frantzich, 2001). Nilsson & Johansson (2008) tar även upp det faktum att sociala förhållanden i stor grad kommer att påverka utrymningstiden på det viset att om någon tar initiativ till utrymning blir förberedelsetiden betydligt kortare. Denna sociala påverkan har ett tydligt förhållande till avstånd där ett kort avstånd mellan de utrymmande personerna genererar snabbare respons.

Att fartyget dels bedrivs som en museiverksamhet kan det förväntas att icke-svensktalande personer kommer befinna sig ombord på fartyget. Det innebär att talande meddelanden på mer än ett språk bör finnas och även det kan medföra längre förberedelsetid jämfört med ringklocka eller siren.

För utrymning vid brand ombord Sankt Erik görs ett väsentligt antagande i att då besökarna har tagit sig ut på däck så är de inte längre i fara. Anledningen till detta är att när besökarna har lyckats ta sig ut på däck så bedöms de inte längre vara i direkt fara från branden och de kan sedan fortsätta utrymningen via landgång så som ombordvarande personal kommer uppmana.

4.2 Kritiska förhållanden

För att utrymning ska kunna ske under acceptabla förhållanden har Boverket satt upp ett antal kritiska värden som måste uppfyllas för brand i lokalen som gäller vid analytisk dimensionering. Det är de kritiska värdena som analysen till största del utgår ifrån. Dessa kritiska värden beskrivs närmare i nedanstående punkter och berör brandgaslagrets höjd, sikt, värmedos, temperatur och toxicitet vid två meter ovan golv. För att uppfylla kriterier från BBRAD ska punkt 1 eller 2 uppfyllas samt punkt 3-5 (BFS 2013:12, 2013).

1. **Brandgaslagrets nivå ovan golv.** Beräknas enligt $Minimum\ höjd = 1,6 + 0,1h$ och är den minsta höjd som ska vara fri vid utrymning.
2. **Siktbarhet 2,0 meter ovan golv.** Sikten ska på höjden 2,0 meter vara minst 10 meter i utrymmen som överstiger $100\ m^2$. För utrymmen på mindre än $100\ m^2$ kan en sikt på 5 meter accepteras.
3. **Värmestrålning/värmedos.** Maximal instrålning är $2,5\ kW/m^2$ eller en kortvarig strålning på max $10\ kW/m^2$ kombinerat med max $60\ kJ/m^2$ utöver energin från en strålningsnivå på $1\ kW/m^2$.
4. **Temperatur.** Maximal temperatur på $80^\circ C$.
5. **Toxicitet 2,0 meter ovan golv.** Koncentration får vara max 2000 ppm för kolmonoxid, max 5 % koldioxid i luften samt minst 15 % syre i luften.

5 Riskidentifiering

För att möjliggöra en analys av utrymnings säkerheten i händelse av brand krävs att en riskidentifiering genomförs för att identifiera brandscenarier som är representativa för isbrytaren Sankt Erik. Utifrån besök och statistik identifieras och rangordnas potentiella brandscenarier med avseende på bedömd risk. Begreppet risk definieras här som en kombination av sannolikhet för incidenten samt konsekvens vid händelsen. Konsekvenser som analysen tar hänsyn till är enbart de som gäller personsäkerhet. Då endast hänsyn till personskada tas som konsekvens så kommer endast de olika brandscenarier som förväntas kunna orsaka skador på människor att identifieras.

5.1 Grovanalys

Utifrån besök på objektet identifieras möjliga riskscenarier. Då analysen följer en deterministisk riskanalys av nivå 2 enligt Paté-Cornell, värsta troliga scenario, kommer ett hanterbart antal scenarier som uppfyller detta att väljas ut för vidare analys (Paté-Cornell, 1996). Sällningen görs med hjälp av en grovanalys där de identifierade scenarierna bedöms efter sannolikhet och konsekvens på en femgradig skala. Uppdelningen sträcker sig från mycket låg sannolikhet till mycket hög sannolikhet samt försumbar konsekvens till mycket stor konsekvens. Skalorna är ingen absolut sanning utan det mest intressanta för analysen är hur scenarierna är relativt till varandra. Scenarierna placeras sedan i en riskmatris och de som framstår som värst och mest troliga analyseras vidare.

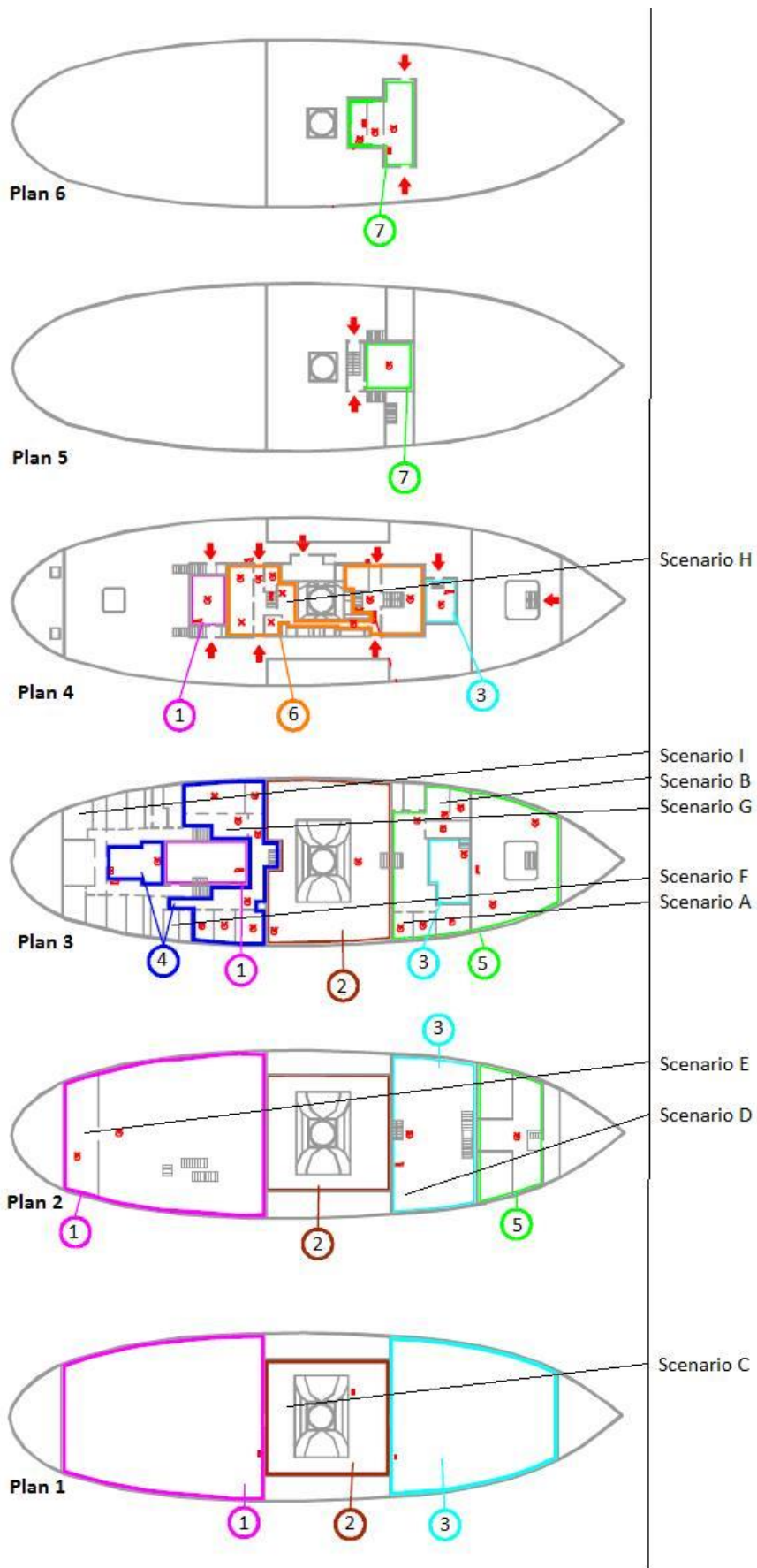
Tabell 1 - Förklaring och tolkning av rankad sannolikhet och konsekvens.

Sannolikhet		Tolkning	Konsekvens		Tolkning
1	Mycket låg	Bedöms nästan aldrig ske	1	Försumbar	Ingen påverkan eller skada
2	Låg	Skulle kunna ske men otroligt	2	Liten	Svag hosta/stickningar i ögon
3	Medel	Anses troligt	3	Medel	Mild hosta/svaga brännskador
4	Hög	Anses mer troligt	4	Stor	Svår hosta/brännskador/ minskad medvetandegrad
5	Mycket hög	Vanligt förekommande	5	Mycket stor	Allvarliga brännskador/ medvetlöshet/död

Sannolikheten bedöms efter hur, givet då brand uppstår, troligt det är för det givna scenariot att inträffa. Skalan är en relativ skala i syfte till att en jämförelse samt rangordning mellan scenarierna ska kunna göras. Rangordningen är främst framtagen genom subjektiva bedömningar av författarna.

Vid bedömning av sannolikhet så gäller följande resonemang. Givet att brand bryter ut ombord så bedöms sannolikheten att det sker just enligt beskrivet scenario. Bedömningen sker således mellan scenarierna och är baserade på författarnas subjektiva bedömning och inte statistik.

De troliga brandscenarier som identifierats presenteras nedan. *Figur 8* visar vart på fartyget som respektive scenario förväntas inträffa. Siffrorna i figuren nedan motsvarar den sektionen som delen av fartyget tillhör. Sektionerna nämndes tidigare i *kapitel 3.1 – Automatiskt brandlarm och utrymningslarm*.



Figur 8 – Placeringen av de olika brandscenarierna på fartyget.

Scenario A - Brand i hytt under salong

Brand kan utvecklas i hytten på styrbord sida där inredningen består av madrasser och möbler i trä (se *Figur 9*). Hytten nås genom en tunn trädörr som i regel står öppen. Mitt i dörren sitter ett ventilationsdon. Utanför hytten har klädhängare placerats och ytterkläder kan här agera som en god möjlighet för branden att sprida sig vidare. Hytten är utrustad med rökdetektor. Om korridoren utanför hytten skulle rökfyllas finns från utställningslokalen en alternativ utrymningsväg via stegen upp på däck (se *Figur 10*). Från salongen finns ingen alternativ utrymningsväg om korridoren utanför denna skulle rökfyllas.

Sannolikhet: 2. Ett elfel skulle kunna orsaka brand i den lättantändliga inredningen.

Konsekvens: 4.

- De giftiga brandgaserna kommer snabbt att sprida sig ut i korridorerna och kunna förhindra effektiv utrymning från bland annat utställningshallen och salongen.
- Viss utrymning kan behöva ske via stegen vilket kan innebära svårigheter.

Scenario B - Brand i hytt/verkstad under salong

Likt scenario A men detta utrymme är beläget på babord sida och det anses mer troligt att dörren till utrymmet är stängd då utrymmet är till för personal. Dörren är ej utrustad med självdragsventiler. I verkstad bestod inredningen huvudsakligen av möbler i trä, verktyg och eldrivna verktyg. Sannolikheten för det här scenariot upplevs som högre jämfört med scenario A då ett större mängd elektronisk utrustning fanns beläget i rummet, däribland batteriladdare och förgreningsdosor till strömkablar.

Sannolikhet: 3. Ett elfel orsakat av felaktig användning av verktyg eller slitage skulle kunna antända trasor eller liknande brännbart materiel och medföra att branden växer i styrka.

Konsekvens: 3.

Giftiga brandgaser kan om dörren är öppen sprida sig ut i korridorerna och förhindra effektiv utrymning.

- Om dörren är stängd kommer branden begränsas i syretillförsel.
- Mycket bränsle.



Figur 9 - Detta är inte en bild på den beskrivna hytten i scenario A, men representativ av den. Aktuell bild är tagen nedanför kabyssen på babordssida.



Figur 10 – Bild på utrymningsstegen från utställningshall.

Scenario C - Brand vid användning av ångpanna

I mittersta sektion av fartyget finns det fyra pannor placerade. Dessa pannor har till uppdrag att förångna vatten som sedan driver ångmotorn i aktern av fartyget. Pannorna är för tillfället avstängda men planer finns på att de ska vara igång sommartid medan besökare är ombord. Som bränsle används diesel vilket skulle kunna ge ett scenario där diesel springer läck från en ledning och ångorna antänder i kontakt med den varma pannan. Ansamlingar av diesel kan även uppstå på grund av utsläpp orsakade av besökare eller felaktigt handhavande.

I en rapport från Statens räddningsverk (Statens Räddningsverk, 1994) redovisas att cirka 40 % av de rapporterade bränderna ombord på svenska civila fartyg mellan 1989 och 1992 inträffade i maskinrum. Att andelen bränder i maskinrum är så hög beror på att det i maskinrum finns alla förutsättningar för brand. Först och främst är där bränsle i någon form av olja, sedan finns varma oisolerade ytor samt elektrisk utrustning som kan antända bränslet. De vanligaste orsakerna till brand är oljeläckage från rör, filter eller flänsar.

Sannolikhet: 4. Det finns naturliga antändningskällor och stora mängder bränsle i pannrummet.

Konsekvens: 2.

- Hög brandbelastning.
- Högt i tak samt befintlig ventilation genom skorsten ger att rökfyllnad och rökspridning fördröjs.

Scenario D - Brand i värmepanna för varmvatten

I fartygets främre maskinrum står en värmepanna som förser båten med varmvatten. Denna värmepanna är av samma typ som återfinns i villor och eldas med fartygets diesel.

Sannolikhet: 3. Det anses troligt att en felfunktion eller ett dieselläckage uppstår från värmepannan. Antändning av dieseln kan ske utav de varma komponenter som finns i närheten.

Konsekvens: 1

- Pannan har i dagsläget ett aktivt skyddssystem bestående av ett fast monterat pulversystem som löser ut då två kapslade detektorer aktiveras.
- Spridning av branden anses låg då omgivande ytor består av plåt.
- Rökutvecklingen från sotande bränsle kan försvåra utrymning och innebära en giftig miljö för besökarna i maskinrummet.



Figur 11 - Bild över en ångpanna med skyddskåpa bortmonterad. Bild tagen i pannrum.



Figur 12 - I akterförrådet fanns mycket blandat material. Behållare med bland annat motorolja står på golvet. Tampar hänger från taket.

Scenario E - Brand i akterförråd

Längst bak i båten, på maskindäck finns ett utrymme som sträcker sig över hela båtens bredd. Detta utrymme inrymmer båtens elcentral och en stor mängd kablar har dragits längs utrymmets väggar och tak. I utrymmet inhyses även ett arbetsrum med en mindre mekanisk verkstad samt en stor mängd reservdelar och tillbehör för båtens drift. Kabeldragning ut ur utrymmet sker genom väggen med ordentliga tätningar kring kablarna, dock finns det stora glipor kring tätningarna samt borrarade hål genom väggen som inte är tätade. I övrigt var utrymmet omslutningsyta av tät stålkonstruktion med en branddörr. Däremot finns ingen dörrstängare och besökare har tillgång till utrymmet vilket medför att dörren väntas vara öppen.

Sannolikhet: 4. Sannolikheten bedöms hög att det uppstår en felfunktion i de elektriska komponenterna i förrådet vilket med gnista kan antända omkringliggande materiel.

Konsekvens: 3.

- Stor brandbelastning i utrymmet.
- Spridning av rökgaser till intilliggande utrymmen kan ske genom borrarade hål samt öppning utan dörrstängare.
- Rökspridning kan ske genom ingången till maskinrummet och spridas ut i korridor mot utrymningsväg.
- Få personer kan räknas vara i denna del av båten samtidigt.

Scenario F - Brand i förråd med neoprendräcker

Under vinterhalvåret sker utbildning med Sjöskolan där det under vissa moment används överlevnadsdräkter av neopren. Dessa dräkter förvaras i ett förråd ombord på båten med en värmefläkt som torkar och används ett fåtal gånger per år under vinterhalvåret. Vid besök uppskattades cirka tio dräkter förvaras där samt 15 flytvästar. Då dräkterna är torra stängs värmefläkten av. Antändning av dräkterna kan ske ifall dräkterna har torkat och fläkten behålls på samtidigt som avståndet mellan dräkter och fläkt är litet. Tid till antändning anses lång, då materialets brandbeständighet är god (Trelleborg, 2011).

Sannolikhet: 1. Dräkterna är tillverkade i neopren vilket är svårantändligt. Fläkten som trolig antändningskällan gäller bara under begränsad tid.

Konsekvens: 3.

- Troligtvis få personer i lokalen.
- Relativt snabb spridning av rökgaser till närliggande utrymningsvägar.
- Hög brandbelastning med den stora mängden neopren.
- Kraftig rökutveckling av plastbaserade material.

Scenario G - Brand terrasstolar staplade vid utbildningssal

Under en av trapporna i aktern förvaras caféverksamhetens utemöbler. Dessa stolar står under sommaren på akterdäck och består av en aluminiumram med tunn sits av behandlat trä samt ett fåta stolar helt i plast. Enligt uppgift ska den närliggande undervisningssalen med plats för cirka 20 personer främst användas vintertid. Golvet i



Figur 13 - I ett av utrymmena på styrbordssida bredvid ingången till maskinrummen hängde vid besöket en mängd överlevnadsdräkter i neopren.

detta rum belagt med masonitskivor, troligen för att förhindra slitage. Utrymmet har en rökdetektor monterad i taket.

Undervisningssalen är inte öppen för besökare under sommaren utan används då endast av personal som matsal.

Sannolikhet: 1. Möjliga källor till antändning kan vara ett elfel eller anlagd brand men det anses mindre troligt att branden faktiskt skulle ta sig i inredningen. Enbart aktuell vintertid eftersom möblerna annars står utomhus.



Figur 14 - På barboardsida om ingången till maskinrummet står vid vintertid de utemöbler som på sommaren används av kaféet.

Konsekvens: 2.

- Rök-gasspridning kan på kort tid hindra utrymning genom två trappor från detta plan.
- Tidig exponering av brandgaser för undervisningssal.

Scenario H - Brand sprider sig från spis i kabyssen

I kabyssen står en gjutjärnsspis som eldas med koks. Denna används vid enstaka tillfällen för museibesökare. Direkt ovanför spisen är väggbeklädnad av plåt men på motsatt väg är denna i antändbart trä. Köket är direkt förbundet till korridorerna på var sida om kabyssen, dessa utgör de enda utrymningsvägarna från plan 2. I kabyssen finns en värmedetektor och i korridorerna finns rökdetektorer för snabb detektion.

Sannolikhet: 2. Antändningskälla kan vara i form av öppen låga från spisen, dock är utrymmet gjort för eldning med få brännbara material i närheten.

Konsekvens: 2

- Personal närvarar vid eldning i spisen och kan förväntas ha utbildning i släckinsatser.
- Flera detektorer i närheten.
- Högt besökarantal vid eldning.
- Släckutrustning nära till hands.

Scenario I - Brand i personalkök

Längst ut i aktern på plan 1, bakom undervisningssalen, finns ett kök som används av personal för tillredning av mat. Kök är ett av de utrymmena i en byggnad med högst brandrisk (Folksam, 2014). Vid en brand i personalköket skulle även rök kunna spridas så att den största utrymningsvägen från maskinrummet blockeras.

Sannolikhet: 3. Många bränder startar i köket då här ofta finns apparatur som alstrar värme, dock används detta kök mest till kaffekokning och uppvärmning av lagad mat.

Konsekvens: 2

- Relativt låg brandbelastning.
- Brandgaser sprider sig direkt ut i utrymningsvägar från mässen.

En sammanställning av sannolikheterna och konsekvenserna för de olika scenarierna visas i riskmatrisen i *Figur 15*.



Figur 15 - Riskmatris över de scenarier som identifierats i grovanalysen.

Utifrån de bedömningar som har gjorts ovan och har presenterats i riskmatrisen kommer scenario A, B och E att utvärderas kvantitativt, samt att scenario C kommer att behandlas med ett kvalitativt resonemang. Anledning till att scenario C endast behandlas kvalitativt är då en kvantitativ analys inte anses motsvara händelsen på grund av scenariots komplexitet. Därför anses en kvalitativ analys vara ett mer lämpat verktyg för att utvärdera scenariot.

För att förtydliga vilka scenarier som valt upprepas det nedan.

Scenario A – Brand i hytt under salong

Scenario B – Brand i hytt/verkstad under salong

Scenario C – Brand vid användning av ångpanna

Scenario E – Brand i akterförråd

6 Scenario A - Brand i rum under salong

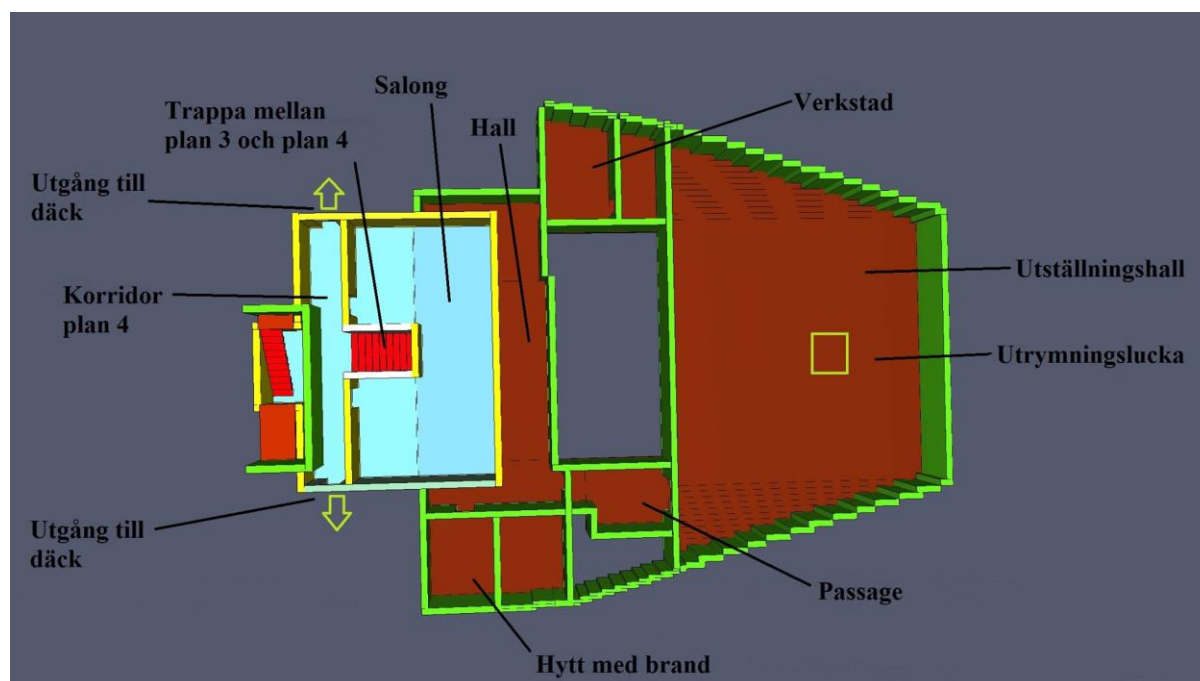
I följande avsnitt kommer förutsättningarna samt en mer utförlig beskrivning av det tänkbara händelseförloppet för scenario A att beskrivas. Kapitlet kommer även att redovisa data från simuleringar samt beräkningar från vilka en bedömning av befintligt brandskydd redogörs.

Eftersom både scenario A och B är placerade nära varandra i anslutning till samma utrymme och med liknande dimensioner kommer endast en utförlig analys av scenario A att ske. Undersökning av brandförlopp av både scenario A och B kommer att ske för att kontrollera ifall brandförloppen kan jämföras med varandra. Redovisning av detta sker i *kapitel 6.7 - Känslighetsanalys*.

6.1 Beskrivning

Scenario A anses skapa problem vid två olika typer av verksamhet. Vid utvalda tillfällen arrangeras det middagar för enskilda sällskap ombord på Sankt Erik och dessa vistas då i salongen på plan 4. Det kan vid dessa tillfällen uppskattas befinna sig omkring 20 personer i lokalen. Vid dessa bjudningar serveras det i regel även alkohol vilket innebär att reaktionsförmågan kan vara försämrad hos de närvarande. Geometrin som beskrivs visas i *Figur 16*.

En brand som utbryter på nedanvåningen, som är ansluten via en trappa mitt emellan ingångarna till salongen, riskerar då att rökfylla även korridoren utanför salongen. Detta anses gälla oberoende av vilken av hytterna eller rummen under salongen som branden startar i. Den andra verksamheten som påverkas är då besökare vistas i utställningshallen. Då kommer en brand i en hytt medföra att passagen och hallen som används som den ordinarie utgången till däck blockeras. Dörrarna till hytterna där brand förväntas uppstå har alla samma mått vilket innebär att den branden når samma maximala effekt då de blivit ventilationkontrollerade. Skillnaden ligger i hur fort de når denna effekt samt vilket bränsle som brinner vilket avgör hur sotig och giftig röken blir. Inuti liksom utanför rummen finns rökdetektorer, i utrymmet nedanför trappan från salongen och utanför hytterna finns även handbrandsläckare.



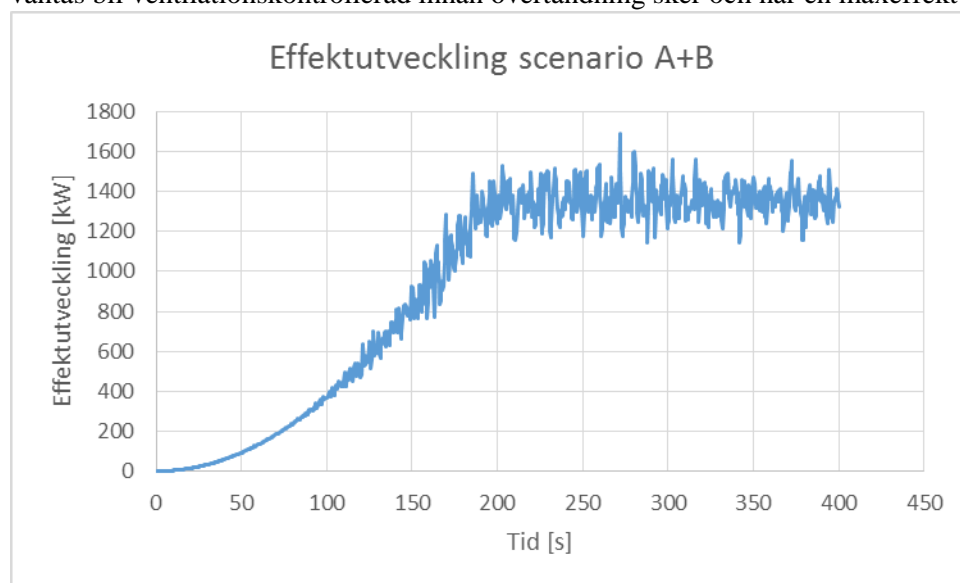
Figur 16 - Översiktbild av plan 3 och plan 4 i fören med beskrivningar.

6.2 Karakteristisk brand

Efter att ha approximerat det bränsle som fanns tillgängligt i rummet har en effektkurva tagits fram för hytten, denna visas i *Figur 17*. Ett brandspridningsförlopp har antagits med hänsyn till strålning och ledning. För vidare information, se *Bilaga A – Karakteristisk Brand*.

För karakteristisk brand är bränslet som beskrivits i *Bilaga A – Karakteristisk Brand* en blandning av träprodukter, skumplast och tyg. I simuleringen har värden för trä och cellulosa använts som definierat bränsle för beräkning av sotbildning. Detta är en viss förenkling, men bedömningen har gjorts att största delen av bränslet består av trä och att övrigt material har minimal påverkan.

Effektutvecklingen som används i scenariot är baserat på att det mest brandfarliga materialet i hytten antänds först. Det ger ett konservativt brandförlopp som anses vara det snabbaste troliga. Branden väntas bli ventilationskontrollerad innan övertändning sker och når en maxeffekt på 1,4 MW.



Figur 17 – Effektutveckling vid simulering av scenario A.

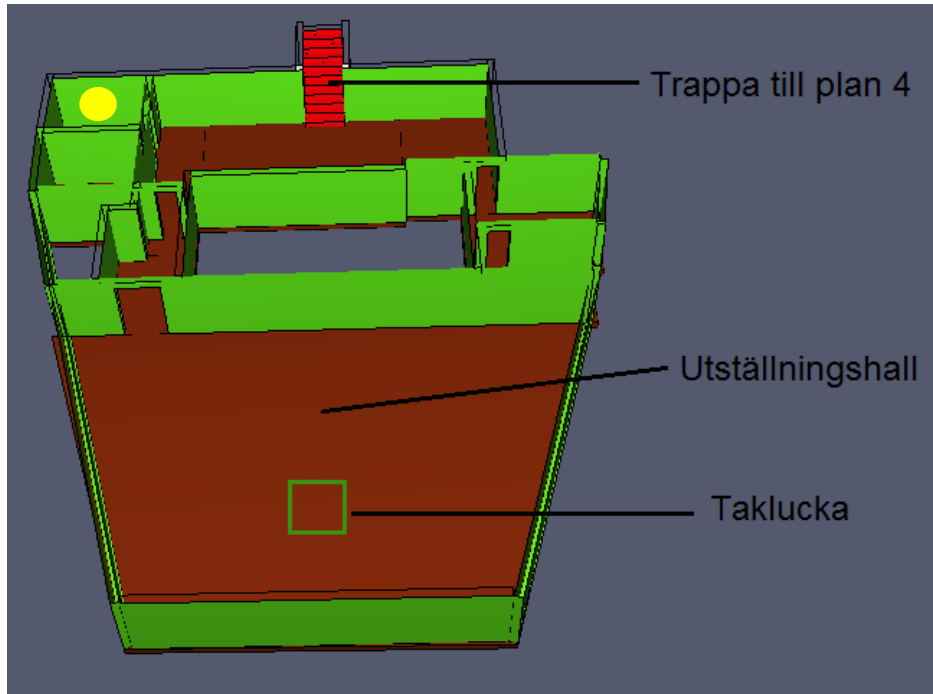
6.3 Utrymning

Nedan redovisas de utrymningsscenarier som framkommit samt vilka antaganden och resonemang som har gjorts kring dessa. Personersäkerheten kommer att utvärderas utifrån två olika utrymningsscenarier, A:1 och A:2. Skillnaderna mellan de scenarierna är vart i objektet de utrymmande individerna är placerade.

6.3.1 Utrymningsscenario A:1

I utrymningsscenario A:1 befinner sig 20 personer i utställningshallen på plan 3, se *Figur 18*. Vid utrymning förväntas personerna utrymma upp för trappan till korridoren på plan 4 om förhållandena tillåter. Är utrymning inte möjlig via trappan sker utrymning genom takluckan som nås genom att klättra upp för en steg. Personerna i scenariot är en blandning av barn, vuxna och äldre. Tiderna för utrymning i utrymningsscenario A:1 presenteras i *Tabell 2*.

Ett möjligt kvalitativt utrymningsscenario är att personerna i första hand kommer försöka utrymma samma väg som de kom in från. Om de bedömer att utrymning ej är möjlig den vägen, på grund av värme, rökfylldhet eller strålning, kommer de återvända in till utställningshallen för att utrymma genom takluckan. Däremot är det möjligt att vissa utav besökarna kommer hinna utrymma via trappan till plan 4 innan förhållandena blir kritiska. För att få en bättre uppfattning om hur utrymningsförhållandena eventuellt kommer vara görs FDS-simuleringar för scenariot.



Figur 18 - Illustration av scenario för utställningshallen sett från fören. Den gula cirkeln markerar rummet med den karakteristiska branden.

Den varseblivningstid som redovisas i *Tabell 2* är tiden till detektion för rökdetektor från simulering i FDS. Förberedelsetiden som anges är baserad på BBRAD:s allmänna råd för mindre lokal med larmdon samt offentlig miljö. Som åskådliggörs i *Tabell 2* nås kritisk höjd på brandgaslagret samt kritisk sikt vid 2,0 meter ovan golv innan utrymning från utställningshallen förväntas ha börjat. Detta innebär att samtliga besökare i utställningshall måste utrymma via stegen upp på däck.

För mindre lokal med larmdon i aktuell lokal, samt offentlig miljö där branden kan observeras är förberedelsetiden enligt BBRAD en minut. För aktuellt scenario förväntas det att besökare har möjlighet att observera brandgaser under tio sekunder innan de börjar förflytta sig.

Förflyttningstiden uppför stegen har uppskattats till att vara 20 sekunder per person, för 20 personer blir den totala förflyttningstiden 400 sekunder.

Tabell 2 - Utrymningstid för utrymningsscenario A:1.

Parameter	Mest trolig tid [s]	Källa
Varseblivningstid	20	FDS
Förberedelsetid	70	(Boverket, 2013),
Brandgaser syns efter	80	FDS Smokeview
Förflyttningstid stegen	400	Bilaga C – Utrymning C.3.1 Scenario A
Total Utrymningstid	490	–

6.3.2 Utrymningsscenario A:2

I utrymningsscenario A:2 befinner sig 20 personer i salongen på plan 4. Utrymning förväntas ske genom korridor på plan 4. Personerna i scenariot förväntas vara äldre och alkoholpåverkade. Tiderna för utrymning i utrymningsscenario A:2 presenteras i *Tabell 3*.

Förberedelsetiderna som är angivna är baserade på BBRAD:s allmänna råd för mindre lokal med larmdon vilken har förberedelsetiden 60 sekunder, samt nattklubb vilken har en förberedelsetid som varierar mellan 3 och 5 minuter. Anledningen för att en jämförelse görs med nattklubb är att det förekommer alkoholservice samt miljön i salongen förväntas vara trång och högljudd. För restaurangmiljöer där mindre kvantiteter alkohol serveras kan en tid av 90 sekunder anses rimlig (Frantzich, 2001). 100 sekunder efter att brand har startat kan man observera brandgaser utanför salongen (se *Tabell 4*). Sammanfattningsvis utifrån denna information anses det som mest troliga tid att gäster stannar ytterligare 10 sekunder efter att brandgaser kan observeras innan de börjar att förflytta sig och förberedelsetiden ansätts därför till 90 sekunder.

Från salongen har det simulerats i datorprogrammet Pathfinder hur lång tid förflyttningen tar ut på däck. För horisontell förflyttning i utrymmen med hög persontäthet samt för besökare med potentiellt nedsatt rörelseförmåga uppskattas enligt BBRAD förflyttningshastigheten till 0,4 m/s. Besökarna kan som tidigare beskrivit väntas vara äldre och påverkade av alkohol vilket sänker den normala gånghastigheten från 0,6 m/s för persontäta utrymmen med en tredjedel enligt BBRAD.

Tiderna för utrymning presenteras sammanfattningsvis i *Tabell 3*.

Tabell 3 - Utrymningstid för utrymningsscenario A:2.

Parameter	Mest trolig tid [s]	Källa
Varseblivningstid	20	FDS
Förberedelsetid	90	(Boverket, 2013; Frantzich, 2001)
Brandgaser syns utanför salongen	100	FDS Smokeview
Förflyttningstid	30 (0,4 m/s)	Pathfinder
Total Utrymningstid	140	–

6.4 Tid till kritiska förhållanden

Gränser för kritiska förhållanden är de från BBRAD som presenterats i *kapitel 1.3*. Nivåerna för kritisk påverkan på siktbarhet, värmestrålning, temperatur och toxicitet är fasta värden.

Brandgaslagrets nivå ovan golvet beror på takhöjden i det givna utrymmet. Takhöjden i scenario A uppmättes till 2,3 meter i utställningshallen och 2,1 meter i övriga utrymmen. I FDS-simuleringarna har de takhöjderna satts till 2,2 respektive 2,4 meter för att passa in i de kontrollvolymerna som används. Skillnaderna i takhöjder är dock för små för att ge olika kritiska nivåer på brandgaslagret vid den noggrannhet som kan användas. Brandgaslagrets kritiska nivå över golv blir till 1,8 meter i respektive fall.

För utrymning från salongen görs bedömningen att det av BBRAD ansatta värdet om 5 meter sikt på 2 meters höjd kan åsidosättas då avståndet från salongen till utrymningsdörr ej överstiger 2 meter. För att utrymning ska kunna ske anses därmed kriterierna vara uppfyllda så länge sikten överstiger 2 meter i korridoren utanför salongen.

Tiden till de kritiska förhållandena presenteras i *Tabell 4*.

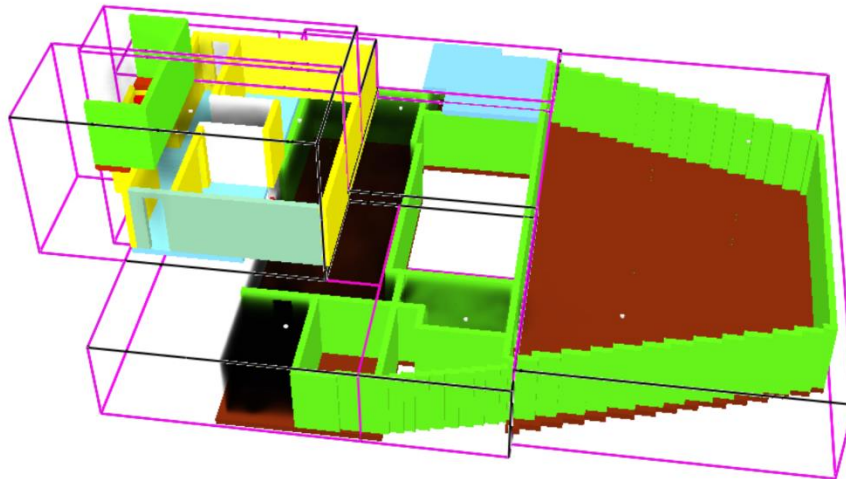
Tabell 4 – Tid till kritiska förhållanden i scenario A. Rutor markerade med streck innebär att kritiska förhållanden ej har uppnåtts inom den simulerade tiden.

Scenario A	Utanför hytt	Utställningshall	Trappa	Korridor Salong
Tid till kritisk brandgashöjd [s]	60	-	60	90
Tid till kritisk strålningsintensitet (2,5 kW/m ²) [s]	170	Ingen uppgift	210	Ingen uppgift
Tid till kritisk temperatur [s]	110	-	100	210
Tid till kritisk CO-halt [s]	-	-	-	-
Tid till Kritisk CO ₂ -halt [s]	180	-	170	-
Tid till kritisk O ₂ -halt [s]	180	-	170	-
Tid till kritisk sikt 2 m [s]	60	200	90	190
Tid till kritisk sikt 1,8 m [s]	70	260	100	190
Tid till kritisk sikt 1,6 m [s]	80	370	100	190
Lägsta tid [s]	60	200	90 (60)	190 (90)

Eftersom endast ett av kriterierna *Tid till kritisk brandgashöjd* och *Tid till kritisk sikt på 2 m* behöver uppfyllas enligt BBRAD så används den längre av de två tiderna. I fallet med utställningshallen uppnås ingen kritisk nivå för brandgaslagret. De kritiska förhållandena för toxicitet uppnås ej heller samt att temperaturen i utställningshallen inte överstiger 30°C. Tid till då säker utrymning ej kan ske har satts till tiden då sikten understiger 5 meter. Utrymmningen kommer alltså inte ske genom en besvärande miljö men bedömningen görs att relativt god sikt krävs för att den omständiga utrymningen ska gå att genomföra.

