



Høgskulen på Vestlandet

ING5002 - Master Thesis

ING5002-MOPPG-2022-VÅR-FLOWassign

Predefinert informasjon

Startdato:	01-05-2022 09:00	Termin:	2022 VÅR
Sluttdato:	01-06-2022 14:00	Vurderingsform:	Norsk 6-trinns skala (A-F)
Eksamensform:	Masteroppgave		
Flowkode:	203 ING5002 1 MOPPG 2022 VÅR		
Intern sensor:	(Anonymisert)		

Deltaker

Kandidatnr.:	407
---------------------	-----

Informasjon fra deltaker

Antall ord *:	37191
----------------------	-------

Egenerklæring *: Ja

Jeg bekrefter at jeg har Ja registrert oppgavetittelen på norsk og engelsk i StudentWeb og vet at denne vil stå på vitnemålet mitt *:

Jeg godkjenner autalen om publisering av masteroppgaven min *

Ja

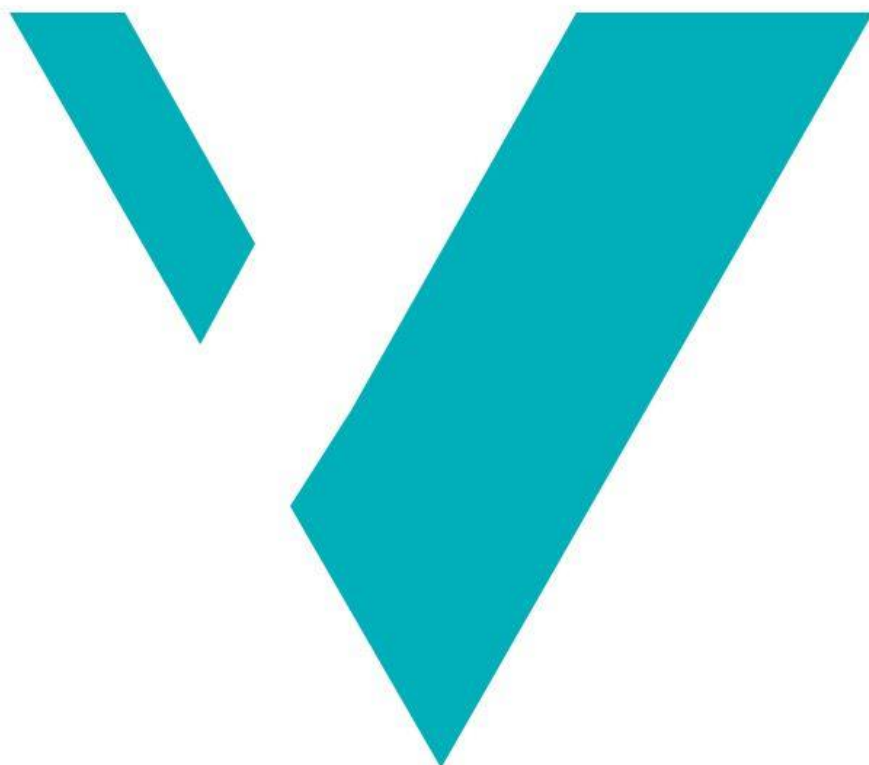
Er masteroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? *

Nei

Er masteroppgaven skrevet ved bedrift/uirksomhet i næringsliv eller offentlig sektor? *

Ja, Multiconsult Norge AS

Brannteknisk utforming av moderne skolebygg



Steffen Furevik

Høgskulen på Vestlandet

Masteroppgave i Brannsikkerhet

Haugesund/Bergen

Juni 2022



Høgskulen
på Vestlandet

Brannteknisk utforming av moderne skolebygg

Masteroppgave i Brannsikkerhet

Forfatter: Steffen Furevik	Forfatter sign. <i>Steffen Furevik</i>
Oppgaven uttatt: Høst 2021	Åpen oppgave
Veileder: Stefan Owe Andersson	
Eksterne veiledere: Eirik Hugnastad og Aleksander Gamlemshaug (Multiconsult Norge AS)	
Stikkord: Brannsikkerhet Skole Åpen branncelle Byggteknisk forskrift Brannprosjektering Brannstatistikk Risikovurdering Brannsimulering	Antall sider: 102 + Vedlegg: 41 Haugesund/Bergen, 1. juni, 2022
Dette arbeidet er gjennomført som ledd i masterprogrammet i brannsikkerhet ved Høgskulen på Vestlandet. Studenten står selv ansvarlig for metodene som er anvendt, resultatene som er fremkommet og konklusjoner og vurderinger i arbeidet.	

Forord

Denne oppgaven utgjør det avsluttende arbeidet på det toårige masterstudiet i brannsikkerhet ved Høgskolen på Vestlandet (HVL). Arbeidet med oppgaven har gått over to semestre i 2021/2022 og teller 60 studiepoeng.

Det har vært svært lærerikt å fordype seg i et så viktig tema som prosjektering av moderne skoler. Det har økt forståelsen av de ulike rollene som er i en prosjekteringsfase og ulike momenter som må tenkes på. Temaet er fylt med ulike meninger om hvordan fraviksløsninger skal dokumenteres i bransjen. Det har gitt meg masse kunnskap som jeg videre kan bruke i fremtidig jobbsammenheng. Det har også vært et gøy og interessant tema å fordype seg i. Det har dukket opp problemstillinger underveis som har vært krevende å besvare.

Det avsluttende arbeidet med masteroppgaven har vært kombinert med deltidsjobb som brannrådgiver i Multiconsult. Dette har gitt meg et stort utbytte med tanke på å bruke ny kunnskap fra studie og i jobben. Deltidsjobben var med på å forme oppgaven og vekket interesse for brannprosjektering, spesielt skoler. Jobben har gitt meg mye kunnskap og erfaringer som kunne brukes i oppgaven. Det har til tider vært krevende å balansere masteroppgave og deltidsjobb, men det har også gitt meg gode diskusjonspartnere og innspill som kunne benyttes i oppgaven.

Stor takk til eksterne veiledere og kollegaer i Multiconsult AS, Eirik Hugnastad og Aleksander Gamlemshaug for strålende veiledning, gode råd og støtte gjennom arbeidet. Setter stor pris på diskusjonene vi har hatt i landskapet, det har hjulpet mye!

En spesiell takk til intern veileder ved HVL, Stefan Andersson for særdeles god hjelp og bistand med analyser og modellering som er benyttet i oppgaven i tillegg til strålende veiledning, gode diskusjoner og motiverende ord gjennom arbeidet.

Videre vil jeg takke forskningsinstituttet RISE Fire Research AS med både Anne Steen-Hansen og Christoph Meraner for gode innspill og informasjon i forbindelse med oppgaven. Takk til Per Højgaard Nielsen ved HLM Arkitektur for en god samtale som ga bedre forståelse av arkitektens rolle ved design av skoler. En stor takk til Vidar Falkenberg fra DSB for god informasjon og hjelp med brannstatistikk i Norge.

Vil også rette en meget stor takk til mine tre medstudenter Ådne Lunestad, Joakim Tornes og Jonas Selbo, som har vært gode diskusjons- og samarbeidspartnere gjennom hele masterstudiet. Det har vært en ære!

Til slutt vil jeg takke familie og venner som har gitt motivasjon og støtte under krevende perioder i skriveingen. En spesiell takk til samboer Caroline Berg Pettersen som har holdt ut når jeg har låst meg inne på hjemmekontoret i lengre perioder for å komme i mål, jeg hadde aldri klart det uten deg.

Sammendrag

I dagens samfunn er det stort fokus på miljø og bærekraftige løsninger. Eldre undervisningsbygg ombygges og fornyes, samtidig som det stadig bygges nye undervisningsbygg i Norge. Skoler har en viktig samfunnsfunksjon, og det er viktig at de designes slik at den ikke går tapt ved en brann. Den viktigste funksjonen når det kommer til skoledesign er å skape et godt læringsmiljø, og dette kan oppnås ved å ha åpne løsninger med store åpne arealer, ofte over flere etasjer.

Preaksepterte ytelser for branncelleinndeling av skoler har vært tilnærmet uendret i minst 50 år, og har sin opprinnelse fra en tid når alle skoler var korridorskoler med tilnærmet ingen åpne arealer. Preaksepterte ytelser er dermed dårlig tilpasset dagens skoledesign, men med det funksjonsbaserte regelverket Norge har i dag gir likevel muligheten for å ha åpne løsninger i skolebygg. Det kreves spesiell kompetanse for å gjøre analyser som gjør at alle ikke kan bruke slike løsninger.

Opgavens problemstilling var knyttet til åpne brannceller over flere plan for skoler. Hovedformålet var å se om ytelsen kunne vært preakseptert også for skoler. Dette skulle komme på bakgrunn av samtaler med ulike fagpersonell, en studie av anerkjent litteratur og forskning på et utvalg av utenlandsk og norsk regelverk og til slutt en risikovurdering med hendelsestreakanalyse og brannsimuleringer.

Det norske regelverket er i stor grad bygget på erfaringer fra tidligere branner. Det viste seg at erfaringer fra branner og brannstatistikk i Norge ga grunnlag for at skoler kan ha åpne brannceller over flere plan som preakseptert ytelse. Det er ikke gjort funn av eksempler på branner ved skoler som har ført til at regelverket ikke tillater åpne brannceller over flere plan, og erfaringer viser få personskader og null dødsfall de siste 40 årene. I Norge er det lofts- og utvendige branner som utgjør de største brannene. Dette har ingen direkte innvirkning på om det er åpen branncelle over flere plan eller ikke. Det som betyr noe, er om bygget er sprinklet eller ikke.

Sammenlignet med Sverige, Danmark og Finland hvor det er preakseptert med åpen branncelle over flere plan for skoler, har Norge færre brannhendelser. Det er flere faktorer som spiller inn på dette, blant annet byggeregler generelt, innbyggertall, antall skoler og sosiale problemer.

Det viste seg fra risikovurderingen at å installere automatisk sprinkleranlegg ga et høyere sikkerhetsnivå på en skole med åpen branncelle over flere plan, sammenlignet med en preakseptert skole uten automatisk sprinkleranlegg. Det var også lavere sannsynlighet for at kritiske forhold oppstod, og den tilgjengelige rømningstiden ble lengre ved å installere automatisk sprinkleranlegg.

På bakgrunn av resultatene ble anbefalinger for ny preakseptert ytelse til Byggteknisk forskrift gitt med følgende hovedpunkter:

- Brannceller i skoler i risikoklasse 3 og i brannklasse 1 og 2 kan ha åpen forbindelse inntil tre plan med forutsetning om automatisk sprinkleranlegg i bygget og tilrettelagte rømningsveier fra hvert enkelt plan.
- Den åpne branncellen må dimensjoneres for røykventilasjon slik at røyklaget ikke hindrer rømning.
- For skoler i risikoklasse 3 og i brannklasse 3 og 4 må åpen branncelle over flere plan dokumenteres iht. NS 3901:2012 Krav til risikovurdering av brann i byggverk med en komparativ analyse ved hjelp av CFD modellering og hendelsestreakanalyse.

Denne oppgaven kan også brukes til inspirasjon for tilsvarende gjennomganger av fraviksløsninger både for skoler og andre bygg.

Abstract/summary

In today's society, there is a great focus on the environment and sustainable solutions. Older educational buildings are being renewed at the same time as new educational buildings are being built in Norway. School has an important function in society, and it is important that a school is designed so that it is not lost in a fire. The most important function when it comes to school design is to create a good learning environment and this can be achieved by having large open areas, often over several floors.

Pre-accepted solutions for fire compartments of schools have been virtually unchanged for at least 50 years and have their origins from a time when all schools were hallway schools with virtually no openness. Pre-accepted solutions are thus poorly adapted to current school design, but the function-based regulations that are in Norway opens to still have open schools. Special expertise is required to perform analyses that prevent everyone from using such solutions.

The thesis problem was related to open fire compartments over several floors for schools in risk class 3 and to see if the solution should be pre-accepted. This was based on conversations with various professionals, a study of acknowledged literature, research on a selection of foreign and Norwegian regulations and a risk assessment with event tree analysis and fire simulations.

The Norwegian regulations are largely based on experiences from previous fires. Experiences from fires in Norway provides a foundation for schools being able to have open fire compartments over several floors as pre-accepted solution. No findings have been made on examples of fires at schools that have led to the regulations not allowing open fire compartments over several floors and experience shows few injuries and zero deaths in the last 40 years. In Norway, it is attic and exterior fires that make up the largest fires, this has no direct impact on whether there is an open fire compartment over several floors or not. What matters is whether the building is sprinkled or not.

Compared to the other countries Sweden, Denmark and Finland where open fire compartments are pre-accepted over several floors for schools, Norway has fewer fire incidents. There are several factors that affect this such as general building regulations, population, number of schools and social problems.

It turned out that by installing automatic sprinkler systems, it provides a higher level of safety in a school with an open fire compartment over several floors, compared to a pre-accepted school without sprinkler system. There was also a lower probability that critical conditions occurred, and the available safe egress time was longer by installing automatic sprinkler systems in that case.

Based on the results, recommendations for new pre-accepted solutions in Byggtknisk forskrift were given with the following main points:

- Fire compartments in schools in risk class 3 and in fire classes 1 and 2 can have an open connection up to three floors if there is an automatic sprinkler system in the building and adapted escape routes from each individual floor.
- The open fire compartment must be dimensioned for smoke ventilation so that the smoke layer does not prevent escape.
- For schools in risk class 3 and in fire classes 3 and 4, open fire compartment must be documented analytically with recognized methods that are given in the Byggtknisk forskrift.

This assignment can also be used as inspiration for similar reviews of deviation solutions for both schools and other buildings.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	I
Sammendrag	II
Abstract/summary.....	III
Bildetekst- og tabelliste.....	VI
Definisjoner/begreper	IX
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Problemstilling.....	2
1.3 Formål med oppgaven.....	2
1.4 Avgrensinger/begrensinger.....	3
2 Metode	4
2.1 Metodekombinasjon	4
2.2 Forstudie.....	5
2.3 Regelverk og litteraturstudie - kvalitativ studie	5
2.4 Analyser - kvantitativ studie	6
3 Skoler og skoledesign	8
3.1 Ulike type skoler	8
3.2 Utvikling av skoledesign	10
4 Brannteori.....	11
4.1 Rombrann.....	11
4.2 Brann- og røykspredning	12
4.3 Designbrann	12
4.4 Nødvendig rømningstid og tilgjengelig rømningstid.....	13
4.5 Computational Fluid Dynamics.....	15
5 Brannsikkerhet i skoler.....	18
5.1 Risiko- og brannklasse	18
5.2 Brannsikkerhetstiltak.....	18
6 Regelverk.....	25
6.1 Norsk regelverk	25
6.2 Funksjonsbasert regelverk.....	25
6.3 Analysemetoder	26
6.4 Utvikling av norsk regelverk	28

6.5	Svensk regelverk.....	34
6.6	Dansk regelverk	35
6.7	Finsk regelverk.....	35
6.8	Oppsummering av utenlandsk regelverk	37
7	Erfaringer og statistikk.....	38
7.1	Erfaringer og statistikk fra Norge	38
7.2	Erfaringer og statistikk fra utlandet	42
7.3	Oppsummering av brannstatistikk	47
8	Brannteknisk prosjektering	48
8.1	Fraviksløsninger	48
8.2	Kompenserende tiltak	50
9	Risikovurdering.....	52
9.1	Generelt.....	52
9.2	Komparativ analyse	52
9.3	Brannsimulering	61
9.4	Oppsummering av resultater	73
10	Diskusjon	74
10.1	Evaluering av utvikling av norsk regelverk og skoledesign.....	74
10.2	Evaluering av erfaringer og regelverk fra ulike land	77
10.3	Evaluering av komparativ vurdering.....	78
10.4	Evaluering av åpen branncelle over flere plan med kompenserende tiltak	82
10.5	Feilkilder	82
11	Konklusjon	84
12	Videre arbeid	86
13	Referanser	87
14	Vedlegg.....	A
	Vedlegg A: Brannareal	A
	Vedlegg B: Brannspredningsrate	B
	Vedlegg C: Gridanalyse.....	C
	Vedlegg D: Sprinklerutløsning	D
	Vedlegg E: FDS script	E

Bildetekst- og tabelliste

Figur 1 - Skisse av oppgavens grunnleggende metode.	4
Figur 2 - Fordeling av skoletyper i Norge i 2021.....	8
Figur 3 - Illustrasjon av åpen branncelle over flere plan for skole, foto: Falkeblikk [14].	9
Figur 4 - Illustrasjon av en korridorskole [15].....	9
Figur 5 - Plantegning av en korridorskole, hentet fra Askøy Videregående skole.	10
Figur 6 - Skisse for lukket rombrann [16].	11
Figur 7 - Spredning av røyk mellom etasjer via overbyggd gård [16].	12
Figur 8 - Kurve for designbrann [2].	13
Figur 9 - Sammenhengen mellom tilgjengelig og nødvendig rømningstid [17].	14
Figur 10 - Sammenhengen mellom DNS, RANS og LES [19].	15
Figur 11 - Designbrannkurve med utløst sprinkleranlegg [22].....	16
Figur 12 - Oppdeling av brannceller [7].....	19
Figur 13 - Prinsippskisse av trapperom med Tr 1 løsning [7].	20
Figur 14 - Prinsippskisse av trapperom med Tr 2 løsning [7].	21
Figur 15 - Illustrasjon av brannalarmsentral [27].	22
Figur 16 - Illustrasjon av et sprinkleranlegg [29].	23
Figur 17 - Prinsippskisse for røykventilasjon av overbygde gårder [31].	24
Figur 18 - Det norske lov hierarkiet [33].	25
Figur 19 - Oversikt over hotellet, de ulike delene og området rundt [46].	33
Figur 20 - Tidspunkt på døgnet brannen har forekommet i Norge i perioden 1986-2009 [51].....	38
Figur 21 - Antatt arnested for branner i skoler i Norge i perioden 1986-2009 [51].....	39
Figur 22 - Antatt årsak for etterforskede branner ved skoler i Norge i perioden 1986-2009 [51].	39
Figur 23 - Antatt årsak til etterforskede utvendige branner ved skoler i Norge i perioden 1986-2009 [51].	40
Figur 24 - Fordeling av antall branner på skoler for de ulike typene i Norge i perioden 1986-2021 [51]...	40
Figur 25 - Antall branner i skolebygg i Norge i perioden 1986-2021 [51] [53] [52].	41
Figur 26 - Antall branner for ulike skoletyper i Norge i perioden 1986-2015 [51] [52].	41
Figur 27 - Antall branner for ulike skoletyper i Norge i perioden 2016-2021 [51] [52].	42
Figur 28 - Antall skolebranner i Sverige i perioden 2011-2020 [54].....	43
Figur 29 - Årsak til brann i skoler i Sverige i perioden 2011-2020 [54].	43
Figur 30 - Tidspunkt på døgnet brannen har forekommet i Sverige i perioden 2011-2020 [54].	44
Figur 31 - Arnested på skoler i Sverige i perioden 2011-2020 [54].	44
Figur 32 - Antall branner på skoler i Danmark i perioden 2016-2020 [55].	46
Figur 33 - Antall skolebranner i Finland i perioden 2014-2020 [56] [57].	46
Figur 34 - Brannklassene for skolene fra brannkonseptene.	48
Figur 35 - Foredling av fraviksløsninger fra brannkonseptene.....	49
Figur 36 - Åpen branncelle over flere plan i kombinasjon med andre fraviksløsninger.	49
Figur 37 - Kompenserende tiltak som ble benyttet i brannkonseptene.	50
Figur 38 - Fordeling av kompenserende tiltak for åpen branncelle over flere plan.....	51
Figur 39 - Illustrasjon for referansebyggverket.	53
Figur 40 - Illustrasjon av analysebyggverket fra plan 1-3.....	54
Figur 41 - Illustrasjon av analysebyggverket for plan 4.....	54
Figur 42 - Brannscenario i referansebygget.	55

Figur 43 - Brannscenario i analysebygget.....	56
Figur 44 - Hendelsestreanalyse for referansebyggverket.	58
Figur 45 - Hendelsestreanalyse for analysebyggverket.....	58
Figur 46 - Byggverket i Pyrosim.	63
Figur 47 - Beregnet designbrann og modellert designbrann med sprinkleranlegg.	65
Figur 48 - Branneffekt ved de ulike simuleringene.	66
Figur 49 - Referansebyggverk scenario 1 etter 75 s.	67
Figur 50 - Referansebyggverk scenario 1 etter 600 s.	67
Figur 51 - Referansebyggverk scenario 1 etter 235 s.	67
Figur 52 - Referansebyggverk scenario 1 etter 600 s.	68
Figur 53 - Analysebyggverk scenario 1 etter 75 s.	68
Figur 54 - Analysebyggverk scenario 1 etter 600 s.	68
Figur 55 - Analysebyggverk scenario 1 etter 235 s.	69
Figur 56 - Analysebyggverk scenario 1 etter 600 s.	69
Figur 57 - Referansebyggverk scenario 2 etter 220 s.	69
Figur 58 - Referansebyggverk scenario 2 etter 600 s.	70
Figur 59 - Referansebyggverk scenario 2 etter 525 s.	70
Figur 60 - Analysebyggverk scenario 2 etter 220 s.	70
Figur 61 - Analysebyggverk scenario 2 etter 430 s.	71
Figur 62 - Analysebyggverk scenario 2 etter 600 s.	71
Figur 63 - Referansebyggverk scenario 3 etter 380 s.	71
Figur 64 - Analysebyggverk scenario 3 etter 380 s.	72
Figur 65 - Analysebyggverk scenario 3 etter 420 s.	72
Figur 66 - Analysebyggverket scenario 3 etter 480 s.	72
Figur 67 - Sammenligning av antall skolebranner i de ulike landene fra 2016-2020 [53] [54] [55] [57]. ...	77
Figur 68 - Sammenligning av branneffekt for ulike gridstørrelser og beregnet designbrann.	C
Figur 69 - Gridstørrelse 30x30.	D
Figur 70 - Gridstørrelse 20x20.	D
Figur 71 - Branneffekt ved sprinklerutløsning.	E
Tabell 1 - Definisjoner/begreper som er benyttet i oppgaven.....	IX
Tabell 2 - Akseptkriterier for kritiske forhold [17].....	14
Tabell 3 - Krav og ytelser for branncelleinndeling for skoler fra BF69 [38], BF85 [39], BF87 [40] [41], TEK97 [42] [43], TEK10 [44] [45] og TEK17 [3] [7].....	29
Tabell 4 - Krav og ytelser for åpen branncelle over flere plan for skoler fra BF69 [38], BF85 [39], BF87 [40] [41], TEK97 [42] [43], TEK10 [44] [45] og TEK17 [3] [7].....	29
Tabell 5 - Krav og ytelser for automatisk sprinkleranlegg for skoler fra BF69 [38], BF85 [39], BF87 [40] [41], TEK97 [42] [43], TEK10 [44] [45] og TEK17 [3] [7].	29
Tabell 6 - Krav og ytelser for røykventilasjon for skoler fra BF69 [38], BF85 [39], BF87 [40] [41], TEK97 [42] [43], TEK10 [44] [45] og TEK17 [3] [7].	30
Tabell 7 - Krav og ytelser for brannalarmanlegg for skoler fra BF69 [38], BF85 [39], BF87 [40] [41], TEK97 [42] [43], TEK10 [44] [45] og TEK17 [3] [7].....	31
Tabell 8 - Forklaring på de ulike delene av bygningen [46].....	33
Tabell 9 - Maksimal størrelse på brannceller for skoler i Finland [50].	36

Tabell 10 - Valg av scenarier til brannsimulering basert på hendelsestreakanalysen.	61
Tabell 11 - Inndata for brannkarakteristikker anvendt i CFD analysen.	62
Tabell 12 - Inndata for tilpasning av sprinkler designbrann.	63
Tabell 13 - Tilpasninger for sprinkler designbrannkurven.	64
Tabell 14 - Inndata for beregnet designbrannkurve.	64
Tabell 15 - Tilgjengelig rømningstid for de ulike byggverkene og scenarioene.	66

Definisjoner/begreper

Tabell 1 - Definisjoner/begreper som er benyttet i oppgaven.

Begrep	Forklaring
A1, A2, B, C, D, E og F	Angivelse av produkters egenskaper ved brannpåvirkning (unntatt gulvbelegg), hvor klasse A1 er den strengeste [1].
A2-s1,d0	Ubrennbart eller begrenset brennbart [1].
Aktivt brannsikkerhetstiltak	Teknisk brannsikkerhetstiltak med en funksjon som aktiveres etter at brann er detektert, automatisk brannalarm er utløst eller brann er varslet [1].
Arnested	Sted der brannen har startet [1].
Branneffekt	Varmeproduksjon fra brannen, ofte angitt i kW [2].
Brannklasse	Byggverk plasseres i forskjellige brannklasser ut fra konsekvensen en brann kan innebære for skade på liv, helse, samfunnsmessige interesser og miljøet [3].
BREEAM-NOR	Et helhetlig miljøsertifiseringssystem for bygg, som måler byggets bærekraftskvaliteter [4].
C	Automatisk lukker for dør, luke eller lignende [1].
d0, d1 og d3	Produksjon av brennende dråper angis med d0,d1 og d3 hvor det ikke er observert brennende dråper under prøving [1].
Høyt montert ledesystem	Ledesystem på minst 1,8 m over gulvnivå [5].
Lavt montert ledesystem	Ledesystem på gulvnivå eller inntil 0,4 m over gulvnivå [5].
Korridorsskole	Lukket skole med undervisningsrom langs en korridor. Ofte med trapperom i enden av korridoren.
Overbygd gård eller gate	Kan betraktes som et avgrenset volum som kan fungere som seksjonerende eller branncellebegrensende konstruksjon [6]. Gate eller gård som er overbygd til et lukket rom. Rommet er vanligvis klimatisert [1].
Passivt brannsikkerhetstiltak	Teknisk brannsikkerhetstiltak som skal ha en dimensjonert funksjon for å bevare bæreevne, danne barriere eller hindre spredning av brann eller røyk [1].
Risikoklasse	Byggverk plasseres i ulike risikoklasser etter bruksområder som er i bygget ut fra den trusselen en brann kan innebære for skade på liv og helse [3].

REI 120-M	<p>R - Bæreevne ved brann [7].</p> <p>E - Integritet til bygningsdel [7].</p> <p>I - Varmeisolasjonsevnen til en bygning [7].</p> <p>30, 60 osv. - Tiden i minutter bygningsdelen skal bevare sin bæreevne, integritet og varmeisolasjon [7].</p> <p>M - Mekanisk motstandsevne [7].</p>
Rømningsvei	Én eller en rekke brannceller tilrettelagt for rømning mellom oppholdsrom/branncelle og sikkert sted [1].
s1, s2 og s3	Angivelse av røykproduksjon ved brannpåvirkning med s1,s2 og s3 hvor det er strengest krav til s1 [1].
S _a	Angir røyklekkasje i dører og luker bestemt ved brannteknisk prøving med røyk ved romtemperatur [1].
Startbranncelle	Branncellen hvor brannen starter i.
Spesifikk brannenergi	Brannenergi per arealenhet. Hvor brannenergi er summen av varmemengde som frigis ved forbrenning av alle faste og mobile brennbare materialer i et område [1].
Varmedetekterende kabel	Kabel som tidlig kan detektere og varsle om utvendig brann [8].
Åpen skole	Skole med store åpne arealer, gjerne over flere plan.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Skole er en funksjon som berører nesten hele samfunnet. Det inneholder arbeidsplasser, mange har barn som går på skolen, eller så går man på skole selv. Skolen er også et viktig samlingspunkt i lokalmiljøet med andre aktiviteter enn ren undervisning. Den viktigste funksjonen når det kommer til skoledesign er å skape et godt læringsmiljø. Dette kan oppnås ved å ha åpne løsninger med store åpne arealer, ofte over flere etasjer.

Fordi skoler har en viktig samfunnsfunksjon er det viktig at en skole designes slik at den ikke blir tapt, eller får omfattende skader, i en eventuell brann, da dette kan få store følger for samfunnet. Man trenger skoler som både har et godt læringsmiljø og brukes til ulike funksjoner, samtidig som at brannsikkerheten er tilfredsstillende.

Utvikling av regelverk er noe som stadig pågår. Dette er nødvendig for å henge med på samfunnets utvikling, både med tanke på bærekraftige løsninger og miljø, men også utviklingen av ny teknologi. Dagens regelverk er bygget i stor grad på erfaringer fra tidligere branner. Det er Plan- og bygningsloven med tilhørende funksjonskrav fra byggt teknisk forskrift (TEK17) [3] som gjelder for prosjektering av nye bygninger. Etter dagens ordning blir funksjonskrav fra forskriften oppfylt ved å følge preaksepterte ytelser gitt i veiledningen til byggt teknisk forskrift (VTEK17) eller ved analytiske metoder [7]. Ofte blir disse metodene kombinert.

Preaksepterte ytelser for branncelleinndeling av skoler har vært tilnærmet uendret i mange tiår og har sin opprinnelse fra en tid når alle skoler var korridor skoler med tilnærmet ingen åpne løsninger med store åpne arealer. Preaksepterte ytelser er dermed dårlig tilpasset dagens skoledesign, men det funksjonsbaserte regelverket som er i Norge gir likevel muligheten for å ha åpne løsninger i skolebygg. Det kreves spesiell kompetanse for å gjøre analyser, som gjør at alle ikke kan bruke slike løsninger.

Eldre undervisningsbygg ombygges og fornyes samtidig som det stadig bygges nye undervisningsbygg i Norge. Mange av disse prosjekteres med fravik fra de preaksepterte ytelsene med åpenhet mellom flere plan og luftige rom som ikke er forenelig med de preaksepterte ytelsene til branncelleinndeling. Det medfører at brannrådgivere må gjøre analytisk prosjektering. Det er en erkjennelse at bransjen ikke er helt samstemt om hvordan de ulike fravikene fra preaksepterte ytelser skal kompenseres og dokumenteres.

TEK17 § 11-8 gir funksjonskrav knyttet til brannsikkerhet i forbindelse med brannceller [3]:

«Brannceller skal være utført slik at de forhindrer spredning av brann og branngasser til andre brannceller i den tiden som er nødvendig for rømning og redning.»

Veiledningen til TEK17s angir videre at [7]:

«Brannceller som går over flere plan er angitt som en preakseptert ytelse for risikoklasse 1, 2, 4 og 5 for inntil tre plan forutsatt at

- *Det installeres automatisk sprinkleranlegg med åpen forbindelse over 800 m²*
- *Det må være tilrettelagte rømningsveier fra hvert enkelt plan»*

Skole havner i risikoklasse 3 iht. VTEK17 [7], og det er dermed ikke en preakseptert ytelse med åpne brannceller over flere plan. Likevel blir mange av dagens moderne skoler bygget på denne måten. Det er derfor viktig at regelverket og anbefalingene utvikles og oppdateres i samspill med hvordan moderne skoler bygges.

I denne oppgaven blir det sett på om det kan anses som forsvarlig å endre preaksepterte ytelser slik at de tillater økt bruk av åpne brannceller på skoler. Hvis dette var tillatt, hadde muligheten for å kunne designe og bruke åpne skoler med forsvarlig brannsikkerhet blitt åpnet for flere i bransjen.

1.2 Problemstilling

På bakgrunn av innledningen ble denne problemstillingen/hypotesen utformet.

«Krav om at skoler i risikoklasse 3 ikke kan ha brannceller som er åpne over flere plan bør fjernes»

Skoler vil i denne oppgaven omhandle grunn-, videregående- og høyskole/universitet.

Problemstillingen var viktig for å avdekke betydningen av åpne brannceller over flere plan og hvilken effekt dette kan ha på sikkerhetsnivået. Det kan bidra til regelverksutvikling i form av lettelse på anbefaling om åpne brannceller, men først og fremst øke sikkerhetsnivået for skoler.

Det ble fokusert på å hente inn data for å diskutere og besvare følgende forskningsspørsmål:

- Norsk regelverksoppbygging og historie knyttet til skoledesign. Dette for å få en forståelse for hvor dagens preaksepterte ytelser har sin opprinnelse og om det har vært store endringer i regelverket.
- Regler og anbefalinger for branncelleinndeling for skoler i Sverige, Danmark og Finland. Dette er for å se etter likheter og ulikheter i reglene og anbefalingene.
- Brannstatistikk fra skandinaviske og finske skoler. Dette er for å se på sammenhengen i antall branner og regelverk, samt få et bilde av risikoen for brann på skoler.
- Hvilke utfordringer for brannsikkerhet er det med åpen branncelle over flere plan? Dette er for å se hvorfor det ikke er preakseptert med åpen branncelle over flere plan for skoler.

1.3 Formål med oppgaven

Dagens byggeskikk for moderne skoler bygger i svært stor grad på åpenhet for brannceller over flere plan. Hovedformålet med oppgaven var å undersøke kravet om åpenhet for brannceller over flere plan, hvilken betydning det har for en skole med tanke på brannsikkerhet og om det burde være preakseptert for skoler i risikoklasse 3.

Brannrådgivere bruker ulike metoder for å dokumentere fravik. Et delmål med oppgaven var å komme med en preakseptert ytelse eller en felles løsning på hvordan åpne brannceller over flere plan skal dokumenteres i bransjen, som videre kan brukes under prosjektering av nye skoler. Oppgaven kan også bidra til at bransjen har en felles dokumentasjonsmetode frem til myndighetene utvikler regelverket videre, samt skape mer klarhet og kunnskap i bransjen generelt.

Metodene som ble lagt til grunn for arbeidet var; samtaler med fagpersonell, studie på anerkjent litteratur, forskning på et utvalg av skandinavisk og finsk regelverk og til slutt en risikovurdering.

Arbeidet fra denne oppgaven kan skape en god praksis for dokumentasjon av fravik ved skoler. Resultatene kan brukes til videre utvikling av regelverk slik at anbefalingene kan tilpasses til moderne skolebygg. Det kan også videreføres til andre bygg i risikoklasse 3 som barnehager.

1.4 Avgrensinger/begrensinger

- Oppgaven er begrenset til skoler.
- Oppgaven begrenses til, men skiller ikke mellom, grunnskoler, videregående skoler og høyere utdanning.
 - o Fagskoler og voksenopplæring sees ikke på.
- Oppgaven begrenses til prosjekteringsfasen og Byggeteknisk forskrift(byggeregler) for brannsikkerhet i Norge og begrenses til regelverk i Skandinavia og i Finland.
- Oppgaven tar ikke for seg byggeskikk og regler fra utenlandsk lovverk, men omfatter kun regler og anbefalinger for skoler i det aktuelle landet som blir sett på.

2 Metode

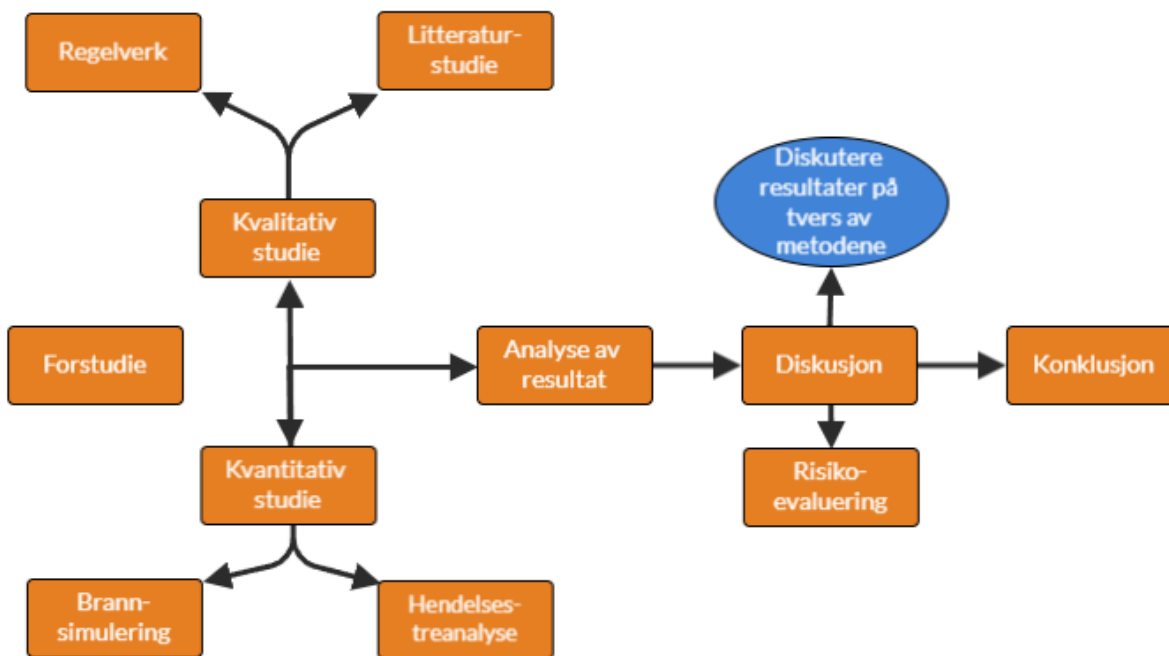
Dette kapitlet omhandler hvilke metoder som ble lagt til grunn for å svare på problemstillingen med tilhørende forskningsspørsmål. Det startet med et forstudie hvor det ble holdt samtaler med personer i bransjen for å få en forståelse av hvilke utfordringer som finnes ved skolebygg og for å få nok bakgrunnskunnskap til de videre metodene. Videre ble det gjennomført en kvalitativ studie, hvor erfaringer og brannstatistikk samt regelverk for ulike land ble undersøkt for å kartlegge likheter og ulikheter og sammenhengen mellom branner og regelverk. Til slutt ble en kvantitativ studie i form av en risikovurdering gjennomført. Dette ble gjort ved hjelp av brannsimuleringer og en hendelsestreakse for å blant annet se på det totale sikkerhetsnivået ved å ha en åpen branncelle over flere plan i skoler.

2.1 Metodekombinasjon

For å øke oppgavens validitet og integritet benyttes en metodekombinasjon. Denne gjennomføres ved ulike metodiske innfallsvinkler som tar for seg samme problemstilling. For å få gyldige resultater trengs det flere metoder som gir en sammenfallende konklusjon.

Forstudie og samtaler med ulike personer i bransjen var nødvendig for å tilegne seg tilstrekkelig bakgrunnsforståelse for å videre kunne utvikle problemstillingen, forskningsspørsmålene og de andre metodene i oppgaven. Den kvalitative studien var viktig for å se dagens og tidligere regelverk i Norge samt brannstatistikk for å sammenligne tilsvarende med andre land. Den kvantitative delen, i form av en risikovurdering, var viktig for å få et dypere grunnlag inn i diskusjon og videre konklusjon. Resultatene fra metodene ble deretter analysert for å vurdere dens kvalitet og validitet. Videre ble resultatene fra metodene satt opp mot hverandre. På denne måten ble metodene kombinert, noe som resulterte i en sammenfallende diskusjon og konklusjon.

Figur 1 viser en skisse av den grunnleggende metoden som ble brukt gjennom hele oppgaven.



Figur 1 - Skisse av oppgavens grunnleggende metode.

2.2 Forstudie

Hensikten med å gjøre et forstudie var å tilegne seg tilstrekkelig kunnskap for å gjennomføre de resterende metodene, og for å kartlegge dagens situasjon. Forstudie bestod hovedsakelig av samtaler med fagfolk i bransjen for å få et bilde av hvilke utfordringer som finnes i moderne skoler med tanke på brannsikkerhet. Personer som ble snakket med var brannrådgivere, arkitekter og personer som forsker på brann.

Det ble gjennomført samtaler i form av e-post, telefon-/teams samtaler og fysiske møter. Dette var nødvendig for å kunne forstå hvilke utfordringer det finnes ved spesielt åpne brannceller over flere plan i skoler i dag. Ved å snakke med ulike aktører ga dette også en indikasjon på utviklingen av skoledesign gjennom de siste tiårene. Resultatet av samtalene ga innspill til utforming av problemstilling og forskningsspørsmål knyttet til oppgaven.

Svakheten med denne metoden var at et fullstendig bilde av situasjonen ikke kunne avdekkes bare gjennom samtaler med et utvalg av fagfolk som gjør at den mister litt av sin validitet. I hovedsak var denne metoden ment til å øke forståelse og bakgrunnskunnskap av ulike roller og funksjoner, og var i seg selv ikke ment til å svare på oppgaven.

Det ble vurdert å gjennomføre befaringer ved ulike skoler for å få et bilde av skoledesign, men dette ble forkastet grunnet flere faktorer. Det ble besluttet i samråd med veiledere at nytten av å se på skoler var liten opp mot hva utbytte ville vært. Å se på brannkonsepter og ha samtaler med fagfolk ble ansett som like tilfredsstillende for å få et bilde av dagens situasjon i Norge. I tillegg var det grunnet COVID19 ikke enkelt å få gjennomført befaringer med tanke på smittesituasjonen. Brannkonseptene ble videre brukt til å se på vanlige fraviksløsninger for skoler og hvilke analyser som ble benyttet for dokumentasjon til senere deler av oppgaven.

2.3 Regelverk og litteraturstudie - kvalitativ studie

Den kvalitative studien bestod av kartlegging av norske, og et utvalg av utenlandsk regelverk samt brannstatistikk, erfaringer og brannsikkerhet i skoler.

Hensikten med en kvalitativ studie var å kartlegge gjeldende og tidligere regelverk for brannsikkerhet i skoler i Norge samt brannstatistikken for skolebygg i Skandinavia og Finland. I tillegg ble de andre landene i Skandinavia og Finland sitt nåværende regelverk undersøkt. Det ble fokusert på regler og anbefalinger som gjaldt for branncelleinndeling og åpne brannceller over flere plan. Dette ga grunnlag for en sammenligning som kan være med på å underbygge problemstillingen. Bakgrunnen for at disse landene ble valgt, var at det er land som Norge kan sammenlignes med på flere områder, som størrelse, befolkning, kultur, skolesystem og språk. Årsaken til at Island ikke ble sett på var at dette er et lite land i forhold til de resterende landene og utfordring med oversetting. Andre europeiske land som Frankrike, England og Tyskland ble utelatt da disse landene er store geografisk og i befolkning sammenlignet med Norge.

Et annet moment med den kvalitative studien var å se på brannsikkerhet i skoler for å kunne kartlegge hvor utfordringene lå. Dette ble også gjort som en mindre del av forstudiemetoden, hvor utforming av problemstilling og forskningsspørsmål ble kartlagt i form av samtaler med fagpersoner i bransjen. Fremgangsmåten som ble brukt under kartleggingen av utfordringene, var å se på ulike brannkonsepter som har blitt utarbeidet fra forskjellige rådgiverselskaper i Norge. 18 brannkonsepter fra fem forskjellige rådgiverselskaper ble sett på og av disse var det 15 grunnskoler og tre videregående skoler. Brannkonsepter fra byggverk som har blitt prosjektert etter TEK10 og TEK17 ble sett på. Grunnen til dette var tilgjengeligheten, og hovedvekten i oppgaven var å se på utfordringer knyttet til brannprosjektering av

moderne skoler. Denne metoden ga et bilde av vanlige fraviksløsninger som er benyttet ved prosjektering av skoler i Norge, og hvilke kompenserende tiltak som ofte blir brukt. Ved å se på flere brannkonsepter fra flere rådgiverselskap øker dette validiteten til oppgaven.

Hensikten med å se på brannkonsepter var ikke å se på hvordan enkelte rådgiverselskaper utfører analyser, men et totalbilde av hele bransjen, som resulterte i at brannkonseptene ble anonymisert.

Ved å se på brannstatistikken for de ulike landene kunne man få et bilde av skolebrannene gjennom årene, og hvordan Norge var sammenlignet med de andre. Brannstatistikk var viktig i sammenheng med regelverk for de ulike landene. En kombinasjon av disse kunne gi en indikasjon på om effekten av åpen branncelle over flere plan for skolebygg påvirker sannsynlighet og konsekvens av årsakene til og størrelse av branner i Norge.

Det ble ikke utført et dypdykk i tidligere regelverk for andre land enn Norge. Dette skyldes at målet med å se på andre lands regelverk i utgangspunktet, var å se hvilke anbefalinger det var for åpne brannceller over flere plan for skoler for å se om dette kunne videreføres til de norske anbefalingene. Målet var å underbygge problemstillingen i oppgaven. Derfor ble det vurdert som unødvendig å se på tidligere regelverk i de andre landene.

I forbindelse med kartlegging av regelverk og brannstatistikk ble det vurdert å se på flere land. Dette ble forkastet etter samtaler med fagfolk og veiledere, da det ble ansett som mest nyttig å se på land som er lik Norge på flere områder.

Det knyttes en del usikkerheter rundt denne metoden når det kommer til forskjeller i generell byggeskikk og andre krav og anbefalinger i regelverk fra de ulike landene, sammenlignet med Norge. Dette var forsøkt tatt hensyn til ved valg av land slik at usikkerheten ble mindre. Likevel må løsningene som er gitt i de andre landene analyseres for å kunne utføre en sammenligning.

2.4 Analyser - kvantitativ studie

Den kvantitative studien bestod av en risikovurdering i form av en komparativ analyse iht. NS 3901 [9] hvor et referansebyggverk med kun preaksepterte ytelser ble sammenlignet med et analysebyggverk med utvalgte fraviksløsninger. Formålet med dette var å se på samlet sikkerhetsnivå av fraviksløsningene, med tilhørende kompenserende tiltak har.

Det ble valgt å se på en kombinasjon av flere fravik, hvor hovedvekten var branncelleinndeling med åpen branncelle over flere plan som grunnlag. Dette ble gjort for å gjøre situasjonen mer reell da åpen branncelle over flere plan ofte kombineres med andre fraviksløsninger.

Risikovurderingen bestod av kvantitative analyser i form av hendelsestreanalyse for å underbygge den komparative analysen. Dette ble gjort for å se på sannsynligheten for svikt i angitte barrierer, som kunne medføre kritiske forhold for personsikkerhet. Det ble benyttet pålitelighetsdata fra anerkjent litteratur for å beregne sannsynligheten for om barrieren fungerer eller svikter. Hendelsestreet var også med på å utforme brannscenarioene videre for brannsimuleringen ved å ta utgangspunkt i scenarioene som oppstod og sannsynligheten for svikt i de ulike scenarioene.

