

Fire Risk Assessment Method for Engineering

Samenvatting Handleiding voor
FRAME 2.0 voor Windows

© Erik De Smet
D/1996/ De Smet Erik, uitgever

Tweede uitgave 1999

SAMENVATTING: F.R.A.M.E. REKENMETHODE VOOR HET SCHATTEN VAN HET BRANDGEVAAR

A. Inleiding

Voor wie zijn risico's wil beheersen, is het belangrijk de waarschijnlijkheid en de gevolgen ervan te kennen. Voor het brandgevaar kan men zich niet tevreden stellen met vrijblijvende vaststellingen als "het kan niet branden" of "dat is zeer gevaarlijk". Men moet een complex fenomeen beoordelen, en hierbij komt het al eens voor dat men niet alle elementen in overweging neemt.

Het is dan ook zo dat een rekenmethode een kostbare hulp kan zijn voor iedereen die brandrisico's moet appreciëren. Het is de grote verdienste van M. GREENER (de vroegere directeur van de Zwitserse BVD) dat hij een methode heeft ontwikkeld waarin een groot aantal parameters gebruikt worden om het brandrisico en de bescherming te gaan berekenen.

De GREENER-methode werd gepubliceerd in het begin van de jaren zeventig en wekte onmiddellijk veel belangstelling omdat zij een systematische benadering van het brandrisico bood. Zij had meerdere voordelen, maar ook enkele nadelen. De grootste verdienste van de methode is dat de gebruikte waarden onderling goed in evenwicht zijn, d.w.z. dat het gewicht van elk element in de formules goed beantwoordt aan het belang dat het heeft in de dagelijkse praktijk. De twee grootste nadelen waren dat de gebruikte waardetabellen nogal grofschalig waren en dat de methode enkel van toepassing was voor de gebouwen en hun inhoud

Vertrekkend van de kenmerken van het gebouw en zijn inhoud, bepaalt zij een potentieel gevaar P als een product van zes factoren. Daarna gaat men dit potentieel gevaar P vergelijken met twee andere waarden, het aanvaardbaar gevaar B en de bescherming M.

Al de waarden der factoren die in de methode gebruikt worden, vindt men terug in tabellen, die door GREENER waren opgesteld. De beginwaarde is de factor q, die representatief is voor de brandlast en die berekend wordt op een logaritmische schaal. De meeste waarden in de tabellen variëren met 10 à 20%, wat veel is voor een correctie op een logaritmische waarde. Het was dus noodzakelijk te kunnen interpoleren, zodat men de methode kon verbeteren door de tabellen zoveel mogelijk door formules te vervangen.

In Frankrijk werkten SARAT en CLUZEL van de Direction de la Recherche van de U.T.I. (Union Technique Interprofessionnelle) in 1978 een variante uit ten behoeve van de Sécurité Civile, onder de naam E.R.I.C. Deze variante heeft eerder de veiligheid der personen op het oog, en is gemaakt om het effect van verschillende verbeteringsplannen onderling te vergelijken.

In 1980, bracht de Zwitserse BVD een tweede versie uit van de GREENER-methode. Deze gebruikt ook de twee noties: risico voor goederen en voor personen. Er worden enkele factoren gewijzigd, onder meer om rekening te houden met de opgedane kennis in verband met de brandweerstand der bouwelementen en met rookventilatie. Helaas versterkt deze versie één van de twee gebreken van het origineel door nieuwe grove waardeschalen in te voegen.

Sinds 1975 heb ik getracht om die verschillende varianten aan te passen aan de noden van een engineeringbureau, om een technisch betrouwbaar instrument te hebben dat toelaat de hoeveelheid brandbescherming te bepalen die nodig is voor een gebouw, van in het begin van de projectstudie, met name vooraleer dat overheden en verzekeringen erbij betrokken zijn.

Sinds 1981 heb ik jaarlijks een uitgewerkte versie van de GREENER methode voorgesteld in de hogere cursus van het NVBB. Door mijn werk in een verzekeringsmaatschappij, werd ik geconfronteerd met een derde aspect van het brandrisico, de bedrijfsschade. Er bestaat niet alleen gevaar voor de goederen en voor de mensen, maar ook voor de activiteit die in het gebouw plaatsvindt. Het was mogelijk om een derde luik te ontwikkelen, dat op dezelfde manier gestructureerd is als de eerste twee, om dit risico te gaan evalueren, wat in 1985 leidde tot de eerste versie van F.R.A.M.E.: Fire Risk Assessment Method for Engineering.

