

**EEN NIEUW GEBOUW VOOR DE EUROPESE COMMISSIE IN BRUSSEL
HET BERLAYMONT IS ONTWERPEN OM DOORZICHTIGHEID EN OPENHEID TE VERHOGEN
DE BRANDTECHISCHE BENADERING**

Dit document werd voorgesteld op de internationale conferentie "FIRE ASIA '98 - Strive for a safer world - an integrated experience" Hong Kong Convention & Exhibition Centre
23-25 November 1998.



**Jean-Claude S. DE SMEDT, AIFireE, MNFPA
Managing Director & Principal Consultant N.V. IFSET S.A.
Belgium & FRS/IFSET ASIA LTD Hong Kong
Secretary IFE Belgian Branch
Member of the IFE International Council**



**Lieven R. SCHOONBAERT, ing, AIFireE, MNFPA, CFPA Cert.
Senior Consultant-Project Manager N.V. IFSET S.A. Belgium &
Director FRS/IFSET ASIA LTD Hong Kong**

SAMENVATTING

In december 1991 verlieten ca. 3 000 EU functionarissen het historisch Berlaymont gebouw te Brussel, samen met een berg pakkisten en dossiers. Het gebouw had sinds 1969 dienst gedaan als zetel van de Europese Commissie. Ingevolge asbestverontreiniging diende de Commissie naar andere gebouwen te verhuizen tijdens het "decontamineren" van het Berlaymont. Toen de vernieuwingswerken in 1995 begonnen werd er verwacht dat het verwijderen van de ong. 4.000 ton asbest tot eind 1996 zou duren. Het optreden van diverse moeilijkheden and de voorziene einddatum voor het verwijderen van het asbest is nu eind 1998. De kosten voor het herstel van het gebouw worden geraamd op ca. 2 miljard ECU (1 ECU = 9 HK\$).

De Commissie zou het Berlaymont gebouw in het jaar 2000 terug moeten kunnen betrekken omdat tegen die de tijd de geplande opknabbeurt en de nieuwe delen zullen klaar zijn. Derhalve zal de volgende Europese Commissie gehuisvest zijn in een omgeving aangepast aan hun status. Tot dan zal Berlaymont eruit zien alsof Christo het heeft ingepakt : het is verpakt in wit plastic. De bouwwerken worden uitgevoerd door "Berlaymont 3000" waarvan 70 % in het bezit is van de Belgische Staat en 30 % in het bezit van twee banken.

"Het koude monster" zal doorzichtiger en toegankelijker worden



(docs Berlaymont 2000)

De plannen voorzien een structuur die beantwoordt aan de hoge omgevings- en energiebesparingsnormen en volledig geïntegreerd in zijn stedelijke omgeving. De Belgische pers noemde het vaak een "koud monster" en een symbool van "eurocratisch" ivoren toren gedrag, het nieuwe Berlaymont gebouw zal - volgens de verwachtingen van de Commissie - letterlijk doorzichtig en direct toegankelijk worden. De voorgevels zullen worden veranderd. De toekomstige bewoners van het gebouw zullen genieten van modern comfort en gemak, met airconditioning en daglicht.



(doc Berlaymont 2000)

1. INLEIDING

1.1. Beschrijving van het gebouw

Het Berlaymont project is opgesplitst in twee delen :

- de nutsruimte (infrastructuur)
- het dienstgedeelte (superstructuur)

Eens asbestvrij en ontdaan van de oude bekleding zal de superstructuur dezelfde structuur behouden.

De kantoren zullen veranderd worden volgend een nieuw ruimteindeling. Het klimatologisch comfort, hygiëne, fysieke, psychologische en visuele criteria zullen bekeken worden in functie van nieuwe normen.

De buitengevels zullen worden vervangen en een glazen lamellengevel zal 80 cm voor de gevels geplaatst worden. De lamellen in de buitengevels zullen beweegbaar zijn om lichtcontrole te verkrijgen en zonnewarmte te controleren. Er zullen nieuwe vergaderzalen geïntegreerd worden.