I utställningshallen uppstår inget brandgaslager vid simuleringen, detta kan upplevas underligt då en kritisk sikt på 2 meter över golvet inträffar efter cirka tre och en halv minut. Utifrån analys av simuleringarna uppfattas det som att anledningen till detta är att brandgaserna som når in i utställningshallen är så pass svala att någon tydlig skiktning mellan varma och kalla gaser inte sker.

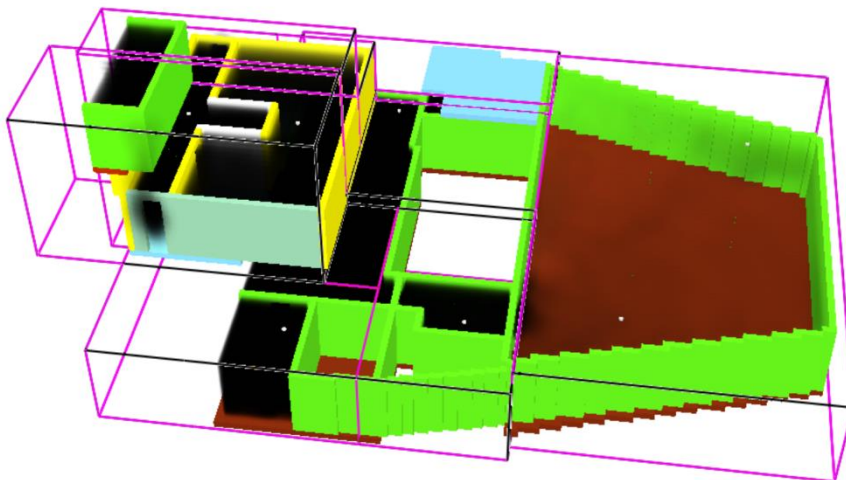
Figur 19 nedan visar förhållandena i de berörda lokalerna då branden har pågått i en och en halv, alltså då den kritiska nivån för brandgaslagret i utrymningsscenario A:2 uppstår. Dörrarna ut på däck i angränsning till salongen har simulerats vara öppna. Under sommartid står dessa dörrar i regel alltid öppna under öppettider. Då tillställningar i salongen sker kan det tänkas att dörrarna hålls öppna för ökad ventilation, framför allt under de varmare årstiderna.



Frame: 225
Time: 90.0

Figur 19 – Bild över utställningshall och salong, tagen ur Smokeview 90 sekunder in i simuleringen. Visar då kritisk nivå på brandgaslagret utanför salongen infinner sig.

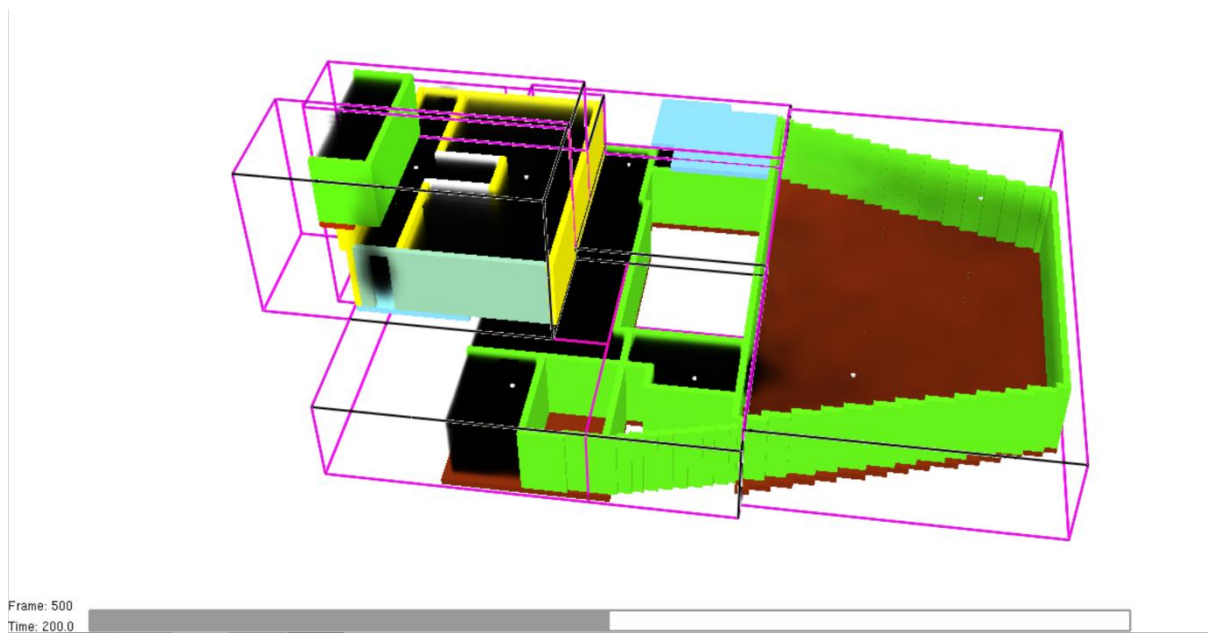
Figur 20 nedan visar ett utdrag från Smokeview 190 sekunder in i simuleringen. Vid denna tidpunkt har kritiska förhållanden uppstått för utrymningsscenario A:1



Frame: 475
Time: 190.0

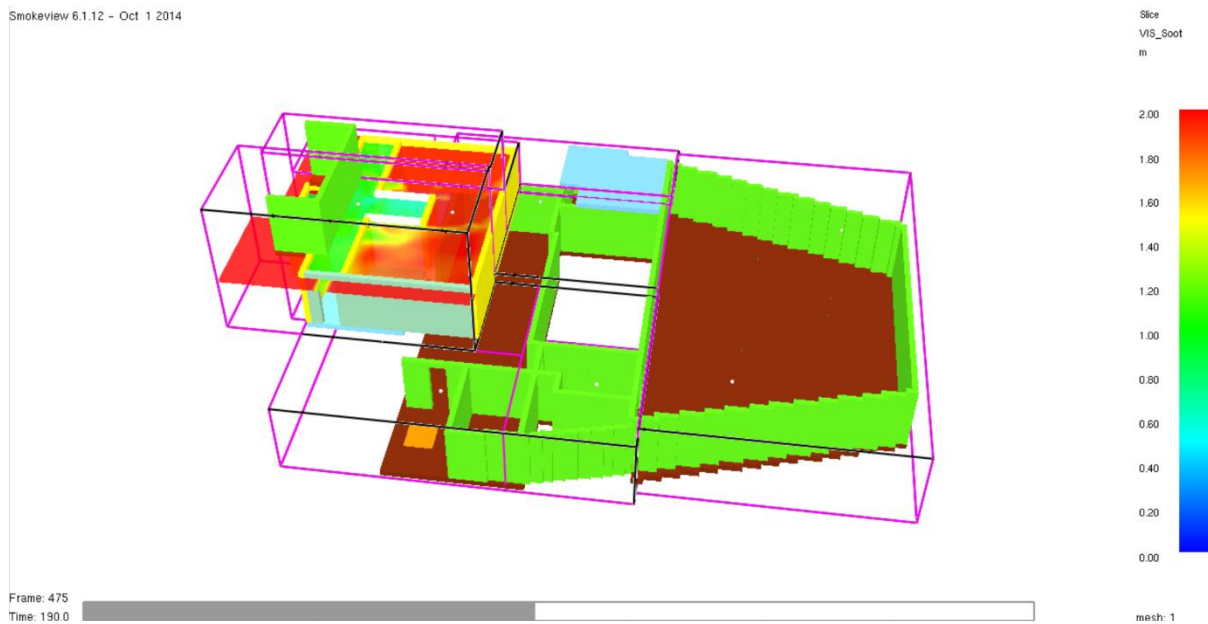
Figur 20 – Bild över utställningshall och salong, tagen ur Smokeview 190 sekunder in i simuleringen då kritisk sikt uppstår utanför salongen.

Figur 21 visar en bild på rökproduktionen då kritisk sikt uppnås i utrymningsscenario A:1. Detta sker efter 200 sekunder.



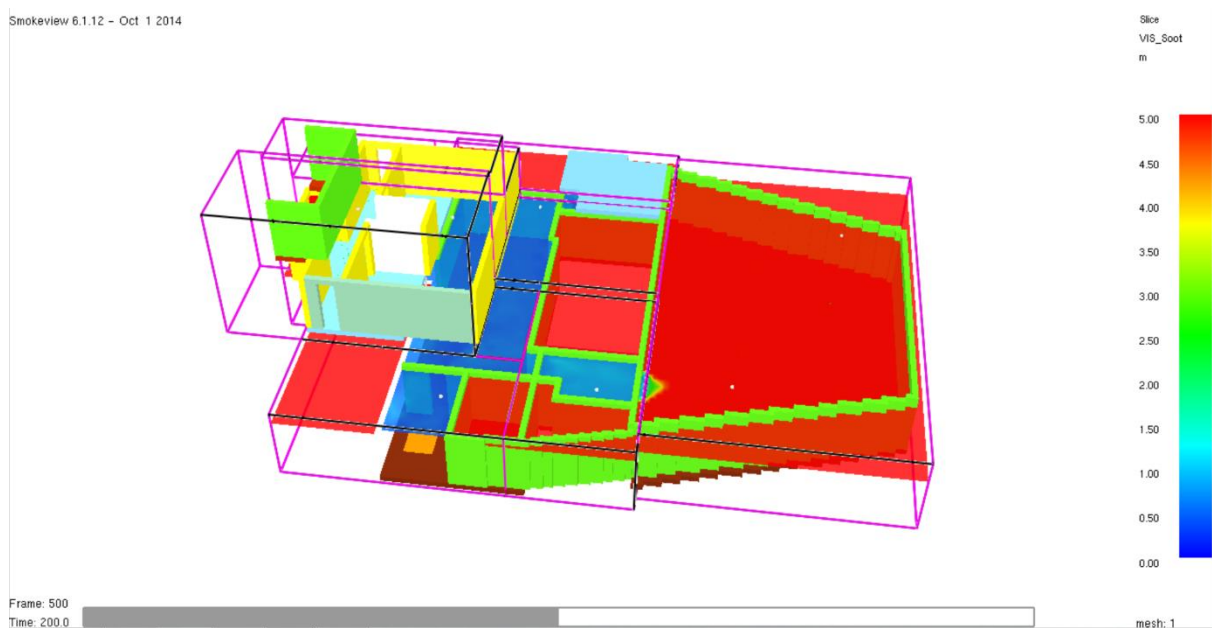
Figur 21 – Bild över utställningshall och salong, tagen ur Smokeview som visar förhållandena efter 200 sekunder. Vid denna tid uppnås kritisk sikt för utrymningsscenario A:1.

Figur 22 nedan visar sikten på plan 4 då kritisk sikt har uppnåtts, alltså efter 190 sekunder. Sikten är i simuleringen uppmätt på 2 meters höjd och då färgskalan går från 2 till 0 meters sikt.



Figur 22 – Bild över utställningshall och salong, tagen ur Smokeview som visar sikten på plan 4 efter 190 sekunder.

Figur 23 nedan visar sikten på plan 3 då kritiska förhållanden för utrymningsscenario A:1 har uppstått, det vill säga efter 200 sekunder. Färgskalan går från 5 till 0 meters sikt. Sikten är i simuleringen uppmätt på 2 meters höjd.



Figur 23 – Bild över utställningshall och salong, tagen ur Smokeview som visar sikten för plan 3 efter 200 sekunder.

6.5 Resultat

Säkerhetsmarginalen beräknas som *Tid till kritiska förhållanden - Total utrymningstid*, vilket finns beskrivet i *Metod*. Är denna positiv innebär det att samtliga personer hinner utrymma innan det inte är säkert att vistas i utrymmet, och blir den negativ betyder det att säkerheten inte kan garanteras för de utrymmande besökarna. Resultatet från beräkningarna av scenario A presenteras i *Tabell 5*.

Tabell 5 - Säkerhetsmarginal för utrymning från utställningssal och salong vid brand i hytt under salongen.

Scenario	Tid till kritiska förhållanden [s]	Utrymningstid [s]	Säkerhetsmarginal [s]
Utrymningsscenario A:1	200	490	- 290
Utrymningsscenario A:2	190	140	+50

Säkerhetsmarginalen för utrymning från utställningshallen är enligt ovan beräkningar inte godkänd för utrymningsscenario A:1. Den främsta anledningen till den starkt negativa säkerhetsmarginalen är den långa förflyttningstiden som begränsas av att endast en person åt gången kan utrymma samt att hastigheten är låg. De andra avgörande kriteriet är sikten som redan efter 200 sekunder understiger 5 meter på en höjd av två meter.

För utrymningsscenario A:2 erhålls en positiv säkerhetsmarginal då utrymningstid från salongen är kortare än tid till kritiska förhållanden för salongens utrymningsvägar. Simuleringar visar att rök från branden kommer att ta sig upp till korridoren på plan 4 vid ett tidigt skede men att denna rök är så pass tunn att den går att utrymma igenom. Således bedöms säkerheten för scenario A:2 som tillräcklig.

6.6 Åtgärder

Att förbättra möjligheterna till utrymning från utställningshallen via trapporna bedöms svårt även om tiden till aktivering är kort så nås kritiska förhållanden för passagen en kort stund därefter. En möjlig åtgärd för att fördröja tiden till kritiska förhållanden i utställningshallen är att installera en elektromagnetisk dörrhållare. Den befintliga branddörren in till utrymmet är utrustad med dörrstängare men för att hålla dörren öppen har en kasthake monterats. Om den istället för att vara haspad hade varit utrustad med en elektromagnetisk dörrhållare som släpper då brandlarm aktiveras förhindras brandgaser från att sprida sig mellan utrymmena. Detta åtgärdsförslag kräver mycket liten åverkan på objektet då det använder sig av en delvis befintlig installation. Den aktuella dörren visas i *Figur 24*.



Figur 24 – Branddörren in till utställningshallen som åtgärden med elektromagnetisk dörrhållare avser.

Stängs dörren till utställningshallen i händelse av brand kommer brandgaserna att begränsas i sin utspridningsväg. Det är därför viktigt att kontrollera om denna åtgärd påverkar de kritiska förhållanden gällande utrymning i korridoren utanför salongen.

Eftersom den ordinarie väg in och ut ur utställningshallen föreslås stängas vid detektoraktivering föreslås även att den sekundära utrymningsvägen upp genom luckan i taket öppnas automatiskt vid detektoraktivering för att förtydliga att denna väg är tillgänglig. En positiv följd av att luckan öppnas är att eventuella brandgaser som kan ha spridits in i utställningshallen innan dörren in stängs kan vädras ut.

Förberedelsetiden i utrymningsscenario A:2 påverkas av det faktum att alkohol serveras. Eftersom alkoholservice är en del av verksamheten föreslås det ej som åtgärd att förbjuda servering av alkohol och kommer därför inte heller att verifiera detta som lösning. Då säkerhetsmarginalen för salongen är positiv anses inga specifika åtgärder för salongen behövas.

Föreslagna åtgärder för utställningshallen är följande:

- Automatisk dörrstängare
- Utökade markeringar för utrymning
- Automatisk öppning av taklucka vid aktiverat larm

6.6.1 Verifiering

I denna del av rapporten utvärderas och verifieras de föreslagna åtgärderna som presenterats i föregående avsnitt.

6.6.1.1 Utrymningsscenario A:1 – Automatstängd dörr

Givet att föreslagna åtgärder implementeras verifieras säkerheten på nytt.

Med förutsättning att dörren från utställningshallen mot trappan och hytten stängs vid branddetektion kommer branden att blockeras från sikt. Följden av detta skulle vara att förberedelsetiden förlängs. Samtidigt som att dörren stängs så föreslås även att utrymningsluckan i taket öppnas. Detta skulle kunna medföra en viss förvirring samtidigt som det visar en tydlig och kort väg ut till det fria. Med dessa förutsättningar så kvarstår den ursprungliga förberedelsetiden av 70 sekunder. Varseblivningstiden av 20 sekunder kvarstår då denna parameter inte påverkas av den föreslagna åtgärden.

Simuleringar har visat att då dörren till utställningshallen stängs när en rökdetektor detekterar brand kommer endast begränsat med brandgaser att ta sig in i utställningshallen. När dörren väl är stängd anses det vara tätt. Detta speglar inte verkligheten då få dörrar är så täta, men denna förenkling görs för simulering av scenariot.

Mer detaljerad information om resultat från åtgärdssimulering återfinns i *Bilaga F – Tid till kritiska förhållanden*.

Någon tid till kritiska förhållande i utställningshallen uppstår ej under den simulerade tiden 300 sekunder. Den simulerade tiden är därmed kortare än den föregående utrymningstiden på 490 sekunder. Alltså kan det inte dras någon självklar slutsats utifrån detta. Vad som blir tydligt från simuleringen är att brandgasspridningen in i utställningshallen nu är begränsad. Den kortare simuleringstiden är medveten då förhållanden i föregående, längre, simulering skedde långsamt med undantag för brandgasspridningen. Med stängd dörr är nu detta åtgärdat. Med dessa förändringar av parametrar så anses säkerhetsmarginalen övergå till det positiva.

För salongen visar datorsimulering att påverkan på utrymningsförhållandena är marginell och säkerhetsmarginalen förblir positiv vilket innebär att samtliga gäster hinner utrymma innan kritiska förhållanden uppstår.

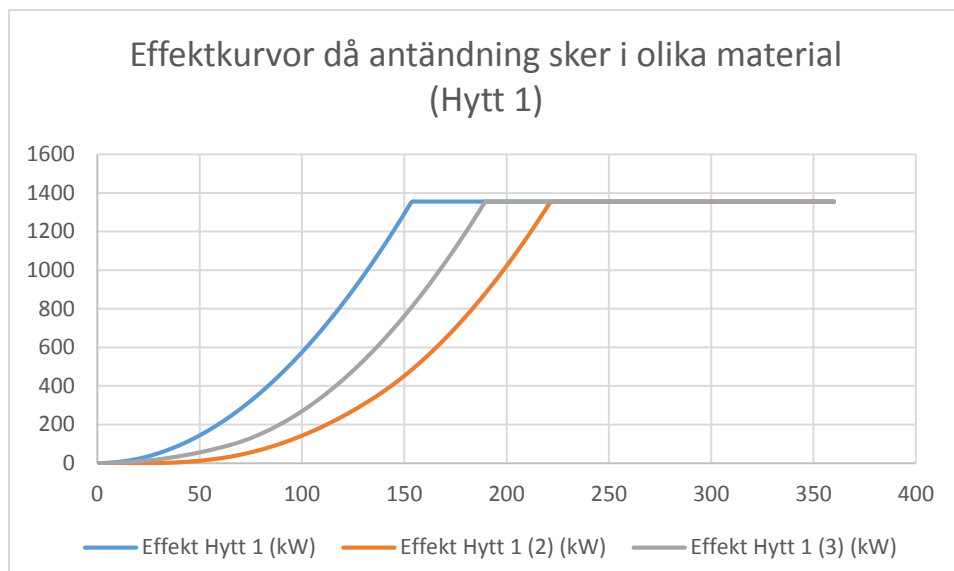
Därmed anses de problem med personsäkerheten i utställningshallen vara åtgärdade med de förslag på lösningar som rekommenderats.

6.6.2 Resultat

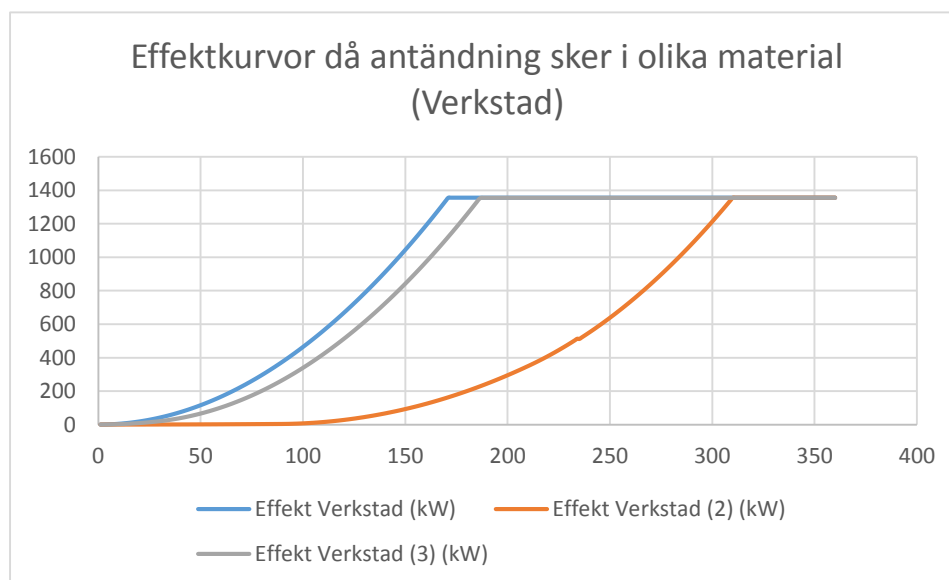
Åtgärdsförslagen som lagts fram påverkar inte det historiska värdet hos Sankt Erik och bedöms enligt ovan vara effektiva lösningar. Vid prioritering sätts magnetisk dörrhållare först, denna ses som mest avgörande för personsäkerheten samt har en god kostnadseffektivitet. Av de två övriga åtgärderna bedöms en förbättrad skyltningen ha ett högre värde då detta är något som rekommenderas över hela fartyget.

6.7 Känslighetsanalys

Vid skapandet av karakteristisk brandförloppskurva för scenario A analyseras hur förloppet varierar med olika initiala antändningar. Vidare jämförs dessa variationer i antändning med förlopp för verkstaden. Från kurvor redovisade i, *Figur 25* och *Figur 26* gå det att utläsa hur stor variationen blir för brandens tillväxt i de olika fallen. Värden som används för att ta fram dessa kurvor redovisas i *Bilaga A – Karakteristisk Brand*.



Figur 26 - Kurvorna representerar en brand då allt antänder samtidigt, en brand då antändning sker i det material med högst tillväxthastighet (alfa-värde) (2), samt en brand då antändning sker i det som är minst brandfarligt (3).



Figur 25 - Kurvorna representerar en brand då allt antänder samtidigt, en brand då antändning sker i det material med högst tillväxthastighet (alfa-värde) (2), samt en brand då antändning sker i det som är minst brandfarligt (3).

Variationen i tid till ventilationskontrollerad brand vid antändning av mest brandfarligt material samt för simultan antändning av allt material är liten mellan hytt och verkstad. Troligen beror detta på att geometrin för de två utrymmena är liknande. Det är möjligt att bränslet i verkstaden består av ämnen som kan alstra mer hälsovådliga brandgaser samt tjockare rök än motsvarande brand i hytt skulle göra. Detta kan potentiellt innebära sämre förhållande för de utrymmena. Bränslen som används för simuleringar redovisas i *Bilaga A – Karakteristisk Brand*. Som redovisas i *Figur 25* och *Figur 26* så är variationen större i tillväxthastighet för brand i verkstaden, jämfört med hytten. Kurvorna från de två figurerna ovan styrker analysens användande av *Effekt Hytt 1 (3)* som karakteristisk brand för scenario A. Detta då osäkerheten för verkstaden till största del innefattar långsammare förlopp bedöms branden i verkstaden inte ge ett värre brandförlopp än det i hytten.

I en djupare analys hade en undersökning av att placera branden i verkstaden och anpassa en mer exakt sotproduktion varit intressant.

För känslighetsanalys av säkerhetsmarginal kommer en av parametrarna att ändras åt gången inom ett bestämt intervall. Undersökning genomförs bland annat kring skillnad i brandeffekt mellan brand i hytt och brand i verkstad. Resultat visar på att maxeffekten snabbt är densamma då det efter bara ett par minuter övergår i ventilationskontrollerad brand med en effekt av 1355 kW. Att allt brännbart skulle antändas samtidigt är mycket osannolikt och då skillnaden i tillväxt är liten jämfört med den hos brand då det mest brandfarliga antänds kommer detta användas som värsta fall. I analysen kommer det ej att göras någon kvantitativ bedömning med simulering av brand i verkstaden då många parametrar är lika de för hytten med undantag av bränslet som till en lite större del består av plaster.

Parametrar som kan undersökas i en känslighetsanalys är sådana som är oberoende. En variation av tillväxthastighet påverkar tid till kritiska förhållanden, tid tills branden kan observeras i de två utrymningsscenarierna, samt tid till detektion (varseblivningstiden) och de tre sistnämnda kommer således inte att undersökas närmare i känslighetsanalysen. Antalet personer är en annan oberoende parameter som i sin tur påverkar förflyttningstid.

Varseblivningstiden varierar inte i någon större grad vid förändrad tillväxthastighet, som trolig tid har dock detektion för näst närmsta detektor valts. Förberedelsetid för utställningshallen varierar med ± 20 sekunder då statistik för liknande lokaler finns tillgänglig. För salongen används statistik för verksamheter liknande den aktuella, varpå en variation med 10 sekunder använts för känslighetsanalysen.

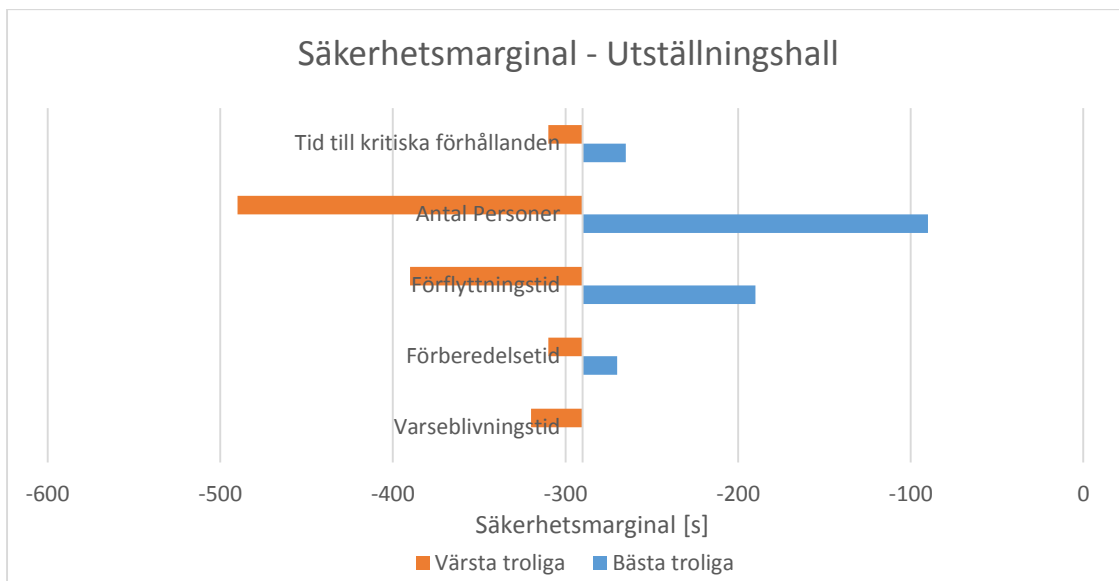
Förflyttningstid för utställningshallen anses variera med ± 5 sekunder per person från den dimensionerade tiden av 20 sekunder per person. För salongen kommer förflyttningshastigheten jämföras med den högre hastigheten 0,6 m/s vilket medför en förflyttningstid på 25 sekunder. Enligt BFS 2013:12 är 0,6 m/s den hastighet som gäller för utrymmen med hög persontäthet. Anledningen till att hastighet endast varierar uppåt är att det redan från början har antagits ett konservativt värde. Antalet personer i lokalerna varierar, med ± 10 från det basvärdet 20 personer.

En sammanställning av de tider som används i känslighetsanalysen presenteras i *Tabell 6*.

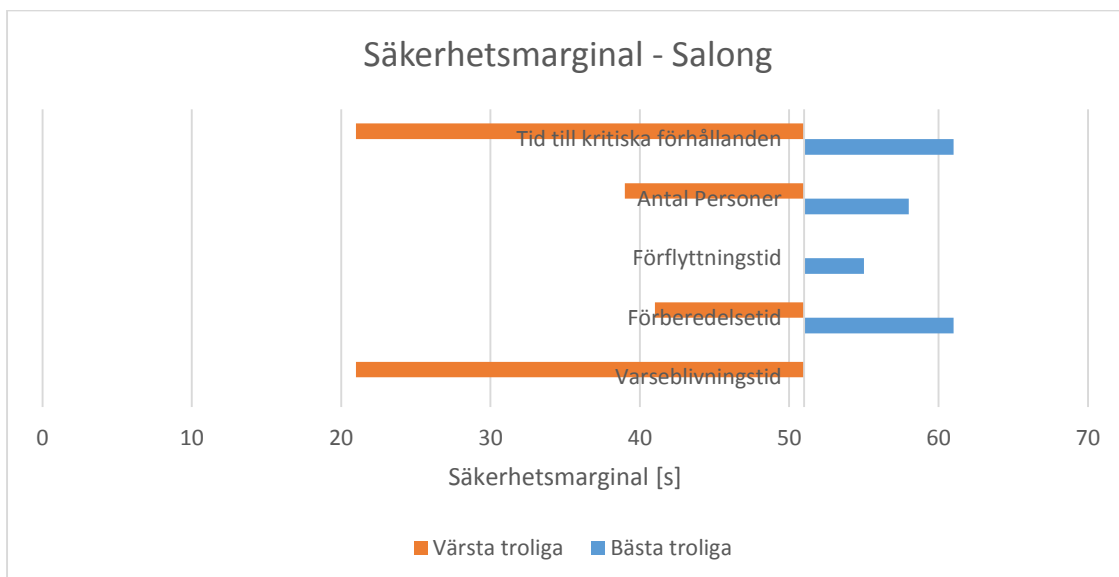
Tabell 6 – Sammanställning över varians för parametrar i känslighetsanalys.

Parameter	Utställningshall (bäst, karakteristisk, värst)	Salong (bäst, karakteristisk, värst)
Varseblivningstid [s]	20, 20, 50	20, 20, 50
Förberedelsetid [s]	50, 70, 90	80, 90, 100
Förflyttningstid [s]	300, 400, 500	25, 30, 30
Tid till kritiska förhållanden [s]	230, 200, 180	200, 190, 160

Resultatet av analysen redovisas nedan i ett tornadodiagram för utrymningsscenario A:1 i *Figur 27* och ett för utrymningsscenario A:2 i *Figur 28*.



Figur 27 - Tornadodiagram som redovisar känslighetsanalys över utställningshallen.



Figur 28 - Tornadodiagram som redovisar känslighetsanalys över salongen.

Mittenlinjen i diagrammet på -290 respektive +50 för utställningshallen respektive salongen representerar den säkerhetsmarginal som framkommit av de använda värdena för mest troliga utrymningstid. Staplarna som sträcker sig ut från denna illustrerar hur säkerhetsmarginalen varierar utifrån den osäkerhet som respektive parameter bidrar med.

I utställningshallen är det osäkerheten i antalet besökare som påverkar resultatet mest. För salongen är osäkerheten i tiden till kritiska förhållanden och varseblivningstiden de parametrar som påverkar mest. Sammantaget så är det i utställningshallen som störst osäkerhet finns och detta är kring utrymningen genom takluckan. Antalet personer och flödet påverkar stort hur lång tid det tar att utrymma och utan några källor att utgå ifrån så blir osäkerheten stor. Överlag har ingen osäkerhet bidragit till att påverka säkerhetsmarginalen i sådan grad att en negativ säkerhetsmarginal övergått till positiv, eller motsatt. Detta betyder att osäkerheterna inte har någon påverkan på huruvida säker utrymning kan ske eller ej.

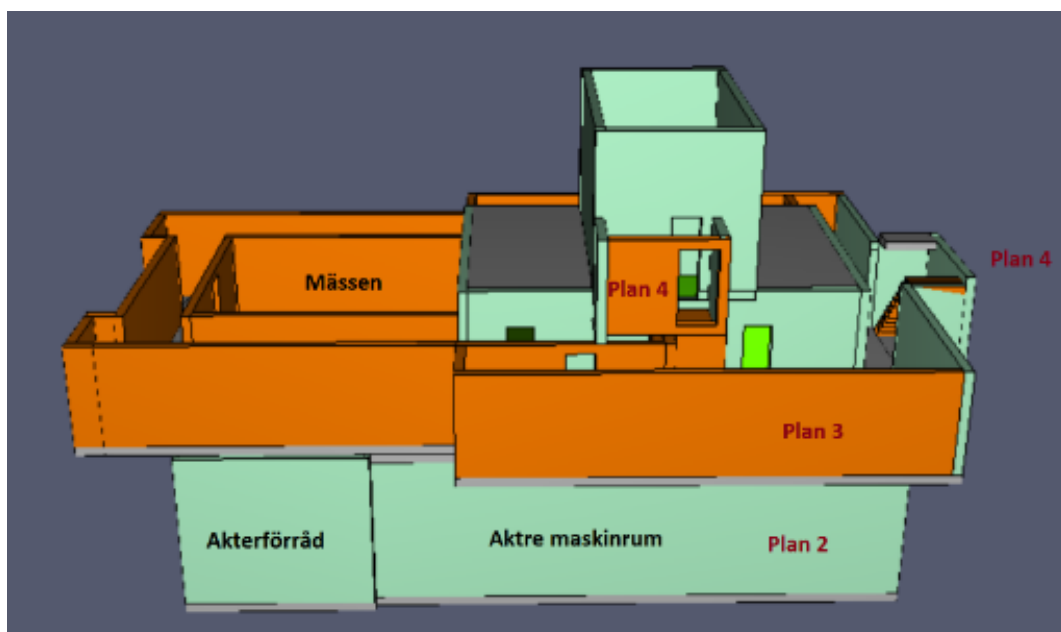
7 Scenario E - Brand i akterförråd.

I följande avsnitt kommer förutsättningarna samt en mer utförlig beskrivning av det tänkbara händelseförloppet för scenario E att beskrivas. Kapitlet kommer även att redovisa data från simuleringar samt handberäkningar från vilka en bedömning av befintligt brandskydd redogörs.

7.1 Beskrivning

I akterförrådet finns som tidigare beskrivit mycket brännbart material samt en elcentral vilken är av ett äldre slag. Ett elfel anses leda till antändning av något av den mängd bränsle som ligger i anslutning. Dörren väntas som beskrivits vara öppen vilket medför att branden når en högre effekt innan den blir ventilationskontrollerad. Brandgaserna kommer att flöda ut i det aktre maskinrummet och stiga upp genom våningarna som är avskilda med gånggaller. På plan 4 finns en utrymningsväg från maskinrummets styrbordsida som ansluter till en av utrymningsvägarna för bland annat mässen. Denna dörr stod vid besöket även vidöppen. En våning ner från denna finns ytterligare två utrymningsvägar från maskinrummet ut mot korridoren på styrbord sida. Av de två dörrarna var den mot fören vidöppen under besöket och framstod som huvudväg in och ut ur maskinrummet. Då dörren som var stängd, under besöket, går att öppna är det troligt att en besökare kommer använda denna dörr. Därför kommer även denna dörr vara öppen under brandscenariot.

Figur 29 visar geometrin för den berörda delen av fartyget för att ge läsaren en större förståelse för placeringen av brandscenariot.



Figur 29 – Geometrin för den berörda delen utav fartyget för brandscenario E. Styrbord är hitåt om uppställningen.

Då maskinrummet rökfylls kommer den översta utrymningsvägen på plan 4 tidigt att rökfyllas och blockeras för utrymning. Därefter, beroende på hur mycket brandgaser som produceras, kommer troligtvis brandgaserna i maskinrummet nå ner till de två dörröppningarna på plan 3. Då röken når dessa öppningar kommer brandgaser flöda in till korridoren på plan 3. Om korridoren på styrbord sida skulle rökfyllas blockeras den delen för utrymning av eventuella personer som befinner sig inne i mässen. Det innebär i sin tur att personerna endast kan utrymma genom korridoren på babord sida som dels leder till en utrymningsdörr på babord sida på plan 4, men även till trappa som leder upp till

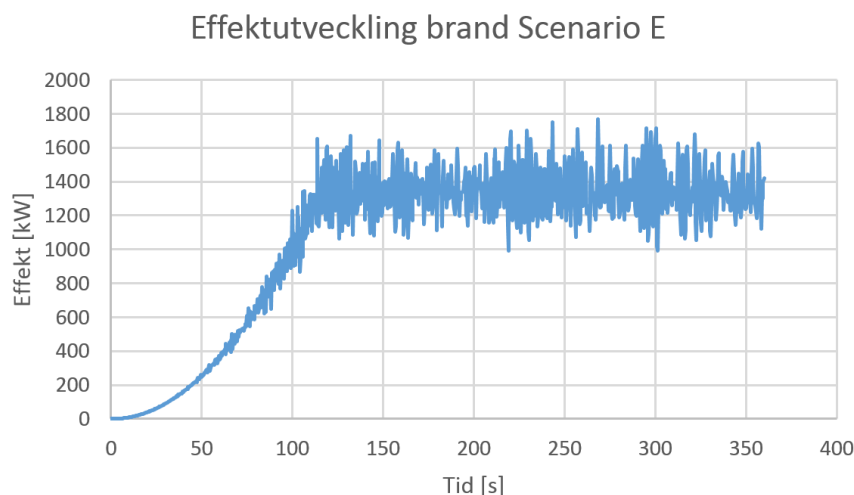
en utrymningsväg varav två nödutgångar enkelt kan nås. Trappan är placerad strax bortom maskinrummet utifrån mässhallens placering.

För att få en uppfattning om hur lång tid det tar för en eventuell rökfyllnad att ske och om utrymning kan ske inom acceptabla förhållanden krävs ytterligare information. Dataunderlaget för hur branden påverkar utrymningsförutsättningarna kommer bestå till stor del av simuleringar gjorda i FDS.