En del av risikovurderingen var å utføre brannsimuleringer i form av Computational Fluid Dynamics(CFD) modellering. Dette ble gjort i programmet Pyrosim, versjon 2021.3.0901, som bruker Fire Dynamics Simulator(FDS). I tillegg til å se på samlet sikkerhetsnivå av fraviksløsninger ble tilgjengelig rømningstid funnet ut ved å se på akseptkriterier fra anerkjent litteratur og når disse ble brutt for de ulike byggene.

Dette ble gjort som en del av den komparative analysen som var med å styrke de andre resultatene slik at grunnlaget for videre diskusjon og konklusjon var til stede.

Det ble vurdert å utføre to-sone modellering som et alternativ til CFD modellering. Dette ble også forkastet etter egne vurderinger samt samtaler med fagfolk. En CFD modellering vil i de fleste tilfellene gi bedre og flere resultater, spesielt for komplekse og større bygg.

3 Skoler og skoledesign

I dette kapitlet skal det ses nærmere på ulike skoletyper og skoledesign. Formålet er å gi et bilde av eldre og moderne skoler, og hvordan design har utviklet seg slik at dette kan sees i sammenheng med regelverksutviklingen.

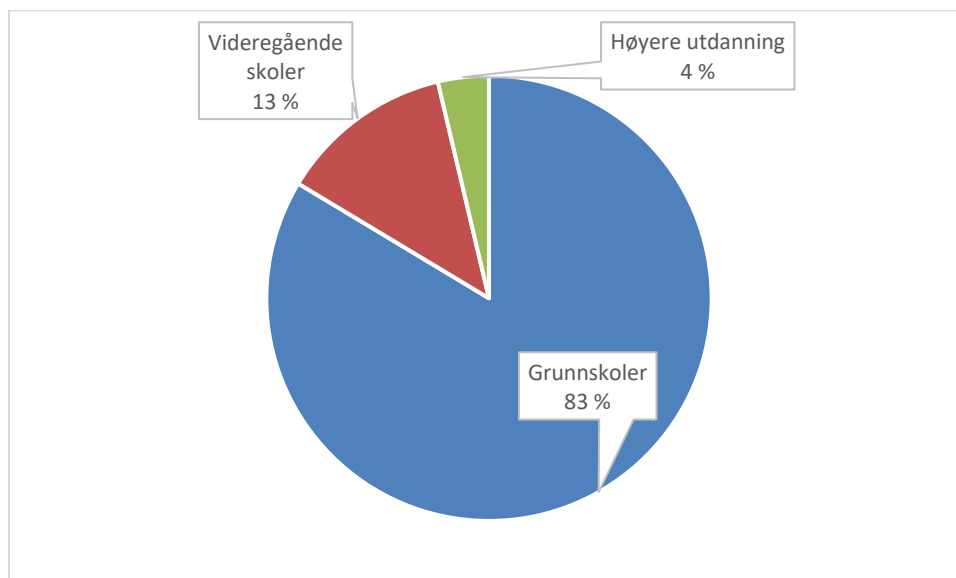
Dette gir også et utgangspunkt i design av både referanse- og analysebyggverk som benyttes i risikovurderingen.

3.1 Ulike type skoler

Etter samtale med fagfolk i bransjen kan det tilsynelatende se ut til at det er samme designprinsipp for de ulike type skolene. Det er store forskjeller i romprogrammet for skolene, men organiseringen er ofte lik. For en grunnskole er en uteplass hvor elevene kan leke viktig, noe som ikke er like viktig for en videregående skole eller høyskole/universitet. For sistnevnte vil rommene og bruken av skolen være tilpasset til de ulike studieretningene og antall studenter som hører til skolen. Dette kan være laboratorier, større klasserom/auditorier og fellesområder.

Når det kommer til størrelse på skolene er tilsynelatende en grunnskole på 1-2 etasjer, en videregående skole mellom 1-4 og høyskoler/universitet har så mange etasjer som det lar seg gjøre. Dette i tillegg til antall skoler av de ulike typene gir en indikasjon på at grunnskoler ofte er mindre i størrelse, men flere antall i forhold til de to andre hvor det er færre antall skoler, men størrelsen på skolen er større, også i elevtall.

Figur 2 viser fordelingen av skoletyper i Norge i 2020/2021. I 2020 var det 419 videregående skoler i Norge [10]. Det var totalt 2761 grunnskoler i 2021 [11]. Videre er det 10 universiteter, fem høyskoler, seks vitenskapelige høyskoler og minst 17 private høyere utdanningsinstitusjoner [12]. Disse har mange ulike campuser. Antall campuser fordelt på de ulike høyere utdanningene var i 2021, 122 campuser [13].



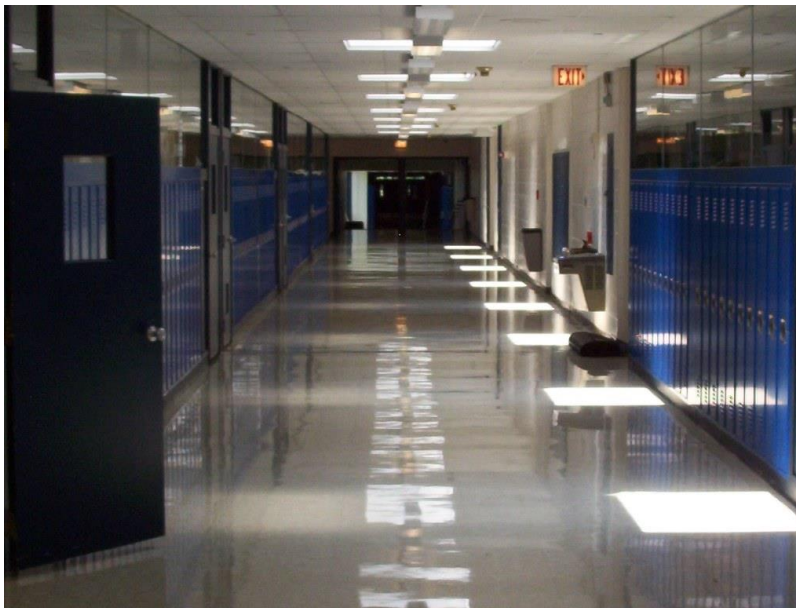
Figur 2 - Fordeling av skoletyper i Norge i 2021.

Figur 3 illustrerer hvordan en åpenhet i en skole kan se ut ved en åpen branncelle over flere plan i form av atrium/overbygd gård [14].



Figur 3 - Illustrasjon av åpen branncelle over flere plan for skole, foto: Falkeblikk [14].

Figur 4 viser en illustrasjon av hvordan en korridorskole ser ut [15]. De er ofte designet med en lang korridor hvor det er klasserom langs ene eller begge sidene av korridoren, med utgang og trapperom på endene. Ofte er gangen fylt med skap for oppbevaring.



Figur 4 - Illustrasjon av en korridorskole [15].

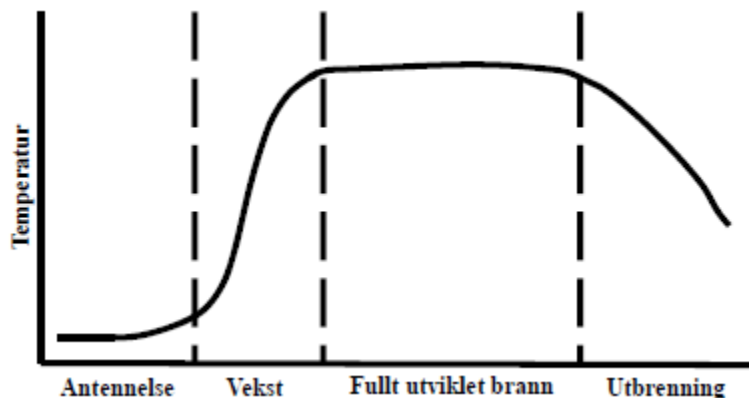
Figur 5 viser en typisk plantegning for en korridorskole. Plantegning er hentet fra Askøy Videregående Skole. Det er en korridor som forbinder mange klasserom hvor det er trapperom på hver side av bygget, hvert klasserom og trapperom er egen branncelle.

4 Brannteori

I dette kapitlet vil relevant brannteori bli presentert. Formålet er å gi en forståelse av hvordan brann utvikler seg i et rom og hvordan den spres videre, og ha bakgrunnsinformasjon videre i oppgaven.

4.1 Rombrann

En brann i et rom begynner i det små og utvikler seg som følge av varmetransport i og rundt det som brenner. Forbrenningssonen vil typisk ha en veldig høy temperatur, mens røyken har noe lavere temperatur. Som følge av forbrenningen og at varm luft stiger vil røyken samle seg under taket og forme et røyklag som varmer opp materialene i rommet [16]. Utviklingen av brannen videre avhenger av oksygentilgangen, som betyr at brannen er brenselkontrollert. Hvis rommet ikke får tilgang til luft via ventilasjon vil brannen gå over til ventilasjonskontrollert når tilgangen på oksygen er redusert. En rombrann går gjennom fire ulike faser, antennelse, vekst, fullt utviklet brann og utbrenning [16]. Figur 6 hvordan de fire fasene utvikler seg i en rombrann [16].



Figur 6 - Skisse for lukket rombrann [16].

Ved brannsimulering blir antennelsesfasen ignorert, og man antar at brannen allerede er oppstått. Dette er fordi det er vanskelig å simulere denne delen. Det vil i mange tilfeller ta lang tid før en brann utvikler seg, og det er mye usikkerheter knyttet til hvor arnestedet er. Brannen vokser sakte i denne fasen og det er vanskelig å anslå en forbrenningshastighet av materialet som brenner [16].

Branner som er i antennelsesfasen, utgjør ofte en begrenset fare for personer som ikke er i direkte kontakt med brannen. Antennelsesfasen kan være lang, men er ofte mulig å slokke med relativt enkle midler [16] [2].

Branner som er i vekstfasen, begynner å utgjøre en vesentlig fare for mennesker i nærheten. Dette fordi en brann i vekstfasen produserer mye røyk som kan være farlig. Vekstfasen kan vare i minutter til titalls minutter og fører til den fullt utviklede fasen, ofte via overtenning [2]. Ved overtenning tar hele rommet fyr, og det er ikke mulig å overleve i et slikt rom. Branner i vekstfasen er vanskeligere å slokke med enkle midler [2]. Automatiske slokkeanlegg vil ofte kunne stoppe en brann tidlig i vekstfasen. På den måten kan man hindre brannen fra å bli farlig for mennesker. Denne fasen er viktig for personsikkerhet.

Branner som er i den fullt utviklede fasen, utgjør vesentlig fare for mennesker i rommet brannen er i. Denne fasen kan vare i en halvtime til flere timer. En fullt utviklet brann fører ofte til store skader på konstruksjoner og krever som regel brannklassifiserte konstruksjoner for å hindre spredning. Slike branner

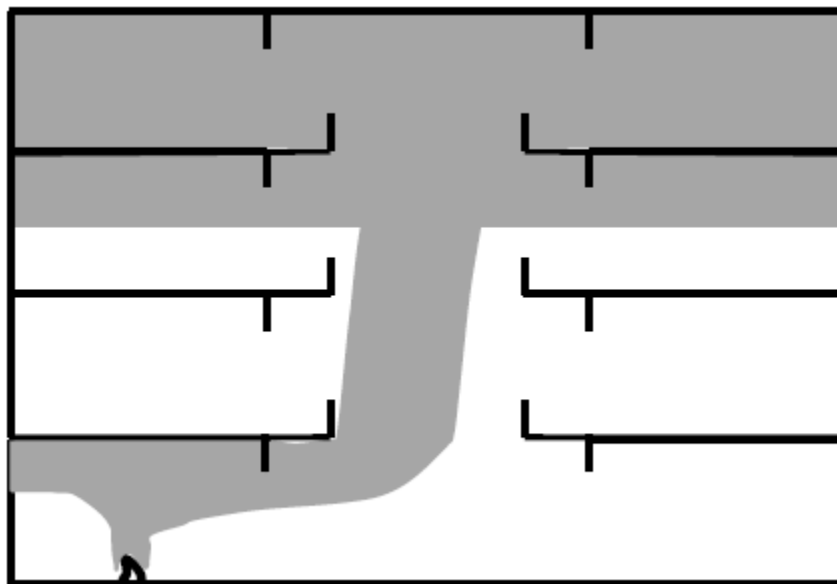
kan som regel slokkes av brannvesen [2]. Denne fasen er viktigst for materiell sikkerhet og sikkerhet for rednings- og slokkemannskap.

Utbrenningsfasen er viktig for materiell sikkerhet og sikkerhet for rednings- og slokkemannskap. Det kan fortsatt være varmt i rommet og det kan være skader på konstruksjoner som utgjør fare for personer som entrer rommet [16].

4.2 Brann- og røykspredning

Etter hvert som rommet er fylt med varm røyk skapes det er overtrykk, og røyken blir presset ut av rommet og videre til neste rom. Prinsippet vil fortsette for de andre rommene, men lagdelingen av røyk og luft vil være mindre enn i rommet brannen startet i, grunnet lavere temperaturforskjeller. Etter hvert som røyken blir presset i trapperom, stiger røyken oppover i bygget. Spredning av brann til andre rom vil ta lengre tid enn røykspredningen, fordi flammer trenger større åpninger enn røyk for å spre seg. Dører og vinduer vil dermed være naturlige spredningsruter for flammer i en brann. For vinduer kan brann spres til andre etasjer ved at flammene bryter gjennom vinduer og spres til overliggende etasjer [16].

Brann og røyk kan også spres til andre etasjer via overbygde gårder/atrium. Her spres røyken fra startbrannrom og ut til det åpne arealet. Røyken siger mot toppen og synker nedover med tiden slik at de øverste etasjene først blir fylt med røyk før røyken siger ned til etasjene under [16]. Figur 7 viser hvordan røyk spres mellom etasjer via overbygd gård [16].



Figur 7 - Spredning av røyk mellom etasjer via overbygd gård [16].

4.3 Designbrann

En reell brann vil nesten alltid ha en akselererende vekst. Denne kan beskrives ved å anta at branneffekten øker med tiden kvadrert. I tillegg blir tiden kvadrert multiplisert med en faktor α . Denne faktoren beskriver hvor fort det som brenner øker energiproduksjonen. Den akselererende brannveksten beskrives slik [2]:

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

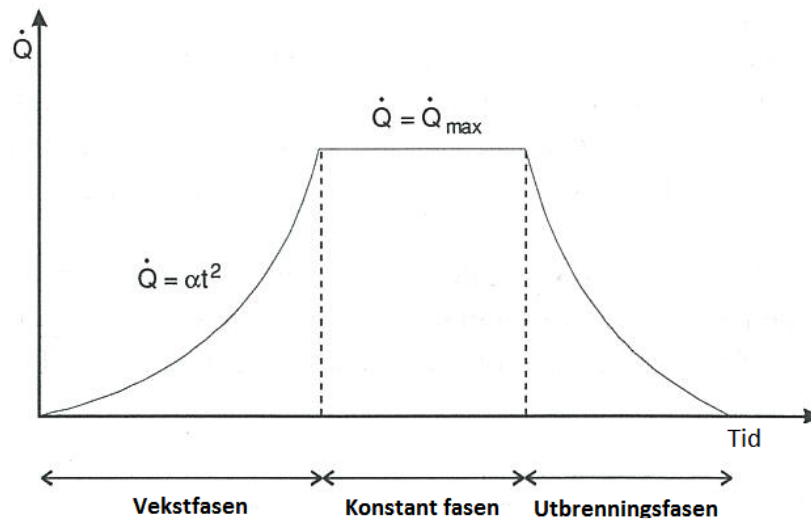
Hvor [2]:

\dot{Q} er branneffekt angitt i kW.

α er brannvekstrate angitt i kW/s².

t er tiden angitt i sekunder.

Figur 8 viser en designbrannkurve som viser branneffekten til en slik type brann hvor toppunktet er maks branneffekt [2].



Figur 8 - Kurve for designbrann [2].

Design brann er en måte å regne på utviklingen av en brann på. Hvordan en brann ser ut i virkeligheten er avhengig av en rekke faktorer som møblering, overflater, romvolum, brannenergi, om det er automatisk slokkeanlegg og røykventilasjon [2].

4.4 Nødvendig rømningstid og tilgjengelig rømningstid

Nødvendig rømningstid er tiden fra brannstart til personene i bygningen har nådd sikkert sted. Nødvendig rømningstid kan beregnes ved enkle håndberegninger eller ved modellering i simuleringsprogrammer. Det finnes forhold som er med på å påvirke rømningsforholdene, som bygningsmessige forhold, personer og organisatoriske forhold. Bygningsmessige forhold kan være brannalarmanlegg og planløsning. Personer kan være antall og fordeling av personer, egenskaper, personer med nedsatt funksjonsevne og hvilken situasjon man er i. Til slutt har man organisatoriske forhold som kan være evakueringsplaner og egnet personell som veileder de som skal rømme [17].

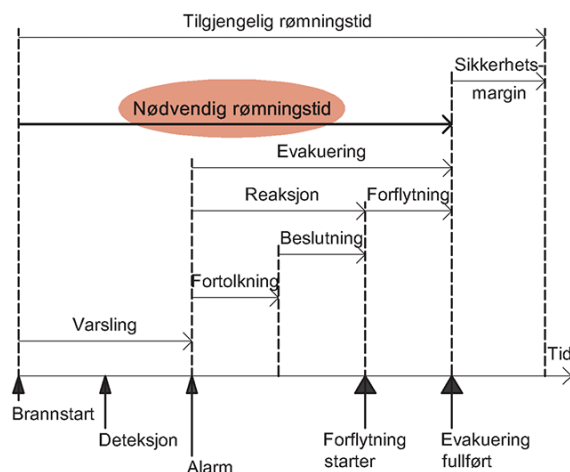
Tilgjengelig rømningstid er tiden fra brannstart til det forekommer temperaturer, branngasser eller røykutvikling som hindrer rømning (kritiske forhold). Det er mulig å bruke ulike beregningsmetoder for å få et estimat av den tilgjengelige rømningstiden, blant annet ved bruk av CFD-modeller eller tosonemodeller. Akseptkriterier angir når kritiske forhold er nådd. Tabell 2 viser akseptkriterier for kritisk forhold [17].

Tabell 2 - Akseptkriterier for kritiske forhold [17].

Parameter	Akseptkriterier	
Sikt	Minst 3,0 m i hodehøyde i startbranncelle med areal $\leq 100 \text{ m}^2$ Minst 10 m i 2,0 m høyde i rømningsveier og brannceller med areal $> 100 \text{ m}^2$ Sikt som alternativt bestemmes som røykfri høyde på $1,6 \text{ m} + 0,1 \cdot H$, hvor H er romhøyden i meter, kan være et alternativt akseptkriterium.	
Varmestråling ¹	Kontinuerlig strålingsintensitet $\leq 2,5 \text{ kW/m}^2$ Kortvarig strålingsintensitet $\leq 10 \text{ kW/m}^2$ dersom samlet varmestråling ikke overstiger 60 kJ/m^2	
Temperatur	$\leq 80 \text{ }^\circ\text{C}$	
Giftighet ²	CO	$< 2\ 000 \text{ ppm}$
	CO ₂	$< 5 \%$
	O ₂	$> 15 \%$

Sikkerhetsmarginen er differansen mellom tilgjengelig og nødvendig rømningstid. Det er ikke angitt et spesifikt minimumskrav for sikkerhetsmarginen, men den må være positiv. Marginen bestemmes individuelt på grunnlag av fagkyndige vurderinger. Vurderingen må ta høyde for usikkerheter i analysene slik at man får en tilfredsstillende sikkerhetsmargin [17]. Det er mulig å bergene sikkerhetsmarginen, men i noen tilfeller blir det angitt at den skal være tre ganger så stor som den nødvendige rømningstiden [18].

Figur 9 viser sammenhengen mellom begrepene. Hovedpoenget er at den tilgjengelige rømningstiden skal være lengre enn den nødvendige rømningstiden pluss en tilfredsstillende sikkerhetsmargin [17].



Figur 9 - Sammenhengen mellom tilgjengelig og nødvendig rømningstid [17].

¹ I tillegg til energi fra bakgrunnsstråling på 1 kW/m^2

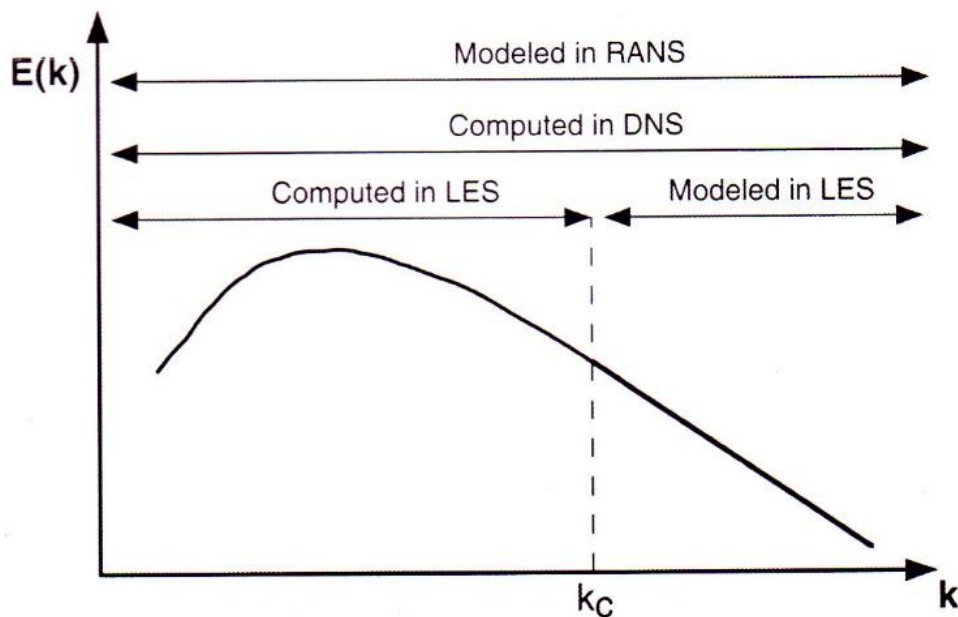
² Når sikten er mer enn 5 m, vil det vanligvis ikke forekomme gasser i giftige konsentrasjoner i den korte tiden man rømmer.

Det finnes en rekke brannsikkerhetstiltak som kan være med på å redusere den nødvendige rømningstiden og øke den tilgjengelige rømningstiden. Disse blir gjort rede for senere i oppgaven.

4.5 Computational Fluid Dynamics

Computational Fluid Dynamics(CFD) er en gren av fluidmekanikk som bruker numeriske metoder til å løse og analysere problemer med fluidstrømning. CFD tar utgangspunkt i konserveringslikningene som er bevaring av masse, moment og energi i og rundt brannen og i rommet rundt. Likningene løses numerisk og gir tidsvarierende forutsigelser av temperatur, gasshastighet, gassartkonsentrasjoner på et 3D mesh. Dette er et nett av kontrollvolum som spenner seg over geometrien som skal modelleres [19].

Ingen datamaskiner klarer per i dag å gi den eksakte løsningen av konserveringslikningene som løser lengde- og tidsskalaer. Disse oppstår i de turbulente strømningsene som forekommer under en brann [19]. For å fange detaljene av de kjemiske prosessene trengs det en romlig oppløsning på mindre enn en millimeter. Dermed må en modifisere konserveringslikningene for å modellere den uoppløselige turbulensen. Turbulens kan behandles på 3 forskjellige måter i CFD. Direct numerical simulation (DNS), Reynolds-Averaged Navier-Stokes (RANS) og Large Eddy Simulation (LES) [19]. DNS beregner turbulens ved bruk av konserveringslikningene. Siden konserveringslikningene er naturlover er det DNS som er den ønskelige metoden dersom all turbulens skal løses opp. For mer turbulente strømningsene klarer ikke DNS å beregne turbulensen, fordi oppløsningen av gridet må være på størrelsesorden Kolmogorov lengdeskala [19]. I motsetning til DNS modellerer RANS alle turbulente lengdeskalaer ved hjelp av en turbulensmodell som er empiriske formler fra eksperimentelle forsøk. En kombinasjon av de to metodene er LES, som beregner store turbulente strukturer, mens små modelleres. Fire Dynamics Simulator er en LES modell [19]. Figur 10 viser sammenhengen mellom RANS, DNS og LES [19].



Figur 10 - Sammenhengen mellom DNS, RANS og LES [19].

4.5.1 Fire Dynamics Simulator

FDS er en CFD-modell for branndrevet fluidstrøm. Det er en avansert modell som er utviklet av National Institute of Standards and Technology. Softwaren bryter ned et 3D-område til små, rektangulære gridceller kalt kontrollvolum. Navier-Stokes likninger blir brukt til å for å løse hver enkelt celle og resultatene måler varme og masseoverføringer. Interaksjonene mellom gridcellene beregnes over tid. For hvert sekund som går av simuleringen utføres en beregning for hver enkelt celle [20]. FDS bruker en LES modell for å beregne turbulens [19].

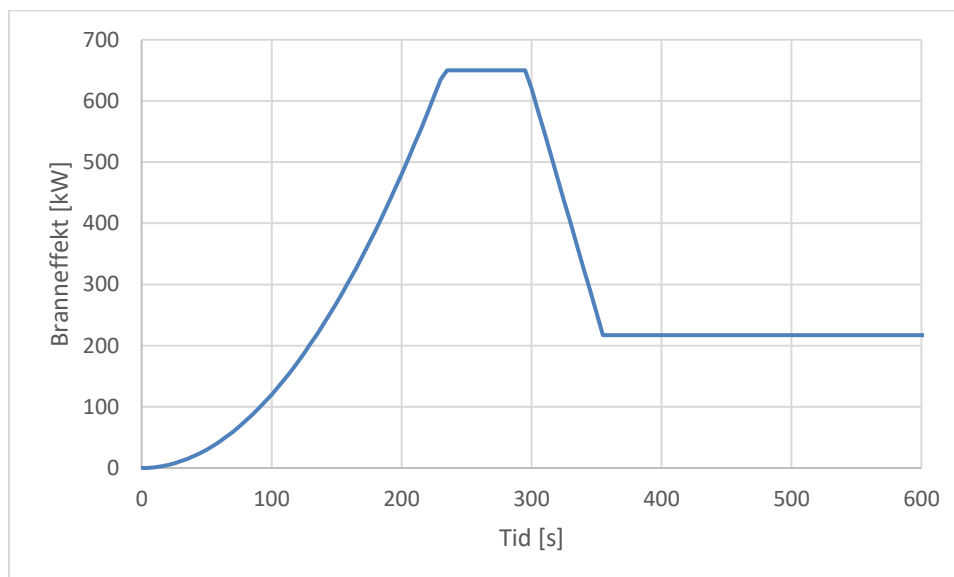
4.5.2 Pyrosim

Pyrosim er et grafisk program som bruker FDS. Det er ment for å kunne designe egne eller importere bygg for å få et visuelt blick før den simuleres. Pyrosim presenterer resultatene visuelt. Det er en enklere måte å lage et script på som simuleres i FDS [21].

I Pyrosim kan det benyttes designbrann hvor brannspredningsrate blir benyttet.

4.5.3 Modellering av sløkking i Pyrosim

Det er ikke mulig å modellere sløkking av en brann i Pyrosim. Men man kan tilpasse branneffekten slik at man får tilsvarende resultat et sprinkleranlegg ville gitt. Måten det gjøres på er å finne utløsnings tiden til sprinklerhodet ved å benytte de samme egenskapene for brann som er benyttet tidligere. Den nye maksimaleffekten vil da være branneffekten ved utløsnings tidspunkt. Brannarealet må deretter tilpasses til den nye maksimalbranneffekten før det på nytt simuleres. I denne simuleringen endrer man også tiden det skal ta før brannen når makseffekt, hvor lenge den skal være maks, hvor raskt den reduseres og når den stabiliseres igjen. Dette gjøres ved å endre ramp-up tiden i Pyrosim. Denne skal være ved full effekt etter ett sekund og fortsatt ha full effekt til den når utløsnings tidspunkt for sprinklerhodet. Deretter skal branneffekten være konstant i ett minutt før den reduseres til 1/3 i løpet av enda ett minutt før den stabiliseres [22]. Figur 11 viser hvordan en brannkurve med utløst sprinkleranlegg vil se ut [22].



Figur 11 - Designbrannkurve med utløst sprinkleranlegg [22].

4.5.4 Oppløsning av grid

Et viktig moment for påliteligheten til analysen er gridoppløsningen. En høyere oppløsning gir flere gridceller, som gir høyere pålitelighet. Flere gridceller betyr finere gridoppløsningen, men dette medfører lengre beregningstid. Derfor er det viktig å ta en oppveining mellom beregningstid og pålitelighet. Det anvendes typisk en størrelsesorden av millioner av gridceller til vanlig [23].

Resultatene man ser på er en medvirkende faktor for oppløsning av grid. Dersom man trenger detaljerte resultater fra for eksempel flammen vil man behøve et mye finere grid enn ved sikt i røyklaget [23].

Som nevnt er FDS er en LES modell og i denne modellen løses de store turbulente strukturene direkte på gridpunktene ved bruk av konserveringslikningene, mens de små strukturene løses med turbulensmodell. I praksis vil nødvendig gridcellestørrelse, være bestemt av hvor store de største, eller de mest energirike, turbulente strukturene er. Denne lengdeskalaen kalles integral lengdeskala. Når man velger gridcellestørrelse, er dette i stor grad basert på erfaring [23].

Det kan gjøres ved å utføre samme simulering på ulik gridstørrelse og se om det er store endringer i resultatene man er ute etter. Dersom det ikke er det kan man si at det er griduavhengig og gridstørrelsen kan velges ut fra det [23].

5 Brannsikkerhet i skoler

I dette kapitlet skal det gås nærmere inn på brannsikkerhet i skoler. Det blir presentert en rekke brannsikkerhetstiltak som ofte blir benyttet i skoler samt sammenhengen med brann. Formålet er å se på brannsikkerheten i skoler i Norge som er nyttig for metodene videre.

5.1 Risiko- og brannklasse

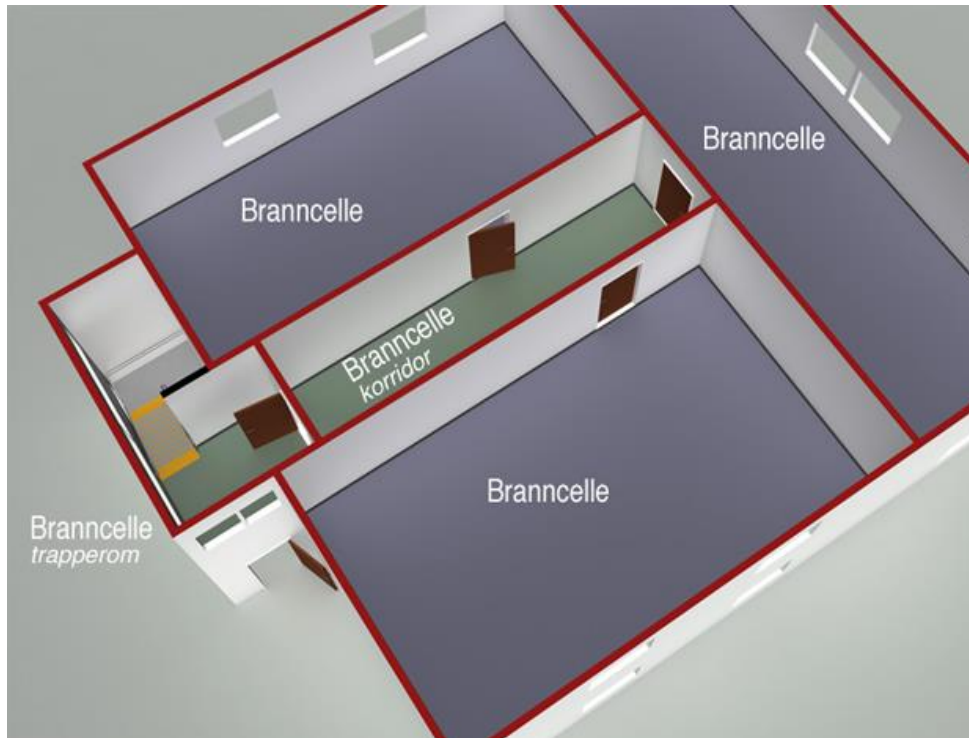
Alle nye prosjekterte byggverk blir plassert i risikoklasser (RKL). Dette skiller byggverkene eller de ulike bruksområdene i et byggverk. Skoler plasseres i RKL 3 iht. VTEK17 [7]. Videre plasseres alle bygg i en brannklasse (BKL), fra 1-3. I tillegg er det en brannklasse 4 hvor man må dokumentere all sikkerhet ved brann ved hjelp av analyser. Dette gjelder byggverk med særlig stor konsekvens for liv og helse, miljø eller samfunn [7]. Det er RKL og antall etasjer som i utgangspunktet bestemmer BKL. Det er kombinasjonen av RKL og BKL som videre angir hvilke ytelser som gjelder for bygget.

5.2 Brannsikkerhetstiltak

Brannsikkerhetstiltak er tiltak som er med på å øke sikkerheten i et bygg. Det skilles mellom aktive- og passive tiltak. Aktivt brannsikkerhetstiltak sin funksjon aktiveres etter at brann er detektert, automatisk brannalarm er utløst eller brann er varslet [1]. Passivt brannsikkerhetstiltak skal ha en dimensjonert funksjon for å bevare bæreevne, danne barriere eller hindre spredning av brann eller røyk [1].

5.2.1 Branncelleinndeling

Branncelleinndeling er et passivt brannsikkerhetstiltak. En branncelle er en del av en bygning som er avgrenset, hvor en brann kan i løpet av en gitt tid fritt utvikle seg uten at det er mulig for brannen å spre seg til andre deler av bygningen. Man deler opp et bygg i brannceller for å hindre spredning av brann og røyk til andre brannceller, slik at man kan rømme trygt. Rom og området med ulik risiko for liv og helse eller ulik fare for at en brann kan oppstå skal deles opp i egne brannceller. For en skole skal hvert undervisningsrom med tilhørende birom, for eksempel grupperom eller kott, være egne brannceller [24] [7]. Figur 12 viser hvordan oppdeling av brannceller kan foregå [7].



Figur 12 - Oppdeling av brannceller [7].

Målet med en branncelle er å holde brann og røyk i rommet i en angitt tid. Det er typisk tre brannmotstander som er angitt; EI30, EI60 og EI 60 A2-s1,d0. Dører skal generelt ha samme brannmotstand som veggen og ha klasse S_a, men minimum klasse EI₂ 30-S_a. Her finnes det unntak. Dører til, og i rømningsvei kan i noen tilfeller ha halvparten av brannmotstanden til veggen. Vinduer skal ha samme brannmotstand som veggen og skal ikke kunne åpnes i normal brukstilstand [24] [7].

Brann- og røykgasser stiger opp til taket og deretter synker ned mot gulvet etter hvert som brannen får utvikle seg. Ved å ha åpen branncelleinndeling over flere plan aksepterer man at brann og røyk spres over flere plan før det når taket. I tilfellene hvor ytelsen om at man ikke kan overstige tre etasjer og samlet bruttoareal på 800 m² benyttes, aksepterer man at denne situasjonen skjer ved en brann. Automatisk sprinkleranlegg må brukes dersom samlet bruttoareal skal overstiges. Disse ytelsene gjelder kun for brannceller i RKL 1, 2, 4 og 5, dersom man skal ha åpen branncelle over flere plan for andre typer må analytisk prosjektering benyttes [24] [7].

Standarden SN-INSTA/TR 951:2019 [25] angir en pålitelighet for at en branncellebegrensende bygningsdel skal opprettholde sin brannmotstand. Denne angir en pålitelighet på 65 % for at en skillevegg vil oppnå minst 75 % av sin designede brannmotstand. Det vil si at en vegg med EI 60 vil ha minst 45 minutt brannmotstand. Påliteligheten for at en dør er lukket er 70 % og for dører med selvlukkere er den 80 % [25].

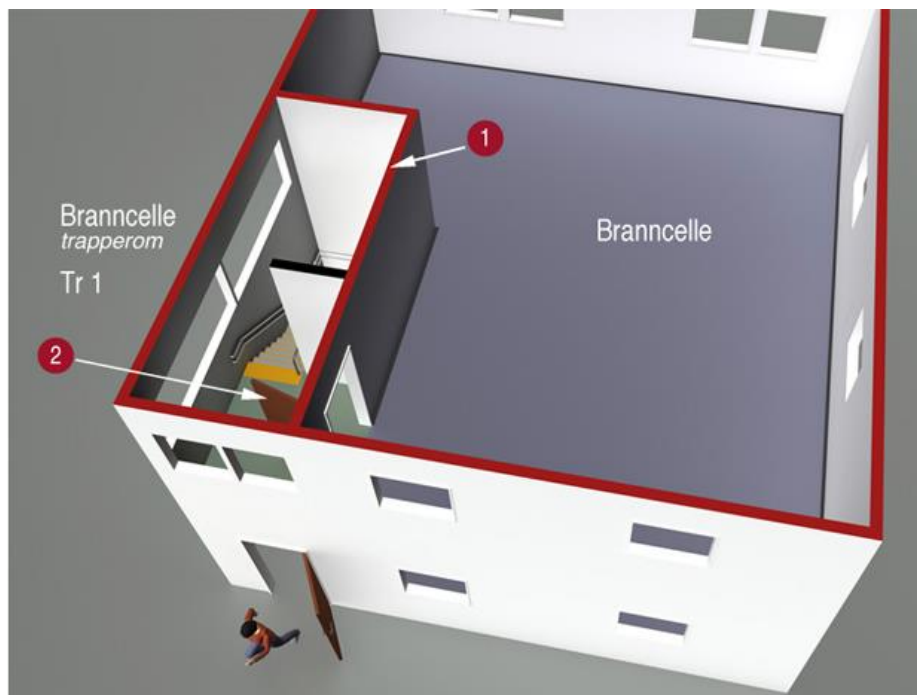
I et brannforløp er branncelleinndeling ikke like viktig for personene i startbranncellen. Denne er med på å øke den tilgjengelige rømningstiden for personer utenfor startbranncellen ved å holde brann og røyk inne i startbranncellen. I et brannforløp vil branncelleinndeling være viktig gjennom hele brannforløpet da målet er å hindre brann og røykspredning fra branncellen [7].

Når det forekommer dødsbranner, omkommer det i 92% av tilfellene kun en person. I nesten halvparten av dødsbranner omkommer personene i samme rom som brannen starter i [26]. Derfor er det viktig at brannen holder seg i startbranncellen slik at personer i andre deler av bygget ikke blir påvirket.

5.2.2 Trapperomsutforming

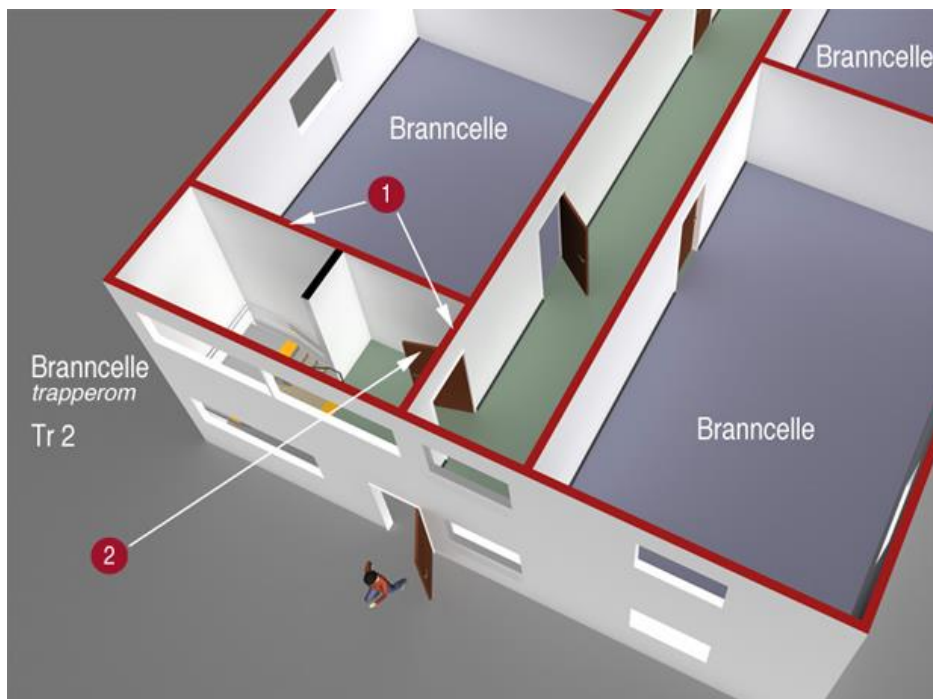
Trapperomsutforming er et passivt brannsikkerhetstiltak. Målet med trapperom er at det skal være beskyttet mot varmestråling og inntrengning av røyk i rømningsfasen. Alle trapperom som er rømningsvei skal enten utføres som Tr 1, Tr 2 eller Tr 3. Dette bestemmes av risikoklasse og om det er mindre eller mer enn 8 etasjer. For skoler i RKL 3 er det preakseptert med minst to trapperom med Tr 2 løsning dersom det er mindre enn 8 etasjer, og Tr 3 løsning om det er over 8 etasjer [7].

Tr 1 utforming er når branncellen leder direkte til trapperommet. Døren inn til trapperommet må ha klasse EI30-CS_a. Brannmotstanden i veggene mot trapperommet bestemmes av brannklassen i likhet med dørene ut fra branncellen. Figur 13 viser en prinsippskisse av hvordan et trapperom med Tr 1 løsning ser ut [7].



Figur 13 - Prinsippskisse av trapperom med Tr 1 løsning [7].

Tr 2 løsning må ha et mellomliggende rom, ofte en korridor, som er egen branncelle før man når trapperommet. Døren fra det mellomliggende rommet til trapperommet må ha dørklasse E30-CS_a. Brannmotstanden i veggene mot trapperommet bestemmes av brannklasse i likhet med dørene ut fra branncellen. Figur 14 viser en prinsippskisse av hvordan et trapperom med Tr 2 løsning ser ut [7].



Figur 14 - Prinsippskisse av trapperom med Tr 2 løsning [7].

I et brannforløp er trapperomsutforminga viktig sent i brannforløpet. Det er her trapperomsutforminga har noe å si med tanke på hvor mange barrierer brann og røyk må igjennom før den når trapperommet og potensielt setter større deler av bygget ut av spill. Dette tiltaket er viktig for den tilgjengelige rømningstida for andre personer i bygget enn startbranncellen.

5.2.3 Brannalarmanlegg

Brannalarmanlegg er et aktivt brannsikringstiltak med mål om å varsle personene i bygget slik at evakueringa kan starte. Dette er med på å redusere den nødvendige rømningstida. Brannalarmanlegget skal prosjekteres og utføres i samsvar med NS 3960:2019 og NS-EN 54-serien [7]. Ved å ta i bruk informasjon over høyttaler eller TV-skjerm i form av talevarsling kan dette gi opptil tre ganger bedre effekt enn alarmklokker [7].

Standarden SN-INSTA/TR 951:2019 [25] angir en pålitelighet for at brannalarmanlegget fungerer som det skal. For vanlig røykdetektorer er det angitt en pålitelighet på 90 %. For at alarmsystemet skal fungere er det gitt en pålitelighet på 90 % til 100 % [25].

For en skole stilles det krav til brannalarmanlegg. Kategorien for anlegget varierer med antall etasjer. For skoler i en etasje, som er kategori 1, er det nok med optiske røykdetektorer i rømningsveier og fellesarealer. Ved to eller flere etasjer, som er kategori 2, kreves det fulldekkende brannalarmanlegg med optiske røykdetektorer i alle områder [7].

Brannalarmanlegg består ofte av en brannalarmsentral med detektorer for deteksjon og for alarmgivning. Figur 15 viser hvordan et en brannalarmsentral ser ut [27].



Figur 15 - Illustrasjon av brannalarmsentral [27].

Brannalarmanlegget fungerer ved at en alarm går enten via røykvarslere o.l. eller en manuell melder. Signalet fra den vil sendes til brannalarmsentralen som gir alarm i form av lyd eller lys til personene i bygget, og ofte med direkte kobling til brannvesenet. Brannalarmen kan også styre en del av brannsikretiltakene i bygget, for eksempel ved at dører med selvlukkere lukkes automatisk ved utløst brannalarm [28].

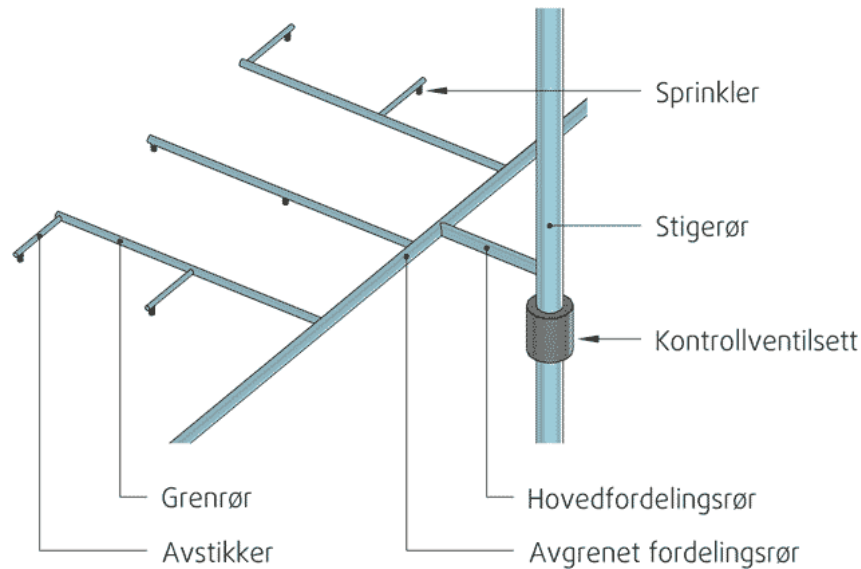
I et brannforløp er et automatisk brannalarmanlegg viktig for antennelses- og vekstfasen. Det er her brannen skal detekteres og varsle personene i bygget, helst så tidlig som mulig.

