

Inhoudsopgave

WAT IS "FRAME"?	4
Geschiedenis.	4
Praktische toepassing.	5
BASISPRINCIPES	5
DEFINITIES EN FORMULES	6
BEREKENING VAN DE POTENTIELE RISICO'S.	8
BEREKENING VAN DE AANVAARBARE RISICO'S.	9
BEREKENING van de BESCHERMINGSGRADEN	9
Is "FRAME" wetenschappelijk en wiskundig onderbouwd ?	10
Wiskundige formulering van risicoaanvaarding.	10
Beoordeling van de ernst.	12
Formules voor de brandduur.	13
Brandontwikkeling en warmteproductie.	14
Brandontwikkeling tot flash-over.	14
Waarschijnlijkheid van optreden.	15
Waarschijnlijkheid van ontsteking.	15
Waarschijnlijkheid van een effectieve blussing	16
Betrouwbaarheid van de beschermingselementen in FRAME.	17
Waarschijnlijkheid van instorting.	17
Het belang van de blootstelling.	18
Blootstelling van de gebruikers.	18
Blootstelling voor het patrimonium	19
Blootstelling voor de activiteiten.	19
Risicoaanvaarding.	20
De getalwaarde van het risico.	21
Risicoaversie	21
WAARVOOR KAN FRAME GEBRUIKT WORDEN?	23
Ontwerpen van een efficiënte brandbescherming	23
Bijzondere gevallen	23
Bestaande situaties onderzoeken.	23

Gelijkwaardigheid.....	24
ONTWERPEN van brandveilige gebouwen met FRAME.....	24
1. De brandrisicoanalyse	24
2. De bepaling van het beoogde niveau van brandveiligheid	24
3. De voorgestelde maatregelen om de brandveiligheid te realiseren.....	26
4. De opdracht van de ontwerper.....	26
5. De toetsing van de maatregelen aan de doelstellingen.....	28
Toepassing van FRAME voor speciale compartimenten.....	28
Atriumcompartimenten	28
Smalle, diepe gebouwen.....	30
Duplex loftverdiepingen.....	31
Evaluatie van het Brandrisico.....	32
Hoe beoordelen wij de risico's die ons bedreigen?	32
De betrouwbaarheid van bescherming.....	33
Risicoberekening met de FRAME-methode	33
Aantonen van gelijkwaardigheid van brandveiligheidsconcepten.....	35
Werkwijze voor het bewijzen van een gelijkwaardig veiligheidsniveau	35
Kwalitatieve beoordeling van het ontwerp:.....	35
Kwantitatieve analyse	36
Nagaan of de doelstellingen bereikt worden.....	36
Rapportering en voorstelling van de resultaten	37
EEN VOORBEELD uit België.....	37
FRAME BEREKENING IN DE PRAKTIJK.....	39
REKENBLAD.....	39
VOORBEELDEN	40
Brand in het centrum Schiphol-Oost in de nacht van 26 op 27 oktober 2005.....	40
GAMMA brand Doetinchem, Nederland, op 12 februari 2008.....	40
Brand in het centrum Schiphol-Oost, 26 op 27 oktober 2005.....	40
Beschrijving van de ramp.....	40
Verantwoordelijkheden.....	42
FRAME -berekeningen.....	43
Het gewenste niveau van veiligheid.....	43

De afwijkende constructie.....	44
De werkelijke toestand.....	45
Een ander alternatief.....	46
Elders	47
De Bouwproducten richtlijn.	47
ANPI Magazine nr 150 van April 2000.....	47
Beoordeling van het brandrisico voor kerken : Fire (SEPC).....	47

WAT IS "FRAME"?

"FRAME" of de "Fire Risk Assessment Method for Engineering" is waarschijnlijk het gemakkelijkste werkinstrument voor de Fire Safety ingenieur die een performant en toch economisch brandbeveiligingsconcept moet uitwerken voor bestaande of voor nieuwe gebouwen. Het is een complete, transparante en praktische methode voor het berekenen van de brandrisico's in gebouwen.

De benadering in FRAME is anders dan die van bouwverordeningen en gelijkaardige reglementeringen die hoofdzakelijk gericht zijn op de veiligheid van personen. FRAME bekijkt ook de bescherming van goederen en activiteiten. De methode laat toe verschillende gevallen op een uniforme manier te benaderen. Zij vormt een leidraad voor de risicobepaling en voor de keuze der bescherming, en helpt bij het vergelijken van alternatieve oplossingen. Het resultaat van deze systematische evaluatie van verscheidene invloedsfactoren is een reeks waarden die in cijfers uitdrukken wat anders moet verteld worden met een lange beschrijving van positieve en negatieve aspecten.

De methode is echter niet geschikt voor openluchtinstallaties.

FRAME is opgebouwd zoals de meeste methodes voor risico-evaluaties en maakt gebruik van vereenvoudigde brandmodellen. Vertrekkend van een beperkt aantal brandscenario's, houdt men rekening met de waarschijnlijkheid van de brand, met de aard van de blootstelling, met de ernst van de gevolgen.

Geschiedenis.

FRAME werd ontwikkeld vanuit de GRETENER-methode die in rond 1965 door deze Zwitserse ingenieur werd beschreven, en uit meerdere gelijkaardige benaderingen : ERIC (Evaluation du Risque d'Incendie par le Calcul), een methode uitgewerkt in Frankrijk door SARAT en CLUZEL, de Duitse norm DIN 18230 en de Oostenrijkse TRBV100, de tariefsystemen van verzekeraars, enz. Vertrekkend van de kenmerken van het gebouw en zijn inhoud, bepaalde de GRETENER- methode het gevaar voor het patrimonium. Daar moesten twee luiken bijkomen, een voor de personen en een voor de activiteiten om tot de volledige FRAME benadering te komen.

De voorganger van FRAME werd reeds in 1980 in de Hogere Cursus brandveiligheid van NVBB-ANPI opgenomen als methode om het brandrisico te schatten. Deze methode bevatte enkel de luiken patrimonium en personen. Tussen 1983 en 1988 werd het derde luik van FRAME ontwikkeld met het oog op het inschatten van de bedrijfschade na brand. In 1988 werd de methode gepubliceerd door ANPI-NVBB als TD73: Schatting van het brandgevaar. Omdat dit document enkel in het Nederlands en het Frans werd gepubliceerd, kreeg het weinig belangstelling buiten België. In die periode was de PC nog een veredelde schrijfmachine met DOS; een klein softwareprogramma in BASIC was beschikbaar voor de berekeningen. De voornaamste toepassing van FRAME in die periode was het beoordelen van industriële brandrisico's , wat toen door de ANPI- cursisten elk jaar toegepast werd.

Het gebruik van FRAME voor niet-industriële gebouwen met een betrekkelijk laag risico voor het patrimonium, maar met meer specifieke eisen voor de veiligheid van de personen, leidde in de periode 1995-1998 tot een herziening van de formules voor het aanvaardbare risico voor de personen en voor de factor U, de bescherming van de evacuatie. De formules werden zo aangepast dat de tijd nodig om het gebouw te verlaten vergeleken werd met een referentietijd van 6 minuten, en dat de bescherming van de evacuatieweg werd beoordeeld.

Dit werd ingebouwd in de 2de versie van FRAME, van 1998. Tezelfdertijd werd een Windows 3 programma uitgewerkt om de berekeningen te maken en om rapporten te genereren. Deze software was in meerdere talen beschikbaar.

In diezelfde periode groeide in het vakgebied van de brandveiligheid de vraag naar een resultaatgerichte aanpak zeer sterk. Het gebruik van brandsimulatiemodellen biedt de mogelijkheid om bepaalde brandscenario's beter te bestuderen, maar lost het probleem niet op hoe men het veiligheidsniveau van een bepaald brandbeschermingsconcept kan beoordelen, zonder al te veel subjectieve invloeden. Het is dan ook niet zo verwonderlijk dat de toepassing van FRAME voor het beoordelen van risico's nu meer en meer de aandacht trekt, omdat het gebruik van formules die subjectieve beoordeling sterk beperkt.

In 2008 werd een nieuwe versie "FRAME 2008" uitgebracht. Het Windows rekenprogramma werd vervangen door een Excel-invoegtoepassing en een aantal deelfactoren werden aangepast. Zo werd er rekening gehouden met de nieuwe Europese classificatie "reactie bij brand" voor de brandverspreidingsfactor i , werd de methode om de watervoor-zieningen te beoordelen verder uitgewerkt en werden meer mogelijkheden voorzien om gewogen gemiddelden te gebruiken. De invoegtoepassing is in meerdere talen beschikbaar. Met de komst van Windows 7 en Microsoft Office 2010 is nu ook een update "FRAME 2011" beschikbaar.

Praktische toepassing.

De beste toets voor FRAME is de praktijk, aan de hand van echte branden en praktische toepassingen:

- voor een reeks gebouwen die door de experts als goed beschermd werden aanzien, bekomt men met FRAME berekende waarden die dit bevestigen,
- voor een aantal gebouwen die door brand werden vernield, bekomt men berekende waarden die de zwakke punten van het gebouw aanduiden.

Verscheidene gebruikers in België, Nederland, Spanje en de UK hebben de FRAME methode vergeleken met andere methodes en getoetst aan hun eigen voorbeelden en behoeften. De commentaren zijn unaniem: FRAME is een betrouwbaar werkinstrument voor de brandrisicobeoordeling in gebouwen. Vandaag zijn honderden praktische berekeningen beschikbaar die de goede werking van de FRAME methode aantonen. Kijk hiervoor bij de voorbeelden.

BASISPRINCIPES

FRAME vertrekt van vijf basisprincipes:

1. In een goed beschermd gebouw bestaat er een evenwicht tussen het gevaar voor brand en de voorziene bescherming.

Drukt men dit evenwicht uit in getallen, dan kan men zeggen dat het quotiënt " gevaar : bescherming = risico " niet groter is dan 1 voor goed beschermde gebouwen. Een hogere waarde voor dit quotiënt weerspiegelt een slechtere toestand van het gebouw, terwijl een lagere waarde een betere situatie weergeeft. De waarde van R volgens FRAME komt dus overeen met een (al dan niet aanvaardbaar) restrisico.

Het evenwicht tussen risico en bescherming dat men in FRAME terugvindt is vergelijkbaar bij het risico in een moderne woning in een stedelijke zone: De schade van de brand kan

beperkt wordt tot de ruimte waar de brand is ontstaan, er zijn geen dodelijke slachtoffers, en men kan het huis opnieuw bewonen na het opruimen en herstellen van de schade.

2. De tweede grondgedachte is dat het gevaar zelf te berekenen valt uit twee reeksen invloedsfactoren.

De eerste reeks bevat die factoren die de mogelijk omvang van de ergste situatie bepalen, en die noemt men het "potentieel risico P". De tweede reeks bevat de factoren die de weerslag ervan omschrijven. Hoe groter de mogelijke weerslag van de brand, hoe minder aanvaardbaar. Deze reeks bepaalt de waarde van het "aanvaardbaar risico A".

3. Het ergste mogelijke scenario doet zich pas voor als alle bescherming faalt. Een hogere beschermingsgraad betekent dus een kleiner eindrisico.

Men kan de beschermingsgraad kan berekenen door de beschermingstechnieken in te delen in groepen, elk met specifieke waarden. De gebruikte getallen zijn kenmerkend voor de verschillende beschermingsmiddelen en technieken:

- a) het meest gebruikte blusmiddel: water
- b) de bouwkundige bescherming van de evacuatie
- c) de brandweerstand van de bouwelementen
- d) de manuele blusmiddelen
- e) de automatische meld- en blusinstallaties
- f) de openbare en private brandweer
- g) de fysische scheiding der risico's

4. De berekening dient dan nog drie luiken te omvatten, elk voor een deelaspect van het brandrisico met een eigen scenario: Een eerste berekening dient om het risico te bepalen voor het patrimonium, het gebouw en zijn inhoud; de tweede om het risico te bepalen voor de personen en de derde voor het risico voor de (economische) activiteit in het gebouw. De verscheidene invloedsfactoren spelen in de drie gevallen niet op dezelfde manier. Noch het potentiële noch het aanvaardbare risico zijn gelijk, en de beschermingsmiddelen hebben verschillende effecten naargelang men de personen, de goederen of de activiteit wil beveiligen.

5. De basiseenheid voor de berekeningen is één compartiment met één niveau. Zijn er meerdere compartimenten, of meerdere niveaus, dan zal men een reeks berekeningen maken voor elk van hen, of ten minste voor de meest gevaarlijke compartimenten.

DEFINITIES EN FORMULES.

De vijf basisprincipes worden omgezet in de volgende definities en formules:

Het risico voor het patrimonium R is per definitie : $R = P / (A * D)$

Hierbij is P het Potentieel Risico, A het Aanvaardbaar Risico en D de Beschermingsgraad.

Het Potentieel Risico P is per definitie : $P = q * i * g * e * v * z$

Hierbij is q de brandlastfactor, i is de verspreidingsfactor, g is de oppervlaktefactor, e is de verdiepenfactor, v is de ventilatiefactor, z is de toegankelijkheidsfactor.

Het Aanvaardbaar Risico A is per definitie : $A = 1.6 - a - t - c$

Hierbij is 1.6 de maximale waarde van A, a is de aanzetfactor, t is de evacuatie-tijdsfactor, c is de inhoudsfactor.

De beschermingsgraad D is per definitie :

$$D = W * N * S * F$$

Hier is W is de watervoorzieningsfactor, N is de normale beschermingsfactor, S is de speciale beschermingsfactor, F is de brandweerstandsfactor.

Het risico voor de personen R_1 is per definitie :

$$R_1 = P_1 / (A_1 * D_1)$$

Hierbij is P_1 het Potentieel Risico, A_1 het Aanvaardbaar Risico en D_1 de Beschermingsgraad.

Het Potentieel Risico P_1 is per definitie :

$$P_1 = q * i * e * v * z$$

en q is de brandlastfactor, i is de verspreidingsfactor, e is de verdiepenfactor, v is de ventilatiefactor, z is de toegankelijkheidsfactor.

Het Aanvaardbaar Risico A_1 is per definitie :

$$A_1 = 1.6 - a - t - r$$

en 1.6 is de maximale waarde van A_1 , a is de aanzetfactor, t is de evacuatie-tijdsfactor, r is de omgevingsfactor.

De beschermingsgraad D_1 is per definitie :

$$D_1 = N * U$$

en N is de normale beschermingsfactor, U is de vluchtfactor.

Het risico voor de activiteiten R_2 is per definitie :

$$R_2 = P_2 / (A_2 * D_2)$$

Hierbij is P_2 het Potentieel Risico, A_2 het Aanvaardbaar Risico en D_2 de Beschermingsgraad.

Het Potentieel Risico P_2 is per definitie:

$$P_2 = i * g * e * v * z$$

i is de verspreidingsfactor, g is de oppervlaktefactor, e is de verdiepenfactor, v is de ventilatiefactor, z is de toegankelijkheidsfactor.

Het Aanvaardbaar Risico A_2 is per definitie :

$$A_2 = 1.6 - a - c - d$$

en 1.6 is de maximale waarde van A, a is de aanzetfactor, c is de inhoudsfactor, d is de afhankelijkheidsfactor.

De beschermingsgraad D_2 is per definitie :

$$D_2 = W * N * S * Y$$

en W is de watervoorzieningsfactor, N is de normale beschermingsfactor, S is de speciale beschermingsfactor, Y is de reddingsfactor.

Berekening van de waarden van de risico's.

De waardeschaal voor de componenten P, A en D is zo gekozen dat voor een goed beschermd compartiment, de risicowaarden R , R_1 en R_2 kleiner dan of gelijk zijn aan 1.

$$R = \frac{P}{A * D} \leq 1$$

BEREKENING VAN DE POTENTIELE RISICO'S.

De Potentiële Risico's P , P_1 en P_2 zijn producten van de brandlastfactor q , de verspreidingsfactor i , de oppervlaktefactor g , de verdiepenfactor e , de ventilatiefactor v , en de toegankelijkheidsfactor z .