7.2 Karakteristisk brand

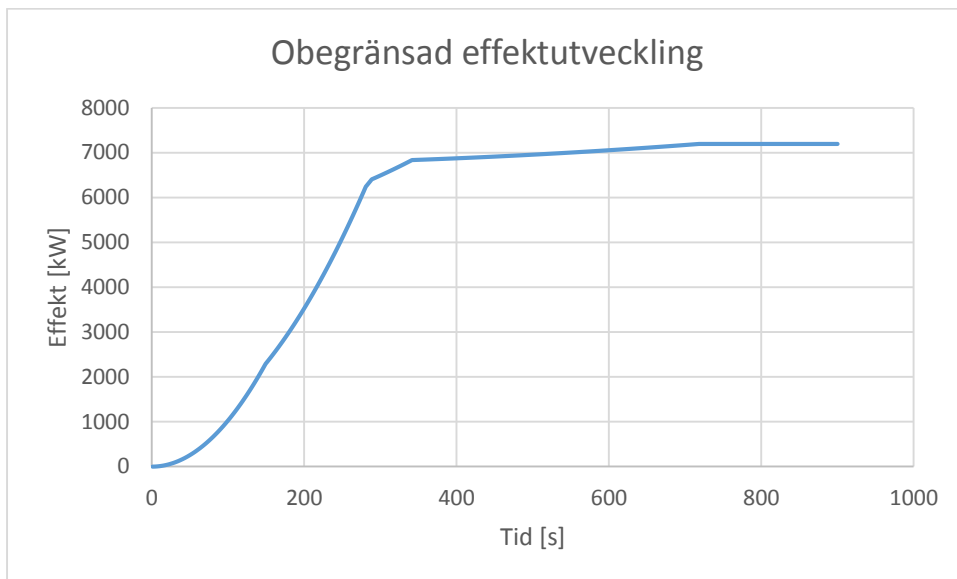
Utifrån besök där bränslet identifierades har följande effektkurva tagits fram för branden. Värderna som använts och metod för att ta fram effektkurvan redovisas i *Bilaga A – Karakteristisk Brand*. För scenariot har en förenkling gjorts där det ansatts att allt bränsle börjar brinna samtidigt. Bränslet som använts är en kombination av olja, plastlådor och trälådor.

Ventilationskontrollerad brand har beräknats uppstå efter cirka två minuter och effektkurvan som tagits fram och använts framställs i *Figur 30* vilken är hämtad från simuleringens resultat i FDS. Branden väntas bli ventilationskontrollerad innan övertändning sker och når en maxeffekt på 1,4 MW.



Figur 30 - Brandens effektkurva, tagen från FDS-simuleringen.

Givet att denna brand skulle sprida sig och brinna utanför akterförrådet så skulle effekten bli avsevärt större. Detta kan uppstå genom att oförbrända gaser flödar ut genom öppningen och där möter syre och antänder på grund av hög temperatur. Detta händer främst när man har potentiellt stora bränder som begränsas av ventilation. En sådan brand skulle kunna resultera i effektkurvan som redovisas i *Figur 31*.



Figur 31 - Effektkurva för akterförråd givet obegränsad syretillgång.

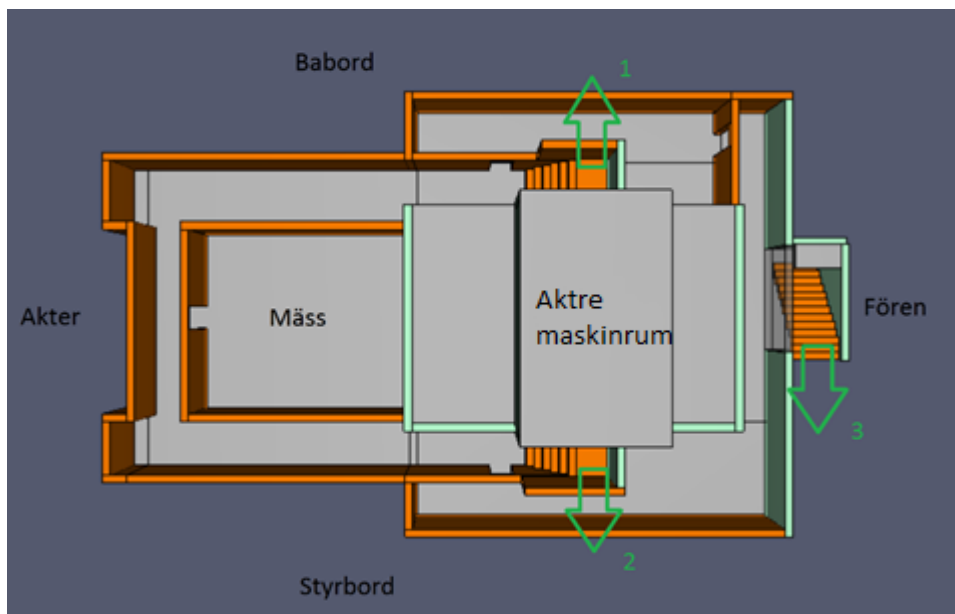
Diskussion kring påverkan av eventuell effekt vid obegränsad syretillgång tas upp i *Diskussion*

Bränslet som använts för att definiera branden i akterförrådet finns angivet i *Bilaga A – Karakteristisk Brand*. I simulering kring denna brand har värden för heptan använts för att definiera sotproduktionen. En stor del av sotet förväntas komma från brand i tvåtaktsolja. För att ta reda på hur heptan och tvåtaktsolja jämför sig med varandra i sotproduktion utfördes ett laboratorieförsök för att bestämma detta. Resultatet från dessa försök redovisas i *Bilaga B – Försök*.

7.3 Utrymning

Nedan redovisas de utrymningsscenarier som framkommit samt vilka antaganden och resonemang som har gjorts kring dessa. Nedan visas geometrin av plan 3, planet ovanför akterförrådet, med hjälp av uppställningen från Pyrosim, mer info om Pyrosim finns i *Bilaga E – Simuleringar*. För varje enskilt utrymningsscenario redovisas parametrarna för utrymningstid i *Tabell 7, 8 och 9*.

Figur 32 visar de olika riktningar som nämns i utrymningsscenarierna. *Figur 3* kan tillsammans med figuren nedan ge en bättre uppfattning om vart brandscenariet är placerat. De gröna pilarna visar utrymningssvägar där det anses att fortsatt säker utrymning kan ske till säker plats. Pil 1 och pil 2 utgörs av utrymningsdörrar som leder ut på fartygets övre däck, plan 4. Pil 3 är en fortsatt utrymningssväg till plan 4 där det finns två utrymningsdörrar i direkt anslutning. Dessa är på ett avstånd av 3 respektive 5 meter efter trappan.



Figur 32 - En överblick över plan 3 av den delen av fartyget som berörs av brandscenario E.

Personsäkerheten utvärderas utifrån tre olika utrymningsscenarier: E:1, E:2 och E:3. I samtliga scenarier innefattas 20 personer men det som skiljer de åt är vart de befinner sig i fartyget då brand utbryter. Utrymningsscenario E:1 och E:2 utgår ifrån att besökarna är samlade i mässen. Det som skiljer de två scenarierna åt är att de utrymmer på babord respektive styrbord sida av mässen. Utrymningsscenario E:3 skiljer såg från de andra två då E:3 utgår från att besökarna är i maskinrummet på plan 2 då branden bryter ut.

7.3.1 Utrymningsscenario E:1

I utrymningsscenario E:1 befinner det sig 20 personer inne i mässen. Utrymningsvägen som de utrymmande väljer att ta är genom korridoren på babord sida om mässen. Därefter går de upp för trappan babord om maskinrummet, för att sedan genom dörren vid pil 1 kliva ut på fartygets däck. Ute på däck anses de utrymmande vara säkra för fortsatt utrymning till säker plats på kajen.

Tabell 7 - Visar de parametrar som utgör den totala utrymningstiden för utrymningsscenario E:1.

Parameter	Mest trolig tid [s]	Källa
Varseblivningstid	20	FDS, Tabell 25, Bilaga C
Förberedelsetid	60	(Boverket, 2013)
Förflyttningstid	120	Handberäkningar Bilaga C
Total utrymningstid	200	-

7.3.2 Utrymningsscenario E:2

I utrymningsscenario E:2 befinner det sig 20 personer inne i mässen. Utrymningsvägen som de väljer är att lämna mässen och sedan ta sig genom korridoren på styrbord sida om mässen. Därefter går de upp för trappan, styrbord om maskinrummet, och sedan öppna dörren vid pil 2 för att sedan kliva ut på fartygets däck, som anses vara säker för fortsatt utrymning mot säker plats.

Tabell 8 - Visar de parametrar som utgör den totala utrymningstiden för utrymningsscenariot E:2.

Parameter	Mest trolig tid [s]	Källa
Varseblivningstid	20	FDS, Tabell 25, Bilaga C
Förberedelsetid	60	(Boverket, 2013)
Förflyttningstid	120	FDS, Tabell 25, Bilaga C
Total utrymningstid	200	-

7.3.3 Utrymningsscenario E:3

I utrymningsscenario E:3 befinner det sig 20 personer nere i maskinrummet på plan 1. Utrymningsvägen som de väljer är att ta trapporna i maskinrummet upp till plan 3. Därefter träder de in i korridoren styrbord om maskinrummet. Slutligen går de upp för trappan mot fören från maskinrummet, pil 3, och därefter befinna sig i säker zon. Vilken utrymningsväg på plan 3 besökarna väljer är troligtvis ointressant då samtliga utrymningsvägar på plan 3 troligtvis inte har uppnått kritiska förhållanden. Detta givet att besökarna inte utsatts för kritiska förhållanden under tiden från plan 1 och 2 i maskinrummet upp till korridoren på plan 3. Utrymningstiden för scenariot kommer att räknas utefter att samtliga besökare väljer utrymningsvägen vid pil 3.

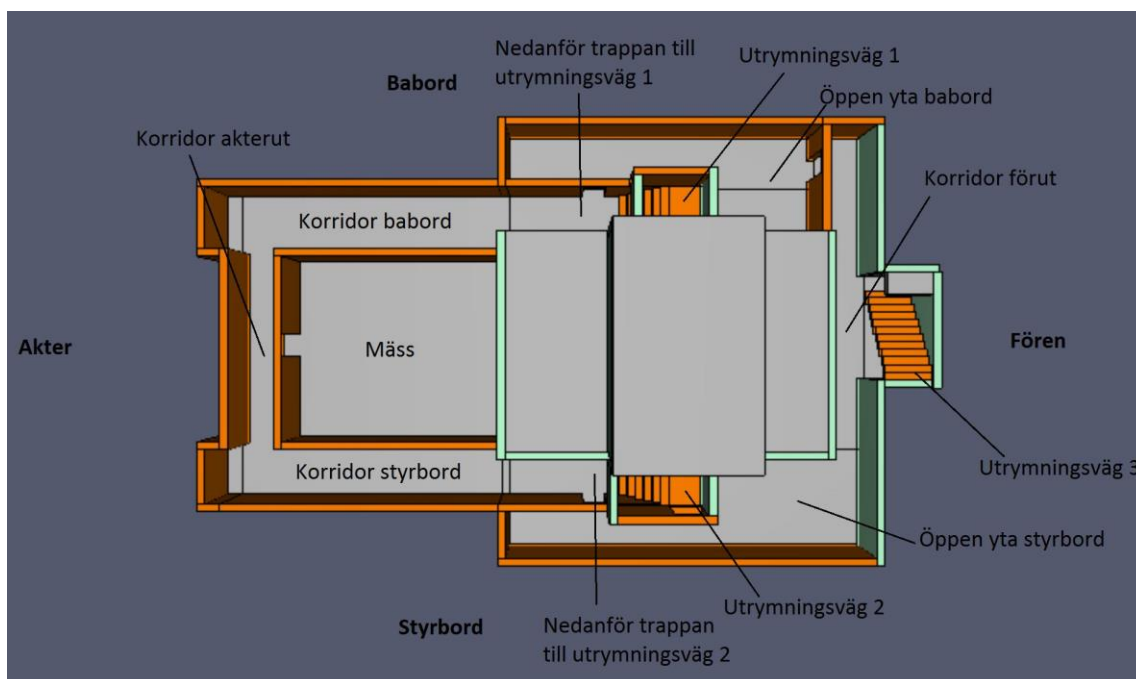
Tabell 9 - Visar de parametrar som utgör den totala utrymningstiden för utrymningsscenariot E:3.

Parameter	Mest trolig tid [s]	Källa
Varseblivningstid	20	FDS, Tabell 25, Bilaga C
Förberedelsetid	60	(Boverket, 2013)
Förflyttningstid	130	FDS, Tabell 25, Bilaga C
Total utrymningstid	210	-

Ytterligare beräkning på tiden tills det att förflyttningen påbörjas, som även den visar på total utrymningstid på 210 sekunder, redovisas i *Bilaga C - Utrymningstid*

7.4 Tid till kritiska förhållanden

Enligt BBRAD så finns det som tidigare nämnt olika kriterier som avgör när förhållandena i ett utrymme inte längre är acceptabla för utrymning. Mer om detta finns att läsa i *kapitel 5*. Den kritiska nivån för brandgaslagret beräknas till 1,8 meter. Under detta kapitel kommer tider samt figurer tagna ur *Smokeview* att presenteras då kritiska förhållanden uppnås. Även tider och figurer då säker utrymning ej längre kan ske för respektive utrymningsscenario kommer att redovisas i följande kapitel.



Figur 33 - Överblickande geometri för aktuellt scenario. Beskriver vad de olika delarna benämns som i kommande tabeller.

7.4.1 Utrymningsscenario E:1

Tabellen nedan visar hur lång tid efter brandens start som kritiska förhållande uppnås längs utrymningsvägen för det aktuella utrymningsscenariot. Tiderna bygger på data som erhållits ifrån FDS-simuleringar.

Tabell 10 visar att det endast är *Tid till kritisk brandgashöjd* samt *Tid till kritisk sikt* som hindrar utrymningen från att ske på ett säkert vis. Detta betyder att det endast är brandgaserna som är farliga för det aktuella utrymningsscenariot.

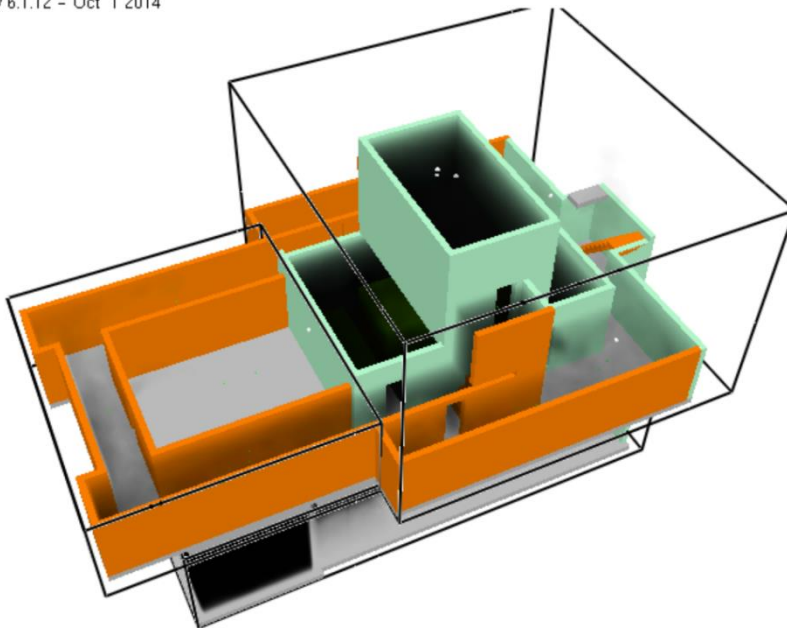
Tabell 10 - Visar tiden in i brandförloppet till då de olika kritiska förhållandena uppnås längs utrymningsvägen för det aktuella utrymningsscenariot.

E:1	Mässen	Korridor akterut	Korridor babord	Nedanför trappan till utrymningsväg 1	Utrymningsväg 1
Tid till kritisk brandgashöjd [s]	230	150	170	190	-
Tid till kritisk sikt [s]	310	180	200	240	320
Tid till kritisk temperatur [s]	-	-	-	-	-
Tid till kritisk strålningsintensitet [s]	-	-	-	-	-
Tid till kritisk CO-halt [s]	-	-	-	-	-
Tid till kritisk CO ₂ -halt [s]	-	-	-	-	-

Som nämns i teorin så krävs det att både *Kritisk brandgashöjd* samt *Kritisk sikt* uppfylls för att säker utrymning ej ska kunna ske. Som tabellen ovan visar har både *Tid till kritisk brandgashöjd* och *Tid till kritisk sikt* uppnåtts efter 3 minuter. Kritiska förhållanden uppstår först för *Korridor akterut*, utanför mässen. En visualisering av förhållandena då de kritiska förhållandena uppstår ges av figurerna nedan.

Figur 34 är tagen ur Smokeview och visar hur det ser ut efter cirka 2,5 minuter, då *Kritisk brandgashöjd* har uppnåtts i *Korridor akterut*.

Smokeview 6.1.12 - Oct 1 2014



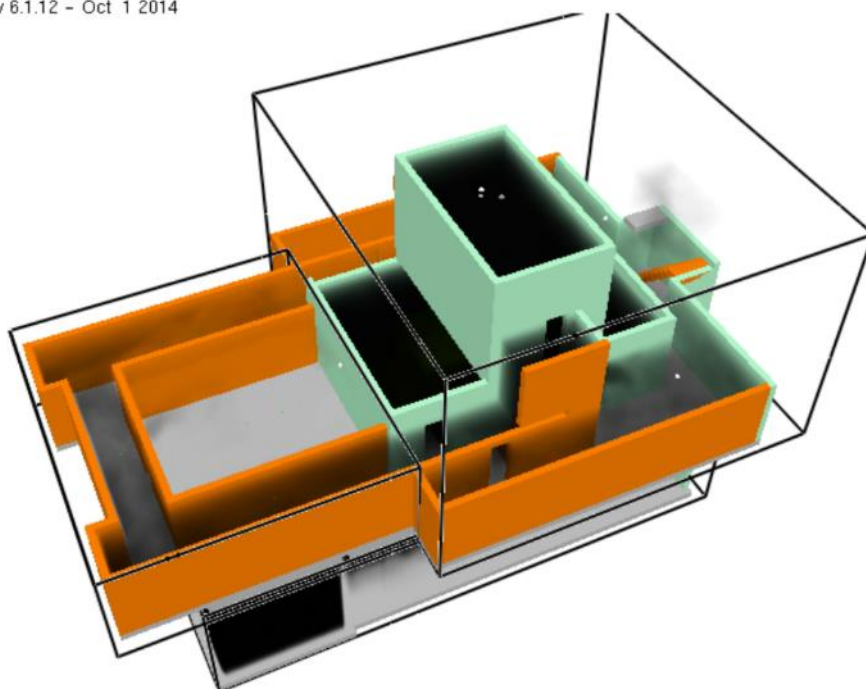
Frame: 405

Time: 145.8

mesh: 1

Figur 34 – Bild över mäss och ingång till maskinrum, tagen ur Smokeview 145,8 sekunder in i simuleringen av brandförloppet som visar då kritisk brandgashöjd uppnåtts i korridor akterut.

Figur 35 visar tre minuter in i brandförloppet och illustrerar hur sotproduktionen ser ut i Smokeview då det ej kan ske säker utrymning genom korridoren akter om mässen.

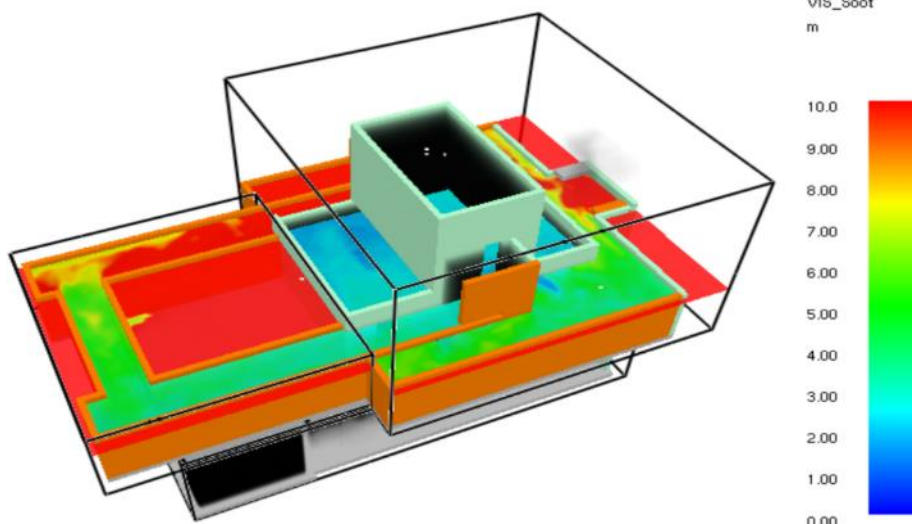


Frame: 500
Time: 180.0

mesh: 1

Figur 35 - Bild över mäss och ingång till maskinrum, tagen ur Smokeview som ger en uppfattning om sotproduktionen i lokalen då ej säker utrymning kan ske för det aktuella utrymningsscenarioet.

Figur 36 visar siktförhållanden efter 3 minuter, då säker utrymning för det aktuella scenariot ej är möjlig. Färgskalan i figuren går mellan 0 och 10 meter, observera att lägst sikt här har markerats med färgen blå. Vid denna tidpunkt har både *Kritisk brandgashöjd* och *Kritisk sikt* uppnåtts för *Korridor akterut*.



Frame: 500
Time: 180.0

mesh: 1

Figur 36 - Bild över mäss och ingång till maskinrum, tagen ur Smokeview. Visar siktförhållandet 180 sekunder in i brandförloppet.

7.4.2 Utrymningsscenario E:2

Tabellen nedan visar hur lång tid efter brandens start som respektive kritiska förhållande uppnås längs utrymningsväg för aktuellt utrymningsscenario. Tiderna bygger på data från FDS-simuleringar.

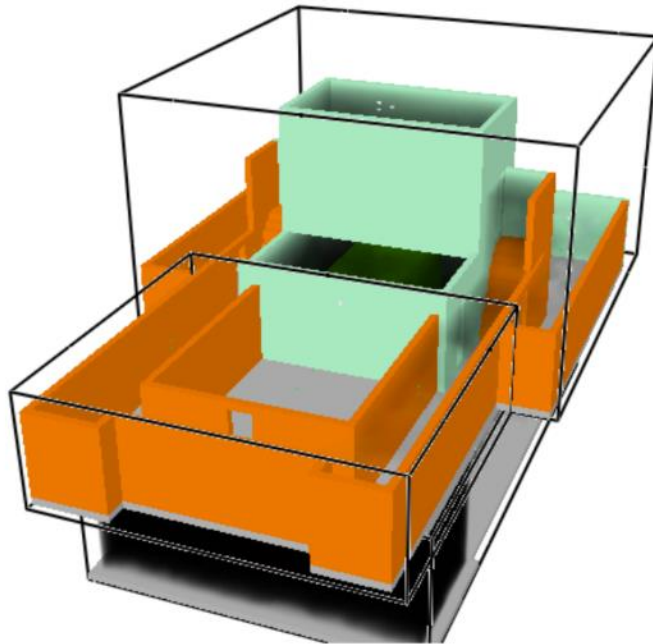
Tabell 11 - Visar tiden in i brandförloppet till då de olika kritiska förhållandena uppnås längs utrymningsvägen för det aktuella utrymningsscenariot.

E:2	Mässen	Korridor akterut	Korridor styrbord	Nedanför trappan till utrymningsväg 2	Utrymningsväg 2
Tid till kritisk brandgashöjd [s]	230	150	120	120	110
Tid till kritisk sikt [s]	310	180	160	140	140
Tid till kritisk temperatur [s]	-	-	-	-	-
Tid till kritisk strålningsintensitet [s]	-	-	-	-	-
Tid till kritisk CO-halt [s]	-	-	-	-	-
Tid till kritisk CO ₂ -halt [s]	-	-	-	-	-

Tabellen visar att det är endast *Tid till kritisk brandgashöjd* samt *Tid till kritisk sikt* som hindrar utrymningen från att ske säkert. Som nämns tidigare i teorin krävs det att både *Kritisk brandgashöjd* samt *Kritisk sikt* nås för att säker utrymning ej kan ske.

Som *Tabell 11* visar har både *Tid till kritisk brandgashöjd* och *kritisk sikt uppnåtts* efter drygt två minuter. Det kritiska förhållandet uppstår först vid *Utrymningsväg 2*. Därefter dröjer det enbart tre sekunder tills det att säker utrymning ej kan ske nedanför trappan, upp till utrymningsväg 2. Då det ej kan ske säker utrymning nedanför trappan blockeras även dörröppning ut till *Öppen yta styrbord* för att sen utrymma genom *Utrymningsväg 3*.

Figur 37 är tagen ur Smokeview och visar hur det ser ut efter cirka 2 minuter då *Kritisk brandgashöjd* har uppnåtts vid *Utrymningsväg 2*.



Frame: 316

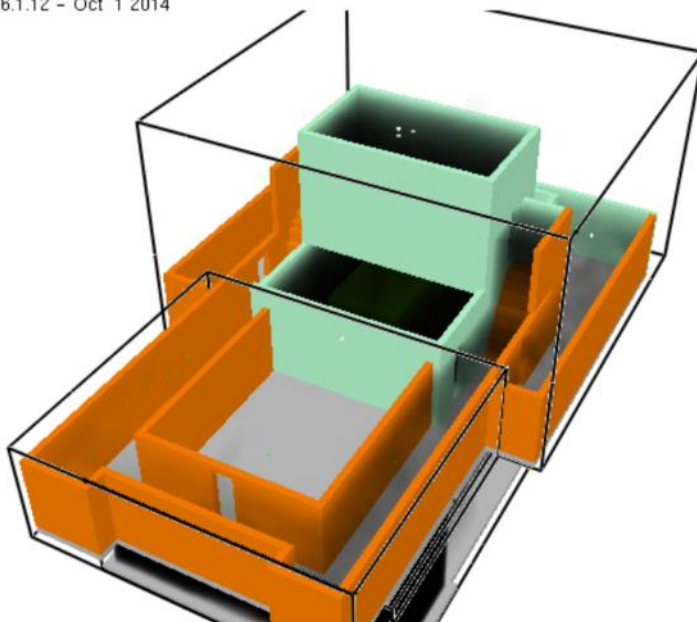
Time: 113.8

mesh: 1

Figur 37 - Bild över mässa, tagen ur Smokeview som visar sotproduktionen 113,8 sekunder in i simulering av brandförloppet.

Figur 38 visar då säker utrymning ej är möjlig genom Utrymningsväg 2 samt att besökarna ej kan nå Utrymningsväg 3 genom dörröppning placerad nedanför trappan till Utrymningsväg 2. Detta tillstånd uppstår cirka 2,5 minuter in i brandförloppet.

Smokeyview 6.1.12 - Oct 1 2014



Frame: 400

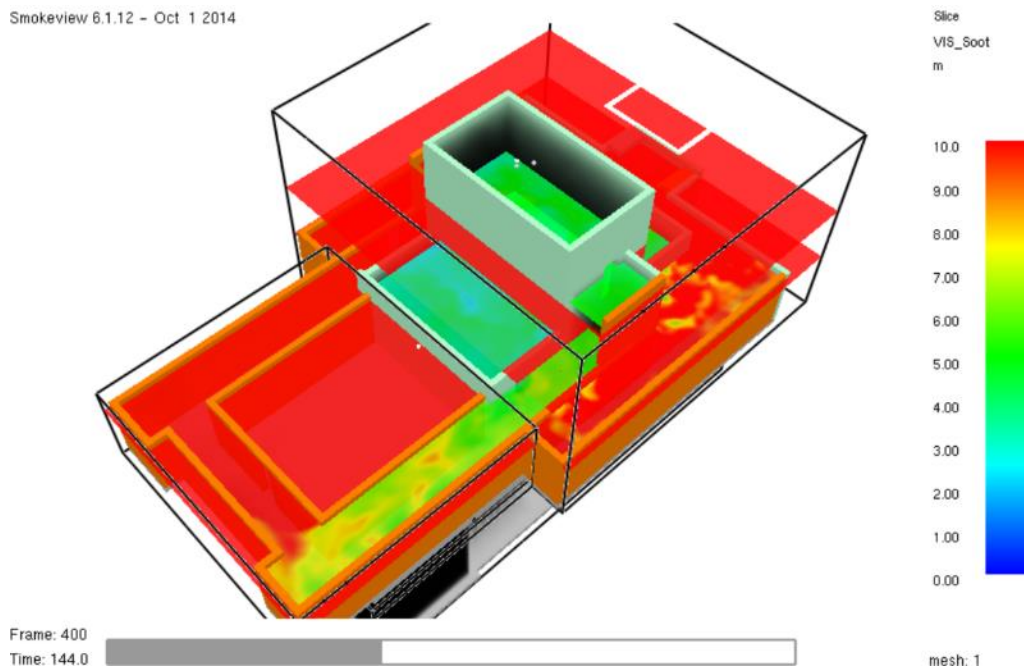
Time: 144.0

mesh: 1

Figur 38 - Bild över mässa, tagen ur Smokeview som visar sotmängden i utrymmet 144 sekunder in i förloppet.

Figur 39 visar siktförhållanden efter cirka 2,5 minuter, det kan vid denna tidpunkt ej ske säker utrymning för aktuellt scenario. Vid denna tidpunkt har både *Kritisk brandgashöjd* och *Kritisk sikt* uppnåtts för *Utrymningsväg 2* samt *Nedanför trappan till utrymningsväg 2*.

Smokeview 6.1.12 - Oct 1 2014



Figur 39 – Bild över mäss, tagen från Smokeview som visar siktförhållandet 144 sekunder in i brandförloppet.

7.4.3 Utrymningsscenario E:3

Tabellen nedan visar hur lång tid efter brandens start som respektive kritiskt förhållande uppnås längs utrymningsvägen för det aktuella utrymningsscenarioet. Tiderna bygger på data från FDS-simuleringarna som erhållits från input-data till FDS.

Tabell 12 - Visar tiden in i brandförloppet till då de olika kritiska förhållandena uppnås längs utrymningsvägen för det aktuella utrymningsscenarioet.

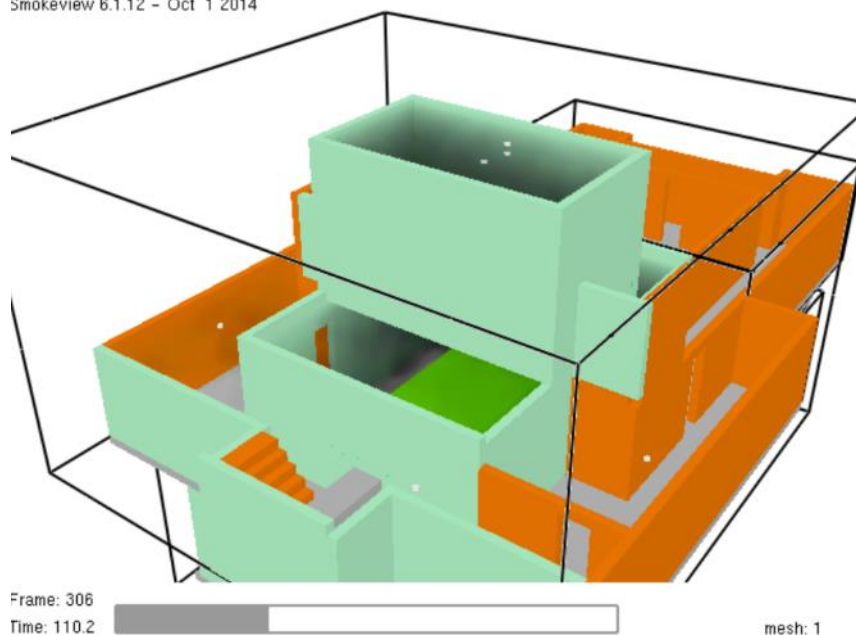
E:3	Maskinrummet Plan 1	Maskinrummet Plan 2	Öppen yta styrbord	Korridor förut	Utrymningsväg 3
Tid till kritisk brandgashöjd [s]	110	110	140	160	200
Tid till kritisk sikt [s]	160	130	180	200	230
Tid till kritisk temperatur [s]	-	-	-	-	-
Tid till kritisk strålningsintensitet [s]	-	-	-	-	-
Tid till kritisk CO-halt [s]	-	-	-	-	-
Tid till Kritisk CO ₂ -halt [s]	-	-	-	-	-

Tabellen ovan visar att det endast är *Tid till kritisk brandgashöjd* samt *Tid till kritisk sikt* som hindrar utrymningen från att ske på ett säkert sätt. Detta betyder att det primärt är brandgaserna som är farliga för det aktuella utrymningsscenariot. Som nämns tidigare i teorin så krävs det att både *Kritisk brandgashöjd* samt *Kritisk sikt* uppfylls för att säker utrymning ej kan väntas ske.

Som *Tabell 12* visar har både *Kritisk brandgashöjd* och *Kritisk sikt* uppnåtts efter drygt 2 minuter. Kritiska förhållandet uppstår först vid maskinrum på plan 2, där besökarna enligt scenario passerar för att ta sig ut från maskinrummet. Besökarna måste gå upp för smala trappor för att ta sig till denna nivå. Detta innebär att det är på denna plats som köbildningen förväntas uppstå. Enligt kriterier för säker utrymning enligt BBRAD går det alltså ej att utrymma säkert via tilltänkt väg efter dryga två minuter.

Figur 40 är från Smokeview och visar hur det ser ut efter cirka 2 minuter då *Kritisk brandgashöjd* har uppnåtts vid plan 2 i maskinrummet.

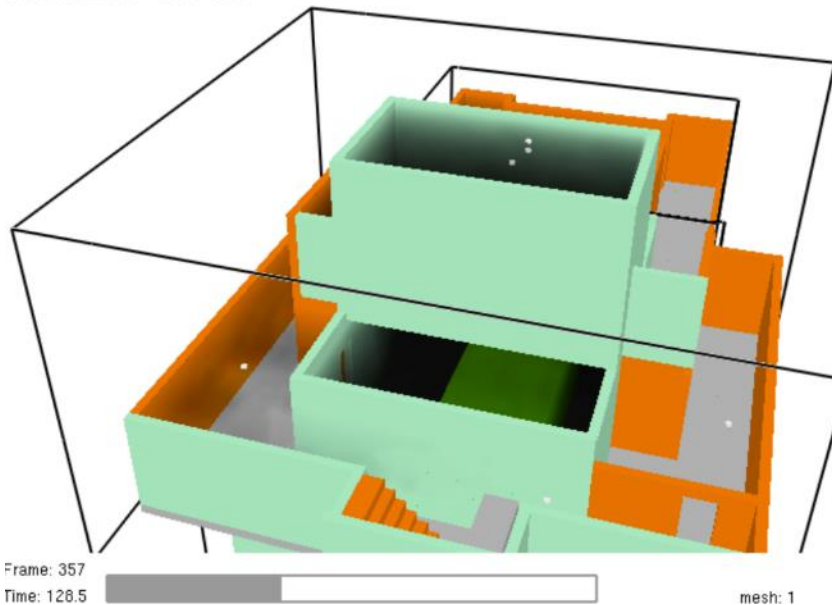
Smokeview 6.1.12 - Oct 1 2014



Figur 40 - Bild tagen ur Smokeview som visar sotproduktionen 110,2 sekunder in i brandförloppet. Bilden visar närmst trappan upp mot kabysen. De rökfyllda delarna är maskinrummet. Bilden är tagen akterut.

De två följande bilderna är från Smokeview vid den tidpunkt, drygt 2 minuter in i brandförloppet, då säker utrymning ej kan ske från maskinrummet på plan 3.

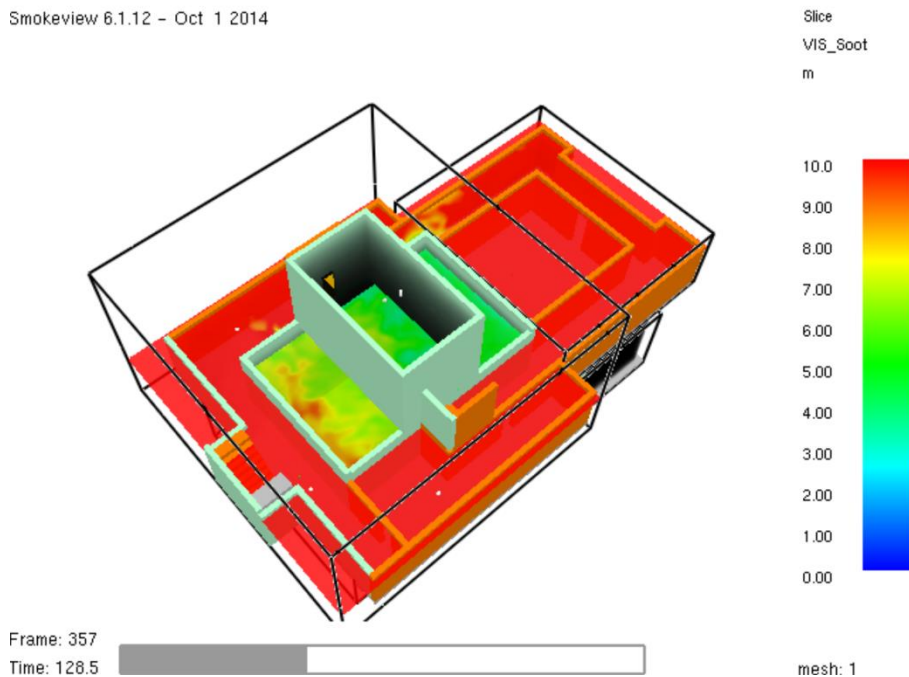
Smokeview 6.1.12 - Oct 1 2014



Figur 41 - Bild tagen ur Smokeview som visar sotproduktionen 128,5 sekunder in i brandförloppet. Bilden är tagen akterut, närmst är trappan upp mot kabysen. Brandgaserna kommer nerifrån maskinrummet.

Figur 42 ger även en uppfattning om hur siktförhållandena är på 180 centimeter ovanför gallergolvet på plan 3 inne i maskinrummet.

Smokeview 6.1.12 - Oct 1 2014



Figur 42 - Bild tagen från Smokeview som visar siktförhållandet 128,5 sekunder in i brandförloppet.

7.5 Resultat

I tabellen nedan jämförs den totala utrymningstiden för samtliga besökare med tiden tills det att kritiska förhållanden uppstår längs utrymningsvägen.

Tabell 13 - Visar en sammanställning om huruvida det kan ske säker utrymning eller ej.

