

# Plan rozwoju: Strategia bezpieczeństwa pożarowego dla wielokondygnacyjnych budynków o przeznaczeniu komercyjnym i mieszkaniowym

*Przedstawiono zarys głównych i praktycznych wymagań ze względu na bezpieczeństwo pożarowe i możliwości ewakuacji. Wprowadzenie do inżynierii pożarowej: pasywna ochrona przeciwpożarowa, stosowanie niezabezpieczonych i częściowo zabezpieczonych elementów stalowych*

## Spis treści

1.	Zasady bezpieczeństwa pożarowego	2
2.	Wymagania dotyczące bezpieczeństwa pożarowego	3
3.	Możliwości ewakuacji	4
4.	Inżynieria bezpieczeństwa pożarowego	5
5.	Rodzaje aktywnej ochrony przeciwpożarowej	6
6.	Rodzaje pasywnej ochrony przeciwpożarowej	7
7.	Współczynnik przekroju	8
8.	Niezabezpieczone elementy stalowe	9
9.	Przekroje zespolone	10

# 1. Zasady bezpieczeństwa pożarowego

Podstawowe wymagania bezpieczeństwa pożarowego zawarte w krajowych przepisach obejmują:

- Możliwość bezpiecznej ewakuacji mieszkańców.
- Kontrolę rozwoju pożaru.
- Zapobieganie rozwojowi pożaru. Na przykład, tam gdzie występują specyficzne warunki brzegowe związane z usytuowaniem budynku (niebezpieczne sąsiedztwo).
- Możliwość skutecznej walki z pożarem.
- Zapobieganie zawaleniu budynku.

Jednak związek między tymi zasadami a specyficznymi warunkami określonymi w przepisach zmienia się w zależności od kraju. Konstrukcja musi posiadać wystarczającą odporność pożarową by spełnić te wymagania.

Bezwzględna jest w przepisach jest ochrona konstrukcji budynku by zapobiec niewspółmiernej szkodzie w wypadku małego ognia. Stwierdzone jest, że aktywne urządzenia przeciwpożarowe są efektywne w zmniejszaniu intensywności pożaru, mimo to, z wyjątkiem kilku krajów, nie są one wymagane dla budynków o wysokości większej niż 30 m (typowo 7 albo 8 kondygnacji).

## 2. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa pożarowego

Przepisy wyszczególniają następujące wymagania dla projektu budynku:

- Minimalna odporność na oddziaływania pożarowe (generalnie stopniowana co 30 minut). Okres odporności pożarowej to nominalny czas w którym budynek oprze się nominalnemu (standardowemu) pożarowi bez zawalenia, naruszenia przegród, albo nadmiernych deformacji
- Maksymalne obszary stref ogniowych.
- Maksymalne odległości do środków ewakuacji.

Okresy odporności pożarowej dla budynków o różnym przeznaczeniu są dane w Tablica 2.1 (Uwaga: Okresy te są zależne od przepisów krajowych i są różne w krajach europejskich).

**Tablica 2.1** *Typowe wymagania odporności pożarowej w budynkach*

Rodzaj budynku	Odporność pożarowa (minuty) dla budynków o wysokości (m)			
	< 5 m	5 to 15 m	15 to 30 m	> 30 m
Mieszkalny	30	60	90	90
Biuro	30	60	90	90 (+ tryskacze)
Sklep	30	60	90 (+ tryskacze)	120 (+ tryskacze)

Uwaga: Ta tablica jest oparta o brytyjską praktykę; inne europejskie kraje mogą mieć inne wymagania.

Odporność pożarowa może być osiągnięta przez zastosowanie jednego albo więcej z następujących rozwiązań:

- Naturalny opór elementów konstrukcyjnych.
- Zastosowanie biernego zabezpieczenia przeciwpożarowego (na przykład natrysk torkretu albo farba pęczniąca) by ograniczyć wzrost temperatury konstrukcji.
- Zastosowanie aktywnego urządzenia przeciwpożarowego (na przykład tryskacze) by ograniczyć intensywność pożaru.