De brandlast factor q wordt berekend in functie van de brandlast of vuurbelasting . Dit is de hoeveelheid warmte die vrijkomt per oppervlakte-eenheid, bij de volledige verbranding van alle brandbare materialen die zich in het beschouwde lokaal bevinden. Ze bestaat uit de "roerende" brandlast Q_m voor de inhoud en de "onroerende" brandlast Q_i voor het gebouw.

$$q = 2/3 * \log (Q_i + Q_m) - 0.55$$

De verspreidingsfactor i duidt aan hoe gemakkelijk een brand zich kan verspreiden. Men berekent hem in functie van T , de temperatuurstijging nodig om de inhoud te doen ontvlammen of te beschadigen; van m , de gemiddelde afmeting (in meter) van de inhoud; en van M , de brandbaarheidsklasse van de oppervlakken.

$$i = 1 - \frac{T}{1000} - 0.1 * \log m + \frac{M}{10}$$

De oppervlakte factor g duidt de horizontale invloed van de brand aan. Men berekent hem in functie van l , de theoretische lengte van het compartiment en van b , de equivalente breedte.

$$g = \frac{b + 5 * \sqrt[3]{l * b^2}}{200}$$

De verdiepenfactor e duidt de verticale invloed van de brand aan . Men berekent hem in functie van E , de nummering der verdiepingen.

$$e = \Phi(|E|)$$

De ventilatiefactor v bepaalt de invloed van de rookgassen. Men berekent hem in functie van h , de hoogte van het plafond van het compartiment; van de ventilatiecoëfficiënt k en van Q_m , de roerende brandlast. De ventilatiecoëfficiënt k geeft de verhouding tussen de oppervlakte die beschikbaar is om de rookgassen af te voeren en de totale vloeroppervlakte van het compartiment.

$$v = 0.84 + 0.1 * \log Q_m - \sqrt{k} * \sqrt{h}$$

De toegankelijkheidsfactor z bepaalt de invloed van de toegangsmogelijkheden. Men berekent hem in functie van b , de breedte van het compartiment; van H , het hoogteverschil tussen het compartiment en de begane grond (het toegangsniveau); en van Z , de toegangsrichtingen. Aangezien de brandbestrijding merklijk moeilijker is voor ondergrondse verdiepingen, voorziet de formule een onderscheid tussen de positieve waarden (H^+), voor de verdiepingen, en de negatieve waarden (H^-), voor de kelders.

$$Z = \Phi(b, Z, H^+, H^-)$$

BEREKENING VAN DE AANVAARBARE RISICO'S

De Aanvaardbare Risico's geven weer dat mensen een bepaald niveau van brandgevaar aanvaarden voor zover er geen onomkeerbare gevolgen zijn. Ze worden berekend met a, de aanzetfactor; t, de evacuatielijdsfactor; c de inhoudsfactor; r, de omgevingsfactor en d, de afhankelijkheidsfactor.

De aanzetfactor a bepaalt de aanwezigheid van brandoorzaken in het gebouw. Deze liggen vooral bij de menselijke hoofd- en nevenactiviteiten, de verwarmingswijze; de elektrische installaties; het gebruik van ontvlambare producten ; de gevaarlijke bewerkingen.

$$a = \sum a_i$$

De evacuatielijdsfactor t bepaalt de evacuatielijdsfactor. Men berekent hem in functie van het aantal en de beweeglijkheid van de personen, van de afmetingen van het gebouw, en van de kenmerken van de evacuatielijdsfactor.

$$t = \frac{p \cdot x \cdot [(b+l) + (X/x) + 1.25 \cdot H^+ + 2 \cdot H^-] \cdot (b+l)}{800 \cdot K \cdot [1.4 \cdot x \cdot (b+l) - 0.44 \cdot X]}$$

De inhoudsfactor c bepaalt de waarde van de inhoud. Men berekent hem in functie van de absolute waarde van de goederen en van de vervangingsmogelijkheden.

$$c = c_1 + c_2$$

De omgevingsfactor r bepaalt in hoeverre de omgeving vijandig is voor de evacuatie. Men berekent hem in functie van de onroerende brandlast Q_i ; en van M, de brandbaarheid van de oppervlakken.

$$r = 0.1 \log (Q_i + 1) + M/10$$

De afhankelijkheidsfactor d bepaalt de afhankelijkheid van de economische activiteit. Het is de verhouding tussen de toegevoegde waarde en het omzetcijfer.

BEREKENING van de BESCHERMINGSGRADEN

De beschermingsgraden worden berekend met de factoren W, voor de watervoorziening, factor N, normale bescherming; factor S, speciale bescherming; brandweerstandsfactor F; vluchtfactor U en reddingsfactor Y.

De watervoorzieningsfactor W bepaalt de kwaliteit van de waterbronnen. Men houdt rekening met de hoeveelheid beschikbaar water, met de druk op het verdeelnet, met het distributiesysteem en met het aantal aansluitpunten.

$$W = 0.95^w$$

De normale beschermingsfactor N bepaalt de kwaliteit van de normale beschermingsmiddelen. Men beoordeelt de kwaliteit van de keten waarschuwing - eerste tussenkomst - hulp van buiten.

$$N = 0.95^n$$

De speciale beschermingsfactor S bepaalt in welke mate de bescherming versterkt werd met automatische middelen, door overvloed aan middelen, en door het verhogen van de betrouwbaarheid.

$$S = 1.05^s$$

De brandweerstandsfactor F bepaalt de waarde van de brandweerstand van de bouwelementen, maar met een correctie voor de speciale bescherming.

$$F = f(ts, ff, fd, fw, S)$$

De vluchtfactor U bepaalt in welke mate de evacuatiemogelijkheden werden uitgebreid, verbeterd en beschermd.

$$U = 1.05^u$$

De reddingsfactor Y bepaalt in welke mate de neuralgische punten, de basisgegevens en de productieketens werden beschermd.

$$Y = 1.05^y$$

Is "FRAME" wetenschappelijk en wiskundig onderbouwd ?

Heel wat professionelen in de brandveiligheid zijn door "FRAME" aangesproken omdat de methode "goed aanvoelt", dwz dat de resultaten van de berekeningen overeenstemmen met een intuïtieve evaluatie gebaseerd op kennis en ervaring. Maar zoals bij alle empirische methodes, stelt men dikwijls de vraag hoever het staat met de wetenschappelijke onderbouwing ervan? Het wantrouwen voor empirische methodes zoals is in zekere mate te begrijpen, hoewel men sinds jaar en dag op vele gebieden dergelijke rekenmethodes in vertrouwen gebruikt heeft zonder dat er een wetenschappelijke verantwoording bestond. Men bouwde al zeewaardige schepen voor dat Archimedes zijn wetten formuleerde.

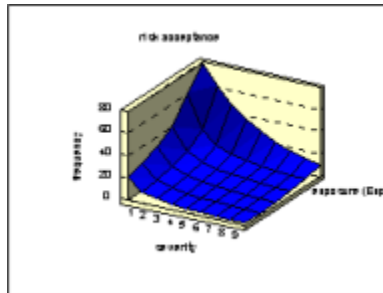
Het is wel duidelijk dat het onmogelijk is om een onderzoeksprogramma met brandtesten op te zetten om de geldigheid van alle parameters na te gaan, en dat zoiets eigenlijk niet nodig is om de bruikbaarheid van de methode aan te tonen. Hoe kan FRAME dan gevalideerd worden op basis van wetenschappelijke kennis? De wetenschappelijke basis en de achtergrond van de methode is beschreven in de Theoretical basis and technical reference guide. In de hiernavolgende tekst volgt een uittreksel uit deze verantwoording, zodat de gebruiker de methode met vertrouwen kan toepassen.

Wiskundige formulering van risicoaanvaarding.

Op het vlak van machineveiligheid bestaat er een duidelijke manier om op basis van combinatie van ernst en waarschijnlijkheid (van een ongeval) een aanvaardbaar risico te definiëren. Die methodiek is vastgelegd in de normen EN1050 en EN954-1. (zie ook :

"risicobeoordeling") De ernst van een risico is bepaald als " de gevolgen in het slechtste geval " zonder rekening te houden met de doeltreffendheid van de bescherming of de duur van de blootstelling. Een dergelijk "slechtste geval" wordt aanvaardbaar wanneer de combinatie van een (korte) duur van blootstelling en lage waarschijnlijkheid de ernst van het geval compenseert. Een vrij algemeen gebruikte formule om dit aan te duiden werd door KINNEY e.a. ontwikkeld in de periode 1970-1980. De formule luidt:

$$Sev * Poc * Exp < C$$



hierbij is :

Sev = maat van ernst (severity)

Poc = maat van waarschijnlijkheid van optreden (probability of occurrence)

Exp = maat van blootstelling (exposure)

C(constante) = maat voor het aanvaardbaar risiconiveau

Hierbij men men wel opletten dat ernst, waarschijnlijkheid en blootstelling gekoppeld zijn aan eenzelfde ongewenste gebeurtenis. Het resultaat kan men best voorstellen met een driedimensioneel parabolisch veld: alle risico's onder die grens zijn aanvaardbaar, die erboven vragen om correctie.

KINNEY stelt de volgende waarden voor bij de bepaling van ernst, waarschijnlijkheid en blootstelling:

Waarde van Poc	Waarschijnlijkheid van voorkomen
10	kan verwacht worden, bijna zeker
6	goed mogelijk
3	combinatie van ongewone omstandigheden
1	op lange termijn mogelijk
0.5	onwaarschijnlijk
0.2	hoogst onwaarschijnlijk
0.1	praktisch onmogelijk

Waarde van Sev	Ernst van de gevolgen	Kostschatting (1980 dollars)
100	Catastrofe met vele doden	meer dan 10.000.000
40	Ramp, meer dan 1 dode	van 1 tot 10 miljoen
15	Dodelijk, (1 slachtoffer)	van 100.000 tot 1 miljoen
7	Ernstige letsels	van 10.000 tot 100.000
3	Mindere letsels	van 1.000 tot 10.000
1	Lichte letsels	minder dan 1.000

Waarde van of Exp	Blootstelling	Tijdschaal
0.5	zeer zelden	ten hoogste eenmaal per jaar
1	zelden	enkele malen per jaar
2	ongewoon	eens per maand
3	occasioneel	eens per week
6	frequent	dagelijks
10	continu	constant

De voorgestelde waarden voor elke factor liggen op een niet-lineaire (semi-logarithmische) schaal, en de berekende risicofactor wordt beoordeeld met de volgende "beslissingstabel". De niet-lineaire schaal is nodig om te beantwoorden aan het verschijnsel van risicoafkeer, dwz de menselijke houding om eerder risico's met hoge ernst / lage waarschijnlijkheid te verwerpen dan die met lage ernst / hoge waarschijnlijkheid. In de beslissingstabel worden de geïdentificeerde risico's in klassen ingedeeld zodat men een volgorde kan vastleggen om ze aan te pakken.

Waarde van Risicofactor :	Beslissing
<20	Geen aandacht vereist
20 to 70	Aandacht vereist
70 to 160	Verbeteringsactie nodig
160 to 320	Onmiddellijke verbetering nodig
> 320	Stop de activiteit

"FRAME" gebruikt een formule die gelijkaardig aan die van de Kinney-methode :

Deze formule kan men ook schrijven als:

$$P / D < = A$$

Het potentiële risico P is bepalend voor de ernst; 1/D (Beschermingsgraad) geeft de waarschijnlijkheid van optreden: Een hoge graad van bescherming is hetzelfde als een lage faalkans dus een lage waarschijnlijkheid ; Het aanvaardbaar risico A is een maat voor de blootstelling : Hoe groter de blootstelling (voor het gebouw, de gebruikers, activiteiten) , hoe lager het aanvaardbaar risico zal zijn. Deze gelijkens tussen de basisformules van "FRAME" en die van de KINNEY methode tonen duidelijk dat "FRAME" geen "punten-systeem" is, zoals andere op checklists gebaseerde methodes (bvb. NFPA 101A en de FSES methode) maar een methode gebaseerd op de meer wetenschappelijke benadering met de combinatie ernst- waarschijnlijkheid.

Beoordeling van de ernst.

De beoordeling van de ernst van een brand gebeurt in FRAME, door de combinatie van de 3 factoren q, v en i.

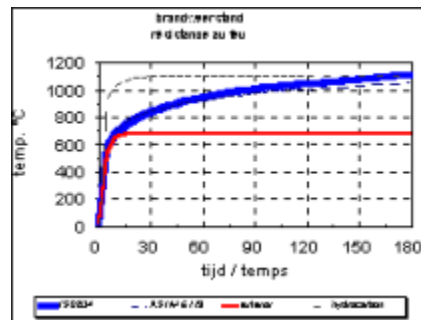
De basisformule voor q is logaritmisch, wat overeenstemt met:

- De logaritmische distributie van de brandschade die men in brandstatistieken terugvindt
- en de standaard temperatuur-tijd brandcurves

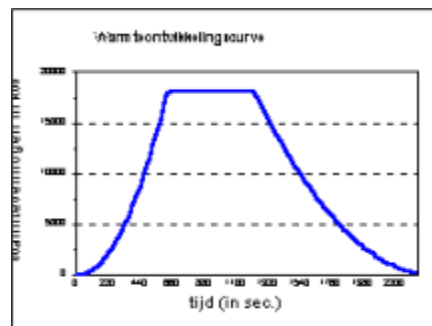
De i- en v-factors corrigeren de op de vuurbelasting gebaseerde q-factor voor de invloed van (hitte)ventilatie en brandontwikkeling (RHR = rate of heat release).

Formules voor de brandduur.

De meeste mathematische modellen bepalen de ernst van de thermische actie van een brand als een functie van de brandduur. De standaard brandcurves, (zie Eurocode EN1991-1-2) zijn logaritmische temperatuur-tijd curves. Deze curves hebben een snel groeiende "kop", die de ontwikkeling naar flash-over condities voorstelt en een eerder vlakke "staart", wat beantwoordt aan een zware brand onder min of meer constante warmte-afgifte.



"Natuurlijke" brandmodellen vertonen daarnaast ook een traag groeiend begin, meestal met een t^2 - curve, die het ontwikkelen van een brand voor flash-over weergeeft, en een dalende staart (lineair of t^2) om de uitdooffase van een brand voor te stellen.



Het nagenoeg vlakke deel van de temperatuur-tijd curve komt overeen met twee situaties die men bij reële branden terugvindt: Het kan zowel een "door de ventilatie gecontroleerde" brand zijn na flash-over of een situatie waarbij de warmteafgifte van de brand in evenwicht is met het warmteopslorpend vermogen van het water dat door brandweer en sprinklers wordt aangevoerd. In beide gevallen veronderstelt men een nagenoeg constante warmteproductie (RHR = rate of heat release), en wordt de duur van de brand bijna lineair gekoppeld aan de beschikbare vuurbelasting.

De staart van de brandcurve met de dooffase is niet erg interessant voor de risicobeoordeling, aangezien het er vooral op aankomt om te weten hoeveel schade kan volgen uit die thermische actie.

Daarentegen is het wel betekenisvol om een beginfase in het model in te bouwen, omdat dit een aanduiding geeft van de periode voor dat de zware thermische belasting optreedt en omdat die beginperiode een belangrijke invloed heeft op de doelmatigheid van defensieve acties zoals brandbestrijding en sprinklers.

Er bestaan nog een aantal bijkomende parameters die de vorm van de brandcurve mee bepalen. Over het algemeen zullen de plaatselijke omstandigheden, zoals ventilatie,

compartimentgrootte, etc.) meespelen om de "standaard" brandcurve te veranderen in een meer of minder zwaar brandmodel. Men gebruikt hiervoor het "equivalente tijd"-concept, waarbij men de piek van een natuurlijke brandcurve afzet tegenover de standaard ISO 834 brandcurve.

In FRAME zit de brandduur verwerkt in het logaritmische deel van de formule van de brandlastfactor q .

$$q = 2/3 * \log (Q_i + Q_m) - 0.55$$

De correctie-factoren in deze formule houden dan rekening met dat deel van de warmteafgifte van de brand dat verloren gaat in de groeifase, in de ontsnappende rook en in de dooffase.

Brandontwikkeling en warmteproductie.

De meeste brandmodellen gebruiken veeleer elementaire benaderingen om de warmteproductie van een brand weer te geven. Toch is dit een vrij belangrijk aspect van de brandontwikkeling, zeker voor de veiligheid van de aanwezigen, aangezien vooral de ontwikkelingsfase van de brand bepalend is voor de beschikbare tijd om uit de brandzone te ontsnappen. In de meeste wetenschappelijke verhandelingen beperkt men zich tot een eenvoudige t^2 -curve met een groeiparameter voor een trage, gemiddelde, snelle en zeer snelle brandontwikkeling. Er wordt nagenoeg geen onderzoek gedaan om na te gaan hoe die groeiparameters beïnvloed worden. In FRAME werden 3 invloedsfactoren geïdentificeerd die een invloed uitoefenen op de groeicurve en dus op de ernst van de brand: de ratio volume /oppervlakte van de aanwezige brandbare voorwerpen, het brandgedrag van de oppervlakken van die voorwerpen, en de ontstekings- of beschadigingstemperatuur. Voor elk van die elementen is er een subfactor voorzien in de formule van de brandverspreidingsfactor i .

$$i = 1 - (T/1000) - 0.1* \log m + (M / 10)$$

De combinatie en het evenwicht van die drie parameters is het resultaat van beredeneringen en ervaringsgebonden inschatting, er is geen wetenschappelijk bewijs beschikbaar om die combinatie te ondersteunen, maar ook niet om ze tegen te spreken. De waarde van i kan variëren van 0.5 tot 1.65. De lagere waarde komt overeen met een opslag van betonblokken, de hoogste met die van een stapel schuimplastiekkorrels. Voor de meeste woningen, zal de waarde van i liggen rond 1.2, in de veronderstelling dat $m = 0.1$, $T = 200$ en $M = 3$.