Scenario	Tid till kritiska förhållanden [s]	Total Utrymningstid [s]	Säkerhetsmarginal [s]
Utrymningsscenario E:1	180	200	- 20
Utrymningsscenario E:2	140	200	- 60
Utrymningsscenario E:3	130	210	- 80

Det som kan utläsas från tabellen är att det inte kan garanteras säker utrymning vid tre utrymningsscenarioer. Då det i utrymningsscenario E:1 överstigs med 20 sekunder från kritiska förhållanden innebär det att de snabbaste personerna troligen kommer utrymma under säkra förhållanden. Detta är ej tillräckligt då kravet är att samtliga besökare ska kunna utrymma under säkra förhållanden. Detsamma gäller även övriga utrymningsscenarioer.

De kritiska nivåerna för värmestrålning/värmedos, temperatur eller toxicitet uppnåddes aldrig under simuleringstiden för de aktuella utrymningsscenarioerna.

7.6 Åtgärder

I syfte att reducera brandgasspridning till utrymningsvägarna från mässen är åtgärder nödvändiga för att säker utrymning ska kunna ske. Detta kan ske genom att brandgaser ventileras ut, exempelvis med brandgasluckor. En annan lösning är att stänga in branden, vilket både dämpar brandeffekten och minskar brandgasspridning.

Enligt utrymningskriterium 2 i BBRAD ska sikten 2 meter ovan golv vara minst 5 meter. För objektet är takhöjden i de flesta utrymmen 2,1 meter och det är därmed svårt att göra antagandet att personer kommer befinnas sig på höjden två meter med ögonen. Anledningen till att gränsen har satts till två meter är att skyltar och vägledande markeringar ska synas väl för den som utrymmer. Genom att använda sig av markeringar i både över och underkant anses det rimligt att den siktbarheten kan sättas till fem meter vid höjden 1,8 meter ovan golv.

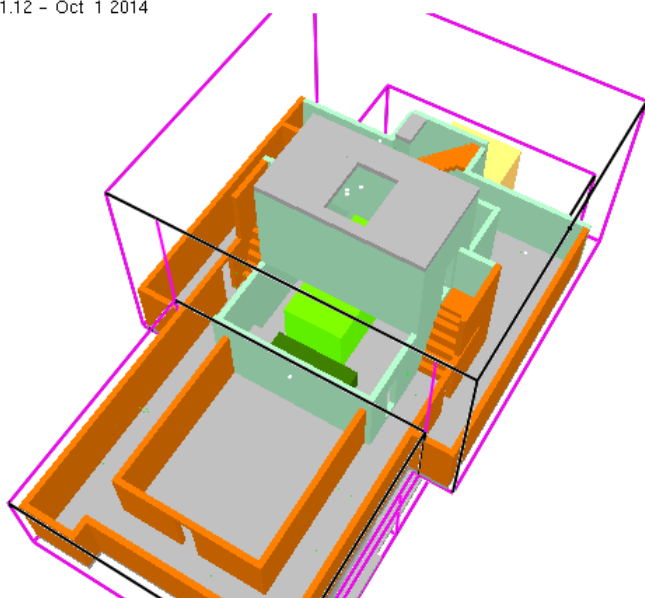
De åtgärder som föreslås för vidare undersökning är följande:

- Installera brandgasventilation
- Förhindra brandgasspridning genom att hålla dörren till akterförrådet stängd
- Förbättra vägledande markeringar

7.6.1 Brandgasventilation

Som presenterades under *Tid till kritiska förhållanden* är det brandgaserna som bidrar till att det ej kan ske säker utrymning för besökarna vid respektive utrymningsscenario. För att minska påverkan på besökarna från brandgaserna är ett förslag att installera brandgasventilation i form av brandgasluckor i taket högst uppe i det aktre och främre maskinrummet. Brandgasluckor öppnas förslagsvis då en närliggande rökdetektor har aktiverats. I dagsläget finns det luckor på plats i både främre och aktre och åtgärden skulle bestå av att installera en motor/fjäder som öppnar både dessa i händelse av brand. Att luckor i både för och akter öppnas innebär att tilluft kommer finnas tillgängligt genom fritt flöde mellan dessa.

Smokeview 6.1.12 - Oct 1 2014



Figur 43 - Smokeview visar den berörda geometrin med den förslagna brandgasluckan.

Figur 43 nedan visar brandgasluckans föreslagna placering samt storlek. Den geometriska fria arean som uppskattats finnas tillgänglig i de existerande luckorna är 3 m².

7.6.2 Förhindra brandgasspridning

Ytterligare föreslagen åtgärd är att ha dörren till akterförrådet stängd vid brand. Det kan genomföras genom att antingen installera dörrstängare eller att ha rutiner på att dörren alltid ska hållas stängd. Då dörren är stängd kommer brandgasspridning till maskinrummet försvinna i stort. Däremot finns där i dagsläget påbörjan till brandtätningar, se *Figur 44*, som kan leda till liten brandgasspridning. Färdigställandet av brandtätningarna anses inte innebära en märkbar förbättring av brandskyddet.



Figur 44 - Påbörjade brandtätningar mellan akterförrådet och maskinrummet.

Däremot om det ligger i fastighetsägarens intresse att slutföra brandtätningarna kan detta göras för att förhindra brandgasspridning ytterligare. Detsamma gäller för de hål som syns till höger om brandtätningen i *Figur 44*.

Med nämnda åtgärd kommer även branden i akterförrådet snabbt att bli ventilationskontrollerad. Bristen på syre kommer leda till att brandeffekten inte kan öka och så småningom kvävas. Faran i denna åtgärd är om räddningstjänsten eller annan person ska öppna dörren för att göra en släckinsats eller kontrollera utrymnet. Då dörren öppnas finns risken för brandgasexplosion då syre strömmar in till akterförrådet och kan leda till att branden eskalerar snabbt på nytt.

7.6.3 Vägledande markeringar

För utrymningsscenario E:3 där besökarna befinner sig på plan 2 i maskinrummet anses det högst otroligt att besökarna ska hinna ta sig upp för två trappor i maskinrummet, för att sen ta sig mot *Utrymningsväg 3*, innan det hinner bli kritiska förhållanden längs vägen. För att komma undan problemet med att besökarna ska ta sig ut genom den tänkta vägen är det viktigt med god skyltning så att besökarna ser och väljer att ta utrymningsvägen som går genom pannrummet. För att göra besökarna varse om utrymningsvägen genom pannrummet är en rimlig åtgärd fler och tydliga utrymningsskyltar. Även skyltar och markering på/längs golvet kan hjälpa besökarna välja lämplig utrymningsväg. *Figur 46* visar på en utrymnings skylt i maskinrummet som är riktad mot utrymningsvägen genom pannrummet. Skylten på bilden är idag, liksom många andra på Sankt Erik, otidsenlig och ska enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter bytas ut till nuvarande standard (AFS 2008:13).



Figur 46 - Exempel på skyltning för att göra besökarna varse om utrymningsväg.

Utrymning av massen försvaras även av brandgasspridning som leder till en försämrad sikt. Då en försämrad sikt inte är något livshotande kan det troligtvis ske utrymning ändå. För att ta hänsyn till den dåliga sikten som innebär problem för de utrymmande personerna är det lämpligt att underlätta utrymningen för personerna. En föreslagen åtgärd för att ta hänsyn till den dåliga sikten är att ha skyltar/markeringar på golvnivå som hjälper besökarna att hitta ut. Då det finns flera höga trösklar ombord på fartyget kan det vara lämpligt att placera utrymningsskyltar på dessa. Både i syfte att vägleda utrymmande, samt för att uppmärksamma dem om hinder. *Figur 45* nedan är ett exempel på hur bra markering kan nyttjas i golvnivå för att underlätta det för besökarna att hitta en utrymningsväg då sikten är dålig.



Figur 45 - Markering längs golvet som leder till utrymningsväg. Trappan till höger är upp mot kabyssen.

7.7 Verifiering

I följande kapitel kommer de föreslagna åtgärderna att kontrolleras för att se hur dessa påverkar utrymning.

7.7.1 Brandgasventilation

För att undersöka hur en eventuell brandgaslucka i maskinrummet skulle ha för betydelse, för *Tid till kritiska förhållanden*, gjordes det simuleringar i FDS enligt *Figur 43*. Två olika storlekar på brandgasluckan testades för att se ifall effekten blev märkbar.

Resultaten från de två olika simuleringarna, där storleken på luckan varierades, redovisas i tabellerna nedan.

Tabell 14 presenterar den tid till då säker utrymning ej kan ske för de olika utrymningsscenarierna då brandgasluckans storlek är 1,5 m².

Tabell 14 - Visar tid till då säker utrymning ej kan ske för respektive utrymningsscenario då brandgasluckan högst upp i maskinrummet har en storlek på 1,5 m².

Utrymningsscenario Brandgaslucka 1,5 m ²	Tid till kritiska förhållanden [s]	Total Utrymningstid [s]	Säkerhetsmarginal [s]
Utrymningsscenario E:1	240	200	40
Utrymningsscenario E:2	130	200	-70
Utrymningsscenario E:3	130	210	-80

Tabell 15 presenterar den tid till då säker utrymning ej kan ske för de olika utrymningsscenarierna då brandgasluckans storlek är 3 m². Simuleringen gjordes under 480 sekunder och visade ej på några kritiska förhållanden för utrymningsscenario E:1.

Tabell 15 - Visar tid till då säker utrymning ej kan ske för respektive utrymningsscenario då brandgasluckan högst upp i maskinrummet har en storlek på 3 m².

Utrymningsscenario Brandgaslucka 3 m ²	Tid till kritiska förhållanden [s]	Total Utrymningstid [s]	Säkerhetsmarginal [s]
Utrymningsscenario E:1	-	200	+∞
Utrymningsscenario E:2	140	220	-80
Utrymningsscenario E:3	130	210	-80

Tiden till kritiska förhållanden då brandgasventilation används har tagits fram med hjälp av FDS-simuleringar. Resultatet från dessa finns redovisat i *Bilaga F – Tid till kritiska förhållanden för åtgärder*.

Som resultaten visar medför brandgasluckorna inte till säker utrymning i alla tre utrymningsscenarier. En installation av brandgasluckor förväntas endast leda till en säker utrymning för utrymningsscenario E:1. Därför är det nödvändigt att ytterligare åtgärder införs. Ett tidigare beskrivet förslag är att dörren till akterförrådet hålls stängd. Detta väntas kraftigt begränsa brandgasspridningen och medföra säker utrymning för samtliga utrymningsscenarier.

7.7.2 Alternativ utrymningsväg för E:3.

Nedan kommer det undersökas huruvida den föreslagna åtgärden, att använda utrymningsvägen genom pannrummet, kan ske under säkra förhållanden.

Tabell 16 – Jämförelse mellan utrymningstid och tid till kritiska förhållanden för utrymning genom pannrummet för scenario E:3

Alternativ utrymningsväg för E:3	Tid till kritiska förhållanden [s]	Total Utrymningstid [s]	Säkerhetsmarginal [s]
Utrymning via pannrummet	160	140	+20

Som *Tabell 16* visar kan det ske säker utrymning för besökarna då de befinner sig nere i maskinrummet på plan 2. För att detta ska kunna ske krävs det dock att de utrymmer via pannrummet.

Se *Bilaga C - Utrymningstid*, för beräkningsgången för den nya förflyttningstiden.

Resonemangen kring *varseblivningstid* och *förberedelse* är desamma som i utrymningsscenario E:3 och redovisas i *Tabell 9*.

Kritiskt förhållande längs Utrymning via pannrummet uppstår först vid *Maskinrum Plan 2*, se *Tabell 12*.

7.7.3 Resultat

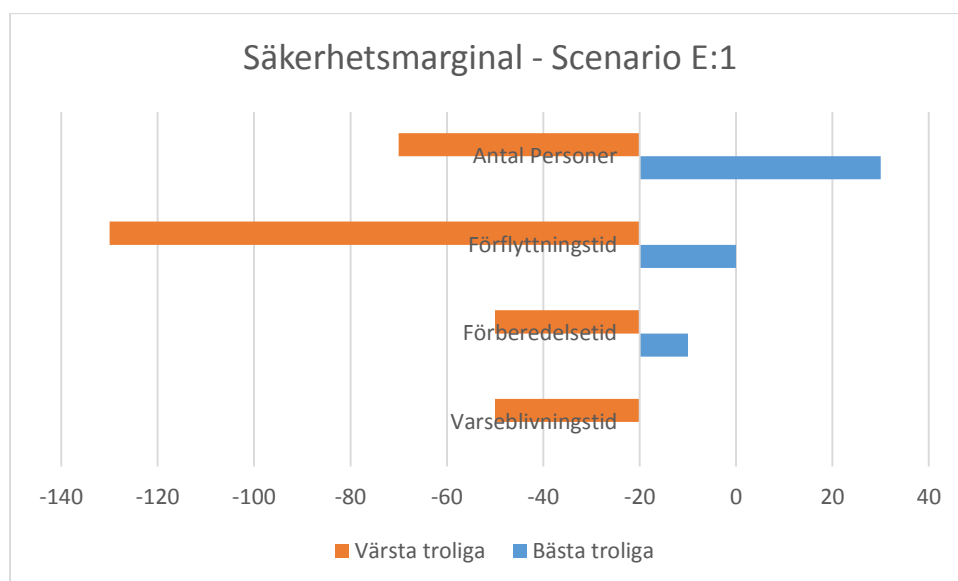
Enligt simuleringarna har brandgasluckorna begränsad effekt på utrymningen för scenario brand i akterförråd. Denna åtgärd skulle dessutom kunna medföra förbättrade förutsättningar för utrymning vid brand i maskinrum, för eller akter. För scenario E bedöms stängd dörr till akterförrådet ha störst påverkan och prioriteras högst. Vare sig detta sker genom rutiner inom organisationen eller med en dörrstängare så anses detta vara en kostnadseffektiv lösning. Liksom för övriga scenarier föreslås förbättrad skyltning med vägledande markeringar, för detta scenario prioriteras det dock inte lika högt som stängd dörr.

7.8 Känslighetsanalys

Då det finns stor osäkerhet kring utrymningstiden är det viktigt att göra känslighetsanalys över vad som har störst påverkan på den totala utrymningstiden. Då den totala utrymningstiden består utav *varseblivningstid*, *förberedelse* samt *förflyttningstid* är det relevant att veta vilken utav dessa, samt dess inbördes osäkerhet, som har störst betydelse.

Resonemanget kring hur känslighetsanalysen genomförs redovisas i *Bilaga D – Känslighetsanalys*.

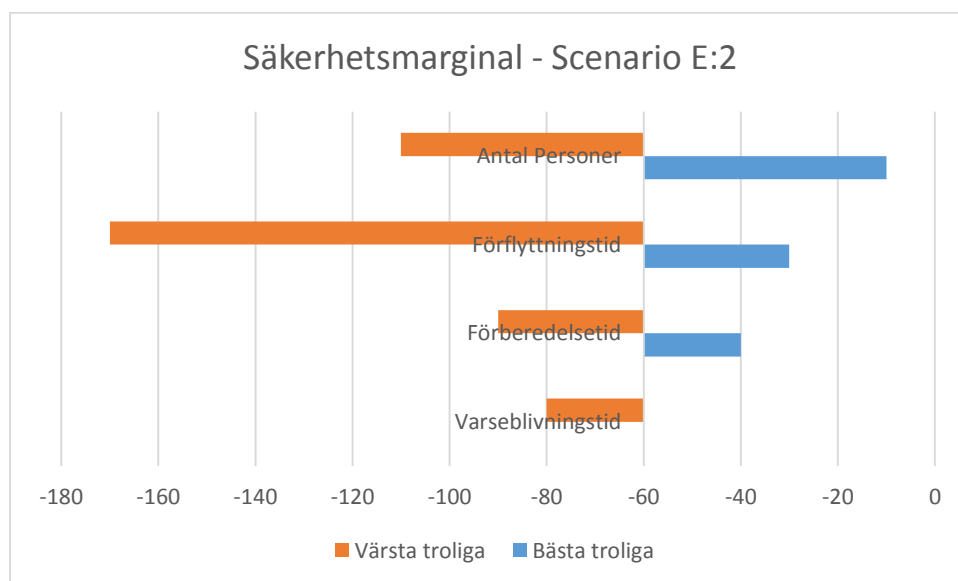
Figur 47 visar för scenario E:1 hur säkerhetsmarginalen kan variera för respektive parameter med hänsyn till de osäkerheterna som finns kring dessa.



Figur 47 - Hur säkerhetsmarginalen för utrymning varierar med de osäkerheter som finns för varje parameter.

Mittenlinjen i diagrammet på -20 sekunder motsvarar den säkerhetsmarginal som framkom av beräkning utifrån den mest troliga utrymningstiden för scenario E:1. Det som kan utläsas av figuren ovan är att osäkerheterna kring *Varseblivningstiden* och *Förberedelsestiden* inte påverkar den slutliga utrymningstiden i större grad. Det som är av större betydelse för utrymningstiden är hur snabb förflyttningen är. *Figur 47* visar även att det kan ske säker utrymning då gruppstorleken är liten och/eller då besökarna har en lägre förflyttningstid.

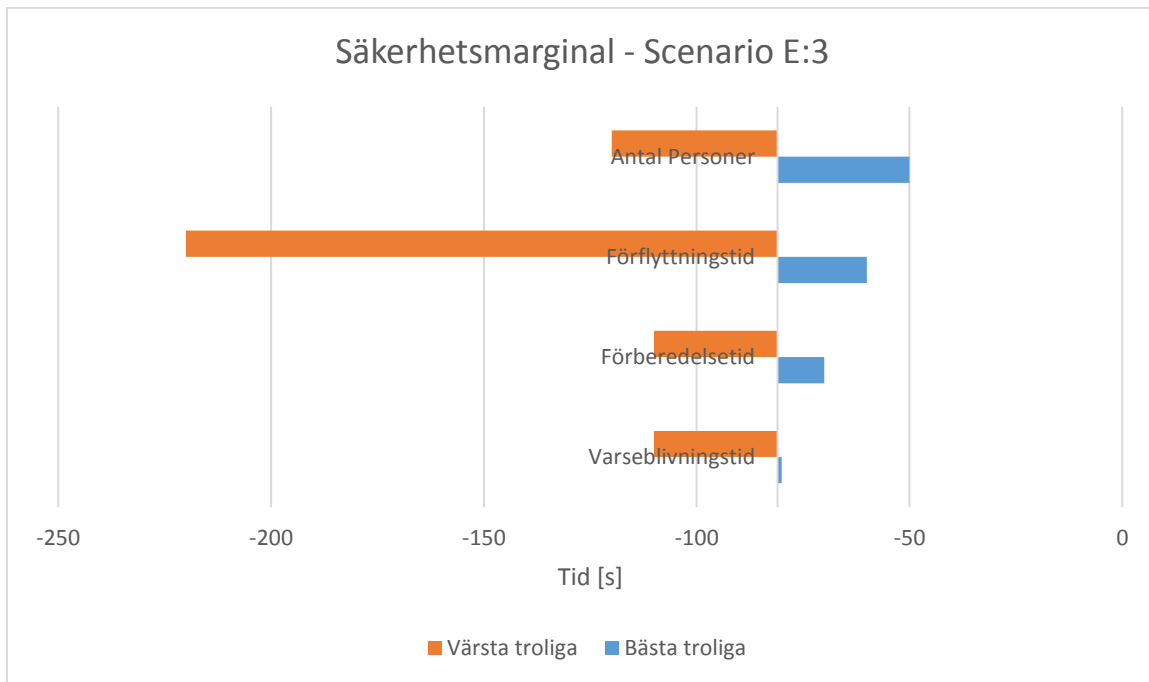
Figur 48 visar för scenario E:2 hur säkerhetsmarginalen kan variera för respektive parameter med hänsyn till de osäkerheterna som finns.



Figur 48 - Visar hur säkerhetsmarginalen för utrymning varierar med de osäkerheter som finns för varje parameter för scenario E:2.

Mittenlinjen i diagrammet på minus en minut motsvarar den säkerhetsmarginal som framkom vid beräkning utifrån mest troliga utrymningstid för scenario E:2. Då utrymningstiden är samma för scenario E:1 och E:2 kan liknande slutsatser göras för *Figur 48* som för *Figur 47* när det gäller vilka parametrar som påverkar mest. *Figur 48* visar däremot att det inte uppnås någon positiv säkerhetsmarginal för någon utav fallen som berörts.

Figur 49 visar för scenario E:3 hur säkerhetsmarginalen kan variera för respektive parameter med hänsyn till de osäkerheterna som finns kring dessa.



Figur 49 - Visar hur säkerhetsmarginalen för utrymning varierar med de osäkerheter som finns för varje parameter.

Mittenlinjen i diagrammet på minus 80 sekunder motsvarar den säkerhetsmarginal som framkom vid beräkning utifrån mest troliga utrymningstid för scenario E:3.

Då utrymningsscenario E:3 innefattar tre trappor leder detta till att förflyttningstid får störst påverkan på utrymningstid samt säkerhetsmarginal. *Figur 49* redovisar även att säkerhetsmarginalen aldrig blir positiv, även för en mindre grupp eller en grupp med snabb förflyttningstid.

Känslighetsanalysen visar att osäkerheten inte är så omfattande att säker utrymning skulle kunna ske. Detta innebär att även med hänsyn till osäkerheterna kommer säker utrymning ej att kunna ske, vilket också konstaterades i respektive utrymningsscenario.

8 Scenario C – Brand vid användning av ångpanna

Följande avsnitt kommer att mer djupgående beskriva scenariot och dess påverkan på personer i objektet. Till skillnad från scenario A och scenario E kommer bedömningen för scenario C att ske kvalitativt. Detta då pannrummet är utformat så att rök- och brandspridning till angränsande delar skulle ta lång tid samt att en representativ simuleringsmodell är svår att konstruera på grund av rummets komplexa geometri. Därför kommer fokus att istället ligga på hur personer kan utrymma från denna otillgängliga del av fartyget i händelse av brand.

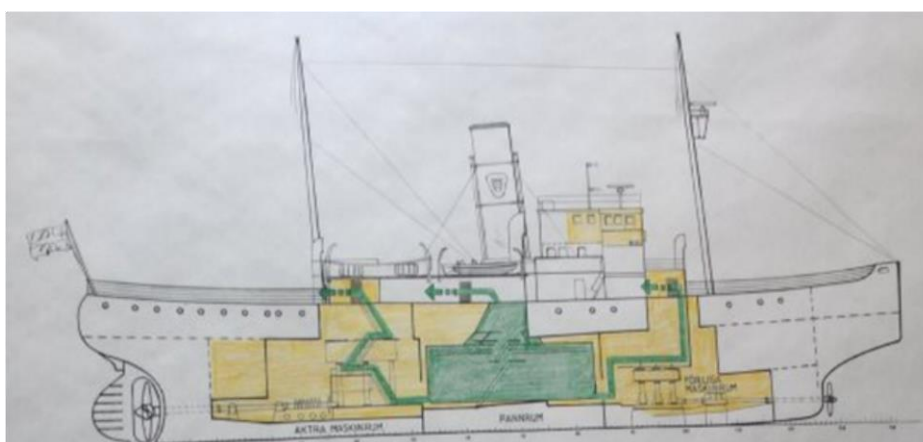
8.1 Beskrivning

Pannrummet kännetecknas av trånga passager, smala dörrar med höga trösklar och branta trappor, vilket till viss del kan ses i *Figur 50*. Uppåt i utrymmet sträcker sig smala gångar belagda med galler som binds samman med stegar. Gångarna är till för att utföra service av pannorna och sträcker sig därmed åt flera håll i utrymmet. På plan fyra finns en dörr ovanför pannrummet i mitten av fartyget, denna leder ut på ytterdäck och är markerad som en av fartygets nödutgångar se *Figur 51*. Utöver dörren på plan fyra finns ytterligare två utgångar från pannrummet på nedersta plan, en till främre maskinrum och en till akter maskinrum. Fartygets bränsle lagras i två stora tankar i långsidans skrov. I utrymmet hanteras både vatten, ånga, bränsle och avgaser vilket leder till en stor mängd rör och ventiler. Sammantaget gör detta pannrummet till en komplicerad miljö ombord på Sankt Erik ur utrymningssynpunkt.

I pannrummet finns få brännbara material utöver den diesel som används vid eldning och det är därför troligt att det är just i diesel som en brand skulle kunna uppkomma. Skador på rör och ventiler i pannrummet kan leda till läckage av diesel som riskerar att antändas.



Figur 50 - Passagen mellan pannrummet och det akter maskinrummet.



Figur 51 - Genomskäring av Sankt Erik från styrbord.

Vad det gäller antändningskälla skulle detta kunna vara i form av antingen ett elfel eller gnistor och värme från panna vid drift. Vid brand i pannrummet kommer röken att fylla övre delen av utrymmet

för att sedan läcka ut genom tilltagna öppningar i form av skorsten och friskluftsintag. Spridning av rök till angränsande utrymmen kommer först att ske då rökgaslagret har nått ned till dörrarna mot angränsande motorrum.

Pannrummet är utrustat med två rökdetektorer kopplade till båtens brandlarmssystem. Inget aktivt släcksystem finns installerat i utrymmet men ett antal pulversläckare finns utplacerade. Vägledande markering i form av efterlysande skyltar och tejp finns på ett flertal ställen i lokalen men dessas placering utgör en risk för att de inte fångar den uppmärksamhet som krävs.

8.2 Utrymning

Under sommartid arrangeras det guideade visningar av fartyget och vid en eventuell brand är guiderna utbildade och inövade i hur en utrymning ska gå till. Det finns dock som tidigare nämnts möjlighet att utforska båten även på egen hand.

För besökare som befinner sig på nedersta plan i pannrummet kommer tiden till visuell bekräftelse av brand att vara relativt kort då avstånden är små och branden troligen startar i detta plan. Utrymning från detta plan sker genom dörrar till fören eller aktern samt via stegar och underhållsvägar till utrymningsdörr på fjärde våningsplanet. Vid utrymning väljer individer oftast att utrymma genom samma väg som de kom in vilket i detta fall innebär att utrymning skulle ske via aktre maskinrummet (Frantzich, 2001). Om individer skulle befinna sig i pannrummet på annat plan än bottenplan så kommer uppsikten vara begränsad och utrymmet svårnavigerat. Detta kommer påverka både varseblivningstid och utrymningstid negativt, orsakande en potentiellt farlig situation. Vid försök visade sig förflyttningstiden från de övre planen uppgå till cirka 90 sekunder och om man även tar i beaktning att detta är i en svårnavigerad miljö som helt saknar naturlig belysning är risken stor att förflyttningstiden blir längre.

Vid utrymning från de övre planen kan det även bli så att en brand- och/eller rökplym skär av den enda utrymningsvägen. Orsakande att individen ej kan utrymma.

8.3 Åtgärder

Det som innebär störst risk för besökare är om de rör sig uppe bland stegar och servicegångar på övre plan när en brand byter ut. Detta eftersom det då kan vara svårt att hitta en väg därifrån samtidigt som exponeringen för brandgaser och värme är potentiellt större. Ett förslag för att reducera konsekvenserna vid en brand skulle vara att servicegångarna stängs både för allmänhet och guideade turer. Detta kan för verksamheten vara en olämplig lösning då en del av upplevelsen med ett besök på Sankt Erik kan utebli. Den föreslagna åtgärden med avstängda utrymmen skall i så fall avfärdas.

Utrymmet är utformat med nödbelysning samt har utrustats med vissa vägledande markeringar men för att kunna garantera en effektiv utrymning borde dessa vägledande markeringar förbättras och uppdateras till aktuell standard. Denna förbättring kan genomföras genom att använda genomlysta utrymningsskyltar.

Ett alternativ till de två tidigare nämnda förslag skulle kunna vara att pannorna beslutas stå inaktiva alternativt att fartyget töms på bränsle. Detta eliminerar minska risken att ett läckage ansamlas i pannrummet som kan antändas. Detta skulle innebära att brandfara kan frånskrivas och utrymning blir då inget problem.

En annan åtgärd som ger liknande resultat som ovanvarande metod är att de vred, spakar, och knappar som reglerar transport av bränsle, regleras med hänglås eller liknande. Denna lösning ses som ett kostnadseffektivt alternativ som fortfarande tillåter museial verksamhet i pannrummet. Åtgärden bedöms inte öka säkerheten lika mycket som tömning av bränsle då risk för läckage fortfarande kvarstår.

9 Diskussion

Nedan följer en diskussion kring valda delar utav arbetet.

9.1 Objektets komplexitet

Att göra en brandteknisk riskvärdering för isbrytaren Sankt Erik har inneburit vissa svårigheter. Många av dessa svårigheter har haft sin grund i att objektet är ett fartyg och inte en byggnad. Detta innebär att de brandtekniska lösningarna som används kan skilja sig från konstruktioner på land. Exempel på när detta har berört våra resultat är när kritiska värden för höjd på brandgaslager tillämpats trots att de tagits fram empiriskt utifrån scenarier för typiska byggnader. Det innebär att modifieringar, i syfte att ta hänsyn till Sankt Eriks avvikande geometri, har gjorts för vissa utav kriterierna för säker utrymning.

Ett alternativ till vanligt utrymningslarm med klocka eller siren är talat meddelande vilket installeras för att ge en tydlighet i att larmet berör brand i byggnad och att utrymning omedelbart bör initieras. I vårt fall har vi valt att inte föreslå installation av denna typ av system då ett museum kan vänta sig många gäster där ett talat meddelande på svenska skulle innebära språkförbistringar och oklarheter. Det är dessutom så att objektet erbjuder en svår miljö för utformning av utrymningslarm med talat meddelande rent akustiskt med sina stålväggar och många små utrymmen. Sirener har även den fördelen att de erbjuder snabb respons då de signalerar utrymning i samma sekund som de startar.

I analysen har förbättring av befintlig utrymningsskyltning föreslagits som åtgärd för samtliga scenarier. Att vi anser detta vara en så pass viktig åtgärd beror på att det i många delar av skeppet helt saknas naturligt ljus samt att geometrin är komplicerad och tillsammans försvårar dessa navigation för besökaren. Det normala är att utrymningsvägar markeras ovanför dörrar med detta försvåras av den låga takhöjden som vid ett tidigt skede i branden då kommer ge ett brandgaslager i den höjd där markeringar gjorts. Vi ser det således som en god idé att utrymningsskyltningen kompletteras med efterlysande markering i golvet.

9.2 Utrymning

I utrymningsscenario A:1 kommer den främsta möjligheten för utrymning från utställningshallen vara via stege till taklucka, detta kommer enbart att vara möjligt fram till dess att ett stabilt rökgaslager bildats och resterande besökare kommer då inte att kunna utrymma. Vi tror dessutom att utrymning via taklucka kommer innebära svårigheter för de som är svaga eller har nedsatt rörelseförmåga. Det är således viktigt att förhindra rökgaslagret från att bildas samt att ge individerna gott om tid till att utrymma. Detta kan uppnås genom att utrusta branddörren som leder in till rummet med en automatisk dörrstängare. Dörren kommer att stänga då en detektor larmar, vilket sker efter cirka 20 sekunder enligt simuleringar. I åtgärder för utställningshallen vill vi även att takluckan ansluts till det befintliga larmsystemet och öppnas automatiskt då larmet aktiveras. Detta tror vi gör det tydligare att utrymning ska ske genom taklucka och inte genom den väg som besökarna kom in, dessutom kan den rök som kom in i utrymmet innan dörrstängning effektivt ventileras bort.

För utrymningsscenario A:1 blir branden synlig efter drygt en minut och då detektionstiden beräknas bli kort och en förberedelse tid uppskattas till runt en minut innebär det att angivna personer i lokalen hinner observera brandgaser strömma in i salen under en kort stund innan samtliga påbörjat utrymning. Vi anser att varseblivningstid tillsammans med förberedelse tid för scenariot bör konvergera med tiden tills brandgaser syns eftersom det då kan anses tydligt både visuellt och genom lukt att en potentiellt farlig brand faktiskt har uppstått. Vi väljer dock att här göra det konservativa antagandet att det tar ytterligare lite tid från det att rök syns till utrymning.

En av anledningarna till att säkerhetsmarginalen redan från början är positiv för salongen i utrymningsscenario A:2 är att den kritiska sikten sänkts från fem meter till två meter. Detta fränsteg från BBRAD har vi gjort då avstånden att utrymma i den rökfyllda korridoren understiger två meter, vilket då inte motiverar att en kritisk gräns på fem meter ska appliceras.

En osäker faktor i analysen är den förberedelsetid som har antagits för de olika scenarierna. Uppskattningarna av förberedelsetid har vi baserat på uppgifter från BBRAD samt kvalitativa resonemang på hur olika faktorer påverkar utfallet. Även om försök har visat på tendenser till att om en individ börjar röra sig kommer resterande att följa dennas exempel, så kommer det att bli en viss spridning. I vårt fall har vi räknat det som att ingen av de utsatta har påbörjat utrymning innan hela den uppskattade förberedelsetiden har förlupit. Detta ger ett konservativt antagande för total utrymningstid men kan inte anses påverka utrymningsscenario A:1 eller A:2 nämnvärt (se *Tabell 2 & Tabell 3*).

I analysen har vi utgått från de siffror vi fick på plats över hur många som kan väntas vara ombord på fartyget vid ett och samma tillfälle. Med tanke på att många av utrymningsvägarna för objektet är smala och svårnavigerade så kommer antalet besökare som faktiskt ska utrymma påverka utrymningstiden. Något som kan vara intressant att då undersöka är vilken påverkan landgången kommer att ha för utrymningen eftersom detta är den enda fasta förbindelsen till land. Det ska på så vis sägas att om det inom en framtid finns planer att hålla större event eller öka antalet besökare ombord på Sankt Erik så bör en ny brandteknisk riskvärdering genomföras. Detta bekräftas även av känslighetsanalys i *kapitel 7* och *8* där antal besökare är en parameter som kraftigt påverkar utrymningstid.

Resultat som erhållits gäller endast för det aktuellt använda personantalet av 20 personer per scenario. Maximalt antal personer som förväntas ombord och som har behandlats är 30 personer så för antal över detta rekommenderas det därför att ytterligare analys görs.

9.3 Modellbränder

Under arbetets gång har vi gjort ett antal konservativa antaganden, bland annat vad gäller brandens förlopp och den effekt som utvecklas. Exempel på detta är för scenario E där antagandet gjorts att allt antänds simultant för att sedan växa i effekt till den punkt då branden blir ventilationskontrollerad. Det som främst brinner är motorolja och plastprodukter och även om dessa brinner väl, är det inte troligt att de alla antänds samtidigt. Även för scenario A har antagandet gjorts att brand med flammor uppstår direkt och sedan sprids till närliggande brännbara föremål. Detta motsvarar knappast det verkliga brandförloppet som vanligen startar med en pyrande punkt som långsamt och under en tid enbart avger rök innan en full brand uppstår. Denna rök som kan föregå en brand kan i sin tur innebära en tidig detektion. Anledningen till dessa konservativa antaganden är de källor kring brandeffekt som finns tillgängliga för olika material och bränslen. Flertalet av de effekterkurvor för bränslen som använts är framtagna empiriskt med någon form av initial antändningskälla som vanligen omfattar en brand som brinner kraftigare än en pyrande brand.

För scenario A kommer branden starta i hytt strax utanför utställningshall och tillta i effekt enligt *Figur 17*. Enligt genomförda handberäkningar kommer branden att bli ventilationskontrollerad efter cirka 3 minuter och från denna punkt brinna med en konstant effekt av cirka 1350 kW. I analysen har vi dock inte valt att ta i beaktning att den träpanel som täcker väggar och tak utanför hytten tar eld och på det vis bidrar till brandens utveckling. Anledningen till detta är att vi inte anser att denna extra brandbelastning kommer påverka utställningshallen så länge branddörren är stängd samt att antändning av träpaneler inte väntas ske innan middagsgästerna i salongen har hunnit utrymma (efter cirka 2,5 minuter).

För scenario E med brand i akterförråd består den största brandbelastningen av olja och i detta scenario är brandens tillväxt mycket snabb, när den fattar eld. Det som kan vara värt att undersöka

närmare i en uppföljande studie är om det finns risk för att oförbrända pyrolysgaser tar sig ut genom dörröppningen för att sedan antändas vid tillgång till mer syre. Detta skulle innebära att effekten skulle kunna nå betydligt högre nivåer än vad som nu är fallet (se *Figur 31*).

En faktor som har stor inverkan på våra resultat är hur mycket sot som branden producerar. Om ämnet som brinner har en hög *soot yield* kommer tiden till kritiska förhållanden på grund av nedsatt sikt att bli kortare. För scenario E genomfördes försök där vi eldade tvåtaktsolja samt heptan för att se om heptan är en godtycklig liknelse över hur mycket branden sotar. Försöken visade att tvåtaktsoljan sotade lite mer men dessa uppskattningar gjordes rent visuellt och det är därför inte möjligt att säga om denna uppskattning är korrekt gjord. Vid försöken mättes inte heller massavbrinningshastighet vilket skulle kunnat förklara en ökad sotproduktion hos tvåtaktsoljan om även denna brann av fortare. Uppskattningen gör dock gällande att heptan brann av fortare. Osäkerheten med *soot yield* gäller även för scenario A där den hos inredning har approximerats till samma som för trä och cellulosa.

För vidare utvärdering, av brandskyddet och utrymningsmöjligheterna för objektet, vore det intressant med fler simuleringar med varierande tillväxthastighet för branden. De tillväxthastigheter som ligger till grund bedöms som snabba/konservativa vilket ger kritiska förhållanden snabbare än vid en lägre tillväxthastighet. Då säkerhetsmarginalen är negativ för samtliga scenarier (innan åtgärder), förutom för utrymning från salongen, är det möjligt att det visar sig att en lägre tillväxthastighet för branden kan leda till att säker utrymning kan ske.

Datorkraft och simuleringstid har varit begränsade under arbetet. Simuleringar kräver mer tid då en mindre kontrollvolym ska användas. En mindre kontrollvolym är önskvärd då den ger mer verklighetsnära resultat för exempelvis turbulens och spridning. Även för att geometrin för berört utrymme då blir mer exakt. Huruvida dessa möjliga förbättringar hade påverkat slutresultat signifikant är oklart. Troligtvis kommer den förfinade kontrollvolymen inte påverka analysens slutsats om att vissa åtgärder kring fartygets brandskydd ska göras.

9.4 Resultat

Det är rimligt att föra en diskussion angående trovärdigheten i de resultat som presenterats i rapporten. Resultaten i arbetet är baserat på huruvida säkerhetsmarginalen är positiv eller negativ vid utrymning. Säkerhetsmarginalen utgår ifrån hur utrymningstiden står sig mot den tid till då kritiska förhållanden uppnås. De två parametrarna är uppskattade till punktvärden, som i sin tur består av osäkerheter och antaganden. Hur exakta dessa uppskattningar på punktvärdena stämmer överens med verkligheten är svårt att avgöra. Det relevanta är snarare ifall säkerhetsmarginalen är positiv eller negativ, för att avgöra ifall säker utrymning kan ske eller ej. Med de känslighetsanalyser som har gjorts kan vi däremot konstatera att säkerhetsmarginalen för utställningshallen och vid brand i akterförrådet är negativ, vilket betyder att åtgärder måste göras.