### 3. Możliwości ewakuacji

Projekt ewakuacji zależy od odległości przemieszczania do obszarów zabezpieczonych przed ogniem. Odległości te są podane w Tablica 3.1. Te odległości przemieszczania regulują przepisy krajowe. Dla biur, minimalne odległości przemieszczania wpływają na maksymalną wielkość przedziału.

Szczególnie w wysokich budynkach bardzo ważna jest mocna ochrona klatek schodowych przed ogniem i zapewnienie wielorakich możliwości ewakuacji. W przypadku konstrukcji stalowych, może to wymagać użycia betonu albo trzonu stalowo betonowego dla budynków o wysokości ponad 20 pięter.

**Tablica 3.1** *Maksymalne odległości przemieszczania do klatek schodowych lub obszarów chronionych przed ogniem*

Rodzaj budynku	Odległości przemieszczania (m) dla przemieszczania w:	
	Jednym kierunku	Wielu kierunkach
Mieszkalny	9	18
Biuro	18	45
Sklep	18	45

Uwaga: Te odległości przemieszczania są dane jako przykład. Są one oparte o brytyjską praktykę; inne europejskie kraje mogą mieć inne wymagania.

W jakimkolwiek wielopiętrowym budynku, rozważanie możliwości ewakuacji wpływa na układ planu, szczególnie rozmieszczenie trzonów (chronionych pionowych dróg ewakuacyjnych). Dogodnie dla konstrukcji stalowych jest równomierne rozmieszczenie trzonów konstrukcyjnych na planie budynku. Wtedy trzony te mogą być również użyte do usztywnienia budynku i przeniesienia sił poziomych na fundamenty.

## 4. Inżynieria bezpieczeństwa pożarowego

W wielu krajach, EN1993-1-2 i EN1994-1-2 to pierwsze formalne dokumenty dotyczące inżynierii pożarowej, które mogą być bez przeszkód używane w projektowaniu.

Inżynieria pożarowa to filozofia projektowania całościowego, gdzie uwzględniane są: ryzyko pożaru, intensywność pożaru (z rozważanymi scenariuszami pożaru), możliwości bezpiecznej ewakuacji, wykrywanie dymu (przez aktywne środki i systemy uaktywniane - wzbudzone) i odpowiedź konstrukcji na pożar. Takie projektowanie jest często stosowane alternatywnie do praktycznych - zwyczajowych metod opartych na odporności pożarowej odrębnych – pojedynczych elementów, kiedy budynek w wyniku pożaru jest obciążony małymi siłami i dobre są możliwości ewakuacji.

W biurach inżynieria pożarowa może być skutecznie stosowana w następujących przypadkach projektowych, gdzie:

- tryskacze albo inne aktywne systemy zmniejszają ryzyko i intensywność pożaru
- wykrywanie i systemy alarmowe umożliwiają szybszą ewakuację
- atrium albo inne wielkie wewnętrzne miejsce wpływa na efektywny podział na przegrody pożarowe
- redukcja w odporności pożarowej może być spowodowana obciążeniem ogniowym i warunkami wentylacji
- dobre są możliwości ewakuacji i oddymianie w chronionych drogach ewakuacji

Na przykład w biurach, ten sam poziom bezpieczeństwa może być wykazany przez projektowanie za pomocą inżynierii pożarowej, gdzie redukcja odporności pożarowej z 90 do 60 minut jest usprawiedliwiona dla drugorzędnych belek i płyty stropowej (parz dalej).

Zastosowanie inżynierii pożarowej najprawdopodobniej będzie korzystne tam, gdzie:

- konstrukcja jest wielka i potencjalne oszczędności usprawiedliwiają podjęcie wysiłków projektowych.
- konstrukcja jest nietypowa i nie może być dobrze zabezpieczona przez stosowanie tradycyjnych, praktycznych metod.