Als men rekening houdt met de logaritmische vorm van de basisformule, en $i = 1.2$ aanneemt voor een "residentiële" brand, dan is de combinatie van q en i vergelijkbaar met de ISO 834 standaard brand. Een i -waarde van 0.5 (betonblokken) komt dan overeen met een brand die maar 20 % van een ISO-brand vertegenwoordigt, en de schuimplastiekbrand kan dan als 3 x zwaarder als een ISO brand beschouwd worden. Dit lijkt een redelijke beoordeling van de invloed van de warmte-afgifte op de brandontwikkeling, maar elke andere veronderstelling of benadering is welkom.

Brandontwikkeling tot flash-over.

Over het algemeen is een gelokaliseerde brand vrij gemakkelijk te beheersen: Er is (nog) geen zware thermische actie op de bouwelementen en de brandplaats kan benaderd worden

voor de blusacties. De overgang van een beperkte brand naar een volledig ontwikkelde brand wordt in de wetenschappelijk literatuur wel beschreven en wordt meestal weergegeven met een formule waarin met de warmteafgifte, de (vierkantswortel) van de plafondhoogte en de beschikbare verluchtingsopeningen terugvindt. (Zie bvb bij de Thomas's flashover correlation, ventilation limit theory van Kawagoe).

In FRAME vindt men die relatie terug in de ventilatiefactor v , die berekend wordt met de logaritme van de mobiele vuurbelasting, de ventilatieratio k , en de vierkantswortel van plafondhoogte:

$$v = 0.84 + 0.1 \log Q_m - [k * (h)]^{1/2}$$

Het effect van deze factor in de berekening is dat men een zwaardere brand voorziet bij hoge vuurbelasting binnen het compartiment, en een minder zware brand als gunstige brandventilatie kan zorgen voor een gelocaliseerde brand. De FRAME formule is misschien geen nauwkeurige transcriptie van de wetenschappelijke theorie, maar de formule geeft altijd een waarde van v kleiner of gelijk aan 1 voor gebouwen die met een correct ontworpen RWA-installatie zijn uitgerust. Dit betekent dat de formule het effect van deze systemen correct weergeeft en de afwezigheid ervan "bestraft".

Waarschijnlijkheid van optreden.

De waarschijnlijkheid dat een brand tot zware gevolgen leidt dient in de risicobeoordeling opgenomen. In FRAME is de combinatie van de waarschijnlijkheidsfactoren verdeeld over P en D omdat dit beter beantwoordt aan de behoeften van een ontwerper van gebouwen en brandveiligheidsconcepten.

Men mag niet vergeten dat men niet de waarschijnlijkheid van de brand zelf beoordeelt, maar wel de kans dat de brand oncontroleerbaar wordt en uitgroeit tot het "ergste geval".

In de Kinney-methode vindt men maar één waarde voor de waarschijnlijkheid, maar bij methodes zoals FRAME, die op het fenomeen brand gericht zijn en waar men een feitenboom gebruikt, zal men meerdere brandscenario's vergelijken en niet alleen het "ergste geval".

De invloed van de waarschijnlijkheid wordt dan opgesplitst in meerdere subfactoren: een voor mogelijkheid van ontsteking, een voor de waarschijnlijkheid van vroege blussing, een voor het blussen door de brandweer, door sprinklers enz., en tenslotte een voor de waarschijnlijkheid dat een oncontroleerbare brand het hele compartiment inneemt en vernietigt. Een dergelijke combinatie van waarschijnlijkheidsfactoren is ook gebruikt in FRAME.

Waarschijnlijkheid van ontsteking.

In een aantal studies van brandveiligheid neemt men aan, op basis van statistische gegevens, dat de waarschijnlijkheid van ontsteking grotendeels uniform is in compartimenten met vergelijkbaar gebruik. Een beperkt aantal studies geeft dergelijke waarden voor kantoorgebouwen, woningen, industriële gebouwen. Ze hebben waarden rond 10^{-6} voorvallen per m^2 per jaar. De waarschijnlijkheid van ontsteking is om die reden gekoppeld aan de vloeroppervlakte van het compartiment.

In de prescriptieve regelgeving vindt men ook beperkingen voor de compartimentgrootte, die NIET naar waarschijnlijkheid van ontsteking wijzen, maar die eerder ingegeven zijn door beschouwingen van beheersbaarheid door het beperken van de totale brandlast (oppervlakte x vuurbelasting). Wellicht is dit een te grote vereenvoudiging, want de compartimentgrootte bepaalt niet alleen het aantal ontstekingsbronnen, maar ook de tijd nodig om een brand te ontdekken en de tijd voor de brandweer om bij de brandplek te geraken.

In FRAME wordt de aanwezigheid van ontstekingsbronnen gebruikt als een onderdeel van de evaluatie van de blootstelling in factor A: Een gebouw en de gebruikers worden pas aan het brandrisico blootgesteld als er een brand ontstaan is. Hoe meer "beschikbare" ontstekingsbronnen, hoe groter de blootstelling wordt, en dus hoe minder aanvaardbaar het brandrisico wordt.

De vorm van een gebouw is ook een risicoverzarend element, en is verwerkt in de oppervlaktefactor g , de verdiepenfactor e en de toegangsfactor z . De vorm van het compartiment, de aanwezigheid van galerijen en tussenniveaus en de ligging ten opzichte van de begane grond zijn hier ook in rekening gebracht.

In het "natuurlijke brand -concept" is aan de aangroei van de compartimentgrootte van 2500 m² tot 10.000 m² een stijging van 15 % in ernst van het brandrisico gekoppeld. Hierdoor vergemakkelijkt men het gebruik van grote compartimenten. Voor een gelijkaardige aangroei verdubbelt de g -factor in FRAME de waarde van P , wat overeenkomt met een 100 % stijging van de ernst van het brandrisico. De veel zwaardere weging in FRAME houdt rekening met de grotere waarschijnlijkheid van ontsteking en met de vermindering in beheersbaarheid van de brand, omdat de brandweer het veel moeilijker heeft om een brand te bestrijden in grote gebouwen.

In FRAME speelt de g -factor geen rol bij de bepaling van het risico voor de gebruikers: Aangezien elke ontwikkelende brand beschouwd wordt als "ergste" geval voor de gebruikers wordt de grootte van het compartiment niet beschouwd als relevant voor de ernst en/of waarschijnlijkheid van het risico voor de gebruikers. De vorm en de afmetingen van het compartiment worden wel in rekening gebracht bij de berekening van $A1$, als een deelaspect van de blootstelling en wordt apart beschouwd.

Waarschijnlijkheid van een effectieve blussing

Statistische studies van branden vermelden een vroege blussing door de aanwezigen zelf bij 45 tot 75 % van de brandmeldingen. Dit kan men afleiden uit het verschil in aangegeven brandschades aan de verzekeraars en de oproepen naar de brandweer in die streken waar beide data goed gedocumenteerd zijn (bvb. in Zwitserland).

De waarschijnlijkheid van effectieve blussing door de brandweer kan men afleiden uit de statistische informatie over de brandschade van de verzekeraars, o.m. door de vergelijking van de middelgrote schadeclaims en de hoge claims. De middelgrote komen overeen met branden die beperkt bleven tot de ruimte waar die ontstond (wat overeenkomt met een succesvolle brandweerinterventie). Hieruit kan men een slaagpercentage van 90 % afleiden voor de brandweer interventie. De resultaten van sprinklerbescherming zijn ook vrij goed gedocumenteerd en de voornaamste oorzaken van het falen van dit type automatische bescherming zijn ook goed gekend. Die resultaten vertalen zich in premiekortingen voor gesprinklerde gebouwen, en die kortingpercentages kan men gebruiken om de invloed van sprinklerblussing op de schadeverwachting en dus op het brandrisico te evalueren.

Betrouwbaarheid van de beschermingselementen in FRAME.

De subfactoren van de beschermingsgraad: W (watervoorziening), N (normale bescherming), S (speciale bescherming), U (vluchtfactor) en Y (reddingsfactor) behandelen een groot aantal variaties in het gebouwwontwerp, de beschermingsinstallaties, de brandbestrijdings-organisatie, en ook de betrouwbaarheid van die onderdelen.

Vroege blussing door de gebruikers is bvb. een deel van de normale bescherming.

Het is vrij gemakkelijk om na te gaan dat de waarden die voor elk van die deelaspecten gebruikt worden, een weergave zijn van het aandeel van die element in de globale waarschijnlijkheid van een succesvolle brandbestrijding. Zo zal de afwezigheid van een plaatselijke watervoorziening een W- waarde geven die betekent dat de brandweer slechts één kans op twee heeft om de brand onder controle te krijgen met de watervoorraad in hun brandweerwagens.

Het resultaat van al die factoren is een waarschijnlijkheidscorrectie in de formule voor de risicobepaling. Dat de waarschijnlijkheid van effectieve blussing in FRAME uitgedrukt wordt als een deling door betrouwbaarheidsfactoren, kan tot enige verwarring leiden. De waarden van N en W zijn in feite nooit groter dan 1, wat betekent dat de waarden $1/W$ en $1/N$, die de faalkans van die elementen weergeven, altijd groter dan 1 zijn: Een substandaard watervoorziening en /of normale verkleinen de kans dat de brand kan gecontroleerd worden, en verhogen dus het risico. Daarentegen zijn de waarden van S, F (en U en Y) altijd groter dan 1: hoe hoger deze betrouwbaarheidsfactoren, hoe kleiner de faalkans, en dus hoe kleiner het risico.

Waarschijnlijkheid van instorting.

De waarschijnlijkheid dat de brand het uiteindelijk haalt op het gebouw, hangt af van de brandweerstand van de structurele en scheidende elementen in vergelijking met de verwachte duur van de brand. Over het algemeen vragen de bouwvoorschriften een bepaald niveau van brandwerendheid voor deze elementen, rekening houdend met de aanwezige brandlast en een veiligheidsfactor om de instorting te voorkomen. Een typische brand in een niet-industriële omgeving heeft een gemiddelde "ISO 834" duur tussen 30 en 45 minuten.

De meeste bouwvoorschriften vragen dan ook voor een brandweerstand van 30 minuten voor kleine en lage gebouwen, en verhogen die eisen voor gebouwen met meer niveaus of hogere gebouwen. Aangezien de brandduur niet verandert met de hoogte van het gebouw, betekent de hogere eis voor de brandweerstand dat men feitelijk de veiligheidsmarge verhoogt om de kans te verkleinen dat een brand uit het begincompartiment uitbreekt en zich verder verspreidt in het meerverdiepengebouw.

FRAME houdt met dit aspect rekening in de brandweerstandsfactor F en gaat uit van 3 veronderstellingen:

De eerste is dat de beschikbare stabiliteit bij brand het resultaat is van de combinatie van de stabiliteit van de structuur, het dak, de buiten- en de binnenmuren. Er is geen wetenschappelijk bewijs dat die in een verhouding van 50 %, 25%, 12.5 % en 12.5 % gecombineerd moeten worden, maar er is ook geen research gedaan om een betere inschatting te maken.

De tweede veronderstelling is dat de waarde van F de hogere betrouwbaarheid van brandwerende bouwelementen in rekening moet brengen, maar ook het feit dat men die misschien niet eens nodig heeft als de vuurbelasting beperkt blijft. Dit vindt men terug in het eerste deel van de F-formule, die een "gebogen" stijging geeft van F tov van de brandweerstand. De absolute waarden van F volgen de veranderingen van de eisen die men in de bouwverordeningen terugvindt en volgt grotendeels ook de curve van de factor e die zelf een weergave is van de hogere eisen gesteld aan hogere gebouwen.

Als derde veronderstelling geldt dat gebouwenontwerpers niet volledig kunnen steunen op passieve (bouwkundige) of actieve (installaties) brandbescherming, maar een goede mix van beiden moeten voorzien. Dit vindt men terug in het tweede deel van de formule voor F, waarbij de waarde van de speciale bescherming S een milderende invloed heeft op de waarde van F.

Het belang van de blootstelling.

In de norm EN954-1 staat dat een hoger niveau van betrouwbare bescherming nodig is, wanneer men dikwijls of gedurende lange tijd aan een risico is blootgesteld.

Aangezien een brand een eerder zelden gebeuren is, zal een kleine blootstellingsduur een belangrijk aspect zijn voor de aanvaardbaarheid van een brandrisico. De duur van de brand is echter slechts een deel van de blootstelling: de gevolgen van een brand verdwijnen niet als de brand is geblust, de bedrijfsonderbreking kan maanden duren, zelfs na een kleine brand, en de vervanging van unieke voorwerpen kan problematisch zijn. Deze beschouwingen leidden in FRAME tot 3 licht verschillende formules om de blootstelling te berekenen voor het patrimonium, de personen en de activiteiten.

Blootstelling van de gebruikers.

Gewoonlijk neemt men aan dat de gebruikers veilig zijn als ze het brandende gebouw verlaten hebben: de meest evidente maat voor de blootstelling is dan de duur van de evacuatie. Maar uit ervaring weet men dat de brand-verspreiding in een gebouw niet gelijk met de hitteontwikkeling verloopt en dat een snelle verspreiding de meeste slachtoffers geeft. Dit betekent dat voor een correcte beoordeling van de blootstelling van de gebruikers en de evacuatietijd EN de brandverspreiding in rekening moeten gebracht worden. In FRAME vindt men dat terug in de formule:

$$A1 = \{1.6 - a\} - (t + r)$$

De meest significante factor voor de brandverspreiding is de aanwezigheid van brandbare oppervlakken, in hoofdzaak afwerkingmaterialen van bouwelementen en verpakking van voorwerpen. Daarom gebruikt FRAME de r-factor, berekend met de vaste vuurbelasting Q_i (bouwelementen en materialen) en de brandbaarheidsklasse M (voor de oppervlakken).

De evacuatietijd dient berekend voor de feitelijke omstandigheden en het aantal aanwezigen. Daarvoor dient de t-factor in FRAME. Hierbij houdt men rekening met het hele traject van het verwijderde punt in het compartiment tot buiten op de begane grond. In de formule zijn ook de volgende elementen verwerkt: de mobiliteit van de personen en het compressie-effect in nauwe evacuatiewegen. De formule is afgeleid uit de wetenschappelijke publicaties over de evacuatiesnelheid (ref. Engineering Handbook, waar men de formule:

speed $S = k - a.k.D$ vindt.) De p-subfactor verhoogt de theoretische evacuatie tijd voor ongunstige omstandigheden, zoals bij personen die het brandgevaar niet waarnemen, beperkt zijn in hun bewegingen of bij verwarring.

Een bijkomende in FRAME ingebouwde beschouwing is het feit dat incidenten met meervoudige slachtoffers veel minder aanvaard worden dan die met één enkele dode. Bij sommige onderzoekers van menselijk gedrag vindt men dat de aanvaarding van het risico daalt met het kwadraat van het aantal te verwachten slachtoffers. Branden met meervoudige slachtoffers zijn hoofdzakelijk daar te vinden waar lange evacuatie tijden samenvallen met snelle brandontwikkeling. De combinatie van hoge waarden voor de t- en r-factoren zal een waarde van A1 geven < 1 wat een risicoverhoging betekent. In dergelijke situatie dient men beschermingsmaatregelen te nemen die men terugvindt bij de vluchtfactor U.

Blootstelling voor het patrimonium

Om de blootstelling te meten voor het patrimonium (gebouw en inventaris) gebruikt FRAME in de eerste plaats de monetaire waarde van de bezittingen, omgezet in de c2-factor. Iets dergelijks vindt men terug bij berekening van verzekeringspremies waar een bijpremie gevraagd voor goederen met een hoge waarde. Omdat dit ongebruikelijk is voor bedragen van minder dan 7 à 8 miljoen Euro / US Dollar (2000), is die limiet ook in FRAME ingebouwd. Een andere correctie, de c1-factor is bijgevoegd om rekening te houden met het onvervangbare karakter van sommige goederen.

Het gebruik van de t-factor in deze formule vindt zijn oorsprong in de verwachting dat de brandweer voorrang zal geven aan de redding van de gebruikers, wat betekent dat zij de gebouwen langer aan de inwerking van de brand zullen blootstellen. Dit alles geeft dan de volgende formule:

$$A = \{1.6 - a\} - (t + c1 + c2)$$

Blootstelling voor de activiteiten.

De impact van een brand op de activiteiten in een gebouw wordt dikwijls over het hoofd gezien. Wettelijke bepalingen hebben totaal geen aandacht voor de economische schade door brand, het waren hoofdzakelijk de verzekeraars en de risk-managers van grote groepen die er zich zorgen over maakten. Brand werd maar al te vaak als een ongelukkig geval beschouwd, een bedrijfsschadeverzekering was iets exotisch, de werkloosheid na brand was geen sociaal probleem.