De infrastructuur zal dienen als dienstruimte en bestaat hoofdzakelijk uit circulatie en ontmoetingsruimten. Verdere dienstruimten zoals restaurant, archieven, perscentrum en winkels zullen geïntegreerd worden.

1.2. Grote uitdaging inzake Brandveiligheid : Geen overeenkomst met het nieuwe prescriptieve K.B.

In juli 1994 werden nieuwe regels verplicht door een zogenoemde "Koninklijk Besluit inzake de bepaling van basisnormen voor voorkoming van brand en ontploffing aan dewelke nieuwe gebouwen moeten voldoen". Deze regels zijn ook verplicht voor vernieuwing van bestaande gebouwen zoals het "Berlaymont"-gebouw. Deze regels zijn toepasbaar voor alle gebouwen zonde enig onderscheid inzake hun doel of bezetting. (Wel niet van kracht voor woonhuizen en voor industriële gebouwen worden speciale regels voorbereid). Het enige onderscheid dat wordt gemaakt is tussen lage gebouwen ($h \leq 10$ m), middelhoge gebouwen ($h \leq 25$ m) en hoge gebouwen ($h > 25$ m). Aangezien het "Berlaymont" als hoog gebouw wordt beschouwd, waren de strengste regels van toepassing en er waren dan ook vele verplichtingen die het onmogelijk maakten om een "transparant" en "direct toegankelijk" complex te zijn.

De belangrijkste afwijkingen van de voorgeschreven verplichtingen waren

- brandcompartimenten groter dan 2 500 m²
- de aanwezigheid van een atrium van 4 verdiepingen hoog met een glazen dak en een binnenstraat van 2 verdiepingen hoog met een glazen dak
- de nieuwe vergaderblok zou op korte afstand tussen 2 vleugels van het bestaande gebouw worden gebouwd
- bepaalde vluchttrappen gaven op het evacuatie niveau niet direct uit naar buiten maar eindigen in het middel van een hal
- te grote afstand tussen evacuatiewegen in de lobby en verbindingsgangen

Het introduceren van "Fire Safety Engineering" maakte deze verschillen mogelijk. De wet (het Koninklijk Besluit) voorzag de mogelijkheid om afwijking van de normen te vragen door het voorleggen en bespreken van een ontwerp met technische oplossing met een erkend bestuur - het zogenoemde "afwijkingscomité" - aangeduid door het Ministerie van Binnenlandse Zaken. De grootste zorg van dit comité is de zekerheid dat de voorgestelde oplossing (voor wat betreft de niet conformiteit van het gebouw met de wettelijke normen) minstens hetzelfde niveau van brandveiligheid biedt. Enkel in dat geval zal een afwijking van de wet worden toegestaan. Ook de brandweerdiensten dienen hun akkoord te geven.

1.3. Wat met de "lamellen" -muur ?

De nieuwe gevels van de superstructuur van het gebouw zullen uitgerust worden met glazen lamellen over de ganse omtrek en hoogte van het gebouw om de zonnewarmte door het glas te controleren.

De opening van 80 cm tussen deze lamellen en de gevel die verticale schachten creëerde deed vragen rijzen omtrent het feit of de plaatsing van de lamellen de bovenste verdiepingen in gevaar zou brengen indien er een brand ontstaat met mogelijke verspreiding langs de gevel.

Er werd een CFD modeloefening gedaan gebruikmakend van JASMINE teneinde de invloed van wind en van de stand van de lamellen op de beweging van de rook van een brand in een van de kantoren in het gebouwen te onderzoeken.