Het resultaat van dit werk is de methode F.R.A.M.E., die hierna wordt beschreven. De methode kan U op het eerste gezicht wel langdradig lijken, maar met de hulp her rekenprogramma vraagt het minder tijd om de berekeningen te maken dan om de gegevens bij elkaar te zoeken.

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, maar is geen middel om het denkwerk te vervangen van wie die keuzes moet maken.

Hoewel deze methode empirisch is opgesteld, is ze toch al in de praktijk getoetst en geldig bevonden. De controle gebeurde op twee manieren:

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

Vandaag zijn meer dan honderd voorbeelden beschikbaar om de goede werking van de F.R.A.M.E. methode te illustreren.

Na vijftien jaar praktisch gebruik was de methode aan een herziening toe, hoewel slechts een klein aantal veranderingen nodig waren om ze aan te passen aan de recente ontwikkelingen op het vlak van brandveiligheid.

In de praktijk bleek dat de 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. F.R.A.M.E. 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.

Het grootste verschil tussen de wettelijke voorschriften en de benadering van de methode lag in de bepaling van de evacuatie tijd. De formule die in 1985 werd gebruikt rekende slechts indirect met het verticale deel van de evacuatiweg, hield geen rekening met de vereisten voor meervoudige evacuatiwegen, en onderschatte het vertragingseffect bij het verplaatsen van een grote groep mensen.

Meer en meer reglementen voorzagen voorschriften die er op neer komen dat men tracht om een compartiment binnen de 300 seconden na het toevallig ontdekken van een brand volledig te ontruimen. Bovendien groeide het besef tijdens de voorbije jaren dat een evacuatie te laat kan beginnen en onvoldoende effectief zijn als de bedreigde personen zich niet bewust zijn van het risico dat hen bedreigt, zoals bij kinderen, bejaarden of slapende hotelgasten.

In de FRAME versie 2000 werd een nieuwe formule gebruikt om met deze opmerkingen rekening te houden. Voor het risico voor de activiteiten werden een vereenvoudiging voor de reddingsfactor en een aanpassing aan de actuele monetaire waarden aangebracht.

B. Beschrijving van de F.R.A.M.E. methode.

Basisprincipes

De methode gaat uit van het idee dat in een goed beschermd gebouw er een evenwicht bestaat 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, en dat een groter quotiënt een slechtere toestand van het gebouw weergeeft.

$$\frac{\text{GEVAAR}}{\text{BESCHERMING}} = \text{RISICO}$$

De tweede grondgedachte is dat het gevaar zelf te berekenen valt uit twee series invloedsfactoren. De eerste reeks bevat die factoren die de omvang van de ergste situatie bepalen, de tweede reeks bevat de factoren die de weerslag ervan omschrijven. Het gevaar is dus bepaald door twee waarden: "het potentieel risico P" en "het aanvaardbaar risico A".

De derde grondgedachte is dat men de bescherming kan berekenen door de beschermingstechnieken in te delen in groepen, elk met specifieke waarden. De gebruikte getallen zijn kenmerkend voor de verschillende beschermingsmiddelen:

- 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 blusinstallaties
- f) de openbare brandweer
- g) de fysische scheiding der risico's

Op basis van deze principes, dient de berekening dan nog drie luiken te omvatten. 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 verschillende invloedsfactoren spelen in de drie gevallen niet op dezelfde manier. Noch het potentiële noch het aanvaardbare risico zijn dezelfde, en de beschermingsmiddelen hebben verschillende effecten naargelang men de personen, de goederen of de activiteit wil beveiligen.

De invloedsfactoren dienen voor zover mogelijk berekend te worden op basis van meetbare en controleerbare gegevens. Moet men in een aantal een beroep doen op schattingen, dan moet men hiervoor gebruik maken van basisgegevens die voldoende scherp bepaald zijn om geen verkeerde conclusies te bekomen of eventueel verschillende resultaten te geven naargelang de uitvoerder.

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 tenminste voor de meest gevaarlijke compartimenten.