Risk managers hebben wel de aandacht getrokken op het probleem van de continuïteit na brand en ook de overheid begint beetje bij beetje zich bewust te worden van de gevolgen van een brand in publieke voorzieningen zoals hospitalen , elektriciteitscentrales, tunnels en dgl.

In FRAME wordt dit aspect van blootstelling als volgt aangepakt: De duur van een brand is van weinig belang voor de impact op de bedrijfsactiviteit, omdat zelfs een gedeeltelijke brand een bedrijvigheid voor maanden kan stilleggen, zeker als er bvb. bij de brand giftige stoffen zoals dioxines zijn vrijgekomen. Aangezien de duur van een brand gerelateerd is aan de vuurbelasting, kan men die factor buiten beschouwing laten in de berekening van P2, en

moet men de overeenkomstige bescherming (brandweerstand) ook uit de berekening van de beschermingsgraad D2 weglaten.

De meest evidente elementen om de blootstelling te meten van een brand op de activiteit zijn de monetaire waarde en de vervangbaarheid van de inhoud, waarvoor de c-factor gebruikt blijft. De evacuatie tijd speelt praktisch niet mee, en wordt dus niet gebruikt.

Daarnaast stelt men vast dat grote branden in opslagplaatsen weinig bedrijfsschade tot gevolg hebben, maar dat branden in stuurzones en in bottleneck installaties zeer krtiek zijn. Als maat voor die gevoeligheid kan men de verhouding "toegevoegde waarde/ omzet" gebruiken: dit is de d-factor. Het resultaat van deze beschouwingen is de formule:

$$A2 = \{1.6 - a\} - (c1 + c2 + d)$$

Een verhoogde blootstelling voor de activiteit kan gecompenseerd worden door een veralgemeende betere bescherming. Ook plaatselijke beschermingssystemen, bvb. een blusinstallatie in een computerlokaal, en organisatorische maatregelen om de afhankelijkheid van die locatie te verminderen dragen bij tot een betere bescherming. Dit is dan opgenomen in de reddingsfactor Y, en geeft als resultaat de specifieke formule: $D2 = N.W.S.Y$

Risicoaanvaarding.

De algemene formule van KINNEY: $\{ Sev * Poc * Exp < C \}$ geeft de indruk dat er een constant risico-aanvaardingsniveau bestaat, maar dit is onterecht omdat de componenten Sev, Poc en Exp op een niet-lineaire schaal bepaald zijn.

Op het eerste zicht lijkt het dat het risiconiveau waaraan men is blootgesteld grotendeels hetzelfde is voor gelijkaardige situaties, maar dit is niet het geval. Er bestaat niet zo iets als een wettelijk *uniform* aanvaardbaar risiconiveau, want wettelijke bepalingen zijn meestal niet retro-actief, wat betekent dat oudere gebouwen minder brandveilig zijn dan nieuwe omdat ze aan (historisch) minder strenge eisen beantwoorden.

Een degelijke risicobeoordelingsmethode mag echter niet gekoppeld zijn aan een bouwdatum en dus ook niet aan wettelijke bepalingen; het zou in tegendeel een instrument moeten zijn om bestaande situaties te upgraden naar het veiligheidsniveau van nieuwbouw met toepassing van het gelijkwaardigheidsprincipe.

Maar zelfs in vergelijkbare risicosituaties, moet men de beoordeling kunnen aanpassen aan de individuele verschillen. Dit gebeurt bvb. bij het bepalen van verkeringspremies, die de prijs zijn die men moet betalen om het risico over te dragen aan de verzekeraar.

Die gebruikt een basispremievoet per activiteit, die overeenkomt met de verhouding schade / verzekerde waarde voor die sector, maar past daarop een aantal correcties toe voor de eigen kenmerken van elk risico, zoals verwarmingsinstallaties, gebruik van brandbare vloeistoffen, lassen, en dgl.

Dit zijn situaties waarbij het aantal ontstekingsbronnen groter wordt, dus is de blootstelling groter, wat men kan compenseren door bijkomende beschermingsmaatregelen. Men kan dus, in plaats van een "gemeenschappelijk" aanvaardbaar risiconiveau, beter een gemoduleerde grens gebruiken, die rekening houdt met de herkenbare ontstekingsbronnen.

In FRAME wordt dit weergegeven in het gemeenschappelijke deel { 1.6 - a } van de formules voor de aanvaardbare risico's A. Dit deel van de formule verandert de waarde van het berekende risico op een vergelijkbare manier als de verzekeringstarieven: Hoe meer aanwezige ontstekingsbronnen hoe lager de waarde van aanvaardbare risico A. Deze benadering benadrukt ook het belang van preventie, waarbij de meest elementaire regel is om ontstekingsbronnen en vuurbelasting van elkaar te scheiden.

De getalwaarde van het risico.

Het weergeven van het brandrisico op een waardenschaal is louter conventioneel, vergelijkbaar met het kiezen van metrische of Amerikaanse eenheden om de afmetingen van een gebouw vast te leggen. In de KINNEY methode kan de waarde van het risico variëren tussen 0.05 en theoretisch 10.000 (een constante dreiging van een catastrofe).

Waarom gebruiken FRAME (en zijn voorganger Gretener) een schaal die de getalwaarde van het risico rond 1 vastlegt? De meest elementaire reden is dat Gretener oorspronkelijk een technisch tarifieringssysteem wenste te ontwerpen voor brandverzekerings-premievoeten, en die liggen rond 1 ‰ van de verzekerde kapitalen. Dit bereikte men het best door te werken met logaritmische vergelijkingen, die overeenkomen met de statistische verdeling van de schades.

Er is heel wat werk gestoken bij de uitwerking van de methode om identificeerbare gegevens , zoals bvb. de afmetingen van gebouwen en slaagpercentages van installaties om te zetten in bruikbare formules, die waarden rond 1 opleveren.

Risicoaversie

Men stelt vast dat de meeste mensen een afkeer hebben van risico's met zware gevolgen, zelfs met kleine waarschijnlijkheid, maar aanvaardt men gemakkelijk kleine verliezen, ook als ze frequent voorkomen.

Risicoaversie is de basis van de verzekeringsindustrie. Door het afsluiten van een polis, ruilt de eigenaar van een gebouw een hoge ernst / lage kans-situatie (mijn huis brandt af) om voor een lage ernst / hoge kans -situatie : ik moet elk jaar een stukje van mijn geld afstaan aan de verzekeringspremies.

Het risicoaversieaspect dient in de beoordeling opgenomen. Kinney loste dit op door de gebruikte waarden op een niet-lineaire schaal te plaatsen. In FRAME zit de risk aversie ingebakken in de formules voor P, A en D, met name door de keuze van de parameterwaarden rond 1 te combineren met een formule van het type $(C + \log)$. Hierdoor komt men tot waarden die beter de risicoaversie weergeven dan een "zuiver" logaritmische schaal, zoals men in de volgende tabel kan zien. Bovendien vermijdt men op die manier negatieve en nulwaarden voor het (logaritmisch) risicogetal, die moeilijk interpreteerbaar zijn.

waarde voor "log S"	0.8	1	1.2	.4	1.6
risk *2 =+ log (2)	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9
risk * 2 = x {1 +log (2)}	1.04	1.3	1.56	1.82	2.08
risk * 5 = + log (5)	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3
risk * 5 = x {1 +log (5)}	1.36	1.7	2.04	2.38	2.72
risk * 10 = + log (10)	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6
risk * 10 = x {1 +log (10)}	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2
risk / 5 = - log (5)	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
risk / 5 =/ {1 + log (5)}	0.47	0.59	0.71	0.82	0.94
risk / 10 = - log (10)	-0.2?	0?	0.2?	0.4?	0.6
risk / 10 = / {1 +log (10)}	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8

WAARVOOR KAN FRAME GEBRUIKT WORDEN?

De methode is bedoeld om een veiligheidsingenieur te helpen bij zijn taken:

- Het ontwerpen van efficiënte brandbescherming.
- Bestaande situaties onderzoeken, zelfs al beoogt men geen onmiddellijke verbeteringen.
- Schatting van de voorzienbare schade: De ervaring heeft aangetoond dat er een directe relatie is tussen het berekend risico R en de te verwachten schade bij een belangrijke brand.
- Alternatieven voor prescriptieve voorschriften verantwoorden: Een eerste berekening volgens de voorschriften geeft het te behalen veiligheidsniveau, terwijl een tweede berekening volgens het voorgestelde alternatief kan dienen als bewijs dat hetzelfde doel bereikt wordt.
- Kwaliteitscontrole van zijn werk. De methode verplicht grondig te werk te gaan door de systematische benadering van de invloedsfactoren en beperkt eventuele subjectieve appreciaties.

Ontwerpen van een efficiënte brandbescherming

Bij het ontwerpen van een nieuw gebouw, of bij het verbouwen van een bestaand gebouw, dienen de bouwheer, de architect en zijn medewerkers rekening te houden met de eisen voor de brandveiligheid voor dit gebouw. Volgens de Europese Bouwproductenrichtlijn is "brandveiligheid" een van de essentiële kenmerken van een gebouw. In de eerste plaats zal men hier denken aan de regelgeving maar die behandelt slechts een deel van de opdracht: Wat verwacht de overheid van de bouwheer. Daarnaast verwachten ook de bouwheer zelf, de exploitant en de (toekomstige) verzekeraar dat het gebouw een bepaald niveau van brandveiligheid haalt.

FRAME werd oorspronkelijk ontwikkeld om een berekend brandveiligheidsconcept samen te stellen dat voor alle belanghebbenden aanvaardbaar is en economisch verantwoord. [Meer informatie over het brandveilig ontwerpen van gebouwen, vindt U hier...](#)

Bijzondere gevallen

De praktische toepassing van FRAME gaat uit van 1 berekening voor 1 compartiment. Voor gebouwen met bijzondere kenmerken, kan dit een aantal vragen oproepen. Dat is o.m. het geval voor gebouwen met een atriumcompartiment, voor smalle diepe gebouwen en voor gebouwen met een duplex of loft op de hoogste verdieping. Meer informatie over dit type gebouwen vindt u hier ...

Bestaande situaties onderzoeken.

Een belangrijke groep FRAME-gebruikers zijn de preventieadviseurs. Zij willen voor bestaande gebouwen nagaan hoe het staat met de brandveiligheid van de gebouwen van hun bedrijf of van hun klanten. FRAME gebruikt dezelfde benadering als de KINNEY-methode die vrij dikwijls gebruikt wordt voor het beoordelen van de veiligheid op de werkplek, maar is specifiek gericht op brandveiligheid. De methode geeft een duidelijke boodschap: het streefdoel is een risiconiveau halen $R \leq 1$ voor de deelaspecten die men belangrijk vindt. Het Excel-rekenblad biedt daarbij ook de mogelijkheid om verantwoorde alternatieven aan te

bieden als de bestaande situatie onvoldoende brandveilig is. [Meer informatie over het beoordelen van brandrisico's vindt u hier ...](#)

Gelijkwaardigheid

In een aantal gevallen leidt de toepassing van de (meestal) prescriptieve regelgeving tot conflicten met de vooropgestelde functies van het gebouw, met de verwachtingen van de exploitant of de verzekeraar. Het aanpassen van bestaande gebouwen aan nieuwe functies volgens de beschrijvende regels, kan soms enkel mits zeer dure aanpassingen.

Gelukkig bestaat in de meeste landen de mogelijkheid om alternatieven voor te stellen voor zover zij een gelijkwaardig niveau van veiligheid bieden. De moeilijkheid is echter om de overheid te overtuigen dat die gelijkwaardigheid bestaat. FRAME kan hier een uitweg bieden, met een dubbele risicoberekening: Een eerste berekening om het niveau van veiligheid te bepalen dat met toepassing van de voorschriften behaald wordt, en een tweede volgens het voorgestelde alternatief. Als het alternatief een lager risiconiveau heeft dan de berekening volgens de voorschriften, dan kan men van gelijkwaardigheid spreken. Meer informatie over gelijkwaardigheid vindt u hier ...

ONTWERPEN van brandveilige gebouwen met FRAME.

Om de brandveiligheid van een gebouw te ontwerpen, moet men een aantal stappen volgen, die men het best beschrijft en documenteert in een "conceptrapport voor brandveiligheid", of een Master Plan Brandveiligheid.

In het algemeen, dient men de volgende stappen uit te voeren :

- een brandrisicoanalyse
- de bepaling van het beoogde niveau van brandveiligheid
- maatregelen vastleggen om de brandveiligheid te realiseren
- de toetsing van de maatregelen aan de doelstellingen

1. De brandrisicoanalyse

De brandrisicoanalyse omvat de beschrijving van het gebouw en zijn indeling naar gebruik van de lokalen, de voorziene bezetting van de lokalen door personen, de aanduiding van de mogelijke oorzaken van brand, de manier waarop brand zich zou kunnen verspreiden binnen en buiten het gebouw, de mogelijke gevolgen voor de gebruikers van het gebouw, voor het gebouw en zijn inhoud, voor de gebruiksfuncties van het gebouw, voor de omgeving en voor de interventiediensten.

Pas als men een goede risicoanalyse heeft uitgevoerd kan men weten welke wetgeving, voorschriften en normen toegepast kunnen worden. Bij gebouwen of lokalen met goed gekende functies volstaat een korte beschrijving met verwijzing naar de referentiedocumenten. Bijzondere aspecten die het brandrisico verhogen of verlagen dienen zorgvuldig verklaard.

2. De bepaling van het beoogde niveau van brandveiligheid

Het beoogde niveau van brandveiligheid is bepaald door de doelstellingen van de belanghebbenden, met name de eigenaar en/of gebruiker van het gebouw, de overheid, de brandverzekeraar.

Voor de overheid geldt dat :

- De brand- en rookverspreiding in het gebouw dient beperkt.
- De brandoverslag naar andere gebouwen vermeden wordt
- De personen het gebouw kunnen verlaten of gered worden op een andere wijze
- De veiligheid van de reddingsdiensten verzekerd wordt
- De stabiliteit van de structurele elementen behouden blijft gedurende een bepaalde tijd

Deze doelstellingen worden gewoonlijk vertaald in een aantal wettelijke of reglementaire bepalingen, die door de ontwerper dienen nageleefd. Indien dat niet kan, dan zal de ontwerper van de overheid de toestemming moeten krijgen om die doelstellingen op een andere -gelijkwaardige- manier te realiseren.

De andere belanghebbenden.

De opsteller van het rapport zal met de eigenaar, de voorziene gebruikers en de andere belanghebbenden overleggen om hun doelstellingen te bepalen met het oog op de goedkeuring van het conceptrapport. Indien dit overleg niet mogelijk is, zal de opsteller zelf de beoogde doelstellingen bepalen en toelichten. Mogelijke doelstellingen voor de andere belanghebbenden zijn:

- Het beperken van brandschade aan het gebouw en zijn inhoud
- Het beperken van de gevolgen van een brand op de functies van het gebouw
- Het beperken van de invloed van een brandschade op de faam van de belanghebbende
- Het afsluiten van economisch verantwoorde verzekeringscontracten
- Het vinden van een economische verantwoord evenwicht tussen de kost en de opbrengst van de voorgestelde maatregelen

Het niveau van brandveiligheid dat aan deze doelstellingen beantwoordt, kan in algemene termen verwoord worden met een verwijzing naar de referentiedocumenten, of vastgelegd worden aan de hand van numerieke criteria, of met een combinatie van beide.

In de meeste gevallen zal men hierbij een opsomming moeten maken van de referentiedocumenten zoals wetten, reglementen en andere voorschriften die op het gebouw van toepassing zijn. In een beperkt aantal gevallen zal men hier moeten verantwoorden waarom een bepaalde regelgeving niet van toepassing is, bvb. wanneer een gebouw een andere functie heeft dan wat zijn naam doet vermoeden

Wanneer men een concept voorstelt dat gebaseerd is op afwijkingen en/of numerieke criteria, zal men ook de methode moeten vastleggen waarmee de criteria en de gelijkwaardigheid getoetst kunnen worden.

Voorbeelden:

- Het gebouw dient te beantwoorden aan alle wettelijk toepasselijke voorschriften
- Het gebouw dient zoveel mogelijk te beantwoorden aan de wettelijke voorschriften, maar waar nodig zal een afwijking op basis van gelijkwaardigheid worden voorzien.
- Het gebouw past niet in de wettelijke voorschriften. Het beantwoordt aan een alternatief concept dat minstens een zelfde niveau van veiligheid waarborgt.
- De grootste te verwachten brandschade mag niet meer zijn dan 20 % van de waarde van het meest waardevolle compartiment
- Er mogen niet meer dan 300 personen bij een incident betrokken zijn.
- De activiteit in het gebouw moet binnen de 48 uur weer kunnen opstarten.