5.2.4 Automatisk slokkeanlegg

Automatisk slokkeanlegg er et aktivt brannsikretiltak som øker den tilgjengelige rømningstiden ved å først og fremst å kontrollere eller slokke en brann i vekstfasen [29]. Det finnes flere typer automatisk slokkeanlegg hvor automatisk sprinkleranlegg er en av de mest benyttede, men det finnes også andre slokkesystemer som gasslokkesystem [16]. Automatisk sprinkleranlegg skal prosjekteres og utføres i samsvar med NS-EN 12845:2015+A1:2019 [7]. For en skole stilles det ikke krav til automatisk slokkeanlegg og dermed benyttes dette ofte som et kompensierende tiltak for å bedre sikkerhetsnivået for en skole [7].

Måten et sprinklersystem fungerer på er å tilføre vann fra et sprinklerhode via et rørsystem. Vannet strømmer ned som en slags dusj i et paraplyformet mønster. Dekningsgraden for et sprinklerhode varierer, men er typisk mellom 9 og 12 m² [16]. Utløsningstemperatur varierer også etter hvilket bruk man trenger, men vanligvis benyttes 68 °C [30].

Figur 16 viser hvordan et sprinkleranlegg ser ut med tilhørende hovedkomponenter [29].



Figur 16 - Illustrasjon av et sprinkleranlegg [29].

Standarden SN-INSTA/TR 951:2019 angir en pålitelighet for at sprinklersystemet fungerer og gjør jobben sin. Denne verdien er gitt mellom 75-95 %, hvor verdisikkerhet er 80 % og personsikkerhet 90 % [25].

I et brannforløp er et automatisk slokkeanlegg viktig for vekstfasen. Det er her brannen skal slokkes og kontrolleres slik at den ikke har mulighet til å spre seg videre til andre deler av bygget. I 91 % av branner det omkommer personer i er det ikke installert sprinkleranlegg. Det er bare 0,9 % av tilfellene med dødsbranner at det var installert sprinkleranlegg. I alle disse tilfellene hadde ikke brannen utviklet seg nok til at brannen utløste sprinkleranlegget [26].

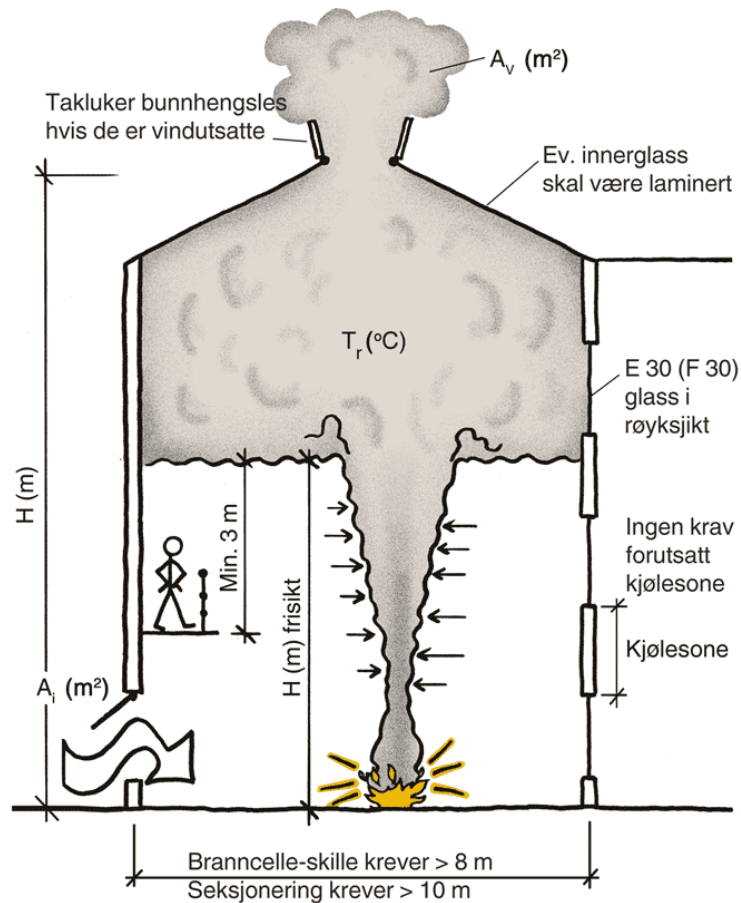
5.2.5 Røykventilasjon

Røykventilasjon er et aktivt brannsikkerhetstiltak med mål om å ventilere ut branngasser og røyk fra branncellen. Røykkontroll kan oppnås ved termisk eller mekanisk røykventilasjon [7]. For å oppnå røykkontroll med mekanisk eller termisk røykventilasjon ventilerer man ut branngassene og tilfører erstatningsluft utenfra. Dermed hindrer eller forsinkes brann- og røykspredning samtidig som man hindrer overtenning. Røykventilasjon er med på å forlenge den tilgjengelige rømningstiden ved å sørge for en røykfri sone under røyklaget, hvor rømning kan foregå. Røykventilasjon reduserer også brann- og røykskader samtidig som det hindrer spredning til andre brannceller eller seksjoner i bygget. Ved å ventilere vekk røyken kan rednings- og slokkemannskap enklere lokalisere og bekjempe en brann samtidig som risikoen for personskader blir redusert [31].

Standarden SN-INSTA/TR 951:2019 angir en pålitelighet for røykventilasjon. Denne verdien er angitt til å være 90 %, dette er ekskludert interaksjonen med brannalarmanlegget [25].

Røykventilasjon blir benyttet som et tiltak for å oppnå røykkontroll av overbygde gårder. SINTEF har utviklet en egen anvisning for brannteknisk prosjektering som gir underlag og anbefalte løsninger av overbygde gårder eller gater, som det er henvisning til i VTEK17 [7]. Denne anvisningen tillater åpen branncelle over flere plan mot gården i RKL 1,2 og 5. Det er i de tilfellene viktig at de ligger under røyksjiktet og at rommene sprinkles [6]. Røykventilasjon kan også dimensjoneres ved hjelp av to-sone modellering, CFD modellering eller enkle håndberegninger som Melding HO-3/2000. Temaveiledning om røykventilasjon [32].

Figur 17 viser en prinsippskisse på hvordan røykventilasjon fungerer for overbygde gårder [31].



Figur 17 - Prinsippskisse for røykventilasjon av overbygde gårder [31].

Røyk fra brannen stiger opp til taket og danner et røyklag. Det er innluft på bunnen av branncellen og luker på toppen som fører til at røyken blir ventilert ut av rommet slik at røyklagets høyde reduseres. Man er avhengig av minst 3 m høyde fra røyklaget for å sikkert kunne rømme [31].

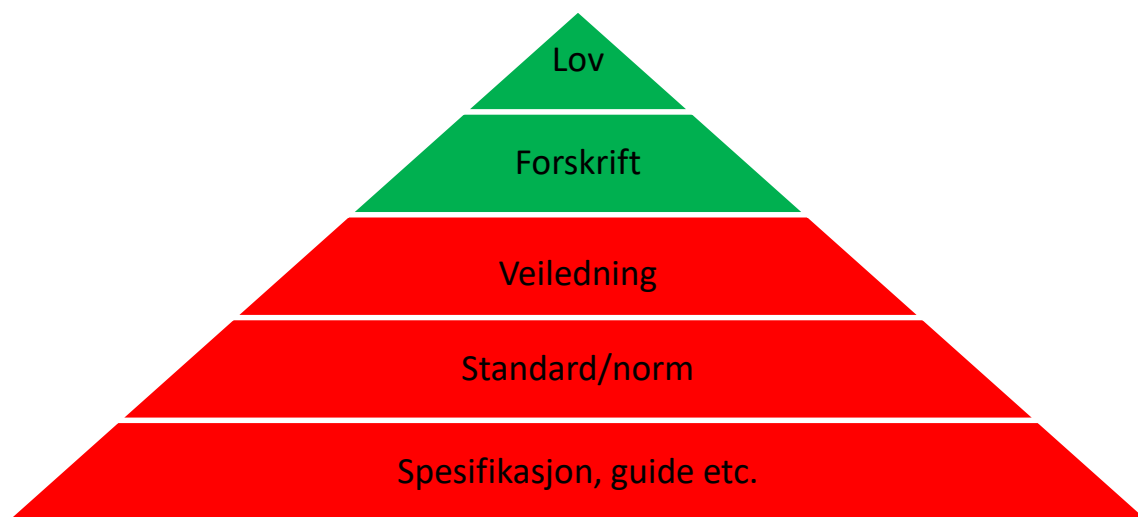
I et brannforløp er røykventilasjon viktig i vekst-, full utviklet brann- og utbrenningsfasen. Det er her røyken skal ventileres ut slik at den tilgjengelige rømningstiden øker og man bedrer forholdene for rednings- og slokkemannskapene.

6 Regelverk

I dette kapitlet blir regelverk som omhandler brannsikkerhet for skoler gjennomgått. For Sverige, Danmark og Finland blir det som gjelder spesifikt for skoler og åpne brannceller over flere plan sett på. Formålet er å se om regelverket og anbefalingene har fulgt med på utvikling av skoledesign gjennom årene i Norge og for å kunne sammenligne reglene og anbefalingene fra de ulike landene. I tillegg blir diverse analysemetoder som er gitt i det norske regelverket presentert til senere analyser.

6.1 Norsk regelverk

I Norge er det Plan- og Bygningsloven som er gjeldende, og det vises til TEK17 for prosjektering av nye bygg med tilhørende veiledning som henviser til ulike standarder/norm. Figur 18 viser hvordan det norske lov hierarkiet er bygget opp, hvor lov og forskrift er de juridisk bindende leddene mens de resterende ikke er, vist med hhv. grønn og rød farge [33].



Figur 18 - Det norske lov hierarkiet [33].

I Norge ble Lov om bygningsvesenet gitt ut i 1924 før den første byggeforskrift ble innført i 1949. I løpet av den perioden og frem til i dag har det blitt utgitt et flertall av nye byggeforskrifter [34]. Før 1997 var kravene i hovedsak på detaljert form og bestemte bygningens materialbruk og utforming som ga begrensede muligheter for andre løsninger kalt et ytelsesbasert regelverk. Det krevde at alle avvik som ble gjort måtte søkes dispensasjon for. Dette er bakgrunnen for at vi i Norge har et funksjonsbasert regelverk som tillater at man fraviker fra ytelsene så lenge man oppnår samme sikkerhetsnivå som forskriftene og ytelsene angir [35]. Det tillater at man kan bygge på en annen måte enn hva regelverket angir.

6.2 Funksjonsbasert regelverk

TEK17 er et funksjonsbasert regelverk. Det vil si at det er angitt funksjonskrav med overordnede formål eller oppgaver som skal oppfylles i det ferdige byggverket. Kravet vil ofte beskrives kvalitativt. For å oppfylle funksjonskravet benytter man preaksepterte ytelsene. Disse er angitt i forskriften, og beskriver hva som skal til for at funksjonskravet oppfylles. Dersom man ønsker å fravike fra preaksepterte ytelsene kan man utføre analyser. Målet er å kunne vise at den valgte løsningen som fraviker fra ytelsen har minst like godt sikkerhetsnivå. Med andre ord er det dermed mulig å fravike fra de preaksepterte ytelsene, men dersom man ikke skal følge funksjonskravet vil det være et avvik. Sistnevnte må det søkes dispensasjon for å kunne gjøre [3].

Man skiller hovedsakelig mellom funksjonsbasert design og ytelsesbasert design. I Norge hadde man ytelsesbasert regelverk frem til 1997 da TEK97 kom. Funksjonsbasert design bringer med seg en rekke fordeler og ulemper sammenlignet med ytelsesbasert design.

Fordeler med funksjonsbasert regelverk er at den som skal designe en bygning kan ta hensyn til de unike egenskapene og bruksområdene til en bygning. Funksjonsbasert design stiller ulike krav til samme type bruksområde basert på blant annet brannenergi, størrelse, etasjeantall og personantall. Til forskjell vil ytelsesbasert design gi samme krav for bruksområdet uansett hvilke forhold som er i bygget. Dette vil gi økt kostnadseffektivitet for et bygg ved å bruke funksjonsbasert design sammenlignet med ytelsesbasert design [36].

Ulemper med funksjonsbasert regelverk er at det kreves en del kompetanse for å anvende og vurdere, enn hva eksempelvis ytelsesbasert regelverk gir. Sistnevnte brukes ved å velge de kravene i regelverket som gjelder for bygningsegenskapene og bruken i bygget, mens funksjonsbasert design er avhengig av flere faktorer. Funksjonsbasert design er også mer tidskrevende. En annen ulempe er at det er mer sensitivt til endringer sammenlignet med ytelsesbasert design. Endring i en liten del av bygningen kan resultere i uakseptabel ytelse ved brann dersom denne endringen ikke er tatt hensyn til underveis i prosjekteringen. For ytelsesbasert design kan endringer være akseptable så lenge den delen som er endret holder seg innenfor den opprinnelige person og fareklassifisering [36].

6.3 Analysemetoder

§ 2-2 i TEK17 angir hva som skal til for å dokumentere oppfyllelse av funksjonskrav. Dersom det skal dokumenteres med analyse kan det skal gjennomføres risikoanalyse eller komparativ analyse etter hhv. «NS 3901:2012 Krav til risikovurdering av brann i byggverk» »(NS 3901) [9] og «SN-INSTA/TS 950:2014 Analytisk brannteknisk prosjektering – Komparativ metode for verifikasjon av brannsikkerhet i byggverk [25]. Førstnevnte omfatter både hvordan en risikoanalyse og en komparativ analyse skal gjøres. Ved ukompliserte byggverk med små fravik som påvirker personrisikoen i liten grad kan rene kvalitative scenarioanalyse benyttes og her gir sistnevnte standard underlag, inngangsdata og grenseverdier som kan benyttes [3]. Ved å gjøre analyser ser man ofte på hvilken effekt fraviket har opp mot kriterier. Disse kriteriene kan være personsikkerhet, verdisikkerhet og sikkerhet for brann- og redningspersonell.

6.3.1 Komparativ analyse

I en komparativ analyse sammenlignes brannsikkerheten i et analysebyggverk som har fraviksløsninger med et tilsvarende referansebyggverk som er preakseptert. Risikoen i de ulike byggverkene sammenlignes for et begrenset antall brannscenarier [9]. Måten analysen kan gjøres på, er å utføre beregninger eller simuleringer av brann-/røykspredning eller rømning. Målet med analysen er å vise at analysebyggverket har minst samme sikkerhetsnivå som referansebyggverket [9].

Fremgangsmåten for en komparativ analyse er å først beskrive et analyse- og et referansebyggverk, hvor sistnevnte beskrives med et antall preaksepterte ytelser det er mulig å ha i et bygg. Analysebyggverket beskrives med utvalgte fraviksløsninger, og er ellers preakseptert. Videre velges analysemetoden, som kan være både kvantitativt og kvalitativt. Når analysemetoden er valgt må beslutningskriterier fastsettes. Dette varierer etter analysemetode, men ofte benyttes tilgjengelig rømningstid som et kriterium. Deretter må farer identifiseres, men normalt er de samme farene i et analysebyggverk som et referansebyggverk. Dette gjelder også for årsaker og sannsynlighet for brann.

Videre må brannscenarier velges og her skal kun scenarier som kan forventes å gi forskjellig utfall benyttes. Når dette er gjort, starter analysedelen i form av en konsekvensanalyse. Dette kan være en hendelsestreanalyse. For å øke validiteten til analysen må også både en usikkerhets- og sensitivitetsanalyse utføres. Til slutt blir risikoen beskrevet før en risikoevaluering blir utført [9].

«NS 3901:2012 Krav til risikovurdering av brann i byggverk»(NS 3901) angir at ved valg av brannscenarier skal følgende betraktninger inngå [9]:

- Lokalisering av brann. Branner som kan blokkere rømningsveien med størst kapasitet skal vurderes.
- Branntype (f.eks. ulmebrann, glødebrann, flammebrann, jetbrann osv.).
- Operasjonelle betingelser i byggverket.

Følgende fire brannscenarier med tilhørende merknader skal vurderes:

1. Et alvorlig brannscenario med rask brannutvikling og høy branneffekt som representerer det verste tenkelige brannscenarioet (alle sikkerhetsfunksjoner fungerer). Dimensjonerende brannscenario
 - a. I komplekse byggverk kan det være vanskelig å forutsi det "verst tenkelige" brannscenarioet. Det kan derfor være nødvendig å analysere flere scenarier hvor brannen oppstår på ulike steder i byggverket.
2. Brann som oppstår i et rom som normalt er uten personer, og som kan true et større antall personer i andre deler av byggverket.
 - a. Brannen skal plasseres ved det lokalet i byggverket som har det største persontallet. Scenarioet kan utelates i byggverk med heldekkende brannsløkkeanlegg eller heldekkende brannalarmanlegg.
3. Brann som utvikler seg langsomt uten å utløse sprinkleranlegg. (Del av usikkerhets- og sensitivitetsanalysen.)
 - a. Dette scenarioet er spesielt viktig i byggverk som er beregnet for overnatting eller beregnet for personer som ikke kan forventes å bringe seg selv i sikkerhet.
4. Brannscenarier som viser robustheten av analysebyggverket opp mot referansebyggverket. (Del av usikkerhets- og sensitivitetsanalysen.)
 - a. Representative brannscenarier kan bestemmes ut fra statistikk/erfaring eller analyse av virksomhet/byggverk.

I tillegg til NS 3901, har Sverige utviklet en veiledning for analytisk prosjektering. Denne angir følgende tre typer brannscenarier som skal vurderes i «Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd»(BBRAD 3) [22]:

1. Alvorlig brannforløp med hurtig brannutvikling og høy branneffekt
2. Brann i et rom der personer normalt ikke er til stede, i tilknytning til et rom med stort persontall (kun relevant dersom bygget ikke har et heldekkende brannalarmanlegg)
3. Mindre alvorlig brannforløp, men med svikt av relevante branntekniske installasjoner

6.3.2 Hendelsestreanalyse

Hendelsestreanalyse er en måte å analysere konsekvensene i en komparativ analyse. Et hendelsestre kan beregne frekvensen eller sannsynligheten for at hendelseskjedene og utfall som kan føre til skade eller uønsket hendelse vil inntreffe [37].

Metoden kan benyttes ved å se på de ulike barrierene eller brannsikringstiltak som er i et bygg som skal redusere sannsynligheten for eller konsekvensen av en uønsket hendelse som en brann. Måten det gjøres på er [37]:

- Velg uønsket hendelse
- Identifiser alle barrierer og list dem opp i rekkefølgen de vil bli aktivert.
 - o Vurder påliteligheten til barrieren
- Sett opp hendelsestreet
- Beskriv hendelseskjedene og konsekvensene av hver enkelt hendelseskjede
- Beregne eller anslå sannsynlighetene for at barrierene fungerer/ikke fungerer

Hendelsestreet viser utviklingen av hendelseskjedene i kronologisk rekkefølge. Det starter med uønsket hendelse og deretter via barrierene som aktiveres. Fra hver barriere forgrenes det med «ja/nei» utganger avhengig av om barrieren fungerer eller ikke. Det kan knyttes en pålitelighet til barrieren. I slutten av treet multipliserer disse sammen for å få frekvensen/sannsynligheten for at utfallet av den uønskede hendelsen skjer, eller når kritiske forhold i bygget oppstår. Eksempel på pålitelighet kan være at sprinkleranlegget fungerer eller ikke fungerer [37].

6.4 Utvikling av norsk regelverk

For å se på utvikling av norsk regelverk er det valgt å se på tidligere byggeregler i Norge. Det er valgt å se på de viktigste kravene og ytelsene som gjaldt for skoledesign og hvilke brannsikringstiltak som gjaldt. Det innebærer branncelleinndeling, åpen branncelle over flere plan, automatisk sprinkleranlegg, røykventilasjon og brannalarmanlegg. Forskriftene med tilhørende veiledninger som blir sett på er Byggeforskrift 69(BF69) [38], Byggeforskrift 85(BF85) [39], Byggeforskrift 87(BF87) [40] [41], Teknisk forskrift 97(TEK97) [42] [43], Byggt teknisk forskrift 10(TEK10) [44] [45] og Byggt teknisk forskrift 17(TEK17).

Det norske regelverket er i stor grad bygget på empiri, altså erfaringer fra tidligere branner og hendelser. En stor brann som har vært med på endringer i regelverket, er Caledonien-Brannen 5. september 1986. Brannen krevde 14 menneskeliv, og de materielle skadene ble anslått til 80 millioner kroner [46]. Selv om dette er for et hotell anses det som relevant ettersom det omhandler åpen branncelle over flere plan, det er ikke gjort funn om skolebranner som konkret kan knyttes til justering av regelverk eller anbefalinger.

6.4.1 Tidligere byggeregler og frem til i dag

Tabell 3, Tabell 4, Tabell 5, Tabell 6 og Tabell 7 oppsummerer de viktigste kravene og ytelsene som gjaldt for skoledesign og brannsikkerhetstiltak som er relevant for oppgaven for hhv. BF69 [38], BF85 [39], BF87 [40] [41], TEK97 [42] [43], TEK10 [44] [45] og TEK17 [3] [7].

Tabell 3 - Krav og ytelser for branncelleinndeling for skoler fra BF69 [38], BF85 [39], BF87 [40] [41], TEK97 [42] [43], TEK10 [44] [45] og TEK17 [3] [7].

Branncelleinndeling	Krav eller preakseptert ytelse for skoler
BF69	Undervisningsrom med grupperom og gymnastikksal eller forsamlingsrom med tilhørende birom skal utgjøre egne brannceller.
BF85 og BF87	Hvert undervisningsrom med grupperom, andre rom med tilhørende rom skal utgjøre egne brannceller.
TEK97, TEK 10 og TEK17	Undervisningsrom med tilhørende birom skal være egne brannceller.

Tabell 4 - Krav og ytelser for åpen branncelle over flere plan for skoler fra BF69 [38], BF85 [39], BF87 [40] [41], TEK97 [42] [43], TEK10 [44] [45] og TEK17 [3] [7].

Åpen branncelle over flere plan	Krav eller preakseptert ytelse for skoler
BF69, BF85 og BF87	Ikke tillatt for skole.
TEK97	Tillatt for inntil tre plan for RKL 3 bygg. Må installere automatisk sprinkleranlegg dersom samlet bruttoareal for de plan som er åpne overstiger 800 m ² . I tillegg må det være tilrettelagt rømningsveier fra hvert enkelt plan.
TEK10 og TEK17	Ikke preakseptert for skoler i RKL 3.

Tabell 5 - Krav og ytelser for automatisk sprinkleranlegg for skoler fra BF69 [38], BF85 [39], BF87 [40] [41], TEK97 [42] [43], TEK10 [44] [45] og TEK17 [3] [7].

Automatisk sprinkleranlegg	Krav eller preakseptert ytelse for skoler
BF69, BF85 og BF87	Ikke krav
TEK97, TEK10 og TEK17	Ikke preakseptert med automatisk slokkeanlegg for RKL 3 bygg. Areal som har åpen forbindelse inn mot overbygd gård, må ha installert slokkeanlegg. Unntak er små arealer som resepsjoner, altanganger etc. der brannenergien er liten

Tabell 6 - Krav og ytelser for røykventilasjon for skoler fra BF69 [38], BF85 [39], BF87 [40] [41], TEK97 [42] [43], TEK10 [44] [45] og TEK17 [3] [7].

Røykventilasjon	Krav eller preakseptert ytelse for skoler
BF69, BF85 og BF87	Krav i trapperom i rømningsvei dersom det er flere enn 2 etasjer
TEK97	<p>Trapperom Tr 1, Tr 2 og Tr 3, som er rømningsvei i bygninger med flere enn to etasjer, må røykventileres, slik at røyk som kommer inn i trapperommet på grunn av åpne dører eller utettheter mellom dørblad og karm, kan ventileres ut.</p> <p>Overbygde gårder og gater må ha røykventilasjon for å hindre røykspredning mellom ulike brannceller som ligger ut mot den overbygde gården.</p>
TEK10	<p>I trapperom vil trykksetting være et vesentlig bedre tiltak enn røykventilasjon. Trykksetting skal forhindre at røyk trenger inn i trapperommet. For trapperom Tr 3 er denne utformingen et alternativ til at mellomliggende rom er åpent mot det fri, og må dermed prosjekteres og utføres slik at det oppnås minst tilsvarende sikkerhet mot røykinnmengning i trapperommet.</p> <p>Trapperom som er rømningsvei i byggverk med flere enn to etasjer må røykventileres.</p> <p>Overbygde gårder og gater må ha røykventilasjon for å hindre røykspredning mellom ulike brannceller som ligger ut mot den overbygde gården.</p>
TEK17	<p>I trapperom vil trykksetting være et vesentlig bedre tiltak enn røykventilasjon. Trykksetting skal forhindre at røyk trenger inn i trapperommet. For trapperom Tr 3 er denne utformingen et alternativ til at mellomliggende rom er åpent mot det fri, og må dermed prosjekteres og utføres slik at det oppnås minst tilsvarende sikkerhet mot røykinnmengning i trapperommet.</p> <p>Trapperom som er rømningsvei i byggverk med flere enn to etasjer må røykventileres.</p> <p>Overbygde gårder og gater må ha røykventilasjon for å hindre røykspredning mellom ulike brannceller som ligger ut mot den overbygde gården.</p>

Tabell 7 - Krav og ytelser for brannalarmanlegg for skoler fra BF69 [38], BF85 [39], BF87 [40] [41], TEK97 [42] [43], TEK10 [44] [45] og TEK17 [3] [7].

Brannalarmanlegg	Krav eller preakseptert ytelse for skoler
BF69	I den utstrekning det finnes påkrevd skal bygningen utstyres med godkjent brannvarslingsanlegg
BF85 og BF87	Kan kreves av bygningsrådet
TEK97	Bygninger i risikoklasse 3 med to eller flere etasjer, må ha brannalarmanlegg når elevtallet er mer enn 150 i barneskoler, og mer enn 300 i ungdomsskoler, videregående skoler o.l. Brannalarmkategorien er uansett 1 som vil si røykdetektorer i rømningsvei og fellesrom.
TEK10 og TEK17	Det er krav til brannalarmanlegg. Etasjeantallet bestemmer kategorien: <ul style="list-style-type: none"> • 1 etasje, kategori 1 • 2 og flere etasjer, kategori 2 <p>Brannalarmkategori 1: Optiske røykdetektorer i rømningsveier og fellesarealer.</p> <p>Brannalarmkategori 2: Heldekkende brannalarmanlegg med optiske røykdetektorer i alle områder.</p> <p>Brannalarmanlegg må ha alarmoverføring til nødalarmsentral, alarmstasjon, vaktelskap eller til sted lokalt i byggverket med personell som har ansvar for å iverksette aksjon i henhold til alarmorganisering.</p> <p>I byggverk for publikum og arbeidsbygninger må akustiske signalgivere suppleres med optiske signalgivere i:</p> <ul style="list-style-type: none"> • de deler av byggverk som er åpent for publikum, jf. § 12-5 fjerde ledd • fellesarealer og rom med arbeidsplasser i arbeidsbygninger, jf. § 12-5 femte ledd • rom som er universelt utformet i samsvar med § 12-7 femte ledd <p>bad og toalett utformet i samsvar med § 12-9 annet og tredje ledd.</p>
Særkrav i TEK17	Universell utforming: I byggverk med krav om universell utforming som har mange rom med samme funksjon, må rom som er universelt utformet, jf. § 12-7 sjuende ledd, ha optiske alarmorganer i tillegg til akustiske. Unntak gjelder: I rom som i hovedsak benyttes av én person om gangen, som for eksempel kontorer, kan det benyttes mobile, optiske alarmorganer.

På generell basis er det ikke store endringer i ytelsene eller kravene fra BF69 til i dag. De største forskjellene var mellom BF87 og TEK97 da man gikk over til et funksjonsbasert regelverk. Fra TEK97 til TEK10 er det ikke de største endringene foruten at det stilles strengere krav til brannalarmanlegg. Det er mer fokus på universell utforming i de nyere forskriftene. En annen stor endring fra BF87 til TEK97 er at det er spesifikk brannenergi som hovedsakelig bestemmer seksjonsstørrelsene mot antall etasjer tidligere [38] [39] [40] [41] [42] [43] [44] [45] [3] [7].

Som tabellene over viser har ikke ytelsen om branncelleinndeling har ikke endret seg fra BF69 til dagens TEK17. Ordlyden er litt annerledes, men budskapet er fortsatt helt likt. Det vil si at det har vært samme branncelleanbefaling for skoler minst de siste 50 årene [38] [39] [40] [41] [42] [43] [44] [45] [3] [7].

I de tidligere forskriftene var fokuset mer på passive brannsikkerhetstiltak. I dag kombineres disse mer og bruken av aktive brannsikkerhetstiltak har økt i forskriften. Det vil trolig si at aktive tiltak i mange tilfeller gir bedre sikkerhet [38] [39] [40] [41] [42] [43] [44] [45] [3] [7].

Ytelsen for åpen branncelle over flere plan kan spores tilbake til Caledonien-brannen i 1986. Krav om utforming og utførelse av branncelle over flere plan er ment for å hindre at en brann skal spre seg raskt oppover. På grunn av termiske oppdrift vil en brann spre seg raskere oppover enn i øvrige retninger. Hvis en branncelle har åpen forbindelse over flere plan vil dette øke faren for rask brann- og røykspredning. Normalt sett kan derfor ikke branncelle være åpne over flere plan [46]. Etter dagens bygningsdesign av skoler vil dette være vanskelig og overholde ettersom skoler ofte blir bygget med åpenhet mellom etasjer.

På bakgrunn av hvordan brann og røyk spres er det under forutsetning at hensyn til sikker rømning må ivaretas for at brannceller i enkelte bygningstyper kan ha åpne forbindelser over flere plan. Typene kan være bygninger beregnet for virksomhet i RKL 1, 2, 4 og 5. For å ivareta hensynet til sikker rømning må det tilrettelegges rømningsveier fra hvert enkelt plan [46].

Faren for brann- og røykspredning må likevel kompenseres i disse tilfellene. Det gjøres ved å installere automatisk slokkeanlegg dersom samlet bruttoareal for etasjene som har åpen forbindelse er over 800 m². En åpen branncelle over flere plan kan ikke overstige tre plan selv med disse ytelsene lagt til grunn, da må man gjøre analytiske prosjektering [46].

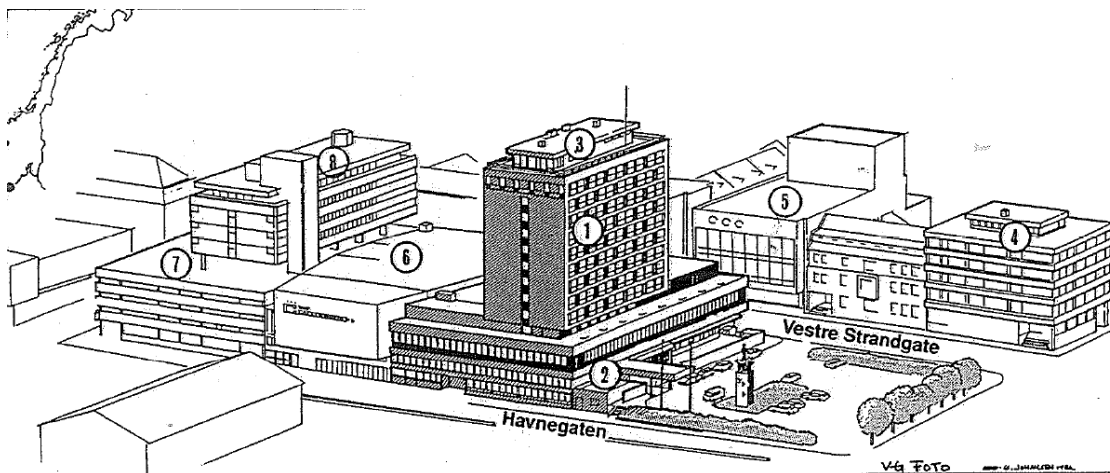
Allerede for 35 år siden var utfordringen med åpen branncelle over flere plan kjent og man foreskrev da automatisk sprinkleranlegg som kompensierende tiltak. Den dag i dag brukes fortsatt dette tiltaket for store arealer og tilsynelatende har man ingen erfaringer som tilsier at det har vært uheldig å tillate store åpne brannceller i bygninger med automatisk sprinkleranlegg [46].

6.4.2 Erfaringsbasert utvikling av regelverk

Den siste store endringen av relevans for denne oppgaven vurderes å være forhold relatert til åpne brannceller over flere plan som har sin opprinnelse i 1987 som følge av brannen på hotell Caledonien.

6.4.2.1 Caledonien-brannen

Hotell Caledonien ble ferdigstilt våren 1969 og en rekke ombyggingsarbeid har blitt gjort fra det ble ferdigstilt til 1985. Figur 19 viser en oversikt over hotellet, de ulike delene og området rundt [46]. Brannen berørte den eldste delen av hotellet, vist med nummer 2 og alle gjesterommene var lokalisert fra 4-12 etasje vist med nummer 1.



Figur 19 - Oversikt over hotellet, de ulike delene og området rundt [46].

Tabell 8 viser en forklaring på de ulike delene av bygningen som Figur 19 viser [46].

Tabell 8 - Forklaring på de ulike delene av bygningen [46].

Nummer	Forklaring
1	Hotel Caledonien (boligdelen)
2	Resepsjonen/vestibylen (hvor brannen oppstod)
3	Heisrom, ventilasjonsrom, tekniske rom og selskapslokale
4	Reumatismesykehuset, herfra ble 70 pasienter evakuert
5	Kristiansand teater
6	Fønix kino
7	Parkeringshus
8	Hotel Caledonien, nybygget

Brannen startet trolig grunnet en feil i innfelt lysarmatur i himlingen ved inngangen til resepsjon/vestibylen og det antas at den deretter spredde seg via veggkledningen av tre. Det var åpen forbindelse fra underetasjen og opp til resepsjonen/vestibylen som var et område med et totalt areal på ca. 1 500 m² uten brannteknisk oppdeling. I tillegg til dette var det også åpen forbindelse via to interne trapper mellom første og andre etasje med totalt areal uten brannteknisk oppdeling på omtrent 1 500 m². Det utgjorde et totalt åpent areal på omtrent 3000 m² uten brannteknisk oppdeling. Hotellet var ikke sprinklet. Disse faktorene gjorde at brannbelastningen og spredningen utviklet seg raskt og på et omfang slik at brannvesenet ikke hadde noen reell mulighet til å slokke brannen [46].

Brannen spredde seg deretter via innkledning av rør uten tilstrekkelig brannmotstand til tredje etasje hvor også brannen stoppet. Likevel ble trapperommene og korridorene fra fjerde til 12 etasje fylt med røyk. Dette skyldes at både heissjaktene og trapperommene hadde direkte forbindelse fra resepsjon/vestibyle og fellesarealene i første og andre etasje. Døren inn til trapperommet i første etasje var uklassifisert og hadde dermed ingen forutsetning for å hindre røykspredning [46].

I ettertid av brannen undersøkte man konsekvensene av brudd på brannvernbestemmelsene som gjaldt for den tiden. Det var byggeforskrift 1949 som gjaldt i tillegg til «hotellbrannloven». Det ble konkludert med at disse reglene ikke var egnet for store komplekse bygg som Caledonien hotellet var. Det ble funnet en liste på åtte avvik som fant sted når det brant [46]:

- Overskridelse av grense for useksjonert areal
- Bruk av brannsikker innredning i vestibylen
- Bruk av brennbar isolasjon
- Avvik fra krav om to uavhengige rømningsveier
- Bruk av uklassifisert trapperomsdører
- Bruk av uklassifisert heisdører
- Fjerning av åpningshåndtak på vinduer
- Utilfredsstillende brannalarmanlegg

Det viktigste avviket for denne oppgaven er overskridelse av grense for useksjonert areal. På bakgrunn av blant annet denne brannen kom det en ny byggeforskrift allerede to år etter byggeforskrift 1985, byggeforskrift 1987. Her kom det innstramning for åpenhet for hoteller;

«Med åpen forbindelse og bruttoareal større enn 200 m² skal det sprinkles. Lokaler som er mindre enn 800 m² kan likevel utføres uten sprinkleranlegg dersom det er skilt med bygningsdeler minst A60 [EI 60 A2,s1-d0] fra bygningen for øvrig. [40]»

6.5 Svensk regelverk

I Sverige er det for prosjektering av nye bygg «Boverkets byggregler (föreskrifter och allmänna råd), BBR» som gjelder [47]. I likhet med Norge kan man enten gjøre en forenklet prosjektering i form av å følge allmänt råd (preaksepterte ytelser), analytisk dimensjonering i form av analyser eller en kombinasjon av begge. Ved analytisk dimensjonering henvises det til BBRAD 3 [47].

I likhet med TEK17 bestemmes «verksamhetsklasse» (risikoklasse) og deretter «byggnadsklasse» (brannklasse). Skoler er i Sverige satt i risikoklasse 2A og 2B, hvor 2A vil være lokaler for mindre enn 150 personer og 2B er lokaler som har flere enn 150 personer. Det som bestemmer brannklasse er antall etasjer, hvilken virksomhet det er (risikoklasse), personantall og hvilken etasje virksomheten (risikoklasse) er plassert i [47].

I Sverige gjelder følgende ytelse for åpne brannceller over flere plan for et skolebygg [47]:

«Samme branncelle bør ikke med unntak i bosteder i risikoklasse 3A, trappehus, sjakter og åpne garasjer, dekke rom innenfor mer enn to etasjer.»

Det vil si at det er tillatt preakseptert med åpne brannceller inntil to etasjer for skolebygg uten ekstra tiltak.

6.6 Dansk regelverk

I Danmark er det for prosjektering av nye bygg «Bygningsreglement 2018» som gjelder. Byggverk deles inn i risiko- og brannklasse. I likhet med Norge bestemmer antall etasjer på bygget hvilken brannklasse bygget havner i. Forskjellen er at i Danmark har også byggets utforming, plassering av bygningsdelen over bakken, totalt antall personer i bygningsdelen med felles rømningsveier og brannbelastning også en innvirkning på brannklassen. Danmark har enda en tredje kategori som bygget skal fastsettes i kalt «brandklasse». Denne bestemmer hvilken metode for dokumentasjon som skal brukes, preaksepterte ytelser, komparativ analyse eller brannteknisk dimensjonering [48]. Undervisningsrom i Danmark er i risikoklasse 2, men dersom man har rom som er beregnet for mer enn 50 personer vil det være et forsamlingslokale som havner i risikoklasse 3 [48].

Undervisningsbygg hvor skole går innunder har en egen veiledning. Denne veiledningen tar for seg alle reglene som gjelder for rom/lokaler som har personopphold for undervisning, SFO mv. hvor branncellen er innredet for maksimalt 50 personer. Det kan være støttefunksjoner her, som toaletter, garderober, kontorer, møtelokaler og oppbevaringsrom [49].

Ofte finnes det flere virksomheter i en skole som kantine. I de tilfellene må ytelsene/reglene som gjelder for denne virksomheten tas med for det aktuelle bruket. Vanlige virksomheter som ofte er i skoler og som må brannsikres etter andre preaksepterte ytelser enn hva som gjelder for undervisningslokaler er [49]:

- Vaskerom, tekniske rom og kontorer i «anvendelseskategori 1», som tilsvarer risikoklasse 1 i VTEK, kan brannsikres etter de preaksepterte ytelsene for kontorer mv(egen veiledning).
- Klasserom, auditorier, kantiner o.l for flere enn 50 personer som er i «anvendelseskategori 3», som tilsvarer risikoklasse 3 i VTEK, kan brannsikres etter de preaksepterte ytelsene for forsamlingslokaler, butikker mv(egen veiledning).

I Danmark gjelder ytelsen for åpne brannceller over flere plan det generelle kravet som også er likt for undervisningsbygg (4.2.6.9) [49]:

«For å begrense eventuell brann- og røykspredning gjennom bygget, må en branncelle ikke gå over mer enn 2 etasjer. Brannceller med et gulvareal på mindre enn 150 m² kan imidlertid gå over mer enn 2 etasjer.»

Dette kravet gjelder kun for de branncellene som inngår i virksomheten undervisningslokaler. Dersom man har arealer som er i andre virksomheter må disse sees på i egen veiledning.

Dette vil si at man preakseptert kan ha åpen branncelle over to etasjer og dersom arealet er mindre enn 150 m² kan branncellen være åpen over flere enn to etasjer. Det behøver ingen kompensierende tiltak som automatisk sprinkleranlegg for at dette skal være tillatt.

6.7 Finsk regelverk

I Finland er det for prosjektering av nye bygg «Suomen rakentamismääräyskokoelma», eller på svensk «Finlands byggbestämmelsesamling» som gjelder. Regelverket har en egen del for brannsikkerhet kalt «Miljöministeriets förordning om byggnaders brandsäkerhet» [50]. Det er mulig å prosjektere etter regelverket med tilhørende anbefalinger eller ved hjelp av analytisk prosjektering. Ved analytisk prosjektering estimeres en brannutvikling som dekker situasjoner som sannsynligvis vil oppstå i det aktuelle bygget [50].

I likhet med de andre landene plasseres også bygg i Finland i brannklasse som angir ulike anbefalinger. Det er fire klasser, P0, P1, P2 og P3 hvor de tre sistnevnte skal benyttes når bygningen prosjekteres etter anbefalingene. P0 skal benyttes når en vesentlig del eller hele bygningen skal prosjekteres ved hjelp av analytisk prosjektering. Brannklassen bestemmes ut fra bruken, størrelsen på bygget, antall etasjer og høyde, og antall personer i bygget. En skole vil ikke spesifikt ikke ha en risikoklasse slik den får i Norge, men vil bli plassert i en brannklasse etter nevnte kriterier. Skole blir plassert i bruksområde samlings- og forretningslokaler [50].

For åpne brannceller over flere plan angir den finske byggeforskriften § 14 [50]:

«I bygg i brannklasse P1 og P2 skal ulike etasjer, kjellere og loft utføres som egne brannceller. I tillegg skal bygg i brannklasse P3 som har kjelleretasjer som betjener mer enn én boligleilighet utformes som egen branncelle (etasjeseksjonering). For rom med unntak av overnatting og pasientrom, kan en branncelle bestå av flere etasjer med følgende begrensninger:

- 1) *i bygninger som overstiger en høyde på 28 m kan brannceller over denne høyden være inntil to plan dersom størrelsen på branncellen ikke overstiger 2 400 m², med unntak av trapperom. Og*
- 2) *brannceller over 56 meters høyde skal begrenses til én etasje, med unntak av boligleiligheter og trapperom, hvor branncelle kan omfatte to etasjer. Det skal i dette tilfelle legges til rette for utgang fra begge etasjene.»*

Dette vil si at det er preakseptert med åpen branncelle over flere etasjer for en skole dersom størrelsen på branncellen ikke overstiger 2 400 m² og høyden branncellen ligger i ikke er over 56 m. Det er derimot ikke gitt arealbegrensning på åpen branncelle over flere etasjer dersom høyden på bygningen ikke overstiger 28 m for denne paragrafen.

§ 15 angir at samlingslokaler, som skoler går inn under, kan ha følgende størrelse på branncellen som Tabell 9 viser [50]. Tabellen angir de generelle kravene dersom bygget er under 28 m høyt. Dersom bygget er mellom 28 m og 56 m, gjelder unntaket fra § 14.

Tabell 9 - Maksimal størrelse på brannceller for skoler i Finland [50].

Bruk og etasje	Byggets brannklasse og antall etasjer			
	P1	P2 med flere enn 2 plan*	P2 med 1-2 plan	P3
Samlings- og forretningslokaler				
En etasje	2 400 (24 000*) m ²	Ikke mulig	2 400 (9 600*) m ²	400 m ²
To etasjer	2 400 (12 000*) m ²	Ikke mulig	2 400 (4 800*) m ²	400 m ²
I flere enn to etasjer	2 400 (4 800*) m ²	1 200 m ²	Ikke mulig	Ikke mulig
* Når bygningen eller rommet er utstyrt med et automatisk slokkesystem egnet for formålet.				

6.8 Oppsummering av utenlandsk regelverk

Det tillates åpne brannceller over flere plan med ulike grenser for landene Sverige, Danmark og Finland. Tilsynelatende ser det ut som alle tre landene tillater det uten å ta i bruk automatisk sløkkeanlegg inntil visse grenser. Dette indikerer at det ikke er stor risiko med åpen branncelle over flere plan for skoler, selv uten sprinkleranlegg i disse landene.

Det kan være andre faktorer som spiller inn. Det er forhold som gjør at det kan tillattes som om at det er strengere krav til andre passive eller aktive tiltak eller den generelle byggeskikken i landet. Et annet viktig forhold kan være at landene ikke har opplevd uheldige erfaringer med åpne brannceller som har gjort at regelverket og anbefalingene tillater åpne brannceller.

Dersom man ønsker ha større åpenhet enn hva som tillates i de andre landene utføres en analytisk dimensjonering, slik det også gjøres i Norge. Automatisk sprinkleranlegg er et kompenserende tiltak som også kan benyttes i disse tilfellene da det ikke er en preakseptert ytelse for landene, med unntak av Finland som styres av arealbegrensning på branncellen.

7 Erfaringer og statistikk

I dette kapitlet skal brannsikkerhet i skoler gjennomgås ved å se på erfaringer og statistikk fra de ulike landene. Formålet er å sammenligne statistikk og erfaringer for de ulike landene og knytte det opp mot regelverk samt få et bilde av årsaker til og antall branner.