För analysens känslighetanalys görs ett antal antaganden kring utrymning och modellbränder, den osäkerhet som dessa antaganden bidragit med har försökt analysera genom känslighetsanalyser. Det är dock möjligt att divergensen mellan verklighet och undersökning överstiger den som tagits med i känslighetanalyserna. I eventuella fortsatta analyser kan känslighetsanalyser göras mer omfattande i syfte att ta hänsyn till fler och större osäkerheter kring utrymning och modellbränder. Trots detta anser vi att resultatet är tillräckligt övertygande för att konstatera att åtgärder bör vidtas. Detta då det med aktuellt brandskydd inte går att garantera säker utrymning vid de brandscenarier som kan tänkas uppstå ombord på fartyget. Genom de åtgärder som föreslagits, verifierats och diskuterats kring bedöms det dock att skäligt brandskydd kan uppfyllas och säker utrymning kan väntas.

10 Slutsats

Isbrytaren Sankt Erik var aldrig tänkt att uppfylla de brandskyddskrav som gäller för byggnader vid sin konstruktion. Detta gör att flera delar av fartyget inte lever upp till dagens krav på brandskydd i publika lokaler. För närvarande omfattas inte Sankt Erik utav PBL då den står under ett äldre tillfälligt bygglov men med stöd av LSO kan det göras gällande att ”skäligt brandskydd” tolkas till den nivå som BBR beskriver. Det skall dock vägas in att verksamheten ombord Sankt Erik bygger på att fartyget ser ut på samma vis som då det var aktivt vilket gör stora anpassningar svåra.

Genom att vidta de åtgärder som föreslås nedan anses det troligt att brandskyddet för Sankt Erik kan leva upp till de krav som ställs i dag utan att verksamheten påverkas nämnvärt. Detta beror till stor del på ett fortsatt lågt antal besökare samt att det stora antalet befintliga nödutgångar upprätthålls.

Dem åtgärder som *ska* genomföras för att förbättra personsäkerhet är följande:

- Dörren till akterförrådet *ska* hållas stängd då besökare finns ombord.
- Dörren till utställningshallen *ska* stänga automatiskt i händelse av brand.
- Utformningen av vägledande markeringar *ska* ses över.
- Viktiga vred och spakar i pannrummet *ska* regleras.

De åtgärder som *bör* genomföras för att förbättra personsäkerheten är följande:

- Brandgasventilation *bör* installeras i maskinrummen.
- Utrymningsluckan i utställningshallen *bör* öppnas automatiskt i händelse av brand.
- Brandskyddsdocumentation *bör* uppföras.
- Regler *bör* tas fram för maximalt antal besökare.

Utförs dessa åtgärder anses det troligt att Sankt Erik är säker med avseende på personsäkerhet i händelse av brand.

Referenser

- AFS 2008:13, 2008. *Skyltar och signaler*, Solna: Arbetsmiljöverket.
- Bengtsson, L.-G., 2001. *Inomhusbranden*. Karlstad: Räddningsverket.
- BFS 2013:12, 2013. *Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd*, Karlskrona: Boverket.
- Biltema, 2014. www.biltema.se. [Online]
Available at: http://www.biltema.se/BiltemaDocuments/SecuritySheets/sv/36993_SDB.pdf
[Använd 25 Mars 2015].
- Boverket, 2006. *Utrymningsdimensionering*. 1 red. Karlskrona: Boverket.
- Boverket, 2013. *Boverkets författningssamling BFS 2013:12 BBRAD 3*, Karlskrona: Boverket.
- BSI, 1997. *BSI Draft for development DD 240: Fire safety engineering in buildings. Part 1: Guide to the application of fire safety engineering principles.*, London: British Standards Institution.
- BSI, 2004. *The application of fire safety engineering principles to fire safety design of buildings. Human factors. Life safety strategies. Occupant evacuation, behaviour and condition (Sub-system 6)*, London: The British Standards Institution.
- Drysdale, D., 2011. *An Introduction to Fire Dynamics*. Third Edition red. University of Edinburgh: Wiley.
- Folksam, 2014. *Köket brandfarligaste platsen i hemmet*. [Online]
Available at: <http://media.folksam.se/sv/2014/11/20/koket-brandfarligaste-platsen-i-hemmet/>
[Använd 11 mars 2015].
- Frantzich, H., 2001. *Tid för utrymning vid brand*, Karlstad: Räddningsverket.
- Frantzich, H. & Nystedt, F., 2011. *Kvalitetsmanual för brandtekniska analyser vid svenska kärntekniska anläggningar*, Lund: Lunds universitet.
- Karlsson, B. & Quintiere, J. G., 1999. *Enclosure Fire Dynamics*. Boca Raton: CRC Press LLC.
- Karlsson, P., 2015. *Säkerhetsansvarig Sjöhistoriska museet* [Intervju] (19 Februari 2015).
- Malalasekera, W. & Versteeg, H. K., 1995. *An introduction to computational fluid dynamics - The finite volume method*. Harlow: Longman Scientific & Technical.
- McGrattan, K. o.a., 2014. *Fire Dynamics Simulator User's Guide*, Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology.
- Nasr, R. & Wall, M., 2012. *Utrymning av nattklubb - Resultat från två fullskaleförsök*, Lund: Lunds Universitet.
- Nilsson, D., 2006. *En modell av det inledande utrymningsförloppet*, Lund: Lunds universitet.
- Nilsson, D. & Holmstedt, G., 2007. *Kompendium i Aktiva system - Detektion*, Lund: Lunds universitet.
- Nilsson, D. & Johansson, A., 2008. Social influence during the initial phase of fire evacuation - Analysis of evacuation experiments in a cinema theatre. *Fire Safety Journal*, 44(1), pp. 71-79 .
- Paté-Cornell, E., 1996. Uncertainties in risk analysis: Six levels of treatment. *Reliability Engineering & System Safety*, 54(2-3), pp. 95-111.

SFS 2003:778, 2003. *Lag om skydd mot olyckor*, Stockholm: Justitiedepartementet.

SFS 2010:900, 2010. *Plan- och bygglag*, Stockholm: Socialdepartementet.

Sjöfartsinspektionen - Utredningsenheten, 2006. *Sjöfartsverkets Meddelanden - Sammanställning av rapporterade fartygsolyckor och tillbud samt personolyckor i svenska handels och fiskefartyg*, Norrköping: Sjöfartsverket.

Sjöhistoriska, 2015. *Sankt Erik*. [Online]

Available at: <http://www.sjohistoriska.se/Sankt-Erik> 2015-02-20

[Använd 20 februari 2015].

Staffansson, L., 2010. *Selecting fire design*, Lund: Lunds universitet.

Statens Räddningsverk, 1994. *Fartygsbrandsläckning*, Karlstad: Statens Räddningsverk.

Särdqvist, S., 1998. *Initial Fires*, Lund: Lunds universitet.

Thunderhead Engineering Consultants Inc., 2014. *Pathfinder User Manual*, Manhattan: Thunderhead Engineering Consultants Inc..

Thunderhead Engineering Consultants Inc., 2014. *Pyrosim User Manual*, Manhattan: Thunderhead Engineering Consultants Inc..

Trelleborg, 2011. *Gummisorter*. [Online]

Available at: <http://www.trelleborg.com/sv/Karriar/Polymerskolan/Gummisorter/>

[Använd 24 februari 2015].

Öberg, E., 2015. *Brandingenjör Storstockholms brandförsvaret* [Intervju] (3 februari 2015).

Bilaga A – Karakteristisk brand

Under denna bilaga redovisas den metod som använts vid framställandet av de karakteristiska bränder som används för respektive scenario.

Tabellen nedan presenterar den indata som är underlag för den karakteristiska branden i scenario A. För varje bränsle som använts är data taget från empirisk data. För denna data finns vissa förutsättningar, till exempel antändningskälla. Det betyder att för att framtagna effekterförlopp ska gälla så måste samma eller liknande antändningskällor förutsättas. För de angivna förloppen nedan finns angivet vilket tändkälla som gäller för aktuellt bränsle.

Tabell 17 - Bränsle som använts för scenario A.

Material	Approximerad brand	Peak HRR [kW]	Tid [s]	Alfa [kW/m ² s]	Källa
Stol & bord (0,8 m²)	Wooden pallets 1,5 ft. High	1136 (1420 kW/m ²)	308	0,012	(Karlsson & Quintiere, 1999)
Säng	Complete bed	500	700	0,001	(Särdqvist, 1998)
Garderob	Particle board wardrobe	2000	300	0,022	(Särdqvist, 1998)
Väggar med ytskikt av träfiberskiva	Particle board walls	2000	300	0,022	(Särdqvist, 1998)

Förlopp där branden ansatts starta i det mest brandfarliga bränslet. Detta är även det scenario som använts som karakteristisk brand.

- Brand startar i garderoben.
- När strålningen uppgår till 20 kW/m² från huvudbranden på 0,5 meter avstånd (90 kW) bedöms det att branden sprids till stol, skrivbord och väggskivorna.
- När strålningen uppgår till 20 kW/m² från huvudbranden på 1,0 meter avstånd (360 kW) bedöms det att branden sprids till sängen och väggen.

Tändkällan för garderoben är enligt källan en kartong låda med 10 sidor ihopskrynkade tidningspapper.

Förlopp där branden ansatts starta i det minst brandfarliga bränslet. Förloppet används i känslighetsanalys.

- Brand startar i sängen.
- 30 sekunder senare sprids branden till träfiberskivorna på väggen via ledning.
- Efter 60 sekunder sprids branden vidare till stol och skrivbord av trä via ledning
- När strålningen uppgår till 20 kW/m² från huvudbranden på 1 meter avstånd (360 kW) så börjar garderoben att brinna

Tändkällan för sängen är enligt använd källa 40 gram träflisor i mitten av sängen.

Tabellen nedan presenterar den indata som är underlag för den karakteristiska branden i scenario B.

Tabell 18 - Bränsle som använts för scenario B.

Material	Approximerad brand	Peak HRR [kW]	Tid [s]	Alfa [kW/m ² s]	Källa
Plastlådor	5 staplade plaststolar	750	1300	0,0004	(Särdqvist, 1998)
Bråte av trä	Wood Stacks	3600	400	0,0225	(Särdqvist, 1998)
Två byrålådor med verktyg och dylikt	X-ray records storage	250	450	0,0012	(Särdqvist, 1998)
Väggar med ytskikt av träfiberskivor	Particle board walls	2000	300	0,0222	(Särdqvist, 1998)

Förlopp där branden ansatts starta i det mest brandfarliga bränslet och som använts som karakteristisk brand.

- Brand startar i träbråte på golvet.
- Efter 30s sprider sig branden till väggen, via ledning.
- När strålningen 0,5 meter bort uppgår till 20 kW/m² (90 kW) så börjar garderoben att brinna.
- När strålningen 1,5 meter bort uppgår till 20 kW/m² (810 kW) så börjar plastbackarna att brinna.

Någon tändkälla finns inte angiven för träbråte där detta data om detta bränsle är hämtat.

Förlopp där branden ansatts starta i det minst brandfarliga bränslet. Förloppet används i känslighetsanalys.

- Brand startar i plastlådor ovanpå ett bord/garderob.
- Då strålningen uppgår till 20 kW/m² på ett avstånd 0,1 meter (4 kW) från branden bedöms spridning ske till väggen.
- Då strålningen uppgår till 20 kW/m² på ett avstånd 0,5 meter (90 kW) från branden bedöms spridning ske till garderoben.
- Då strålningen uppgår till 20 kW/m² på ett avstånd 1,0 meter (360 kW) från branden bedöms spridning ske till träbråtet som ligger i verkstaden.

Tändkällan för plastlådorna är enligt använd källa för bränslet 17 gram träflisor i mitten av lådorna.

Tabellen nedan presenterar den indata som är underlag för den karakteristiska branden i scenario E.

Tabell 19 - Bränsle som använts för scenario E.

Material	Approximerad brand	Peak HRR [kW]	Alfa [kW/m ² s]	Källa
Elskåp	Försök med elskåp	464	0,0009	(Frantzich & Nystedt, 2011)
Tvåtaktsolja 8 liter	Transformer Oil	917	0,047	(Karlsson & Quintiere, 1999)
Använd motorolja 20 liter	Heavy Fuel Oil	1297	0,047	(Karlsson & Quintiere, 1999)
Plastlådor 14 st.	1/3 (PET bottles in crate)	2000	0,024	(Särdqvist, 1998)
Trälåda	Wood pallets 0,46 m	1400	0,012	(Staffansson, 2010)

Analysen tar inte med någon särskild spridning av brand mellan bränslen då, utrymmet innehöll en mängd olika material och bränslen som stod i nära anslutning till varandra. Dessutom fanns just flytande bränslen stående vid besökstillfället vilket medför snabbt brandförlopp.

A.1 Beräkningsmetoder

Vid framtagning av effektkurvor för de olika bränsle har en mängd olika metoder använts.

För pölbränder har följande metod använts:

$$\dot{Q} = A_p \times \dot{m}'' \times \Delta H_c \times \chi$$

$$\dot{m}'' = \dot{m}''_{\infty} \times (1 - e^{-k\beta \times D})$$

De pölbränder som beräknats är för tvåtaktsolja och motorolja, värdena som använts vid beräkning av effekten visas i tabellen nedan.

Tabell 20 – Tillämpade värden för beräkning av effekt för respektive pölbrand..

Parameter	Tvåtaktsolja	Motorolja	Källa
Volym [m ³]	0,008	0,02	-
Höjd [m]	0,01	0,01	-
Diameter [m]	1,01	1,6	-
$k\beta$ [m ⁻¹]	0,7	1,7	(Karlsson & Quintiere, 1999)
\dot{m}''_{∞} [kg/m ² s]	0,039	0,035	(Karlsson & Quintiere, 1999)
ΔH_c [kJ/kg]	46400	39700	(Karlsson & Quintiere, 1999)
X [-]	1,0	1,0	-

För parametern *Höjd* har en kvalitativ bedömning gjorts till 0,01 meter. Ju mindre höjd på pölen, desto större area kommer oljan att täcka och diameter på branden ökar.

X ansätts till 1,0 för de två pölbränderna i akterförrådet då detta skapar en större brand och ger då en mer konservativ analys.

Utifrån de effektkurvorna som finns i *Initial fires* av Stefan Särdaqvist så har maximal effekt, och tid till denna uppskattats. Med hjälp av dessa värden kan tillväxthastighet beräknas genom omskrivning av följande ekvation.

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

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

Ekvation för beräkning av strålningsintensitet från en brand.

$$q_r'' = \frac{\chi_r \times \dot{Q}}{4 \times \pi \times R^2}$$

För beräkning av när strålningsintensiteten är hög nog att orsaka brandspridning har en omskrivning av denna formel skett för att ge vid vilken effekt från branden som strålningsintensiteten är hög nog.

$$\dot{Q} = \frac{q_r'' \times 4 \times \pi \times R^2}{\chi_r}$$

Värden som använts vid beräkning

$$q_r'' = 20 \left[\frac{kW}{m^2} \right]$$

$$\chi_r = 0,3$$

Kontroll av övertändning har skett med hjälp av följande ekvation.

$$\dot{Q}_{fo} = 610(h_k \times A_T \times A_o \times \sqrt{H_o})^{0,5}$$

h_k definieras som effektivt värmeövergångstal för ett utrymmets ytor utan öppningar. Beroende på om temperaturfördelningen kan antas linjär eller exponentiell används olika ekvationer för att ta fram det effektiva övergångstalet.

För att bestämma om h_k ska räknas som en exponentiell eller linjär temperaturfördelning används begreppet *thermal penetration time*. Ifall denna tid beräknas längre än den karakteristiska tiden för branden används ett linjärt förhållande, om den är kortare används det exponentiella förhållandet.

Vid beräkning används karakteristisk tid för branden som är 300 sekunder.

$$t_p = \frac{\delta^2}{4a}$$

$t \geq t_p = \text{linjärt}$

$t < t_p = \text{exponentiellt}$

Det linjära fallet:

$$h_k = \frac{k}{\delta}$$

Det exponentiella fallet:

$$h_k = \sqrt{\frac{\rho \times k \times c_p}{t_{char}}}$$

Vid användning av flera olika material så tas ett viktat medelvärde för värmeövergångstalet.

Det linjära fallet:

$$h_k = \frac{A_W}{A_T} \times \frac{k_W}{\delta_W} + \frac{A_C}{A_T} \times \frac{k_C}{\delta_C} + \frac{A_F}{A_T} \times \frac{k_F}{\delta_F}$$

Det exponentiella fallet:

$$h_k = \frac{A_W}{A_T} \times \sqrt{\frac{(\rho \times k \times c_p)_W}{t_{car}}} + \frac{A_C}{A_T} \times \sqrt{\frac{(\rho \times k \times c_p)_C}{t_{car}}} + \frac{A_F}{A_T} \times \sqrt{\frac{(\rho \times k \times c_p)_F}{t_{car}}}$$

Där A är area och index W, C, F står för Walls, Ceiling, Floor (Karlsson & Quintiere, 1999).

I de båda utrymmena som analyseras i scenario A så har materialen som används ansatts till stål för golvet, träfiberskiva för väggar och träpanel i taket. Detta är en uppskattning och förenkling av hur det uppfattades vid besök.

Tabell 21 - Egenskaper för de material som använts i scenario A.

Material	ρ [kg/m ³]	k [W/m ² *K]	c_p [J/Kg*K]	Källa	Användning
Stål	7820	45	460	(Karlsson & Quintiere, 1999)	Golv
Yellow Pine	640	0,14	2850	(Drysdale, 2011)	Tak
Fiber insulating board	300	0,05	2090	(Bengtsson, 2001)	Väggar

För den ventilationskontrollerade brandens effekt har följande ekvation används med viss modifiering (Staffansson, 2010)

$$\dot{Q}_v = 1500 \times A_o \times \sqrt{H_o}$$

Denna ekvation förutsätter att allt syre i utrymmet förbrukas av branden. Detta är ett överkligt scenario, och istället kommer beräkningarna att göras på att allt syre ner till 12 mass% av utrymmets luft förbrukas (Karlsson & Quintiere, 1999).

$$\dot{Q}_v = 0,5 \times 13200 \text{ kW/Kg} \times 0,12 \times A_o \times \sqrt{H_o}$$

I både hytt 1 och i verkstaden finns en självdragslucka med uppskattad area 0,01 m² som räknats med som öppningsarea. Någon sådan lucka observerades inte i akterförrådet.

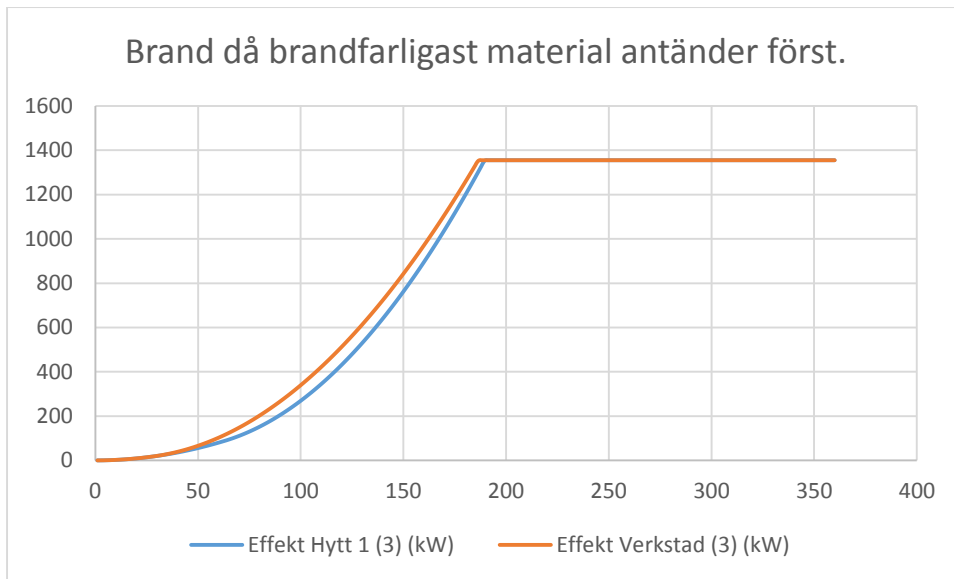
Tabell 22 - Resultat av beräkning av karakteristisk brand för Scenario A.

Parameter	Hytt (A)	Verkstad (B)	Akterförråd (E)	Enhet
A_T	62	102	144	m ²
A_o	1,21	1,21	1,2	m ²
H_o	2	2	2	m
h_k	7,5E-2	6,7E-2	450	kW/m ² K
Q_{fo}	1728	2082	202061	kW
Q_v	1355	1355	1344	kW

A.2 Allmänna resultat

Nedan följer de två effektkurvor som representerar de brandförlopp som anses snabbast troligt. Det förutsätter att det mest brandfarliga bränslet i respektive utrymme antänder först. Som kan observeras i *Figur 52* så framstår det som att verkstadsbranden sker snabbare än den i hytten. Detta stämmer initialt, men vissa av bränslena som antänder senare för scenariot i hytten har högre tillväxthastighet än de för verkstaden. Detta medför att det i slutändan endast skiljer tre sekunder mellan de två effektkurvornas tid till ventilationskontrollerad brand.

Då skillnaden i effektkurvorna för de två scenarierna är marginella så har effektkurvan för hytten valts som karakteristisk brand då det förväntas ha större påverkan på utrymningsförhållandena. Detta eftersom hytten ligger närmre placerad den direkta väg mellan utställningshall och trappan upp till plan fyra och ordinarie entré.



Figur 52 - Effektkurvor för hytt och verkstad då brandfarligast bränsle antänder först i scenariot.

Nedan i *Tabell 23* redovisas en sammanfattning av de effektkurvor över de olika brandförloppen som omfattar scenario A. Graferna kring dessa förlopp presenteras och diskuteras i känslighetsanalysen av scenario A.

Tabell 23 - Tabell över tiden till ventilationskontrollerad brand för snabb och långsam brand jämfört med kontrollfallet då allt material antänder samtidigt.

Tid till ventilationskontrollerad brand	Allt samtidigt [s]	Snabb [s]	Långsam [s]
Hytt	154	+36	+68
Verkstad	171	+16	+147

Bilaga B – Försök

För att understödja antaganden gjorda för scenario E för soot yield och antändlighet genomfördes ett antal försök. Resultat och bakgrund till försöken redovisas nedan.

B.1 Bakgrund

I scenario E är en stor del av brandbelastningen i form av tvåtaktsolja vilken förvaras i plastbehållare i närhet till porösa material, exempelvis tågvirke. För att kunna bedöma risken med denna brandbelastning behövdes data på hur lättantändligt tvåtaktsolja är i sig själv samt om oljan har absorberats.

Vid simuleringar av rökgasspridning behöver ett antal startvärden anges och ett av dessa är soot yield, den mängd sot som produceras per gram förbränt bränsle. I litteraturen går det att finna framtagna soot yield för många brännbara ämnen, däribland heptan. För att bedöma om soot yield för heptan är en rimlig approximation till tvåtaktsolja genomfördes försök.

B.2 Genomförande

Ett grunt kärl med diameter 40 centimeter utrustades med termoelement för att kunna registrera vid vilken temperatur som oljan når sin flampunkt. Kärlet placerades på det vis att uppvärmning kunde ske från undersidan med gasolbrännare. Oljan hälldes på i sådan mängd att kärlets botten samt termoelementet låg under ytan. Antändning testades först med tändsticka vid en oljetemperatur på 10 °C för att sedan stegvis höjas i steg om 10 °C till dess att antändning skedde med pilotlåga. På detta vis kunde en flampunkt för tvåtaktsoljan fastställas.

Som absorberande material användes bomullstyg som dränkts i olja och sedan fått rinna av en kortare stund. Tyget exponeras sedan för en pilotlåga i form av en tändsticka för att undersöka om antändning sker.

För att undersöka soot yield placerades två identiska kärl med en diameter på 40 centimeter på sådant avstånd att deras inverkan på varandra kunde bortses ifrån. I det ena kärlet fick tvåtaktsolja brinna fritt och i det andra kärlet fick heptan brinna ovanpå en tunn film av vatten. Rökplymen från de två bränderna observerades och dokumenterades.

B.3 Resultat

Försöken visade att för antändning av tvåtaktsoljan krävs en oljetemperatur på ca 80 °C vilket stämmer väl överens med säkerhetsdatabladet där en temperatur på 77 °C anges (Biltema, 2014). För antändlighet med hjälp av veke, i detta fall tyg som dränkts i oljan visade experimenten att brand uppstod även vid omgivningstemperatur (i detta fall cirka 5 °C) om en pilotlåga applicerades. Detta visar på att gnistor och/eller varma föremål skulle kunna orsaka en antändning i oljan även om temperaturen är långt under flampunkten.

För soot yield så kunde det visuellt observeras att tvåtaktsoljan sotade lite mer än vad heptan gjorde. Det som också ska uppmärksammas är att heptan brann av snabbare och då har en högre massavbrinningshastighet. Eftersom soot yield räknas i gram sot per gram förbränt bränsle så blir soot yield ännu lite högre för tvåtaktsoljan, jämfört med heptan.



Figur 53 - Försök med tvåtaktsolja till vänster och heptan till höger.

Som bilden ovan försöker illustrera så observerades brandgaserna från tvåtaktsoljan vara en aning tätare än brandgaserna från heptanet. Brandgaserna från heptanet observerades dock stiga snabbare än det från tvåtaktsoljan vilket kan orsaka att brandgaserna tunnas ut och blandas mer. Utöver detta så upplevdes strålningen från heptanet högre, vilket jämfördes vid separata försök, samtidigt som flammorna generellt sträckte sig högre under brandförloppet.

Bilaga C – Utrymning

I följande bilaga kommer resonemanget kring utrymningstiden redovisas. Nedan kommer även beräkningarna presenteras då det gjorts handberäkningar för att uppskatta tiden för utrymning. För att uppskatta utrymningstiden måste flera parametrar tas i beaktning. Parametrarna som har störst betydelse är varseblivnings-, förberedelse- samt förflyttningstiden. Dessa parametrar påverkas i sin tur av bland annat tid för detektion, antalet personer, deras gånghastighet med mera.

C.1 Varseblivningstid

Under kommande underrubriker redovisas beräkningar och analysens resonemang för bestämmandet av varseblivningstiden för respektive scenario. Varseblivningstiden anses vara tiden till då en detektor upptäcker brand och aktiverar utrymningslarmet i objektet.

C.1.1 Scenario A

I scenario A kommer personerna i Sankt Erik att befinna sig på sådana platser att de inte kan förväntas att se branden på en gång. Rökdetektorer finns på flera ställen i de aktuella utrymna, bland annat i hytten som branden startar i. Detektionstid beräknad med FDS visas för några av dem i *Tabell 24*. Detektorn i hytten larmar först och varseblivningstiden sätts därmed till 20 sekunder.

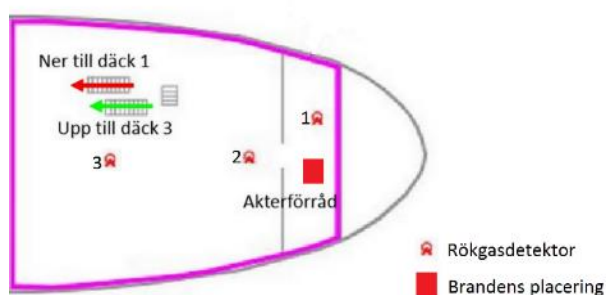
Tabell 24 – Detektionstid för rökgasdetektorer i scenario A beräknat med FDS.

Rökgasdetektorns placering	Tid [s]
Hytt	20
Hall	50
Passage	50
Salong	100

C.1.2 Scenario E

I scenariot för brand i akterförrådet då personerna befinner sig utanför maskinrummet kommer varseblivningstiden bedömas vara då någon av rökdetektorerna aktiveras. Däremot för scenariot då det befinner sig besökare i maskinrummet akter om pannrummet är det möjligt att de upptäcker branden visuellt.

Figuren nedan visar en överblick över detektorernas placering i respektive utrymme. Rökgasdetektor 1 och 2 sitter uppe i taket på samma nivå som branden, medan rökgasdetektor 3 sitter högst upp i maskinrummet. För att få en bättre förståelse över utrymmet, se *Figur 54*.



Figur 54 - Överblick över de tre rökdetektorerna som aktiveras först i scenario B.

För att uppskatta när detektorerna skulle aktiveras används FDS. För mer information om hur detektorerna i simuleringar är utformade, se *Bilaga E – Simuleringar*.

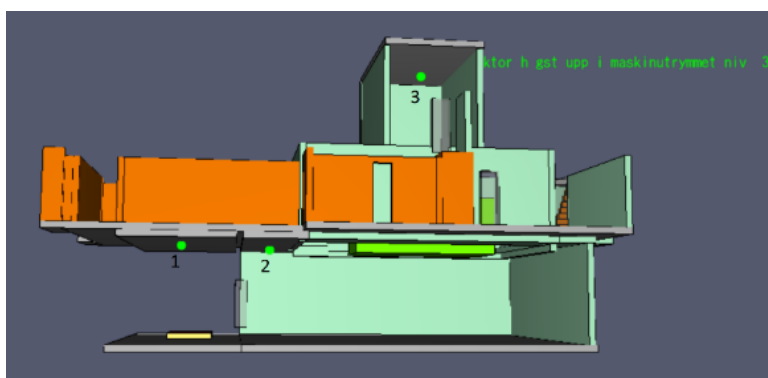
Figuren nedan visar simuleringsuppställningen samt de tre rökgasdetektorerna som aktiveras först. Bilden är tagen ur Pyrosim.

Tid från brandens start till dess att respektive rökgasdetektor aktiveras visas i tabellen nedan. Numreringen av rökgasdetektor hänvisas till *Figur 54* och *Figur 55*.

Tabell 25 - Aktiveringstid för de tre första rökgasdetektorerna som aktiveras för scenario E.

Rökgasdetektor	Tid till aktivering [s]
Akterförråd (1)	20
Utanför akterförråd (2)	40
Högst upp i maskinrummet (3)	90

Ifall det finns detektorer utöver de tre ovan nämnda kommer dessa inte behandlas i denna analys då det förutsätts att någon utav de tre detektorerna fungerar.



Figur 55 - De tre rökgasdetektorerna (gröna klot) som aktiveras först i scenario E.

C.2 Förberedelsetid

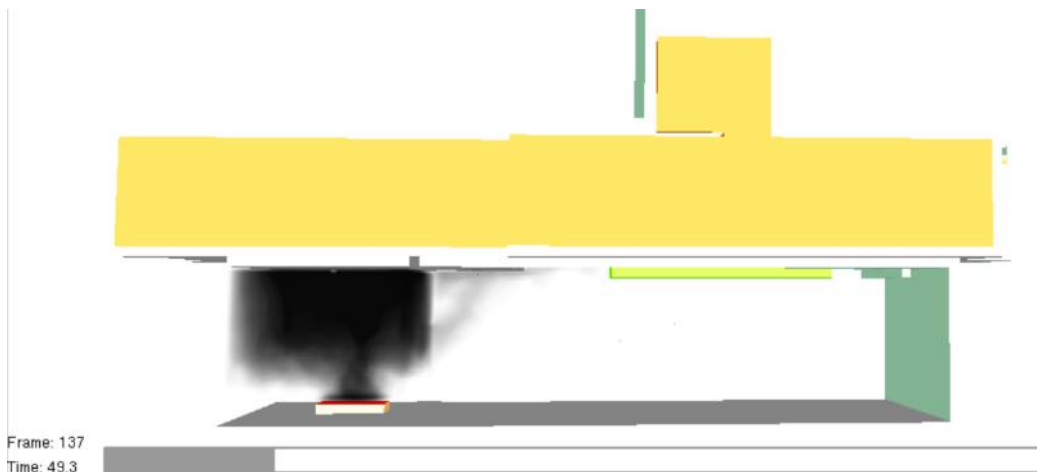
Förberedelsetiden kommer att variera för de olika scenarierna och resonemanget kring dessa tider redovisas i följande stycke

C.2.1 Scenario A

För att bestämma förberedelsetid för utrymningsscenario A:1 används riktlinjer från BBRAD som anger olika tider baserat på olika typer av verksamhet. Problematiken ligger i att bestämma vilken typ av verksamhet som passar in för vårt scenario. För utställningshallen finns två verksamheter som anses stämma in på angiven miljö. Dessa är: mindre lokal med larmdon i aktuell lokal givet att branden inte är synlig samt offentlig miljö såsom skola, kontor eller butik där branden är inom synhåll. För båda dessa verksamheter och scenarier anges förberedelsetiden till 60 sekunder.

C.2.2 Scenario E:3

Ett ytterligare sätt att beräkna förberedelsetiden är att ta hänsyn till då besökarna upptäcker branden visuellt. Besökarna i det aktuella scenariot förväntas upptäcka branden efter cirka 50 sekunder in i brandförloppet. När detta sker har brandlarmet ringt i 30 sekunder. Då både brandlarmet ringer och branden syns visuellt förväntas besökarna reagera. På grund av utrymmets stora samt komplexa geometri anses det ta besökarna ytterligare 30 sekunder från det att de ser brandgaserna till att de börjar förflytta sig. Under denna tid bedöms det att gruppen samordnar sig och försöker planera sin förflyttning. Med tanke på maskinrummets komplexa geometri är det troligt att det krävs lite extra tid för att orientera sig till sin valda utrymningsväg. *Figur 56* visar sotmängden i utrymmet då besökarna anses upptäcka branden visuellt.



Figur 56 – Den tid in i brandförloppet då besökarna i scenario E:3 anses upptäcka branden visuellt.

Enligt ovanstående resonemang kring hur besökarna påverkas utav en ljudsignal samt en visuell syn av branden, beräknas tiden till det att förflyttningen sker till 80 sekunder. Med en förflyttningstid på 130 sekunder blir den totala utrymningstiden även här 210 sekunder. Samma tid som presenterades under *kapitel 8 – utrymningsscenario E:3*, fast där med ett annat bakomliggande resonemang.

C.3 Förflyttningstid

I detta avsnitt presenteras resonemang och beräkningar kring förflyttningstid i de aktuella scenarierna.

C.3.1 Scenario A

För utrymningsscenario A:1 visar det sig att kritiska förhållanden uppstår i korridoren till trappan innan utrymning kan förväntas ske. Detta innebär att samtliga besökare till utställningshallen kommer behöva utrymma via stegen i mitten av utställningshallen.

Bedömningen görs att det krävs cirka 20 sekunder per person för att utrymma upp för stegen. Eftersom osäkerheten kring detta är stor har valet gjorts att inte uppskatta ifall exempelvis nästa person kan börja klättra innan första tagit sig upp. Totalt ger detta en utrymningstid på 400 sekunder. För känslighetsanalys har sedan tiden varierats med ± 5 sekunder vilket ger att med 20 personer i lokalen erhålls en variation på 300-500 sekunder för utrymning.

C.3.2 Scenario E

Med hänsyn till geometriens komplexitet samt det begränsade antalet besökare uppskattas förflyttningstiden genom handberäkningar. Beräkningen av förflyttningstiden redovisas nedan, värdena är bestämda till hela sekunder, i huvuddelen av rapporten redovisas värdena avrundade till närmsta tiotal.

Då det handlar om flera besökare som ska utrymma kommer det bli en köbildning, till exempel vid en dörröppning eller trappa. Trappan anses bidra till en längre kö än en dörröppning. Alla utrymningsscenarioer innebär att besökarna ska gå uppför minst en trappa. Därför bedöms det vara den längsta trappan under utrymningsvägen som bidrar till störst köbildning. Det innebär att dörröppningar under utrymningsvägen kommer inte tas i beaktning. Under utrymningsscenario B.3 finns det totalt tre trappor. Den tiden det tar för besökarna att gå uppför de trappor, som ej bidrar till köbildning, kommer helt enkelt adderas till den totala förflyttningstiden.

Tabellen nedan visar de viktigaste variablerna som användes för att beräkna förflyttningstiden för besökarna för de olika utrymningsscenarierna. Den data som har används är baserad på egna försök på objektet. Tiderna är beräknade med en noggrannhet på hela sekunder. Då tiderna är uppskattningar och riktmärke har tiderna avrundats till närmsta tiotal sekunder då de redovisats tidigare i rapporten.

Tabell 26 - Visar de viktigaste variablerna som ligger till grund för beräkningen av förflyttningstiden för utrymningsscenarierna.

Scenario	Horisontellt avstånd [m]	Horisontell hastighet [m/s]	Tid för horisontell förflyttning [s]	Tid för köbildning + längsta trappa [s]	Tid i övrig trappa [s]	Total tid [s]
Scenario E:1	16	1	16	105	0	121
Scenario E:2	16	1	16	105	0	121
Scenario E:3	27	0.9	30	84	14	128

Tiden för den horisontella förflyttningen för scenarierna beräknades enligt ekvationen nedan.

$$t_{\text{förf. horisontell}} = \frac{s_{\text{horisontell}}}{v_{\text{horisontell}}}$$

Den horisontella sträckan, s, bestämdes utifrån de ritningar som funnits tillgängliga. Den horisontella hastigheten, v, bestämdes genom försök i den aktuella miljön.

Under utrymningen bedöms att två personer kan gå uppför trappan samtidigt, dvs. när den främre personen kommit halvvägs uppför trappan börjar nästkommande person gå uppför trappan. Tiden det tar för alla besökarna att ta sig uppför den trappan som bidrar till den största köbildningen beräknas med ekvationen nedan.

$$t_{\text{köbildning+ längsta trappa}} = \frac{t_{\text{längsta trappa}}}{n_{\text{personer på trappa samtidigt}}} * (n_{\text{utrymmande personer}} + 1)$$

För beräkning av den totala förflyttningstiden för alla besökare adderas alla tider enligt nedan.

$$t_{\text{förflyttning}} = t_{\text{förf. horisontell}} + t_{\text{köbildning+ längsta trappa}} + t_{\text{övriga trappor}}$$

Nedan visas underlaget för uppskattningen till förflyttningstiden då besökarna utrymmer från maskindäck plan 2 och ut via pannrummet.

Tabell 27 - Tidsparametrar för utrymning från pannrummet.

Scenario	Horisontellt avstånd [m]	Horisontell hastighet [m/s]	Tid för horisontell förflyttning [s]	Tid köbildning dörr	Total tid [s]
Ut genom Pannrummet	4	1	4	53	57

Tid köbildning dörr som visas i *Tabell 27* ovan har beräknats enligt ekvationen nedan.