3. De voorgestelde maatregelen om de brandveiligheid te realiseren

Om de doelstellingen te halen, moet de ontwerper een aantal keuzes maken en een aantal voorschriften vastgelegd worden, met name op de volgende gebieden:

Inplanting van het gebouw in zijn omgeving met de scheidingen en afstanden t.o.v. de burens.

In de beschrijving van het project beschrijft men de indeling van het gebouw en de onderlinge schikking en scheiding van de functies in het gebouw, zoals woonruimte, kantoor, logies, bijeenkomst, vrije tijd, opsluiting, gezondheidszorg, onderwijs, openbare dienst, industrie, handel, opslag, technische installaties, enz.. In de Amerikaanse norm NFPA 101 vindt men volgende functies: assembly, educational, day-care, health care, ambulatory health care, detention, dwellings, lodging, hotels and dormitories, apartment buildings, residential board and care, mercantile, business, industrial, storage.

Bij de indeling en de schikking van de functies horen de eisen voor de compartimentering en de bepalingen voor de vluchtroutes voor de gebruikers. Bij complexe gebouwen dient een gedetailleerd evacuatieplan uitgewerkt.

Bouwmaterialen, installaties, organisatie.

De brandveiligheid wordt meebepaald door de keuze van de gebruikte bouw- en bekledingsmaterialen, vooral qua reactie bij brand en qua weerstand tegen vliegvluur voor de dakbedekkingen. Bij de voor te stellen maatregelen horen:

- De vereisten voor alle aspecten van de brandweerstand voor de structurele elementen, de niet-structurele elementen en de scheidingen tussen compartimenten en verschillende functies: stabiliteit, vlamdichtheid, isolatie, rookdichtheid, stralingsbeperking.
- De technische uitrusting van de gebouwen: liften, roltrappen, verwarming en airconditioning, elektriciteit, gas en andere nutsvoorzieningen, verlichting, toegangscontrole, enz. De uitrusting voor het melden en het alarmeren bij brand, al dan niet automatisch. De uitrusting voor het bestrijden van brand, zowel handbediend door de gebruikers en de brandweer, als automatisch. De rookbeheersingsinstallaties en hun bediening.
- De organisatorische preventieve maatregelen die gelden voor het dagelijkse gebruik van het gebouw en de bijzondere procedures die dienen om het ontstaan van brand te voorkomen, zoals bvb. regels voor het gebruik van brandbare producten of voor werken met open vlam. Voor de organisatorische maatregelen die gelden bij het ontstaan van brand voor de aanwezigen in het gebouw, zal in de meeste gevallen een korte beschrijving volstaan van het organiseren van de evacuatie en de eerste interventie door de aanwezigen.
-
- De planning van de interventie van de brandweer, met de aanduiding van toegangen, de opstelplaatsen voor de brandweervoertuigen, de ligging van de externe watervoorzieningen, de interventiemogelijkheden in het gebouw, de beschikbare middelen voor de interventie in het gebouw.

4. De opdracht van de ontwerper.

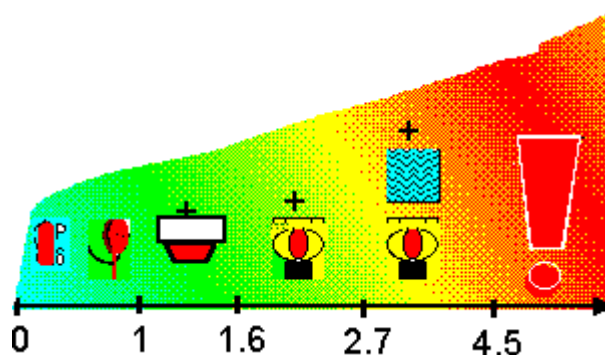
De ontwerper brandveiligheid zal gebruik maken van een aantal instrumenten om zijn taak uit te voeren, in de eerste plaats de toepasselijke wetgeving, normen en andere regels van goed vakmanschap die op het project toegepast moeten of kunnen worden.

Wanneer de toegepaste normen en regels een aantal alternatieve oplossingen toelaten, dient de opsteller van het conceptrapport uit te leggen welke oplossing de voorkeur heeft of wat de voor- en nadelen zijn van die alternatieven, indien de keuze naar een later stadium wordt uitgesteld.

Bij de keuze van alternatieve oplossingen kan de ontwerper de FRAME methode gebruiken: Hij kan bvb. voor de verschillende alternatieven een risicoberekening maken om te zien of de alternatieven vergelijkbaar zijn, of hij kan zich laten leiden door de berekening van de waarde van R_o om een keuze te maken.

In de praktijk, kan men het best eerst de keuze maken voor de meest economische bescherming van het gebouw en zijn inhoud, en pas daarna nagaan of er bijkomende maatregelen nodig zijn om de veiligheid van de personen en de activiteiten. In het FRAME - programma, vindt men bij R_o een aanduiding van de mogelijke keuzes:

- Als R_o kleiner is dan 1, zijn enkel handbediende blusmiddelen meestal voldoende
- Als R_o ligt tussen 1 en 1.6, is het aangewezen ook automatische branddetectie te voorzien
- Als R_o ligt tussen 1.6 en 2.7, is een sprinklerbescherming waarschijnlijk noodzakelijk
- Als R_o ligt tussen 2.7 en 4.5, dan zal men bovendien voor een hoog betrouwbare watervoorziening moeten zorgen
- En als R_o groter is dan 4.5, dient men het risico eerst te verkleinen, bvb. door compartimentering, RWA, en preventieve maatregelen zoals het afschermen van de bijkomende risico's die met factor a in rekening werden gebracht.



In de mate van het mogelijke, zal de opsteller van het conceptrapport ook al de ontwerpparameters bepalen voor de brandbescherminstallaties, maar als de uiteindelijke functie van een gebouw nog niet vastligt, kan het voor de opsteller van het conceptrapport onmogelijk zijn om ontwerpparameters vast te leggen.

Naast de algemene beschrijving van deze maatregelen die aan de belanghebbenden een overzicht moeten geven en de samenhang van het geheel moeten duidelijk maken, kan het noodzakelijk zijn de maatregelen ook gegroepeerd voor te stellen per discipline, die door de bouwheer en architect worden ingezet om het bouwproject te realiseren, zoals bvb. ruwbouw, schrijnwerk, elektriciteit, mechanische uitrusting, afwerking, en dgl.

De beschrijving van de maatregelen wordt best aangevuld met een reeks plannen die de voorgestelde maatregelen visualiseren.

Voor een conceptrapport is het niet nodig om voor alle voorgestelde maatregelen berekeningen en attesten te voorzien. Het kan wel van belang zijn om de naleving van de belangrijkste aspecten toe te lichten. Wanneer er van de referentiedocumenten wordt afgeweken, wanneer er een interpretatie nodig is van sommige bepalingen, en wanneer niet algemeen erkende technieken gebruikt worden, zal het conceptrapport de procedure voor de goedkeuring en de te gebruiken argumenten toelichten.

5. De toetsing van de maatregelen aan de doelstellingen

De voorgestelde maatregelen dienen getoetst aan de doelstellingen en aan de referentiedocumenten. In dit stadium zijn FRAME berekeningen ook dikwijls aangewezen, hetzij om na te gaan of men een voldoende veilig gebouw heeft met R-waarden kleiner dan 1, hetzij ter ondersteuning van de gemaakte keuzes.

Toepassing van FRAME voor speciale compartimenten.

Op deze pagina staan bijkomende instructies voor de toepassing van FRAME voor speciale compartimenten, zoals atria, smalle en diepe gebouwen en duplexverdiepingen.

Atriumcompartimenten

De beoordeling van het brandrisico met FRAME voor atria en compartimenten met meer dan 1 vloer (duplex, triplex) vraagt enige toelichting, om tot een correcte beoordeling te komen. Men moet er altijd op letten dat men de meest relevante waarde gebruikt voor de beoordeling van het risico.

In principe wordt de bijkomende vloeroppervlakte van mezzanines en deelverdiepingen verrekend in de verdiepenfactor e , maar er zijn ook andere factoren die beïnvloed worden in een atrium.

Factor q , vuurbelasting.

Bij de onroerende vuurbelasting, dient men rekening te houden met alle bouwelementen: als men bvb. voor de tussenvloeren een houten constructie heeft, zal men die voor q_i in rekening moeten brengen. Voor de roerende vuurbelasting, dient men erop te letten of de goederen die zich op een mezzanine bevinden al dan niet brandwerend afgeschermd zijn tov de goederen op de grond, (bvb. als de mezzanine een betonnen vloer heeft).

In principe mag men de vuurbelasting op elk niveau afzonderlijk beschouwen en de hoogste waarde nemen als bepalend. Als de vuurbelasting zich op roostervloeren bevindt, zodat brandoverslag door de vloer waarschijnlijk is, telt men beter de vuurbelastingen op, maar men moet men de oppervlakten van roostervloeren niet meer meerekenen in verdiepenfactor e .

Oppervlaktefactor g

Bij de beoordeling van de compartimentering vertrekt men in principe altijd van een volledige verdieping. Wanneer er bvb. in een woongebouw meerdere - onderling gecompartmenteerde flats - gelegen zijn op dezelfde verdieping, die gebruik maken van dezelfde toegang- en evacuatiewegen, dient men die samen als 1 compartiment te

beschouwen, anders bekomt men voor factor g en voor factor t zeer lage en / of onbruikbare waarden. Het feit dat de flats onderling gecompartmenteerd zijn, wordt verrekend als brandweerstand van de binnenwanden en subcompartmentering in de factoren F en U

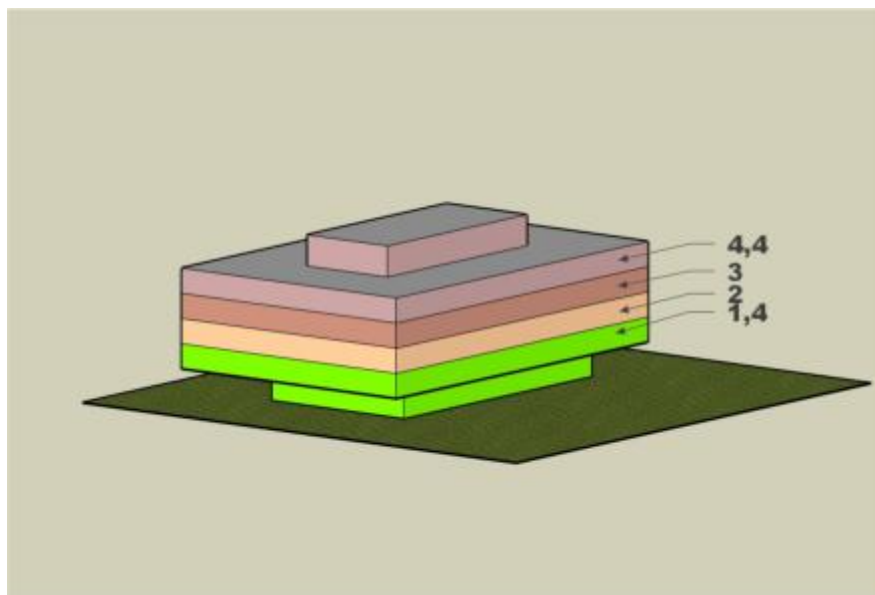
Wanneer een verdieping in twee of meerdere compartimenten wordt verdeeld, zodat evacuatie mogelijk wordt naar een naastliggend compartiment 'als veilige zone', dan kan men de deelverdiepingen wel als aparte compartimenten gaan beoordelen.

Verdiepenfactor e.

Om een correcte verrekening te krijgen, dient men de grootste vloer als toegangsniveau te beschouwen. Zou bvb. een compartiment bestaan uit een klein toegankelijk gelijkvloers en een grotere verdieping, dan zal men de toegang moeten situeren (voor de risicobeoordeling) op de grootste verdieping.

De oppervlakte van de mezzanines worden als decimale waarden van de vloeroppervlakte bijgeteld bij het verdiepingnummer, zodat de waarde van het verdiepingnummer groter wordt. De regel is: voor de komma komt het verdiepingnummer, en achter de komma het percentage bijkomend vloeroppervlak van de mezzanines, desnoods meer dan 100 % .

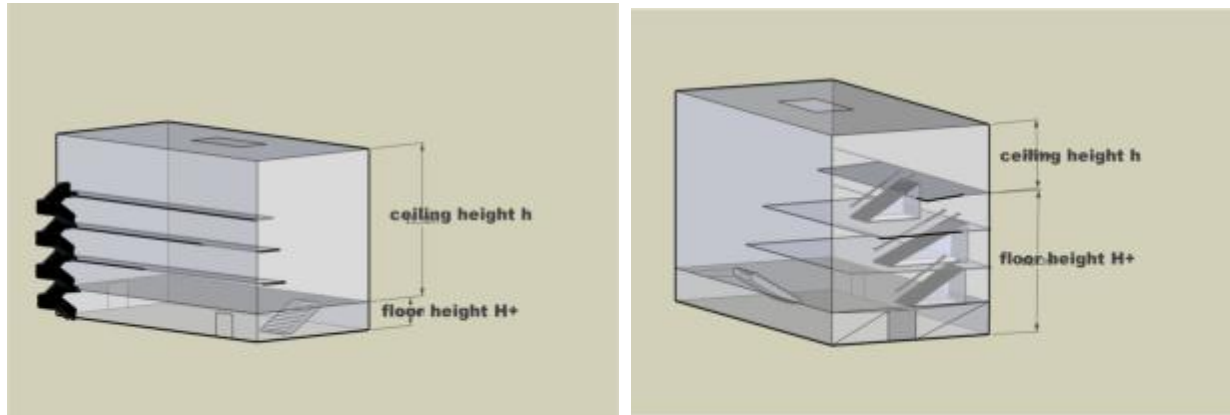
Voor een verdieping op toegangsniveau 0, met verbinding naar een kelder (90 %) en een bovenliggend verdiep (90%) geeft dit voor het verdiepingnummer 0 (toegang) + 0.9 (kelder) + 0.9 (verdiep) = 1.8 (geeft e = 1.34)



Ventilatiefactor v.

Bij de ventilatiefactor v wordt op een enkelvoudige verdieping de gemiddelde hoogte genomen tussen de vloer en het plafond, om de vrije ruimte te bepalen waar zich een bedreigende rooklaag kan vormen. Bij een atrium of een duplex moet men echter de hoogte in rekening brengen tussen het plafond en de hoogste vloer binnen het compartiment, vanwaar men moet kunnen vluchten door het compartiment.

Kan men op de mezzanines het atrium rechtstreeks verlaten, dan mag de hoogte van het hele atrium in rekening gebracht worden. Let wel: atriumhoogtes van meer dan 15 m worden niet aanvaard en dienen als "15 m" te worden ingevoerd in het rekenprogramma.



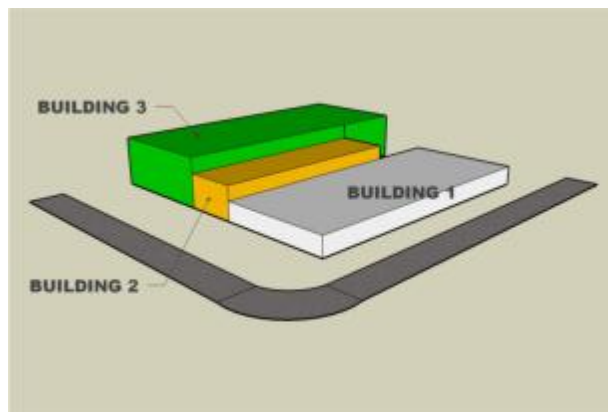
Toegangsfactor z.

Dezelfde redenering geldt voor de toegangshoogte :

Als "vloerniveau" van het atrium, neemt men de hoogste vloer in het atriumcompartiment, waar de brandweer blus- en/of reddingsacties moet ondernemen in het atrium. In de afbeelding links telt de bovenste galerij dan niet mee, omdat men daar van buiten het compartiment aan kan, in de afbeelding rechts dient men wel de galerij als vloerhoogte te nemen. Op die manier worden in de factoren e , z , en v rekening gehouden met een groter risico in de situatie rechts.