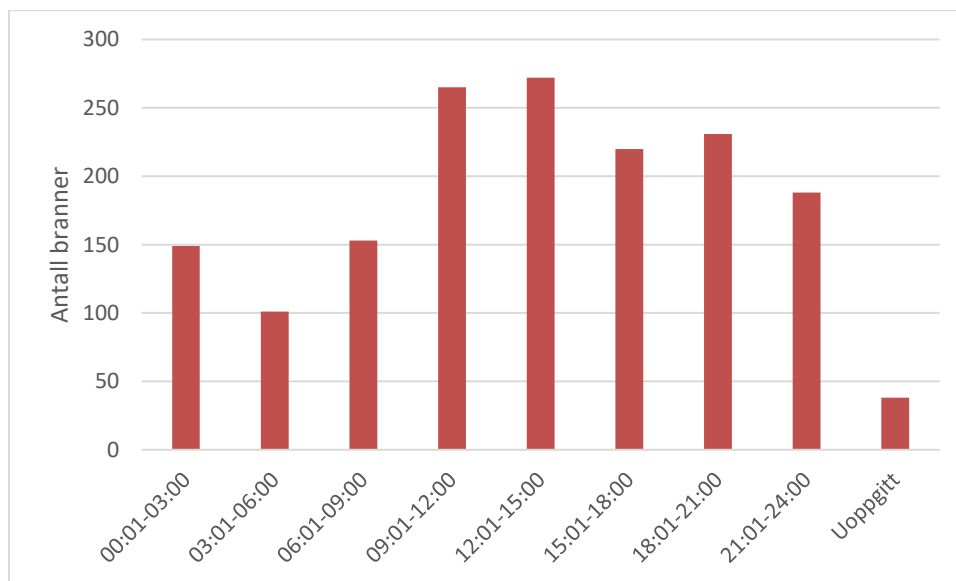
7.1 Erfaringer og statistikk fra Norge

Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap (DSB) har kartlagt erfaringer og statistikk fra branner i Norge. I 2011 ble rapporten «Kjennetegn og utviklingstrekk ved næringsbranner 1986-2009» utgitt [51]. Denne tar for seg branner i næringsbygg i perioden 1986-2009 hvor undervisningsbygg(skoler) går inn under. Skoler er den fjerde største kategorien av totalt 21 kategorier med flest antall branner. Det rapporteres om totalt 1617 branner i den perioden for skoler. Med undervisningsbygg i DSB sin rapport menes, førskoleundervisning, grunnskoleundervisning, videregående skole, undervisning i høyere utdanning, annen undervisning og tjeneste tilknyttet undervisning [51].

I 2016 utviklet DSB en nettdatabase som gir en oversikt alle uttrykkene til brann- og redningstjenester i hele Norge, «brannstatistikk.no». Dette er en database som fører statistikk for blant annet brann i skole. Som et tilskudd til brannstatistikk.no og DSB sin rapport om næringsbrann ble DSB kontaktet for ekstra informasjon. Vidar Falkenberg har delt en samlet brannstatistikk fra 1986-2021 for skoler. Her ble også blant annet informasjon om type skole gitt, og årstall skolen ble tatt i bruk. I likhet med perioden 1986-2009 har det heller ikke forekommet dødsfall ved skolebranner fra 2009-2021 [52].

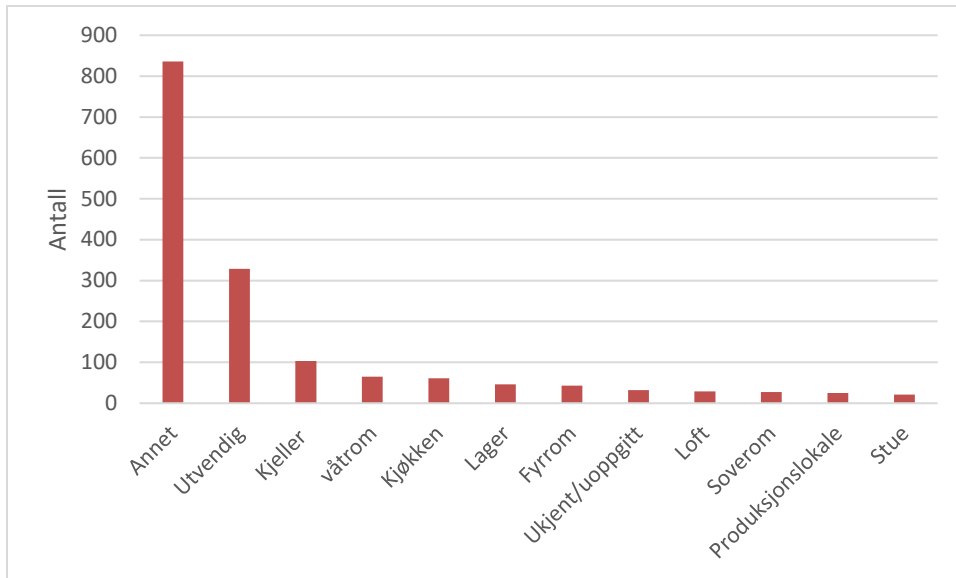
7.1.1 Kjennetegn og utviklingstrekk ved skolebranner 1986-2009

Figur 20 viser når på døgnet brannene ved skolene har forekommet. Flesteparten av brannene skjer i skolens åpningstider, altså tidsrommet fra 06:00-18:00 [51].



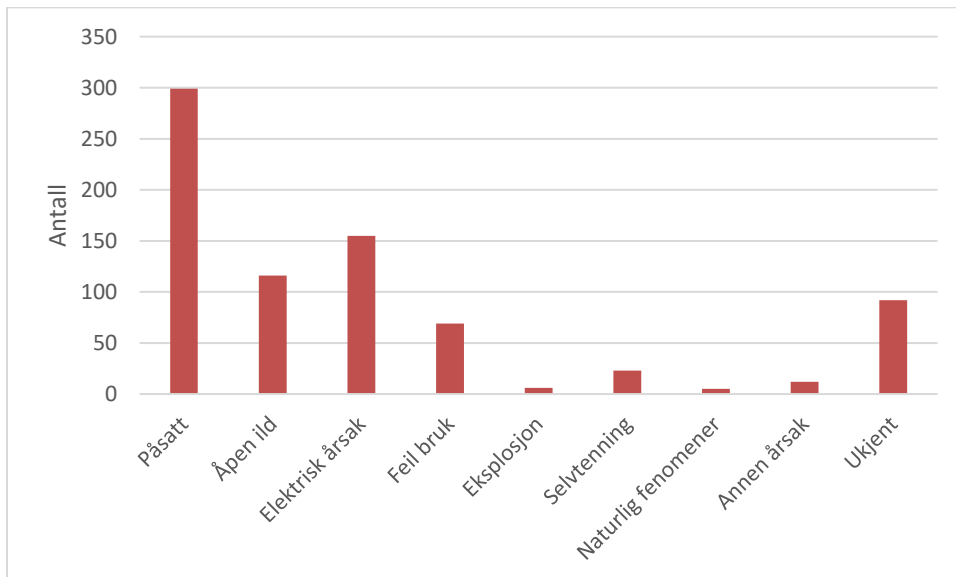
Figur 20 - Tidspunkt på døgnet brannen har forekommet i Norge i perioden 1986-2009 [51].

Figur 21 viser det antatte arnestedet for de ulike brannene på skoler i perioden 1986-2009. Utvendig har det neststørste antallet bak «annet», som er i et annet rom enn det som står i statistikken [51].



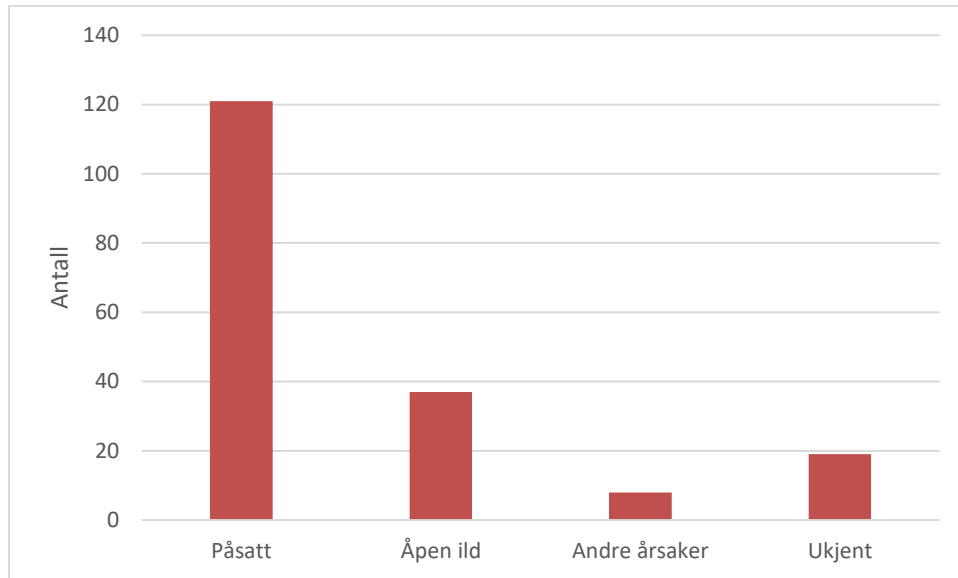
Figur 21 - Antatt arnested for branner i skoler i Norge i perioden 1986-2009 [51].

Figur 22 viser en årsaks fordeling for etterforskede branner i skoler. Av alle brannene som har forekommet ved skoler i perioden 1986 til 2009, ble 777 etterforsket og resultatene fra det viste at flertallet av disse var påsatt brann [51].



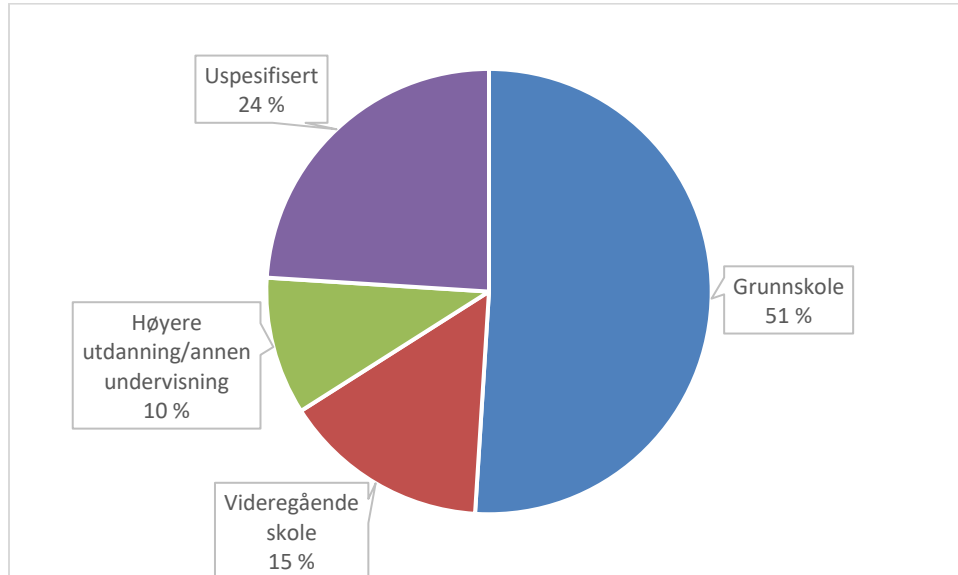
Figur 22 - Antatt årsak for etterforskede branner ved skoler i Norge i perioden 1986-2009 [51].

Figur 23 viser en årsaks fordeling for branner i undervisningsbygg hvor arnestedet er utvendig. Av alle utvendige branner som har forekommet ved skoler i perioden 1986 til 2009 ble 185 etterforsket og resultatene fra det viste at flertallet av disse var påsatt brann [51].



Figur 23 - Antatt årsak til etterforskede utvendige branner ved skoler i Norge i perioden 1986-2009 [51].

Det har ikke forekommet noen dødsfall ved skoler i perioden 1986-2009, bare 27 skadede fra 23 forskjellige branner. Figur 24 viser en prosentvis fordeling på hvor det har forekommet flest branner ved de ulike typene av skolene. Over halvparten av skolebrannene i perioden har skjedd ved grunnskoler, men et stort antall er uspesifisert, så tallet kan være både høyere og lavere. Det viktig å se på totalt antall skoler av de ulike typene. Det var i 2009 tre ganger så mange grunnskoler enn videregående skoler [51].

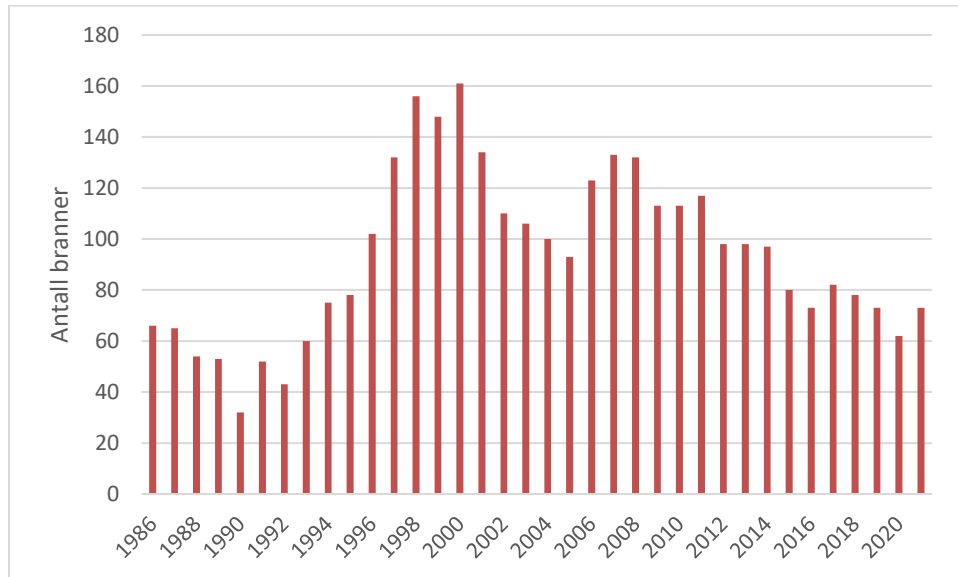


Figur 24 - Fordeling av antall branner på skoler for de ulike typene i Norge i perioden 1986-2021 [51].

Det finnes også et økonomisk aspekt med skolebranner. I snitt ble det utbetalt 1 million kroner per brann for skoler. Ved utvendig branner er summen 1,5 millioner kroner. For loftsbranner på skoler ble det i snitt utbetalt 1,9 millioner kroner per loftsbrann. Det var få loftsbranner i denne perioden, kun 29 branner. At disse to har de høyeste utbetalingene indikerer at loftsbranner og utvendige branner er svært omfattende og utgjør stor skade på bygget [51].

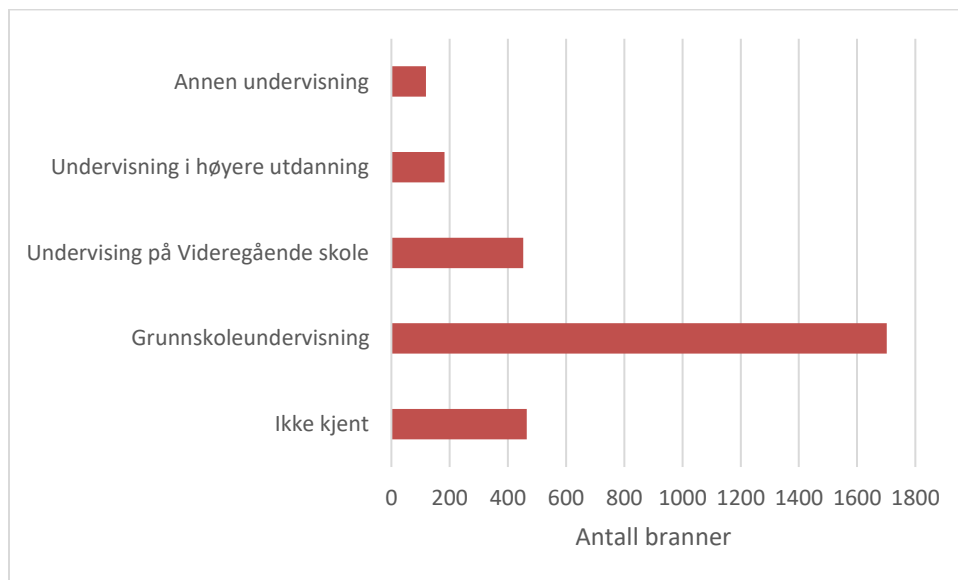
7.1.2 Brannstatistikk i Norge fra 1986-2021

Figur 25 viser antall branner i skolebygg fra 1986-2021. I år 2000 var det flest antall branner på et år, med 161 branner. Færrest branner skjedde i 1990 med totalt 32 branner. I snitt har det vært 94 branner hvert år i skolebygg siden 1986 [51] [53] [52].



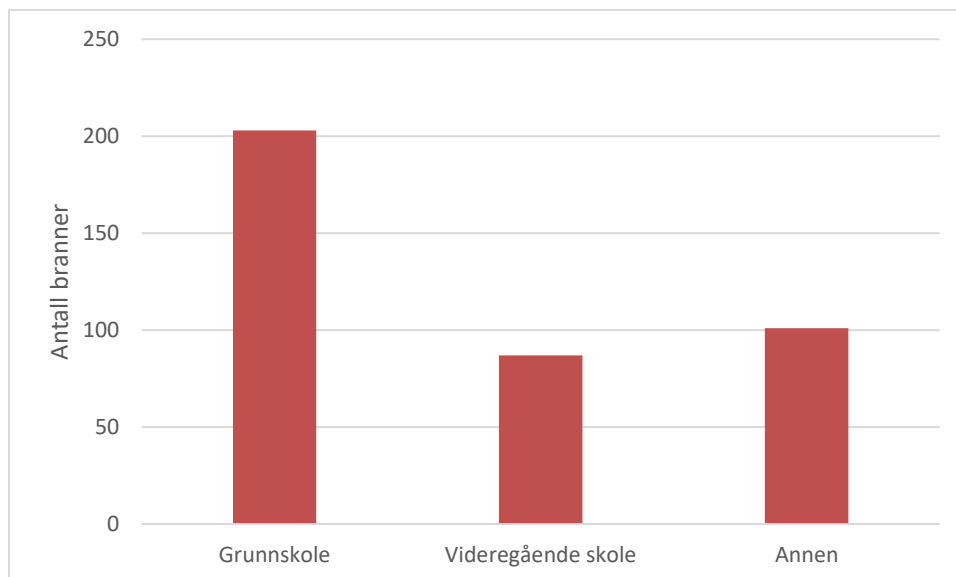
Figur 25 - Antall branner i skolebygg i Norge i perioden 1986-2021 [51] [53] [52].

Figur 26 viser antall branner for ulike skoletyper fra 1986-2015. Flertallet av brannene mellom 1986-2015 har skjedd ved grunnskoler med totalt 1702 branner [51] [52].



Figur 26 - Antall branner for ulike skoletyper i Norge i perioden 1986-2015 [51] [52].

Figur 27 viser antall branner for ulike skoletyper fra 2016-2021. Grunnskole har høyest antall skolebranner i perioden med 203 branner. Punktet «annen» går blant annet undervisning i høyere utdanning, voksenopplæring og trafikkskoleundervisning innunder [53] [52].



Figur 27 - Antall branner for ulike skoletyper i Norge i perioden 2016-2021 [51] [52].

7.2 Erfaringer og statistikk fra utlandet

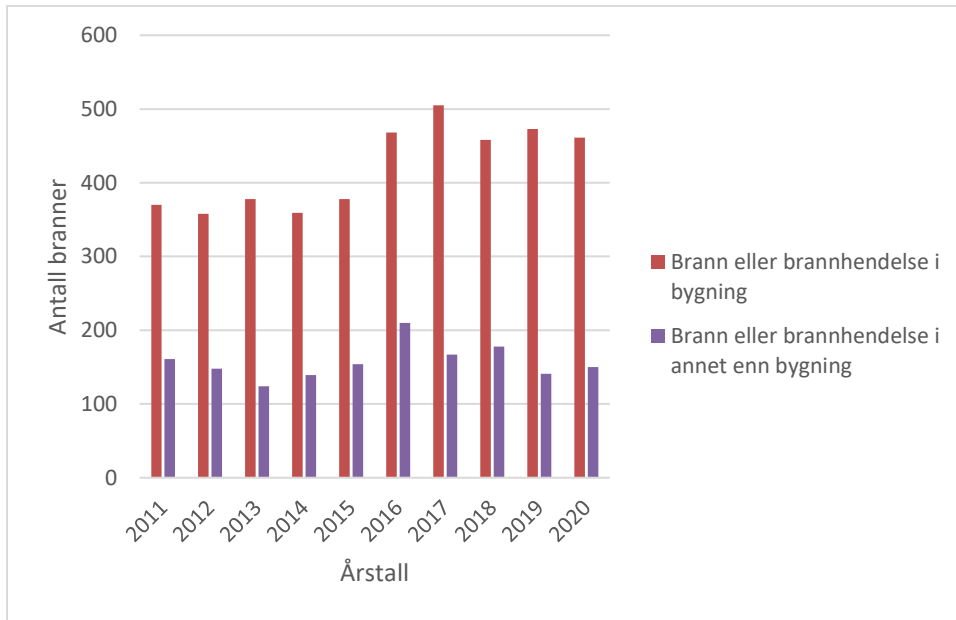
For Sverige er det Myndigheten för samhällsskydd och beredskap»(MSB) som fører brannstatistikk kalt IDA. Det finnes ferdig statistikk for skolebranner i perioden 2011-2020. Den oppgir blant annet antall branner, brannårsaker, tidspunkt, tennkilde og arnested. Skoler i denne statistikken vil hovedsakelig si grunnskole, ungdomsskole og videregående skole. Universitet og høyskole er ikke en del av denne statistikken [54]. Statistikken baserer seg på redningstjenestens innsattsrapporter fra 1998-2017 og hendelsesrapporter fra 2016-tdd [54].

I Danmark er det «Beredskabsstyrelsen»(BRS) som fører statistikk for branner. For å få tilgang til statistikken krevdes det dansk «bankID», dermed ble denne informasjonen gitt via e-mail fra BRS. Statistikken som ble oppgitt var lite detaljert, men ga antall branner i skolebygg i løpet av de siste fem årene [55].

I Finland er det Pelastusopisto som er et finsk redningsinstitutt som fører statistikk for branner. De ga ut en rapport som tok for seg redningsstatistikker fra 2014-2018 [56]. Noen år etter ble denne utgitt på nytt, med statistikk fra perioden 2016-2020 [57]. Begge tar blant annet for seg bygningsbranner etter ulike bygningstyper og antall branner. Statistikken baserer seg på databasen PRONTO [56] [57].

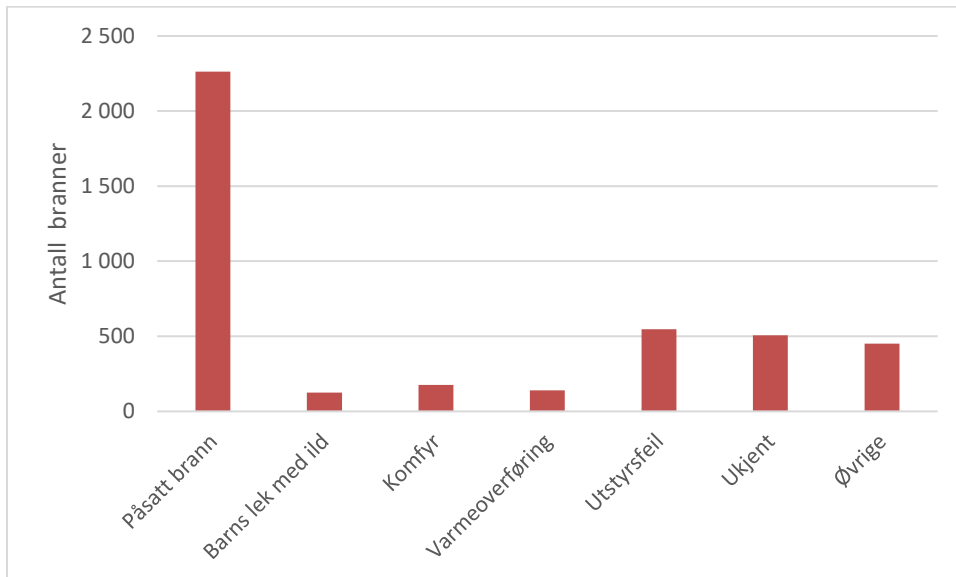
7.2.1 Sverige

Figur 28 viser antall skolebranner i Sverige i perioden 2011-2020. Figuren viser både hendelser i bygningen og i annet enn bygningen. Det har totalt forekommet 5780 branner i perioden 2011-2020 ved skoler i Sverige, dette gir et snitt på 578 branner hvert år, og dersom man kun ser på brannhendelser i bygning er det i snitt 421 branner hvert år ved skoler [54].



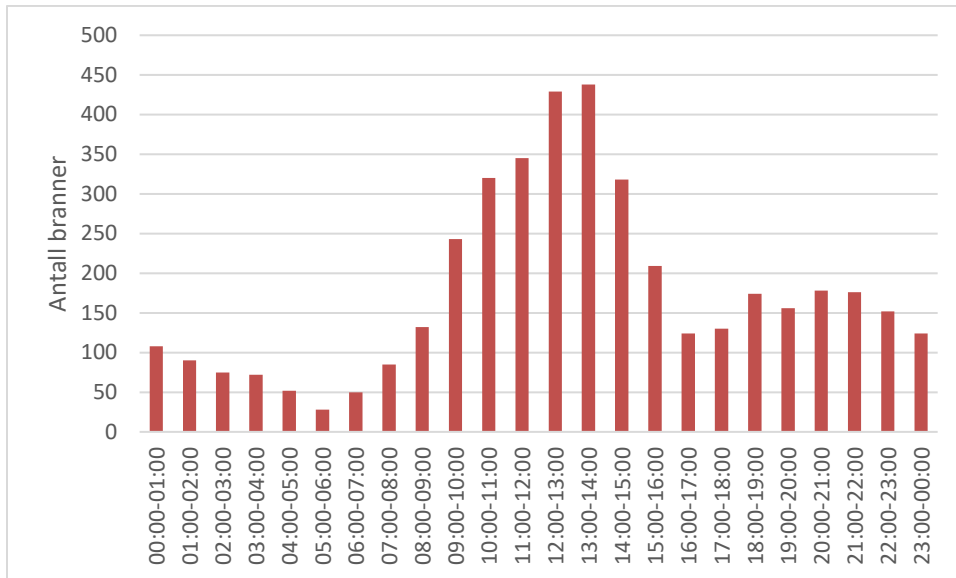
Figur 28 - Antall skolebranner i Sverige i perioden 2011-2020 [54].

Figur 29 viser årsaker til branner som har forekommet på skoler i Sverige. Det er klart flest påsatte branner ved skoler i Sverige i perioden, med 2262 branner [54].



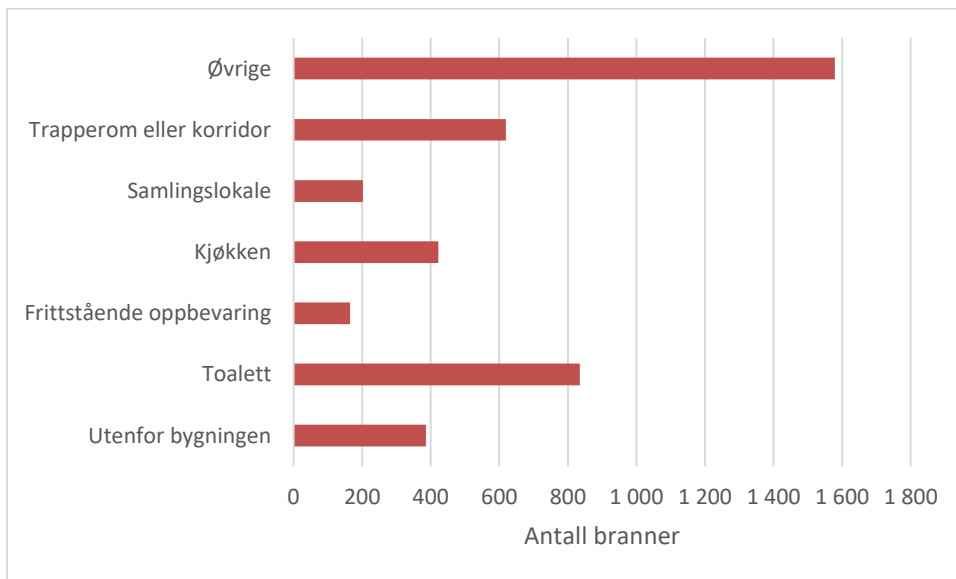
Figur 29 - Årsak til brann i skoler i Sverige i perioden 2011-2020 [54].

Figur 30 viser når på døgnet brannen har forekommet på skoler i Sverige. Man ser at flest branner forekommer i tidsrommet hvor skolen er åpen, i perioden 08:00 til 16:00 [54].



Figur 30 - Tidspunkt på døgnet brannen har forekommet i Sverige i perioden 2011-2020 [54].

Figur 31 viser arnestedet på skoler i Sverige. Foruten om øvrige kategorien, som er klart størst, er toalett og trapperom/korridor de høyeste. Det er ikke oppgitt hva øvrige kategorien er [54].



Figur 31 - Arnested på skoler i Sverige i perioden 2011-2020 [54].

7.2.1.1 Forebygging av skolebranner i Sverige

I 2007 startet Brandforsk, det svenske styrelsen for brannforskning, et prosjekt for å kartlegge forskningsbehovet til påsatte branner. Forstudien til prosjektet viste at det var over 10 000 branner årlig i Sverige, hvor skoler har den største andelen av branner. For skoler var minst 50 % av antall branner påsatt [58].

I 2013 ble det gitt ut en sluttrapport av SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut i samarbeid med blant annet MSB, som tok for seg problemstillingen rundt påsatte skolebranner. Studien tok utgangspunkt i brannstatistikk, for så å avdekke problemområdene før det ble gitt en rekke anbefalinger for å kunne redusere antallet påsatte skolebranner. Disse anbefalingene innbar forebygging av uønsket atferd blant unge som kan føre til brannstiftelse, og et utvalg av tekniske løsninger for å kunne redusere risiko for brann.

Studien viste at påsatte branner, spesielt utvendig, var et problem ved skoler i Sverige. Hovedproblemet med påsatte branner viste seg å være en del av et sosialt problem blant svensk barn og ungdom. Dårlige holdninger og liten forståelse av alvorligheten ved branner viste seg å være et stort problem. Ved å endre dette i form av forebyggende arbeid fra foreldre, lærere og andre kunne man se en nedgang i påsatte branner på skoler bare år etter prosjektet var satt i gang [58].

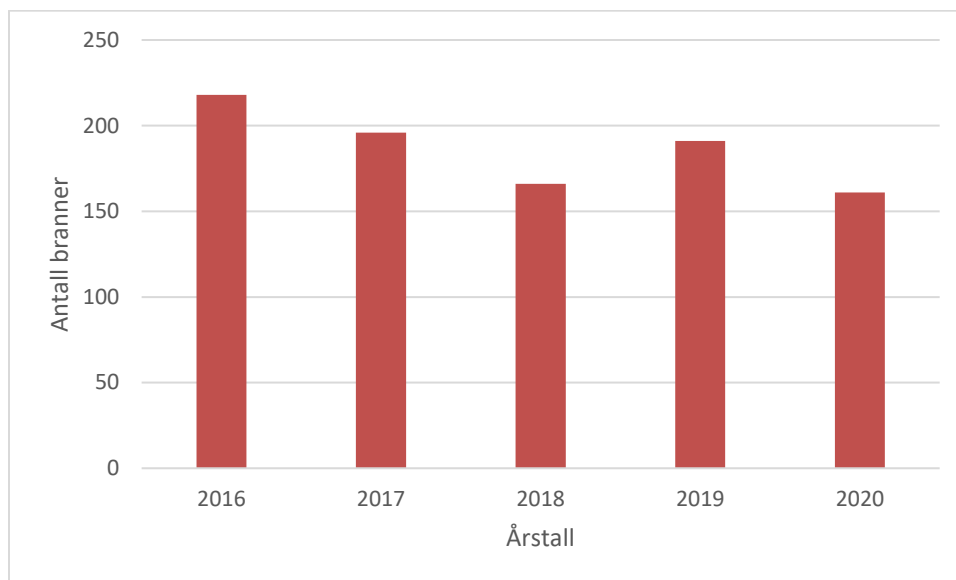
Sluttrapporten skilte anbefalingene i tre kategorier, strukturell forebygging, sosial forebygging og situasjonsforebygging. Ved å benytte en kvalitativ komparativ analyse ble to kombinasjoner av tiltak som kan føre til reduserte påsatte branner gitt:

- samarbeid på tvers av sektorer, kameraovervåking og økt sekundær forebygging
- samarbeid på tvers av sektorer, vanlige vernerunder og økt sekundærforebygging

For de tekniske tiltakene ble det hovedsakelig sett på hvilke tiltak som vanligvis benyttes og hvilken type dimensjonerende brann tiltaket kan være med å påvirke. De dimensjonerende brannscenariene var basert på en annen studie som så på tennkilder, arnested og hvordan brannen spres i skolebygg. Fra dette ble fire dimensjonerende branner gitt, utvendig brann, utvendig brann fra mindre kjøretøy, innvendig brann fra brennbare væsker og til slutt fyrverkeri. Av tiltak som ofte blir benyttet i skolebygg, spesielt ved åpne brannceller over flere plan skiller røykventilasjon seg ut ved at det er effektivt ved alle de ulike scenariene som er angitt i rapporten. Sprinklersystem som også er et vanlig tiltak, påvirker kun de to sistnevnte scenariene [58].

7.2.2 Danmark

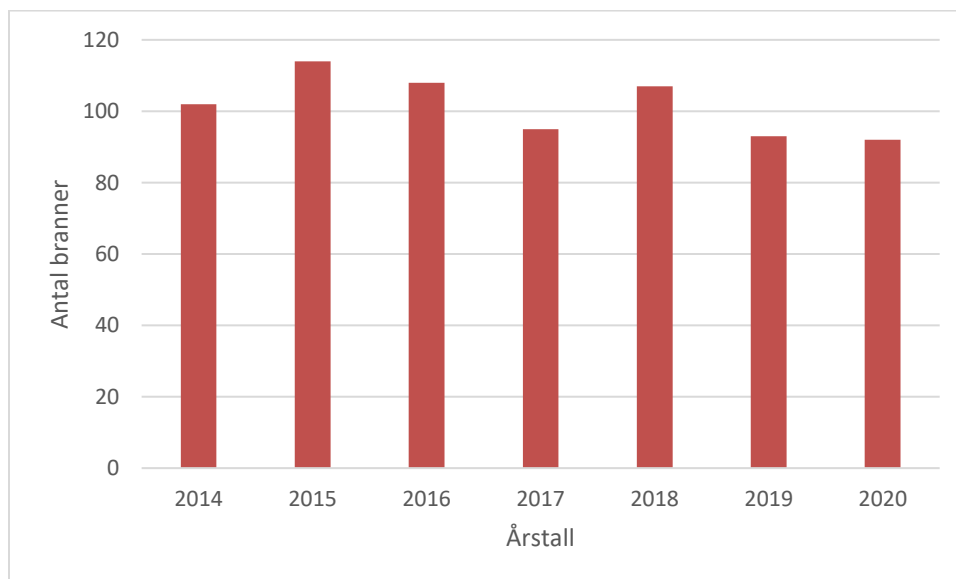
Figur 32 viser antall branner i skoler i Danmark i perioden 2016-2020. I 2016 var det flest branner på skoler, med 218, og i 2020 var det færrest med 166. I perioden var det totalt 932 branner som i snitt er 186 branner hvert år ved skoler i Danmark [55].



Figur 32 - Antall branner på skoler i Danmark i perioden 2016-2020 [55].

7.2.3 Finland

Figur 33 viser antall skolebranner fra 2014-2020. Figuren viser at i 2015 var det flest branner på skoler i Finland med 114 branner og i 2020 var det færrest med 92. I perioden har det vært totalt 711 branner og i snitt er det 101 branner hvert år ved utdanningsbygg i Finland [56] [57].



Figur 33 - Antall skolebranner i Finland i perioden 2014-2020 [56] [57].

7.3 Oppsummering av brannstatistikk

Det er mye som er viktig å tenke på for brannsikkerhet på skoler. Tilsynelatende ser det ikke ut som branncelleinndeling og åpne brannceller har en direkte innvirkning på verken omfang av eller antall branner. Det er lite som tilsier at det er uheldig med verken forenklet branncelleinndeling eller åpne brannceller dersom man sprinkler bygget. I Norge er det lofts- og utvendige branner som utgjør de største brannene [51]. Det indikerer at design ikke har mye å si på antall eller omfang av branner. Det som betyr noe, er om bygget er sprinklet eller ikke [26].

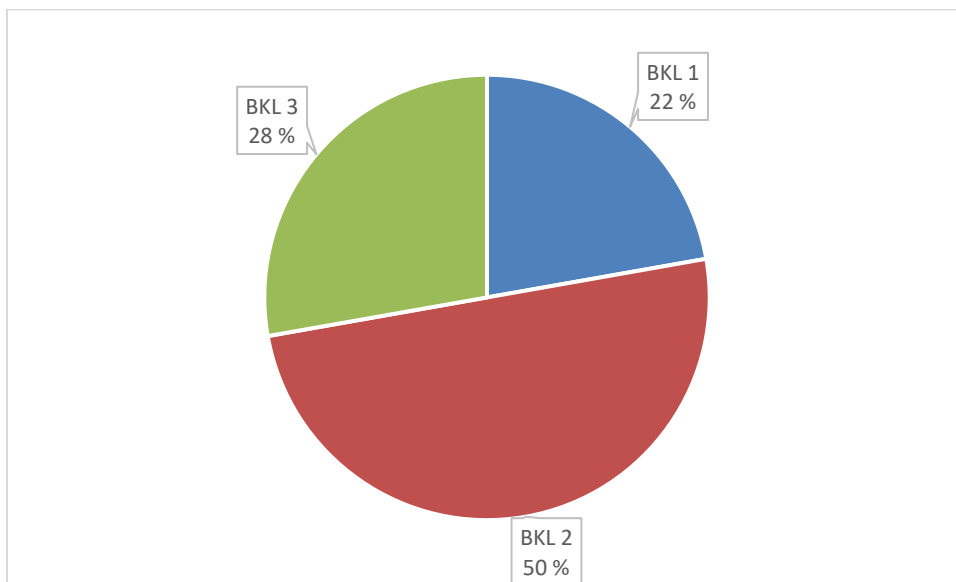
Av årsaker er påsatt brann en av de vanligste årsakene, både i Norge og Sverige. Fare for påsatte branner har ingen direkte tilknytning til åpne brannceller, men konsekvensene ved en brann kan bli større. I Sverige ser man at det er toaletter [54] som er mest utsatt for påsatt brann mens i Norge er det utvendige branner [51]. Tilsynelatende er det ingenting som tilsier at det utgjør noe større fare med åpne brannceller dersom bygningen er sprinklet.

Studien som er gjort i Sverige viste at sprinkleranlegg ikke har noe effekt med utvendige branner. Det er kun røykventilasjon som har vist seg å være effektivt for de fleste typer branner [58]. Det kan ha sammenheng i at det ikke kreves automatisk sprinkleranlegg i skoler i Sverige.

8 Brannteknisk prosjektering

I dette kapitlet skal brannteknisk prosjektering undersøkes ved å se på brannkonsepter fra ulike rådgiverfirma. Formålet er å få et bilde av hvilke fraviksløsninger som er vanlig å prosjektere ved skoler, og hvilke kompenserende tiltak og dokumentasjon som benyttes.

Resultatene er basert på 18 brannkonsepter fra fem forskjellige rådgiverselskaper. Totalt var det 15 grunnskoler og tre videregående skoler fra flere steder i landet. Disse var delt inn i forskjellige BKL som Figur 34 viser.



Figur 34 - Brannklassene for skolene fra brannkonseptene.

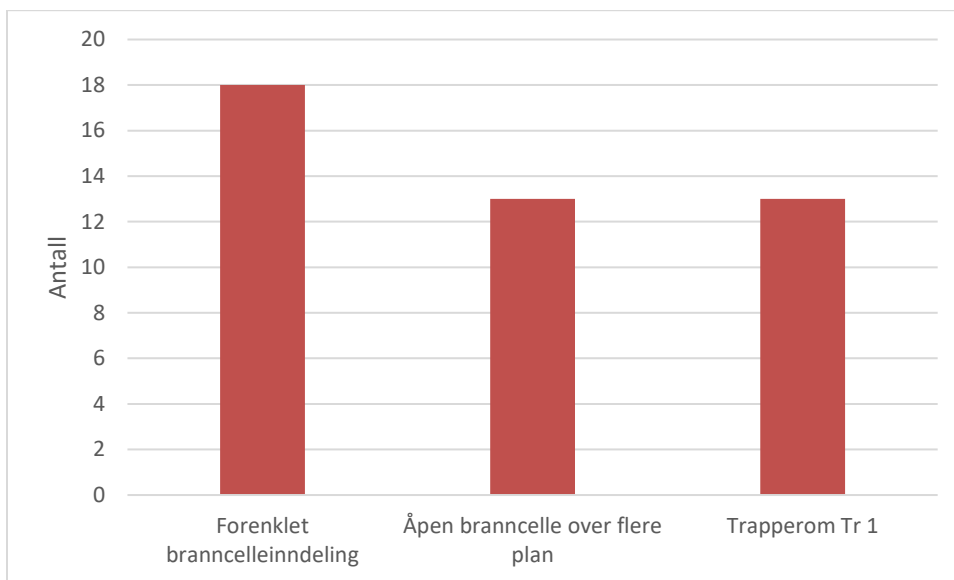
8.1 Fraviksløsninger

Alle skolene som ble sett på i brannkonseptene inneholdt fraviksløsninger av ulikt omfang. Det kan tilsynelatende se ut som det tilnærmet alltid er fraviksløsninger ved prosjektering av nye skoler. Samtaler med fagfolk og se på brannkonsepter viste at mange av de samme fraviksløsningene benyttes for prosjektering av moderne skoler:

- Bruk av brennbare materialer for bærende konstruksjoner og for brannskillende bygningsdeler for BKL 3 bygg, som fraviker fra ytelsen om at det skal være ubrennbart.
- Forenklet branncelleinndeling der flere klasserom inngår i samme branncelle, som fraviker at hvert klasserom med tilhørende birom skal være egen branncelle.
- Åpen branncelle over flere plan, som fraviker ytelsen om at det ikke er tillatt for RKL 3 bygg.
- Reduserte ytelser for branncellebegrensende bygningsdeler.
- Trapperomutforming Tr 1 og ikke Tr 2 som er den preaksepterte ytelsen for RKL 3.
- Høyt montert ledesystem, som fraviker fra ytelsen om lavt montert ledesystem.

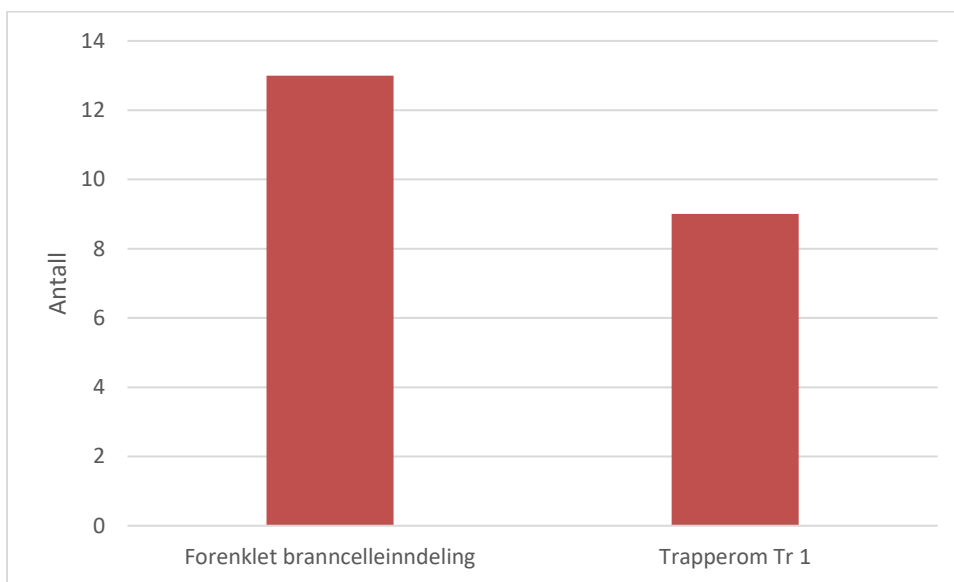
Det er ofte flere fraviksløsninger i skoler som i mange tilfeller også er avhengig av hverandre. Dette gjelder ofte fravik som er fra samme paragraf i veiledningen eller påvirker samme type sikkerhet (person, verdi og rednings- og slokkemannskap). Eksempel kan være åpen branncelle over flere plan, forenklet branncelleinndeling, trapperom med Tr 1 løsning og reduserte ytelser for branncellebegrensende bygningsdeler.

Figur 35 viser fordelingen av fraviksløsninger for de 18 brannkonseptene som er relevant for oppgaven. Alle skolene hadde forenklet branncelleinndeling, 13 hadde åpen branncelle over flere plan og 13 hadde trapperom Tr 1.



Figur 35 - Foredling av fraviksløsninger fra brannkonseptene.

Figur 36 viser kombinasjonen av de tre fraviksløsningene, med fokus på åpen branncelle over flere plan. I alle tilfellene er det kombinasjon av forenklet branncelleinndeling og åpen branncelle over flere plan og i ni tilfeller er det kombinasjon av alle tre.



Figur 36 - Åpen branncelle over flere plan i kombinasjon med andre fraviksløsninger.

Det er mange fravik som er avhengig av hverandre. Det kan være veldig komplekst og er derfor behov for en helhetlig analyse. Ved å gjøre noe preakseptert kan det bidra til mindre og enklere analyser, selv for komplekse bygg.

Fraviksløsninger dokumenteres på forskjellige måter. Følgende analysemetoder ble benyttet i de ulike brannkonseptene:

- Risikovurdering basert på NS 3901 [9]
- Komparativ analyse
- Hendelsestreanalyse
- Enkel kvalitativ analyse
- Tilgjengelig rømningstid ved hjelp av brannsimuleringer med CFD og/eller to-sone modellering
- Røykventilasjon av overbygde gård dimensjonert etter byggforskriften 321.085 [6]
- Røykventilasjon dimensjonert av CFD og/eller to-sone modellering eller Melding HO-3/2000. Temaveiledning om røykventilasjon [32]

Tilsynelatende baserer de fleste seg på NS 3901, men få følger den helt ut.