## 5. Rodzaje aktywnej ochrony przeciwpożarowej

Aktywne układy zabezpieczeń to takie, które wykrywają dym albo ogień i które aktywują system gaszenia pożaru. Powszechnie najczęściej stosowanym aktywnym układem zabezpieczeń są tryskacze, które dostarczają miejscowo prysznic wodny, co zapobiega dymowi albo małym rozwijającym się od punktu pożarom, gdzie może zdarzyć się “wyładowanie iskrowe” i ostatecznie, tryskacze mogą zupełnie ugasić ogień.

Ze względu na ryzyko i zastosowanie w budownictwie, co jest zdefiniowane w EN12845:2004 „Systemy zwalczania pożarów Automatyczne tryskacze przeciwpożarowe Projektowanie, produkcja i montaż”, można wyróżnić trzy następujące typy przeciwpożarowych tryskaczy:

- Niskie ryzyko Zastosowanie nieprzemysłowe i generalnie budynki komercyjne
- Zwykłe ryzyko Grupa I i IV, gdzie grupa I dotyczy piwnic i powierzchni magazynowych budynków komercyjnych
- Wysokie ryzyko Powierzchnie z materiałami łatwopalnymi

Tryskacze normalnie mają szklaną bańkę, która pęka pod wpływem ciepła, co aktywuje mechanizm wodny nad pewnym obszarem podłogi i gasi pożar w zarodku bez powodowania niewspółmiernych szkód przez wodę. Dla niskich budynków, rury instalacji zasilającej spryskiwaczy mogą być wypełnione wodą, ale dla wyższych budynków, rury nie są wypełnione wodą aż do momentu aktywowania od dodatkowego źródła.

Typ tryskaczy niskiego ryzyka stosuje się generalnie w biurach, szpitalach albo mniejszych budynkach a liczba tryskaczy nie powinna przewyższyć 500 szt. na instalację w systemach z instalacją wypełnioną wodą i 250 w suchym systemie rur instalacji zasilającej. W przypadku wysokich budynków, różnica wysokości między najniższymi i najwyższymi tryskaczami w instalacji nie powinna przekraczać 45 m. Przy małym ryzyku, minimalne natężenie przepływu wody wynosi 255 l/minutę, wzrastając do 375 l/minutę dla średniego ryzyka, a nominalna średnica rury powinna wynosić 65 mm.

Inne formy aktywnych systemów zawierają:

- Automatyczne ekrany albo okiennice
- Systemy wyciągające dym

Tryskacze i inne aktywne systemy mają wysoką skuteczność w likwidowaniu pożaru w zarodku i mogą pozwolić na redukcję w wymaganiu odporności pożarowej, co pozwala stosować większe obszary stref pożarowych albo większy rozstaw wodnych pionów do zasilania przeciwpożarowych hydrantów.

## 6. Rodzaje pasywnej ochrony przeciwpożarowej

Wyroby stalowe ogólnie powinny być zabezpieczone przed pożarem, chociaż technologia inżynierii pożarowej może być stosowana do usprawiedliwienia stosowania wyrobów stalowych bez zabezpieczenia. Jest pięć form biernego urządzenia przeciwpożarowego:

- Ochrona natryskiem – stosowana dookoła profilu (konturowa).
- Ochrona okładzinami – w formie skrzynki.
- Powłoki pęczniące – stosowana dookoła profilu (konturowa).
- Obetonowywanie – tworzenie dookoła elementu stalowego, betonowego, zamknięcia o kształcie prostokątnym.
- Element zespolony – na przykład słupy rurowe wypełnione betonem.

Dla natrysku, okładzin lub powłok pęczniących ważnymi parametrami są: okres odporności na oddziaływanie pożarowe oraz szybkość nagrzewania się elementu definiowana przez jego masywność i kształt (patrz definicja współczynnika przekroju poniżej). Typowe grubości ochrony przeciwpożarowej są podane w Tablica 6.1 dla natrysku, okładzin i powłok pęczniących.