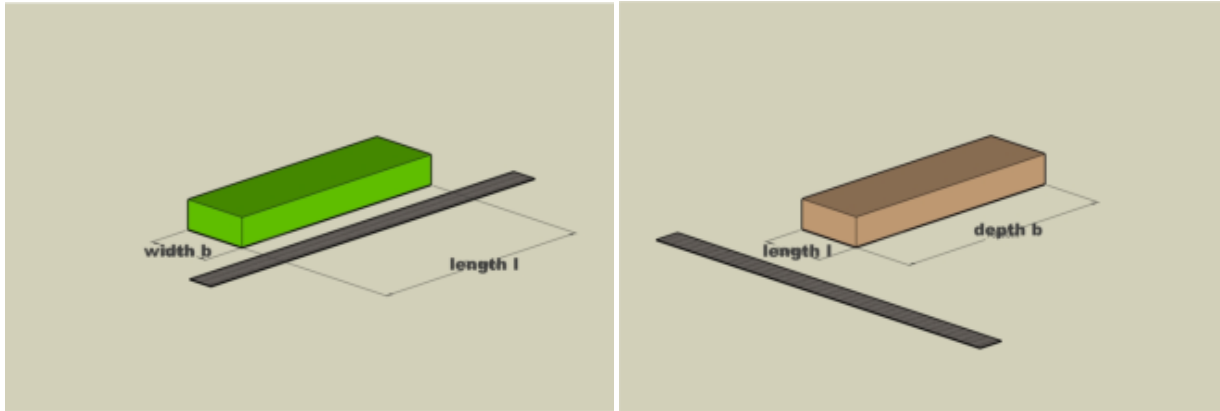
Smalle, diepe gebouwen.

Het is vrij duidelijk dat het brandrisico hoger moet worden ingeschat voor een gebouw dat alleen langs zijn smalle kant benaderd kan worden (gebouw 2), in vergelijking met een gelijkaardig gebouw dat aan zijn lange kant bereikbaar is (gebouw 1) .



Het probleem wordt als volgt opgelost:

Bij de bepaling van de oppervlaktefactor g , gebruikt men de waarden van l (de theoretische lengte) en de equivalente breedte b . De waarde die men moet invoeren als " l " is in feite de gevellengte, dwz, dat als het gebouw aan een lange zijde bereikbaar is, men hiervoor de theoretische lengte gebruikt, maar als het gebouw enkel langs een korte gevel bereikbaar is, gebruikt men hiervoor de equivalente breedte b , en de waarde die men voor " b " dient in te voeren, is in feite de diepte van het gebouw, gezien vanaf de toegangsweg.

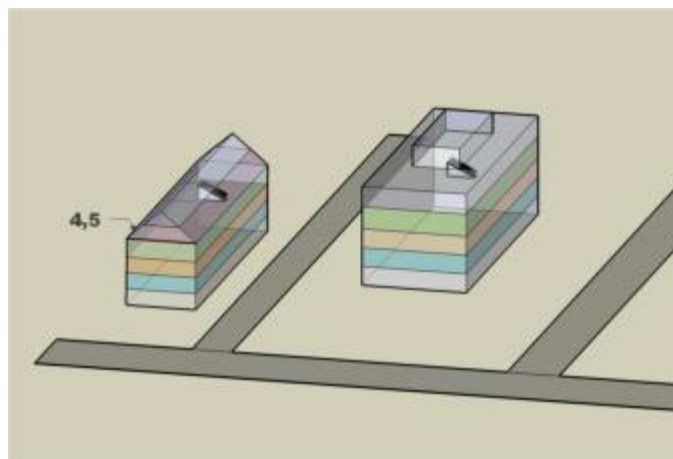


Door deze regel toe te passen zullen de waarden van factoren g en z een juistere beoordeling van de situatie weergeven. Vanaf FRAME 2008 wordt de keuze tussen lange en smalle gebouwen voorzien en worden de ingegeven waarden automatisch omgewisseld in de berekening van factor g voor smalle gebouwen.

Duplex loftverdiepingen.

Een bijzondere situatie waarbij men de nodige voorzichtigheid aan de dag moet leggen is de beoordeling van loftverdiepingen die achter het gevelvlak liggen, en die deel uitmaken van een duplex. Bij de beoordeling van de compartimentering vertrekt men in principe altijd van een volledige verdieping. Onderling gecompartmenteerde flats van een verdieping, die gebruik maken van dezelfde toegangs- en evacuatiewegen, dient men die samen als 1 compartiment te beschouwen, en de loft als een decimaal van het verdiepingnummer.

In onderstaande schets, kan de brandweer de gebouwen aan meer dan één kant bereiken, maar voor het gebouw links geldt voor de verdieping 4,5 dat ze slechts langs 1 weg bereikbaar is, omdat de brandweperladders de loft niet kunnen bereiken, zodat men voor dit gebouw in de formule voor factor z , $Z = 1$ moet kiezen, wat de risicoverzwarending weergeeft.



In een aantal gevallen, bvb. bij voldoende kleine compartimenten, zal dit factor z niet veranderen, wat wil zeggen dat de risicoverzwarending door de beperkte toegankelijkheid verwaarloosbaar klein is.

Evaluatie van het Brandrisico.

Veiligheidsdeskundigen en brandweerofficieren worden in hun beroepspraktijk geconfronteerd met de vraag of een gebouw brandveilig is. Een dergelijke algemene vraag dient meestal met een aantal bijkomende vragen aangevuld, om te weten wat er precies bedoeld wordt .

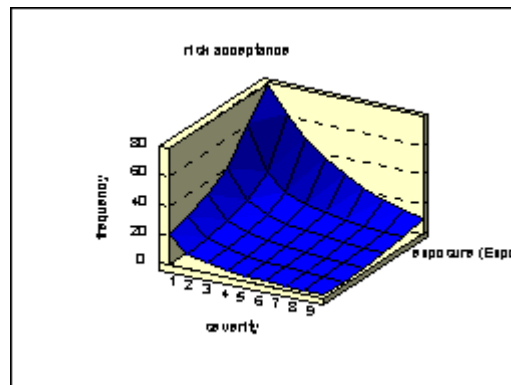
Hoe beoordelen wij de risico's die ons bedreigen?

Een risico is een ongewenste gebeurtenis met schadelijke gevolgen. Het is gekenmerkt door de kans dat het voorval gebeurt en door de ernst van de mogelijke gevolgen. De kans of frequentie kan nog opgesplitst worden in twee factoren:

- hoe dikwijls komt de ongewenste gebeurtenis voor (bv. het ontstaan van brand in een gebouw)
- hoe lang is men aan de werking ervan blootgesteld. (hoelang is men in dat gebouw aanwezig terwijl het brandt)

De ernst kan ook opgesplitst worden in twee factoren:

- hoe zwaar zijn de gevolgen (ongemakken, kleine letsels, zware schade, dodelijke afloop)
- hoeveel personen zijn er mogelijke slachtoffers (een persoon, een groep, iedereen)



Mensen tolereren risico's zelfs als ze er het leven kunnen bij laten. Voorwaarde is dat het risico voldoende klein is, dwz dat de combinatie kans en ernst aanvaardbaar laag is, vandaar dat men een risico vaak meet met een getal dat een product is van een frequentie- en een ernstcijfer. Men kan ook een risicoprofiel opstellen waar op de ene as de frequentie en op de andere as de ernst aangeduid worden.

Er bestaat geen vaste, universele grens tussen aanvaardbare en onaanvaardbare risico's: Soms is men verplicht bepaalde risico's te aanvaarden als men de middelen niet heeft om er iets aan te doen of indien het risico als inherent aan het leven wordt aanzien. Zo accepteert men in bepaalde landen natuurrampen zoals aardbevingen en overstromingen omdat ze deel uitmaken van de levensvoorwaarden van die streek.

Over het algemeen wil men de kans van optreden lager maken naarmate de gevolgen erger zijn, naarmate er meer personen terzelfdertijd aan het risico blootgesteld zijn en naarmate de blootstelling langer duurt. Een risico wordt ook minder aanvaard als de gevolgen direct voelbaar zijn.

De aanvaardbare risicogrens ligt hoger als de gevolgen omkeerbaar zijn, bv. als er enkel tijdelijke letsels zijn of als de schade kan hersteld worden. Ze is ook hoger naarmate men meer voordeel ziet aan het nemen van het risico, en naarmate men meer controle denkt te hebben over het voorkomen van de ongewenste gebeurtenis.

Meestal kan men de kans voor een ongeval nog opsplitsen in een aantal deelfrequenties gekoppeld aan de oorzaken van het ongeval en aan de blootstellingsduur van de slachtoffers. Zo kan men de waarschijnlijkheid dat iemand door een brand in een gebouw verrast wordt opsplitsen in:

- de kans dat een brand ontstaat
- de kans dat de brand zich vrij kan ontwikkelen
- de kans dat er zich op dat ogenblik personen in het gebouw bevinden
- de kans dat een bewoner niet op tijd gewaarschuwd wordt
- de kans dat hij het gebouw niet tijdig kan verlaten

In principe moet men de waarschijnlijkheid van gebeurtenissen die samen moeten optreden om het beoogde effect te hebben met elkaar vermenigvuldigen. De kans op een slachtoffer bij een brand is dus het product van alle bovenstaande deelfactoren.

Daarentegen moet men de waarschijnlijkheid van twee gebeurtenissen die onafhankelijk van elkaar hetzelfde resultaat hebben samentellen. Zo is de kans dat een brand ontstaat de som van de frequentie van alle mogelijke brandoorzaken, zoals: blikseminslag, menselijke stommiteiten, defecten aan de verwarming, defecten aan de elektrische installaties, oververhitting van machines, weggegooide sigaretten, enz.

De betrouwbaarheid van bescherming.

Beschermingsystemen zijn niet 100 % betrouwbaar, zelfs de meest betrouwbare systemen hebben nog een kleine faalkans. Die faalkans kan bijvoorbeeld bepaald worden aan de hand van verouderingstesten of afgeleid uit statistische gegevens. Hoe kleiner de faalkans, hoe betrouwbaarder een veiligheidssysteem.

Wanneer twee of meerdere elementen samen één veiligheidsketting vormen, is de faalkans van de ketting die van het minst betrouwbare element. Is de werking van de elementen echter onafhankelijk van elkaar gegarandeerd, dan is de faalkans van het geheel het product van de individuele faalkans-cijfers.

Of het nu gaat over het aantal keren dat een fout in een systeem optreedt, of over het falen van een veiligheidssysteem, de bekomen resultaten zijn meestal kleine getallen, in de grootteorde van 10^{-3} tot 10^{-9} . Het is daarom vaak handiger en begrijpelijker om de negatieve logaritme van de faalkans als maat te gebruiken. Een element dat in één geval op tien kan falen, heeft dan een veiligheidswaarde =1, een element dat slechts in één geval op 100000 faalt is dan een factor 5 veiliger.

Risicoberekening met de FRAME-methode

In de praktijk stelt men heel wat gradaties in brandschade vast, waar een skala van beschermingsmogelijkheden tegenover staat. Er spelen zoveel invloedsfactoren mee en de prestaties en betrouwbaarheid van de beveiligingstechnieken zijn zo verscheiden dat een graduele benadering van risico en beschermingsgraad in een aantal gevallen wenselijk is.

Het is precies die graduele benadering die de FRAME methode zo aantrekkelijk maakt om brandrisico's te evalueren.

Een bijkomend voordeel van FRAME is dat er een onderscheid gemaakt wordt tussen het risico voor de personen, voor het gebouw en zijn inhoud en voor de activiteiten, om rekening te houden met de verschillende standpunten van bvb. overheid en verzekeraars.

Hoewel de methode ontwikkeld werd in een periode waar er nog geen sprake was van faalkansen en beveiligingscategorieën, doorstaat de methode goed de vergelijking met deze benadering. FRAME is opgebouwd op basis van een logaritmische schaal, en het relatieve gewicht dat aan de invloedsfactoren is gegeven sluit behoorlijk aan bij tolerantie- en faalkanscijfers.

Bijvoorbeeld : Een hoogbouw van meer dan 50 meter hoog krijgt in FRAME een risicofactor x2 tov van een laagbouw wat overeen komt met een tolerantiegrens die 100 x lager ligt voor het instorten van het gebouw ten gevolge van de brand.

De veiligheidsgraad berekend voor een basisbescherming bestaande uit een manueel alarm systeem, een interventie door een beroepskorps binnen de 10 minuten na de melding, en een adequate watervoorziening, is $D=2$, wat zou overeenkomen met een faalkans van 1/100. Dit komt vrij overeen met de statistische waarneming over het aantal woningbranden die de brandweer niet onder controle kan krijgen.

Voor de afwezigheid van een watervoorziening wordt de watervoorzieningsfactor $W = 0.32$ wat overeenkomt met een faalkans van 48 %. M.a.w. als er geen waterreserve is om te blussen, is de kans dat men met de meegebrachte middelen een brand onder controle krijgt slechts 1 op 2.

Aantonen van gelijkwaardigheid van brandveiligheidsconcepten

In de praktijk blijkt dat de FRAME-methode gemakkelijk toepasbaar is om alternatieve veiligheidsconcepten onderling te gaan vergelijken: het ingebouwde evenwicht van de invloedsfactoren weerspiegelt getrouw de ervaring van de beroepsmensen en de doelstellingen van de wetten en regelgevingen van de meeste landen.

FRAME laat toe om het evenwicht tussen risico en bescherming van een beredeneerde oplossing te toetsen aan de doelstellingen van de voorschriften die soms te beschrijvend en daarom moeilijk uit te voeren zijn. Dit is vooral het geval voor gebouwen die afwijken van de standaardtypes en voor bestaande gebouwen die naar aanleiding van renovaties zouden moeten voldoen aan voorschriften die (nog) niet bestonden op het ogenblik dat het oorspronkelijke gebouw werd opgericht.

Bij afwezigheid van een gemeenschappelijke procedure, blijft in de meeste Europese landen (en ook daarbuiten) de toepassing van rekenmethodes voor de gelijkwaardigheid van brandbeveiligingsconcepten afhankelijk van een feitelijke goedkeuring –geval per geval- door de plaatselijke overheid.

Men kan de methode in specifieke situaties bijkomend valideren met een zgn. blindtest door het FRAME risico niveau te berekenen in een aantal door de overheid bepaalde standaardgevallen, en dit als aanvaardingscriterium op te leggen.

Werkwijze voor het bewijzen van een gelijkwaardig veiligheidsniveau .

Om te bewijzen dat de alternatieve oplossing een gelijkwaardig veiligheidsniveau garandeert, zal meestal in meer of in mindere mate gebruik gemaakt worden van Fire Safety Engineering. De toepassing daarvan dient echter best binnen een strikt kader te gebeuren.

In de *DD 240-1 Fire Safety Engineering in buildings -Guide to the Application of Fire Safety Engineering Principles of de ISO/DTR 13387-1 Fire Safety Engineering -Part 1: The application of fire performance concepts to design objectives* wordt een dergelijk kader beschreven. In grote lijnen is het kader terug te brengen tot het volgende:

- De kwalitatieve beoordeling van het ontwerp (met vastleggen van de doelstellingen en criteria);
- Een kwantitatieve berekening van het ontwerp;
- Nagaan of de doelstellingen bereikt worden (Zo niet, concept aanpassen en herbeginnen);
- Rapporteren en voorstellen van de resultaten.

Kwalitatieve beoordeling van het ontwerp:

De kwalitatieve beoordeling is ter voorbereiding van een kwantitatieve analyse en daartoe moeten vaak een aantal parameters vastgelegd worden (bvb. de gebruikslasten op een werkvloer, aanwezige brandbelasting, binnentemperatuur, aantal gebruikers, opkomsttijd van de brandweer, ...). Het is belangrijk dat alle relevante parameters in de aanvraag worden vastgelegd. De nodige parameters en de waarden ervan, zullen afhankelijk zijn van de methoden die nadien voor de analyse gebruikt worden. De kwalitatieve beoordeling van het ontwerp (QDR -Qualitative Design Review} omvat het volgende:

- de doelstellingen en criteria worden vastgelegd;
- het architecturale ontwerp wordt beschreven;
- het gebouw, de gebruikers en de omgeving worden gekarakteriseerd,
- de mogelijke gevaren voor brand en de gevolgen ervan worden geïdentificeerd,
- de relevante brandscenario's worden vastgelegd ;
- de brandbeveiligingsconcepten worden beschreven.

Vastleggen van de doelstellingen en criteria:

Het is belangrijk dat de doelstellingen en criteria in het kader van de aanvraag vooraf worden vastgelegd om nadien te kunnen verifiëren of het brandbeveiligingsconcept aan de gestelde criteria voldoet of niet.

Beschrijving van het architecturaalontwerp

Het dossier voor het verkrijgen van de bouwvergunning bevat de volgende elementen:
Karakterisering van het gebouw, de gebruikers en de omgeving

Identificatie van het brandrisico:

Waar zitten de risico's voor brand en wat zijn de eventuele gevolgen van een brand. De brandrisico-analyse geeft een algemeen overzicht van het gebouw rekening houdende met mogelijke ontstekingsbronnen, de aard van de activiteiten in het gebouw (bvb. lassen, bakken en braden, ...), en brandbare materialen. Met het oog op het vastleggen van de brandscenario's is het belangrijk dat deze brandrisico-analyse zo volledig mogelijk gebeurt.