De simulaties hebben aangetoond dat bij afwezigheid van lamellen de interactie van rookgassen en wind duidelijk zichtbaar was bij een windsnelheid boven de 5 m/s. Boven deze snelheid verdunnen en koelden rook en hete gassen van de brand zeer snel bij het verlaten van het kantoor, maar de wind dwingt de brandgassen uit de kantooruimte en voorkomt het ontwikkelen van de conventionele laag en rookkolom.

Deze studie heeft aangetoond dat

- Een "schouw"effect kan optreden indien de lamellen gesloten zijn waardoor het risico van externe brandverspreiding naar de verdiepingen boven de brand toeneemt.
- De lamellen dienen "fail-safe" te zijn naar de open stand als hun bediening een signaal ontvang van het rookdetectiesysteem.
- Met de lamellen in open stand zullen rook en warmte snel verspreid worden bij windsnelheden van 10 m/s en meer. Hierdoor zullen ramen van de verdiepingen boven de brand niet breken en externe branduitbreiding toelaten. Er is ook enig bewijs dat bij windsnelheden een vortex het verdunningsmechanisme op de hoeken verbetert.
- Bij lagere windsnelheden (5 m/s) versterken of verhinderen de open lamellen het vermengen van rook en warme gassen die uit het brandend kantoor komen niet in vergelijking tot een toestand zonder lamellen.
- Het risico van externe branduitbreiding naar hogergelegen verdiepingen boven het brandend kantoor met de lamellen in open stand is niet slechter dan bij een gebouw zonder lamellen en kan lager zijn bij hogere windsnelheden (> 10 m/s).
- Voor een "gemiddelde" vuurhaard is de tijd nodig voor het breken van glas op de verdiepingen boven de brand voldoende om de brandweer ter plaatse te hebben. Een aankomsttijd van 10 min. werd door de Brusselse brandweer vooropgesteld.

2. TECHNISCHE BRANDVEILIGHEIDSBENADERING

De diverse actieve brandveiligheidsmogelijkheden zijn niet vermeld in het "Koninklijk Besluit" of niet verplicht (automatische branddetectie, sprinklers, actieve rookafvoer, dynamische bewegwijzering in geval van evacuatie). Door het gebruik van deze technieken, het voorstellen van "huisregels" inzake brandvoorkoming en door een consequent evacuatie en interventieplan op te stellen werd het brandveiligheidsniveau sterk verbeterd. Het "Berlaymont 2000" consortium verwacht dat het afwijkingscomité dit standpunt zal bijtreden.

2.1. Beschrijving van de brandrisico's

Het gebouw is verdeeld in kantoren, vergaderzalen en restaurants die allen een "laag risico" of "gewoon risico I" classificatie hebben. De ruimtes met grotere risico's zoals archieven, machinekamers, hoogspanning, afval en computerzalen zijn allen voorzien van blusinstallaties.

Er werd met vijf criteria rekening gehouden bij het ontwerpen van oplossingen voor 10 verschillende zones.

Deze criteria waren :

- nodige evacuatielijktijd voor de aanwezige personen en de te volgen evacuatielijktijden
- compartimentering en vuurverspreiding, afhankelijk van de inhoud van de betrokken zone
- rook en warmteontwikkeling, welke zijn de afvoermogelijkheden ?
- branddetectie en welke opeenvolgende acties zijn nodig
- brandblussing (manueel of automatisch).