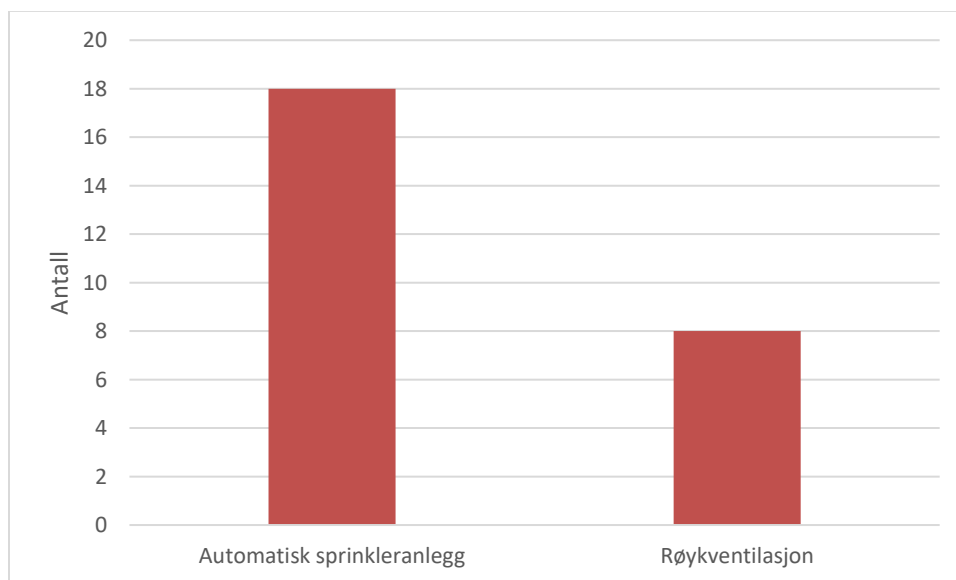
8.2 Kompenserende tiltak

Brannkonsepter og samtaler med fagfolk ga et bilde på hvilke kompenserende tiltak som benyttes for ulike fraviksløsninger:

- Automatisk sprinkleranlegg
- Røykventilasjon av åpne brannceller over flere plan
- Talevarsling
- Reduserte rømningsavstander og økte bredder i dører, korridorer og trapper

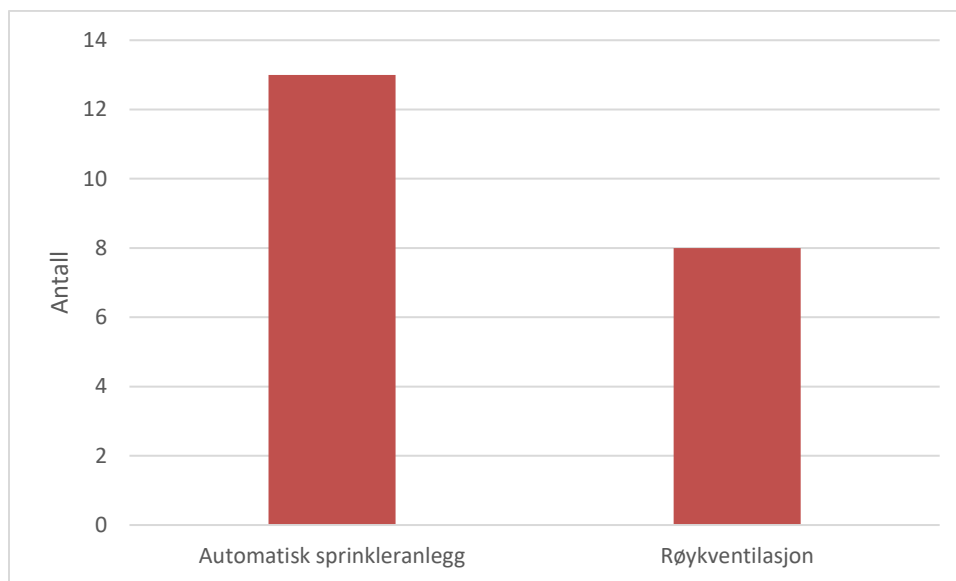
For åpne brannceller over flere plan for skoler er det spesielt to kompenserende tiltak som ofte benyttes, automatisk sprinkleranlegg og røykventilasjon. Begge disse skal benyttes ved åpne brannceller over flere plan for risikoklassene 1, 2, 4 og 5 når visse kriterier er nådd. Førstnevnte må brukes når samlet areal for branncellen overstiger 800 m² og røykventilasjon skal benyttes i overbygde gårder.

Figur 37 viser antall av skoler som benyttet automatisk sprinkleranlegg og røykventilasjon fra de 18 brannkonseptene.



Figur 37 - Kompenserende tiltak som ble benyttet i brannkonseptene.

Figur 38 viser hvilke kompensierende tiltak som ble benyttet ved åpen branncelle over flere plan.



Figur 38 - Fordeling av kompenserende tiltak for åpen branncelle over flere plan.

Automatisk sprinkleranlegg ser tilsynelatende ut som er et tiltak som alltid benyttes ved prosjektering av skoler. Det indikerer at automatisk sprinkleranlegg er et godt tiltak for åpen branncelle over flere plan. Røykventilasjon blir ikke benyttet hver gang ved åpen branncelle over flere plan, men i flertallet av tilfellene. Dette kan være i sammenheng med antall etasjer og BKL.

9 Risikovurdering

I dette kapitlet skal ulike løsninger som benyttes ved analyse sees på, som innebærer en risikovurdering med brannsimuleringer og hendelsestreakanalyse. Formålet er å se på samlet sikkerhetsnivå av fraviksløsningene opp mot de preaksepterte ytelsene.

Denne oppgaven har sett på regelverk, statistikk og erfaringer og hva som vanligvis gjøres ved brannprosjektering i dag. Det blir per i dag tilnærmet alltid fraviksløsninger på skoler, men dersom man skal prøve å gjøre det til en preakseptert løsning så trenger man å gjennomføre en vurdering av hvorvidt det er forsvarlig eller ikke.

Kapittel 8 indikerer hva som er vanlig å prosjektere, men her gjøres det en generell vurdering av hvorvidt det kan anses å forsvarlig å tillate for åpne brannceller over flere plan generelt i skoler eller ikke.

9.1 Generelt

Resultatene fra brannkonseptene gir en indikasjon på hvilke analysemetoder som benyttes ved forskjellige fraviksløsninger. Det kan tilsynelatende se ut som at å basere dokumentasjon av analysen på en risikovurdering iht. NS 3901 [9] ved hjelp av komparativ analyse er den mest nyttede og egnede metoden for å dokumentere fravikene for en skole. Denne er valgt på bakgrunn av at flere brannkonsepter baserer seg på den og er en anerkjent metode som VTEK17 §2-2 anbefaler [7].

Basert på brannkonseptene denne oppgaven har tatt for seg, er et fiktivt analysebyggverk designet for å se på fraviket åpen branncelle over flere plan i kombinasjon med trapperomsløsningen Tr 1 og forenklet branncelleinndeling for klasserom. Som kompenserende tiltak er automatisk sprinkleranlegg benyttet for å se om det er tilfredsstillende nok. Referansebyggverket er en preakseptert skole iht. VTEK17 uten automatisk sprinkleranlegg.

9.2 Komparativ analyse

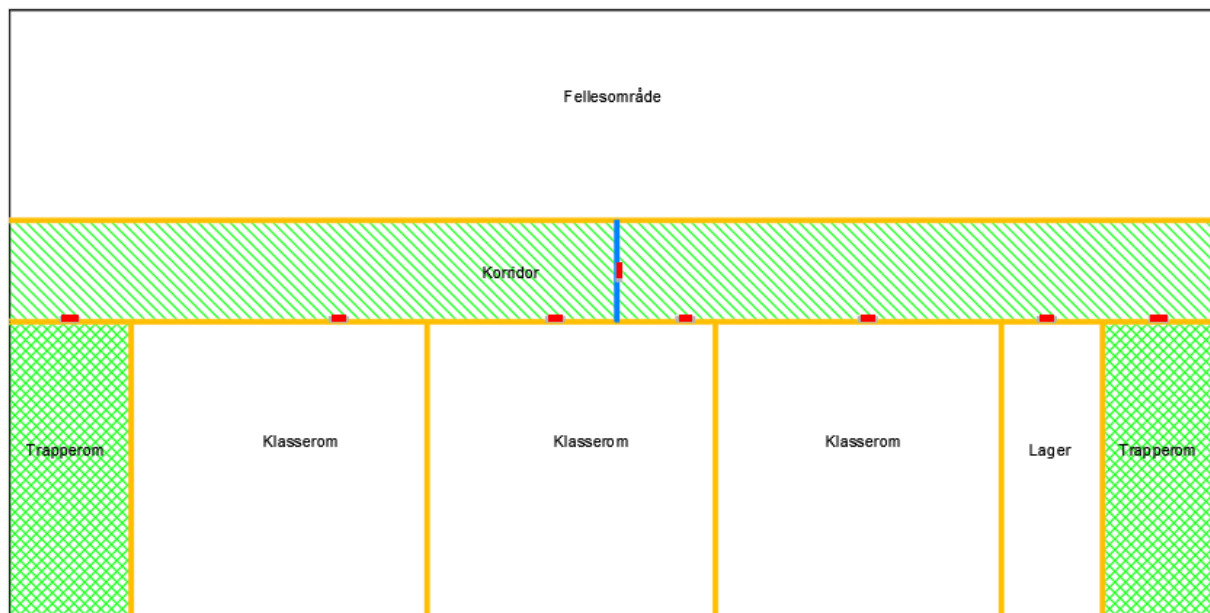
Den komparative analysen ser på utfordringene ved brannteknisk prosjektering av åpne brannceller over flere plan. Fremgangsmåten baseres på NS 3901 [9].

Utformingen av både referanse- og analysebyggverket er en forenkling av situasjonen, men er utformet på en realistisk måte, det vil si uten avvik fra TEK17. Målet med analysen er å se på samlet sikkerhetsnivå av fraviket åpen branncelle over flere plan i kombinasjon med Tr 1 trapperom samt forenklet branncelleinndeling for klasserom. For brannsimuleringene er hovedmålet å finne den tilgjengelige rømningstiden for de byggverkene ved ulike scenarioer.

9.2.1 Referansebyggverk

Referansebyggverket er en preakseptert skole hvor hvert klasserom er en egen branncelle med rømning via korridor som leder til to trapperom med Tr2 løsning. Korridor og trapperom er egne brannceller. Byggverket består av fire etasjer hvor største bruttoareal per etasje er 1 800 m² og arealet for fellesområdet er omtrent 600 m². Fellesområdet er et rom med høyt under taket og er skilt fra øvrige deler med branncellebegrensende konstruksjoner. Det er automatisk brannalarmanlegg i byggverket og bredder og avstander i rømningsveier er preaksepterte. Figur 39 viser hvordan referansebyggverket ser ut.

Plan 1-4



Figur 39 - Illustrasjon for referansebyggverket.

Planløsningen er identisk for alle plan. Lageret er RKL 2 mens klasserommene er RKL 3. Fire tellende etasjer gir BKL 2. Korridoren er skilt med et røykskille slik at korridoren ikke overstiger 30 m, dette er vist med en blå linje. Det er mulig å rømme via begge trapperommene. De oransje linjene viser brannceller, grønn skravur er rømningsvei og de røde boksene er dører. Det går dører, ut fra hvert rom til korridor som videre leder til trapperom som går til det fri med totalt to utganger. Det er 2,75 m fra gulv til tak/gulv til neste etasje, som gir en total høyde på byggverket på 12 m inklusivt gulv/taktykkelse på 0,25 m. På den motsatte siden av korridorveggen er det et fellesområde som har åpen forbindelse fra gulvet helt til taket i fjerde etasje.

9.2.2 Analysebyggverk

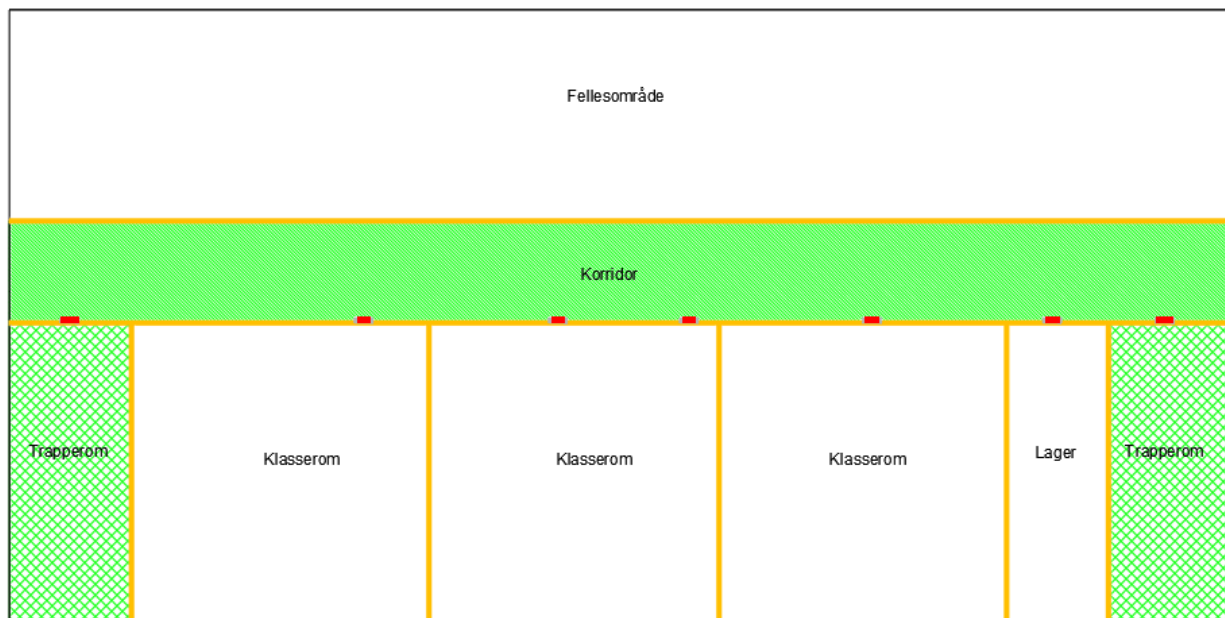
Analysebyggverket har mange likheter med referansebyggverket. Ulikhetene er at fellesområdet ikke er skilt ut fra rømningskorridoren. Som følge av det blir det en åpen branncelle over flere plan. I tillegg er det Tr 1 trapperom og forenklet branncelleinndeling for klasserom. For å kompensere for disse fraviksløsningene er skolen utført med automatisk sprinkleranlegg. Arealet for fellesområdet er over 800 m² og er åpent fra gulvet og opp til taket. Den forenklete branncelleinndelingen gjelder for klasserommene i plan 1-3, med forbindelse mellom rommene slik at trapperommet til venstre er tilgjengelig både via gangsone og klasserom. Det er automatisk brannalarmanlegg i byggverket og bredder og avstander i rømningsveier er preaksepterte. Figur 40 viser analysebyggverket fra plan 1-3 og Figur 41 viser analysebyggverket for plan 4.

Plan 1-3



Figur 40 - Illustrasjon av analysebyggverket fra plan 1-3.

Plan 4



Figur 41 - Illustrasjon av analysebyggverket for plan 4.

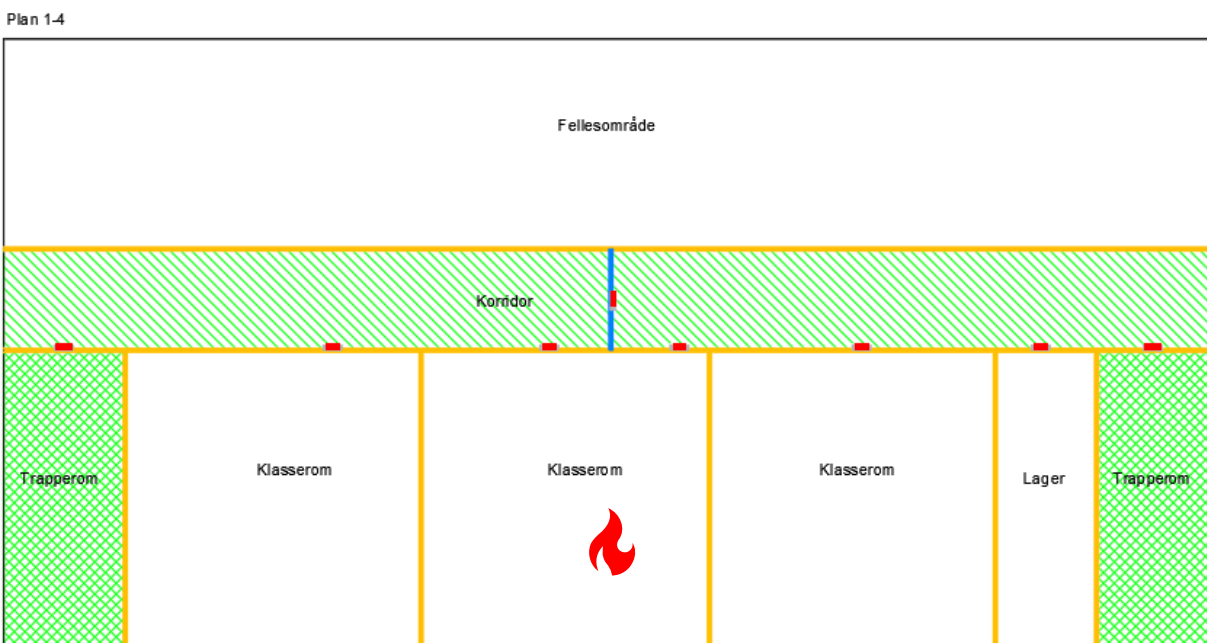
I likhet med referansebygget er planløsningen identisk for plan 1-3 mens plan 4 er noe ulik. Her er det valgt å ha branncellebegrensende vegg i korridoren og mellom klasserommene. Dette er for å følge anvisningen for prosjektering av overbygde gårder som tillater åpne brannceller inntil 3 plan [6]. Rømning foregår via trapperom som leder til det fri. De oransje linjene viser brannceller, grønn skravur er rømningsvei og de røde boksene er dører. Det er 2,75 m fra gulv til tak/gulv til neste etasje, som gir en total høyde på byggverket på 12 m inklusivt gulv/taktykkelsen på 0,25 m.

9.2.3 Brannscenarier

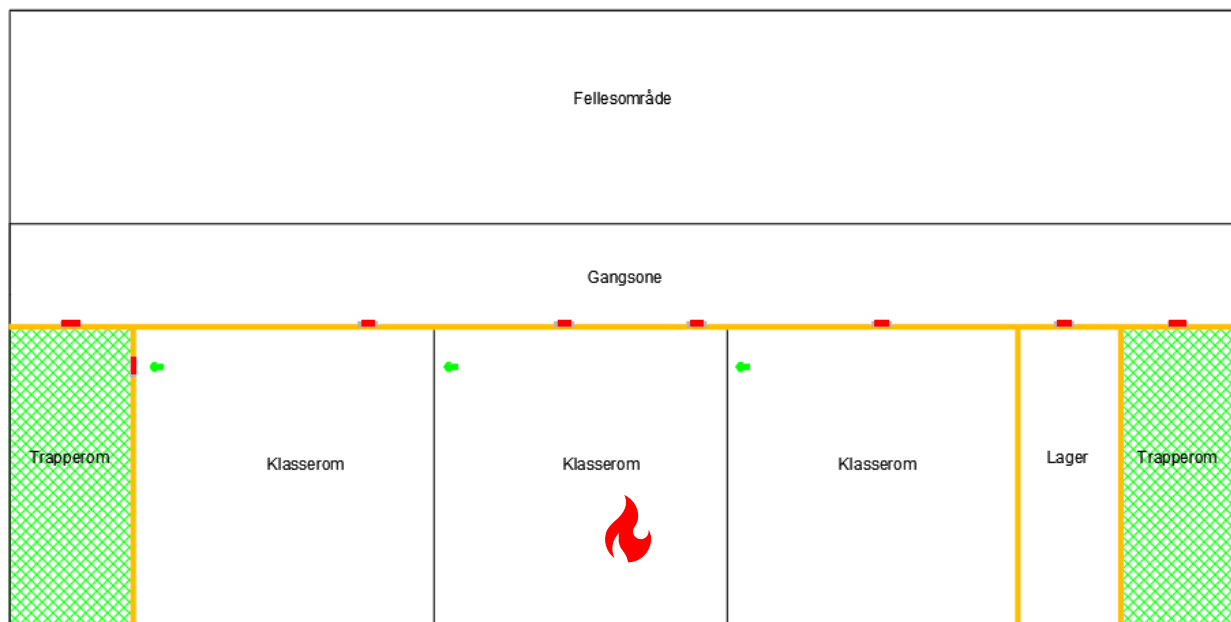
Basert på brannscenariene og merknadene som er angitt i NS 3901 [9] og BBRAD3 [22] er brannscenario 2 utelatt da det er heldekkende brannalarmanlegg i begge byggverkene. Brannscenario 3 i NS 3901 er også utelatt da det ikke er overnatting i bygget og man kan forvente at voksne og barn kan bringe seg selv i sikkerhet [9] [22]. Videre er følgende brannscenario valgt og vurdert i videre analyse:

1. Brann i klasserom plan 1 (dekker påkrevd scenario 1 og 4 i NS 3901 [9] og 1 og 3 i BBRAD [22])

Figur 42 viser hvor brannen starter i referansebygget og Figur 43 viser hvor brannen starter i analysebygget. Lokaliseringen er valgt på bakgrunn av at det kan resultere i blokkering av rømningsveier med stor personbelastning ved svikt i barrierer.



Figur 42 - Brannscenario i referansebygget.



Figur 43 - Brannscenario i analysebygget.

Kritiske forhold er ansett å være dersom det forekommer temperaturer eller røykgasskonsentrasjoner som hindrer rømning for personer i startbranncellen og/eller andre deler av bygget. Dette kan oppstå dersom brann i klasserom gir rask brannutvikling slik at personer ikke får tid til å komme seg ut av startbranncellen i tide og/eller dersom brann/røyk spres fra startbranncelle til rømningsveier.

Det er antatt at personell ikke slokker brann med manuelt slokkeutstyr. Dette forholdet er likt for analysebyggverk og referansebyggverk og vil derfor ikke påvirke utfallet av analysen. Det forutsettes også at personer ikke oppdager brannen, noe som vil være likt for både referanse- og analysebyggverk og vil ikke påvirke utfallet av analysen. Det er samme forutsetninger for brannvesenets innsatstid for begge byggverkene. Det er antatt at dersom et trapperom blir satt ut av spill vil det være kritisk for hele bygget. Dette forholdet er likt for begge byggverkene og vil ikke påvirke utfallet av analysen.

De branntekniske egenskapene til innvendige overflater (himling, vegger og gulv) har betydning for brannforløpet inntil det blir full overtenning [7]. Valg av produkter vil derfor ha betydning for hvor raskt det antennes, og for varmeavgivelsen og røykutviklingen under brann. Analysebyggverk og referansebyggverk har samme krav til materialbruk i klasserom.

9.2.4 Hendelsestreanalyse

Det er valgt å kombinere barrierene branncellebegrensende konstruksjon og dør. Det begrunnes med at hvis en av dem svikter vil ikke den andre barrieren ha innvirkning på utfallet da brannen kan spre seg gjennom den andre hvis en av dem svikter. For å få konservative verdier er det benyttet å bruke høyere pålitelighet for at branncellebegrensende konstruksjon fungerer. Det er satt til 0,8 for at det fungerer og 0,2 for at det ikke fungerer. Dette forholdet vil være likt for begge byggene. For sprinkler- og brannalarmanlegget er det valgt å benytte verdien 0,9 for at barrieren fungerer [25].

Den reelle påliteligheten til automatiske sprinkleranlegg i vanlige bygg er høyere enn 0,9 [26], analysen vil derfor være på den konservative siden. Påliteligheten kunne vært nærmere 0,95 eller til og med høyere [26], men da vil sikkerhetsmarginen mellom byggverkene vært mye mindre. Derfor er det valgt å benytte 0,9 for å få mer konservative resultater. De andre verdiene for pålitelighet vil være lik for begge byggverkene og endring i disse vil ikke utgjøre store forskjeller.

Figur 44 og Figur 45 viser hendelsestreanalysen for hhv. referanse- og analysebyggverket.

Resultatene viser at sannsynligheten for kritiske forhold i referansebygget er 10 % for personer i startbranncellen og 13,6 % for personer i andre deler av bygget.

Resultatene viser at sannsynligheten for kritiske forhold i analysebygget er 1 % for personer i startbranncellen og 2,8 % for personer i andre deler av bygget.

Dette indikerer at automatisk sprinkleranlegg med tilhørende fravik er en bedre løsning enn hva de preaksepterte løsningene gir.

Hendelse	Brannalarm oppdager brann og varsler		Branncelle-begrensende konstruksjon + dør		Sannsynlighet	Scenario	Kritiske forhold for personsikkerhet i startbranncelle?	Kritiske forhold for personsikkerhet for andre personer?	Oppsummering for personer i startbranncellen		Oppsummering for personer i andre deler av bygget	
									Fungerer	Svikt	Fungerer	Svikt
Brann i klasserom	Fungerer	Fungerer	Fungerer		0,72	1	Nei	Nei	Fungerer	0,9	Fungerer	0,864
			Svikt		0,144	2	Nei	Nei	Svikt	0,1	Svikt	0,136
			Fungerer		0,036	3	Nei	Ja				
	Svikt	Svikt	Fungerer		0,08	4	Ja	Ja				
			Svikt		0,016	5	Ja	Ja				
			Svikt		0,004	6	Ja	Ja				
	Fungerer	0,9	Fungerer	0,8	Fungerer	0,8						
	Svikt	0,1	Svikt	0,2	Svikt	0,2	Sum	1				

Figur 44 - Hendelsestreanalyse for referansebyggverket.

Hendelse	Brannalarm oppdager brann og varsler		Sprinklerkontrollert brann		Branncelle-begrensende konstruksjon + dør		Sannsynlighet	Scenario	Kritiske forhold for personsikkerhet i startbranncelle?	Kritiske forhold for personsikkerhet for andre personer?	Oppsummering for personer i startbranncellen		Oppsummering for personer i andre deler av bygget	
											Fungerer	Svikt	Fungerer	Svikt
Brann i klasserom	Fungerer	Fungerer	Fungerer		0,81	1	Nei	Nei	Fungerer	0,99	Fungerer	0,972		
			Svikt		0,072	2	Nei	Nei	Svikt	0,01	Svikt	0,028		
			Fungerer		0,018	3	Nei	Ja						
	Svikt	Svikt	Fungerer		0,09	4	Nei	Nei						
			Svikt		0,008	5	Ja	Ja						
			Svikt		0,002	6	Ja	Ja						
	Fungerer	0,9	Fungerer	0,9	Fungerer	0,8								
	Svikt	0,1	Svikt	0,1	Svikt	0,2	Sum	1						

Figur 45 - Hendelsestreanalyse for analysebyggverket.

9.2.4.1 *Konsekvens for referansebyggverket*

En brann i klasserom i plan 1 vil potensielt kunne sette hele bygget ut av spill. For referansebyggverket kan brann og røyk spre seg ut til korridor fra startbranncellen og videre til trapperom. Da er kritiske forhold oppstått for hele bygget. For referansebygget vil kritiske forhold oppstå dersom flere av barrierene blir brutt.

Scenario 1 er ikke kritisk da alle barrierer fungerer. Personene både i startbranncelle og i resten av bygget vil bli varslet og brannen vil ikke spre seg til andre deler av bygget før personer har evakuert da barrierene fungerer.

Scenario 2 er ikke kritisk ettersom flere av barrierene fungerer. Det er svikt i branncellebegrensende konstruksjon fra startbranncellen, men det vil ikke gi kritiske forhold da det antas at brannalarmanlegget varsler slik at personene har nok tid til å rømme både fra plan 1 og de andre planene.

Scenario 3 er ikke kritisk selv om flere av barrierene blir brutt. Dette blir likt som i scenario 2 foruten om at barriere til trapperom også er ute av spill. Det kan gi kritiske forhold for personer i de andre etasjene dersom det blir en rask brann- og røykspredning slik at trapperommene blir satt ut av spill.

Scenario 4 er kritisk for personsikkerheten. Her er det svikt i brannalarmanlegget og personene i bygget blir ikke varslet om brann. Dersom brannen får holde på lenge nok kan den spre seg til andre deler av byggverket og sette rømningsveier ut av spill.

Scenario 5 er kritisk for personsikkerheten. Her er det svikt i brannalarmanlegget og personene i bygget blir ikke varslet om brann. Brann og røyk kan dermed utvikle seg i startbranncellen og etter hvert kan spres til rømningsveier, og kritiske forhold for hele bygget er oppnådd.

Scenario 6 er kritisk for personsikkerheten. Her er det svikt i brannalarmanlegget og personene i bygget blir ikke varslet om brann. Brann og røyk kan dermed utvikle seg i startbranncellen og kan spres til rømningsveier, og kritiske forhold for hele bygget er oppnådd.

Sannsynligheten for kritiske forhold i referansebygget er 10 % for personer i startbranncellen og 13,6 % for personer i andre deler av bygget.

Personsikkerheten, materielle verdier og sikkerhet for rednings- og slokkemannskaper må vurderes.

Brann i klasserom vil mest sannsynlig arte seg som en mindre brann i starten med mulig videre utvikling til flammebrann. Dersom brannen får mulighet til å utvikle seg, vil varm røyk stige opp til taket og røykdetektorer kan detektere brannen og varsle personer i tidlig fase av en brann. Ettersom det ikke er installert slokkeanlegg i rommet, kan en brann kunne utvikle seg videre. Dersom dør til korridor er åpen på dette tidspunktet vil rømningsveien også settes ut av spill. Blokkert rømningskorridor medfører kritiske forhold for alle personer som har eneste rømningsvei til denne rømningskorridoren. Dersom trapperommets barrierer også svikter kan man risikerer at rømning blir vanskelig for alle i bygget.

Materielle verdier er ansett som ivaretatt da brannseksjoneringsareal er etter preaksepterte ytelser.

Sikkerhet for rednings- og slokkemannskaper anses også som ivaretatt. Det som kan ha betydning er muligheten for rask brannutvikling og til slutt overtenning som kan være utfordrende for slokkemannskapene.

9.2.4.2 *Konsekvens for analysebyggverket*

En brann i klasserom i plan 1 vil potensielt kunne sette hele bygget ut av spill. For analysebyggverket kan en brann i et klasserom spre seg ut til gangsonen og trapperom i plan 1, i tillegg kan brann og røyk spre seg til fellesområdet og gangsonen utenfor klasserommene i planene over. Brannen kan også spres mellom klasserommene ettersom det ikke er branncellebegrensende konstruksjoner mellom dem og til slutt til trapperommet. For analysebygget vil kritiske forhold oppstå dersom det blir svikt i både brannalarm- og sprinkleranlegget. Det er ansett som like kritisk for brann- og røykspredning til trapperom som ut til gangsoner og fellesområdet.

Scenario 1 er ikke kritisk da alle barrierer fungerer. Personene både i startbranncelle og i resten av bygget vil bli varslet og brannen vil bli kontrollert av sprinkleranlegget.

Scenario 2 er ikke kritisk da flere av barrierene fungerer. Det er svikt i sprinkleranlegget, men det vil ikke gi kritiske forhold da det antas at brannalarmanlegget varsler slik at personene har nok tid til å rømme både fra plan 1 og de andre etasjene.

Scenario 3 er ikke kritisk for personer i startbranncellen selv om flere av barrierene blir brutt. Dette blir likt som i scenario 2 foruten om branncellebegrensende konstruksjon fra startbranncellen er ute av spill. Det kan gi kritiske forhold for personer i de andre etasjene dersom det blir rask brann- og røykspredning slik at det forhindrer rømning i gangsonene og venstre trapperom.

Scenario 4 er ikke kritisk for personsikkerheten. Her er det svikt i brannalarmanlegget og personene i bygget blir ikke varslet om brann. Sprinkleranlegget fungerer og dermed vil brannen bli kontrollert slik at det ikke er til fare for personsikkerheten.

Scenario 5 er kritisk for personsikkerheten. Her er det svikt i brannalarmanlegget og personene i bygget blir ikke varslet om brann. I tillegg er det svikt i sprinkleranlegget og brann og røyk kan dermed fritt spre seg fra startbranncellen og etter hvert til rømningsveier, og kritiske forhold for hele bygget er oppnådd.

Scenario 6 er kritisk for personsikkerheten. Her er det svikt i brannalarmanlegget og personene i bygget blir ikke varslet om brann. I tillegg er det svikt i sprinkleranlegget og brann og røyk kan dermed utvikle seg og spre seg fra startbranncellen og etter hvert til rømningsveier, og kritiske forhold for hele bygget er oppnådd.

Sannsynligheten for kritiske forhold i analysebygget er 1 % for personer i startbranncellen og 2,8 % for personer i andre deler av bygget.

Personsikkerheten, materielle verdier og sikkerhet for rednings- og slokkemannskaper må vurderes.

Analysebyggverket har gode forutsetninger for å ivareta personsikkerhet ettersom det er installert automatisk sprinkleranlegg i bygget. Det har en høy pålitelighet og bidrar til at personer får en sikker rømningsvei, også sent i brannforløpet.

Materielle verdier anses som bedre ivaretatt enn ved referansebyggverket ettersom det er installert automatisk sprinkleranlegg i bygget. Det samme gjelder for rednings- og slokkemannskaper. Dersom sprinkleranlegget fungerer, vil ikke brannen få vokse og spre seg.

9.2.5 Valg av brannscenarioer til brannsimulering

Ved å ta vekk barrieren brannalarmanlegg som er like for begge byggverkene kan antall scenarier fra hendelsestreanalysen reduseres. Denne forenklingen er gjort fordi barrieren ikke har innvirkning på videre brannsimulering da den hovedsakelig går ut på nødvendig rømningstid, hvor brannsimulering gir svar på tilgjengelig rømningstid.

For skoler er det generelt enkle og gode rømningsforhold. Det er god opplæring med brannøvelser og alle er våkne i bygget. Det er valgt å ikke gå videre med rømningsanalyser ifm. nødvendig rømningstid. Dette basert på at det vil stort sett være like avstander og bredder for rømning, samme personantall og type personer. Det er også automatisk brannalarmanlegg i begge byggene. Det antas derfor at nødvendig rømningstid vil ha svært få forskjeller for de ulike byggene. Derfor fokuserer analysen på forskjellene i tilgjengelig rømningstid som vil være ulik grunnet av branncelleinndelingen.

Resultatene fra referansebyggverket viser at scenario 1 er likt som scenario 4, scenario 2 er likt som scenario 5 og scenario 3 er likt som scenario 6. Det gir 3 scenarier som er relevant for videre brannsimulering. Dette gjelder også for analysebyggverket, hvor scenario 1 er likt som scenario 4, scenario 2 er likt som scenario 5 og scenario 3 er likt som scenario 6.

Tabell 10 viser scenarioene som videre tas med for brannsimulering basert på resultatene fra hendelsestreanalysen ved brann i klasserom i plan 1.

Tabell 10 - Valg av scenarier til brannsimulering basert på hendelsestreanalysen.

Scenario	Forklaring	Sannsynlighet
Scenario 1 referansebyggverk	Brann i klasserom med fungerende barrierer	72 %
Scenario 2 referansebyggverk	Brann i klasserom med svikt i branncellebegrensende vegg og dør fra klasserom	14,4 %
Scenario 3 referansebyggverk	Brann i klasserom med svikt i alle barrierer	0,04 %
Scenario 1 analysebyggverk	Brann i klasserom med fungerende barrierer	81%
Scenario 2 analysebyggverk	Brann i klasserom med svikt i branncellebegrensende vegg og dør fra klasserom	1,8 %
Scenario 3 analysebyggverk	Brann i klasserom med svikt i alle barrierer	0,02 %

Scenario 3 for begge byggverkene er «worst case» scenario, men som også har lavest sannsynlighet for at skal skje. Grunnen til at dette scenarioet blir sett på er for å se hvilke forhold som kan skje ved svikt i alle barrierene samtidig, spesielt for analysebyggverket hvor sprinkleranlegget er kompenserende for den åpne branncellen. Dette er et sensitivitets scenario [9].

9.3 Brannsimulering

Som en del av risikovurderingen er det benyttet CFD modellering med FDS for å beregne tilgjengelige rømningstid og se hvilket sikkerhetsnivå fraviksløsningene i et analysebyggverk har sammenlignet med et preakseptert referansebyggverk. Simuleringene er gjort i Pyrosim versjon 2021.3.0901.

9.3.1 Oppløsning av grid

Se Vedlegg C: Gridanalyse for oppløsning av grid. Resultatet viser at løsningen er griduavhengig ved 30 cm.

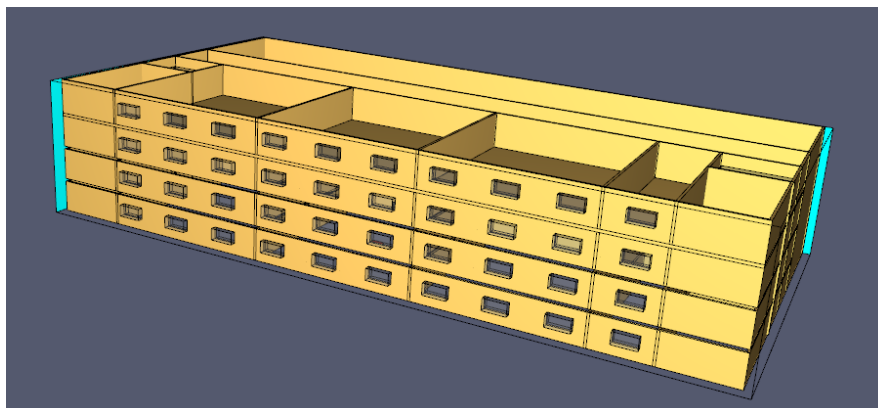
9.3.2 Inndata brannsimulering

Om ikke annet er angitt er standard innstillinger/verdier anvendt i beregningene i Pyrosim. Tabell 11 viser egenskapene til brannen og andre egenskaper som er anvendt i brannsimuleringene. Det er tatt utgangspunktet i en designbrann. Se Vedlegg E: FDS script for fullstendig script i FDS for begge byggverkene.

Tabell 11 - Inndata for brannkarakteristikker anvendt i CFD analysen.

Parameter	Verdi	Kommentar
Gridstørrelse	30x30x30 cm	Se Vedlegg C: Gridanalyse for oppløsning av grid.
Brensel	Polyurethane	Polyurethane er benyttet, dette vurderes som konservativt. Materialet har en del av de egenskapene som er angitt i BBRAD3 [22].
Maksimal branneffekt	5 MW	Maksimal branneffekt for skoler [22].
Maksimal branneffekt i bygg med svikt i sprinkleranlegget	2 MW	Maksimal branneffekt for skoler i bygg med sprinkleranlegg hvor sprinkleranlegget svikter [22].
Brannvekstrate	$\alpha=0,012 \text{ kW/s}^2$	Medium brannvekstrate [22].
Spesifikk branneffekt	500 kW/m ²	Noe konservativt, faglitteratur angir 250 kW/m ² for skoler med brannareal 20 m ² [17].
Forbrenningsvarme	16 MJ/kg	Verdi for skole [22].
Brannspredningsrate	0,00276 m/s	Hastigheten brannen sprer seg i for å nå maksimal branneffekt med angitt brannvekstrate. Se Vedlegg B: Brannspredningsrate for beregning.
Sotproduksjon	0,1 g/g	Produksjon av sot i gram per gram forbrent brensel [22].
Brannareal	10,24 m ²	Se Vedlegg A: Brannareal for beregning.
Brannareal med svikt i sprinkleranlegg	4 m ²	Se Vedlegg A: Brannareal for beregning.
Sotproduksjon ved svikt i sprinkleranlegg	0,06 g/g	Produksjon av soot i gram per gram forbrent brensel ved svikt i sprinkleranlegg [22].
Målepunkt	Isosurface og 2D slices	Isosurfaces måler sikt i høydene 3, 5 og 10 m og temperatur som måler 68°C. Lagt inn 2D slices som måler sikt og temperatur i senter av brannen i XY- og ZY-retning.

Figur 46 viser hvordan byggverket ser ut i Pyrosim. Det er lagt inn vinduer i hvert rom på 2 m², som er likt for referanse- og analysebyggverk. Brannplassering lik for byggene, men med ulikt areal.



Figur 46 - Byggverket i Pyrosim.

Tabell 12 viser inndata for modellering av sprinkler designbrann. Hvis ikke annet er angitt er de samme verdiene benyttet fra Tabell 11. Resultatet viser at sprinkleren ble utløst etter omtrent 235 sekunder og branneffekten var omtrent 650 kW. Se Vedlegg D: Sprinklerutløsning.

Tabell 12 - Inndata for tilpasning av sprinkler designbrann.

Parameter	Verdi		Kommentar
Sprinklerutløsningstemperatur	68 °C		Fareklasse OH1. Normale forhold temperert klima og standardrespons [30].
Sprinklerhoder	12 m ² dekning		Plassert fire hoder rundt brannen med lengst mulig avstand basert på 12 m ² dekning og 4 m mellom hvert hode.
Brannareal etter utløsning	1,2996 m ²		Se Vedlegg A: Brannareal for beregning.
Maksimal branneffekt ved sprinklerutløsning	650 kW		Tid ved utløsning var omtrent 235 s. Se Vedlegg D: Sprinklerutløsning.
Maksimal branneffekt etter sprinklerutløsning	217 kW		Maksimal branneffekt reduseres med 1/3 [22].
Ramp-up time etter utløsning uten tilpasninger	Tid [s]	Fraksjon	Fremgangsmåten fra BBRAD 3 [22].
	0	0	
	1	1	
	296	1	
	356	0,33	
	600	0,33	

Med inndataen fra tabellen blir ikke brannkurven helt identisk som den beregnede brannkurven fra litteraturen. Dermed må inndataen tilpasses slik at brannkurven blir mer korrekt. Det ble utført ni simuleringer for å gjøre denne tilpasningen. Resultatet ble ikke perfekt, som gir konservative resultater videre simuleringer. Tabell 13 viser hvilke parametere som ble tilpasset for sprinkler designbrannkurven.

Tabell 13 - Tilpasninger for sprinkler designbrannkurven.

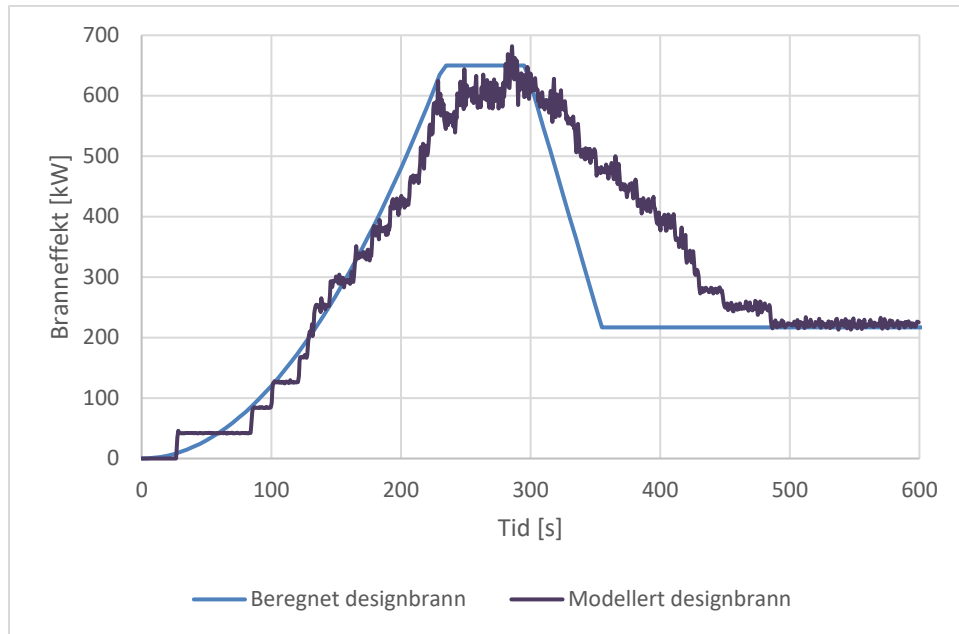
Parameter	Verdi		Kommentar
Tilpasset brannareal etter utløsning	1,34 m ²		Arealet ble tilpasset for å få verdier nærmere den beregnede brannkurven.
Ramp-up time etter utløsning med tilpasninger	Tid [s]	Fraksjon	Tilpasningene ble gjort for å få et resultat nærmere den beregnede designbrann kurven.
	0	0	
	1	1	
	205	1	
	206	0,33	
	600	0,33	

For å beregne en designbrannkurve er formel for designbrann brukt, og verdiene er vist i Tabell 14.

Tabell 14 - Inndata for beregnet designbrannkurve.

Parameter	Verdi	Kommentar
Brannvekstrate	$\alpha=0,012 \text{ kW/s}^2$	Medium brannvekstrate [22].
Maksimal branneffekt	650 kW	Maksimal branneffekt nådd ved sprinklerutløsning.
Tid	0-600 s	Med et tidsintervall på 5 sekund.

Figur 47 viser resultatet av den tilpassede brannkurven som er modellert i Pyrosim.



Figur 47 - Beregnet designbrann og modellert designbrann med sprinkleranlegg.

Som figuren viser, synker ikke branneffekten raskt nok og man får et gap på omtrent 150 sekunder mellom beregnet og modellert designbrann. Dette fører til konservative resultater videre i simuleringene.

9.3.3 Forutsetninger for simulering

Følgende forutsetninger, begrensninger eller forenklinger er lagt til grunn for brannsimuleringene:

- Alle konstruksjoner er lagt inn som inerte flater. Dette er vurdert som en konservativ tilnærming da man på en slik måte får et større varmetap til rundt liggende konstruksjoner eller andre rom enn man kunne forventet. Dette vil da medføre at røyken vil stige opp senere og dermed utfordre personsikkerheten raskere.
- Det er ikke tatt hensyn til innredning i etasjene, som innredning i fellesareal og undervisningsrom. Dette vil være likt for begge byggverkene.