Definities

Berekening voor het patrimonium

Het risico voor het patrimonium R is per definitie:

$$R = \frac{P}{A \cdot D}$$

P = Potentieel Risico

A = Aanvaardbaar Risico

D = Beschermingsgraad

Het Potentieel Risico P is per definitie:

$$P = q \cdot i \cdot g \cdot e \cdot v \cdot z$$

waarbij :

q is 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:

$$A = 1.6 - a - t - c$$

en 1.6 is de maximale waarde van A

a is de aanzetfactor

t is de evacuatiefactor

c is de inhoudsfactor

De beschermingsgraad D is per definitie:

$$D = W \cdot N \cdot S \cdot F$$

en W is de watervoorzieningsfactor

N is de normale beschermingsfactor

S is de speciale beschermingsfactor

F is de brandweerstandsfactor

Berekening voor de personen:

Het risico voor de personen R_1 is per definitie:

$$R_1 = \frac{P_1}{A_1 \cdot D_1}$$

P_1 = Potentieel Risico

A_1 = Aanvaardbaar Risico

D_1 = Beschermingsgraad

Het Potentieel Risico P_1 is per definitie:

$$P_1 = q \cdot i \cdot e \cdot v \cdot z$$

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

a is de aanzetfactor

t is de evacuatiefactor

r is de omgevingsfactor

De beschermingsgraad D_1 is per definitie:

$$D_1 = N \cdot U$$

N is de normale beschermingsfactor

U is de vluchtfactor

Berekening voor de activiteiten:

Het risico voor de activiteiten R_2 is per definitie:

$$R_2 = \frac{P_2}{A_2 \cdot D_2}$$

P_2 = Potentieel Risico

A_2 = Aanvaardbaar Risico

D_2 = Beschermingsgraad

Het Potentieel Risico P_2 is per definitie:

$$P_2 = g \cdot i \cdot e \cdot v \cdot z$$

en

- 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:

$$D_2 = W \cdot N \cdot S \cdot Y$$

en

- W is de watervoorzieningsfactor
- N is de normale beschermingsfactor
- S is de speciale beschermingsfactor
- Y is de reddingsfactor

C. Betekenis en inhoud van de factoren

de brandlastfactor q

wordt berekend op basis van de brandlast. 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_i voor de inhoud en de "onroerende" brandlast Q_m voor het gebouw.

de verspreidingsfactor i

duidt aan hoe gemakkelijk een brand zich kan verspreiden. Men berekent hem op basis 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 brandbaarheidklasse van de oppervlakken.

de oppervlaktefactor g

duidt de horizontale invloed van de brand aan. Men berekent hem op basis van l , de theoretische lengte van het compartiment en van b , de equivalente breedte.

de verdiepenfactor e

duidt de verticale invloed van de brand aan. Men berekent hem op basis van E , de nummering der verdiepingen.

de ventilatiefactor v

bepaalt de invloed van de rookgassen. Men berekent hem op basis van h , de hoogte van het plafond van het compartiment; van de verhouding tussen de totale oppervlakte en de ventilatieoppervlakte, uitgedrukt in k , de ventilatiecoëfficiënt; en van Q_m , de "roerende" brandlast.

de toegankelijkheidsfactor z

bepaalt de invloed van de toegangsmogelijkheden. Men berekent hem op basis 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.

de waarde 1.6

bepaalt het aanvaardbaar risico rekening houdend met de aanwezigheid van externe en occasionele brandoorzaken.

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.

de evacuatiefactor t

bepaalt de evacuatiefactor. Men berekent hem op basis van het aantal en de beweeglijkheid van de personen, van de afmetingen van het gebouw, en van de evacuatiewegen.

de inhoudsfactor c

bepaalt de waarde van de inhoud. Men berekent hem op basis van de absolute waarde van de goederen en van de vervangingsmogelijkheden.

de omgevingsfactor r

bepaalt in hoeverre de omgeving vijandig is voor de evacuatie. Men berekent hem op basis van de "onroerende" brandlast Q_i ; en van M , de brandbaarheid van de oppervlakken.

de afhankelijkheidsfactor d

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

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.

de normale beschermingsfactor N

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

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.

de brandweerstandsfactor F

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

de vluchtfactor U

bepaalt in welke mate de evacuatiemogelijkheden werden verbeterd, beschermd en vermenigvuldigd.

de reddingsfactor Y

bepaalt in welke mate de neuragische punten, de basisgegevens en de productieketens werden beschermd.