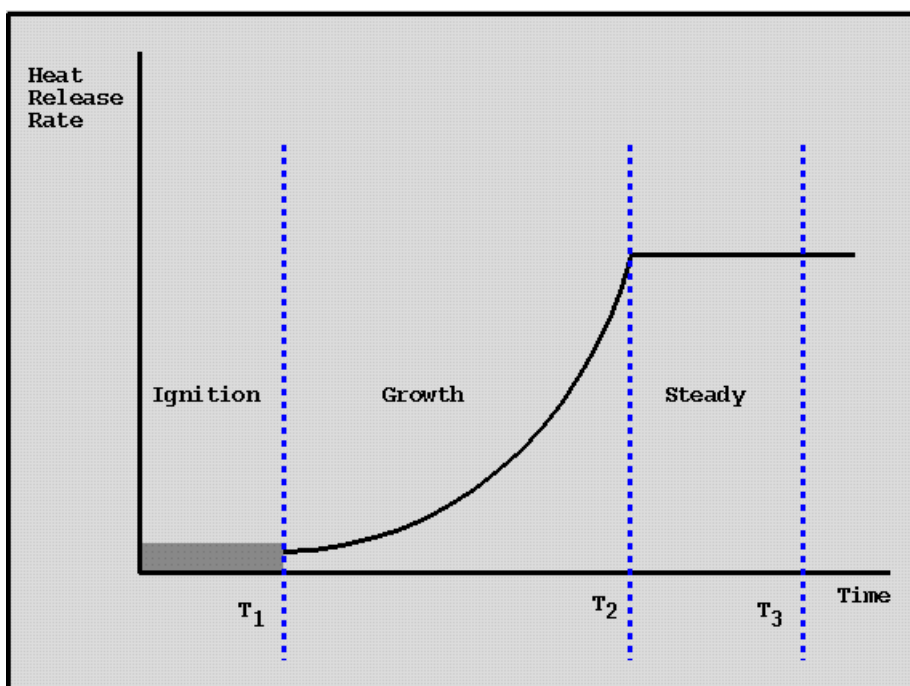
De volgende zones werden beschouwd :

- ondergrondse parking met 4 verdiepingen
- archieven in de kelder
- technische installaties in de kelder met onderhoudsruimtes en technische
- auditorium voor persconferenties, vergaderzalen boven en rond een lege ruimte van 4 verdiepingen (blok F)
- communicatiecentrum met opnamestudio's, vergaderzalen en logistieke ruimtes
- hal met VIP receptie, in verbinding met het communicatiecentrum door een binnenstraat over twee verdiepingen en in verbinding met de lobby, piazza, zelfbediening en het restaurant
- kleine centrale vergaderzalen met een hal van 2 verdiepingen (met lege ruimte) en binnentuin (7 typische verdiepingen)
- kantoren met verbindingsgangen (naar de trappen) en sanitaire ruimtes (13 typische verdiepingen)
- restaurant op de 13e verdieping
- "Europese Commissie" - vergaderzaal op de 13e verdieping.

Volgende grafiek toont de ontwikkeling van een brand of i.f.v. tijd volgens NFPA 92B.

(doc IFSET ©)

Van 0 tot T1 ontwikkelt de brand van de initiële ontstekingsbron (zoals weggegoide rookmaterialen) tot een aanhouding vlammend vuur dat gemakkelijk ontdekt kan worden. Deze periode kan gaan van enkele seconden tot meerdere uren afhankelijk van de aard van de ontstekingsbron en de betrokken brandbare materialen.



Van T1 tot T2 groeit de vuurhaard zodat de warmteafgifte afhankelijk van het vierkant van de verstreken tijd kan genomen worden. Volgende tabel geeft de aangroei weer voor materialen volgens NFPA 92B.

Materials	Growth Rate
Computer Workstation (Free burn)	Slow-Fast
(Compartment)	Very Slow
Shelf Storage	Medium to 200s then fast
Office Module	Slow-Medium

From NBSIR 88-3695

Values of a:	
Slow	0,0029
Medium	0,012
Fast	0,047
Ultra fast	0,19

Met Q als warmteafgifte na een periode t (s), rekening houdend met een vuurtoenamecoëfficiënt α (kW/s²). voor de meeste berekeningen in deze studie is deze waar vastgelegd op 0,012 hetgeen overeenkomt met "medium groei" of een warmteafgifte van 1 MW na 300 seconden.