Powłoki pęczniące są stosowane jako jedyna warstwa dla grubości 0,6 do 1,8 mm i dwie warstwy dla grubości 2,0 do 3,5 mm. Te powłoki rozszerzają się przy ogrzewaniu i w ten sposób izolują element. W celu ulepszenia sprawności procesu budowy powłoki pęczniące mogą być nakładane na elementy w wytwórni konstrukcji stalowych (poza miejscem montażu). Powłoki pęczniące mogą praktycznie zapewnić do 90 minut odporności pożarowej (choć w kilku krajach dopuszcza się tylko 60 minut odporności pożarowej). Ten rodzaj zabezpieczenia przeciwpożarowego staje się coraz bardziej popularny ponieważ upraszcza i dlatego przyspiesza prace na placu budowy.

**Tablica 6.1** Typowe grubości przeciwpożarowych warstw ochronnych (dla belek)

Rodzaj ochrony	Odporność pożarowa (minuty)	Grubość (mm) dla współczynnika przekroju elementu w m <sup>-1</sup>		
		100	200	300
Rozpylacz/okładzina	30	10 *	10	12
	60	12	18	20
	90	15	20	25
	120	20	30	35
Powłoki pęczniące	30	0,6 *	0,6	0,9
	60	0,6	1,1	1,5
	90	1,2	2,1	3,4

Uwaga: Te grubości są zależne od zastosowanego produktu i są podane dla tylko w celu ogólnej informacji. Ta tabela jest oparta o brytyjską praktykę; inne europejskie kraje mogą mieć inne wymagania.

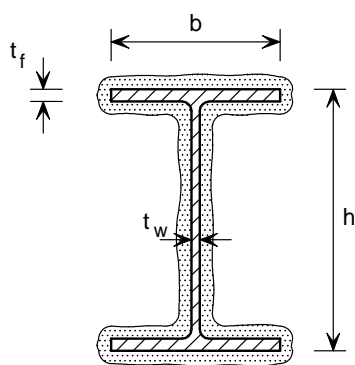
\* grubość minimalna

## 7. Współczynnik przekroju

Współczynnik przekroju definiuje szybkość nagrzewania się elementu, na którą wpływa kształt tego elementu, częściowa ochrona oraz rodzaj zabezpieczenia przeciwpożarowego. W uproszczeniu, jest to zdefiniowane następująco:

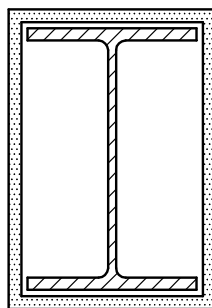
Współczynnik przekroju = Ogrzewana powierzchnia na jednostkę długości (A)/Objętość na jednostki długość (V)

Ten parametr rozpoznaje różnicę między 4-stronną ekspozycją (na przykład dla słupów) a 3-stronną ekspozycją (dla belek popierających płyty). Wzory na współczynniki przekroju są przedstawione na Rys. 7.1.



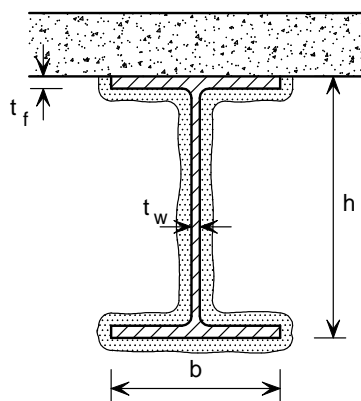
$$A/V = \frac{2b + h - t_w}{(b - t_w) t_f + 0.5ht_w}$$

(1)



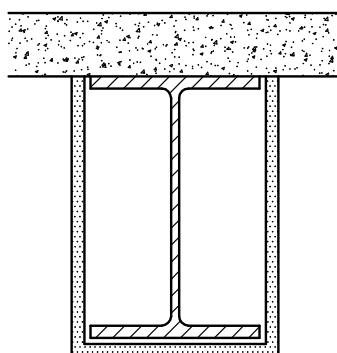
$$A/V = \frac{b + h}{(b - t_w) t_f + 0.5ht_w}$$

(2)



$$A/V = \frac{1.5b + h - t_w}{(b - t_w) t_f + 0.5ht_w}$$

(3)



$$A/V = \frac{0.5b + h}{(b - t_w) t_f + 0.5ht_w}$$

(4)