D.Praktische berekening

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

- a) eerst berekent men de deelfactoren voor de Potentiële Risico's P , P_1 , P_2 , en hun waarde.
- b) vervolgens berekent men de Aanvaardbare Risico's A , A_1 , A_2 . 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.
- c) Praktisch is het gemakkelijkst om eerst een adequate bescherming te voorzien voor de goederen. Om de keuze te vergemakkelijken kan men een richtwaarde berekenen, R_0 , het Initiële Risico. Hiervoor moet men de waarde kennen van F_0 , de structurele brandweerstand.

$$R_0 = P : (A \cdot F_0)$$

Men beschikt over een richtschaal, die toelaat om een keuze van meest geschikte bescherming voor het gebouw te maken.

- d) 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 herhalen voor een andere keuze van de bescherming.
- e) 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 R_1 berekenen. Men moet eventueel bijkomende bescherming voorzien, wat zowel de berekening voor de goederen als die voor de personen kan wijzigen.
- f) 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 R_2 bepalen. De bijkomende maatregelen om ook de activiteiten te beschermen beïnvloeden slechts weinig de bescherming der goederen en der personen.

HERHALING : Men maakt de berekening voor één verdieping van één compartiment.

E. Berekening van de Potentiële Risico's

Berekening van q, de brandlastfactor

Formule :

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

In deze formule vult men de waarden van Q_i en Q_m in. In principe zou men moeten de inventaris maken van alle brandbare materialen met hun specifieke verbrandingswarmte en deze last over de gehele oppervlakte van het compartiment uniform verdelen. De tabellen van het programma laten toe om een redelijke schatting te maken van de waarden van Q_i en Q_m (in MJ/m^2) zonder de precieze berekening te moeten uitvoeren.

Berekening van i, de verspreidingsfactor

Formule :

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

In deze formule gebruikt men de waarden van T, m, M.

T : De temperatuurverhoging die nodig is om de goederen te beschadigen, tussen à en 500°C .

m : gemiddelde afmeting van de inhoud. Neem n kenmerkende afmetingen van de inhoud en bereken de n-de wortel uit het product. De gemiddelde afmeting situeert zich op een schaal van 2m tot 0.001 m. Typische waarden zijn: 1 m, 0.5 m, 0.2 m, 0.1 m, 0.05 m, 0.02 m, 0.01 m, 0.005 m, 0.001 m.

M : de brandbaarheidklassen van de oppervlakken. De materialen zijn geklasseerd volgens tests (b.v. Franse) volgens hun reactiegraad t.o.v. brand.

Berekening van g, de oppervlaktefactor

Formule :

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

In deze formule vult men de waarden in van l en van b.

l is de langste afstand tussen twee middelpunten van zijden van het compartiment. b is het resultaat van het quotiënt van de waarde van de totale oppervlakte (in m^2) door de waarde van l (in m).

Berekening van e, de verdiepenfactor

Formule :

$$e = \left[\frac{|E| + 3}{|E| + 2} \right]^{(0.7 * |E|)}$$

In deze formule vult men de waarde in van E. Men nummert alle niveaus op de volgende manier: E = 0 voor het voornaamste toegangsniveau. De bovenliggende verdiepingen zijn E = 1, E = 2, E = 3, enz. De kelderverdiepingen zijn E = -1, E = -2, E = -3, enz.

In deze formule betekent |E| de absolute waarde van E.

Berekening van v, de ventilatiefactor

Formule :

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

In deze formule vult men de waarden in van Qm, k en h.

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. Praktisch wordt k als volgt berekend:

- Men neemt alle vensters, beglazingen en platiëken doorschijnende vlakken in aanmerking die zich in het dak en in het bovenste derde van de muren bevinden. Men veronderstelt dan dat 30 % ervan door het vuur zal vernield worden en dus beschikbaar is voor de rookevacuatie.
- Hierbij voegt men de aërodynamische oppervlakte van de rookkleppen, voor zover die er zijn.
- Men telt hierbij 1 m² per 10.000 m³/h debiet van mechanische ventilatie.
- Deze som deelt men door de totale oppervlakte om de ventilatiecoëfficiënt k te kennen. De waarde van k ligt tussen 0 en 0.1.

De hoogte tussen vloer en plafond wordt gemakkelijk gevonden. Bij een hellend dak neemt men de gemiddelde hoogte.