Volgende brandscenario's werden bestudeerd :

a) brand in een compartiment naast het atrium

Een gevaarlijke situatie kan in het atrium optreden wanneer zich een brand voordoet in een ruimte grenzend aan niveau -1. De rookverspreiding in het atrium wordt door 3 parameters bepaald :

- de warmteafgifte in de ruimte
- de breedte en hoogte van de opening naar het atrium.

Er werd aangetoond dat het nodig was sprinklers te plaatsen om dat rooktemperatuur de doen dalen (van de flash-over temperatuur tot 280°C) en om de rookproductie (11 kg/s in het atrium binnenkomend) naar het atrium te verminderen.

b) brand in een compartiment naast de binnenstraat

Identiek aan scenario 1) maar omdat het plafond lager is, zullen de sprinklers vlugger aangesproken worden and het rookvolume naar de binnenstraat is minder dan de helft van dit naar het atrium (4,77 kg/s).

c) brand in het zelfbedieningsrestaurant

Aangezien deze ruimte dichtbevolkt is en er een laag vals plafons is, is het noodzakelijk om ook sprinklers te installeren. De grote laterale rookverspreiding onder het vals plafond (evenals de koeling door sprinklers) verzekert dat de rooktemperatuur niet ± 100 °C komt bij gebruik van een goed ontworpen rookafvoersysteem. De basis van de rooklaag kan op 2,50 m gehouden worden.

d) brand in the lobby (hall)

Omwille van de functie van de lobby kan het brandrisico buiten beschouwing blijven en dient er dus niet gesprinklerd te worden. Niettemin wordt er gebruik gemaakt van een rookafvoer om de lobby ten allen tijde rookvrije te houden daar de twee hoofdtrappen (van verdiepingen 1-13) naar deze zone leiden.

e) brand in een ruimte van vleugel B & E op niveau +1 om de straling naar F te controleren

Alhoewel de kantoren klein zijn en van elkaar gescheiden door muren met brandweerstand van ½ h zal een volledig ontwikkelde brand teveel warmtestraling naar blik F veroorzaken. Derhalve worden er in elk kantoor dat op minder dan 8 m van blik F ligt sprinklers geplaatst. De berekende veilige afstand inzake stralingswarmteoverdracht is 3,7 m met sprinklers.

f) brand in de persconferentiezaal

Daar het aantal aanwezige personen kan oplopen tot 330 is een rookvultijd berekend die dan vergeleken werd met de evacuatie tijd (= 3 minuten, zie 2.2.). Gebruikmaken van het HVAC-systeem en rekening houdend met een ongesprinklerde "medium" tot "snelgroeiende" brand zal de rook de kritische hoogte van 2,5 m bereiken na meer dan 5 minuten (met een temperatuur van 155°C). Dit is voldoende om de nodige vluchttijd te bekomen.

g) brand in een kantoorruimte van een typische

Aangezien alle kantoren ramen naar buiten hebben kan een mogelijke brand het glas doen breken en de rook naar buiten doen stromen. Niettegenstaande de deuren gesloten worden gehouden met veren blijft de mogelijkheid dat er wordt voorkomen dat ze sluiten. Rook die in de gangen stroomt wordt op hoog niveau afgevoerd terwijl de trappenhal aan elk eind van de gang in overdruk wordt gehouden.

h) brand in de parkings

Alle parkeergarages zijn uitgerust met sprinklers zodat een ontwerpvuurhaard van 4 MW en 9 m² een rookstroom van 10 kg/s zal produceren waarbij een rookvrije zone van 1,8 m kon aangehouden worden. Het normale parkingafvoersysteem werkt aan 200 m³/h per wagen en kan ook gebruikt worden bij brand.

i) brand in een typische vergaderzaal

Identiel aan scenario f) maar het aantal aanwezige personen is niet te groot. De kritische hoogte van 2,5 m wordt na 2,5 minuten bereikt, de temperatuur is dan 75°C. (Er is een afvoercapaciteit van 3.000 m³/h aanwezig).