Oznaczenia:

1. 4-stronna ekspozycja – zabezpieczenie ścianek profilu
2. 4- stronna ekspozycja – zabezpieczenie okładzinami o kształcie prostokąta
3. 3- stronna ekspozycja – zabezpieczenie ścianek profilu
4. 3- stronna ekspozycja – zabezpieczenie okładzinami o kształcie prostokąta

**Rys. 7.1** Definicja współczynnika przekroju dla różnych typów zabezpieczenia przeciwpożarowego

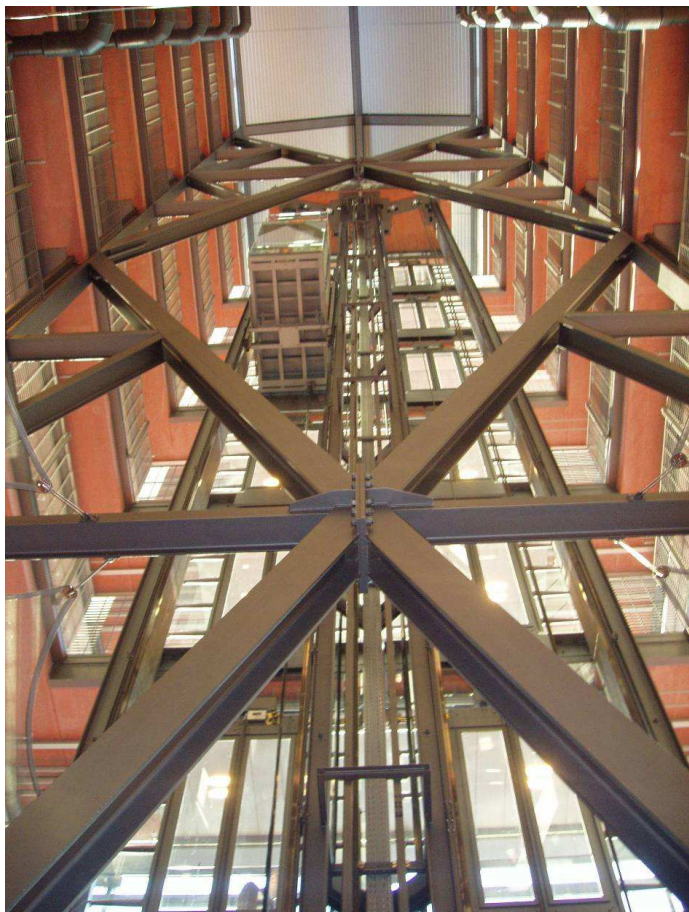


## 8. Niezabezpieczone elementy stalowe

W projekcie konstrukcyjnym obliczenia stanów granicznych w warunkach pożaru mogą być użyte by usprawiedliwić właściwą odporność pożarową niezabezpieczonych belek stalowych w następujących przypadkach:

- Obszary zgromadzenia, gdzie obciążenie ogniowe jest niskie i możliwości ewakuacji są dobre.
- Belki zespolone, w których wzmocniona płyta jest zdolna do przeniesienia rozciągań wynikających z efektu membranowego.
- Częściowo zabezpieczone belki, tak jak w rozwiązaniu ‘slim floor’ albo belkach zintegrowanych.
- Częściowo albo w pełni okryte przekroje stalowe i wypełnione betonowym rurowe słupy.
- Zewnętrzne wyroby stalowe, albo elementy częściowo chronione przez fasadę albo ekranowane.