Brandscenario's:

Aansluitend op de brandrisico-analyse dient het brandbeveiligingsconcept uit te gaan van een beperkt aantal brandscenario's die alle relevante risico's dekken. De brandscenario's kunnen rekening houden met de meest plausibele brandhaard (bvb. een smeulend brand van een matras, een stofexplosie, ...), maar ook andere brandhaarden waarvan de waarschijnlijkheid relevant is moeten ingecalculeerd worden. In deze brandscenario's kan het effect van actieve brandbeveiligingsmaatregelen ingerekend worden.

Brandbeveiligingsconcept:

Het geheel wordt in een brandbeveiligingsconcept gegoten waarin de verschillende componenten op elkaar worden afgestemd en waarin de werking van brandbeveiligingsystemen beschreven wordt. De rol en werking van de verschillende brandbeveiligingsystemen wordt in detail beschreven.

Kwantitatieve analyse

Om te bewijzen dat de alternatieve oplossing (i.e. het uiteindelijke brandbeveiligingsconcept) gelijkwaardig is met de technische specificaties van het koninklijk besluit, moet een en ander uiteraard berekend worden. Welke kwantitatieve modellen of methodes gebruikt worden speelt meestal geen rol, zolang ze maar betrouwbaar zijn en toepasselijk voor de betrokken oplossing. Zo zal een model of berekeningsmethode voor de activering van rook-detectoren waarschijnlijk geen correcte tijden geven voor de activering van sprinklerkoppen en zullen pre-flashover parameters niet langer correct zijn om de brandweerstand van structurele elementen te berekenen.

Nagaan of de doelstellingen bereikt worden

Eenmaal alles berekend dient men na te gaan of de vooropgestelde doelstellingen gerealiseerd worden.

- Zo ja, dan is de analyse beëindigd en worden de resultaten in een rapport weergegeven.
- Zo niet, dan moet het concept aangepast worden en dient men alles te herhalen voor het nieuwe concept.

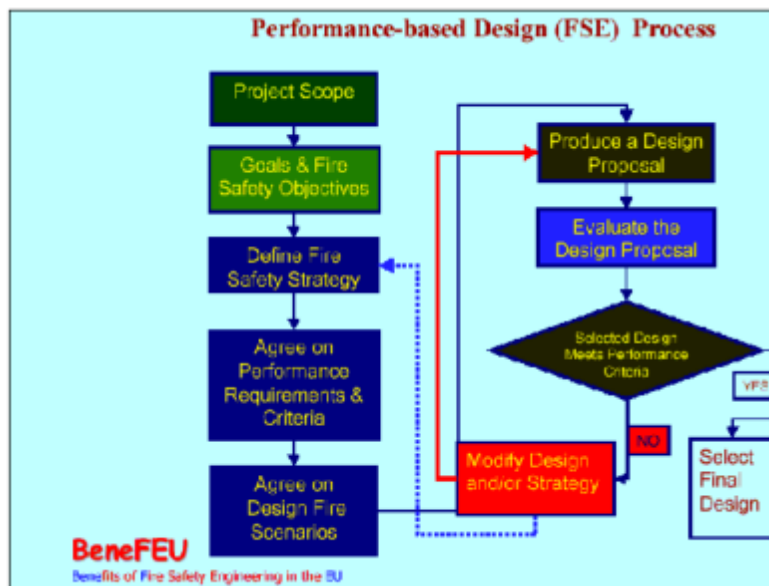
Het gaat uiteraard niet op om de doelstellingen aan te passen aan de resultaten van de kwantitatieve analyse.

Rapportering en voorstelling van de resultaten

De resultaten van de analyse worden weergegeven in een rapport, met vermelding van:

- De berekeningsmethode of het model.
- de parameters die ingevoerd werden
- toelichting van de resultaten van de berekeningsmethode of model
- de kwalitatieve beoordeling en de kwantitatieve analyse

Deze werkwijze wordt in het bijgaande schema geïllustreerd, de FRAME methode is conform aan deze redenering.



EEN VOORBEELD uit België

Een Amerikaans bedrijf bouwt een nieuwe fabriek voor PVC buisfittings in België. De fabriek bestaat uit een grote hall van 2800 m² en een premixing installatie ondergebracht in een toren met meerdere niveaus. De totale oppervlakte van de platforms in de toren is 1200 m². Het gebouw heeft een stalen structuur.

Volgens de letter van het ARAB art 52. is dit een gebouw met meerdere verdiepingen en een hoge brandlast, waarvoor een structurele brandweerstand van 2hr voor de toren en een 1/2 hr voor de hal is vereist. Zoals gebruikelijk in dit soort Amerikaanse ondernemingen voorzag de exploitant een sprinklerinstallatie voor het gehele gebouw, maar deze bescherming is niet vereist volgens de regelgeving.

In dit geval werd de FRAME methode gebruikt om aan de overheid aan te tonen dat de bescherming met sprinklers tenminste hetzelfde veiligheidsniveau bood als de wettelijke voorschriften die gericht waren op brandweerstand om een langdurige interventie door de brandweer mogelijk te maken.

Om zeker te zijn dat de sprinkler installatie ook de structurele integriteit kon waarborgen door koeling van de structuur, werden drie bijkomende vereisten geformuleerd:

1. de werkelijke sproeidensiteit dient hoger te liggen dan de minimum vereisten
2. de watervoorziening zal voldoende zijn voor minstens 2 uur werking van de sprinklers in de toren
3. de geschatte rooktemperatuur zal beneden 500 °C blijven tot op het moment van de werking van de eerste sprinkler.

Deze laatste voorwaarde werd gecheckt met het simulatiemodel FPETOOOL voor een snel ontwikkelende brand (de meest ongunstige voorwaarde).

Berekeningen met FRAME (versie 1) werden gebruikt om de gelijkwaardigheid van de brandveiligheid in het gespreinklerde stalen gebouw met een ongespreinklerd brandwerende constructie. Dit gaf de volgende waarden:

Voor het gespreinklerd gebouw: Voor het niet gespreinklerd concept:

P= 3.05 en P1 =2.57	P= 3.05 en P1 =2.57	Identiek
A=1.27 en A1 = 1.07	A=1.27 en A1 = 1.07	Identiek
D=3.43 en R= 0.70	D=2.24 en R= 1.07	met sprinklers beter
D1=4.71 en R1= 0.51	D1=2.38 en R1= 1.01	met sprinklers beter

Dit toonde aan dat het gespreinklerd concept een hogere graad van veiligheid biedt dan vereist volgens ARAB art 52.

FRAME BEREKENING IN DE PRAKTIJK

Wanneer men alle nodige gegevens over het te berekenen compartiment heeft verzameld, kan men beginnen met de praktische berekening. Men gaat zo te werk:

- Eerst berekent men de deelfactoren voor de Potentiële Risico's P, P1, P2, en hun waarde. Vervolgens berekent men de Aanvaardbare Risico's A, A1, A2. Dit laat ons zien waar we ons aan de strengste eisen mogen verwachten, hetzij voor het patrimonium, hetzij voor de mensen, of voor de activiteiten. Vervolgens berekent men de waarden van W, N, S, F voor de gekozen bescherming, en gaat men na wat de waarde is van R, het risico voor de goederen. In sommige gevallen moet men wel eens de berekening hermaken voor een andere keuze van de bescherming.
- Eenmaal de berekening voor de bescherming der goederen tot een goed einde is gebracht, moet men nog nagaan of het beschikbare systeem ook voldoende is voor de bescherming der personen. Hiervoor moet men de waarden van U en van R1 berekenen. Men moet eventueel bijkomende bescherming voorzien, wat zowel de berekening voor de goederen als die voor de personen kan wijzigen.
- Heeft men een oplossing gevonden voor de personen en voor de goederen, dan kan men de berekening maken voor de activiteiten. Hiervoor moet men nog de waarden van Y en van R2 bepalen. De bijkomende maatregelen om ook de activiteiten te beschermen beïnvloeden slechts weinig de bescherming der goederen en der personen.

REKENBLAD

Voor de eerste twee versies van FRAME bestond er een eigen rekenprogramma. Voor de FRAME 2008 versie, kan men gebruik maken van een Excel-rekenblad. Voor Windows XP/Vista Excel 2000-2007 gebruikers is dit een "executable" bestand. Voor Office 2010/2011 met Windows 7 of Mac zijn er een xltc- sjablonen voor andere platformen een OpenOffice 3.3 odt-sjabloon beschikbaar.

De software is gratis beschikbaar voor wie zich eerst als gebruiker registreert . Meer info...

Het rekenblad maakt het mogelijk om drie parallele berekeningen te maken: een referentiesituatie en twee varianten. Het heeft de volgende structuur: FRAME2008 : samenvatting van de 3 berekeningen; P -REF, A - REF, D- REF : rekenbladen voor de referentiestatus; P - V1, A - V1, D - V1: rekenbladen voor variant 1; P - V2, A - V2, D - V2: rekenbladen voor variant 2; Info FRAME : schutblad met algemene informatie, erkenningen, disclaimer en waarschuwingen; Info P, Info A, Info D : informatie en referentiebladen voor de factoren die bij de berekening van de Beschermingsgraden.

De waarde van de berekende risico's (patrimonium, personen, activiteiten) zijn gekleurd:

- **Groene waarden geven aanvaardbare risiconiveaus.**
- **Blauwe waarden geven risiconiveaus die mogelijks te verbeteren zijn.**
- **Rode waarden geven onaanvaardbare risiconiveaus**
- Een **rode achtergrond** duidt abnormale waarden aan, bvb. negatieve waarden

VOORBEELDEN

Een aantal voorbeelden van toepassingen van FRAME vindt U in het "Calculation sample book" (PDF) , als subpagina's bij de verschillende taalversies, en in het archief op de website..

Brand in het centrum Schiphol-Oost in de nacht van 26 op 27 oktober 2005.

In de nacht van 26 op 27 oktober 2005 werd het cellencomplex te Schiphol-Oost kort voor middernacht door een grote brand getroffen. Elf celbewoners kwamen daarbij in hun cel om het leven door koolmonoxidevergiftiging. Doordat na de bevrijding van een van de celbewoners de celdeur open bleef staan en een grote hoeveelheid brandbaar materiaal in de cel aanwezig was, ontstond een grote hoeveelheid rook in de gang en kon de brand zich verder ontwikkelen.

[Lees meer hierover hier ...](#)

GAMMA brand Doetinchem, Nederland, op 12 februari 2008

In de namiddag van dinsdag 12 februari 2008 woedde een omvangrijke brand in de Gamma Bouwmarkt te Doetinchem. Het gehele gebouw brandde uit en is inclusief de inboedel verloren gegaan. Bij de brand zijn geen slachtoffers gevallen. Verbaasd over het snelle brandverloop heeft de brandweer Doetinchem een projectgroep ingesteld om onderzoek te doen naar de brandoorzaak en het brandverloop. Met de gegevens uit het verslag met FRAME een analyse gemaakt.

Lees meer hierover hier...

Brand in het centrum Schiphol-Oost, 26 op 27 oktober 2005.

Over deze brand werd door de [Nederlandse Onderzoeksraad voor Veiligheid](#) een uitgebreid onderzoek gedaan en het eindrapport en de bijlagen zijn beschikbaar op de website : Onderzoeksraad voor Veiligheid in de rubriek ONDERZOEKEN, Afgeronde onderzoeken.

De informatie die in dit artikel staat over het gebouw en de brand is overgenomen uit het rapport van de Onderzoeksraad. Dit rapport beschrijft niet alleen de feiten, maar trekt ook een aantal conclusies wat betreft de verantwoordelijkheid van de verschillende betrokken overheden.

Het is interessant om aan de hand van dit rapport een aantal FRAME berekeningen te maken om na te gaan of het gebruik van FRAME de betrokken overheden had kunnen helpen om hun taak beter uit te voeren en eventueel deze ramp te voorkomen.

Beschrijving van de ramp.

"In de nacht van 26 op 27 oktober 2005 werd het cellencomplex te Schiphol-Oost kort voor middernacht door een grote brand getroffen. Elf celbewoners kwamen daarbij in hun cel om het leven door koolmonoxidevergiftiging. Doordat na de bevrijding van een van de celbewoners de celdeur open bleef staan en een grote hoeveelheid brandbaar materiaal in

de cel aanwezig was, ontstond een grote hoeveelheid rook in de gang en kon de brand zich verder ontwikkelen.

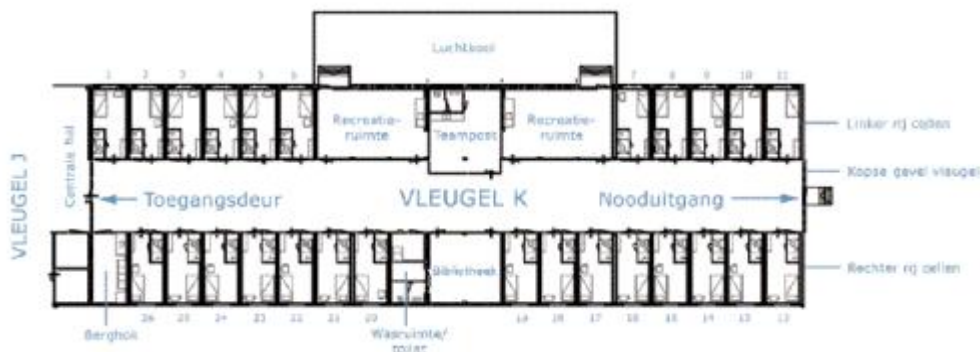
De brand ontstond op 26 oktober 2005 kort voor middernacht op het bed van cel 11 van vleugel K. Het is vrijwel uitgesloten dat een technische oorzaak aan de brand ten grondslag ligt. Het is mogelijk dat een weggeworpen sigaret de brand veroorzaakt heeft.

Brandproeven hebben aangetoond dat de initiële brandontwikkeling kan zijn verlopen langs een keten van brandstoffen (beddengoed, matrassen, wandbekleding), waarbij elke schakel voldoende energie leverde voor het doen ontbranden van de volgende. De twee matrassen speelden een essentiële rol bij het in brand geraken van de gehele cel. Het openen en geopend blijven van de deur van cel 11 heeft de brandontwikkeling versneld. Rook en vuur konden zich buiten de cel verspreiden. Als de deur na het openen weer was gesloten, zou de brandontwikkeling zijn onderbroken. De omvang die de brand in korte tijd kreeg, is mede verklaarbaar uit de grote hoeveelheid brandbaar materiaal in de cel, waaronder met name de wandbekleding.

De versnelde brandontwikkeling die optrad nadat de tweede matras van het stapelbed in brand was geraakt, ging gepaard met een plotselinge toename van de rookproductie. Deze versterkte rookontwikkeling, die kenmerkend is voor een brand in de flashover-fase, wordt primair veroorzaakt door een oplopend zuurstoftekort in de brandende ruimte; de aard van de brandende materialen is daarbij van minder betekenis.

Door de versnelde rookverspreiding in de gang, was het voor de reddend optredende bewaarders fysiek onmogelijk alle celbewoners uit hun cel te bevrijden. De Rook en Warmte Afvoer installatie, die zou moeten zorgen voor het afvoeren van rook en warmte, werkte tijdens de brand niet.

Vanuit de gang heeft de brand zich met name door de schilconstructie ruimtelijk kunnen uitbreiden. In de gang zelf bleef de brand, door de beperkte aanvoer van verse lucht, stationair, met uitzondering van de kopse gevel van vleugel K waar via de geopende nooddeur lucht binnenkwam."



"De organisatie van het cellencomplex Schiphol-Oost was onvoldoende voorbereid en ingericht op het optreden bij brand, waardoor de dienstdoende personeelsleden voor een vrijwel onmogelijke taak stonden. De locatiedirecteur heeft vooraf geen risico-inventarisatie gemaakt en onvoldoende doordacht hoe het personeel zou moeten optreden bij brand. De hoofddirectie van de DJI heeft hiervoor geen kader aangereikt en/of condities gecreëerd. Tevens heeft toezicht beperkt plaatsgevonden.

De brandweer arriveerde relatief laat bij de brand. De oorzaken hiervoor liggen zowel bij de brandweer als bij de directie van het cellencomplex. De automatische brandmeldinstallatie meldde de brand niet direct bij de brandweer, het cellencomplex was niet voorbereid op de aankomst van de brandweer en de brandweer was onvoldoende voorbereid op de situatie op het cellencomplex.

Er had onvoldoende afstemming plaatsgevonden tussen de brandweer en het cellencomplex waardoor niet is onderkend dat uitgaande van het Brandbeveiligingsconcept Cellen en Celgebouwen, de brandweer pas na 15 minuten na de melding ter plaatse gereed is voor de inzet en de bedrijfshulpverlening tot dat moment op zichzelf is aangewezen. Gelet op het late tijdstip van de feitelijke inzet van de brandweer en het stadium waarin de brand zich op dat moment bevond, was de kans klein dat de elf slachtoffers nog te redden waren."

Verantwoordelijkheden.