Scenario's a) tot e) aen de consequente maatregelen om het mogelijk gevaar aan te pakken waren beslissend in het opstellen van de technische oplossing als alternatief op de voorschrijvende normen.

3. OPLOSSINGEN INZAKE ROOKBEHEERSING

2 specifieke zones kunnen met rook gevuld zijn binnen enkele minuten indien er geen aangepast rookbeheersingssysteem geplaatst wordt :

- de binnenstraat met ingang, lobby piazza en zelfbediening
- het atrium van blok F.

3.1. Het atrium van blok F

a) ontwerpberekening

De ontwerpvuurhaard is gelegen in een ruimte op -1 (zie ook 2.3.d.) met volgende parameters (gesprinklerde ruimte !) :

$Q_w = 500$ kW (warmteafgifte aan het raam) na activatie van de sprinklers (200 s = warmteafgifte 500 kW)

$W_w = 15$ m (breedte van het raam)

$P_f = 8$ m (omtrek van de vuurhaard)

$H_w = 4,3$ m (hoogte van het raam)

De rook uitstroming uit het compartiment in het atrium is (volgens BR 258):

$$M_w = \frac{0,21P_f W_w H_w^{3/2}}{\left[W_w^{2/3} + \frac{1}{0,65} \left[\frac{0,21P_f}{2} \right]^{2/3} \right]^{3/2}} = 11,03 \text{ kg / s}$$

Deze waarde wordt dan gebruikt in een "spill plume calculation" (BR 258) in het atrium.

De aangenomen parameters zijn :

- extra stijging in het atrium van 1 m boven de bovenkant van het raam
- de maximum temperatuur van de rook is 50 °C om te voorkomen dat het hogerliggende beglazing breekt
- enkelzijdige luchtinductie in de rookkolom
- het gebruik van ventiltoren om mogelijk tegenstrijdige windeffecten te vermijden.

Het resultaat is een rookafvoerstroom van 21,7 m³/s. Dit kan worden bereikt door het plaatsen van één of meerdere ventilatoren.

Alle vrije wandelzones in het atrium (vluchtroute en bar op +1, platformen op O and +1 moeten van het atrium gescheiden worden door oprolbare rookgordijnen (zie figuur)).

b) overige zones

Rook van een brand beneden in het atrium zowel als rook van een van de platformen in het atrium kan gecontroleerd worden door de geïnstalleerde rookafvoerinstallatie (zoals berekend in 3.1.a).

3.2. Binnenstraat

a) ontwerpberekening

De ontwerpbrandhaard bevindt zich in een van de "archieff"-ruitmes op -1 (zie ook 2.3.b).

Met volgende parameters (gesprinklerde ruimte !):

$Q_w = 500 \text{ kW}$

$W_w = 10 \text{ m}$

$P_f = 8 \text{ m}$

$H_w = 2,6 \text{ m}$

De rookuitstroming uit het compartiment in de binnestraat is

$$M_w = \frac{0,21 P_f W_w H_w^{3/2}}{\left[W_w^{2/3} + \frac{1}{0,65} \left[\frac{0,21 P_f}{2} \right]^{2/3} \right]^{3/2}} = 4,77 \text{ kg / s}$$

Deze waarde wordt dan gebruikt in een "spill plume calculation" (BR 258) in de binnenstraat.

De parameters zijn:

- 3 m rookvrije zone boven het piazza niveau
- rookkolom met inductie aan beide zijden
- het gebruik van ventilatoren om mogelijke tegenstrijdige windeffecten te .