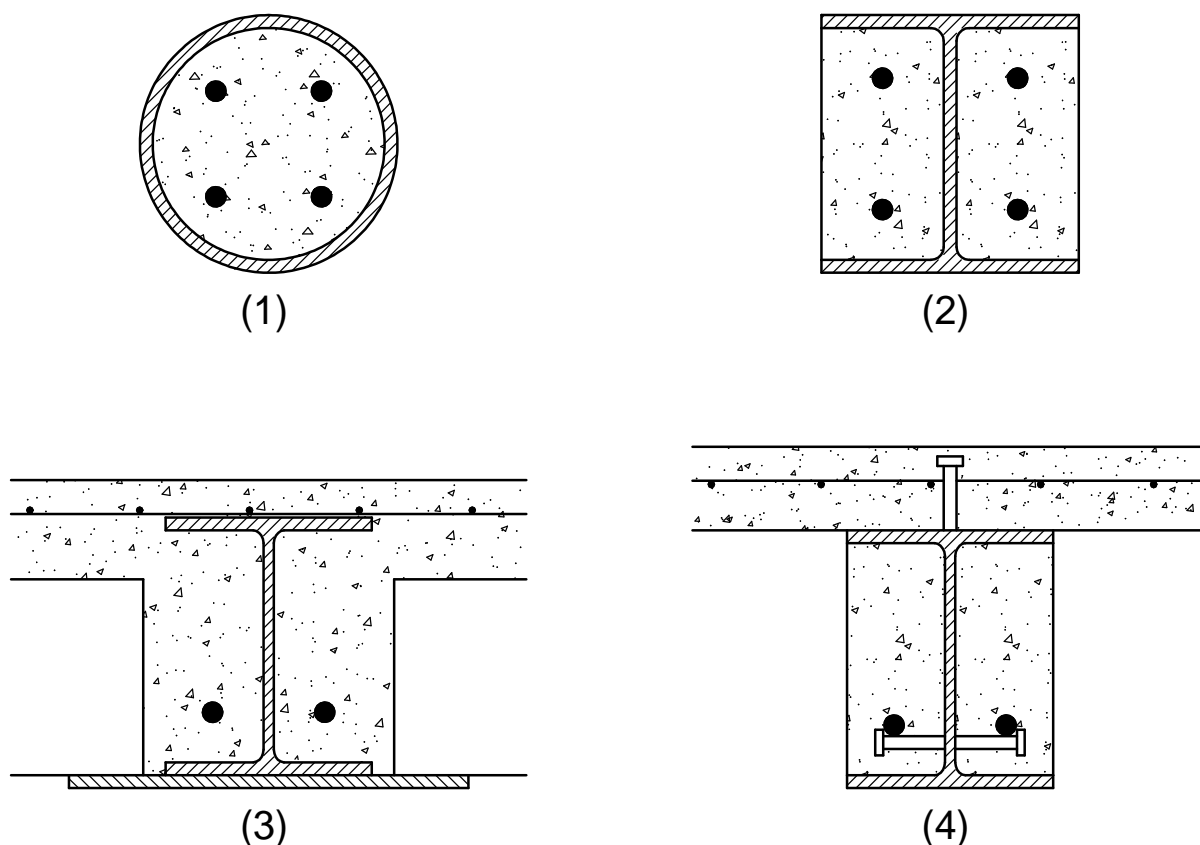
To jest zagadnienie specjalistyczne i specjalista powinien określić zakres i ewentualne pominięcie zabezpieczenia przeciwpożarowego. Przykład nie chronionych elementów stalowych w pionowej konstrukcji szkieletowej pokazano na Rys. 8.1.



*Rys. 8.1 Pionowa konstrukcja szkieletowa – projektowanie według zasad inżynierii pożarowej pozwoliło na eliminację zabezpieczenia przeciwpożarowego*

## 9. Przekroje zespolone

W elementach zespolonych przekroje stalowe są częściowo albo całkowicie pokryte albo wypełnione betonem. W tych rozwiązaniach elementy mogą osiągnąć 60-90 minutową odporność pożarową z powodu izolującego działania betonu i zespolenia między stalą a betonem. Ta ognioodporność może być zwiększona do 120 minut przez zastosowanie dodatkowego zbrojenia. Kilka przykładów tych elementów zespolonych jest przedstawionych na Rys. 9.1.