Berekening van z, de toegankelijkheidsfactor

Formule :

$$z = 1 + 0.05 * \text{INT} \left[\frac{b}{20 Z} + \frac{H^+}{25} - \frac{H^-}{3} \right]$$

INT betekent: het gehele deel van wat volgt. In deze formule vult men de waarden in van b, Z en H.

Om Z, de toegangsrichtingen, te bepalen, plaatst men het noorden voor de hoofdtoegang, en kijkt of het compartiment voor de brandweer toegankelijk is langs het oosten, het zuiden, het westen; Z = 4, als alle kanten toegankelijk zijn, of = 3, 2, 1, als een of meerdere hoofdrichtingen niet toegankelijk zijn. Indien het gebouw door brandmuren verdeeld is, moet de kant van de brandwerende scheiding noodzakelijkerwijs als ontoegankelijk beschouwd worden.

Voor het bepalen van de waarde van H, dient men het hoogteverschil te meten tussen het toegangsniveau en de vloer van het compartiment. Aangezien de brandbestrijding merkelijk 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.

Berekening van P, P₁, P₂

Formules :

$$P = q . i . g . e . v . z$$

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

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

Alle noodzakelijke elementen voor de berekening der Potentiële Risico's zijn nu berekend, men maakt nu de producten. Men kan nu reeds zien waar de meest bezwarende punten zijn en eventueel constructieve verbeteringen voorzien zoals compartimentering, rookventilatie of betere evacuatiewegen.

F. Berekening van de Aanvaardbare Risico's

Berekening van a, de aanzetfactor

Formule :

$$a = \sum a_i$$

Aangezien er veel mogelijke brandoorzaken zijn, gebruikt men een tabel maken met de verschillende mogelijkheden.

Hoofdactiviteiten	
A1. Niet-industriële activiteiten (woningen, kantoren, enz.)	0
A2. Industrie van onbrandbare producten	0
B. De meeste industrieën	0.2
C. Industrie van brandbare producten zoals papier, hout, de petrochemie, de lichte metalen.	0.4
D. Opslagplaatsen en magazijnen	0
Verwarmingsmethodes (proces- en ruimte-)	
E1. Zonder verwarming	0
E2. Warmteoverdracht door vaste stoffen of water	0
E3. Warmteoverdracht door gestuwde lucht of olie	0.05
F1. Warmtegenerator afgescheiden	0
F2. Warmtegenerator in het compartiment	0.1
G1. Energiebron : elektriciteit, kolen, stookolie	0
G2. Energiebron : gas	0.1
G3. Energiebron : afval, hout	0.15
Elektrische Installaties	
I1. Conform en regelmatig gecontroleerd	0
I2. Conform zonder controle	0.1
I3. Niet conform	0.2
Gevaarlijke Zones	
J0. Blijvend ontploffingsgevaar (zone 0)	0.3
J1. Ontploffingsgevaar bij normale werking (zone 1)	0.2
J2. Occasioneel ontploffingsgevaar (zone 2)	0.1
K1. Gevaar voor stofexplosies	0.2
K2. Productie van brandbaar stof zonder afzuiging	0.1
Nevenactiviteiten	
L. Bijkomende laswerkzaamheden	0.1
M. Bijkomende mechanische bewerking van hout of kunststof	0.1
N. Oppervlaktebekleding met brandbare producten	
N1. In een afzonderlijke, geventileerde plaats	0.05
N2. In een afzonderlijke plaats	0.12
N3. Zonder afscheiding	0.2
O. Bijzondere risico's (zoals niet controleerbare rokers)	0.1

Berekening van t, de evacuatietijdsfactor

Formule:

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

In deze formule vult men de waarden in van p, X, x, b, l, H+, H- en K.

De waarden van b, l, H+ of H- zijn reeds gekend. De som (b + l) is de langst mogelijke evacuatieweg in het compartiment. De waarde H+ of H- vertegenwoordigt het verticale deel van de evacuatieweg.

X is het aantal personen dat uit het compartiment moet evacueren. Kent men dit aantal niet, dan kan men het schatten aan de hand van de volgende tabel, die gebaseerd is op NFPA 101 Life Safety Code.