I simuleringene er følgende akseptkriterier lagt til grunn basert på at disse ofte blir brutt først:

- Minst 10 m i 2,0 m høyde i rømningsveier og brannceller med areal > 100 m²
- Røykgasstemperatur: under 80 °C

Kriteriet for toksisitet ble ikke sett på da merknaden angir at så lenge sikten er over 5 m vil det ikke forekomme gasser i giftige konsentrasjoner i den korte tiden man rømmer. Siktkriteriet på 10 m vil i de fleste tilfeller bli brutt først og det er dermed ikke relevant å se på toksisitet. Varmestrålingskriteria blir vanligvis kun brukt dersom man skal rømme forbi et vindu, i andre tilfeller vil ikke disse kriterier bli brutt før de andre. Derfor blir heller ikke dette kriterier tatt med.

Det er valgt å simulere i 10 minutter for både referanse- og analysebyggverk. Dette skyldes at målet med simuleringene er å se når kritiske forhold for rømning oppstår og ikke når eksempelvis bæresystem bryter sammen som for øvrig er likt for begge byggverkene.

9.3.4 Resultater fra brannsimulering

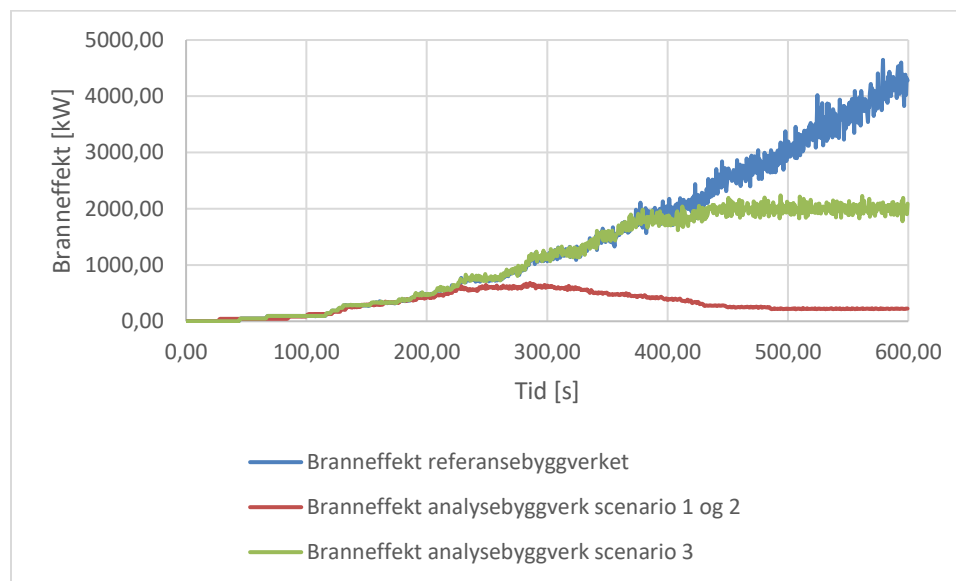
Her blir resultatene fra brannsimuleringen presentert. Tabell 15 viser den tilgjengelige rømningstiden angitt i sekunder for de ulike byggene og hvor i bygget. Det første akseptkriterie som ble brutt for alle scenarioene var at sikt skal være minst 10 m i 2,0 m høyde i rømningsveier og brannceller med areal >100 m².

Tabell 15 - Tilgjengelig rømningstid for de ulike byggverkene og scenarioene.

Hvor i bygget	Referansebyggverk			Analysebyggverk		
	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Startbranncelle	75	75	75	75	75	75
Rømningskorridor/gangsoner	-	220	220	-	430	420
Trapperom	-	-	380	-	-	>600
Fellesområdet ³	-	-	-	-	600	480

Som tabellen viser, blir den tilgjengelige rømningstiden lengre eller like lang for analysebyggverket i forhold til referansebyggverket.

Figur 48 viser branneffekten ved de ulike simuleringene.



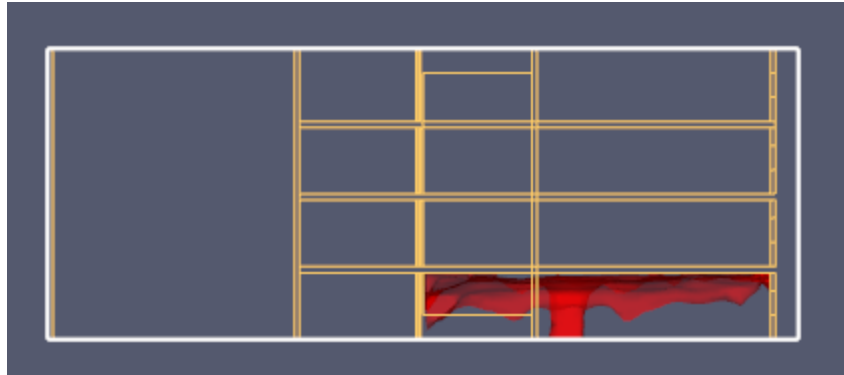
Figur 48 - Branneffekt ved de ulike simuleringene.

I delkapitlene under vises det med bilder når de ulike scenarioenes akseptkriterier blir brutt.

³ Brannen når aldri inn til fellesområdet i referansebyggverket

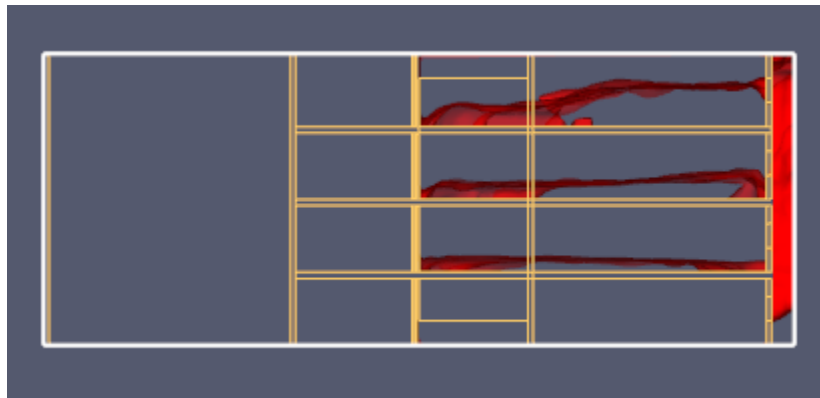
9.3.4.1 Scenario 1 referansebyggverk

Figur 49 viser at siktkriteriet på 10 m blir brutt ved omtrent 75 sekunder i startbranncellen.



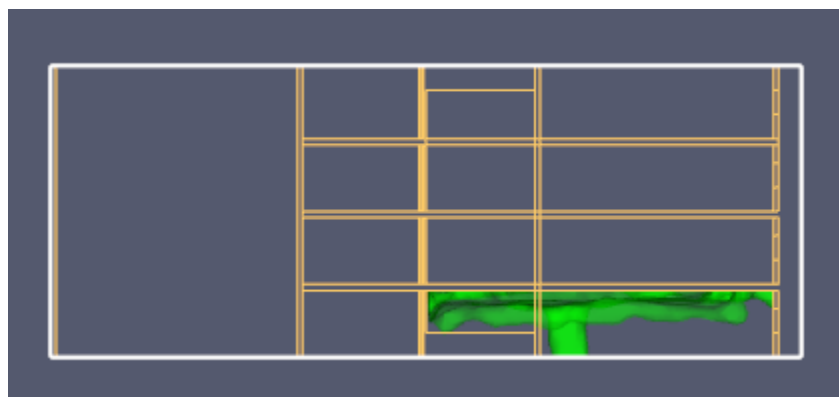
Figur 49 - Referansebyggverk scenario 1 etter 75 s.

Figur 50 viser at etter 600 s er siktkriteriet brutt for alle tre klasserommene over startbranncellen i de ulike etasjene.



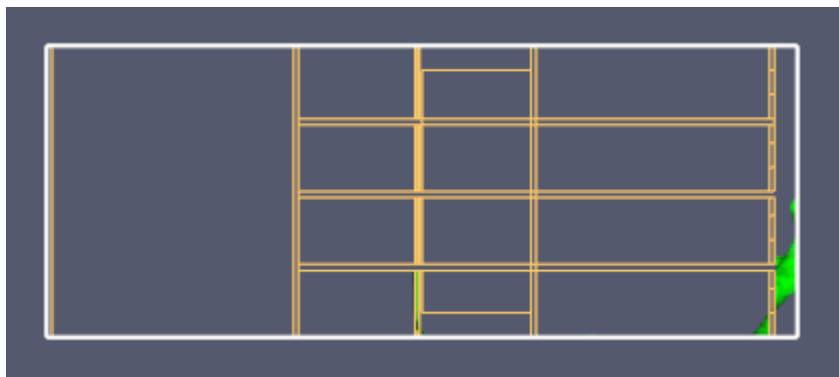
Figur 50 - Referansebyggverk scenario 1 etter 600 s.

Figur 51 viser at temperaturen i røyklaget er 80 °C etter 235 sekunder i startbranncellen.



Figur 51 - Referansebyggverk scenario 1 etter 235 s.

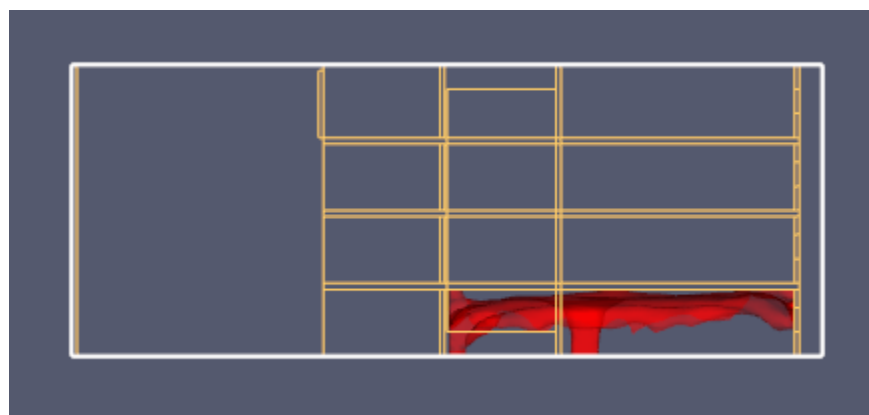
Figur 52 viser at etter 600 s er rommets røyklag er over 80 °C og røyklaget er sunket ned til bakkenivå og går ut vinduet.



Figur 52 - Referansebyggverk scenario 1 etter 600 s.

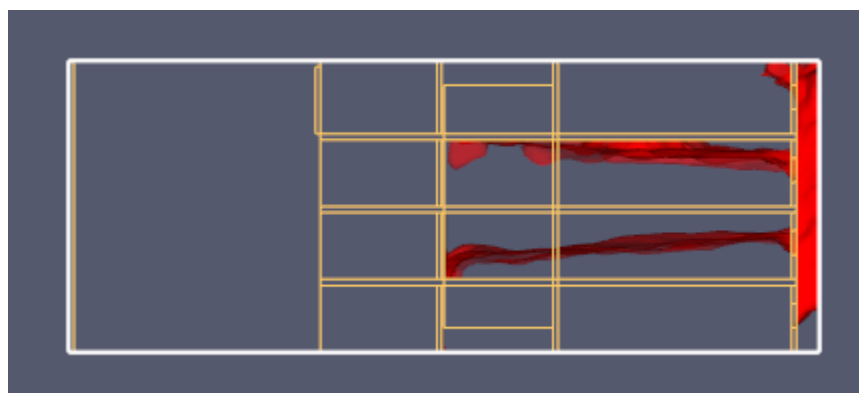
9.3.4.2 Scenario 1 analysebyggverk

Figur 53 viser at siktkriteriet på 10 m blir brutt ved omtrent 75 sekunder i startbranncellen.



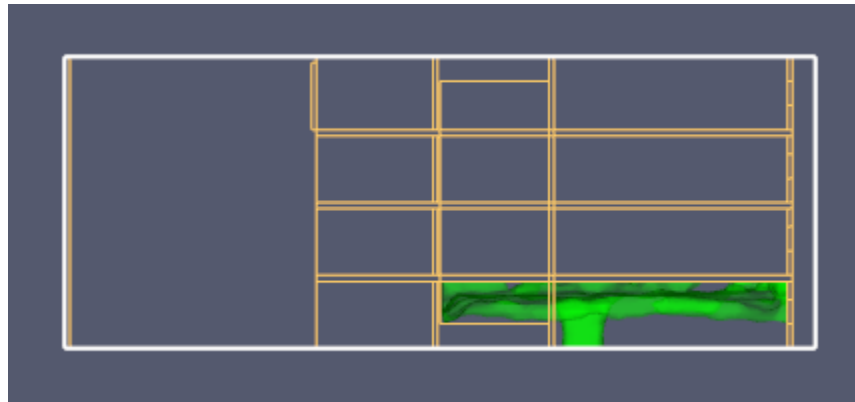
Figur 53 - Analysebyggverk scenario 1 etter 75 s.

Figur 54 viser at etter 600 s hvor sprinkleranlegget er blitt utløst har brannen har spredd seg ut av vinduene til de andre klasserommene over startbranncellen. Røyk gjør at sikten har blitt brutt for klasserom i andre etasje og delvis i tredje, mens i fjerde er det lite røyk etter 600 s.



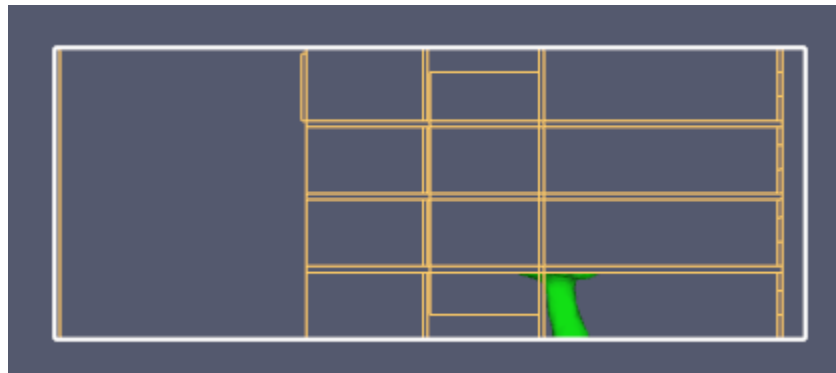
Figur 54 - Analysebyggverk scenario 1 etter 600 s.

Figur 55 viser at temperaturen i røyklaget er 80 °C etter 235 sekunder, dette er også omtrent når sprinkleranlegget ble utløst.



Figur 55 - Analysebyggverk scenario 1 etter 235 s.

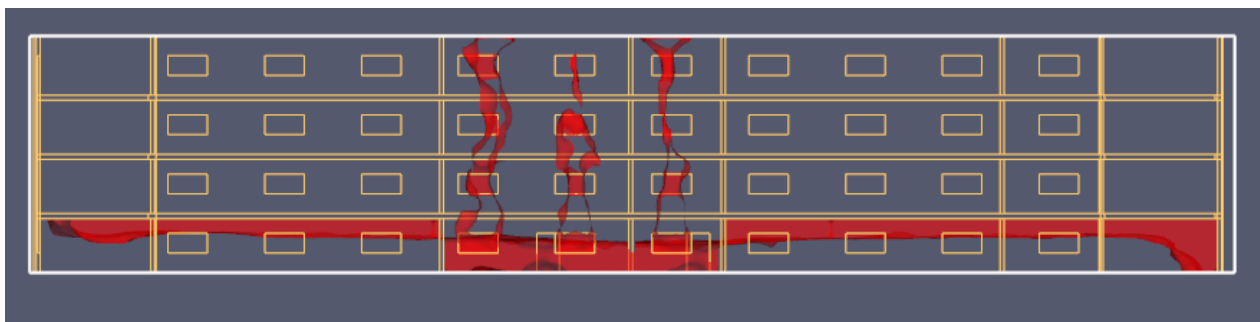
Figur 56 viser at etter 600 s er brannen under kontroll, og røyklaget har lav temperatur og man ser kun temperatur fra selve brann/røyksøylen.



Figur 56 - Analysebyggverk scenario 1 etter 600 s.

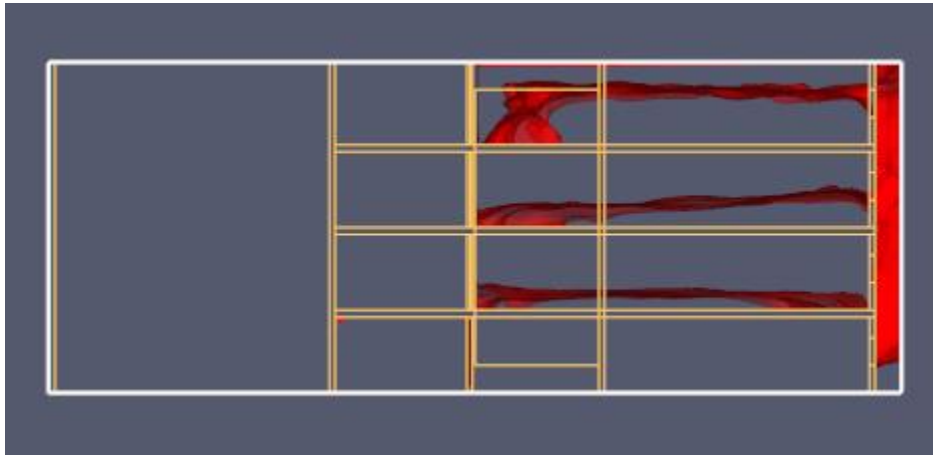
9.3.4.3 Scenario 2 referansebyggverk

Siktkriteriet på 10 m blir brutt ved omtrent 75 sekunder i startbranncellen i likhet som i scenario 1. Figur 57 viser at etter 220 s blir siktkriteriet på 10 m brutt i rømningskorridor.



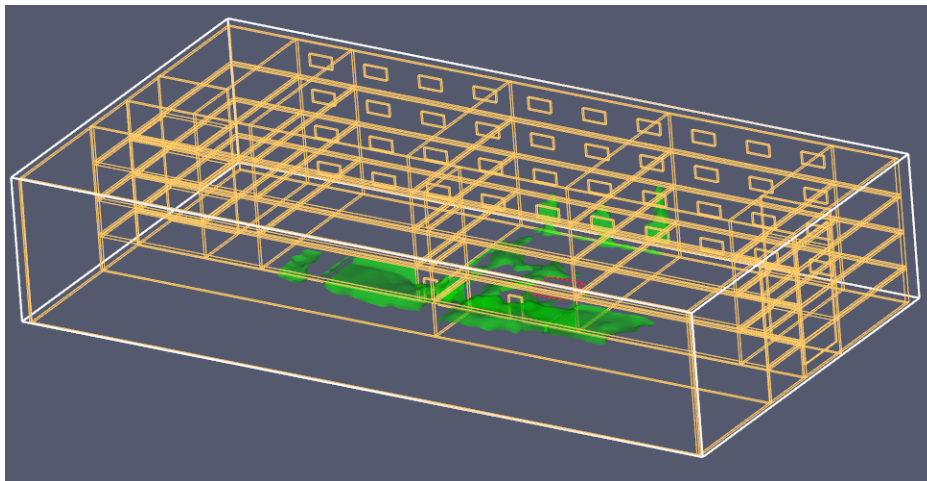
Figur 57 - Referansebyggverk scenario 2 etter 220 s.

Figur 58 viser at etter 600 s er referansebyggverkets rømningskorridor fylt med røyk. Brannen har spredd seg til de andre etasjene via vinduer og røyken gjør at siktkriteriet 10 m er brutt for disse rommene også.



Figur 58 - Referansebyggverk scenario 2 etter 600 s.

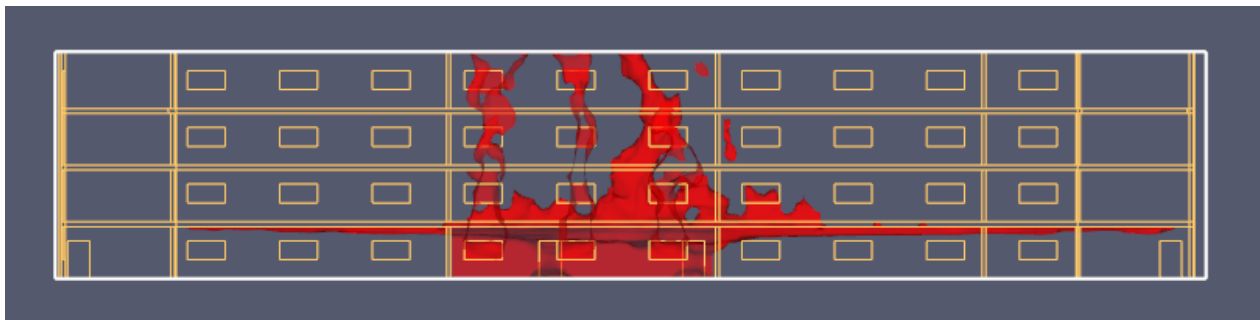
Temperaturkriteriet blir brutt for startbranncellen ved samme tidspunkt som i scenario 1, omtrent 235 s. Figur 59 viser at etter 525 s er temperaturen i røyklaget utenfor startbranncelle 80°C.



Figur 59 - Referansebyggverk scenario 2 etter 525 s.

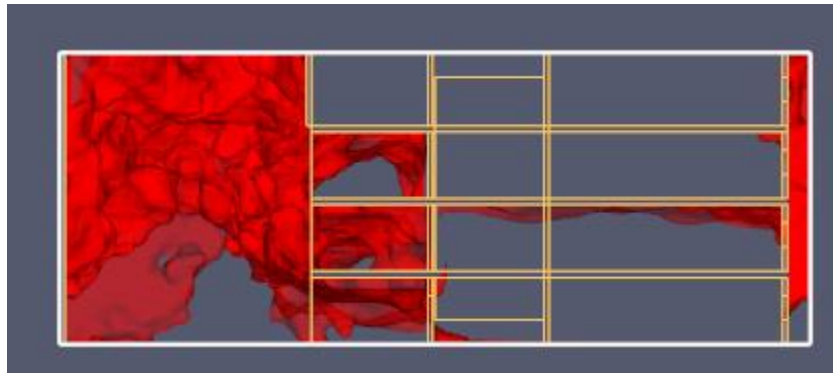
9.3.4.4 Scenario 2 analysebyggverk

Siktkriteriet på 10 m blir brutt ved omtrent 75 sekunder i startbranncellen i likhet med scenario 1. Figur 60 at etter 220 s har røyken spredd seg så vidt ut til gangsoner og fellesområdet.



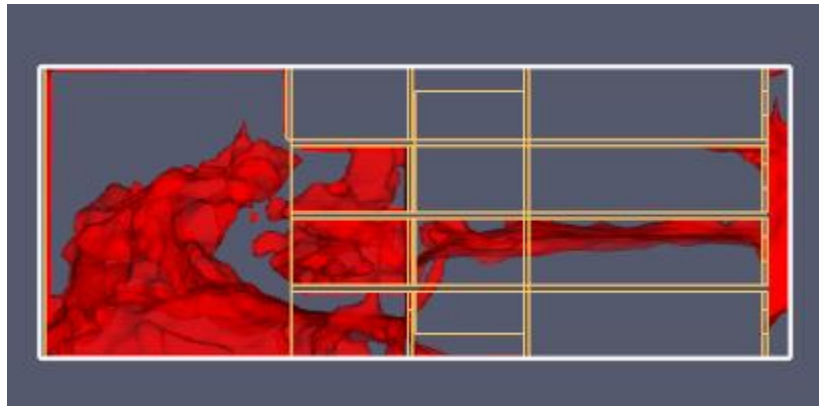
Figur 60 - Analysebyggverk scenario 2 etter 220 s.

Figur 61 viser at etter 430 s er gangsonen utenfor startbranncellen begynt å nå siktkriterie på 10 m.



Figur 61 - Analysebyggverk scenario 2 etter 430 s.

Figur 62 viser at etter 600 s er siktkriteriet på 10 m brutt for fellesområdet og for gangsonene utenfor klasserommene i plan 2 og 3. Røyken har spredd seg til klasserommet over startbranncellen i plan 2.

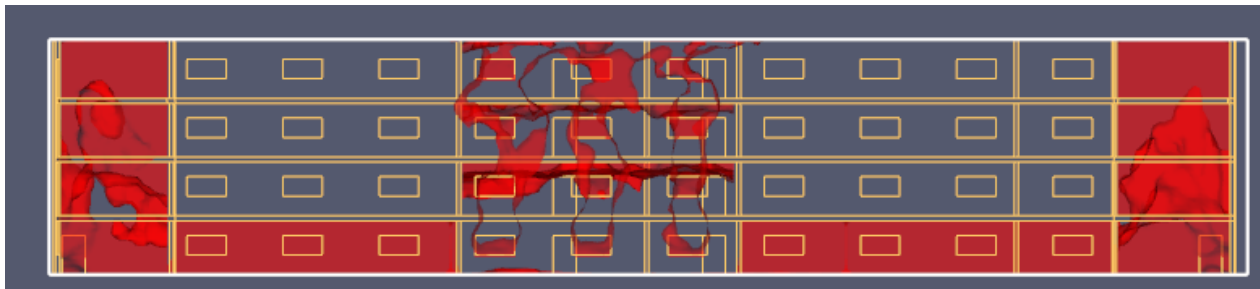


Figur 62 - Analysebyggverk scenario 2 etter 600 s.

Temperaturkriteriet er identisk som ved scenario 1 ettersom at sprinkleranlegget kontrollerer brannen.

9.3.4.5 Scenario 3 referansebyggverk

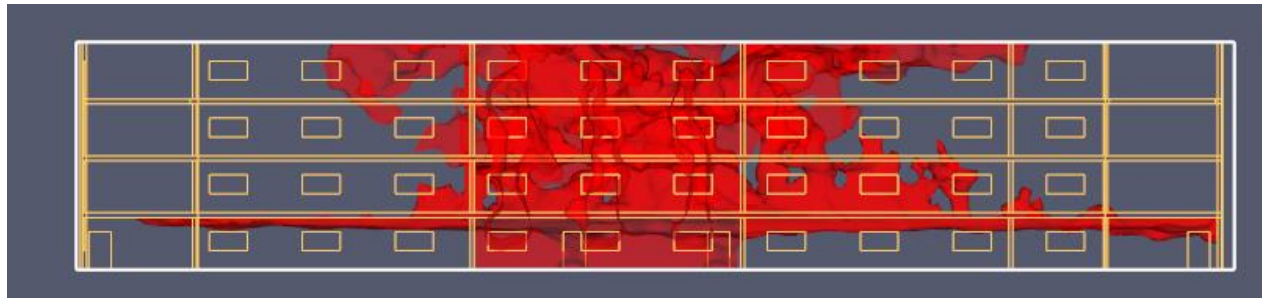
Siktkriteriet på 10 m blir brutt ved omtrent 75 sekunder i startbranncellen i likhet med både scenario 1 og 2. For rømningskorridoren blir den også brutt ved 220 s slik det blir i scenario 2. Figur 63 viser at trapperommet er fylt med røyk ved 380 s.



Figur 63 - Referansebyggverk scenario 3 etter 380 s.

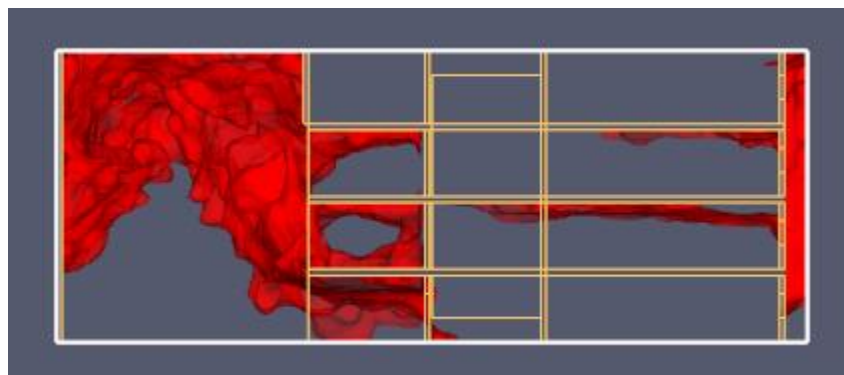
9.3.4.6 Scenario 3 analysebyggverk

Siktkriteriet på 10 m blir brutt ved omtrent 75 sekunder i startbranncellen i likhet med både scenario 1 og 2. Figur 64 viser at etter 380 s har ikke gangsonen utenfor startbranncelle sitt siktkriterie ved 10 m blitt brutt enda.



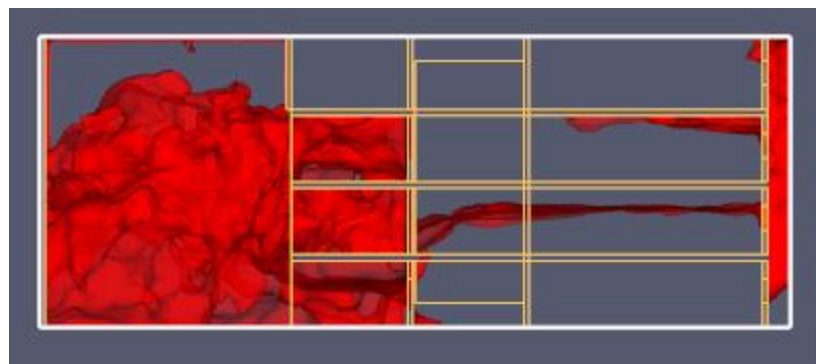
Figur 64 - Analysebyggverk scenario 3 etter 380 s.

Figur 65 viser at etter 420 s er gangsonen utenfor startbranncellen begynt å nå sikt kriterie på 10 m.



Figur 65 - Analysebyggverk scenario 3 etter 420 s.

Figur 66 viser at etter 480 s er siktkriteriet på 10 m brutt for fellesområdet og for gangsonene utenfor klasserommene i plan 2 og 3. Røyken har spredd seg til klasserommet over startbranncellen i plan 2.



Figur 66 - Analysebyggverket scenario 3 etter 480 s.

Temperaturkriteriet blir brutt samtidig i startbranncellen etter omtrent 235 s, men når aldri ut i gangsonen.

9.4 Oppsummering av resultater

Resultatene fra hendelsestreakanalysen viser at sannsynligheten for kritiske forhold i analysebyggverket er minst like lavt eller lavere enn referansebyggverket. Konsekvensanalysen viser at konsekvensene også er lavere for analysebyggverket enn for referansebyggverket. Totalt gir det en lavere risiko i analysebyggverket, basert på at det er installert automatisk sprinkleranlegg der.

Hendelsestreakanalysen viser at for referansebyggverket er sannsynligheten for kritiske forhold 10 % for personer i startbranncellen, og 13,6 % for personer i andre deler av bygget. For analyse byggverket er sannsynligheten for kritiske forhold 1 % for personer i startbranncellen, og 2,8 % for personer i andre deler av bygget.

Brannsimuleringene viser at den tilgjengelige rømningstiden er lengre eller minst like god i alle scenarier for analysebyggverket sammenlignet med referansebyggverket.

Sannsynligheten for kritiske forhold er lavere i et analysebyggverk med automatisk sprinkleranlegg sammenlignet med et uten. Det viser at det å ha en åpen branncelle eller forenklet branncelleinndeling ikke gir et lavere sikkerhetsnivå så lenge det er installert sprinkleranlegg. Hovedsakelig skyldes det den høye påliteligheten til sprinkleranlegget.

Resultatene fra brannsimuleringene viste at røyklaget raskt la seg i startbranncellen for begge byggverkene. I scenarioene hvor døren ut fra startbranncellen var åpen ble også korridoren fylt med røyk for referansebyggverket mens røyklaget la seg i toppen av den overbygde gården i analysebyggverket, før den mot slutten av simuleringen nærmet seg gulvet. I det siste scenarioet ble også trapperommet fylt med røyk i referansebygget mens røyklaget raskere fylte den overbygde gården med røyk i analysebyggverket. Sistnevnte skyldes at branneffekten her var mye høyere enn i de foregående scenariene og røyken spredde seg raskere.

Resultatene indikerer at en brann i et klasserom på en skole hvor det er åpne brannceller over flere plan ikke nødvendigvis har større sannsynlighet for at brann oppstår eller større konsekvens av brann, sammenlignet med en preakseptert skole. Knyttet til problemområdene fra statistikken hvor utvendige påsatte branner er flest i antallet og omfanget av en brann er størst ved loftsbranner, har ikke åpen branncelle over flere plan en direkte kobling til det.

Referansebyggverket med preaksepterte ytelser representerer sikkerhetsnivået iht. VTEK17, og analysebyggverket med fraviksløsninger kan basert på resultatene fra risikovurderingen ansees å ivareta kravene i TEK17.

10 Diskusjon

Resultatene som er funnet i oppgaven vil bli diskutert. Formålet med diskusjonen er å kunne komme med en tydelig konklusjon og svare på problemstillingen/hypotesen.

Det innebærer en evaluering av utviklingen av norsk regelverk og skoledesign. Dette blir gjort for å tydeliggjøre forskjeller og likheter, samt hvilke endringer som har skjedd i det norske regelverket gjennom årene, spesielt med tanke på anbefalinger til branncelleinndeling. I tillegg blir erfaring og statistikk fra tidligere branner sett i sammenheng med regelverket.

Det blir også gjort en evaluering for erfaringer og regelverk for de ulike landene. Dette er for å tydeliggjøre ulikheter og likheter i regelverk og brannstatistikk/erfaringer samt å se en sammenheng i regelverk og antall branner.

Som en del av diskusjonen blir analysebyggverket med fraviksløsninger og det preaksepterte bygget sett nærmere på, vurdert og sammenlignet. Dette blir gjort for å se på positive og negative aspekter ved de ulike løsningene, det totale sikkerhetsnivået og tydeliggjøre likheter og forskjeller.

10.1 Evaluering av utvikling av norsk regelverk og skoledesign

Resultatene fra både litteraturstudien og deler av forstudien har vist at utviklingen av anbefalingene i regelverket ikke samsvarer med hvordan moderne skoler designes. Regelverket og anbefalingene er tilpasset korridorskolen hvor hvert undervisningsrom er en egen branncelle med en rømningskorridor som forbinder alle klasserommene, ofte med trapperom i hver ende av korridoren. Dagens moderne skoler er det fokus på mer åpenhet, strengere krav til materialbruk, lite bruk av energi og BREEAM-NOR sertifisering. For å designe slike skoler er en nødt til å fravike fra de preaksepterte ytelsene. Brannkonseptene og samtaler med fagfolk viste at det ofte er de samme fraviksløsningene som går igjen. Det kan knyttes til at det er slik moderne skoler skal designes. Dette gir en god indikasjon på at regelverket og anbefalingene ikke henger med på utviklingen av skoledesign.

Som et resultat av hvordan skoledesign er i dag, blir det alltid benyttet fraviksløsninger. Det har vist seg at skoler i dag bygges med blant annet åpen branncelle over flere plan, trapperom med Tr 1 løsning og forenklet branncelleinndeling. Regelverket anbefaler trapperom med Tr 2 løsning og at hvert klasserom skal være egen branncelle og det tillates ikke åpen branncelle over flere plan for skoler i RKL 3. Som kompensierende tiltak blir det tilsynelatende alltid brukt automatisk sprinkleranlegg. Dette er i utgangspunktet ikke et krav på skoler etter dagens regler og anbefalinger i Norge.

Gjennomgangen av det norske regelverket og anbefalinger gjennom årene viser få forandringer for skoler. Den største forandringen generelt, var når man gikk fra ytelsesbasert regelverk til funksjonsbasert regelverk. Dette gjorde at man åpnet for alternative løsninger som kan ha bidratt til at skoledesignen har kunnet utviklet seg. Anbefalingen om branncelleinndeling for skoler har vært tilnærmet uendret i minst 50 år, mens skoledesign har endret seg mye, spesielt de siste 10-20 årene. Regelverk og utvikling av skoledesign kan knyttes sammen. Selv om de preaksepterte ytelsene i hovedsak er ment for de gamle korridorskolenes er det likevel mulig å designe åpne moderne skoler slik det blir gjort i dag. Dette krever mer arbeid, men kan i mange tilfeller gi et høyere sikkerhetsnivå for skoler da man dokumenterer brannsikkerheten analytisk, som er positivt om det gjøres korrekt.

I veiledningen til TEK97, 4. utgave, er det preakseptert med åpne brannceller over flere plan for RKL 3 bygg i likhet med de andre risikoklassene. Det antas at dette er en feil da det ikke var tillatt i utgavene før eller i TEK10 som overtok for TEK97. Det er ikke gjort funn som tilsier at det har vært en preakseptert ytelse for RKL 3 bygg med åpne brannceller over flere plan.

For andre risikoklasser hvor det er tillatt med åpen branncelle over flere plan, kreves det automatisk sprinkleranlegg ved samlet bruttoareal større enn 800 m². Som nevnt er automatisk sprinkleranlegg ofte brukt som kompensierende tiltak for dokumentasjon av åpen branncelle over flere plan for skoler. Det norske regelverket med anbefalinger åpner opp for bruk av andre typer slokkeanlegg dersom det kan dokumenteres at det gir tilsvarende eller bedre sikkerhet til å hindre, begrense eller kontrollere en brann der den oppstår. Denne oppgaven har kun sett på automatisk sprinkleranlegg. For å benytte andre slokkeanlegg på skoler med åpne brannceller over flere plan bør dette forholdet dokumenteres i likhet med det VTEK17 angir.

Etter dagens regelverk og anbefalinger skilles det ikke mellom ulike alderstrinn på skoler. Det vil si at de samme ytelsene gjelder for en grunnskole som for en høyskole. Det som skiller kravene, er antall etasjer og hva skolen inneholder. Det vil eksempelvis være forskjellige ytelser for en kantine, et forsamlingslokale og et klasserom. Men et klasserom vil ha samme krav til seg uansett om det er barn eller voksne rommet er ment for [7]. Når man prosjekterer en skole vil ytelsene etter veiledningen til TEK17 være lik for en barne- og høyskole. Dersom man prosjekterer de ulike skolene med fravik vurderes analysen ofte ulikt med tanke på bruken og personene ved skolen. Det vil si at den samme analysen med løsninger som brukes for en høyskole kan ikke overføres til en barneskole og motsatt.

Det norske regelverket er som nevnt stort sett basert på erfaringer fra tidligere branner. Statistikken viser at det er i gjennomsnitt nesten 100 branner hvert år ved skoler [53]. Antall branner har ikke endret seg stort de siste 20 årene, men man ser en nedadgående trend. Siden 1986 har det ikke blitt rapportert om dødsbranner på skoler, kun 26 tilfeller med personskader [51]. Dette kan skyldes at man alltid er våkne på skoler og har gode rutiner for brannøvelser. Det er lite som tilsier at brannprosjekteringen har direkte skyld i at tallene er så lave. Men det indikerer at det ikke har en negativ effekt å ha fraviksløsninger sammenlignet med en preakseptert skole. Det kan også bety at det er på tide med endring i regelverket og anbefalinger slik at det følger utviklingen av skoledesign, da sikkerhetsnivået for dagens skoler er på bakgrunn av statistikk er minst like bra som de eldre preaksepterte korridorskolene.

Caledonien-brannen ga et godt grunnlag for å gi strengere anbefaling til åpenhet i regelverket for hoteller. Ved å ha åpen forbindelse viste det seg at det ga rask brannutvikling og spredning til større deler av byggverket. Dette måtte kompenseres for ved å installere automatisk slokkeanlegg i tilfeller hvor arealet med åpen forbindelse ble for stort [46]. Det er ikke funnet erfaringer eller statistikk tilsvarende Caledonien-brannen for skoler. Det indikerer at skoler i RKL 3, i likhet med flere andre RKL, også kan ha åpen branncelle over flere plan for store arealer med automatisk sprinkleranlegg som kompensierende tiltak.

Brannstatistikken fra Norge viser at elektrisk årsak er den nest høyeste årsaken som leder til brann ved skoler [51]. Det bør gjøres en større vurdering om antall brannhendelser og hvilke årsaker kan knyttes til eldre skoler eller om de er uavhengig av hverandre. Et viktig moment når det kommer til de eldre skolene er at disse kan ha utdatert utstyr. Dette kan være det elektriske anlegget eller annet teknisk utstyr som kan føre til at risikoen for brann er høyere ved eldre skoler enn ved nyere. Det kan godt tenkes at dersom en ny skole står i eksempelvis 30 år vil denne også ha større risiko for brann da utstyret er utdatert. Det kan forenkles ved å si at sannsynligheten for brann i en ny skole er lik som for en gammel. Det fører til konservative resultater, som kan bety at sikkerhetsnivået for en ny skole er høyere enn antatt.

Brannstatistikken viser at det er påsatte branner med arnestede utvendige som er problemområdet for skoler i Norge [51]. Problemområdet sett i sammenheng med antall skadde kan indikere at det ikke påvirker personsikkerheten på skoler. Brannkonseptene viser at det tilsynelatende alltid installeres automatisk sprinkleranlegg på moderne skoler, ofte er det benyttet som et kompensierende tiltak for fraviksløsningene. Automatisk sprinkleranlegg har høy pålitelighet og kan være en stor bidragsyter til at man ikke har hatt dødsbranner ved skoler i nyere tid.

Statistikken viser også at de fleste brannene skjer i tidsrommet hvor skolen er åpen og det er personer til stede som kan oppdage brannen [51]. Dersom det ikke er personer til stede finnes det tiltak som kan detektere utvendige branner tidligere som varmedetekterende kabel eller kameraer. Dette gjør at det vil være mulig å oppdage utvendige branner raskere, men det gjør ikke at de blir slokket. Automatisk sprinkleranlegg gir i mange tilfeller god verdisikring av bygg og i det tilfelle hvor det ikke er personer til stede kan det hindre bygget i å brenne opp.

Brannstatistikk fra Norge viser flertallet av skolene som brenner er grunnskoler, som det også er klart flest antall skoler av i Norge [11]. Dette kan sees i sammenheng med problemområdet påsatt brann. Det kan tilsynelatende se ut som at det ikke er like stort problem med skolebranner for videregående- og høyskoler. Det kan indikere at det burde være strengere krav ved grunnskoler sammenlignet med videregående skoler og høyskoler. De to sistnevnte kan på mange områder kan sammenlignes med kontorbygg i RKL 2. Å skille grunnskoler mot videregående skoler og høyskoler er noe som burde sees nærmere på. Dersom man forsvarlig kunne satt de to sistnevnte i risikoklasse 2, ville det åpnet opp for lettelsener for disse type skolene. Det bør likevel vurderes om det skulle vært tillatt preakseptert med åpen branncelle over flere plan for skoler allerede i dag for å enklere kunne skape et godt læringsmiljø.

De prosjekterte løsningene for skoler gir en indikasjon på hva utfordringene med prosjektering en brannrådgiver har i dag. Det skal benyttes mer åpenhet og her knyttes det utfordringer til rømning, spesielt tilgjengelig rømningstid. Ved å ha åpne brannceller over flere plan aksepterer man raskere røyk- og brannspredning over flere etasjer som er med på å påvirke personsikkerheten i bygget. Verdisikkerheten i bygget blir i det tilfellet påvirket i den grad at man aksepterer at brann og røyk spres til større områder og til flere etasjer, sammenlignet med en skole som ikke har åpenhet over flere plan. Derfor kompenserer man ofte med automatisk sprinkleranlegg slik at både personsikkerhet og verdisikkerhet blir ivaretatt.

Basert på erfaringer, funn fra regelverk og utvikling av skoledesign indikerer dette at åpen branncelle over flere plan kunne vært preakseptert for skoler i RKL 3. Det finnes ingen branner ved skoler som har ført til at regelverket ikke har anbefaling om åpne brannceller over flere plan og erfaringer viser få personskader og null dødsfall. Åpen branncelle over flere plan er en vanlig løsning for moderne skoler. For å skape et bedre læringsmiljø på skoler bør regelverket og anbefalingene gi lettelsener for å følge med på utviklingen av moderne skoledesign samtidig som brannsikkerheten ivaretas.

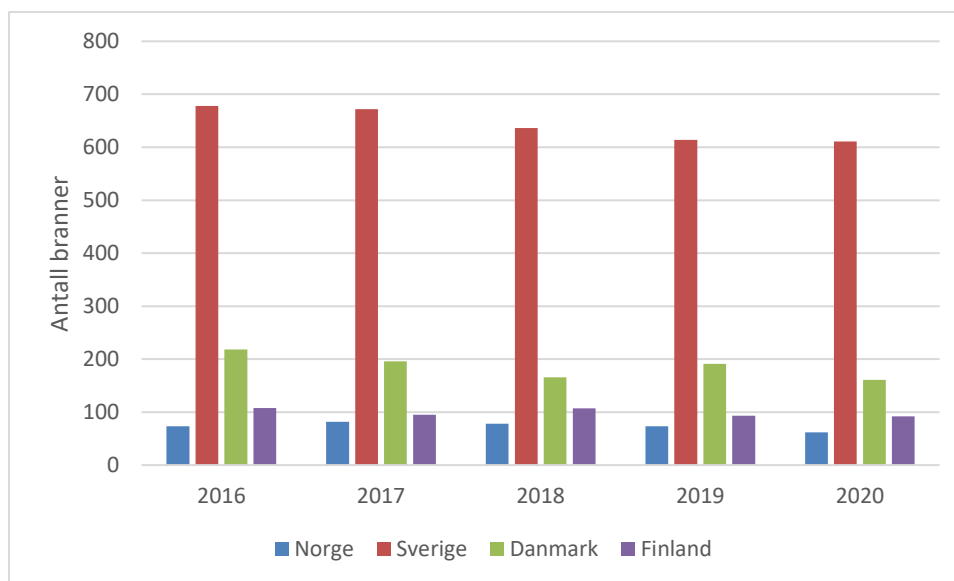
10.2 Evaluering av erfaringer og regelverk fra ulike land

Sammenlignet med det norske regelverket med anbefalinger, tillater de andre landene variert åpenhet mellom etasjer i en branncelle uten å gjøre ytterligere analyser. I Sverige er kravet for skoler også mildere med tanke på arealbegrensing, sammenlignet med hva som er tillatt for andre RKL i Norge. I Danmark er kravet strengere med tanke på antall etasjer, men angir ingen arealbegrensing dersom det bare er to etasjer som er åpne. I Finland kan det ut fra funnene se ut som store åpne arealer er tillatt dersom det ikke overstiger en gitt høyde.