Oznaczenia:

1. Słup rurowy wypełniony betonem
2. Częściowo obetonowany dwuteownik szerokostopowy
3. Rozwiązanie typu 'slim floor' lub belka zintegrowana
4. Częściowo obetonowana belka zespolona

**Rys. 9.1** Stalowe przekroje zespolone które osiągają naturalną odporność przeciwożarową

## Protokół jakości

<b>TYTUŁ ZASOBU</b>	Plan rozwoju: Strategia bezpieczeństwa pożarowego dla wielokondygnacyjnych budynków o przeznaczeniu komercyjnym i mieszkaniowym		
<b>Odniesienie</b>			
<b>DOKUMENT ORYGINALNY</b>			
	<b>Imię i nazwisko</b>	<b>Instytucja</b>	<b>Data</b>
<b>Stworzony przez</b>	R.M. Lawson	SCI	Jan 05
<b>Zawartość techniczna sprawdzona przez</b>	G.W. Owens	SCI	May 05
<b>Zawartość redakcyjna sprawdzona przez</b>	D.C. Iles	SCI	May 05
<b>Zawartość techniczna zaaprobowana przez:</b>			
<b>1. WIELKA BRYTANIA</b>	G.W. Owens	SCI	27.05.05
<b>2. Francja</b>	A. Bureau	CTICM	27.05.05
<b>3. Szwecja</b>	A. Olsson	SBI	27.05.05
<b>4. Niemcy</b>	C. Mueller	RWTH	27.05.05
<b>5. Hiszpania</b>	J. Chica	Labein	27.05.05
<b>6. Luksemburg</b>	M. Haller	PARE	27.05.05
<b>Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego</b>	G.W. Owens	SCI	10.05.06
<b>TRANSLATED DOCUMENT</b>			
<b>Tłumaczenie wykonał i sprawdził:</b>	Z. Kielbasa, PRz		
<b>Tłumaczenie zatwierdzone przez:</b>			

## Informacje ramowe

<b>Tytuł*</b>	<b>Plan rozwoju: Strategia bezpieczeństwa pożarowego dla wielokondygnacyjnych budynków o przeznaczeniu komercyjnym i mieszkaniowym</b>	
<b>Seria</b>		
<b>Opis*</b>	Przedstawiono zarys głównych i praktycznych wymagań ze względu na bezpieczeństwo pożarowe i możliwości ewakuacji. Wprowadzenie do inżynierii pożarowej: pasywna ochrona przeciwpożarowa, stosowanie niezabezpieczonych i częściowo zabezpieczonych elementów stalowych	
<b>Poziom dostępu*</b>	Umiejętności specjalistyczne	Praktyka
<b>Identyfikator*</b>	Nazwa pliku	D:\ZBIGNIEW KIEŁBASA\TŁUMACZENIE ACCES STEEL\CZĘŚĆ 2\008\SS008a-PL-EU.doc
<b>Format</b>	Microsoft Office Word; 12 Pages; 444kb;	
<b>Kategoria*</b>	Typ zasobu	Plan rozwoju
	Punkt widzenia	Klient, Architekt, Inżynier
<b>Temat*</b>	Obszar stosowania	Budynki wielokondygnacyjne;
<b>Daty</b>	Data utworzenia	27/05/2005
	Data ostatniej modyfikacji	27/05/2005
	Data sprawdzenia	15/05/2005
	Ważny od	01/06/2005
	Ważny do	
<b>Język(i)*</b>	Polski	
<b>Kontakt</b>	Autor	Mark Lawson, Steel Construction Institute
	Sprawdził	Graham Owens, Steel Construction Institute
	Zatwierdził	Graham Owens, Steel Construction Institute
	Redaktor	David Iles, Steel Construction Institute
Ostatnia modyfikacja	Graham Owens, Steel Construction Institute	
<b>Słowa kluczowe*</b>	Budynki komercyjne, Projektowanie architektoniczne, Projektowanie koncepcyjne, Projekt wstępny, Inżynieria bezpieczeństwa pożarowego	
<b>Zobacz też</b>	Odniesienie do Eurokodu	
	Przykład(y) obliczeniowy	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	Inne	
<b>Sprawozdanie</b>	Przydatność krajowa	Europe
<b>Instrukcje szczególne</b>		