BEZETTINGSGRAAD PER TYPE GEBOUW De opgegeven waarde is het aantal gebruikers per m ²	per m ²	per sq.ft
1. Wachtzalen, perrons van stations	3	0.3
2. Ontmoetingsplaatsen met sterke concentratie (halls, kerken, dancings,)	1.5	0.1
3. Ontmoetingsplaatsen met minder sterke concentratie (conferentiezalen, restaurants, cafés)	0.6	0.05
4. Klassen in scholen	0.5	0.04
5. Kleutertuinen	0.3	0.03
6. Laboratoria en werkplaatsen in scholen	0.2	0.02
7. Medische instellingen	0.1	0.01
8. Gevangnissen	0.1	0.01
9. Residentiële gebouwen (woningen, hotels, pensions)	0.05	0.005
10. Handelszaken gelijkvloers en kelders	0.4	0.04
11. Handelszaken verdiepingen	0.2	0.02
12. Kantoren	0.1	0.01
13. Fabrieken	0.03	0.003
14. Opslagplaatsen	0.003	0.0003

x is het aantal doorgangseenheden. De minimale breedte voor een uitgang is 60 cm, (tenzij anders bepaald bij wet) maar men moet rekening houden met plaatselijke omstandigheden b.v. in een hospitaal is de breedte van de gebruikte bedden bepalend. Men rekent voor x op alle uitgangen die toelaten het compartiment te verlaten.

p is de coëfficiënt die de evacuatietijd corrigeert op basis van het gedrag van de gebruikers. Men bepaalt de waarde van p als volgt:

personenfactor voor	p
A. Beweeglijke en onafhankelijke personen (arbeiders)	1
B. Beweeglijk maar afhankelijk (leerlingen)	2
C. Niet-beweeglijke personen (zieken)	8
D. Er bestaat geen evacuatieplan	+2
E. Er bestaat gevaar voor paniek	+2
F. Personen met beperkt waarnemingsvermogen voor het risico en de alarmering, zoals: patiënten, bejaarden en gehandicapten, slapende hotelgasten, enz.	+2

Berekening van c, de inhoudsfactor

Formule :

$c = c_1 + c_2$ en $c_2 = 1/4 \log V_r$, als de waarde $V > 7$ miljoen US\$ of €uro (2000)

De waarde van c_1 wordt gekozen op basis van de vervangingsmogelijkheden voor de inhoud.

c_1 = 0 voor een vervangbare inhoud.
 = 0.1 voor een moeilijk vervangbare inhoud (b.v. grote machines)
 = 0.2 voor een onvervangbare inhoud (b.v. musea)

V_r = de verhouding van de werkelijke waarde tot 7 miljoen \$ of €

Berekening van r, de omgevingsfactor

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

Alle elementen van deze formule zijn gekend. Men houdt rekening met twee zaken: hoe brandbaar is het gebouw (Q_i) en hoe gemakkelijk kan het vuur zich langs de oppervlakken verspreiden (M).

Berekening van d, de afhankelijkheidsfactor

De waarde die voor d gebruikt wordt, is de verhouding tussen de toegevoegde waarde en het omzetcijfer (of jaarinkomen). Dit cijfer kan men terugvinden in de exploitatierekeningen van de ondernemingen.

Enkele indicatieve waarden voor d zijn:	
Hoogtechnologische industrie (b.v. vliegtuigbouw)	0.7 tot 0.9
Fijnetechnologische industrie (elektronica)	0.45 tot 0.7
Verwerkende industrie	0.25 tot 0.45
Handelsondernemingen	0.05 tot 0.15
Administraties	0.8

Berekening van de Aanvaardbare Risico's

Formules :

$$A = 1.6 - a - t - c$$

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

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

G. Richtwaarde R_O

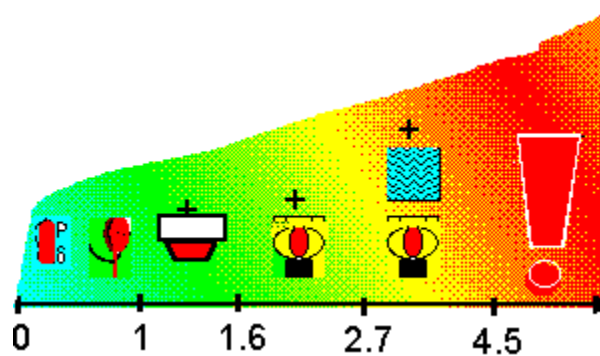
Om de meest geschikte bescherming te kiezen, kan men gebruik maken van de richtwaarde R_O , het initiële risico:

$$R_O = P : (A \cdot F_O)$$

In deze formule berekent men F_O als volgt:

$$F_O = 1 + \frac{f_s}{100} + \frac{f_s^{2.5}}{10^6}$$

Men moet de waarde van f_s invullen, dit is de brandweerstand van de structuur, uitgedrukt in Rf-minuten. De waarde die men voor R_O bekommt, laat toe een keuze te maken voor de brandbescherming op de volgende schaal:



H.Berekening van de beschermingsgraden

Berekening van W, de watervoorzieningsfactor

Formule :

$$W = 0.95^w \text{ en } w = \sum w_i$$

KWALITEIT VAN DE WATERBRONNEN.	
Soort waterreserve	w ₁
A. Waterreserve voor algemeen gebruik, automatisch bijgevuld	0
B. Waterreserve voor algemeen gebruik, manueel bijgevuld	4
C. Geen waterreserve	10
Inhoud van de waterreserve	w ₂
D. Watervolume in m ³ = 1/4 van (Qi + Qm)	0
E. 10 % minder	1
F. 20 % minder	2
G. 30 % minder	3
H. Meer dan 30 % te weinig	4
Distributienetwerk	w ₃
I. Aangepast verdeelnet	0
J. Te kleine diameter	2
K. Geen verdeelnet	6
Hydranten	w ₄
L. Een brandweeraansluiting per 50 m omtrek	0
M. Een aansluiting per 50 à 100 m	1
N. Minder dan één aansluiting per 100 m omtrek	3
Druk op het net	w ₅
P. Statische druk = H + 35 m	0
Q. Minder druk	3

Nota's :

De diameter is adequaat als men de volgende leidingen heeft volgens de grootte van de reserve:
 80 mm voor 70m³, 100 mm voor 70 tot 125 m³, 150 mm voor 125 tot 250 m³, 200 mm voor 250 tot 450 m³ en 300 mm voor meer dan 450 m³. Netwerken telen voor het dubbele.

Een aansluiting 65 mm per 50 m is nodig, een aansluiting van 80mm is 2 x 65 mm waard en een aansluiting van 100mm 3 x 65mm.

Berekening van N, de normale beschermingsfactor

Formules :

$$N = 0.95^n \text{ en } n = \sum n_i$$

NORMALE BESCHERMINGSMIDDELEN.	
Bewakingsdienst	n ₁
A. Bewakingsdienst, manueel waarschuwingsnet, permanentie of automatische oproep, binnenalarmering	0
B. Zonder bewakingsdienst	2
C. Zonder waarschuwingsnet	2
D. Zonder permanentie of automatische oproep	2
E. Zonder binnenalarmering	2
Handblusmiddelen	n ₂
F. Brandblussers in voldoende aantal	0
G. Onvoldoende in aantal of onaangepast	2
H. Haspels en binnenhydranten in voldoende aantal	0
I. Onvoldoende in aantal	2
K. Geen haspels of binnenhydranten	4
Brandweertussenkomst	n ₃
M. Brandweertussenkomst in minder dan 10 min.	0
N. Tussen 10 en 15 minuten	2
O. Tussen 15 en 30 minuten	5
Q. Meer dan 30 minuten	10
Opleiding	n ₄
S. Alle bewoners kennen het gebruik van de eerste hulpmiddelen	0
T. Enkel een interventieploeg	2
U. Geen vorming	4

Berekening van S, de speciale beschermingsfactor

Formules :

$$S = 1.05^s \text{ en } s = \sum s_i$$

SPECIALE BESCHERMINGSMAATREGELEN	
Automatische detectie:	S ₁
A. Door sprinklers	4
B. Door thermische detectors	5
C. Door rook- of vlamdetectoren	8
D. Met bewaking van de elektronische kringen	2
E. Met herkenning van de detector	2
Waterbronnen	S ₂
F. Onuitputtelijke waterreserve (rivier, meer)	3
H. Waterreserve enkel voor het blussen	2
I. Onafhankelijke (eigen) waterbron	2
J. Waterbron van hoge betrouwbaarheid	5
K. Twee waterbronnen van hoge betrouwbaarheid	12
Automatische bescherming	S ₃
L. Sprinklers zonder eigen waterbron	11
M. Sprinklers met eigen waterbron	14
N. Sprinklers met twee eigen waterbronnen	20
O. Ander automatisch blussysteem	11
Interventiekorps	S ₄
P. Tijdelijke bedrijfsbrandweer	6
Q. Permanente bedrijfsbrandweer	14
X. Professionele publieke brandweer	8
Y. Gemengde publieke brandweer (deels beroeps, deels vrijwilligers.)	6
Z. Vrijwillige brandweer met permanentie	5
W. Publieke brandweer: vrijwilligers met piket	2

Nota: de detectie telt enkel mee als de doormelding naar de brandweer altijd gewaarborgd is.