Det kan være mange faktorer som spiller inn på hvorfor det er tillatt med åpne brannceller over flere plan for andre land enn i Norge. Uten å se tilbake på tidligere regelverk i de andre landene er det vanskelig å si om det har vært store endringer som har ført til at det er tillatt, eller om det alltid har vært tillatt. Det kan også være erfaringer fra tidligere branner som har ført til at det er tillatt for de andre landene eller så er løsningen så anerkjent i bransjen at regelverket har blitt endret. I Norge er det ingen funn fra erfaringer eller statistikk som tilsier at det ikke burde vært tillatt preakseptert med åpen branncelle over flere plan.

I både Sverige og Danmark aksepteres åpen branncelle inntil to plan uten ytterligere tiltak. For å kunne akseptere tilsvarende ytelse for usprinklede arealer over flere plan inntil 800 m² som gjøres for andre RKL i Norge, må det gjøres ytterligere vurderinger. Brannsimuleringene i denne oppgaven er basert på et areal større enn 800 m².

Brannstatistikken for de ulike landene kan vise sammenhengen i antall branner, regler og anbefalinger. Figur 67 viser en sammenligning av antall skolebranner i Norge, Sverige, Danmark og Finland fra 2016-2020 [53] [54] [55] [57]. Statistikkgrunlaget var veldig ulikt for de ulike landene, derfor blir sammenligningen videre hovedsakelig mellom Norge og Sverige da det er disse som er mest detaljert.



Figur 67 - Sammenligning av antall skolebranner i de ulike landene fra 2016-2020 [53] [54] [55] [57].

Sverige har flest antall skolebranner. Sverige har det største folketallet og det kan tenkes at de også har flest elever og skoler sammenlignet med de andre landene. Denne fordelingen kunne sette annerledes ut dersom antall skoler i de ulike landene også hadde blitt sett på. Slik det ser ut nå har Norge sammenlignet med de andre landene færrest antall branner som kan indikere at skolebranner ikke er et så utbredt problem i forhold til andre land. Det kan være faktorer som spiller inn i tillegg til antall skoler i landet som befolkningsstørrelse, generell byggeskikk og brannsikkerhet generelt.

Sverige har store problemer med skolebranner sett i sammenheng med de andre landene, hvor spesielt påsatte branner utgjør et stort problem [54]. I Norge utgjør påsatte branner en stor andel av antall branner, men ligger fortsatt langt under i antall branner [51]. I Sverige har man tatt grep rundt denne problemstillingen og i 2013 ble en rapport gitt ut med anbefalte tiltak for å redusere antall påsatte skolebranner. Det innebar at man fikk bedre kontroll på skolens arealer i form av kameraovervåkning og vernerunder [58]. Dette er tiltak som også kunne fungert i Norge for å få ned antall påsatte skolebranner. Først burde man gjøre en tilsvarende gjennomgang for å se hva som gjør at antall påsatte branner er så stort, slik at antallet kan reduseres. Kameraovervåkning er generelt vanskelig å få til med tanke på personvern, men å ha lærere eller annet personell som går runder på områder hvor man har sett at påsatte branner er et problem kan være med å redusere antall skolebranner.

I Norge er flertallet av arnested utvendig med grunnskoler hvor flest antall branner forekommer [51]. For Dersom man ser bort fra «øvrig» kategorien i Sverige er det toalett som er høyest mens utenfor bygningen er fjerde høyest. Dette har sammenheng med problemområdet, som er påsatt brann i Sverige. Flertall av brannene skjer i åpningstidene til skolen, og det kan tenkes at elever gjemmer seg på toaletter hvor de ikke er under oppsyn og tenner på søppelspann eller lignende. I likhet med Sverige skjer også flertallet av brannene innenfor skolens åpningstider i Norge [51].

Basert på funn i andres lands regelverk, anbefalinger og brannstatistikk fra Norge kan det tenkes at åpen branncelle over flere plan kunne vært preakseptert i Norge. I Sverige har man store problemer med innvendige påsatte branner hvor utfallet ved å ha en åpen branncelle over flere plan er mye større sammenlignet med en utvendig brann. Utfra regelverket og anbefalinger stilles det ikke krav til automatisk sprinkleranlegg for skoler i andre land, selv med åpenhet. Det indikerer at Norske moderne skoler som er sprinklet har et høyere sikkerhetsnivå, både basert på antall branner og hvor problemområdene er.

Det bør likevel gjøres et dypdykk i utenlandsk regelverket, byggeskikk og tilsvarende faktorer for å se på hvorfor det tillattes med åpenhet i andre land sammenlignet med Norge. Basert på funnene i denne oppgaven er det tilsynelatende fornuftig å ha åpne brannceller over flere plan preakseptert også i Norge.

10.3 Evaluering av komparativ vurdering

Fra brannkonsepter og samtaler med ulike rådgivere kommer det frem at ulike fraviksløsninger kan dokumenteres på forskjellige måter. Det vil si at bransjen ikke er helt samstemt med hvordan ulike fravik skal dokumenteres. Dette kan føre til usikkerhet. Det bidrar også til ulike prosjektere løsninger, med forskjellige kompenserende tiltak. Når man benytter preaksepterte ytelse, har man etter regelverket et brannsikkert bygg. Men analyser kan vise at det finnes andre løsninger som er like gode, eller bedre. I noen tilfeller vil analyser gi et mer brannsikkert bygg da man ser på samlet sikkerhetsnivå fraviksløsningen gir opp mot et eller flere kompenserende tiltak. Dette er likevel avhengig av at man dokumenterer løsninger på korrekt og godkjent måte.

Brannklasser sier noe om konsekvensen ved brann. I BKL 1 og 2 er denne liten eller middels, mens ved BKL 3 og 4 er den stor og særlig stor. Resultatene i denne oppgaven er basert på prosjektering i BKL 1 og 2. Per nå bør det gjøres ytterligere vurderinger og analyser for skoler i BKL 3 og 4. Dette er ofte mer komplekse bygg med flere fraviksløsninger som kan påvirke utfallet. Det har vist seg fra risikovurderingen, samtaler med fagfolk og brannkonsepter at å basere seg på NS 3901 [9] ved fraviksløsningen åpen branncelle over flere plan for skoler i RKL 3, inntil 4 etasjer, er en egnet metode for dokumentasjon. Dette indikerer også at det er en god måte å gjøre det på for tilsvarende skoler med flere etasjer i hhv. BKL 3 og 4. Det bør gjøres ytterligere vurderinger før det avgjøres om åpen branncelle over flere plan skal være en preakseptert ytelse også i BKL 3.

Resultatene fra risikovurderingen viser at analysebyggverket med tilhørende fravik har minst like godt sikkerhetsnivå som det preaksepterte referansebyggverket. Dette er både vist med en hendelsestreakanalyse som angir lavere sannsynlighet for at kritiske forhold oppstår og ved brannsimuleringer som gir en lengre tilgjengelig rømningstid for analysebyggverket. Dette viser at disse fraviksløsningene, med kompenserende tiltak, har et høyere sikkerhetsnivå enn de preaksepterte ytelsene som fravikes. Det kan bety at det er bedre å gjøre fraviksløsninger med dokumentasjon fordi man i mange tilfeller får bedre løsninger enn det som er angitt i de preaksepterte ytelsene. Det åpner opp for ny design samtidig som brannsikkerheten er ivaretatt. Løsningene er spesialtilpasset til bygget og dokumenteres særskilt i hvert tilfelle, hvor veiledningen angir generelle løsninger. Fraviksløsninger er målrettet mot brannfarene i bygget og man dokumenterer at disse blir ivaretatt i hvert tilfelle.

Ved dokumentasjon av fravik bruker man vanligvis et utvalg av datagrunnlag, ulike analysemodeller og til slutt vurderinger for å vise at fraviksløsningen er minst like god som preakseptert. Tidligere er det nevnt at regelverket i stor grad er bygget på erfaringer fra tidligere branner, mens dokumentasjon tar for seg de utvalgte fraviksløsningene og bruker analyser for å dokumentere at de er gode nok. Funn fra oppgaven har vist at det ikke alltid gir et godt nok grunnlag til å bruke erfaringer fra tidligere branner og dermed kan dokumentasjon av ytelsen ofte være en bedre metode. Der hvor de preaksepterte ytelsene ofte er generelle, åpner fraviksløsninger opp for mer spesifikke ytelser som kan kombineres med andre løsninger. I mange tilfeller viser det seg også at løsningen er bedre enn den preaksepterte, med kompenserende tiltak.

På bakgrunn av dette burde det gjennomføres en fullstendig utredning som tar for seg ofte brukte fraviksløsninger ved skoler, ikke bare åpen branncelle over flere plan, for å se om erfaring fra tidligere branner gir godt nok grunnlag for å beholde ytelsen den fraviker fra. Det viste seg fra brannkonsepter at 70 % benytter seg av åpen branncelle over flere plan. Forenklet branncelleinndeling og trapperom Tr 1 er også vanlige fraviksløsninger for skoler. Det bør gjøres vurderinger om disse også kunne vært preakseptert basert på samme fremgangsmåte denne oppgaven har brukt.

Dersom man åpner for at skoler i RKL 3 kan ha åpen branncelle over flere plan med automatisk sprinkler anlegg som kompenserende tiltak, vil det si at man ikke kan benytte automatisk sprinkleranlegg som et kompenserende tiltak i dokumentasjon av andre fravik. Det har vist seg at dette er et tiltak som i de fleste tilfellene blir benyttet. Det kan føre til at i noen tilfeller vil det være mer krevende å dokumentere fraviksløsningene ved hjelp av eksempelvis en komparativ analyse iht. NS 3901 [9]. I dag når man utfører en komparativ analyse vil analysebyggverket ofte ha automatisk sprinkleranlegg og referansebyggverket vil ikke ha det. Det utgjør i mange tilfeller en stor fordel for analysebyggverket grunnet den høye påliteligheten til sprinkleranlegget.

Dersom denne endringen skjer og man har åpen branncelle over flere plan i begge byggverkene, vil det i den komparative analysen være automatisk sprinkleranlegg i både analyse- og referansebyggverket og man må finne andre kompenserende tiltak som utgjør forskjellen automatisk sprinkleranlegget vanligvis gir. Dette kan være bedre større rømningsbredder, kortere rømningsavstander, talevarsling og røykventilasjon.

På en annen side kan det være naturlig med andre lettelser for skoler i RKL 3 dersom man krever automatisk sprinkleranlegg i skoler, slik det gjøres for andre RKL. Det kan bidra til færre fraviksløsninger som enklere kan dokumenteres. Dette er noe som bør vurderes nærmere.

Resultatene fra brannsimuleringen viser at forskjellen mellom den tilgjengelige rømningstiden for analyse- og referansebyggverket er liten. Inndataverdien for begge byggverkene er lik nesten helt frem til 240 sekunder. Etter dette blir sprinklerhodet utløst og branneffekten reduseres for analysebyggverket. Man ser likevel ikke en markant forskjell i tilgjengelig rømningstid, men den er lengre for analysebyggverket. Dette kan være grunnet inndataen for forholdene som er ulik i byggverkene. Inndataen for sprinkleranlegg for analysebyggverket er konservativ. Brannkurven er tilpasset slik at den er mer reell, men ble fortsatt ikke helt korrekt. I virkeligheten ville branneffekten raskere blitt redusert. Dette leder til at resultatene blir konservative. Dette er et forhold som er ulikt for byggverkene, men resultatet viser bare at selv med konservative verdier vil analysebyggverket samlet sett ha et høyere sikkerhetsnivå sammenlignet med referansebyggverket.

Røykventilasjon er også et mye brukt tiltak i åpne brannceller over flere plan. Det vil ha en positiv effekt i simuleringene da røyken i den overbygde gården blir ventileret ut av bygget, som kan gi en lengre tilgjengelig rømningstid. Dette kan også åpne opp for rømning via gården i det øverste planet, dersom røyken kan ventileres ut slik at røyklaget ikke bryter akseptkriteriene. Dette er noe som burde undersøkes nærmere. Denne oppgaven har kun tatt for seg automatisk sprinkleranlegg som fører til veldig konservative resultater.

Kombinasjonen av automatisk sprinkleranlegg og røykventilasjon har vist seg å ikke alltid være en god løsning. Sprinkleranlegget kan kjøle ned brann- og røykgasser slik at mekanisk røykventilasjon blir nødvendig istedenfor å benytte seg av termisk røykventilasjon. Det kan også ha motsatt effekt ved at mekanisk røykventilasjon kjøler ned temperaturen ved å ventilere ut brann og røyk slik at sprinkleranlegget ikke utløses raskt nok. Derfor må den mekaniske røykventilasjonen kunne styres manuelt [29]. Disse kombinasjonene er noe som bør undersøkes nærmere ved valg av røykventilasjon sammen med automatisk sprinkleranlegg.

Ved å ha åpen branncelle over flere plan uten kompenserende tiltak kan det påvirke personsikkerheten, verdisikkerheten og sikkerhet for rednings- og slokkemannskaper. Som nevnt vil denne løsningen gi økt fare for brann- og røykspredning. Mulighetene for rømning via den åpne branncelle over flere plan kan reduseres ved at brann og røyk spres til større deler av byggverket og ikke bare i og rundt startbranncellen. Dette påvirker personsikkerheten i bygget. For verdisikkerheten kan åpen branncelle over flere plan føre til at større områder i bygget blir påvirket av brann- og røykskader. For sikkerhet for rednings- og slokkemannskaper kan åpen branncelle over flere plan føre til at slokkeinnsatsen blir vanskelig ved at større områder kan være fylt med røyk. I de fleste tilfeller vil et automatisk sprinkleranlegg alene kunne motvirke at brannen får utvikle seg og at store mengder røyk spres til større områder ved å kontrollere brannen. Som et ekstra tiltak kan røykventilasjon bedre både personsikkerhet og sikkerhet for rednings- og slokkemannskaper ved å redusere mengden røyk.

Resultatene fra simuleringene er basert på at arealet for fellesområdet er over 800 m². En fornuftig antagelse vil være at resultatene hadde sett noe annerledes ut dersom arealet hadde vært mindre. Det ville blitt raskere røykfylling i rommet grunnet mindre areal og den tilgjengelige rømningstiden kunne blitt redusert. Derfor må det også gjøres en egen vurdering på røykventilasjon slik at man bedrer forholdene i byggverket. Dette kan gjøres ved enkle håndberegninger som gir et overslag, ved to-sone modellering eller fullstendig CFD analyse. Her vil situasjonen være ulik for hvert bygg ettersom romstørrelsen og høyden til taket vil ha stor innvirkning på røykventilasjonen. VTEK17 henviser til flere anerkjente metoder for dimensjonering av røykventilasjon.

Resultatene fra risikovurderingen viser at analysebyggverk med åpen branncelle over flere plan gir et like bra eller bedre sikkerhetsnivå, ved å ta i bruk automatisk sprinkleranlegg som kompenserende tiltak sammenlignet med et preakseptert referansebyggverk uten automatisk sprinkleranlegg. Dette resultatet samsvarer delvis med funnene i regelverk fra andre land. Der tillattes åpne branncelle over flere plan, også uten automatisk sprinkleranlegg. Det indikerer at løsningen for analysebyggverket i risikovurderingen er enda bedre da automatisk sprinkleranlegg med sin høye pålitelighet øker sikkerhetsnivået i bygg sammenlignet med et uten.

10.3.1 Sammenligning og vurdering av referanse- og analysebyggverk

Det ble utført en komparativ analyse for å dokumentere fraviksløsningene åpen branncelle over flere plan i kombinasjon med trapperomutforming Tr 1 og forenklet branncelleinndeling. Resultatene viste at analysebyggverket hadde minst like godt sikkerhetsnivå som referansebyggverket.

Brannen startet i et klasserom for å se på samlet sikkerhetsnivå av kombinasjonene åpen branncelle over flere plan og trapperomutforming Tr 1 samt forenklet branncelleinndeling. Hvis dørene ut fra klasserommet er åpne vil brann- og røykspredning for analysebyggverket spres ut fra klasserommet og røyken stiger opp til det når taket i fellesområdet. For referansebyggverket skjer det samme, men det begrenses til rømningskorridoren. Det gjør at korridoren raskt blir fylt opp med røyk. Sammenlignet med analysebyggverket vil det ta lengre tid før gangsonen/korridoren utenfor klasserommene er tilsvarende fylt opp med røyk. Dette skyldes at det er mye høyere fra tak til gulv i analysebyggverket ettersom det er åpent over flere plan. Fordelen med dette er at man får lengre tilgjengelig rømningstid for personene i første etasje, men man risikerer at personer i etasjene over raskere blir påvirket enn ved referansebyggverket hvor det er stengt fra korridoren.

Målet med brannceller over kun ett plan er å begrense brann og røykspredning til en etasje. Ved å ha åpne brannceller aksepteres det at brann og røyk enklere spres til andre etasjer. Den komparative analysen viser at med automatisk sprinkleranlegg reduserer man risikoen for brann og røykspredning. Løsningen er minst like god som preakseptert hvor det ikke tillates åpen branncelle over flere plan.

Målet med Tr 2 trapperomutforming er å ha et ekstra brannskille eller barriere før trapperommet slik at det er mindre sannsynlig at brann og røyk når trapperommet. Ved å fjerne dette skille, slik Tr 1 trapperomutforming har, har man en mindre barriere for trapperommet. Den komparative analysen viser at med automatisk sprinkleranlegg reduseres risikoen for brann og røykspredning, og Tr 1 løsningen er minst like god som Tr 2 i det tilfellet.

Forenklet branncelleinndeling av klasserom bidrar til at brann og røyk kan spres mellom klasserommene som hovedsakelig går utover personsikkerheten i bygget. Dette er et forhold som ikke er tatt med i simuleringene. For analysebyggverket er det ikke brann- og røykspredning mellom klasserommene selv om det ikke er branncellebegrensende vegg. Dette ble utelatt da målet med analysen var å se på røykspredning og sikt i gangsonen og fellesområdet. Dersom det hadde vært åpent mellom klasserommene i simuleringene ville tiden det tok før røyken gikk ut av klasserommet vært mye lengre ettersom det er større areal som skal fylles opp. Dette ville gitt en lengre tilgjengelig rømningstid for analysebyggverket. Ved å ha det lukket gir det konservative resultater både i startbranncellen og for resten av byggverket.

Sårbarheten til analysebyggverk er begrenset med bruk av flere aktive brannsikkerhetstiltak sammenlignet med passive tiltak i referansebyggverk. Bruk av automatisk sprinkleranlegg gir liten mulighet for utvikling av en stor brann.

10.4 Evaluering av åpen branncelle over flere plan med kompenserende tiltak

Basert på erfaringer, regelverk, brannstatistikk og risikovurdering indikerer dette at åpen branncelle over flere plan kan være preakseptert for skoler i RKL 3. Regelverk og anbefalinger fra andre land tillater åpne brannceller inntil to plan uten ekstra tiltak. Norge har færre antall skolebranner sammenlignet med de andre landene. Det er ingen funn tilsvarende Caledonien-brannen for skoler. Brannstatistikken fra Norge viser at problemområdet er utvendige påsatte branner, og loftsbranner som har størst omfang. Disse har ikke direkte innvirkning til skoledesign og åpen branncelle over flere plan. Risikovurderingen viser at ved å installere automatisk sprinkleranlegg gir dette et høyere sikkerhetsnivå på en skole med åpen branncelle over flere plan, sammenlignet med en preakseptert skole uten åpenhet eller automatisk sprinkleranlegg. Statistikk fra dødsbranner viser også at sprinkleranlegg er et veldig effektivt brannsikkerhetstiltak som vil redusere risikoen for branner ved skoler.

Røykventilasjon vil i mange tilfeller gi bedre sikkerhet ved at røyk blir ventilert ut av den åpne branncellen som bidrar til økt tilgjengelig rømningstid. Dette er avhengig av flere faktorer som størrelse og høyde på rommet. Kombinasjonen av automatisk sprinkleranlegg og røykventilasjon må også vurderes. Derfor må dimensjonering og valg av røykventilasjon vurderes i hvert enkelt tilfelle. Det finnes allerede anerkjente metoder som VTEK17 [7] henviser til for dimensjonering av røykventilasjon.

For større og komplekse bygg bør åpen branncelle over flere plan vurderes i hvert tilfelle. Det er ofte flere fraviksløsninger som er avhengig av hverandre. En risikovurdering basert på NS 3901, med en komparativ analyse ved hjelp av hendelsestreanalyse samt CFD modellering, gir gode resultater for skoler med få fravik i BKL 2. For større og komplekse bygg som havner i BKL 3 eller 4, bør det basert på funnene i denne oppgaven alltid utføres en fullstendig risikovurdering iht. NS 3901 [9]. Det er viktig at brannsikkerheten også blir ivaretatt for større og komplekse bygg hvor konsekvensene av en brann kan være større.

10.5 Feilkilder

Det vil alltid være feilkilder og usikkerhet under slikt arbeid som denne oppgaven har gjort. Under blir feilkilder og usikkerhet som er knyttet til metodene i oppgaven presentert.

10.5.1 Regelverk og litteraturstudie

Det er usikkerheter knyttet opp mot sammenligning med andre lands regelverk. Regelverket kan være utarbeidet på andre måter enn i Norge. Når det gjelder krav og anbefalinger for skoler kan det som gjelder utover skolekravene være vanskelig å finne. Oppgaven tok ikke for seg byggeskikk og regler fra

utenlandsk lovverk. Det knyttes derfor usikkerhet opp mot relevante krav for åpne brannceller over flere plan, uten å ha en full forståelse av den generelle byggeskikken i det aktuelle landet.

Det er usikkerheter rundt tolkning av alle relevante krav og anbefalinger. Ord som er oversatt fra andre språk til norsk kan mistolkes og dermed få en annen betydning enn hva som er ment. For å redusere denne usikkerheten er det utført samtaler med fagfolk og veiledere.

Grunnlaget for brannstatistikk fra de ulike landene kan være noe ulikt. Det er ikke sikkert at det rapporteres på lik måte eller føres likt. Det kan også være andre typer skoler som går føres enn hva som gjelder for Norge. Dette kan gi usikre resultater når det kommer til sammenligningen. For å veie opp for det er ikke konklusjonen basert på sammenligningen av brannstatistikk, men kun som en inspirasjon.

DSB sin rapport «Kjennetegn og utviklingstrekk ved næringsbranner 1986-2009» [51], har tatt for seg flere typer undervisningsbygg enn denne oppgaven har. Det vil si at antall branner for grunn-, videregående- og høyskole/universitet som denne oppgaven ser på, er reelt mye lavere. Det gir konservative verdier når det kommer til sammenligningen for landene og sett opp mot regelverket.

Statistikkgrunnlaget for norske branner er basert på brannvesenets innrapporteringer fra 1986 til 2009. I tillegg til brannvesenets innrapporteringer har DSB siden 1993 brukt data fra politiet fra «Rapport om brannårsak». En feilkilde som oppgis er at det kun er mottatt brannårsak fra omtrent 70 % av bygningsbranner som brannvesenet har rapportert, hvis de resterende 30 % er skjevfordelt vil det være en feilkilde. I tillegg blir 1/4 av brannene som etterforskes kategorisert som ukjent grunnet dårlig kapasitet og erfaring med brannetterforskning i enkelte deler av landet [51].

10.5.2 Analyser

Ved å utføre en komparativ analyse fjernes mange feilkilder og usikkerheter som kan oppstå. Disse vil være like for begge byggene og det er kun forskjellene som må vurderes. Forskjellene blir begrunnet og dokumentert for å fjerne eventuelle usikkerheter og feilkilder som kan oppstå.

Inndataen i analysen er noe konservativ. Det ble valgt å bruke en samlet pålitelighet på dør og branncellebegrensende bygningsdel ettersom svikt i en av dem vil gjøre at brann- og røykspredning kan forekomme. Det ble valgt en høy spesifikk brannenergi i inndataen. Disse forholdene er likt for både analyse- og referansebygget så utfallet vil være likt for begge byggene.

Analysene er scenariobasert, og endringer kan føre til andre utfall. Derfor er det forsøkt å gjøre en generell analyse med forenklinger slik at metoden kan brukes i andre scenarioer, men med enkle tilpasninger.

Denne oppgaven har kun sett på et analysebyggverk og et referansebyggverk. Dersom man gjør endringer i design, kan dette føre til andre resultater. Det vil si at det resultatene fra denne oppgaven ikke direkte kan brukes i andre bygg eller prosjekter. Men metodene som er lagt til grunn kan benyttes. Det viser viktigheten av å gjøre risikovurderinger som tar hensyn til forskjellene i resultater.

I denne oppgaven ble det benyttet en gridoppløsning på 30 cm. Dette kan gi dårligere resultater enn ved en finere gridoppløsning. Derfor ble det gjort en griduavhengighetstest for å se om det ble store endringer i resultatene. Denne usikkerheten ble fjernet ettersom forholdene er like for begge byggverkene. Det er samme gridoppløsning så resultatene fra de ulike byggverkene vil være like gode/dårlige.

11 Konklusjon

Målsettingen med oppgaven har vært å se på åpne brannceller over flere plan for skolebygg i risikoklasse 3. Dette kapitlet gir en oppsummering av læringspunkt fra oppgaven, anbefaling til preakseptert ytelse i veiledningen til Byggeteknisk forskrift og anbefaling til dokumentasjon av fravik ved skoler.

Dagens moderne skoler skal bygges med åpenhet som gir bedre læringsforhold. Dette samsvarer ikke med regelverket, som er tilpasset lukkede korridorskoler, og dermed bygges skoler som har åpne arealer med fraviksløsninger. Det er ofte de samme fravikene som går igjen og dokumentasjon av fravik kan gjøres på forskjellige måter. Det skaper usikkerheter i bransjen når det kommer til dokumentasjon av spesielt åpen branncelle over flere plan. De fleste baserer dokumentasjonen av fravik på NS 3901 men få følger den fullt ut, og metodene som blir benyttet og resultatene er ulike.

Det norske regelverket er i stor grad bygget på erfaringer fra tidligere branner. Erfaringer gir grunnlag for at det skal i likhet med byggverk i andre risikoklasser være tillatt preakseptert med åpne brannceller over flere plan for skoler i risikoklasse 3. Åpen branncelle over flere plan er en vanlig løsning ved moderne skoler. Det er ikke gjort funn for branner ved skoler som har ført til at regelverket med anbefalinger ikke tillater åpne brannceller over flere plan. Erfaringer viser få personskader og null dødsfall. I Norge er det lofts- og påsatte utvendige branner som utgjør de største brannene, som ikke har direkte innvirkning på om det er åpen branncelle over flere plan. Det som betyr noe, er om bygget er sprinklet eller ikke.

Sammenlignet med Sverige, Danmark og Finland hvor det er preakseptert med åpen branncelle over flere plan for skoler, har Norge færre brannhendelser. Det er flere faktorer som spiller inn på dette som innbyggertall, antall skoler og sosiale problemer. Sistnevnte fører til flere brannhendelser i form av påsatte branner i Sverige. Ut fra regelverket og anbefalinger kreves det ikke automatisk sprinkleranlegg for skoler i andre land, selv med åpenhet. Det indikerer at norske skoler som er sprinklet har et høyere sikkerhetsnivå, både basert på antall branner og hvor problemområdene er. Statistikk fra dødsbranner viser at sprinkleranlegg er et effektivt brannsikkerhetstiltak som vil redusere risikoen for brann.

Påsatte branner er en av de vanligste årsakene i Sverige. Det er innvendige påsatte branner utgjør en stor andel. Fare for påsatte branner har ingen direkte tilknytning til åpne brannceller, men konsekvensene ved en brann kan bli større. Faren for personsikkerhet ved å ha en åpen branncelle over flere plan er mye større for en innvendig påsatte brann sammenlignet med en utvendig brann, uten sprinkleranlegg. Basert på funnene i oppgaven er det ikke noe som tilsier at det utgjør noe større fare med åpne brannceller dersom bygningen har installert automatisk sprinkleranlegg.

Generelt vil brann i skoler med åpen branncelle over flere plan utgjøre en fare for personsikkerheten. Åpen branncelle over flere plan kan føre til raskere brann- og røykspredning til større områder som kan hindre rømning for flere enn i startbranncellen. I de fleste tilfeller vil et automatisk sprinkleranlegg kunne motvirke dette ved å begrense eller slokke brannen. Røykventilasjon er et annet tiltak for åpne brannceller over flere plan som kan gi bedre personsikkerhet og sikkerhet for rednings- og slokkekanspaker ved å redusere mengden røyk.

Risikovurderingen, med hendelsestreakanalyse og brannsimuleringer, viser at ved å installere automatisk sprinkleranlegg gir dette et høyere sikkerhetsnivå på en skole med åpen branncelle over flere plan, sammenlignet med en preakseptert skole uten åpenhet og automatisk sprinkleranlegg. Det er lavere sannsynlighet for at kritiske forhold oppstår og den tilgjengelige rømningstiden blir lengre ved å installere automatisk sprinkleranlegg.

Anbefalingene er basert på forskningsarbeid på anerkjent litteratur, utenlandsk og norsk regelverk, risikovurdering med analyser samt egne vurderinger. Det er også hentet inspirasjon fra samtaler med fagfolk.

Branntekniske anbefalinger for ny preakseptert ytelse til Byggteknisk forskrift for skoler i RKL 3 for åpne brannceller over flere plan.

Preaksepterte ytelser

1. Brannceller i skoler i risikoklasse 3 og i brannklasse 1 og 2 kan ha åpen forbindelse inntil tre plan, forutsatt at branncellen er tilrettelagt for at rømning og slokking av brann kan skje på en rask og effektiv måte, dersom følgende ytelser er oppfylt:
 - a. Det må installeres automatisk sprinkleranlegg i bygget, som må prosjekteres og utføres i samsvar med NS-EN 12845:2015+A1:2019.
 - b. Det må være tilrettelagt rømningsveier fra hvert enkelt plan, jf. også § 11-13 fjerde ledd i Byggteknisk forskrift.
2. Den åpne branncellen må dimensjoneres for røykventilasjon slik at røyklaget ikke hindrer rømning. Røykventilasjonen må dimensjoneres iht. anvisning 520.380 Røykkontroll i bygninger og 321.085 Brannteknisk prosjektering av overbygde gårder og gater fra Byggforskserien (SINTEF)
3. For skoler i risikoklasse 3 og i brannklasse 3 og 4 må forholdet dokumenteres iht. NS 3901:2012 Krav til risikovurdering av brann i byggverk med en komparativ analyse ved hjelp av CFD modellering og hendelsestreakanalyse.

Punkt en i forslaget tillater åpen branncelle i risikoklasse 3 og i brannklasse 1-2 inntil 3 plan, slik det også gjøres for risikoklasse 1, 2, 4 og 5. Minstekravet er at det må installeres automatisk sprinkleranlegg for å begrense og kontrollere brannen. Det må også tilrettelegges for rømningsveier fra hvert plan for å ivareta sikker rømning.

Punkt to sier at det må være røykventilasjon i den åpne branncellen over flere plan. Dette er for å begrense røykspredning i den åpne branncellen slik at rømning for planene nærmere taket kan ivaretas, også senere i brannforløpet.

Punkt tre sier at skoler i risikoklasse 3 og i brannklasse 3 og 4 må forholdet om åpen branncelle over flere plan dokumenteres iht. NS 3901 med en komparativ analyse ved hjelp av CFD modellering og hendelsestreakanalyse. Dette er for å fortsatt ivareta brannsikkerheten i større og komplekse skoler, som kan ha flere fraviksløsninger.

Med disse endringene i regelverket blir det tilrettelagt for en enklere fremgangsmåte ved brannprosjektering av preaksepterte ytelser for skoler som benytter åpen branncelle over flere plan.

12 Videre arbeid

Med bakgrunn i diskusjonskapittelet var det flere temaer som ikke ble sett nærmere på, da det lå utenfor oppgavens problemstilling. I dette kapittelet blir tema og ulike problemstillinger som kan være med å avdekke flere forhold for brannteknisk utforming ved moderne skolebygg angitt. I tillegg blir faktorer som kunne vært med å styrke/svekke denne oppgaven, men som ble utelatt i avgrensinger, angitt.

Denne oppgaven kombinerte tre fraviksløsninger. Det kan være flere fraviksløsninger ved prosjektering av skoler. Disse påvirkes ofte av hverandre og det burde utføres en større studie som ser på kombinasjonen flere fravik opp mot åpen branncelle over flere plan for skoler. Dette kan kombineres med BKL 3 skoler.

Det anbefales at det gjøres en større studie i de utenlandske regelverkene for å kunne se kravene for åpen branncelle over flere plan i sammenheng med den generelle byggeskikken i landene, og mot erfaringer og statistikk. Dette gjør det mulig å overføre anbefalinger fra regelverkene til det norske. Det anbefales også å se på flere utenlandske regelverk.

Det bør utføres et dypdykk i brannstatistikk både for Norge og andre land for å se på årsaker og skadeomfang av brann. Det kan knytte årsaker til skadeomfanget og se om fraviksløsninger har direkte skyld. Dette kan gi større grunnlag for å gjøre endringer i det norske regelverket.

Fra funnene ser det ut som utvendig påsatt brann og loftsbranner er problemområdet. Dette er elementer det bør gjøres ytterligere vurderinger av slik at antall og omfang av skolebranner reduseres.

Det bør gjennomføres en fullstendig utredning av vanlige fraviksløsninger for skoler for å se om erfaring fra tidligere branner gir grunnlag for å endre andre ytelser i regelverket.

Et moment er det økonomiske. Ved å endre regelverket kan det utgjøre endringer i kostnader. Det ville vært interessant å se om det hadde slått positivt eller negativt ut for totalprisen for en skole dersom det hadde vært preakseptert med åpen branncelle over flere plan. Dette punktet er spesielt viktig dersom det skal utføres en fullstendig utredning.

Det hadde vært interessant å modellere røykventilasjon i samme simulering, noe som tilsynelatende blir benyttet i åpne brannceller over flere plan. Det vil sannsynligvis gi et bedre utfall, da røyken blir ventilert ut og dermed større grunnlag for å endre regelverket slik det er i dag.

Det hadde også være interessant å se på flere brannscenarier, blant annet med brann i fellesområdet som er åpent til taket. Et viktig moment er å se på kombinasjonen av automatisk sprinkleranlegg og røykventilasjon da det har vist seg at det ikke alltid er en god løsning. Dette er noe som bør undersøkes nærmere.

Denne oppgaven har kun sett på automatisk sprinkleranlegg i kategorien automatisk slokkeanlegg. For å kunne anbefale andre typer slokkeanlegg som kompenserer for åpne brannceller over flere plan bør det gjøres tilsvarende analyse for andre typer slokkeanlegg for å se disse også gir samme konklusjon.

Det kunne likevel vært interessant å utføre rømningsanalyser for å blant annet se på hvordan CO påvirker personer i de ulike etasjene.

Arbeidet fra denne oppgaven kan skape en god praksis for dokumentasjon av fravik ved skoler. Resultatene kan brukes til videre utvikling av regelverk slik at forskriften kan tilpasses til moderne skolebygg. Det kan også videreføres til andre bygg i risikoklasse 3 som barnehager.

13 Referanser

- [1] Kollegiet for brannfaglig terminologi, [Internett]. Available: <http://www.kbt.no/index.asp>. [Funnet 28 Mars 2022].
- [2] B. K. a. J. Quintiere, Enclosure Fire Dynamics, CRC press, Boca Raton, 1st edition, 1999.
- [3] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift,» 2017.
- [4] Norsk Byggtjeneste AS, «Byggtjeneste BREEAM-nor,» 2022 Norsk Byggtjeneste AS, 2022. [Internett]. Available: <https://byggtjeneste.no/breem-nor/>. [Funnet 10 Mai 2022].
- [5] Standard Norge, NS 3926-1:2017 Visuelle ledesystemer for rømning i byggverk, Standard Norge, 2017.
- [6] SINTEF, «Byggforskserien blad 321.085 Brannteknisk prosjektering av overbygde gårder og gater,» SINTEF, 2006. [Internett]. Available: https://www.byggforsk.no/dokument/3255/brannteknisk_prosjektering_av_overbygde_gaarder_og_gater. [Funnet 23 Mars 2022].
- [7] Direktoratet for byggkvalitet, «Veiledning til byggteknisk forskrift,» 2017.
- [8] K. Hox, «Fullskalatest av deteksjon av brann i fasade med varmedetekterende kabel og flammedetektor,» SP Fire Research AS, Trondheim, 2017.
- [9] Standard Norge, NS 3901:2012 Krav til risikovurdering av brann i byggverk, SN, 2012.
- [10] Statistisk sentralbyrå, «12187: Antall skoler og elever i videregående utdanning, etter region, statistikkvariabel, eierforhold og år,» 15 Juni 2021. [Internett]. Available: <https://www.ssb.no/statbank/table/12187/tableViewLayout2/>. [Funnet 28 Februar 2022].
- [11] Statistisk sentralbyrå, «05232: Elevar i grunnskoleutdanning, etter årstrinn, skolen sitt eierforhold og institusjonstype (F) 2002 - 2021,» 16 Desember 2021. [Internett]. Available: <https://www.ssb.no/utdanning/grunnskoler/statistikk/elevar-i-grunnskolen>. [Funnet 28 Februar 2022].
- [12] T. Thune, Ø. Reisegg og S. Askheim, «Skole og utdanning i Norge,» Store Norske Leksikon, 1 Oktober 2019. [Internett]. Available: https://snl.no/Skole_og_utdanning_i_Norge. [Funnet 8 Mars 2022].
- [13] «Database for statistikk om høyere utdanning,» Direktoratet for høyere utdanning og Kompetanse, [Internett]. Available: <https://dbh.hkdir.no/tall-og-statistikk/statistikk-meny/studenter/statistikk-side/3.4>. [Funnet 8 Mars 2022].
- [14] Høgskulen på Vestlandet, «Slik blir dei nye fakulteta,» 16 November 2017. [Internett]. Available: <https://www.hvl.no/aktuelt/slik-blir-dei-nye-fakulteta/>. [Funnet 10 Februar 2022].

- [15] C. Webb, Artist, *School's out for Summer!*. [Art]. 2005.
- [16] B. C. Hagen, Grunnleggende brannteknikk, Bjarne Christian Hagen, 2014.
- [17] SINTEF, «Byggforskserien blad 520.387 og 520.385,» SINTEF, Mai 2016. [Internett]. Available: <https://www.byggforsk.no/byggforskserien>. [Funnet 10 Februar 2022].
- [18] B. C. Hagen, Brannteknisk rømningsanalyse, Trondheim: Tapir akademisk forl., 2008.
- [19] K. McGrattan og S. Miles, «Modelling Fires Using Computational Fluid Dynamics (CFD),» i *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, Society of Fire Protection Engineers, 2016, pp. 1034-1063.
- [20] Harrington group, «Harrington group,» [Internett]. Available: <https://hgi-fire.com/blog/fire-dynamics-simulator-fds-and-smokeview-smv-bringing-fire-analysis-to-life/>. [Funnet 10 Februar 2022].
- [21] Thunderhead Engineering Consultants, Inc, «Thunderhead engineering,» Thunderhead Engineering Consultants, Inc, 2019. [Internett]. Available: <https://www.thunderheadeng.com/pyrosim/pyrosim-features/>. [Funnet 10 Februar 2022].
- [22] Boverkets författningssamling, Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensjonering av byggnaders brandskydd, Kalrskrona, Sverige: Boverket, 2013.
- [23] A. A, V. M, B. j, C. R, M. G, S.-T. K, H. C, S. C, N. S og S. L, CFD Best Practice, Danmark, 2009.
- [24] SINTEF, «Byggforskserien blad 321.030 Brannteknisk oppdeling av bygninger,» SINTEF, Juni 2013. [Internett]. Available: https://www.byggforsk.no/dokument/79/brannteknisk_oppdeling_av_bygninger. [Funnet 14 Februar 2022].
- [25] Standards Norway, SN-INSTA/TR 951:2019 Analytisk brannteknisk prosjektering Probabilistisk metode for verifikasjon av brannsikkerhet i byggverk, Standards Norway, 2019.
- [26] S. C, S. K og S.-H. A, «Analyse av dødsbranner i Norge i perioden 2005 - 2014,» RISE Fire Research, Trondheim, 2017.
- [27] Kiwa, «FG-750 Automatiske brannalarmanlegg,» Kiwa, [Internett]. Available: <https://www.kiwa.com/no/no/tjenester/fg-750-automatiske-brannalarmanlegg/>. [Funnet 10 Januar 2022].
- [28] L. Guttorm, «Store norske leksikon - brannalarmanlegg,» 3 Mars 2020. [Internett]. Available: <https://snl.no/brannalarmanlegg>. [Funnet 1 Februar 2022].
- [29] SINTEF, «Byggforskserien blad 550.351 Sprinkleranlegg,» SINTEF, April 2009. [Internett]. Available: <https://www.byggforsk.no/dokument/510/sprinkleranlegg>. [Funnet 11 Februar 2022].

- [30] Standard Norge, NS-EN 12845:2015+A1:2019 Faste brannslukkesystemer — Automatiske sprinklersystemer — Dimensjonering, installering og vedlikehold, Standard Norge, 2020.
- [31] SINTEF, «Byggforskserien blad 520.380 Røykkontroll i bygninger,» SINTEF, 2006. [Internett]. Available: https://www.byggforsk.no/dokument/321/roeykkontroll_i_bygninger. [Funnet 23 Mars 2022].
- [32] Statens bygningstekniske etat, Melding HO-3/2000. Temaveiledning om røykventilasjon, Oslo: Statens bygningstekniske etat, 2000.
- [33] Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, «Produkter og forbrukertjenester,» Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, Mars 2016. [Internett]. Available: <https://www.dsb.no/lover/produkter-og-forbrukertjenester/tema/import-og-omsetning-av-elektriske-produkter/#regelverk>. [Funnet 1 Desember 2021].
- [34] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggereglene før 1997,» 19 November 2013. [Internett]. Available: <https://dibk.no/regelverk/liste-over-tidligere-regelverk/Byggereglene-for-1997/>. [Funnet 1 Desember 2021].
- [35] DiBk, «Vedlegg 3.2. Prosjekteringsprosessen,» [Internett]. Available: <https://dibk.no/saksbehandling/kommunalt-tilsyn/temaveiledninger/tilsyn/del-3--vedlegg/vedlegg-3.2/3.2.3.-funksjonsbasert/>. [Funnet 22 Oktober 2021].
- [36] M. J. Hurley og E. R. Rosenbaum, «Performance-Based Design,» i *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, Society of Fire Protection Engineers , 2016, pp. 1233-1261.
- [37] M. Rausand og I. B. Utne, Risikoanalyse - Teori og metoder, Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS, 2014.
- [38] Kommunal- og arbeidsdepartementet, Byggeforskrifter av 1. august 1969, medendringer sist av 7. oktober 1983, Kommunal- og arbeidsdepartementet, 1983.
- [39] Kommunal- og arbeidsdepartementet, «Byggeforskrift 1985,» Kommunal- og arbeidsdepartementet, Oslo, 1984.
- [40] Kommunal- og arbeidsdepartementet, «Byggeforskrift 1987,» Kommunal- og arbeidsdepartementet og Miljøverndepartementet, Oslo, 1987.
- [41] Statens bygningstekniske etat, «Rett og slett - en veiledning til Byggeforskrift 1987 (BF87),» Statens bygningstekniske etat, Oslo, 1990.
- [42] Kommunal- og regionaldepartementet, Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk, Oslo: Kommunal- og regionaldepartementet, 1997.
- [43] Statens Bygningstekniske Etat, Veiledning til teknisk forskrift til Plan- og Bygningsloven 1997 4. utgave, Statens Bygningstekniske Etat, 2007.

- [44] Direktoratet for byggkvalitet, Byggteknisk forskrift TEK 10, Direktoratet for byggkvalitet, 2010.
- [45] Direktoratet for byggkvalitet, Veiledning til Byggteknisk forskrift TEK 10, Direktoratet for byggkvalitet, 2016.
- [46] D. L. Olsen, Brannteknisk Prosjektering, Oslo: Det Norske Arkitektakademi, 1998.
- [47] Boverket, Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd, BBR, Boverket, 2020.
- [48] Bolig- og Planstyrelsen, Bygningsreglementets vejledning til kapitel 5 - Brand, København: Bolig- og Planstyrelsen, 2021.
- [49] Bolig- og Planstyrelsen, Bygningsreglementets vejledning til kapitel 5 - Brand - Bilag 5 - Præ-accepterede løsninger - Undervisningslokaler, København: Bolig- og Planstyrelsen, 2022.
- [50] Finlands byggbestämmelsesamling - 848/2017 Miljöministeriets förordning om byggnaders brandsäkerhet, FINLANDS FÖRFATTNINGSSAMLING, 2017.
- [51] DSB, «Kjennetegn og utviklingstrekk ved næringsbranner 1986-2009,» Grøset, Oslo, 2011.
- [52] V. Falkenberg, *E-mail - Brannstatistikk fra 1986-2021*, 2022.
- [53] DSB, «Brannstatistikk,» 22 Oktober 2021. [Internett]. Available: https://www.brannstatistikk.no/brus-ui/search?searchId=05B38E10-5BE2-4EA9-9CE1-65D18E4FCCFE&type=SEARCH_DEFINITION. [Funnet 22 Oktober 2021].
- [54] «MSB: statistik- och analysverktyg IDA,» MSB, [Internett]. Available: <https://ida.msb.se/ida2#page=d9fa31e7-977f-4acb-81de-d3ff7e02632f>. [Funnet 2 Februar 2022].
- [55] S. H. Nonnemann, *E-mail - Brannstatistikk fra 2016-2020*, Beredskapsstyrelsen , 2022.
- [56] J. Ketola og E. Kokki, Finnish Rescue Services' Pocket Statistics 2014-2018, Emergency Services Academy Finland Publication, 2019.
- [57] T. Loponen og H. Liukkonen, Pelastustoimen taskutilasto 2016–2020, Pelastusopiston julkaisu, 2022.
- [58] M. S. McNamee, Anlagd brand - ett samhällsproblem: Slutrapport, Borås: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2013.