"Ten aanzien van de brandveiligheid van vleugel K van het cellencomplex Schiphol-Oost zijn de drie belangrijkste verantwoordelijke partijen: 1) de Dienst Justitiële Inrichtingen, 2) de Rijksgebouwendienst en 3) de gemeente Haarlemmermeer. De Raad beschouwt de DJI als de primair verantwoordelijke partij ten aanzien van de brandveiligheid.

- De Dienst Justitiële Inrichtingen draagt, conform wetgeving, de verantwoordelijkheid voor de veiligheid van de celbewoners en het personeel als gebruiker van het cellencomplex. De DJI is verantwoordelijk voor het opstellen van het Programma van Eisen voor het gebouw richting de Rijksgebouwendienst. De DJI is uiteindelijk de partij onder wiens verantwoordelijkheid personen worden opgesloten en kan direct invloed uitoefenen op de (brand)veiligheid en is daarmee primair verantwoordelijk.*
- De Rijksgebouwendienst (RGD) draagt als opdrachtgever voor de bouw en later als eigenaar van het cellencomplex, de verantwoordelijkheid voor het realiseren van een cellencomplex dat brandveilig kan worden gebruikt.*
- De gemeente Haarlemmermeer verleent de bouw- en gebruiksvergunning en draagt de verantwoordelijkheid voor toezicht en handhaving tijdens de bouw en het gebruik van het cellencomplex.*
- De hoofddirectie van de DJI draagt de verantwoordelijkheid voor de veiligheid van celbewoners en personeel. In de dagelijkse praktijk is de locatiedirecteur van het cellencomplex, conform de wet, de verantwoordelijke voor veiligheid waaronder brandveiligheid, maar heeft deze taak onvoldoende ingevuld. Hij heeft vooraf te weinig aandacht geschonken aan de risico's die verbonden zijn aan het gebruik van het gebouw als cellencomplex. Ook was de organisatie niet ingericht op een calamiteit van deze omvang. Om de genoemde verantwoordelijkheid in te vullen, moet de hoofddirectie DJI een passend kader scheppen en mogelijkheden creëren. De hoofddirectie van de DJI heeft dit onvoldoende concreet gedaan en heeft in het Programma van Eisen voor de bouw onvoldoende rekening gehouden met de risico's ten aanzien van brandveiligheid.*

De RGD heeft, vanuit zijn verantwoordelijkheid voor een brandveilig gebouw, zijn taak onvoldoende invulling gegeven, aangezien vleugel K niet aan het Bouwbesluit voldeed.

Voorafgaand aan de bouw is onvoldoende aantoonbaar rekening gehouden met de risico's ten aanzien van brandveiligheid en zijn deze niet aan de DJI kenbaar gemaakt bij oplevering van het gebouw.

De gemeente Haarlemmermeer heeft, vanuit haar verantwoordelijkheid voor vergunningverlening, toezicht en handhaving, haar taak onvoldoende ingevuld. Zij had de vergunningen niet mogen afgeven (de vergunningen zijn verleend op basis van beperkte informatie en een bouwplan dat strijdig was met de bouwwetgeving) en het toezicht had te weinig diepgang."

FRAME -berekeningen.

Uit het rapport blijkt dat het gebouw niet voldeed aan de wetgeving (Bouwbesluit) en dat onvoldoende was aangetoond dat de voorgestelde alternatieven een gelijkwaardig niveau van veiligheid waarborgden.

Een van de mogelijke toepassingen van FRAME is juist het aantonen van een (globale) gelijkwaardigheid. Dit kan men best door eerst een berekening te maken voor een vergelijkbaar gebouw dat wel aan de regelgeving voldoet, waaruit men het door de wetgever gewenste niveau van veiligheid kan halen, en dan een tweede berekening met het voorgestelde alternatief. Als de R-waarden in het tweede geval lager zijn dan in het eerste, kan men spreken van gelijkwaardigheid.

Het gewenste niveau van veiligheid.

Het is van belang te beseffen dat de wetgever bij het opstellen van de regelgeving impliciet uitgaat van de meest voorkomende situatie, maar dat die voorkennis in de meeste gevallen niet in de wetgeving staat vermeld. Voor een cellencomplex betekent dit dat men is uitgegaan van de gebruikelijke (steen)bouwmethode met een nagenoeg onbestaande immobiele vuurbelasting en een lage mobiele vuurbelasting (de inventaris) van 5-20 kg vurenhout per m² of 70 à 280 MJ/m². Daar worden dan een aantal voorwaarden (compartimengrootte, loopafstanden, enz) aan gekoppeld die samen het gewenste niveau van veiligheid beogen.

In het Bouwbesluit stelt men lagere eisen aan tijdelijke gebouwen dan aan permanente. Dit is te verantwoorden door het feit dat men eigenlijk de kans op een ernstige brand door het falen van de voorzieningen voldoende klein wil houden voor de hele "levenscyclus" van het gebouw. Neemt men voor een tijdelijk gebouw een levensduur aan van 10 jaar en voor een permanent een levensduur van 50 jaar, dan is de kans op optreden van een brand tijdens de sowieso al 5 keer lager tijdens die cyclus. Men kan dus bouwelementen gebruiken die meer kans hebben op falen, in tijdelijke gebouwen en toch hetzelfde veiligheidsniveau halen van permanente gebouwen. In het Bouwbesluit vindt men dit terug in de eis voor WBDBO van 20 minuten voor tijdelijke ipv van 60 minuten voor permanente.

Een eerste FRAME berekening geeft aan welke R-waarden men kan verwachten voor een cellencomplex conform het Bouwbesluit, in de gebruikelijke steenbouw en met de gebruikelijke inventaris. De vereiste voor een automatische brandmeldinstallatie staat niet in het Bouwbesluit, maar aangenomen wordt dat dit standaard is voorzien door de DJI en RGD.

Het rapport van de eerste FRAME berekening is hier te vinden. Bij de invoering van de personenfactor werden de aanwezigen als "niet beweeglijke personen" beschouwd, omdat de cellen door een bewaarder moeten geopend worden om te kunnen evacueren. De berekende risico's zijn dan $R=0.36$, $R1=1.06$ en $R2=0.36$, wat wijst op een gebouw met laag risico voor

het gebouw en aanvaardbaar risico voor de personen. Op te merken valt dat zonder een automatische brandmeldinstallatie, de personen onvoldoende beveiligd zouden zijn volgens FRAME.

De afwijkende constructie.

Het cellencomplex was niet conform aan het Bouwbesluit en men had enkele voorzieningen getroffen waarvan men dacht dat men een gelijkwaardig niveau van veiligheid haalde : een beperkte RWA installatie, een droge sprinklerinstallatie in de loze ruimte boven de cellen; het direct inzetbaar zijn van al het personeel; de 24 uur per dag door 2 personen bemande bewakingspost.

In het verslag van de onderzoeksraad is hierop kritiek : "In meer algemene termen plaatst de commissie vraagtekens bij het gegeven dat beperkingen op het gebied van de fysieke veiligheid duurzaam kunnen worden gecompenseerd door maatregelen in de sfeer van de interne organisatie, omdat menselijk handelen altijd een kwetsbaar element blijft".

In FRAME wordt aan organisatorische maatregelen een beperkt gewicht toegekend, maar te klein om bouwkundige tekorten te compenseren, wat in de lijn ligt van de kritiek van de onderzoeksraad.

De voorziene RWA installatie kan men in FRAME inbrengen bij factor v. De droge sprinklerinstallatie gevoed door een brandweerkoppeling kan men niet in FRAME invoeren. Het is een systeem dat niet conform aan de vakregels en dus geen enkele waarde heeft, wat in de praktijk ook is gebleken. Het is mij een raadsel dat men dit heeft voorgesteld en aanvaard: een sprinklerinstallatie zonder vaste watervoorziening werkt net zo min als een auto met een lege brandstoftank.

De onderzoeksraad stelt op p.112 van het rapport :

"Daarnaast bleek uit de reactie op het conceptrapport van de Raad dat onduidelijkheid bestond over het aantal beschikbare nooduitgangen mede door de aanwezigheid van de deur in de kopse gevel van de vleugel. De vraag is of het aanwezige hekwerk rondom het gehele cellencomplex kan worden beschouwd als een gelijkwaardige oplossing voor het feit dat de wetgeving stelt dat de vluchtroute naar een ander brandcompartiment moet leiden. Indien het hekwerk rond het penitentiaire terrein bewust als gelijkwaardige oplossing is gekozen voor het niet voldoen aan de prestatie-eis329, had dit opgenomen moeten zijn in de bouwvergunning. Alle penitentiaire inrichtingen moeten beschikken over een afgesloten buitenruimte (zie artikel 3 van de Regeling politiecellencomplex). Het Bouwbesluit heeft de uitgang naar die buitenruimte niet aangemerkt als uitgang naar een rookvrije vluchtroute. Het beroep op gelijkwaardigheid is daarom niet correct. "

Ik ben zo vrij om het hier niet mee eens te zijn. In de brandveiligheid neemt men algemeen aan dat een persoon bij brand in veiligheid is als hij het gebouw waar het brand heeft verlaten. Dat dit in een cellengebouw niet evident is en men daarom aanvaardt dat de persoon ook in veiligheid is in een ander brandcompartiment, is een aanvulling op de algemene regel, wat niet betekent dat de algemene regel (buitenlucht = veilig) vervalt. In de Amerikaanse norm NFPA 101 wordt het vluchten naar een binnenkoer wel als een geldige uitgang beschouwd.

Een veel groter bezwaar is het feit dat deur in de kopse gevel door de bewaarders moest ontsloten worden. De deuren naar buiten kunnen eigenlijk alleen als nooduitgang beschouwd

als ze bij brand ontgrendeld zijn. Dit had gekund door een koppeling van de vergrendeling met de branddetectie, maar was niet voorzien.

Uit het verslag blijkt dat de verhoging van de vuurbelasting door het gebruik van met houten platen beklede containers een aanzienlijke rol heeft gespeeld in de grootte van dit drama. De vuurbelasting in de cellen was naar schatting 140 kg/m^2 of 1960 MJ/m^2 . Voor de hele vleugel kan men spreken van een gemiddelde vuurbelasting van 1300 MJ/m^2 .

Omdat er in het Bouwbesluit niets staat over het wijzigen van de vuurbelasting, is het dus mogelijk dat een minder deskundige ontwerper deze risicoverhoging over het hoofd ziet. Met FRAME kan dit niet. Juist door het in rekening brengen van de verhoogde vuurbelasting blijkt uit de tweede FRAME berekening dat men geen gelijkwaardig veiligheidsniveau heeft gehaald en is het personenrisico zo hoog dat men kon verwachten dat er bij brand slachtoffers zouden vallen.

FRAME maakt een onderscheid tussen de mobiele en de vaste vuurbelasting. Bij de beoordeling zou men kunnen twijfelen of men de houten bekleding bij de ene of de andere zou moeten rekenen. Beschouwt men de cellen als deel van de constructie dan wordt Q_i ongeveer 1000 MJ/m^2 , wat een ongunstige waarde geeft voor de omgevingsfactor r .

Beschouwt men de cellen als inhoud van de gebouwschil, dan moet men de houten constructie bij Q_m in rekening brengen, wat dan een hogere waarde voor de ventilatiefactor v geeft. Dit laatste stemt het best overeen met de ontwikkeling van de brand. Indien men deze optie neemt, wordt het duidelijk uit de waarde van factor v , dat de RWA installatie veel te klein is gedimensioneerd.

Op te merken valt dat in beide gevallen, het resultaat voor de personenrisico vergelijkbaar (slecht) is.

Door de hogere vuurbelasting moet men in FRAME ook de watervoorziening herbekijken. Rekening houdend met de problemen van watertransport bij de brandbestrijding, is hier de watervoorziening als onvoldoende beoordeeld, wat een invloed heeft op het risico voor het gebouw, maar niet op dat van de personen. De ontwerper mocht veronderstellen dat een BHV ploeg zou zijn, vermits dit op grond van de Arbo-wet vereist was. Er is ook verondersteld dat er twee vluchtrichtingen zijn, wat impliceert dat de deur naar buiten ontgrendeld wordt door de branddetectie.

De tweede berekening (zie bijgevoegd rapport) geeft de volgende resultaten $R = 0.75$, $R_1 = 2.03$ en $R_2 = 0.44$. Dit betekent dat niet hetzelfde niveau werd gehaald als in een conform gebouw, maar ook dat het risico voor de personen te hoog is. Men mag niet vergeten dat de waarde van R op een logaritmische schaal is gedefinieerd, een stijging van R_1 van 1 naar 2 betekent een 10x hogere kans opslachtoffers. Het voorgestelde ontwerp voldoet dus niet aan de FRAME-toets voor een brandveilig gebouw.

De werkelijke toestand.

In de fatale nacht bleek dat een aantal van de voorzieningen niet werkten, zoals het falen van de RWA, het ontbreken van een correct systeem van doormelding naar de brandweer, de onmogelijkheid om bepaalde deuren tijdig te openen, de geringe personeelsbezetting. Als men dit invoert in een FRAME berekening, blijkt onmiddellijk dat men met een zeer lage waarde zit voor het aanvaardbare risico A_1 , wat duidelijk wijst op een zeer gevaarlijke toestand.

Het grootste impact krijgt men in de FRAME berekening als men de tweede vluchtroute wegneemt, wat een waarde geeft van $R1 = 15,5$ in het geval dat men de wandbekleding bij de mobiele vuurbelasting rekent. Uit het verslag van de brand blijkt ook dat de brandweer praktisch geen reddingsoperaties kon uitvoeren omdat ze de vleugel niet binnen geraakten.

Een ander alternatief.

Het is enigszins verwonderlijk dat men er niet aan gedacht om de cellen zelf te beveiligen met sprinklers. De cellen zijn slechts 13 m^2 groot, twee fast-response sprinklers per cel zijn voldoende en men hoeft slechts een kleine watervoorziening hebben: het kan dezelfde zijn als die voor de aanwezige brandslanghaspels.

Dit alternatief kan men in FRAME inbouwen als "sprinklers in zones van hoog risico" in factor U. Door de gegevens in de FRAME berekening te wijzigen kan men zien dat dit tot een hoger maar nog enigszins onvoldoende niveau van veiligheid leidt. Een andere mogelijkheid is dat men de cellen zou voorzien van een op afstand bediende ontgrendeling, die geactiveerd wordt na brandmelding. Dit kan men in FRAME verwerken door de mobiliteitsfactor p van 8 "niet beweeglijke personen" naar 2 (beweeglijk, maar afhankelijk) te brengen. Dit zou het personenrisico naar $R1 = 1.05$ doen dalen.

Door op die manier met varianten te gaan spelen kan men met FRAME gaan zoeken naar de meest elegante oplossing om een het gebouw een voldoende niveau van brandveiligheid te bezorgen.

Elders

Op deze pagina vindt U een aantal teksten die elders ook verschenen zijn en waarin U een en ander kan vinden over onderwerpen die met de FRAME methode gerelateerd zijn.

De Bouwproducten richtlijn.

De Europese richtlijn voor de bouwproducten, de Construction Products Directive (CPD, 89/106/EC), en het bijbehorend interpretatief document nr2 (ID nr2) bepalen in grote mate hoe men in Europa het brandveilig bouwen ziet. De richtlijn zegt dat een van de fundamentele eisen voor een gebouw "Safety in case of fire" is, en dat daarvoor de bouwproducten zelf aan die eis moeten beantwoorden.

Men beschouwt elk product dat permanent in een bouwwerk aanwezig is en deel heeft aan de functies van het gebouw als een bouwproduct. Een brandblusser is er dus geen, maar een muurhaspel wel. Naast brandveiligheid stelt Europa ook eisen aan de bouwproducten voor de mechanische sterkte, de duurzaamheid, het veilig gebruik, de impact op gezondheid, het milieu en het energieverbruik.

ANPI Magazine nr 150 van April 2000

Ik had de gelegenheid om in het "jubileumnummer 150" van het ANPI- Magazine een artikel te publiceren met de titel " Risicoberekening en brandveiligheid. " De tekst van dit artikel vindt U hier. Het ANPI - magazine wordt niet langer uitgegeven en is opgevolgd door het Fireforum magazine , dat een gezamenlijk initiatief is van Agoria, Fireforum, ANPI, BVV en FRCSPB.

Beoordeling van het brandrisico voor kerken : Fire (SEPC)

Alexander Copping van de School of Architecture and Civil engineering, University of Bath, UK heeft in 2002 in opdracht van de Church of England een puntensysteem ontwikkeld om de brandveiligheid van kerken te beoordelen. De aanzet tot deze methode was de vaststelling in de UK dat de historische parochiekerken een groter aandeel hadden in de brandschade dan alle andere types van historische gebouwen. De benadering is in zekere mate vergelijkbaar met FRAME, maar meer specifiek op dit type gebouwen gericht. Het is niet bekend of deze methode in gebruik is genomen.

Erik De Smet,
Auteur van FRAME.