Besökarna behöver uppskattningsvis förflytta sig fyra meter för att komma fram till den smala gången som leder dem vidare till pannrummet.

$$t_{\text{köbildning dörr}} = \frac{n}{b \cdot f} \quad (\text{BFS 2013:12})$$

$$n = 20$$

$$b = 0,5$$

$$f = 0,75 \quad (\text{BFS 2013:12})$$

Utrymmets bredd genom pannorna har uppskattats till 0,5 meter.

Genom detta beräkningssätt erhålls ett punktvärde och förflyttningstiden bestäms för besökarna vid de olika utrymningsscenarierna.

Bilaga D – Känslighetsanalys

I denna bilaga redovisas beräkning och resonemang för den känslighet som finns i ingående variabler och beräkningar. I följande kapitel är tiderna beräknade med en noggrannhet på hela sekunder. Då tiderna är uppskattningar och riktmärke har tiderna avrundats till närmsta tiotal sekunder då de redovisats i huvuddelen av rapporten.

D.1 Scenario E:1 och E:2

Nedan följer resonemangen kring de olika parametrarnas osäkerheter samt påverkan på den totala utrymningstiden. Det är även nedanstående antaganden och resongemang som legat till grund för *Figur 47* och *Figur 48* i känslighetsanalysen för scenario E:1 och E:2.

Mest trolig:

Den tid som har använts under utrymningsscenarioet och anses vara den mest troliga tiden.

Varseblivningstiden: 20 sekunder.

Då den första rökdetektorn aktiveras.

Förberedelsetid: 60 sekunder,

Anses vara en trolig tid för besökarna till att påbörja en förflyttning.

Förflyttningstid: 121 sekunder.

Gånghastighet 1 m/s

Tid i trappa: 10 sekunder.

Personer i trappa samtidigt: 2 personer.

Gruppstorlek: 20 personer.

Total utrymningstid (Mest trolig): 201 sekunder.

Då kontroll av *Varseblivningstid*, *Förberedelsetid*, *Förflyttningstid* och *Gruppstorlek* har gjorts har övriga parametrar, förutom den aktuella parametern, utgått ifrån scenariot "Mest troligt". Detta för att jämföra en parameter i taget för att få en uppfattning om vilken parameter samt osäkerhet som påverkar mest.

Varseblivningstid: Anses variera med tid till att rökdetektorerna aktiveras.

Tabell 28 - Varseblivningens variation och dess påverkan på utrymningstiden.

Varseblivningstid	Varseblivningstid [s]	Total utrymningstid [s]	Motivering
Snabb	20	201	Första detektorn aktiveras. Anses för övrigt vara det mest troliga scenario.
Långsam	40	228	Första detektorn är defekt och besökarna blir inte varse förrän den andra detektorn aktiveras

Förberedelsetid: Anses variera då olika situationer och grupper har olika förberedelsetider.

Tabell 29 - Förberedelsetidens variation och dess påverkan på utrymningstiden.

Förberedelsetid	Förberedelsetid [s]	Total utrymningstid [s]	Motivering
Snabb	45	186	Situationen kräver att personerna ej behöver packa ihop sina tillhörigheter utan kan lämna relativt fort. Möjligtvis en auktoritär person som hänvisar besökarna till utrymning.
Långsam	90	231	Situationen kräver att personerna tar tid att samla ihop sina tillhörigheter. Det sociala spelet personerna emellan anses även dra ut på förberedelsetiden.

Förflyttningstid: Anses variera då olika typer av besöksgrupper kan beträda fartyget. Då långsammare grupper ska utrymma kommer det dels ta längre tid för dem att förflytta sig horisontellt. Den största skillnaden kommer dock att ligga på köbildningen som uppstår vid trappan då det tar längre tid för dem att ta sig upp för trappan.

Tabell 30 - Förflyttningstidens variation och dess påverkan på utrymningstiden.

Förflyttningstid	Förflyttningstid [s]	Total utrymningstid [s]	Motivering
Snabb	97	177	En snabbare/"atletisk" besöksgrupp. Gånghastighet på 1,2 m/s. Tid i trappa: 8 sekunder, vilket bidrar till minskad köbildning.
Långsam	229	309	En långsammare besöksgrupp Kan vara äldre besökare, rörelsehindrade besökare som har svårighet att förflytta sig. Gånghastighet: 0.6 m/s Tid i trappa: 18 sekunder, vilket bidrar till ökad köbildning.

Gruppstorlek: Antal personer som ska utrymma kan variera. Då besökarantalet kan vara upp till 30 personer kommer det leda till en längre köbildning. Tvärt emot då besöksgruppen endast är på tio personer.

Tabell 31 – Gruppstorlekens variation och dess påverkan på utrymningstiden.

Storlek på grupp	Förflyttningstid [s]	Total utrymningstid [s]	Motivering
Liten (10 personer)	71	151	En mindre grupp på tio besökare. Leder till mindre köbildning.
Stor (30 personer)	171	251	En större grupp på 30 besökare. Leder till ökad köbildning.

D.2 Scenario E:3

Nedan följer resonemangen kring de olika parametrarnas osäkerheter samt påverkan på den totala utrymningstiden. Det är även nedanstående antaganden och resongemang som legat till grund för *Figur 49* i Känslighetsanalys för Scenario E:3.

Mest trolig:

Den tid som har använts under utrymningsscenarioet och anses vara den mest troliga tiden.

Varseblivningstiden: 20 sekunder.

Då den första rökdetectorn aktiveras.

Förberedelsetid: 60 sekunder,

Anses vara en trolig tid för besökarna till att påbörja en förflyttning.

Förflyttningstid: 128 sekunder.

Gånghastighet 0,9 m/s

Tid i trappa som leder till köbildning: 8 sekunder.

Personer i trappa samtidigt: 2 personer.

Tid i övriga trappor: 14 sekunder.

Gruppstorlek: 20 personer.

Total utrymningstid (Mest trolig): 208 sekunder.

Då kontroll av *Varseblivningstid*, *Förberedelsetid*, *Förflyttningstid* och *Gruppstorlek* har gjorts har övriga parametrar, förutom den aktuella parametern, utgått ifrån scenarioet "Mest troligt". Detta för att jämföra en paramter i taget för att få en uppfattning om vilken parameter samt osäkerhet som påverkar mest.

Varseblivningstid: Anses variera med tid till att rökdetektorerna aktiveras.

Tabell 32 - Varseblivningens variation och dess påverkan på utrymningstiden.

Varseblivningstid	Varseblivningstid [s]	Total utrymningstid [s]	Motivering
Snabb	20	208	Första detektorn aktiveras. Anses för övrigt vara det mest troliga scenario.
Långsam	43	237	Första detektorn är defekt och besökarna blir inte varse förrän den andra detektorn aktiveras

Förberedelsetid: Anses variera då olika situationer och grupper har olika förberedelsetider.

Tabell 33 - Förberedelsetidens variation och dess påverkan på utrymningstiden.

Förberedelsetid	Förberedelsetid [s]	Total utrymningstid [s]	Motivering
Snabb	45	195	Situationen kräver att personerna ej behöver en längre tid för att fundera ut vilken väg de ska välja. Möjligtvis en auktoritär person som hänvisar besökarna till utrymning.
Långsam	90	240	Situationen kräver att personerna tar tid på sig för att förstå att det är en brand i närheten av dem. Tid går åt till att personerna funderar över vilken utrymningsväg de ska välja. Det sociala spelet personerna emellan anses även dra ut på förberedelsetiden.

Förflyttningstid: Anses variera då olika typer av besöksgrupper kan beträda fartyget. Då långsammare grupper ska utrymma kommer det dels ta längre tid för dem att förflytta sig horisontellt. En stor skillnad i detta fall kommer bero på köbildningen som uppstår vid trappan. Ytterligare en påverkande faktor är att utrymningsvägen består utav tre trappor som kommer ta lång tid för de besökarna med förflyttningssvårigheter.

Tabell 34 - Förflyttningstidens variation och dess påverkan på utrymningstiden.

Förflyttningstid	Förflyttningstid [s]	Total utrymningstid [s]	Motivering
Snabb	98	178	En snabbare/"atletisk" besöksgrupp. Gånghastighet på 1,2 m/s. Tid i trappa som avgör köbildning: 6 sekunder. Tid i övrig trappor: 12 sekunder
Långsam	268	348	En långsammare besöksgrupp Kan vara äldre besökare, rörelsehindrade besökare som har svårighet att förflytta sig. Gånghastighet: 0,4 m/s Tid i trappa som avgör köbildning: 16 sekunder, vilket bidrar till ökad köbildning. Tid i övriga trappor: 32 sekunder.

Gruppstorlek: Antal personer som ska utrymma kan variera. Då besökarantalet kan vara upp till 30 personer kommer det leda till en längre köbildning. Tvärtom då besöksgruppen endast är på tio personer.

Tabell 35 – Gruppstorlekens variation och dess påverkan på utrymningstiden.

Storlek på grupp	Förflyttningstid [s]	Total utrymningstid [s]	Motivering
Liten (10 personer)	88	168	En mindre grupp på tio besökare. Leder till mindre köbildning.
Stor (30 personer)	128	248	En större grupp på 30 besökare. Leder till ökad köbildning.

Bilaga E – Simuleringar

I denna bilaga presenteras de program som har använts för att göra datorsimuleringar i arbetet och vilka ingångsvärden och metoder som använts samt vilka begränsningar detta medfört. Totalt har tre program använts – FDS, Pyrosim och Pathfinder.

Fire Dynamics Simulator, FDS, är en CFD-modell anpassad för brandsimulering. Det har använts för att beräkna rökspridning, värmespridning, sikt och toxicitet.

Pyrosim är ett grafiskt gränssnitt för FDS och har använts för att konstruera modellerna som har simulerats.

Pathfinder är en utrymningssimulator och har använts för att beräkna förflyttningstider för vissa scenarier.

E.1 Teori

I detta avsnitt förklaras mer ingående hur de program som använts vid simuleringarna fungerar och vad de bygger på.

E.1.1 Fire dynamics simulator

CFD står för computational fluid dynamics och är en teknik som används inom en mängd olika områden för studera och beräkna flöden värmetransport och vissa andra reaktioner av vätskor och gaser. En CFD-modell bygger på att volymen som undersöks delas in i mindre celler som placeras i ett rutnät kallad grid eller mesh. För varje cell löses sedan flödesekvationer för bland annat hastighet, temperatur och tryck (Malalasekera & Versteeg, 1995). Även för brandtekniska beräkningar är CFD-modeller ett användbart verktyg för simulering av en brands förlopp samt dess spridning av brandgaser (Frantzich & Nystedt, 2011).

FDS är en fritt tillgänglig CFD-modell utvecklad och verifierad av amerikanska NIST, National Institute of Standards and Technology, som löser en form av Navier-Stokes ekvationerna som är anpassade för termiskt drivna flöden med låg hastighet där fokus ligger värme- och röktransport från bränder (McGrattan, et al., 2014).

Smokeview är ett visualiseringsprogram som används för att visuellt visa utdatan från FDS och CFD simuleringar.

Versionen av FDS som använts i arbetet är version 6.1.2.

E.1.1.1 Begränsningar med FDS

Brandplymen är den motor som sprider brandgaser genom en byggnad och är på det viset en viktig parameter. Beräkningarna i FDS bygger på skillnad i luftens temperatur som skapar termik och en felaktighet i denna beräkning kommer påverka temperaturen i övre brandgaslager, utbredning av brandgaser samt temperatur i takstrålen. Jämförelse med försök visar att FDS är relativt dålig på att beräkna dessa temperaturer och på så vis kommer brandplymens egenskaper innehålla felaktigheter vilka fortplantar sig genom simuleringarna (Frantzich & Nystedt, 2011).

FDS har en förmåga att överskatta flammhöjden vilket delvis ligger bakom felaktigheterna i plymtemperaturen. Troligen beror detta på att den beräkningsmodell för förbränning som FDS använder sig av inte stämmer tillräckligt bra med verkligheten. En överskattning av flammhöjden innebär att beräknad avgående strålning kommer bli högre än den verkliga samt att aktiveringstid för takmonterad utrustning minskar. På så vis erhålls ett konservativt resultat från simuleringar (Frantzich & Nystedt, 2011).

För sot lämpar sig FDS väl för att beräkna dess spridning och koncentration genom byggnaden. Det som FDS har svårare för är att bedöma hur mycket sot som genereras av branden vilket dock kan

avhjälpas genom att ansätta sotproduktionen som en andel av massavbrinningen. Felaktigheter kan då komma att införas i simuleringar eftersom dessa tabellvärden är konstanta samt gäller för välventilerade bränder. Ytterligare fel blir det i de fall då flammen når brandgaslagret vilket kommer att ytterligare öka sotproduktionen (Frantzich & Nystedt, 2011).

E.1.2 Pyrosim

Pyrosim är framtaget av amerikanska Thunderhead Engineering Consultants. Det används för att på ett enklare sätt generera kod till FDS. Speciellt vid större och komplexa geometrier är pyrosim användbart. En av de mest använda funktionerna i programmet är att det kan anpassa objekt, egenritade eller importerade från en CAD-fil, till den givna kontrollvolymen. Denna funktion kräver dock att användaren är uppmärksam då hål mellan objekt lätt kan uppstå då dessa anpassas till kontrollvolymen (Thunderhead Engineering Consultants Inc., 2014).

Versionen av Pyrosim som använts är version 2014.4.1208.

E.1.3 Pathfinder

Pathfinder är även det utvecklade av Thunderhead Engineering Consultants. Med Pathfinder kan utrymningsförlopp simuleras där utrymningstider kan beräknas med individuella egenskaper för varje person. Bland annat kan egenskaper som gånghastighet, reaktionstid, vägval och höjd ges individuellt till personerna eller som fördelningar hos en grupp. Geometrin i Pathfinder byggs upp av en kontrollvolym där de utrymmande kan röra sig. Geometrier kan importeras i form av FDS-kod. Väggar och andra hinder utgörs av hål i kontrollvolymen. Dörrar ses som det som kopplar ihop två rum och flöden mäts konstant i dessa. Även trappor kan simuleras. Där sänks gånghastigheten för de utrymmande beroende på lutningen i trappan. Även hissar och andra system är möjliga att simulera (Thunderhead Engineering Consultants Inc., 2014).

Versionen av Pathfinder som använts är version 2014.3.1208.

E.2 Förenklingar och antaganden

Nedan redovisas de förenklingar och antaganden som gjorts för att simulera de tänkta brandscenarierna i FDS. Att utföra förenklingar är nödvändigt då FDS är ett program som har begränsningar och kan inte ge en exakt bild över hur verkligheten ser ut. Antaganden har även gjorts då det inte funnits tillräckligt med dokumentation och information om vissa områden.

E.2.1 Branden

En brand i FDS simuleras som ett flöde av en gas genom en yta som förbränns då den blandas med luften. Förbränningsreaktionen som sker definieras sedan i två delar. En del beskriver effektutvecklingen där effektutvecklingen per yta och vilken tillväxt branden har anges. Storleken på ytan det strömmar gas genom, det vill säga brännaren, bestämmer vilken total effektutveckling det blir.

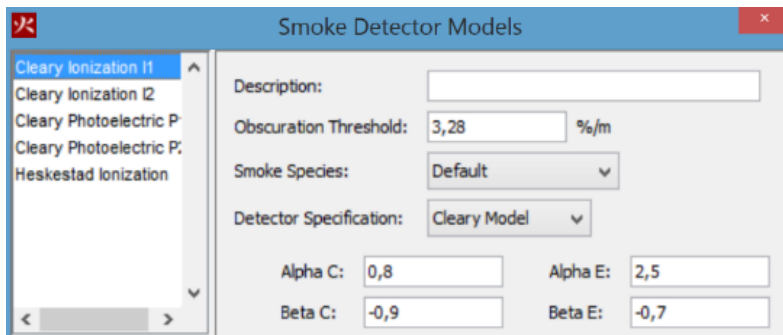
Den andra delen beskriver vad som bildas vid förbränningen. Där anges den kemiska sammansättningen för bränslet och yelder för sot och kolmonoxid. Det är dessa parametrar som påverkar sikten och toxiciteten i beräkningar med FDS. De värden som använts för dessa parametrar i simuleringarna presenteras i *Tabell 36*.

Tabell 36 – Reaktionsegenskaper som använts i simuleringarna av de olika scenarierna.

Scenario	Kemisk formel	Soot yield	CO yield	Källa
Scenario A	C6H10O5	0,015	0,005	(Karlsson & Quintiere, 1999)
Scenario E	C7H16	0,037	0,01	(Karlsson & Quintiere, 1999)

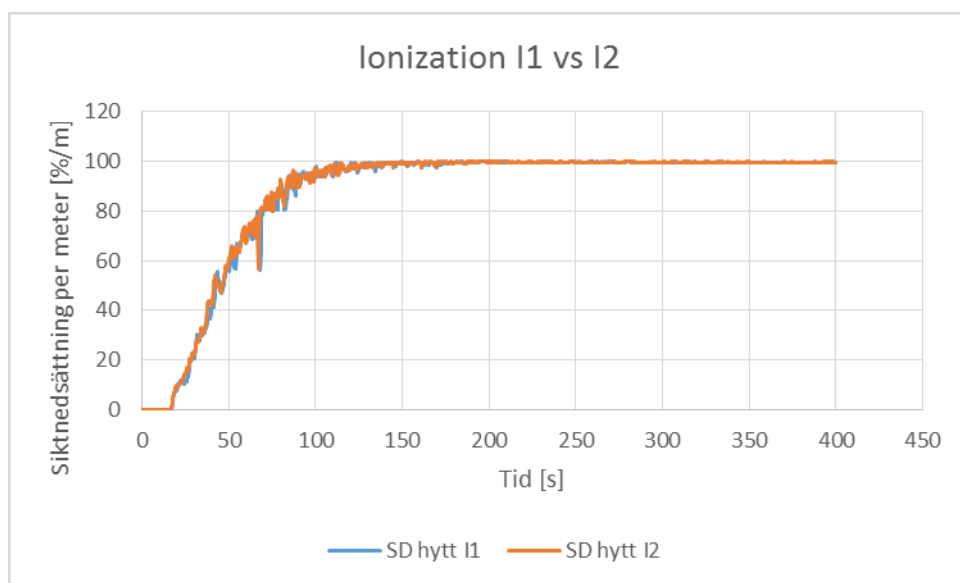
E.2.2 Brandgasdetektorer

För att uppskatta tiden till då brandgasdetektorerna aktiveras har det placerats ut detektorer i simuleringsuppställning på motsvarande placering som de befintliga på fartyget. Då det inte funnit tillgång till någon mer ingående information om vilken aktiveringströskel de utplacerade brandgasdetektorerna har aktiveringströskeln antagits. Brandgasdetektorerna i simuleringen, som ska motsvara de verkliga, är av typen Cleary Ionization II och aktiveras vid obscura tröskel på 3,28 %/m. För mer information om brandgasdetektorerna är utformade, se *Figur 57*



Figur 57 - De kriterier som ska uppfyllas för en aktivering av rökgasdetektorn.

Som jämförelse har även simuleringar gjorts med en detektor av typen Cleary Ionization I2 monterade på samma position som typ I1. I2 använder samma tröskelvärde för siktnedsättning men har andra värden på Alpha C och E samt Beta C och E. Någon skillnad i detektionstid mellan de två typerna av detektor går dock inte att urskilja, detta visas i *Figur 58*.



Figur 58 – Jämförelse mellan detektorer av typen Cleary Ionization I1 och Cleary Ionization I2.

E.2.3 Geometri

Då kontrollvolymen på utrymmet begränsar noggrannheten på geometrin blir det nödvändigt att avrunda och förenkla måtten och utrymmets geometri. Då fartygets korridorer och hytter har en takhöjd på 2,1 meter går det ej att illustrera då kontrollvolymens sida är 0,2 meter. Därför har det blivit nödvändigt att använda en takhöjd på 2,2 meter i simuleringarna. Vid en senare simulering med en mindre kontrollvolym på 0,1 x 0,1 x 0,1 m³ har samma geometri använts som vid den större kontrollvolym. Detta för att den grövre simuleringen använts som underlag för att se vad som är intressant att undersöka närmre. Det ansågs inte nödvändigt att rita om geometrin för den mindre kontrollvolym.

Fartyget geometriska komplexitet har gjort det nödvändigt att förenkla och approximera utrymmenas geometri samt storlek. I brandscenario E har bland annat akterförrådet samt maskinrummet utanför förrådet dimensionerats till en rektangulär geometri, även då den i verkligheten består av rundade hörn och en mer komplex uppbyggnad än den försöksuppställning FDS utgår ifrån. I scenario A har approximeringar gjorts som bland annat berört de rundande väggarna i fören.

Motiveringen bakom de förenklingar som gjorts är att resultatets giltighet ej påverkas signifikant. Främst för att det är volymen som är av betydelse i maskinrummet då det som är mest intressant är brandgasfyllnanden av utrymmet. Utrymmena är dessutom uppbyggda i en sådan komplexitet att det blir mycket svårt att göra fullt motsvarande geometrier i FDS. Även ifall det skulle gå att genomföra kommer skillnaden i resultatet troligtvis inte bli märkbart.

E.2.4 Material

Vilka materialegenskaper som väggar, tak och golv ges i FDS kan påverka resultatet mycket. Anges inga speciella materialegenskaper används materialet inert som inte värms upp eller leder värme. För att skapa ett material i FDS anges ett grundmaterial och en tjocklek. Datan för grundmaterialen anges i Tabell 37.

Tabell 37 – Data på grundmaterial i simuleringar.

	Specifik värmekapacitet [kJ/(kg*K)]	Konduktivitet [W/(m*K)]	Densitet [kg/m ³]	Emissivitet	Källa
Yellow pine	2,85	0,14	640,0	0,9	(Drysdale, 2011)
Steel	0,46	45,8	7850,0	0,95	(Drysdale, 2011)

De material som använts i väggar, golv och tak för scenario A anges i Tabell 38. Alla väggar i det scenariot består av materialet ”Vägg med träpanel”, alla golv och tak består av materialet ”Golv” och trappan från plan 3 till plan 4 består av materialet ”Trappa trä”.

Tabell 38 – Material som använts i scenarierna.

Benämning	Material	Tjocklek [m]
Vägg med träpanel	Yellow pine / Steel	0,02 / 0,02
Golv	Steel	0,04
Trappa trä	Yellow pine	0,05 & 0,08
Stålvägg	Steel	0,02
Stål tak/golv	Steel	0,08
Ångmaskin	Steel	0,5
Styrenhet	Steel	0,1
Innervägg trä	Yellow pine	0,08

E.3 Utdata

Följande avsnitt behandlar hur den utdata som simuleringarna med FDS behandlats och hur dessa sedan använts för att ta fram tider till kritiska förhållanden.

E.3.1 Sikt

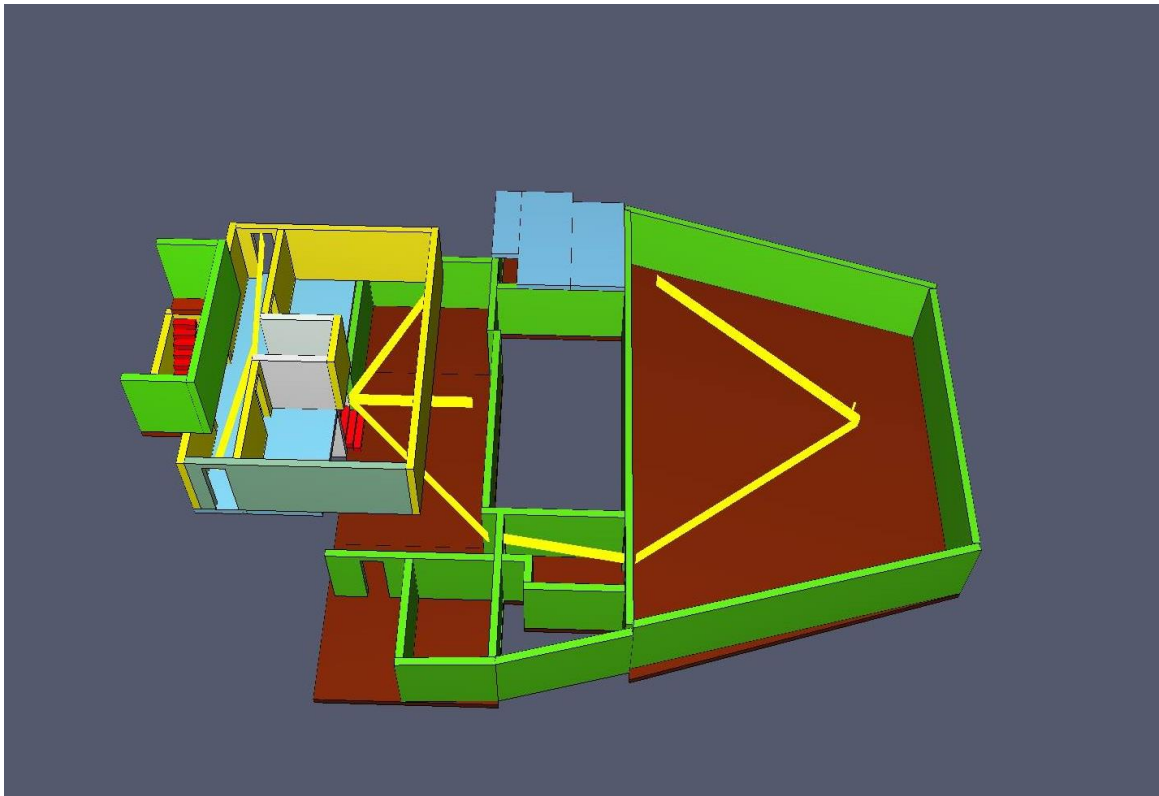
Sikten har i FDS har beräknats med så kallade beam devices. Dessa fungerar som en optisk linjerökdetektor som mäter ljusdämpningen av en stråle mellan två punkter. Resultatet från en sådan device ges av FDS i hur många procent av strålen som dämpas. Är längden på strålen känd kan sikten sedan räknas ut med ekvationerna nedan (Nilsson & Holmstedt, 2007).

$$Sikt (m) = \frac{\ln 10}{D_L}$$

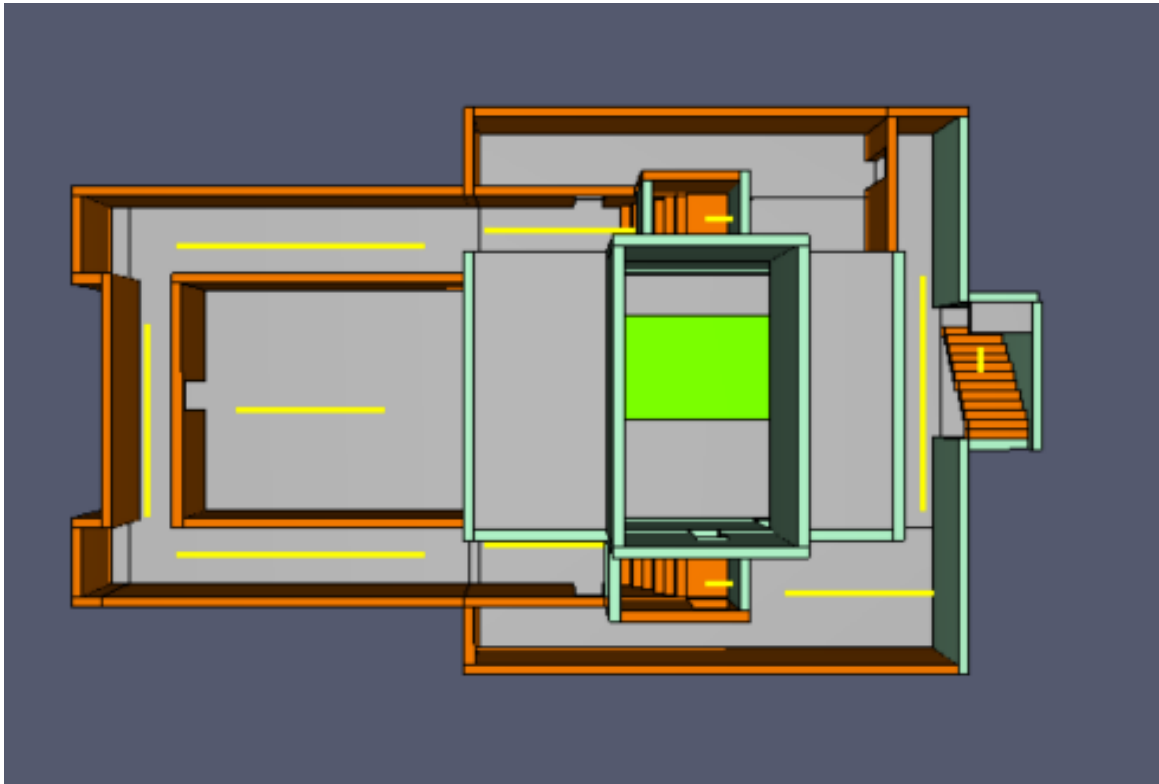
Samt

$$D_L = -\frac{1}{L} \cdot \frac{I}{I_0}$$

Siktmätarnas placering i simuleringarna kan ses i *Figur 59* och *Figur 60*.



Figur 59 – Placeringen av beam devices i scenario A.

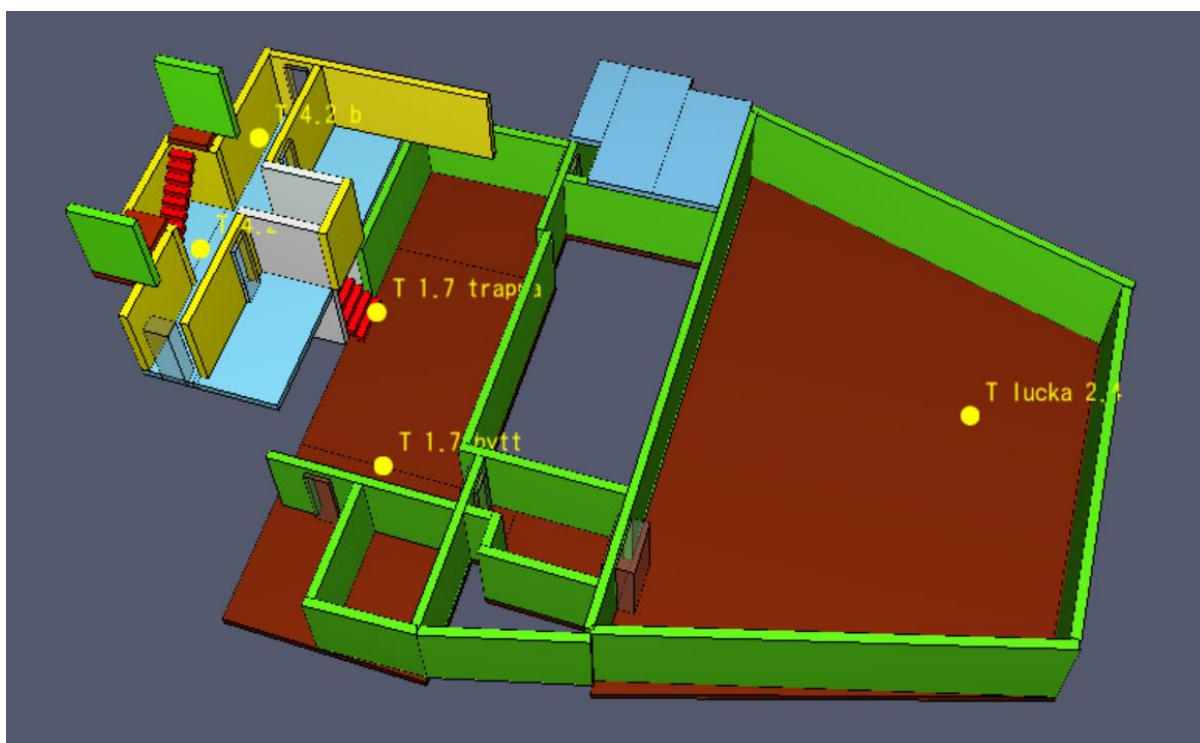


Figur 60 – Placering av beam devices i scenario E.

E.3.2 Temperatur

Temperaturen i FDS har i simuleringarna i scenario A uppmätts med *thermocouples*. Dessa är utformade som termoelement med ett värmeövergångstal. Detta gör att den uppmätta temperaturen kommer vara fördröjd jämfört med den faktiska temperaturen. Fördelen med *thermocouples* är istället att de filtrerar bort en del av de temperaturfluktuationer som uppstår vilket ger utdata som enklare att tolka. I simuleringarna för scenario E har temperaturen uppmätts med så kallade *temperature devices*. Dessa mäter den aktuella gastemperaturen i varje tidssteg.

I scenario A har temperaturdetektorerna placerats på olika höjder på fem olika positioner: utanför hytten, i trappans nederkant, vid luckan i utställningshallen och på babord och styrbord sida i korridoren utanför salongen. I *Figur 61* visas de positioner detektorerna är placerade på.



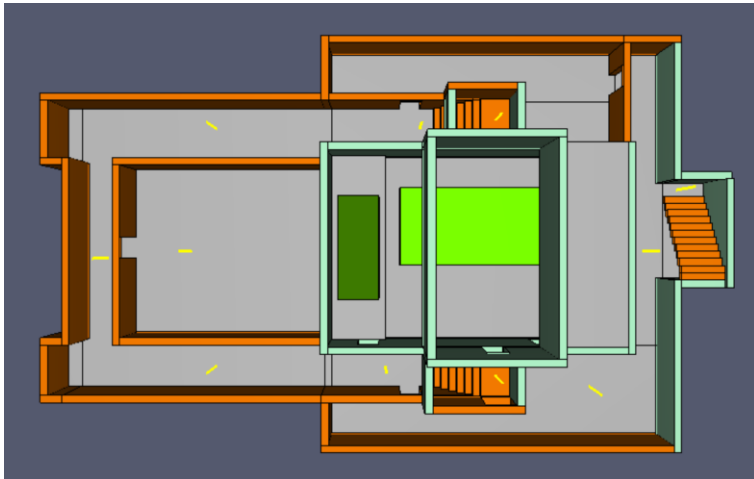
Figur 61 – Detektorernas placering i FDS-simuleringen av scenario A

I scenario E har temperaturmätare placerats längs utrymningsvägen. *Slices* har även placerats ut för att få en uppfattning om temperaturen i utrymmet. Temperaturen når inte 80 °C för utrymningsscenarierna och därför presenteras ingen ytterligare information om temperaturmätningen för scenario E.

E.3.3 Brandgaslagrets höjd

Höjden på brandgaslagret har i FDS-simuleringarna tagits fram med *layer devices*. De beräknar höjden på brandgaslagret genom att kontinuerligt mäta den vertikala temperaturprofilen på den aktuella platsen (McGrattan, et al., 2014).

I scenario A har *layer devices* placerats på samma platser som är markerade i *Figur 61* samt i passagen mellan utställningshallen och trapphallen. *Figur 62* visar placeringen av dessa i scenario E.



Figur 62 - Layer devices utplacering på plan 3 för scenario E.

E.3.4 Toxicitet

Halter av kolmonoxid, koldioxid och syrgas har i FDS-simuleringarna tagits fram med *volume fraction devices*. Dessa mäter andelen av den gas som angivits i volymen som omger detektorn. Denna parameter är helt beroende av vilka egenskaper branden ges i form av yields i simuleringen.

I simuleringen A har *volume fraction devices* placerats på de positioner som är markerade i Halter av kolmonoxid, koldioxid och syrgas har i FDS-simuleringarna tagits fram med *volume fraction devices*. Den funktionen mäter vilken andel av den angivna gasen som finns vid detektorn vid varje tidssteg. Detta påverkas helt vilka egenskaper förbränningen har getts i simuleringen.

I scenario A har detektorerna för gaskoncentration placerats på samma positioner som är markerade i *Figur 61*.

I scenario E har toxiciteten mätts med *slice files*. För scenario E uppmättes aldrig kritiska nivåer för toxicitet.

E.3.5 Strålning

Strålningen har beräknats i FDS med *radiative heat flux gas devices*. Strålningsekvationerna som FDS använder bygger på strålning mot en fast yta men då mätpunkterna i dessa simuleringar sitter fritt i luften simuleras den ytan som en lagrangeartikel i den punkten. Antalet stålar som har använts i FDS i simuleringarna är 100.

I simulering A har den infallande strålningen beräknats på olika höjder på två positioner, utanför hytten och nedanför trappan. Detta då trapphallen är det enda utrymningsväg som kommer att påverkas direkt av strålningen från branden.

För scenario E placerades mätinstrument i den punkt där utrymningsvägen är närmst branden. Mätresultatet från det instrumentet visade inte på någon kritisk nivå. Med den vetskapen lades ingen ytterligare vikt vid strålningsmätningar i vidare simuleringar.

E.4 Validering av simuleringar

Det är inte helt givet hur uppställningen av en FDS simulering ska vara konstruerad. Efter simuleringen kan det även vara svårt att veta hur pass giltigt resultatet är. För att undersöka huruvida simuleringens resultat är trovärdigt/giltigt är det viktigt att göra en kvalitetssäkring. Nedan presenteras de punkter och parametrar som är väsentliga att kontrollera för att undersöka simuleringarnas giltighet (Frantzich & Nystedt, 2011).

- Kontrollera att Q^* är i storleksordningen 0,3 till 2,5.

$$Q^* = \frac{\dot{Q}}{\rho_\infty * c_p * T_\infty * \sqrt{g} * D^{2,5}}$$

- Kontrollera att beräkningens upplösning D^*/dx är i storleksordningen 10 till 20. Där dx är cellstorleken.

$$D^* = \left(\frac{\dot{Q}}{\rho_\infty * c_p * T_\infty * \sqrt{g}} \right)^{\frac{2}{5}}$$

Där

$$\rho_\infty = 1,2 [kg/m^3]$$

$$c_p = 1,0 [kJ/kg * K]$$

$$T_\infty = 293 [K]$$

$$g = 9,8 [m^2/s]$$

I tabellen nedan testas huruvida simuleringarnas resultat är giltiga baserat på att Q^* är i storleksordningen 0,3 till 2,5.

Tabell 39 – Kontroll av brandens karakteristiska effektutveckling för simuleringarna.

Scenario	\dot{Q} [kW]	D [m]	Q^*	Giltighet
A	1355	1,4	1,1	OK
E	1400	0,85	1,9	OK

I tabellen nedan testas huruvida simuleringarnas resultat är giltiga baserat på att beräkningens upplösning D^*/dx är i storleksordningen 10 till 20.

Tabell 40 – Kontroll av cellstorleken kring branden i simuleringarna.