14 Vedlegg

I dette kapitlet blir vedlegg til oppgaven gitt.

Vedlegg A: Brannareal

Forholdet mellom spesifikk branneffekt og den maksimale branneffekten blir benyttet for å regne ut hvilket areal brannen må ha for å nå maksimale branneffekten. Dette er arealet for en rektangulær brann, en brann er vanligvis ikke rektangulær. For å få et sirkulært areal benyttes roten av arealet for å finne ut hvilken lengde den sirkulære brannen har og deretter multiplisere den igjen med seg selv for å få det korrekte brannarealet.

Spesifikk branneffekt:

$$500 \frac{kW}{m^2}$$

Maksimal branneffekt referansebyggverket:

$$5000 \text{ kW}$$

Maksimal branneffekt analysebyggverket:

$$2000 \text{ kW}$$

Formel for areal av sirkel:

$$A = \pi r^2$$

Forholdet mellom spesifikk branneffekt og maksimal branneffekt for referansebyggverket:

$$\frac{5000 \text{ kW}}{500 \frac{kW}{m^2}} = 10m^2$$

Roten av areal:

$$\sqrt{10m^2} \approx 3,2m$$

Areal av «sirkelen» blir da:

$$3,2m * 3,2m = 10,24 \text{ m}^2$$

Det vil være annerledes areal ved sprinklerutløsning. Forholdet mellom spesifikk branneffekt og maksimal branneffekt for analysebyggverket ved sprinklerutløsning:

$$\frac{650 \text{ kW}}{500 \frac{kW}{m^2}} = 1,3m^2$$

Roten av areal:

$$\sqrt{1,3m^2} \approx 1,14m$$

Areal av «sirkelen» blir da:

$$1,14m * 1,14m = 1,2996 m^2$$

Det vil være annerledes for situasjonen med svikt i sprinkleranlegget. Forholdet mellom spesifikk branneffekt og maksimal branneffekt for analysebyggverket ved svikt i sprinkleranlegget:

$$\frac{2000 kW}{500 \frac{kW}{m^2}} = 4m^2$$

Roten av areal:

$$\sqrt{4m^2} \approx 2m$$

Areal av «sirkelen» blir da :

$$2m * 2m = 4 m^2$$

Vedlegg B: Brannspredningsrate

Brannen er formet som en sirkel og man vil at brannen skal vokse seg som en sirkel. Ved å ta i bruk BBRAD3 [22] angir den en brannvekstrate for designbrann for skoler:

$$\alpha = 0,012 \frac{kW}{s^2}$$

Ved å snu på formelen for designbrann får man:

$$t = \sqrt{\frac{\dot{Q}}{\alpha}}$$

Hvor

\dot{Q} er gitt til 1000 kW, da man er ute etter å vite når brannen når effekten 1000 kW. Det gir

$$t = \sqrt{\frac{1000 kW}{0,012 \frac{kW}{s^2}}} \approx 289 s$$

Videre bruker man den spesifikke branneffekten på 500 kW/m² og multipliserer den med et areal på 2 m² for å få samme branneffekt på 1000 kW.

$$500 \frac{kW}{m^2} * 2 m^2 = 1000 kW$$

For å finne ut hvor raskt brannen spres i formen til en sirkel bruker man igjen arealet for å finne radiusen slik at denne kan deles på tiden det tar for å nå 1000 kW branneffekt:

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{2 m^2}{\pi}} = 0,798 m$$

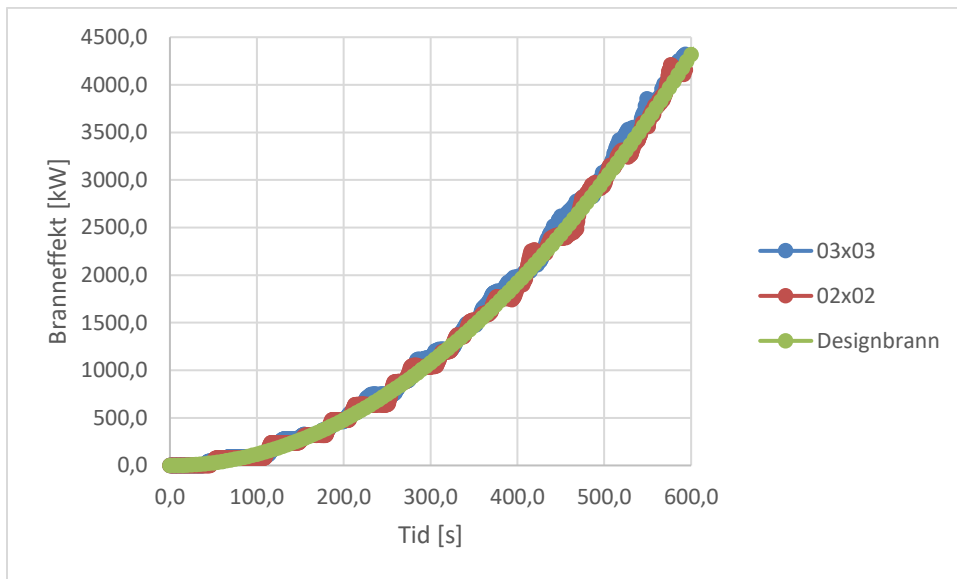
Brannspredningsraten blir da:

$$\frac{r}{t} = \frac{0,798 \text{ m}}{289 \text{ s}} = 0,00276 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Vedlegg C: Gridanalyse

I denne oppgaven ble to gridoppløsninger forsøkt, 30 cm og 20 cm. Inndataen er lik for begge foruten om endret størrelse på grid. Inndataen er hentet fra Tabell 11.

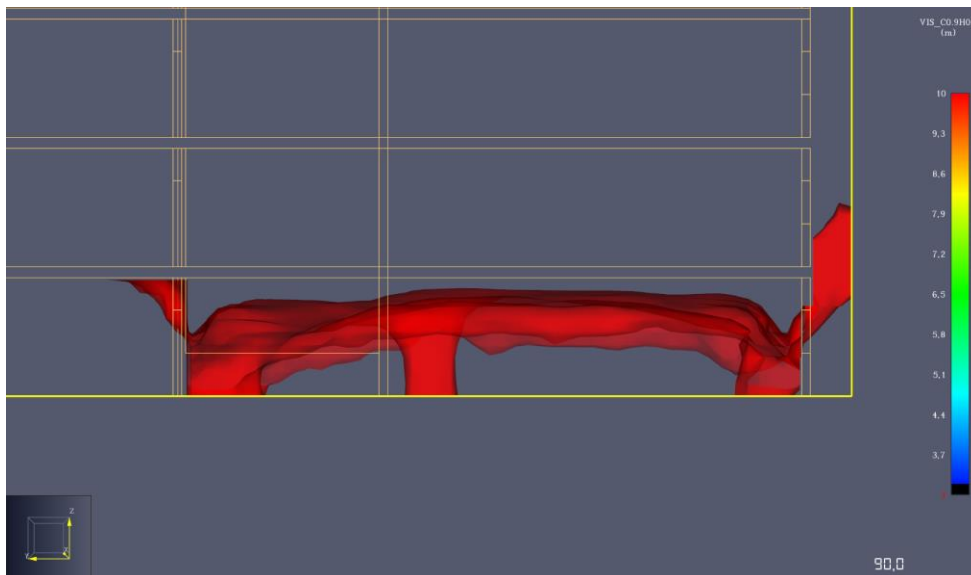
Figur 68 viser en sammenligning mellom de to gridstørrelsene og den beregnede designbrannen fra litteraturen. Det er benyttet glidende gjennomsnitt for å myke ut grafen. Inndata fra beregnet designbrann er hentet fra Tabell 14 foruten om at makseffekten er satt til 5 MW.



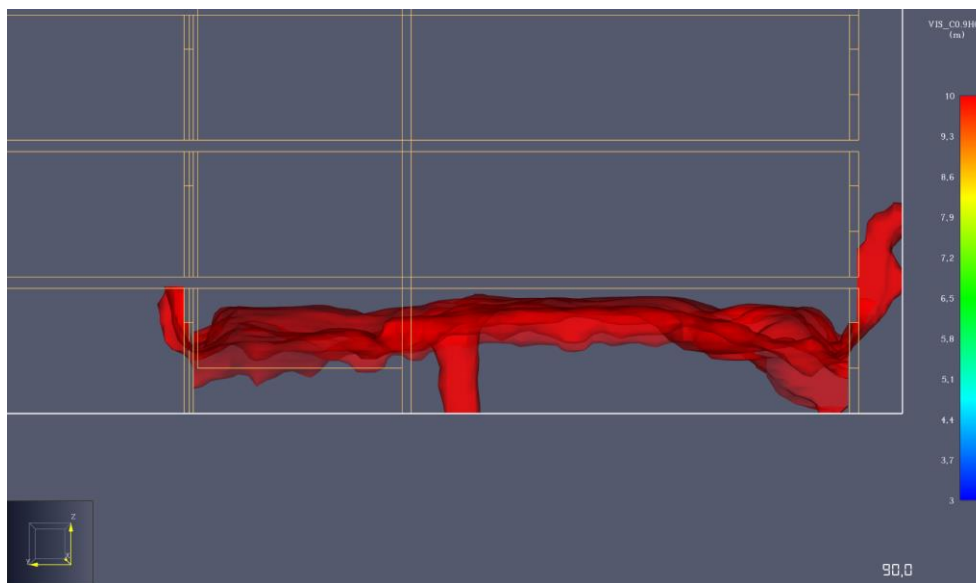
Figur 68 - Sammenligning av branneffekt for ulike gridstørrelser og beregnet designbrann.

Som figuren viser, er det ikke store forskjeller i gridstørrelsene. I tillegg er branneffekten ganske identisk til det man får fra litteraturen som er en god indikasjon på at gridstørrelsen som er valgt er innenfor.

Det er også sett visuelt når tilgjengelig rømningstid for de to størrelsene blir brutt først. Figur 69 og Figur 70 gir et visuelt bilde av når den tilgjengelige rømningstiden blir brutt.



Figur 69 - Gridstørrelse 30x30.



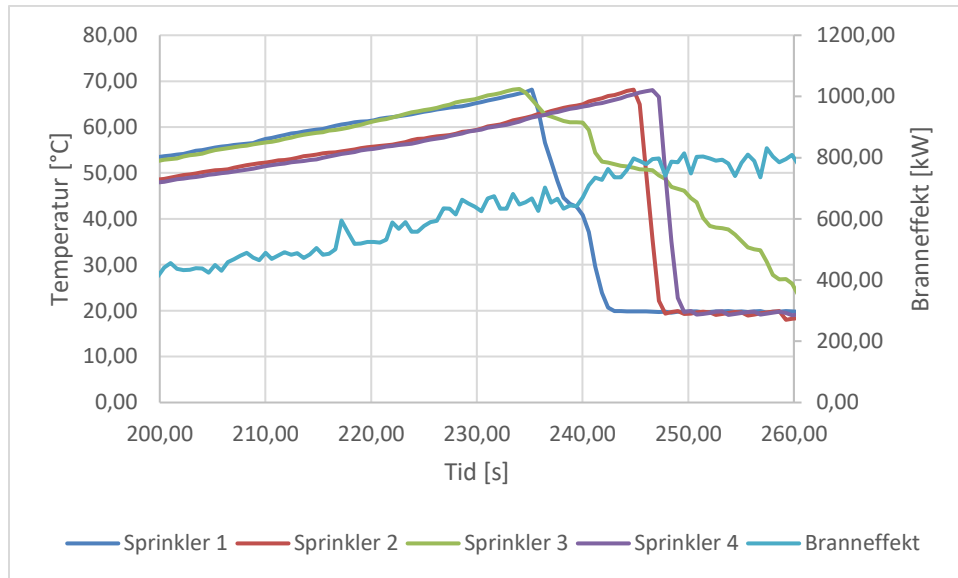
Figur 70 - Gridstørrelse 20x20.

Visuelt kan en også se at det ikke dreier seg om store forskjeller. Røyken har lagt seg under taket og er på vei ut døren for begge ved 90 sekunder. Det finere gridet gir litt mer detaljert røyk. Resultatet her gir en indikasjon på at man har en griduavhengig løsning ved 30 cm gridstørrelse. Det gjør at man videre kan bruke denne størrelsen i analysene.

I tillegg blir resultatene benyttet i en komparativ analyse som vil si at det er like forhold for både referansebyggverket og analysebyggverket.

Vedlegg D: Sprinklerutløsning

Figur 71 viser når første sprinklerhodet ble utløst og hvilken branneffekt som var i det tidspunktet.



Figur 71 - Branneffekt ved sprinklerutløsning.

Resultatet viser at sprinkleren ble utløst etter omtrent 235 sekunder og her var branneffekten omtrent 650 kW. Dette ble benyttet videre i brannanalysene for analysebyggverket.

Vedlegg E: FDS script

14.1.1 Referansebyggverk

14.1.1.1 Scenario 1

```
&HEAD CHID='Referansebyggverk_scenario1'/

&TIME T_END=600.0/

&DUMP DT_RESTART=300.0, DT_SL3D=0.25/

&MESH ID='Mesh01-a-merged-a', IJK=68,103,40, XB=83.0,103.433498,52.0,83.0,0.0,12.0/

&MESH ID='Mesh01-a-merged-b-a', IJK=67,103,40, XB=103.433498,123.566502,52.0,83.0,0.0,12.0/

&MESH ID='Mesh01-a-merged-b-b', IJK=68,103,40, XB=123.566502,144.0,52.0,83.0,0.0,12.0/

&REAC ID='POLYURETHANE',

    FYI='NFPA Babrauskas',

    FUEL='REAC_FUEL',

    C=6.3,

    H=7.1,

    O=2.1,

    N=1.0,

    SOOT_YIELD=0.1/

&SURF ID='Brann',

    COLOR='RED',

    HRRPUA=500.0,

    TAU_Q=-1.0,
```

TMP_FRONT=300.0/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=113.324179,113.524179,67.68048,72.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.324179,143.324179,72.593195,72.793195,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.124179,143.324179,72.593195,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.324179,143.324179,82.765223,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.324179,83.524179,72.593195,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=113.324179,113.524179,67.68048,72.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=113.324179,113.524179,67.68048,72.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=113.324179,113.524179,67.68048,72.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.2,89.4,62.8,63.0,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.2,143.4,62.8,63.0,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,63.135922,67.349515,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,53.203883,63.135922,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,67.349515,72.466019,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,89.91133,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=92.014778,95.019704,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=96.82266,99.827586,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=101.931034,103.433498,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,0.9,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,104.635468,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=106.738916,109.743842,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.546798,114.551724,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,119.359606,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=121.463054,123.566502,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,124.167488,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=126.270936,129.275862,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=131.078818,134.083744,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=136.187192,143.399015,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,53.203883,72.466019,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,53.203883,63.135922,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,67.349515,72.466019,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,89.91133,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=92.014778,95.019704,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=96.82266,99.827586,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=101.931034,103.433498,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,104.635468,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=106.738916,109.743842,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.546798,114.551724,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,119.359606,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=121.463054,123.566502,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,124.167488,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=126.270936,129.275862,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=131.078818,134.083744,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=136.187192,143.399015,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,53.203883,72.466019,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,53.203883,63.135922,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,67.349515,72.466019,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,63.135922,67.349515,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,89.91133,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,53.203883,63.135922,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.349515,72.466019,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.009852,103.433498,63.135922,67.349515,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=92.014778,95.019704,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=96.82266,99.827586,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=101.931034,103.433498,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,6.0,11.1, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,104.635468,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,53.203883,72.466019,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=106.738916,109.743842,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.546798,114.551724,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,119.359606,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=121.463054,123.566502,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,124.167488,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,137.389163,63.135922,67.349515,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,53.203883,63.135922,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.349515,72.466019,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=126.270936,129.275862,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=131.078818,134.083744,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=136.187192,143.399015,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,53.203883,72.466019,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,103.433498,52.902913,63.135922,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,103.433498,67.349515,72.466019,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.009852,103.433498,63.135922,67.349515,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,52.902913,72.466019,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,137.389163,63.135922,67.349515,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.399015,52.902913,63.135922,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.399015,67.349515,72.466019,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,63.135922,67.349515,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,103.433498,52.902913,63.135922,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,103.433498,67.349515,72.466019,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.009852,103.433498,63.135922,67.349515,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,52.902913,72.466019,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,137.389163,63.135922,67.349515,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.399015,52.902913,63.135922,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.399015,67.349515,72.466019,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

```
&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,63.135922,67.349515,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/
&VENT ID='Mesh Vent: Mesh01 [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=144.0,144.0,52.0,83.0,0.0,12.0/
&VENT ID='Mesh Vent: Mesh01 [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=83.0,83.0,52.0,83.0,0.0,12.0/
&VENT ID='Mesh Vent: Mesh01 [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=83.0,144.0,83.0,83.0,0.0,12.0/
&VENT ID='Mesh Vent: Mesh01 [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=83.0,144.0,52.0,52.0,0.0,12.0/
&VENT ID='Vent', SURF_ID='Brann', XB=108.0,111.2,60.0,63.2,0.0,0.0, SPREAD_RATE=2.76E-3, XYZ=109.6,61.6,0.0/
&ISOF QUANTITY='TEMPERATURE', VALUE=80.0/
&ISOF QUANTITY='VISIBILITY', VALUE=3.0,5.0,10.0/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=109.6/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=109.6/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', CELL_CENTERED=.TRUE., PBY=61.6/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', CELL_CENTERED=.TRUE., PBY=61.6/
&TAIL /
```

14.1.1.2 Scenario 2

```
&HEAD CHID='Referansebyggverk_scenario2'/
&TIME T_END=600.0/
&DUMP DT_RESTART=300.0, DT_SL3D=0.25/
&MESH ID='Mesh01-a-merged-a', IJK=68,103,40, XB=83.0,103.433498,52.0,83.0,0.0,12.0/
&MESH ID='Mesh01-a-merged-b-a', IJK=67,103,40, XB=103.433498,123.566502,52.0,83.0,0.0,12.0/
&MESH ID='Mesh01-a-merged-b-b', IJK=68,103,40, XB=123.566502,144.0,52.0,83.0,0.0,12.0/
&REAC ID='POLYURETHANE',
  FYI='NFPA Babrauskas',
  FUEL='REAC_FUEL',
  C=6.3,
  H=7.1,
  O=2.1,
  N=1.0,
  SOOT_YIELD=0.1/
&SURF ID='Brann',
  COLOR='RED',
  HRRPUA=500.0,
  TAU_Q=-1.0,
  TMP_FRONT=300.0/
&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
```

&OBST ID='Obstruction', XB=113.324179,113.524179,67.68048,72.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.324179,143.324179,72.593195,72.793195,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.124179,143.324179,72.593195,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.324179,143.324179,82.765223,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.324179,83.524179,72.593195,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=113.324179,113.524179,67.68048,72.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=113.324179,113.524179,67.68048,72.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=113.324179,113.524179,67.68048,72.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.2,89.4,62.8,63.0,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.2,143.4,62.8,63.0,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,63.135922,67.349515,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,53.203883,63.135922,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,67.349515,72.466019,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,63.135922,67.349515,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,89.91133,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,53.203883,63.135922,2.7,3.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.349515,72.466019,2.7,3.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,53.203883,63.135922,5.7,6.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.349515,72.466019,5.7,6.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,53.203883,63.135922,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.349515,72.466019,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.009852,103.433498,63.135922,67.349515,2.7,3.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.009852,103.433498,63.135922,67.349515,5.7,6.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.009852,103.433498,63.135922,67.349515,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=92.014778,95.019704,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=96.82266,99.827586,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=101.931034,103.433498,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,0.9,11.1, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,104.635468,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,53.203883,72.466019,2.7,3.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,53.203883,72.466019,5.7,6.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,53.203883,72.466019,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=106.738916,109.743842,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.546798,114.551724,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,119.359606,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=121.463054,123.566502,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,108.541872,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=108.541872,109.743842,67.650485,67.650485,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,116.35468,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,117.55665,67.650485,67.650485,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.55665,123.566502,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,124.167488,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,137.389163,63.135922,67.349515,2.7,3.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,137.389163,63.135922,67.349515,5.7,6.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,137.389163,63.135922,67.349515,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,53.203883,63.135922,2.7,3.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.349515,72.466019,2.7,3.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,53.203883,63.135922,5.7,6.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.349515,72.466019,5.7,6.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,53.203883,63.135922,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.349515,72.466019,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=126.270936,129.275862,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=131.078818,134.083744,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=136.187192,143.399015,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,53.203883,72.466019,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&VENT ID='Mesh Vent: Mesh01 [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=144.0,144.0,52.0,83.0,0.0,12.0/
&VENT ID='Mesh Vent: Mesh01 [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=83.0,83.0,52.0,83.0,0.0,12.0/
&VENT ID='Mesh Vent: Mesh01 [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=83.0,144.0,83.0,83.0,0.0,12.0/
&VENT ID='Mesh Vent: Mesh01 [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=83.0,144.0,52.0,52.0,0.0,12.0/
&VENT ID='Vent', SURF_ID='Brann', XB=108.0,111.2,60.0,63.2,0.0,0.0, SPREAD_RATE=2.76E-3, XYZ=109.6,61.6,0.0/
&ISOQ QUANTITY='TEMPERATURE', VALUE=80.0/
&ISOQ QUANTITY='VISIBILITY', VALUE=3.0,5.0,10.0/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=109.6/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=109.6/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=61.6/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=61.6/
&TAIL /

14.1.1.3 Scenario 3

&HEAD CHID='Referansebyggverk_scenario3'/
&TIME T_END=600.0/
&DUMP DT_RESTART=300.0, DT_SL3D=0.25/
&MESH ID='Mesh01-a-merged-a', IJK=68,103,40, XB=83.0,103.433498,52.0,83.0,0.0,12.0/
&MESH ID='Mesh01-a-merged-b-a', IJK=67,103,40, XB=103.433498,123.566502,52.0,83.0,0.0,12.0/
&MESH ID='Mesh01-a-merged-b-b', IJK=68,103,40, XB=123.566502,144.0,52.0,83.0,0.0,12.0/
&REAC ID='POLYURETHANE',
FYI='NFPA Babrauskas',

FUEL='REAC_FUEL',
C=6.3,
H=7.1,
O=2.1,
N=1.0,
SOOT_YIELD=0.1/
&SURF ID='Brann',
COLOR='RED',
HRRPUA=500.0,
TAU_Q=-1.0,
TMP_FRONT=300.0/
&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=113.324179,113.524179,67.68048,72.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=83.324179,143.324179,72.593195,72.793195,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=143.124179,143.324179,72.593195,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=83.324179,143.324179,82.765223,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=83.324179,83.524179,72.593195,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=113.324179,113.524179,67.68048,72.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=113.324179,113.524179,67.68048,72.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=113.324179,113.524179,67.68048,72.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.2,89.4,62.8,63.0,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.2,143.4,62.8,63.0,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,53.203883,63.135922,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,67.349515,72.466019,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,63.135922,67.349515,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,89.91133,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,53.203883,63.135922,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.349515,72.466019,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.009852,103.433498,63.135922,67.349515,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=92.014778,95.019704,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=96.82266,99.827586,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=101.931034,103.433498,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,6.0,11.1, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,104.635468,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,53.203883,72.466019,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=106.738916,109.743842,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.546798,114.551724,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,119.359606,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=121.463054,123.566502,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,108.541872,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,108.541872,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=108.541872,109.743842,67.650485,67.650485,8.1,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=108.541872,109.743842,67.650485,67.650485,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,116.35468,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,116.35468,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,117.55665,67.650485,67.650485,8.1,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,117.55665,67.650485,67.650485,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.55665,123.566502,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.55665,123.566502,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,124.167488,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,137.389163,63.135922,67.349515,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,53.203883,63.135922,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.349515,72.466019,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=126.270936,129.275862,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=131.078818,134.083744,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=136.187192,143.399015,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,53.203883,72.466019,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,53.203883,63.135922,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,67.349515,72.466019,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,89.91133,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=92.014778,95.019704,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=96.82266,99.827586,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=101.931034,103.433498,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,104.635468,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=106.738916,109.743842,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.546798,114.551724,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,119.359606,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=121.463054,123.566502,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,108.541872,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=108.541872,109.743842,67.650485,67.650485,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,116.35468,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,117.55665,67.650485,67.650485,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.55665,123.566502,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,124.167488,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=126.270936,129.275862,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=131.078818,134.083744,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=136.187192,143.399015,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,53.203883,72.466019,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,63.135922,67.349515,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,53.203883,63.135922,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,67.349515,72.466019,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,89.91133,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=92.014778,95.019704,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=96.82266,99.827586,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=101.931034,103.433498,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,84.802956,67.650485,67.650485,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=84.802956,103.433498,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,0.9,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,104.635468,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=106.738916,109.743842,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.546798,114.551724,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,119.359606,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=121.463054,123.566502,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,108.541872,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=108.541872,109.743842,67.650485,67.650485,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,116.35468,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,117.55665,67.650485,67.650485,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.55665,123.566502,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,124.167488,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=126.270936,129.275862,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=131.078818,134.083744,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=136.187192,143.399015,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,53.203883,72.466019,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,141.596059,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=141.596059,142.79803,67.650485,67.650485,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=142.79803,143.098522,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,103.433498,52.902913,63.135922,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,103.433498,67.349515,72.466019,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.009852,103.433498,63.135922,67.349515,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,52.902913,72.466019,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,137.389163,63.135922,67.349515,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.399015,52.902913,63.135922,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.399015,67.349515,72.466019,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,63.135922,67.349515,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,103.433498,52.902913,63.135922,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,103.433498,67.349515,72.466019,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.009852,103.433498,63.135922,67.349515,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,52.902913,72.466019,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,137.389163,63.135922,67.349515,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.399015,52.902913,63.135922,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.399015,67.349515,72.466019,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,63.135922,67.349515,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh01 [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=144.0,144.0,52.0,83.0,0.0,12.0/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh01 [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=83.0,83.0,52.0,83.0,0.0,12.0/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh01 [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=83.0,144.0,83.0,83.0,0.0,12.0/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh01 [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=83.0,144.0,52.0,52.0,0.0,12.0/

&VENT ID='Vent', SURF_ID='Brann', XB=108.0,111.2,60.0,63.2,0.0,0.0, SPREAD_RATE=2.76E-3, XYZ=109.6,61.6,0.0/

&ISOF QUANTITY='TEMPERATURE', VALUE=80.0/

&ISOF QUANTITY='VISIBILITY', VALUE=3.0,5.0,10.0/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=109.6/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=109.6/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', CELL_CENTERED=.TRUE., PBY=61.6/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', CELL_CENTERED=.TRUE., PBY=61.6/

&TAIL /

14.1.2 Analysebyggverk

14.1.2.1 Sprinklerutløsning

&HEAD CHID='Analysebyggverk_sprinkler'/

&TIME T_END=600.0/

&DUMP DT_RESTART=300.0, DT_SL3D=0.25/

&MESH ID='Mesh01-a-merged-b-a-a-a', IJK=27,27,10, XB=103.0,111.0,52.0,60.0,0.0,3.0/

&MESH ID='Mesh01-a-merged-b-a-a-b', IJK=27,27,10, XB=103.0,111.0,60.0,68.0,0.0,3.0/

&MESH ID='Mesh01-a-merged-b-a-b-a', IJK=27,27,10, XB=111.0,119.0,52.0,60.0,0.0,3.0/

&MESH ID='Mesh01-a-merged-b-a-b-b', IJK=27,27,10, XB=111.0,119.0,60.0,68.0,0.0,3.0/

&SPEC ID='WATER VAPOR'/

&PART ID='Water',

 SPEC_ID='WATER VAPOR',

 DIAMETER=500.0,

 MONODISPERSE=.TRUE.,

 AGE=60.0,

 SAMPLING_FACTOR=1/

&REAC ID='POLYURETHANE',

 FYI='NFPA Babrauskas',

 FUEL='REAC_FUEL',

 C=6.3,

 H=7.1,

 O=2.1,

 N=1.0,

 SOOT_YIELD=0.1/

&PROP ID='Generic Commercial Link_Generic Commercial Spray',

 QUANTITY='SPRINKLER LINK TEMPERATURE',

 ACTIVATION_TEMPERATURE=68.33,

 PART_ID='Water',

 FLOW_RATE=56.1,

 PARTICLE_VELOCITY=5.0,

 SPRAY_ANGLE=60.0,75.0/

&DEVC ID='SPRK', PROP_ID='Generic Commercial Link_Generic Commercial Spray', XYZ=107.6,60.1,2.65/

&DEVC ID='SPRK01', PROP_ID='Generic Commercial Link_Generic Commercial Spray', XYZ=111.6,60.1,2.65/

&DEVC ID='SPRK02', PROP_ID='Generic Commercial Link_Generic Commercial Spray', XYZ=107.6,63.1,2.65/

&DEVC ID='SPRK03', PROP_ID='Generic Commercial Link_Generic Commercial Spray', XYZ=111.6,63.1,2.65/
&SURF ID='Brann',
COLOR='RED',
HRRPUA=500.0,
TAU_Q=-1.0,
TMP_FRONT=300.0/
&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=113.324179,113.524179,67.68048,72.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=83.324179,143.324179,72.593195,72.793195,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=143.124179,143.324179,72.593195,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=83.324179,143.324179,82.765223,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=83.324179,83.524179,72.593195,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=113.324179,113.524179,67.68048,72.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=113.324179,113.524179,67.68048,72.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=113.324179,113.524179,67.68048,72.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=83.2,89.4,62.8,63.0,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=137.2,143.4,62.8,63.0,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=103.0,108.62963,67.703704,67.703704,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=108.62963,109.814815,67.703704,67.703704,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.814815,111.0,67.703704,67.703704,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.0,116.333333,67.703704,67.703704,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.333333,117.518519,67.703704,67.703704,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.518519,119.0,67.703704,67.703704,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.0,104.777778,52.888889,53.185185,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.777778,106.555556,52.888889,53.185185,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.777778,106.555556,52.888889,53.185185,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=106.555556,109.518519,52.888889,53.185185,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.518519,111.0,52.888889,53.185185,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.518519,111.0,52.888889,53.185185,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.0,111.592593,52.888889,53.185185,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.0,111.592593,52.888889,53.185185,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.592593,114.555556,52.888889,53.185185,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.555556,116.62963,52.888889,53.185185,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.555556,116.62963,52.888889,53.185185,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.62963,119.0,52.888889,53.185185,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.0,111.0,52.888889,60.0,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.0,111.0,60.0,68.0,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.0,119.0,52.888889,60.0,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.0,119.0,60.0,68.0,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh01-a-merged-b-a [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=119.0,119.0,52.0,68.0,0.0,3.0/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh01-a-merged-b-a [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=103.0,103.0,52.0,68.0,0.0,3.0/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh01-a-merged-b-a [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=103.0,119.0,68.0,68.0,0.0,3.0/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh01-a-merged-b-a [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=103.0,119.0,52.0,52.0,0.0,3.0/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh01-a-merged-b-a [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=103.0,119.0,52.0,68.0,3.0,3.0/

&VENT ID='Vent', SURF_ID='Brann', XB=108.0,111.2,60.0,63.2,0.0,0.0, SPREAD_RATE=2.76E-3, XYZ=109.6,61.6,0.0/

&ISOF QUANTITY='TEMPERATURE', VALUE=80.0/

&ISOF QUANTITY='VISIBILITY', VALUE=3.0,5.0,10.0/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=109.6/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=109.6/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=61.6/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=61.6/

&TAIL /

14.1.2.2 Scenario 1

&HEAD CHID='Analysebyggverk_scenario1'/

&TIME T_END=600.0/

&DUMP DT_RESTART=300.0, DT_SL3D=0.25/

&MESH ID='Mesh02-a', IJK=68,103,40, XB=83.0,103.433498,52.0,83.0,0.0,12.0/

&MESH ID='Mesh02-b-a', IJK=67,103,40, XB=103.433498,123.566502,52.0,83.0,0.0,12.0/
&MESH ID='Mesh02-b-b', IJK=68,103,40, XB=123.566502,144.0,52.0,83.0,0.0,12.0/
&REAC ID='POLYURETHANE',
FYI='NFPA Babrauskas',
FUEL='REAC_FUEL',
C=6.3,
H=7.1,
O=2.1,
N=1.0,
SOOT_YIELD=0.1/
&SURF ID='Brann',
COLOR='RED',
HRRPUA=500.0,
RAMP_Q='Brann_RAMP_Q',
TMP_FRONT=300.0/
&RAMP ID='Brann_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID='Brann_RAMP_Q', T=1.0, F=1.0/
&RAMP ID='Brann_RAMP_Q', T=205.0, F=1.0/
&RAMP ID='Brann_RAMP_Q', T=206.0, F=0.33/
&RAMP ID='Brann_RAMP_Q', T=600.0, F=0.33/
&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=143.124179,143.324179,72.593195,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=83.324179,143.324179,82.765223,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=83.324179,83.524179,72.593195,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.2,89.4,62.8,63.0,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.2,143.4,62.8,63.0,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.524179,143.124179,72.593195,72.793195,9.0,11.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,63.135922,67.349515,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,53.203883,63.135922,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,67.349515,72.466019,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,63.135922,67.349515,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,89.91133,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,53.203883,63.135922,2.7,3.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.349515,72.466019,2.7,3.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,53.203883,63.135922,5.7,6.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.349515,72.466019,5.7,6.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,53.203883,63.135922,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.349515,72.466019,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.009852,103.433498,63.135922,67.349515,2.7,3.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.009852,103.433498,63.135922,67.349515,5.7,6.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.009852,103.433498,63.135922,67.349515,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=92.014778,95.019704,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=96.82266,99.827586,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=101.931034,103.433498,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,0.9,11.1, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,104.635468,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,53.203883,72.466019,2.7,3.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,53.203883,72.466019,5.7,6.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,53.203883,72.466019,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=106.738916,109.743842,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.546798,114.551724,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,119.359606,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=121.463054,123.566502,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,124.167488,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,137.389163,63.135922,67.349515,2.7,3.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,137.389163,63.135922,67.349515,5.7,6.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,137.389163,63.135922,67.349515,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,53.203883,63.135922,2.7,3.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.349515,72.466019,2.7,3.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,53.203883,63.135922,5.7,6.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.349515,72.466019,5.7,6.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,53.203883,63.135922,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.349515,72.466019,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=126.270936,129.275862,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=131.078818,134.083744,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,2.1,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,5.1,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=136.187192,143.399015,52.902913,53.203883,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,53.203883,72.466019,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh02 [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=144.0,144.0,52.0,83.0,0.0,12.0/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh02 [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=83.0,83.0,52.0,83.0,0.0,12.0/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh02 [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=83.0,144.0,83.0,83.0,0.0,12.0/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh02 [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=83.0,144.0,52.0,52.0,0.0,12.0/

&VENT ID='Vent', SURF_ID='Brann', XB=109.02,110.18,61.02,62.18,0.0,0.0, SPREAD_RATE=2.76E-3, XYZ=109.6,61.6,0.0/
&ISOF QUANTITY='TEMPERATURE', VALUE=80.0/
&ISOF QUANTITY='VISIBILITY', VALUE=3.0,5.0,10.0/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=109.6/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=109.6/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', CELL_CENTERED=.TRUE., PBY=61.6/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', CELL_CENTERED=.TRUE., PBY=61.6/
&TAIL /

14.1.2.3 Scenario 2

&HEAD CHID='Analysebyggverk_scenario2'/
&TIME T_END=600.0/
&DUMP DT_RESTART=300.0, DT_SL3D=0.25/
&MESH ID='Mesh02-a', IJK=68,103,40, XB=83.0,103.433498,52.0,83.0,0.0,12.0/
&MESH ID='Mesh02-b-a', IJK=67,103,40, XB=103.433498,123.566502,52.0,83.0,0.0,12.0/
&MESH ID='Mesh02-b-b', IJK=68,103,40, XB=123.566502,144.0,52.0,83.0,0.0,12.0/
&REAC ID='POLYURETHANE',
 FYI='NFPA Babrauskas',
 FUEL='REAC_FUEL',
 C=6.3,
 H=7.1,
 O=2.1,
 N=1.0,
 SOOT_YIELD=0.1/
&SURF ID='Brann',
 COLOR='RED',
 HRRPUA=500.0,
 RAMP_Q='Brann_RAMP_Q',
 TMP_FRONT=300.0/
&RAMP ID='Brann_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID='Brann_RAMP_Q', T=1.0, F=1.0/
&RAMP ID='Brann_RAMP_Q', T=205.0, F=1.0/
&RAMP ID='Brann_RAMP_Q', T=206.0, F=0.33/
&RAMP ID='Brann_RAMP_Q', T=600.0, F=0.33/
&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.124179,143.324179,72.593195,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.324179,143.324179,82.765223,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.324179,83.524179,72.593195,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.2,89.4,62.8,63.0,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.2,143.4,62.8,63.0,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.524179,143.124179,72.593195,72.793195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,53.203883,63.135922,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,67.349515,72.466019,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,89.91133,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=92.014778,95.019704,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=96.82266,99.827586,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=101.931034,103.433498,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,104.635468,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=106.738916,109.743842,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.546798,114.551724,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,119.359606,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=121.463054,123.566502,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,124.167488,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=126.270936,129.275862,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=131.078818,134.083744,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=136.187192,143.399015,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,53.203883,72.466019,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,53.203883,63.135922,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,67.349515,72.466019,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,63.135922,67.349515,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,89.91133,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,53.203883,63.135922,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.349515,72.466019,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.009852,103.433498,63.135922,67.349515,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=92.014778,95.019704,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=96.82266,99.827586,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=101.931034,103.433498,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,6.0,11.1, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,104.635468,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,53.203883,72.466019,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=106.738916,109.743842,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.546798,114.551724,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,119.359606,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=121.463054,123.566502,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,124.167488,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,137.389163,63.135922,67.349515,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,53.203883,63.135922,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.349515,72.466019,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=126.270936,129.275862,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=131.078818,134.083744,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=136.187192,143.399015,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,53.203883,72.466019,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,63.135922,67.349515,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,53.203883,63.135922,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,67.349515,72.466019,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,89.91133,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=92.014778,95.019704,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=96.82266,99.827586,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=101.931034,103.433498,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,84.802956,67.650485,67.650485,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=84.802956,103.433498,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,0.9,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,104.635468,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=106.738916,109.743842,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.546798,114.551724,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,119.359606,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=121.463054,123.566502,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,108.541872,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=108.541872,109.743842,67.650485,67.650485,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,116.35468,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,117.55665,67.650485,67.650485,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.55665,123.566502,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,124.167488,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=126.270936,129.275862,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=131.078818,134.083744,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=136.187192,143.399015,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,53.203883,72.466019,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,141.596059,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=141.596059,142.79803,67.650485,67.650485,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=142.79803,143.098522,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,103.433498,52.902913,63.135922,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,103.433498,67.349515,72.466019,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.009852,103.433498,63.135922,67.349515,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,52.902913,72.466019,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,137.389163,63.135922,67.349515,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.399015,52.902913,63.135922,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.399015,67.349515,72.466019,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,63.135922,67.349515,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,103.433498,52.902913,63.135922,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,103.433498,67.349515,72.466019,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.009852,103.433498,63.135922,67.349515,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,52.902913,72.466019,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,137.389163,63.135922,67.349515,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.399015,52.902913,63.135922,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.399015,67.349515,72.466019,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,63.135922,67.349515,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh02 [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=144.0,144.0,52.0,83.0,0.0,12.0/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh02 [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=83.0,83.0,52.0,83.0,0.0,12.0/

```
&VENT ID='Mesh Vent: Mesh02 [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=83.0,144.0,83.0,83.0,0.0,12.0/  
&VENT ID='Mesh Vent: Mesh02 [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=83.0,144.0,52.0,52.0,0.0,12.0/  
&VENT ID='Vent', SURF_ID='Brann', XB=109.02,110.18,61.02,62.18,0.0,0.0, SPREAD_RATE=2.76E-3, XYZ=109.6,61.6,0.0/  
&ISOF QUANTITY='TEMPERATURE', VALUE=80.0/  
&ISOF QUANTITY='VISIBILITY', VALUE=3.0,5.0,10.0/  
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=109.6/  
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=109.6/  
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=61.6/  
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=61.6/  
&TAIL /
```

14.1.2.4 Scenario 3

```
&HEAD CHID='Analysebyggverk_scenario3'  
&TIME T_END=600.0/  
&DUMP DT_RESTART=300.0, DT_SL3D=0.25/  
&MESH ID='Mesh02-a', IJK=68,103,40, XB=83.0,103.433498,52.0,83.0,0.0,12.0/  
&MESH ID='Mesh02-b-a', IJK=67,103,40, XB=103.433498,123.566502,52.0,83.0,0.0,12.0/  
&MESH ID='Mesh02-b-b', IJK=68,103,40, XB=123.566502,144.0,52.0,83.0,0.0,12.0/  
&REAC ID='POLYURETHANE',  
    FYI='NFPA Babrauskas',  
    FUEL='REAC_FUEL',  
    C=6.3,  
    H=7.1,  
    O=2.1,  
    N=1.0,  
    SOOT_YIELD=0.06/  
&SURF ID='Brann',  
    COLOR='RED',  
    HRRPUA=500.0,  
    TAU_Q=-1.0,  
    TMP_FRONT=300.0/  
&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,0.0,2.75, SURF_ID='INERT'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=143.124179,143.324179,72.593195,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=83.324179,143.324179,82.765223,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=83.324179,83.524179,72.593195,82.965223,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/
```

&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,3.0,5.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,6.0,8.75, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.124179,89.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.74438,103.94438,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.997275,118.197275,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=132.124179,132.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.124179,137.324179,52.965223,67.593195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.2,89.4,62.8,63.0,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=137.2,143.4,62.8,63.0,0.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.524179,143.124179,72.593195,72.793195,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,53.203883,63.135922,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,67.349515,72.466019,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,89.91133,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=92.014778,95.019704,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=96.82266,99.827586,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=101.931034,103.433498,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,104.635468,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=106.738916,109.743842,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.546798,114.551724,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,119.359606,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=121.463054,123.566502,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,124.167488,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=126.270936,129.275862,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=131.078818,134.083744,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,3.0,3.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,5.1,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=136.187192,143.399015,52.902913,53.203883,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,53.203883,72.466019,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,3.0,5.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,53.203883,63.135922,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,67.349515,72.466019,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,63.135922,67.349515,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,89.91133,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,53.203883,63.135922,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.349515,72.466019,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.009852,103.433498,63.135922,67.349515,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=92.014778,95.019704,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=96.82266,99.827586,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=101.931034,103.433498,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,103.433498,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,6.0,11.1, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,104.635468,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,53.203883,72.466019,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=106.738916,109.743842,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.546798,114.551724,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,119.359606,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=121.463054,123.566502,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,124.167488,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,137.389163,63.135922,67.349515,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,53.203883,63.135922,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.349515,72.466019,8.7,9.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=126.270936,129.275862,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=131.078818,134.083744,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,6.0,6.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,8.1,9.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,11.1,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=136.187192,143.399015,52.902913,53.203883,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,53.203883,72.466019,6.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,6.0,8.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.098522,67.650485,67.650485,9.0,12.0, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,63.135922,67.349515,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,53.203883,63.135922,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.600985,67.349515,72.466019,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,89.91133,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.91133,92.014778,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=92.014778,95.019704,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=95.019704,96.82266,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=96.82266,99.827586,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=99.827586,101.931034,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=101.931034,103.433498,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.600985,84.802956,67.650485,67.650485,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=84.802956,103.433498,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,0.9,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,104.635468,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=104.635468,106.738916,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=106.738916,109.743842,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,111.546798,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=111.546798,114.551724,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=114.551724,116.35468,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,119.359606,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=119.359606,121.463054,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=121.463054,123.566502,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,108.541872,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=108.541872,109.743842,67.650485,67.650485,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=109.743842,116.35468,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=116.35468,117.55665,67.650485,67.650485,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=117.55665,123.566502,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,124.167488,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=124.167488,126.270936,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=126.270936,129.275862,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=129.275862,131.078818,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=131.078818,134.083744,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,0.0,0.9, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=134.083744,136.187192,52.902913,53.203883,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=136.187192,143.399015,52.902913,53.203883,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,53.203883,72.466019,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,141.596059,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=141.596059,142.79803,67.650485,67.650485,2.1,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=142.79803,143.098522,67.650485,67.650485,0.0,2.7, SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,103.433498,52.902913,63.135922,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,103.433498,67.349515,72.466019,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.009852,103.433498,63.135922,67.349515,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,52.902913,72.466019,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,137.389163,63.135922,67.349515,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.399015,52.902913,63.135922,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.399015,67.349515,72.466019,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,63.135922,67.349515,5.7,6.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,103.433498,52.902913,63.135922,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,103.433498,67.349515,72.466019,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=89.009852,103.433498,63.135922,67.349515,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=83.300493,83.300493,63.135922,67.349515,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=103.433498,123.566502,52.902913,72.466019,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,137.389163,63.135922,67.349515,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.399015,52.902913,63.135922,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=123.566502,143.399015,67.349515,72.466019,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&OBST ID='Obstruction', XB=143.098522,143.399015,63.135922,67.349515,2.7,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='INERT'/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh02 [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=144.0,144.0,52.0,83.0,0.0,12.0/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh02 [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=83.0,83.0,52.0,83.0,0.0,12.0/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh02 [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=83.0,144.0,83.0,83.0,0.0,12.0/

&VENT ID='Mesh Vent: Mesh02 [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=83.0,144.0,52.0,52.0,0.0,12.0/

&VENT ID='Vent', SURF_ID='Brann', XB=108.6,110.6,60.6,62.6,0.0,0.0, SPREAD_RATE=2.76E-3, XYZ=109.6,61.6,0.0/

&ISOF QUANTITY='TEMPERATURE', VALUE=80.0/

&ISOF QUANTITY='VISIBILITY', VALUE=3.0,5.0,10.0/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=109.6/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', CELL_CENTERED=.TRUE., PBX=109.6/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', CELL_CENTERED=.TRUE., PBY=61.6/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', CELL_CENTERED=.TRUE., PBY=61.6/

&TAIL /