Berekening van F, de brandweerstandsfactor

Formules :

$$f = 1/2 f_s + 1/4 f_f + 1/8 f_d + 1/8 f_w$$

$$F = [1 + (f/100) + (f^{2.5} / 10^6)] * [1 - 0.025 (S - 1)]$$

Men moet eerst de gemiddelde brandweerstand f berekenen, in minuten, uitgaande van f_s , de brandweerstand van de structuur

f_f , de brandweerstand van de buitenmuren

f_d , de brandweerstand van het plafond of het dak

f_w , de brandweerstand van de binnenmuren

De waarde van F wordt berekend met een correctie voor de waarde van S, want voor een goed beschermd gebouw speelt de brandweerstand een minder belangrijke rol in de bescherming.

Berekening van U, de vluchtfactor

Formules :

$$U = 1.05^u \text{ en } u = \sum u_i$$

BESCHERMING VAN DE EVACUATIE.	
Automatische detectie:	u ₁
A. Door sprinklers	4
B. Door thermische detectors	5
C. Door rook- of vlamdetectoren	8
D. Met bewaking van de elektronische kringen	2
E. Met herkenning van de detector	2
F. Gedeeltelijke detectie in zone van hoog risico	2
G. Signalisatie voor max. 300 personen	2
Evacuatiemiddelen_	u ₂
H. Afgescheiden binnentrappen	2
I. Beschermd binnentrappen	4
J. Buitentrappen	8
K. Glijbanen voor 1ste en 2de verdiepingen	2
L. Horizontale uitgangen voor 50%	2
M. Horizontale uitgangen voor 100%	8
N. Volledige signalisatie van de vluchtwegen	4
Compartimentering	u ₃
O. compartimentering Rf30 voor max.1000 m ²	2
P. compartimentering Rf60 voor max.1000 m ²	4
Beschermingen_	u ₄
Q. Rookevacuatie bediend door de detectie	3
R. Sprinklers in zones van hoog risico	5
S. Sprinklers in gans het gebouw	10
T. Ander automatisch blussysteem	4
Brandweer	u ₅
U. Bedrijfsbrandweer	5
X. Professionele publieke brandweer	2
Y. Gemengde publieke brandweer (deels beroeps, deels vrijwilligers)	8
Z. Vrijwillige brandweer met permanentie	6
W. Publieke brandweer: vrijwilligers met piket	4

Nota : detectie enkel geldig als er doorverbinding bestaat van de detectie naar de brandweer.

Berekening van Y, de reddingsfactor

Formules :

$$Y = 1.05^y \text{ en } y = \sum y_i$$

BESCHERMING DER ACTIVITEITEN	y _i
Fysieke bescherming	
A. compartimentering Rf30 voor max.1000 m ²	2
B. compartimentering Rf60 voor max.1000 m ²	4
C. Gedeeltelijke detectie in kritische zones	3
D. Sprinklers in kritische zones	5
E. Ander automatisch blussysteem in kritische zones	4
Organisatie	
F. Financiële gegevens beschermd	2
G. Wisselstukken beschermd	4
H. Herstellingen met eigen middelen mogelijk	2
I. Samenwerkingsakkoorden	3
J. Meervoudige productiecentra	3

Berekening van de risico's

De waarden van R, R₁, R₂ kunnen nu berekend worden.

De formules zijn:

$$R = \frac{P}{A \cdot W \cdot N \cdot S \cdot F}$$

$$R_1 = \frac{P_1}{A_1 \cdot N \cdot U}$$

$$R_2 = \frac{P_2}{A_2 \cdot W \cdot N \cdot S \cdot Y}$$

Voor een goed beschermd risico zijn de waarden kleiner dan 1.