Scenario	\dot{Q} [kW]	D^* [-]	dx [m]	D^*/dx	Giltighet
A	1355	1,1	0,1	11	OK
E	1400	1,1	0,1	11	OK

Det som kan konstateras är att de båda simuleringarna uppfyller de två ovan nämnda kriterierna som berör simuleringarnas giltighet.

Bilaga F – Tid till kritiska förhållanden för åtgärder

I följande bilaga redovisas tid till kritiska förhållanden för de åtgärder som har verifierats med simuleringar.

F.1 Automatisk dörrstängare

Här presenteras mer ingående vilken inverkan på förhållandena vid brand som åtgärden att installera en automatisk dörrstängare på dörren in till utställningshallen skulle innebära. Åtgärden är utformad för att förbättra förhållandena i utrymningsscenario A:1, men kommer även att påverka utrymningsscenario A:2. Detta då brandgaser som vid en öppen dörr skulle fylla det stora utrymmet i utställningshallen istället kommer att ledas upp för trappan till korridoren utanför salongen. Tiderna till kritiska förhållanden vid åtgärden presenteras i *Tabell 41*.

Kritiska förhållanden uppstår efter åtgärden alltså inte i utrymningsscenario A:1 medan tiden till kritiska förhållanden i scenario A:2 inte påverkas nämnvärt.

Tabell 41 – Tid till kritiska förhållanden med åtgärden självstängande dörr.

	Utanför hytt	Utställningshall	Trappa	Korridor Salong
Tid till kritisk brandgashöjd	60	-	60	90
Tid till kritisk strålningsintensitet (2,5 kW/m²)	170	-	210	Ingen uppgift
Tid till kritisk temperatur	110	-	100	220
Tid till kritisk CO-halt	-	-	-	-
Tid till Kritisk CO₂-halt	180	-	180	-
Tid till kritisk O₂-halt	180	-	180	-
Tid till kritisk sikt 2 m	60	-	90	190
Tid till kritisk sikt 1,8 m	70	-	100	200
Tid till kritisk sikt 1,6 m	80	-	100	200
Lägsta tid	60	-	90 (60)	190 (90)

I korridoren utanför salongen uppstår kritisk temperatur och sikt på 1,6 och 1,8 meter över golvet senare när dörren till utställningshallen är stängd jämfört med då den är öppen. Den generella uppfattningen då ett utrymme dit brandgaserna kan sprida sig stängs av är att de då ökar i de andra riktningarna. Det borde medföra att förhållandena blir värre där, alltså kring salongen. I det simulerade fallet blir det således inte så enligt de framtagna värdena. Detta kan möjligtvis förklaras med att brandgasflödet ut genom dörrarna på plan 4 ökar samtidigt som luftflödet in ökar. Den kalla luften som flödar in kyler ned brandgaserna samtidigt som ett ökat flöde ger större turbulensen vilket ytterligare hjälper avkylningsprocessen och späder ut brandgaserna, vilket förbättrar sikten.

F.2 Brandgaslucka Maskinrummet

Under denna rubrik presenteras tiderna till de kritiska förhållanden som uppnåtts för respektive utrymningsscenario. Bilder tagna ur Smokeview visas även för att ge läsaren en större förståelse för hur brandgasluckan förhindrar rökspridning till omgivningen.

De kritiska nivåerna för värmestrålning/värmedos, temperatur eller toxicitet uppnåddes aldrig under simuleringstiden. Därför kommer tabellerna endast visa *tid till kritisk brandhöjd* och *tid till kritisk sikt*.

F.2.1 Scenario E:1

Nedan visas tiden till då de kritiska förhållanden som uppnåddes för utrymningsscenario E:1 vid de två olika storlekarna på brandgasluckan.

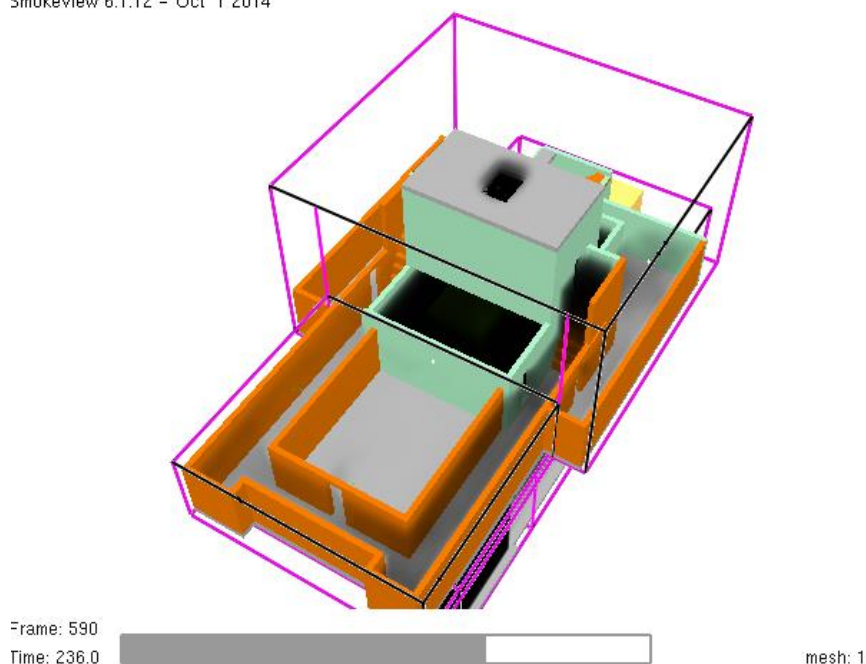
Tabell 42 - Visar tiden in i brandförloppet då de kritiska förhållandena uppmättes för utrymningsscenario E:1 vid en brandgaslucka på 1,5 m².

Utrymningsscenario E:1 Brandgaslucka 1,5 m ²	Mässen	Korridor Akterut	Korridor babord	Nedanför trappan till utrymningsväg 1	Utrymningsväg 1
Tid till kritisk brandgashöjd [s]	-	177	-	-	-
Tid till kritisk sikt [s]	-	236	308	278	-

Resultatet från *Tabell 42* är att säker utrymning kan ej ske 236 sekunder in i brandförloppet.

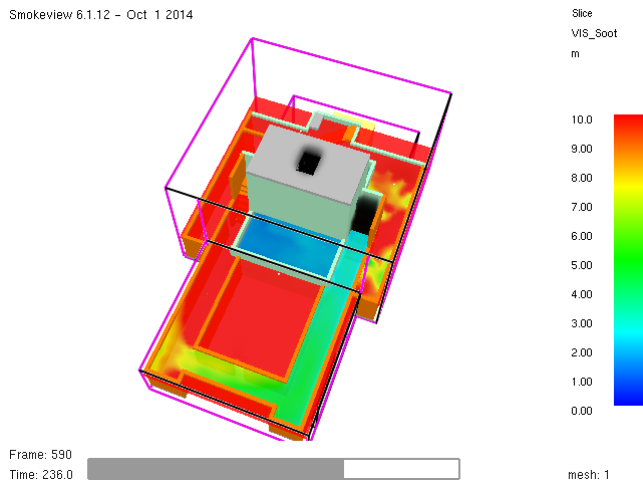
Figuren nedan är tagen ur Smokeview och visar mängden sot i utrymmet vid 236 sekunder. Vid denna tidpunkt har kritiska förhållanden uppnåtts längs utrymningsvägen, *Korridor Akterut*, för det aktuella scenariot.

Smokeview 6.1.12 - Oct 1 2014



Figur 63 - Bild tagen ur Smokeview som visar mängden sot 236 sekunder in i simuleringen av brandförloppet då brandgasluckan är på 1,5 m².

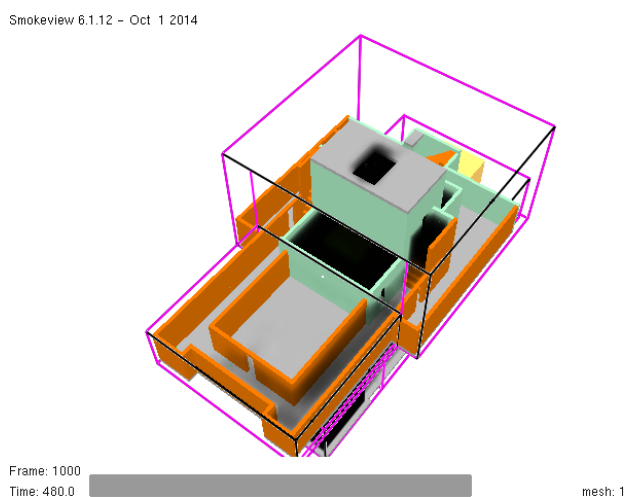
Figur 64 är framtagen med FDS och illustrerar hur sikten är i utrymmet efter cirka 4 minuter in i brandförloppet. Som figuren visar uppnås en sikt på 5 meter längs utrymningsvägen för scenariot efter 236 sekunder. Vid denna tidpunkt har dock personerna hunnit utrymma enligt utrymningsscenario E:1.



Figur 64 - Bild tagen ur Smokeview 236 sekunder in i simuleringen av brandförloppet då brandgasluckan är på 1,5 m².

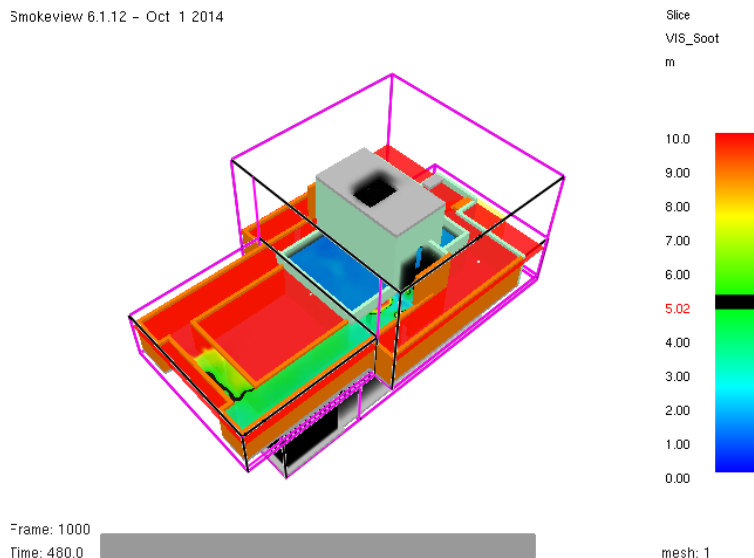
Simuleringen för utrymningsscenario E:1 med en brandgaslucka på 3 m² visade att säker utrymning kan ske under hela simuleringstiden, 480 sekunder.

Figuren nedan är tagen ur Smokeview och visar mängden sot i utrymmet efter 8 minuter. Även vid denna tidpunkt har kritiska förhållanden ej uppnåtts längs utrymningsvägen för det aktuella scenariot.



Figur 65 - Bild tagen ur Smokeview 480 sekunder in i simuleringen av brandförloppet då brandgasluckan är på 3 m².

Figuren nedan är framtagen med FDS och illustrerar hur sikten är i utrymmet efter 8 minuter in i brandförloppet. Som figuren visar uppnås aldrig en sikt på mindre än 5 meter längst utrymningsvägen för scenariot.



Figur 66 - Bild tagen ur Smokeview 480 sekunder in i simuleringen av brandförloppet då brandgasluckan är på 3 m².

F.2.2 Scenario E:2

I detta avsnitt presenteras tiden då kritiska förhållanden uppnås för utrymningsscenario E:2 vid de två olika storlekarna på brandgasluckan.

Tabellen nedan visar tiden in i brandförloppet då kritiska förhållanden uppnås i utrymningsscenario E:2 då brandgasluckans storlek är 1,5 m².

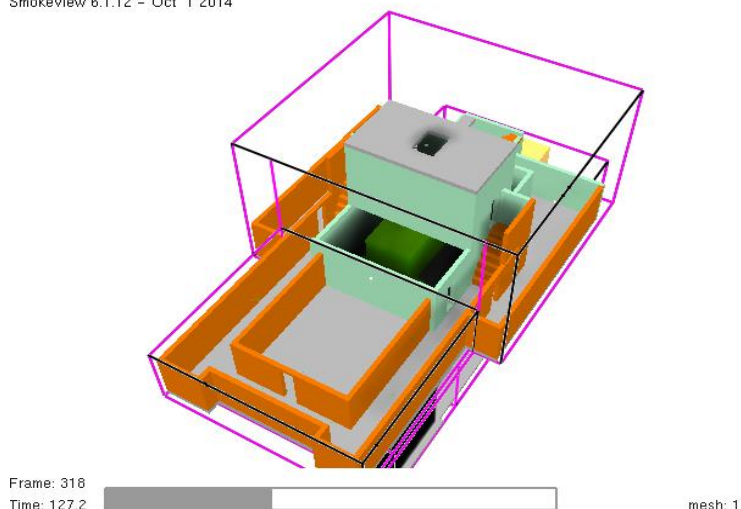
Tabell 43 - Tiden in i brandförloppet då kritiska förhållanden uppmättes för utrymningsscenario E:2 vid en brandgaslucka på 1,5 m².

Utrymningsscenario E:2 Brandgaslucka 1,5 m ²	Mässen	Korridor Akterut	Korridor styrbord	Nedanför trappan till utrymningsväg 2	Utrymningsväg 2
Tid till kritisk brandgashöjd [s]	-	177	130	110	85
Tid till kritisk sikt [s]	-	236	197	156	127

Resultat från Tabell 43 ovan är att säker utrymning kan ej ske efter cirka 2 minuter in i brandförloppet.

Figuren nedan är tagen ur Smokeview och visar mängden sot i utrymmet vid efter cirka 2 minuter. Vid denna tidpunkt kan ej säker utrymning ske genom *Utrymningsväg 2*.

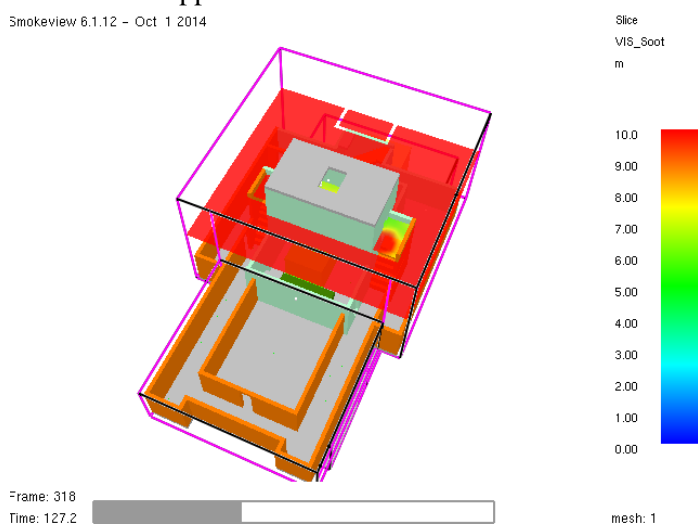
Smokeview 6.1.12 - Oct 1 2014



Figur 67 - Bild tagen ur Smokeview som visar mängden sot 127,2 sekunder in i simuleringen av brandscenariot då brandgasluckan är på 1,5 m².

Figuren nedan är framtagen med FDS och illustrerar sikten vid *Utrymningsväg 2* efter cirka 2 minuter in i brandförloppet.

Smokeview 6.1.12 - Oct 1 2014



Figur 68 - Bild tagen ur Smokeview som visar siktförhållandet 127,2 sekunder in i simuleringen av brandförloppet då brandgasluckan är på

Vid denna tid kan det ej ske säker utrymning genom *Utrymningsväg 2*. Då utrymmet vid *Utrymningsväg 2* inte kräver en sikt på 5 meter för att hitta utrymningsdörren är det bedömt fullt möjligt att utrymma där ändå. Däremot anses det ej som en *Säker utrymning* och kan därmed inte anses som en godkänd utväg.

Det dröjer ytterligare 30 sekunder, totalt drygt 2,5 minuter in i brandförloppet, till dess att säker utrymning inte kan ske via *Nedanför trappan till utrymningsväg 2*. Detta spelar dock ingen roll i detta fall då besökarna ej anses hinna utrymma innan denna tid.

Tabellen nedan visar tiden in i brandförloppet då kritiska förhållanden uppnås i utrymningsscenario E:2 då brandgasluckans storlek är 3 m².

Tabell 44 - Visar tiden in i brandförloppet då kritiska förhållanden uppmättes för utrymningsscenario E:2 vid en brandgaslucka på 3 m².

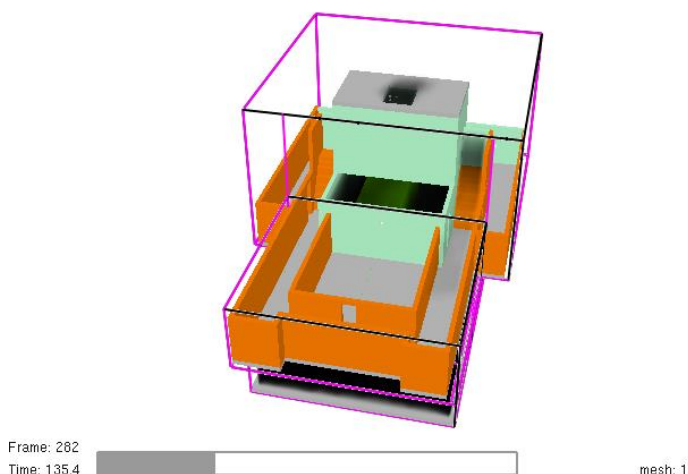
Utrymningsscenario E:2 Brandgaslucka 3 m ²	Mässen	Korridor Akterut	Korridor styrbord	Nedanför trappan till utrymningsväg 2	Utrymningsväg 2
Tid till kritisk brandgashöjd [s]	-	-	-	140	100
Tid till kritisk sikt [s]	-	-	345	300	135

Resultat från Tabell 44 ovan är att säker utrymning kan ej ske efter cirka 2,5 minuter in i brandförloppet.

Figuren nedan är tagen ur Smokeview och visar mängden sot i utrymmet vid efter cirka 2,5 minuter. Vid denna tidpunkt kan ej säker utrymning ske via *Utrymningsväg 2*. Däremot dröjer det ytterligare cirka 2,5 minuter sekunder, totalt 5 minuter in i brandförloppet, till dess att säker utrymning ej kan ske genom *Nedanför trappan till utrymningsväg 2*. Vilket innebär att besökarna kan, fram till 5 minuter, välja att gå via *Öppen yta styrbord* och slutligen ut via *Utrymningsväg 3*.

Figuren nedan är tagen ur Smokeview och visar mängden sot i utrymmet vid efter cirka 2,5 minuter. Vid denna tidpunkt kan ej säker utrymning ske genom *Utrymningsväg 2*.

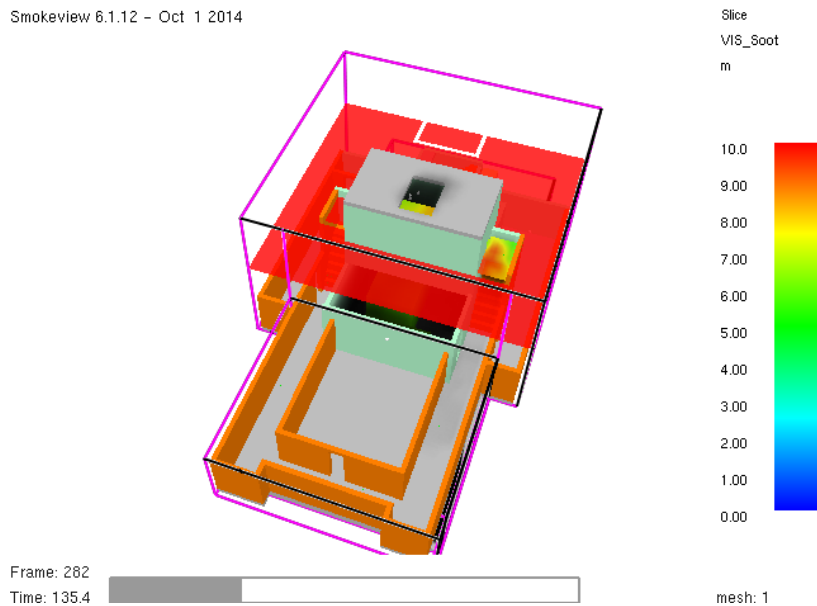
Smokeview 6.1.12 - Oct 1 2014



Figur 69 - Bild tagen ur Smokeview och visar mängden sot 135 sekunder in i simuleringen av brandförloppet.

Figur 70 är framtagen med FDS och illustrerar hur sikten vid Utrymningsväg 2 är cirka 2,5 minuter in i brandförloppet.

Smokeview 6.1.12 - Oct 1 2014



Figur 70 - Bild tagen ur Smokeview som visar siktförhållandet 135,4 sekunder in i simuleringen av brandförloppet då brandgasluckan är på 1,5 m².

F.2.3 Scenario E:3

Nedan visas tiden till då de kritiska förhållandena som uppnåddes för utrymningsscenario E:3 vid de två olika storlekarna på brandgasluckan.

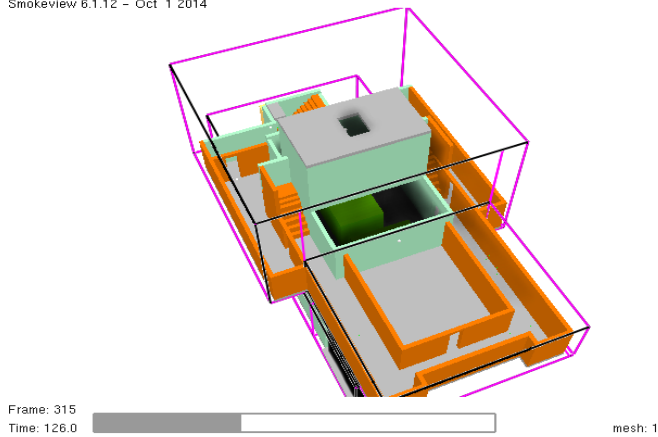
Tabell 45 - Visar tiden in i brandförloppet då de kritiska förhållandena uppmättes för utrymningsscenario E:3 vid en brandgaslucka på 1,5 m².

Utrymningsscenario E:3 Brandgaslucka 1,5 m ²	Maskinrummet Plan 1	Maskinrummet Plan 2	Öppen yta styrbord	Korridor förut	Utrymningsväg 3
Tid till kritisk brandgashöjd [s]	116	116	136	-	-
Tid till kritisk sikt [s]	186	126	289	-	-

Resultat från Tabell 45 ovan är att säker utrymning kan ej ske efter cirka 2 minuter in i brandförloppet.

Figuren nedan visar sotproduktionen cirka 2 minuter in i simuleringen av brandförloppet då det anses ej kunna ske säker utrymning via *Maskinrummet Plan 2*.

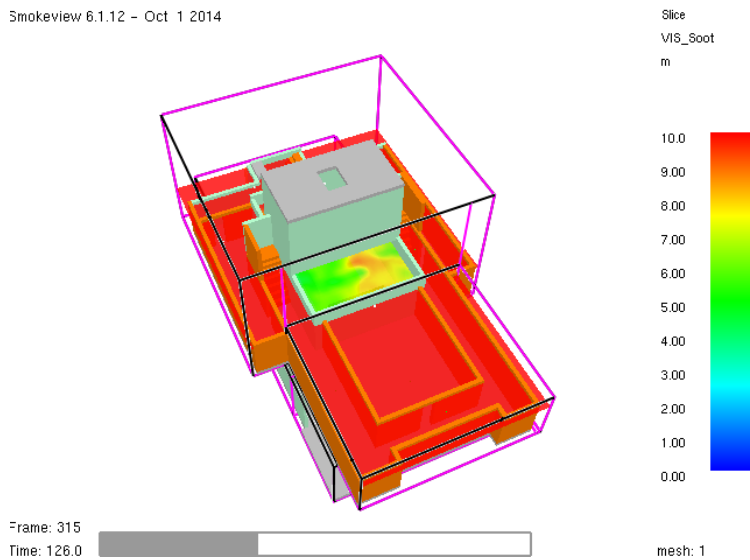
Smokeview 6.1.12 - Oct 1 2014



Figur 71 - Bild tagen ur Smokeview som visar mängden sot 126 sekunder in i brandscenariot då brandgasluckan är på 1,5 m².

Figuren nedan är framtagen med FDS och illustrerar hur sikten vid *Maskinrummet Plan 2* är 2 minuter in i simuleringen av brandförloppet.

Smokeview 6.1.12 - Oct 1 2014



Figur 72 - Bild tagen ur Smokeview som visar siktförhållandet 126 sekunder in i simuleringen av brandförloppet då brandgasluckan är på 1,5 m².

Tabellen nedan visar tiden in i brandförloppet då kritiska förhållanden uppnås i utrymningsscenario E:3 då brandgasluckans storlek är 3 m².

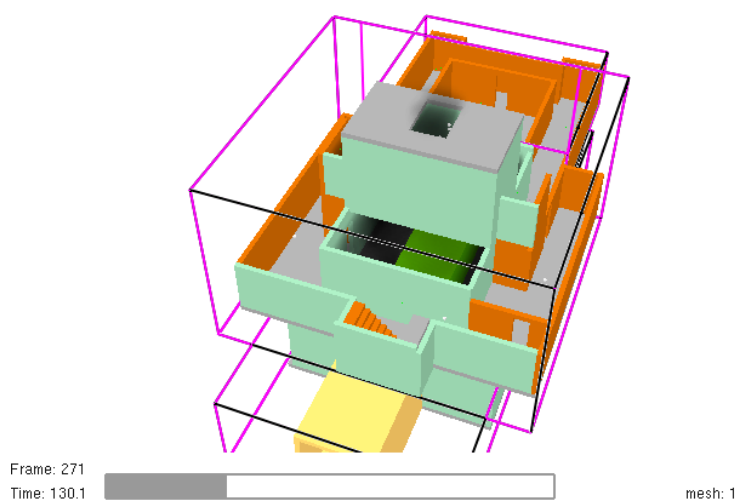
Tabell 46 Visar tiden in i brandförloppet då de kritiska förhållandena uppmättes för utrymningsscenario E:3 vid en brandgaslucka på 3 m².

Utrymningsscenario E:3 Brandgaslucka 3 m ²	Maskinrummet Plan 1	Maskinrummet Plan 2	Öppen yta styrbord	Korridor förut	Utrymningsväg 3
Tid till kritisk brandgashöjd [s]	120	120	-	-	-
Tid till kritisk sikt [s]	185	130	-	-	-

Resultat från Tabell 46 är att säker utrymning kan ej ske efter cirka 2 minuter in i brandförloppet.

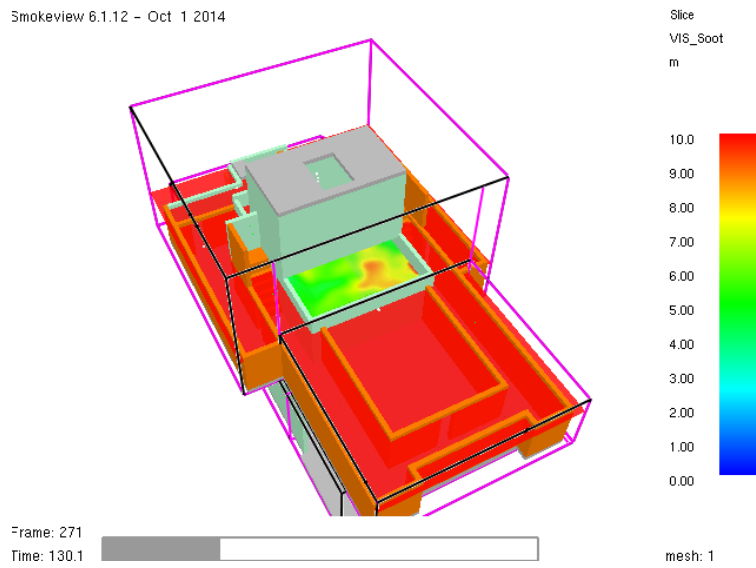
Figuren nedan visar sotproduktionen efter cirka 2 minuter in i simuleringen av brandförloppet då det anses ej kunna ske säker utrymning via *Maskinrummet Plan 2*.

Smokeyview 6.1.12 - Oct 1 2014



Figur 73. Bild tagen ur Smokeview som visar mängden sot 130,1 sekunder in i brandscenariot då brandgasluckan är på 3 m².

Figuren nedan är framtagen med FDS och illustrerar hur sikten vid *Maskinummet Plan 2* är cirka 2 minuter in i brandförloppet.



Figur 74. Bild tagen ur Smokeview som visar sikten 130 sekunder in i brandscenariot då brandgasluckan är på 3 m².

Bilaga G – BBR

Sankt Erik klassas för närvarande inte som en byggnad, alltså gäller inte BBR i nuläget. Ifall fartyget skulle flyttas till ny permanent dockningsplats, genomgå en större renovering eller ändra verksamhetsklass så innebär det att ett bygglov behövs och detta skulle innebära att Sankt Erik måste uppfylla kriterierna från BBR (BFS 2013:12). Dessa listas nedan.

G.1 Brandcellsindelning

Objektet är byggt som ett fartyg och saknar därmed den brandcellsindelning som återfinns på land. Väggarna består av stålplåtar vilka vid en brand kommer hålla tätt mot rök och flamspridning. Det som kan bli kritiskt för konstruktionen är att stål kommer leda värme väl från en utvecklad brand vilket kan skapa kritiska förhållanden på andra sidan väggen. Dessutom kommer stål som konstruktion att tappa 50 % av sin bärande styrka redan vid en temperatur på 500°C. Enligt BBR5:242 räknas en brandcell som en konstruktion där brand ska kunna avskiljas under delar eller hela brandförloppet.

Då konstruktions bärighet äventyras då temperaturen på stålet når 500°C och de konduktiva egenskaperna för stål är så höga kommer denna kritiska temperaturnivå uppnås i ett mycket tidigt skede av branden.

G.2 Utrymningsvägar

Utrymningsvägar ska finnas tillgängligt för alla utrymmen där personer vistas mer än tillfälligt. Dessa utrymningsvägar bör placeras på det vis att en brand inte kan blockera samtliga passager till säkerhet. Enligt tabell 5:331 i BBR bör avståndet till närmsta utrymningsväg vara högst 30 meter då berörda inte kan förväntas ha en god lokalkännedom. För trappor beräknas gångavståndet som 4 x höjdskillnaden. Maximalt avstånd för utrymning åt ett håll är tio meter inne i en utrymningsväg.

Ifall specifika dörrar är en förutsättning för att upprätthålla brandskyddet ska dessa utformas med dörrstängare. Enligt BBR5:254 kan dörrar som ställs upp utrustas med dörrstängare som aktiveras vid detektion av brand. Om dörrstängaren ska aktiveras via brandalarmcentralen är det viktigt att denna anslutning är utformad för att undvika felfunktion.

Dörröppningar för utrymningsvägar ska vara minst 0,8 meter breda.

G.3 Tillgänglighet

Höga trösklar och smala dörrar försvårar utrymning.

G.4 Avsaknad av utrymningsplats

En utrymningsplats ska finnas i byggnader för att personer med nedsatt orienterings- eller rörelseförmåga ska kunna avvakta vidare utrymning BBR5:248. En utrymningsplats ska ha en fungerande tvåvägskommunikation med utsidan på det viset att uppmärksamhet om situationen kan förmedlas av den utsatta. Viktigt är att kommunikationsutrustningen ska upprätthålla funktionalitet även vid händelse av strömavbrott samt att den är enkelt tillgänglig.

G.5 Ytbeläggning av väggar och tak

Enligt BBR5:521 bör inredning designas på det vis att material i tak, väggar, golv och fast inredning inte bidrar till brandspridning, antändning eller svaghet i konstruktionen. För utrymningsvägar är kraven ännu lite hårdare och bör utformas efter byggnadsklassen.

G.6 Otydlig skyltning

För utrymmen som är svårorienterade ska det finnas vägledande markeringar för utrymning. Om vägledande markering har belysning eller genomlysning ska strömförsörjning försäkras. Extra viktigt att skylta utrymningsvägar i de fall där dagsljusinsläpp saknas så som i detta fall. Utrymningsskyltar

bör placeras vid riktningsförändringar och väl synligt och på det vis att en person enbart behöver flytta sig en mindre sträcka för att se nästa skylt.

G.7 Pannrum

Enligt BBR5:249 bör pannrum utformas som egen brandcell då pannorna har en effekt överstigande 60 kW. Pannan för att driva ångmaskinerna har en ungefärlig effekt på 2,7 MW och även om inte alla pannor är igång då motorn testkörs kommer effekten överstiga rekommenderade värden för pannrum utan brandcellsindelning (Karlsson, 2015).

Bilaga H – Indata för FDS-simuleringar

I följande bilaga presenteras indatakoden som har använts för simulering av grundfallet i scenario A för att ge en överblick av hur simuleringarna byggts upp.

```
&HEAD CHID='Sc1_v5_190'/

&TIME T_END=400.0/

&MESH ID='Brandrum-a', IJK=76,72,27, XB=-3.6,4.0,-0.2,7.0,-0.3,2.4/
&MESH ID='Brandrum-b', IJK=42,72,27, XB=4.0,8.2,-0.2,7.0,-0.3,2.4/
&MESH ID='Utställning', FYI='Utställning', IJK=45,75,15, XB=8.2,17.2,0.2,15.2,-0.2,2.8/
&MESH ID='Trappa styrbord', IJK=78,24,75, XB=-5.4,2.4,7.0,9.4,-0.3,7.2/
&MESH ID='Trappa babord', IJK=78,30,50, XB=-5.4,2.4,9.4,12.4,-0.3,4.7/
&MESH ID='Hall', IJK=58,54,30, XB=2.4,8.2,7.0,12.4,-0.2,2.8/
&MESH ID='Verkstad', FYI='hall babord', IJK=90,36,27, XB=-0.8,8.2,12.4,16.0,-0.3,2.4/
&MESH ID='Korridor styrbord', FYI='Korridor styrbord', IJK=43,18,25, XB=-6.2,2.4,3.4,7.0,2.4,7.4/

&REAC ID='TRÄ',
  FUEL='REAC_FUEL',
  FORMULA='C6H10O5',
  CO_YIELD=0.005,
  SOOT_YIELD=0.015/

&PROP ID='Cleary Ionization I1',
  QUANTITY='CHAMBER OBSCURATION',
  ALPHA_E=2.5,
  BETA_E=-0.7,
  ALPHA_C=0.8,
  BETA_C=-0.9/
&PROP ID='Cleary Ionization I2',
  QUANTITY='CHAMBER OBSCURATION',
  ALPHA_E=1.8,
  BETA_E=-1.1,
  ALPHA_C=1.0,
  BETA_C=-0.8/

&DEVC ID='T 0.5 hytt', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=2.4,3.6,0.5, ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0/
&DEVC ID='T 0.9 hytt', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=2.4,3.6,0.9, ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0/
&DEVC ID='T 1.3 hytt', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=2.4,3.6,1.3, ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0/
&DEVC ID='T 1.7 hytt', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=2.4,3.6,1.7, ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0/
&DEVC ID='T 2.0 hytt', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=2.4,3.6,2.0, ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0/
&DEVC ID='RD 0.5 hytt', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=2.4,3.6,0.5, ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0/
&DEVC ID='RD 0.9 hytt', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=2.4,3.6,0.9, ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0/
&DEVC ID='RD 1.3 hytt', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=2.4,3.6,1.3, ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0/
&DEVC ID='RD 1.7 hytt', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=2.4,3.6,1.7, ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0/
&DEVC ID='RD 2.0 hytt', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=2.4,3.6,2.0, ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0/
&DEVC ID='RD 0.5 trappa', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=0.8,7.4,0.5, ORIENTATION=0.0,-1.0,0.0/
&DEVC ID='RD 0.9 trappa', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=0.8,7.4,0.9, ORIENTATION=0.0,-1.0,0.0/
&DEVC ID='RD 1.3 trappa', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=0.8,7.4,1.3, ORIENTATION=0.0,-1.0,0.0/
&DEVC ID='RD 1.7 trappa', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=0.8,7.4,1.7, ORIENTATION=0.0,-1.0,0.0/
&DEVC ID='RD 2.0 trappa', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=0.8,7.4,2.0, ORIENTATION=0.0,-1.0,0.0/
&DEVC ID='T 0.5 trappa', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=0.8,7.4,0.5/
&DEVC ID='T 0.9 trappa', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=0.8,7.4,0.9/
&DEVC ID='T 1.3 trappa', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=0.8,7.4,1.3/
&DEVC ID='T 1.7 trappa', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=0.8,7.4,1.7/
&DEVC ID='T 2.0 trappa', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=0.8,7.4,2.0/
&DEVC ID='BEAM hytt 2,0', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=4.2,0.0,3.7,8.1,2.0,2.0/
```