Het resultaat is een afvoerstroom van $35 \text{ m}^3/\text{s}$. Tengevolge van de kritische laagdiepte worden 8 ventilatoren van elk $4,4 \text{ m}^3/\text{s}$ geïnstalleerd teneinde "plugholing" te voorkomen.

b) zelfbedieningsrestaurant

Door enkel 2 berekende ventilatoren ($8,8 \text{ m}^3/\text{s}$ in totaal) te gebruiken en met de aangepaste kanalisatie, wordt een vrije hoogte van 2,7 m in de zelfbediening behouden. Omwille van de grote oppervlakte werden rookgordijnen gebruikt om de zone in twee verschillende rookzones te verdelen.

c) piazza

The piazza is van de lobby gescheiden door een oprolbaar rookscherm. Voor een niet gespreinklerde vuurhaard van 1 MW ($3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$) is een afvoerdebiet van $17,5 \text{ m}^3/\text{s}$ nodig om een rookvrije laag van 4 m te behouden. Dit kan worden verwezenlijkt met de heft van de in de binnenstraat geïnstalleerde ventilatoren

d) lobby

Zoals aangenomen in 2.3.d. is de lobby een zone met een niet noemenswaardige brandlast. Derhalve zijn er geen sprinklers geplaatst. Een hypothetische brand van $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ en 500 kW resulteert in een afvoerdebiet van $7,7 \text{ m}^3/\text{s}$ hetgeen door de normale ventilatie-eenheid kan voorzien worden.

4. OPLOSSINGEN / DEFINITIEF ONTWERP VAN HET GEBOUW

4.1. Beperking van branduitbreiding

Volgende maatregelen werden genomen om een mogelijke brand binnen bepaalde grenzen te houden :

- muren met brandweerstand in de verschillende ruimtes
- alle openingen zijn "fire-stopped"
- alle leidingwerk is voorzien van brandkleppen met dezelfde brandweerstand als de brandweerstand van de muren waar ze doorgaan
- andere openingen zoals deuren en doorgeefluiken zijn zelfsluitend in geval van brand.

De grenzen van het hoofdbrandcompartiment hebben een FR-gaad van 2 h, de scheidingsmuren hebben FR ½ h. Waar de compartimenten groter zijn dan 2.500 m² worden actieve maatregelen gebruikt (zoals rookgordijnen en rookbeheersingssystemen) (zie plan). Er werd speciale aandacht besteed aan de brandbaarheid van meubilair.

4.2. Automatische blussing

De volgende "high hazard" zones zijn voorzien van sprinklers :

- archieven
- opslag
- afval.

Daar er slechts enkele personen in deze ruimten aanwezig zijn is het doel van de sprinklers het beschermen van de inhoud.

Alle parkeergarages zijn uitgerust met sprinklers. De zones (zie hoofdstuk 3) zijn enkel uitgerust met sprinklers om vuurverspreiding te verminderen en om de rookproductie te beperken zijn aangeduid op de plannen.

4.3. Algemene branddetectie

De branddetectie-instalatie heeft een drievoudig doel :

- het ontdekken van brand in een onbezette ruimte
- het ontdekken van rook in een van de vluchtroutes zodat deze weg niet gebruikt wordt
- drukknoppen in alle bezette zones om zo vlug mogelijk te reageren bij een mogelijke brand.

Het signaal dat het bedieningsbord van de detectie binnenkomt zal direct de automatismen die aan de gedetecteerde zone verbonden zijn activeren (t.t.z. ventilatie, rookafvoer, rookgordijnen, sluiten van de branddeuren, ...). Het detectiesysteem is ook verbonden met het omroepsysteem en de sirenes om een mogelijke fase-evacuatie te begeleiden.

4.4. Overdrukventilatie in de traphallen

Alle acht de evacuatie traphallen zijn voorzien van een overdrukinstalatie die een bijkomende veiligheid geven aan de verbindingen.

Tien luchtwisselingen per uur zijn een "vuistregel" waarde in de Belgische normen teneinde een overdruk van 50 Pa te handhaven in de trappenhal. De lucht die op hoog niveau in de ganden worden afgevoerd kan ook dienen voor rookverwijdering indien rook indien de gang zou binnengekomen zijn (zie ook 2.3.g.).

4.5. Noodverlichting en signalisatie

De aanduiding van vluchtroutes, uitgangen, brandblussers, gevaarlijke plaatsen, hydranten zal worden uitgevoerd volgende Belgische normd "Beveiliging van Arbeidsvoorwaarden". Sommige signalen zullen volgens de nieuwe Europese Norm zijn, ook van toepassing als Belgische norm (bijv. waterslangen).

De noodverlichting zal worden uitgevoerd volgens de Belgische norm aangeduid in het Koninlijk Besluit artikel 6.5.4.

5. CONCLUSIES

Niettegenstaande het feit dat het Berlaymont gebouw niet beantwoord aan de vereisten van het Koninklijk Besluit inzake Brandveiligheid (omwille van het te voorschrijvende en restrictieve naar architecten en ontwerpers) werden door de ontwerpers verantwoorde oplossingen voor brandveiligheid gevonden die het gebouw een aanvaardbaar niveau van veiligheid geven, aangenomen door de bevoegde brandweerdienst van Brussel.

6. LITERATUURLIJST

- Cox G, Kumar S, 'Field Modelling of Fire in Forced Ventilated Enclosures' Combustion Science and Technology v 52, 7 1986.
- Thomas P.H, 'Testing Products and Materials for their Contribution to Flashover in Rooms', Fire and Materials v 5, 103, 1981;
- The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. National Fire protection Association / Society of Fire Protection Engineers. 1988
- 'Joshi A.A, Pagni P.J, 'User guide to BREAK1, The Berkeley Algorithm of Breaking Glass in a Compartment Fire' NIST-GCR-91-596. National Institute of Standards and Technology, 1991.
- Pagni PJ and Joshi AA "Glass Breaking in Fires" Fire Safety Science-Proceedings of the Third International Symposium. p 791-802, 1991.
- L'arrêté Royal du 7 juillet 1994 concernant les normes de base, complété avec le projet de modification de cet Arrêté Royal, comme approuvé par l'Administration du Ministère de l'Intérieur et les normes belges dans la série NBN S 21;
- "Bouwtechnische Brandpreventie" : RUG-laboratorium voor aanwending der brandstoffen en warmte-overdracht 1982 ;
- "Fire Engineering" : CIBSE Guide E, February 1997 (UK) ;
- "Fire precautions in the design, construction and use buildings" : BS 5588 (UK)
 - Part 3 : Code of practice for office buildings 1983
 - Part 4 : Code of practice for smoke control using pressure differentials 1996
 - Part 6 : Code of practice for places of assembly 1991
 - Part 7 : Code or practice for atrium buildings 1996 (draft) ;
- "Design approaches for smoke control in atrium buildings" : BR 258 1994, Building Research Establishment - Fire Research Station (UK) ;
- Protection incendie dans les bâtiments - Conception et calcul des installations d'évacuation de fumées et de chaleur (EFC) - Partie 1 : Grands espaces intérieurs non cloisonnés s'étendant sur un niveau - NBN S 21-208-1 1995 ;
- Protection incendie dans les bâtiments - Conception et calculs des installations d'évacuation de fumées et de chaleur (EFC) - Partie 2 : Bâtiments de parkings couverts - NBN S 21-208-2 1996 projet ;
- "Fire Protection Handbook 18th edition" : NFPA 1997 (USA) ;
- "Smoke management systems in malls, atria and large areas" : NFPA 92B 1995 (USA) ;
- "Code of practice for fire precautions in buildings" : Fire Safety Bureau Singapore 1991 & 1993.
- CEN TC191 SC1 WG8 - part 5 pr EN 12101-5 documents regarding the design of smoke control systems.

Volgende computermodellen werden gebruikt :

- FASTLITE (egress time) and fireform by NIST 1996 (USA) ;
- ATXTRACT and FILLTIME by FRS 1984 (Fire Research Station UK).

© Copyright 1998 - N.V. IFSET S.A.