&DEVC ID='BEAM hytt 1,9', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=4.2,0,0,3,7,8,1,1,9,1,9/
 &DEVC ID='BEAM hytt 1,8', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=4.2,0,0,3,7,8,1,1,8,1,8/
 &DEVC ID='BEAM hytt 1,7', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=4.2,0,0,3,7,8,1,1,7,1,7/
 &DEVC ID='BEAM hytt 1,6', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=4.2,0,0,3,7,8,1,1,6,1,6/
 &DEVC ID='BEAM verkstad 2,0', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=2.3,0,0,12,8,8,1,2,0,2,0/
 &DEVC ID='BEAM verkstad 1,9', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=2.3,0,0,12,8,8,1,1,9,1,9/
 &DEVC ID='BEAM verkstad 1,8', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=2.3,0,0,12,8,8,1,1,8,1,8/
 &DEVC ID='BEAM verkstad 1,7', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=2.3,0,0,12,8,8,1,1,7,1,7/
 &DEVC ID='BEAM verkstad 1,6', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=2.3,0,0,12,8,8,1,1,6,1,6/
 &DEVC ID='BEAM trapp rakt 2,0', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=3.5,0,0,8,1,8,1,2,0,2,0/
 &DEVC ID='BEAM trapp rakt 1,9', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=3.5,0,0,8,1,8,1,1,9,1,9/
 &DEVC ID='BEAM trapp rakt 1,8', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=3.5,0,0,8,1,8,1,1,8,1,8/
 &DEVC ID='BEAM trapp rakt 1,7', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=3.5,0,0,8,1,8,1,1,7,1,7/
 &DEVC ID='BEAM trapp rakt 1,6', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=3.5,0,0,8,1,8,1,1,6,1,6/
 &DEVC ID='BEAM passage 2,0', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=7.8,4,6,3,2,3,7,2,0,2,0/
 &DEVC ID='BEAM passage 1,9', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=7.8,4,6,3,2,3,7,1,9,1,9/
 &DEVC ID='BEAM passage 1,8', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=7.8,4,6,3,2,3,7,1,8,1,8/
 &DEVC ID='BEAM passage 1,7', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=7.8,4,6,3,2,3,7,1,7,1,7/
 &DEVC ID='BEAM passage 1,6', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=7.8,4,6,3,2,3,7,1,6,1,6/
 &DEVC ID='BEAM utsällning dörr 2,0', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=8.1,14,4,3,2,7,8,2,0,2,0/
 &DEVC ID='BEAM utsällning dörr 1,9', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=8.1,14,4,3,2,7,8,1,9,1,9/
 &DEVC ID='BEAM utsällning dörr 1,8', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=8.1,14,4,3,2,7,8,1,8,1,8/
 &DEVC ID='BEAM utsällning dörr 1,7', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=8.1,14,4,3,2,7,8,1,7,1,7/
 &DEVC ID='BEAM utsällning dörr 1,6', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=8.1,14,4,3,2,7,8,1,6,1,6/
 &DEVC ID='BEAM utställning lucka', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=14.2,14,2,8,0,8,0,1,6,2,4/
 &DEVC ID='BEAM utst babord 2,0', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=8.8,14,4,12,8,7,8,2,0,2,0/
 &DEVC ID='BEAM utst babord 1,9', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=8.8,14,4,12,8,7,8,1,9,1,9/
 &DEVC ID='BEAM utst babord 1,8', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=8.8,14,4,12,8,7,8,1,8,1,8/
 &DEVC ID='BEAM utst babord 1,7', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=8.8,14,4,12,8,7,8,1,7,1,7/
 &DEVC ID='BEAM utst babord 1,6', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=8.8,14,4,12,8,7,8,1,6,1,6/
 &DEVC ID='BEAM korridor styrbord 4,4', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=-2.3,-2,7,8,0,4,2,4,4,4,4/
 &DEVC ID='BEAM korridor styrbord 4,3', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=-2.3,-2,7,8,0,4,2,4,3,4,3/
 &DEVC ID='BEAM korridor styrbord 4,2', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=-2.3,-2,7,8,0,4,2,4,2,4,2/
 &DEVC ID='BEAM korridor styrbord 4,1', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=-2.3,-2,7,8,0,4,2,4,1,4,1/
 &DEVC ID='BEAM korridor styrbord 4,0', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=-2.3,-2,7,8,0,4,2,4,0,4,0/
 &DEVC ID='BEAM korridor babord 4,4', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=-2.3,-2,7,8,0,12,0,4,4,4,4/
 &DEVC ID='BEAM korridor babord 4,3', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=-2.3,-2,7,8,0,12,0,4,3,4,3/
 &DEVC ID='BEAM korridor babord 4,2', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=-2.3,-2,7,8,0,12,0,4,2,4,2/
 &DEVC ID='BEAM korridor babord 4,1', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=-2.3,-2,7,8,0,12,0,4,1,4,1/
 &DEVC ID='BEAM korridor babord 4,0', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=-2.3,-2,7,8,0,12,0,4,0,4,0/
 &DEVC ID='T 4.2 s', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=-2.8,6,4,4,2/
 &DEVC ID='T 4.0 s', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=-2.8,6,4,4,0/
 &DEVC ID='T 3.8 s', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=-2.8,6,4,3,8/
 &DEVC ID='T 3.6 s', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=-2.8,6,4,3,6/
 &DEVC ID='T 3.4 s', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=-2.8,6,4,3,4/
 &DEVC ID='T 4.2 b', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=-2.8,9,8,4,2/
 &DEVC ID='T 4.0 b', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=-2.8,9,8,4,0/
 &DEVC ID='T 3.8 b', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=-2.8,9,8,3,8/
 &DEVC ID='T 3.6 b', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=-2.8,9,8,3,6/
 &DEVC ID='T 3.4 b', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=-2.8,9,8,3,4/
 &DEVC ID='SD Hall', PROP_ID='Cleary Ionization I1', XYZ=3.2,12.2,2.15/
 &DEVC ID='SD hytt', PROP_ID='Cleary Ionization I1', XYZ=1.6,1.6,2.15/
 &DEVC ID='SD hytt i2', PROP_ID='Cleary Ionization I2', XYZ=1.6,1.6,2.15/
 &DEVC ID='SD passage', PROP_ID='Cleary Ionization I1', XYZ=6.6,2.6,2.15/
 &DEVC ID='SD Utställning styrbord', PROP_ID='Cleary Ionization I1', XYZ=11.0,3,2,2,3/
 &DEVC ID='SD Utställning babord', PROP_ID='Cleary Ionization I1', XYZ=14.6,11,8,2,3/
 &DEVC ID='SD korridor', PROP_ID='Cleary Ionization I1', XYZ=-2.6,8,0,4,55/
 &DEVC ID='SD salong', PROP_ID='Cleary Ionization I1', XYZ=0.8,8,0,4,55/
 &DEVC ID='LAYER hytt', QUANTITY='LAYER HEIGHT', XB=2.4,2,4,3,6,3,6,0,0,2,2/
 &DEVC ID='LAYER trappa', QUANTITY='LAYER HEIGHT', XB=0.8,0,8,7,4,7,4,0,0,2,2/
 &DEVC ID='LAYER utställning lucka', QUANTITY='LAYER HEIGHT', XB=14.2,14,2,8,0,8,0,0,0,2,4/
 &DEVC ID='LAYER passage', QUANTITY='LAYER HEIGHT', XB=6.0,6,0,3,6,3,6,0,0,2,2/
 &DEVC ID='LAYER korridor styrbord', QUANTITY='LAYER HEIGHT', XB=-2.8,-2,8,5,6,5,6,2,4,4,6/
 &DEVC ID='LAYER korridor babord', QUANTITY='LAYER HEIGHT', XB=-2.8,-2,8,10,6,10,6,2,4,4,6/
 &DEVC ID='T lucka 2.4', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=14.2,8,0,2,4/
 &DEVC ID='T lucka 2.2', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=14.2,8,0,2,2/
 &DEVC ID='T lucka 2.0', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=14.2,8,0,2,0/

&DEVC ID='T lucka 1.8', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=14.2,8.0,1.8/
 &DEVC ID='T lucka 1.6', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=14.2,8.0,1.6/
 &DEVC ID='T lucka 1.4', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=14.2,8.0,1.4/
 &DEVC ID='CO2 hytt 0,5', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=2.4,3.6,0.5,
 ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0/
 &DEVC ID='CO2 hytt 0,9', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=2.4,3.6,0.9,
 ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0/
 &DEVC ID='CO2 hytt 1,3', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=2.4,3.6,1.3,
 ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0/
 &DEVC ID='CO2 hytt 1,7', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=2.4,3.6,1.7,
 ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0/
 &DEVC ID='CO2 hytt 2', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=2.4,3.6,2.0,
 ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0/
 &DEVC ID='CO2 trappa 0,5', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=0.8,7.4,0.5/
 &DEVC ID='CO2 trappa 0,9', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=0.8,7.4,0.9/
 &DEVC ID='CO2 trappa 1,3', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=0.8,7.4,1.3/
 &DEVC ID='CO2 trappa 1,7', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=0.8,7.4,1.7/
 &DEVC ID='CO2 trappa 2', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=0.8,7.4,2.0/
 &DEVC ID='CO2 korridor s 4,4', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=-
 2.8,6.4,4.4/
 &DEVC ID='CO2 korridor s 4,2', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=-
 2.8,6.4,4.2/
 &DEVC ID='CO2 korridor s 4', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=-
 2.8,6.4,4.0/
 &DEVC ID='CO2 korridor b 4,4', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=-
 2.8,9.8,4.4/
 &DEVC ID='CO2 korridor b 4,2', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=-
 2.8,9.8,4.2/
 &DEVC ID='CO2 korridor b 4', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=-
 2.8,9.8,4.0/
 &DEVC ID='CO2 lucka 2,4', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=14.2,8.0,2.4/
 &DEVC ID='CO2 lucka 2,2', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=14.2,8.0,2.2/
 &DEVC ID='CO2 lucka 2,0', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=14.2,8.0,2.0/
 &DEVC ID='CO2 lucka 1,8', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=14.2,8.0,1.8/
 &DEVC ID='CO2 lucka 1,6', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', XYZ=14.2,8.0,1.6/
 &DEVC ID='CO hytt 0,5', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=2.4,3.6,0.5/
 &DEVC ID='CO hytt 0,9', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=2.4,3.6,0.9/
 &DEVC ID='CO hytt 1,3', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=2.4,3.6,1.3/
 &DEVC ID='CO hytt 1,7', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=2.4,3.6,1.7/
 &DEVC ID='CO hytt 2', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=2.4,3.6,2.0/
 &DEVC ID='CO trappa 0,5', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE',
 XYZ=0.8,7.4,0.5/
 &DEVC ID='CO trappa 0,9', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE',
 XYZ=0.8,7.4,0.9/
 &DEVC ID='CO trappa 1,3', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE',
 XYZ=0.8,7.4,1.3/
 &DEVC ID='CO trappa 1,7', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE',
 XYZ=0.8,7.4,1.7/
 &DEVC ID='CO trappa 2', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=0.8,7.4,2.0/
 &DEVC ID='CO korridor s 4,4', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=-
 2.8,6.4,4.4/
 &DEVC ID='CO korridor s 4,2', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=-
 2.8,6.4,4.2/
 &DEVC ID='CO korridor s 4', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=-
 2.8,6.4,4.0/
 &DEVC ID='CO korridor b 4,4', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=-
 2.8,9.8,4.4/
 &DEVC ID='CO korridor b 4,2', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=-
 2.8,9.8,4.2/
 &DEVC ID='CO korridor b 4', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=-
 2.8,9.8,4.0/
 &DEVC ID='CO lucka 2,4', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE',
 XYZ=14.2,8.0,2.4/
 &DEVC ID='CO lucka 2,2', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE',
 XYZ=14.2,8.0,2.2/
 &DEVC ID='CO lucka 2,0', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE',
 XYZ=14.2,8.0,2.0/

&DEVC ID='CO lucka 1,8', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE',
 XYZ=14.2,8,0,1.8/
 &DEVC ID='CO lucka 1,6', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE',
 XYZ=14.2,8,0,1.6/
 &DEVC ID='O2 korridor s 4,4', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=-2.8,6,4,4.4/
 &DEVC ID='O2 korridor s 4,2', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=-2.8,6,4,4.2/
 &DEVC ID='O2 korridor s 4', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=-2.8,6,4,4.0/
 &DEVC ID='O2 hytt 0,5', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=2.4,3,6,0.5/
 &DEVC ID='O2 trappa 0,5', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=0.8,7,4,0.5/
 &DEVC ID='O2 trappa 0,9', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=0.8,7,4,0.9/
 &DEVC ID='O2 trappa 1,3', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=0.8,7,4,1.3/
 &DEVC ID='O2 trappa 1,7', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=0.8,7,4,1.7/
 &DEVC ID='O2 trappa 2', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=0.8,7,4,2.0/
 &DEVC ID='O2 hytt 0,9', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=2.4,3,6,0.9/
 &DEVC ID='O2 hytt 1,3', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=2.4,3,6,1.3/
 &DEVC ID='O2 hytt 1,7', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=2.4,3,6,1.7/
 &DEVC ID='O2 hytt 2', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=2.4,3,6,2.0/
 &DEVC ID='O2 korridor b 4,4', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=-2.8,9,8,4.4/
 &DEVC ID='O2 korridor b 4,2', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=-2.8,9,8,4.2/
 &DEVC ID='O2 korridor b 4', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=-2.8,9,8,4.0/
 &DEVC ID='O2 lucka 2,4', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=14.2,8,0,2.4/
 &DEVC ID='O2 lucka 2,2', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=14.2,8,0,2.2/
 &DEVC ID='O2 lucka 2,0', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=14.2,8,0,2.0/
 &DEVC ID='O2 lucka 1,8', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=14.2,8,0,1.8/
 &DEVC ID='O2 lucka 1,6', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=14.2,8,0,1.6/
 &DEVC ID='RD lucka 2,4', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=14.2,8,0,2.4,
 ORIENTATION=0.0,0,0,1.0/
 &DEVC ID='RD lucka 2,2', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=14.2,8,0,2.2,
 ORIENTATION=0.0,0,0,1.0/
 &DEVC ID='RD lucka 2,0', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=14.2,8,0,2.0,
 ORIENTATION=0.0,0,0,1.0/
 &DEVC ID='RD lucka 1,8', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=14.2,8,0,1.8,
 ORIENTATION=0.0,0,0,1.0/
 &DEVC ID='RD lucka 1,6', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', SPEC_ID='OXYGEN', XYZ=14.2,8,0,1.6,
 ORIENTATION=0.0,0,0,1.0/

&MATL ID='YELLOW PINE',
 FYI='Quintiere, Fire Behavior - NIST NRC Validation',
 SPECIFIC_HEAT=2.85,
 CONDUCTIVITY=0.14,
 DENSITY=640.0/

&MATL ID='STEEL',
 FYI='Drysedale, Intro to Fire Dynamics - ATF NIST Multi-Floor Validation',
 SPECIFIC_HEAT=0.46,
 CONDUCTIVITY=45.8,
 DENSITY=7850.0,
 EMISSIVITY=0.95/

&SURF ID='Vägg med träpanel',
 RGB=146,202,166,
 MATL_ID(1,1)='YELLOW PINE',
 MATL_ID(2,1)='STEEL',
 MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
 MATL_MASS_FRACTION(2,1)=1.0,
 THICKNESS(1:2)=0.02,0.02/

&SURF ID='Golv',
 RGB=255,102,0,
 MATL_ID(1,1)='STEEL',
 MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
 THICKNESS(1)=0.04/

&SURF ID='Trappa trä',
 RGB=146,202,166,
 BACKING='VOID',
 MATL_ID(1,1)='YELLOW PINE',

MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.05/

&SURF ID='eld hytt',
COLOR='RED',
HRRPUA=1355.0,
TAU_Q=-190.0/

&OBST XB=-2.2,-0.2,8.7,8.9,0.0,4.6, RGB=240,253,245, SURF_ID='INERT'/ Vagg trappa babord
&OBST XB=-2.2,-0.2,7.3,7.5,0.0,4.6, COLOR='GRAY 94', SURF_ID='INERT'/ Vagg trappa styrbord
&OBST XB=5.2,5.4,2.2,3.0,0.0,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vagg med träpanel'/ Vagg passage garderob för
&OBST XB=-0.2,0.0,0.0,7.5,0.0,2.2, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Vagg med träpanel'/ Vagg hall akter 1
&OBST XB=-0.2,3.8,13.0,13.2,0.0,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vagg med träpanel'/ Vägg hall babord
&OBST XB=3.8,4.0,10.4,15.8,0.0,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg hall verkstad
&OBST XB=4.0,4.2,4.4,10.4,0.0,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg hall för
&OBST XB=0.0,4.4,2.8,3.0,0.0,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg hytt babord
&OBST XB=4.4,4.6,0.1,4.2,0.0,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg genomgång akter
&OBST XB=4.0,7.8,4.2,4.4,0.0,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg passage babord
&OBST XB=-0.2,2.1,-0.2,0.0,0.0,2.2, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg hytt styrbord
&OBST XB=2.1,2.3,0.0,2.8,0.0,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg hytt för
&OBST XB=7.8,8.0,1.0,15.1,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg passage för
&OBST XB=16.8,17.0,3.6,12.2,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg utställning för
&OBST XB=5.2,7.8,2.0,2.2,0.0,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg passage inner styrbord
&OBST XB=4.6,5.2,2.8,3.0,0.0,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg passage garderob styrbord
&OBST XB=-0.2,0.0,8.7,13.0,0.0,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg hall akter 2
&OBST XB=4.0,7.8,12.0,12.2,0.0,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg verkstad styrbord
&OBST XB=6.2,6.4,12.2,15.4,0.0,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg innervagg verkstad
&OBST XB=-0.2,4.6,-0.2,13.2,2.2,2.4, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Tak hall
&OBST XB=4.6,7.8,2.0,4.4,2.2,2.4, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak passage
&OBST XB=6.2,7.8,12.0,15.4,2.2,2.4, RGB=123,194,233, SURF_ID='Golv'/ Tak verkstad 3
&OBST XB=4.6,6.2,12.0,15.8,2.2,2.4, RGB=123,194,233, SURF_ID='Golv'/ Tak verkstad 2
&OBST XB=3.8,4.6,13.2,15.8,2.2,2.4, RGB=123,194,233, SURF_ID='Golv'/ Tak verkstad 1
&OBST XB=6.2,8.0,12.0,15.4,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv verkstad 2
&OBST XB=-0.2,4.6,-0.2,4.4,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv hall 1
&OBST XB=-0.2,4.2,4.4,10.4,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv hall 2
&OBST XB=-0.2,4.0,10.4,13.2,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv hall 3
&OBST XB=4.6,5.2,2.8,4.4,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv passage 1
&OBST XB=5.2,8.0,2.0,4.4,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv passage 2
&OBST XB=4.0,6.2,12.0,15.8,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv verkstad 1
&OBST XB=0.0,0.2,7.5,8.7,0.0,0.2, RGB=251,3,12, SURF_ID='Trappa trä'/ Trappa steg 1
&OBST XB=-0.2,0.0,7.5,8.7,0.0,0.4, RGB=251,3,12, SURF_ID='Trappa trä'/ Trappa steg 2
&OBST XB=-0.4,-0.2,7.5,8.7,0.4,0.6, RGB=251,3,12, SURF_ID='Trappa trä'/ Trappa steg 3
&OBST XB=-0.6,-0.4,7.5,8.7,0.6,0.8, RGB=251,3,12, SURF_ID='Trappa trä'/ Trappa steg 4
&OBST XB=-0.8,-0.6,7.5,8.7,0.8,1.0, RGB=251,3,12, SURF_ID='Trappa trä'/ Trappa steg 5
&OBST XB=-1.0,-0.8,7.5,8.7,1.0,1.2, RGB=251,3,12, SURF_ID='Trappa trä'/ Trappa steg 6
&OBST XB=-1.2,-1.0,7.5,8.7,1.2,1.4, RGB=251,3,12, SURF_ID='Trappa trä'/ Trappa steg 7
&OBST XB=-1.4,-1.2,7.5,8.7,1.4,1.6, RGB=251,3,12, SURF_ID='Trappa trä'/ Trappa steg 8
&OBST XB=-1.6,-1.4,7.5,8.7,1.6,1.8, RGB=251,3,12, SURF_ID='Trappa trä'/ Trappa steg 9
&OBST XB=-1.8,-1.6,7.5,8.7,1.8,2.0, RGB=251,3,12, SURF_ID='Trappa trä'/ Trappa steg 10
&OBST XB=-2.0,-1.8,7.5,8.7,2.0,2.2, RGB=251,3,12, SURF_ID='Trappa trä'/ Trappa steg 11
&OBST XB=-2.2,-2.0,7.5,8.7,2.2,2.4, RGB=251,3,12, SURF_ID='Trappa trä'/ Trappa steg 12
&OBST XB=-2.2,-2.0,4.2,7.3,2.4,4.6, RGB=255,248,0, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg korridor styrbord
&OBST XB=-2.2,-2.0,8.9,12.0,2.4,4.6, RGB=255,248,0, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg korridor babord
&OBST XB=-3.4,2.2,4.0,4.2,2.4,4.6, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg salong styrbord
&OBST XB=-3.4,2.2,12.0,12.2,2.4,4.6, RGB=255,240,27, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg salong babord
&OBST XB=2.2,2.4,4.0,12.2,2.4,4.6, RGB=255,248,0, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg salong för
&OBST XB=-0.2,0.0,7.3,8.9,2.4,4.6, RGB=255,248,0, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg salong akter
&OBST XB=-3.6,-3.4,9.0,12.2,2.4,4.6, RGB=255,248,0, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg korridor akter babord
&OBST XB=-3.6,-3.4,4.0,6.4,2.4,4.6, RGB=255,248,0, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg korridor akter styrbord
&OBST XB=-4.8,-3.4,8.8,9.0,2.4,4.6, RGB=255,248,0, SURF_ID='Vagg med träpanel'/ Vagg bakre korridor babord
&OBST XB=-4.8,-3.4,6.4,6.6,2.4,4.6, RGB=255,248,0, SURF_ID='Vagg med träpanel'/ Vagg bakre korridor styrbord
&OBST XB=-4.8,-4.6,6.6,8.8,2.4,4.6, RGB=255,248,0, SURF_ID='Vagg med träpanel'/ Vagg bakre korridor akter
&OBST XB=2.3,-0.2,4.0,7.3,2.2,2.4, RGB=130,211,240, SURF_ID='Golv'/ Golv salong styrbord
&OBST XB=-2.2,-0.2,8.8,12.2,2.2,2.4, RGB=130,211,240, SURF_ID='Golv'/ Golv salong babord
&OBST XB=-3.6,-2.2,4.0,12.2,2.2,2.4, RGB=130,211,240, SURF_ID='Golv'/ Golv korridor
&OBST XB=-4.8,-3.6,6.4,9.0,2.2,2.4, RGB=130,211,240, SURF_ID='Golv'/ Golv bakre korridor
&OBST XB=-3.6,2.4,4.0,12.2,4.6,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak salong och korridor

&OBST XB=-4.6,-4.0,6.8,7.0,2.4,2.6, RGB=255,0,3, SURF_ID='Trappa trä/ Trapp steg 1
&OBST XB=-4.6,-4.0,7.0,7.2,2.6,2.8, RGB=255,0,3, SURF_ID='Trappa trä/ Trapp steg 2
&OBST XB=-4.6,-4.0,7.2,7.4,2.8,3.0, RGB=255,0,3, SURF_ID='Trappa trä/ Trapp steg 3
&OBST XB=-4.6,-4.0,7.4,7.6,3.0,3.2, RGB=255,0,3, SURF_ID='Trappa trä/ Trapp steg 4
&OBST XB=-4.6,-4.0,7.6,7.8,3.2,3.4, RGB=255,0,3, SURF_ID='Trappa trä/ Trapp steg 5
&OBST XB=-4.6,-4.0,7.8,8.0,3.4,3.6, RGB=255,0,3, SURF_ID='Trappa trä/ Trapp steg 6
&OBST XB=-4.6,-4.0,8.0,8.2,3.6,3.8, RGB=255,0,3, SURF_ID='Trappa trä/ Trapp steg 7
&OBST XB=-4.6,-4.0,8.2,8.4,3.8,4.0, RGB=255,0,3, SURF_ID='Trappa trä/ Trapp steg 8
&OBST XB=-4.6,-4.0,8.4,8.6,4.0,4.2, RGB=255,0,3, SURF_ID='Trappa trä/ Trapp steg 9
&OBST XB=-4.6,-4.0,8.6,8.8,4.2,4.4, RGB=255,0,3, SURF_ID='Trappa trä/ Trapp steg 10
&OBST XB=-3.0,-2.8,4.8,9.4,4.8,7.0, RGB=96,255,19, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg plan 5 för
&OBST XB=-4.8,-4.6,4.8,9.4,4.6,7.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg korridor plan 5 akter
&OBST XB=-4.6,-3.0,4.8,5.0,4.8,7.0, RGB=96,255,19, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg plan 5 styrbord
&OBST XB=-4.6,-3.0,9.2,9.4,4.8,7.0, RGB=96,255,19, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg plan 5 babord
&OBST XB=-4.6,-3.6,4.8,6.6,4.6,4.8, RGB=181,43,0, SURF_ID='Golv/ Golv plan 5 1
&OBST XB=-4.6,-3.6,8.8,9.4,4.6,4.8, RGB=181,43,0, SURF_ID='Golv/ Golv plan 5 2
&OBST XB=-4.8,-2.8,4.8,9.4,7.0,7.2, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv/ Tak plan 5
&OBST XB=6.4,6.7,15.5,15.6,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg verkstad babord 2
&OBST XB=6.4,7.1,15.4,15.5,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg verkstad babord 2
&OBST XB=6.6,7.6,15.3,15.4,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg verkstad babord 2
&OBST XB=7.1,7.8,15.2,15.3,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg verkstad babord 2
&OBST XB=7.6,7.8,15.1,15.2,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg verkstad babord 2
&OBST XB=2.1,3.4,-0.2,-0.1,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg hytt styrbord 2
&OBST XB=2.1,4.0,-0.1,0.0,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg hytt styrbord 2
&OBST XB=3.3,4.0,0.0,0.1,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg hytt styrbord 2
&OBST XB=4.0,4.6,-0.1,0.1,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg hytt styrbord 2
&OBST XB=4.6,4.8,-0.1,0.0,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg passage styrbord
&OBST XB=4.6,5.2,0.0,0.1,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg passage styrbord
&OBST XB=4.8,5.5,0.1,0.2,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg passage styrbord
&OBST XB=5.1,5.9,0.2,0.3,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg passage styrbord
&OBST XB=5.5,6.3,0.3,0.4,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg passage styrbord
&OBST XB=5.9,6.7,0.4,0.5,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg passage styrbord
&OBST XB=6.3,7.1,0.5,0.6,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg passage styrbord
&OBST XB=6.7,7.4,0.6,0.7,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg passage styrbord
&OBST XB=7.0,7.8,0.7,0.8,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg passage styrbord
&OBST XB=7.4,8.0,0.8,0.9,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg passage styrbord
&OBST XB=7.8,8.0,0.9,1.0,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg passage styrbord
&OBST XB=4.5,4.6,0.1,0.1,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg passage styrbord
&OBST XB=8.0,8.2,0.9,1.1,-2.77556E-17,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning styrbord
&OBST XB=7.9,8.0,1.1,1.1,-2.77556E-17,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning styrbord
&OBST XB=8.2,8.2,1.1,1.2,-2.77556E-17,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning styrbord
&OBST XB=8.2,8.8,1.0,1.2,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning styrbord
&OBST XB=8.6,9.4,1.2,1.4,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning styrbord
&OBST XB=9.4,10.2,1.4,1.6,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning styrbord
&OBST XB=10.2,10.8,1.6,1.8,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning styrbord
&OBST XB=10.8,11.6,1.8,2.0,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning styrbord
&OBST XB=11.6,12.4,2.0,2.2,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning styrbord
&OBST XB=12.2,13.0,2.2,2.4,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning styrbord
&OBST XB=13.0,13.8,2.4,2.6,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning styrbord
&OBST XB=13.8,14.4,2.6,2.8,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning styrbord
&OBST XB=14.4,15.2,2.8,3.0,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning styrbord
&OBST XB=15.2,16.0,3.0,3.2,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning styrbord
&OBST XB=15.8,16.6,3.2,3.4,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning styrbord
&OBST XB=16.6,17.0,3.4,3.6,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning styrbord
&OBST XB=8.2,8.4,15.0,15.2,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning babord
&OBST XB=8.4,9.0,14.8,15.0,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning babord
&OBST XB=9.0,9.8,14.6,14.8,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning babord
&OBST XB=9.8,10.4,14.4,14.6,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning babord
&OBST XB=10.4,11.0,14.2,14.4,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning babord
&OBST XB=11.0,11.6,14.0,14.2,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning babord
&OBST XB=11.6,12.2,13.8,14.0,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning babord
&OBST XB=12.2,13.0,13.6,13.8,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning babord
&OBST XB=12.8,13.6,13.4,13.6,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning babord
&OBST XB=13.6,14.2,13.2,13.4,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning babord
&OBST XB=14.2,14.8,13.0,13.2,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning babord
&OBST XB=14.8,15.4,12.8,13.0,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning babord
&OBST XB=15.4,16.0,12.6,12.8,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel/ Vägg utställning babord

&OBST XB=16.0,16.8,12.4,12.6,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg utställning babord
&OBST XB=16.6,17.0,12.2,12.4,0.0,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg utställning babord
&OBST XB=7.8,8.0,15.2,15.3,-2.77556E-17,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg utställning babord
&OBST XB=7.8,8.2,15.1,15.2,-2.77556E-17,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg utställning babord
&OBST XB=8.0,8.2,15.0,15.1,-2.77556E-17,2.4, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg utställning babord
&OBST XB=4.0,4.3,15.9,16.0,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg verkstad babord 1
&OBST XB=4.0,4.9,15.8,15.9,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg verkstad babord 1
&OBST XB=4.3,5.5,15.7,15.8,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg verkstad babord 1
&OBST XB=4.9,6.0,15.6,15.7,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg verkstad babord 1
&OBST XB=5.4,6.3,15.5,15.6,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg verkstad babord 1
&OBST XB=6.0,6.3,15.4,15.5,-2.77556E-17,2.2, RGB=94,226,25, SURF_ID='Vägg med träpanel'/ Vägg verkstad babord 1
&OBST XB=8.2,8.4,0.6,0.8,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,8.6,14.8,15.0,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,9.0,0.8,1.0,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,9.4,14.6,14.8,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,9.6,1.0,1.2,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,10.0,14.4,14.6,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,10.2,1.2,1.4,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,10.6,14.2,14.4,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,10.8,1.4,1.6,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,11.4,14.0,14.2,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,11.6,1.6,1.8,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,12.0,13.8,14.0,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,12.2,1.8,2.0,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,12.6,13.6,13.8,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,12.8,2.0,2.2,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,13.4,2.2,2.4,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,13.4,13.4,13.6,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,14.0,13.2,13.4,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,14.2,2.4,2.6,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,14.6,13.0,13.2,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,14.8,2.6,2.8,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,15.4,2.8,3.0,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,15.4,12.8,13.0,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,16.0,3.0,3.2,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,16.0,12.6,12.8,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,16.6,3.2,3.4,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,16.6,12.4,12.6,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.2,17.0,3.4,12.4,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.0,8.2,7.0,12.4,2.4,2.6, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Golv'/ Tak utställning
&OBST XB=8.0,8.2,0.6,7.0,-0.2,-2.77556E-17, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,8.4,0.6,0.8,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,8.6,14.8,15.0,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,9.0,0.8,1.0,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,9.4,14.6,14.8,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,9.6,1.0,1.2,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,10.0,14.4,14.6,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,10.2,1.2,1.4,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,10.6,14.2,14.4,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,10.8,1.4,1.6,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,11.4,14.0,14.2,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,11.6,1.6,1.8,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,12.0,13.8,14.0,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,12.2,1.8,2.0,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,12.6,13.6,13.8,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,12.8,2.0,2.2,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,13.4,2.2,2.4,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,13.4,13.4,13.6,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,14.0,13.2,13.4,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,14.2,2.4,2.6,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,14.6,13.0,13.2,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,14.8,2.6,2.8,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,15.4,2.8,3.0,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,15.4,12.8,13.0,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,16.0,3.0,3.2,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,16.0,12.6,12.8,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,16.6,3.2,3.4,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning

&OBST XB=8.2,16.6,12.4,12.6,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.2,17.0,3.4,12.4,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.0,8.2,7.0,12.4,-0.2,0.0, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning
&OBST XB=8.0,8.2,12.4,15.1,-0.2,-2.77556E-17, RGB=121,38,10, SURF_ID='Golv'/ Golv utställning

&HOLE XB=0.9,1.5,2.7,3.1,0.0,2.0/ Dörr hytt
&HOLE XB=4.3,4.7,3.4,4.0,0.0,2.0/ Dörr hall
&HOLE XB=7.7,8.4,2.6,3.8,0.0,2.0/ Dörr utställning
&HOLE XB=6.1,6.5,12.5,13.1,0.0,2.0/ Dörr inredörr verkstad
&HOLE XB=3.7,4.1,12.39,13.0,0.0,2.0/ Dörr verkstad
&HOLE XB=-2.3,-1.9,6.4,7.02,2.38,4.4/ Dörr salong styrbord
&HOLE XB=-2.3,-1.9,9.2,9.8,2.4,4.4/ Dörr salong babord
&HOLE XB=-3.0,-2.4,3.9,4.3,2.38,4.4/ Dörr ut styrbord
&HOLE XB=-3.0,-2.4,11.9,12.3,2.4,4.4/ Dörr ut babord

&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-3.6,-3.6,-0.2,7.0,-0.3,2.4/ Mesh Vent: Brandrum-a [XMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=2.4,4.0,7.0,7.0,-0.3,-0.2/ Mesh Vent: Brandrum-a [YMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-3.6,4.0,-0.2,-0.2,-0.3,2.4/ Mesh Vent: Brandrum-a [YMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-3.6,4.0,-0.2,3.4,2.4,2.4/ Mesh Vent: Brandrum-a [ZMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=2.4,4.0,3.4,7.0,2.4,2.4/ Mesh Vent: Brandrum-a [ZMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-3.6,4.0,-0.2,7.0,-0.3,-0.3/ Mesh Vent: Brandrum-a [ZMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=8.2,8.2,0.2,7.0,-0.3,-0.2/ Mesh Vent: Brandrum-b [XMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=8.2,8.2,-0.2,0.2,-0.3,2.4/ Mesh Vent: Brandrum-b [XMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=4.0,8.2,7.0,7.0,-0.3,-0.2/ Mesh Vent: Brandrum-b [YMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=4.0,8.2,-0.2,-0.2,-0.3,2.4/ Mesh Vent: Brandrum-b [YMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=4.0,8.2,-0.2,7.0,2.4,2.4/ Mesh Vent: Brandrum-b [ZMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=4.0,8.2,-0.2,7.0,-0.3,-0.3/ Mesh Vent: Brandrum-b [ZMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=17.2,17.2,0.2,15.2,-0.2,2.8/ Mesh Vent: Utställning [XMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=8.2,8.2,0.2,7.0,2.4,2.8/ Mesh Vent: Utställning [XMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=8.2,8.2,12.4,15.2,2.4,2.8/ Mesh Vent: Utställning [XMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=8.2,17.2,15.2,15.2,-0.2,2.8/ Mesh Vent: Utställning [YMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=8.2,17.2,0.2,0.2,-0.2,2.8/ Mesh Vent: Utställning [YMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=8.2,17.2,0.2,15.2,2.8,2.8/ Mesh Vent: Utställning [ZMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=8.2,17.2,0.2,15.2,-0.2,-0.2/ Mesh Vent: Utställning [ZMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=2.4,2.4,7.0,9.4,2.8,7.2/ Mesh Vent: Trappa styrbord [XMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=2.4,2.4,7.0,9.4,-0.3,-0.2/ Mesh Vent: Trappa styrbord [XMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-5.4,-5.4,7.0,9.4,-0.3,7.2/ Mesh Vent: Trappa styrbord [XMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-5.4,2.4,9.4,9.4,7.2/ Mesh Vent: Trappa styrbord [YMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-5.4,-3.6,7.0,7.0,-0.3,2.4/ Mesh Vent: Trappa styrbord [YMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-5.4,2.4,7.0,9.4,7.2,7.2/ Mesh Vent: Trappa styrbord [ZMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-5.4,2.4,7.0,9.4,-0.3,-0.3/ Mesh Vent: Trappa styrbord [ZMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=2.4,2.4,9.4,12.4,-0.3,-0.2/ Mesh Vent: Trappa babord [XMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=2.4,2.4,9.4,12.4,2.8,4.7/ Mesh Vent: Trappa babord [XMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-5.4,-5.4,9.4,12.4,-0.3,4.7/ Mesh Vent: Trappa babord [XMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-0.8,2.4,12.4,12.4,2.4,4.7/ Mesh Vent: Trappa babord [YMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-5.4,-0.8,12.4,12.4,-0.3,4.7/ Mesh Vent: Trappa babord [YMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-5.4,2.4,9.4,12.4,4.7,4.7/ Mesh Vent: Trappa babord [ZMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-5.4,2.4,9.4,12.4,-0.3,-0.3/ Mesh Vent: Trappa babord [ZMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=2.4,8.2,12.4,12.4,2.4,2.8/ Mesh Vent: Hall [YMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=2.4,8.2,7.0,7.0,2.4,2.8/ Mesh Vent: Hall [YMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=2.4,8.2,7.0,12.4,2.8,2.8/ Mesh Vent: Hall [ZMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=2.4,8.2,7.0,12.4,-0.2,-0.2/ Mesh Vent: Hall [ZMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=8.2,8.2,15.2,16.0,-0.3,2.4/ Mesh Vent: Verkstad [XMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=8.2,8.2,12.4,15.2,-0.3,-0.2/ Mesh Vent: Verkstad [XMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-0.8,-0.8,12.4,16.0,-0.3,2.4/ Mesh Vent: Verkstad [XMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-0.8,8.2,16.0,16.0,-0.3,2.4/ Mesh Vent: Verkstad [YMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=2.4,8.2,12.4,12.4,-0.3,-0.2/ Mesh Vent: Verkstad [YMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-0.8,8.2,12.4,16.0,2.4,2.4/ Mesh Vent: Verkstad [ZMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-0.8,8.2,12.4,16.0,-0.3,-0.3/ Mesh Vent: Verkstad [ZMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=2.4,2.4,3.4,7.0,2.4,7.4/ Mesh Vent: Korridor styrbord [XMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-6.2,-6.2,3.4,7.0,2.4,7.4/ Mesh Vent: Korridor styrbord [XMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-5.4,2.4,7.0,7.0,7.2,7.4/ Mesh Vent: Korridor styrbord [YMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-6.2,-5.4,7.0,7.0,2.4,7.4/ Mesh Vent: Korridor styrbord [YMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-6.2,2.4,3.4,3.4,2.4,7.4/ Mesh Vent: Korridor styrbord [YMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-6.2,2.4,3.4,7.0,7.4,7.4/ Mesh Vent: Korridor styrbord [ZMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-6.2,-3.6,3.4,7.0,2.4,2.4/ Mesh Vent: Korridor styrbord [ZMIN]

&VENT SURF_ID='eld hytt', XB=0.3,1.3,1.0,2.0,0.0,0.0, RGB=240,137,2/ Vent

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBZ=1.6/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBZ=2.0/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBZ=4.0/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBZ=2.2/
&SLCF QUANTITY='OPTICAL DENSITY', VECTOR=.TRUE., PBZ=2.0/
&SLCF QUANTITY='OPTICAL DENSITY', VECTOR=.TRUE., PBZ=4.4/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', VECTOR=.TRUE., PBZ=2.0/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', VECTOR=.TRUE., PBZ=1.8/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', VECTOR=.TRUE., PBZ=4.4/
&SLCF QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', VECTOR=.TRUE., PBZ=1.6/
&SLCF QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', VECTOR=.TRUE., PBZ=1.6/
&SLCF QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', VECTOR=.TRUE., PBZ=1.6/
&SLCF QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', VECTOR=.TRUE., PBZ=4.0/
&SLCF QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', VECTOR=.TRUE., PBZ=4.0/
&SLCF QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', VECTOR=.TRUE., PBZ=4.0/
&SLCF QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=8.0/

&TAIL /