

Przewodnik klienta dotyczący kluczowych kwestii odporności ogniowej konstrukcji

Niniejszy dokument przedstawia przegląd różnych podejść, które mogą być zastosowane w projektowaniu budynków na warunki pożarowe. Podkreślono względne korzyści jakie dają różne metody, i pokazano jak były one używane w konkretnych projektach.

Spis treści

1. Wstęp	2
2. Odporność pożarowa i przepisy normowe	3
3. Alternatywne procedury projektowania	7
4. Podsumowanie	14

1. Wstęp

Bezpieczeństwo pożarowe to bardzo istotne pole do rozważań przy projektowaniu jakiegokolwiek budynku. Muszą być spełnione minimalne wymagania stawiane przez przepisy urzędowe, aby zapewnić odpowiednią ochronę przed utratą życia w pożarze, a użytkownicy budynku mogą również chcieć chronić swą własność i ciągłość działalności biznesowej. To może w znaczącym stopniu przyczyniać się do wzrostu kosztów, tak więc optymalizacja projektu zabezpieczenia przeciwpożarowego jest ekonomicznie opłacalna.

Można wymienić następujące cele szczegółowe:

- zapewnić bezpieczne drogi ewakuacyjne i efektywne gaszenie pożaru
- umożliwić szybkie wykrycie dymu lub ciepła
- sprawowanie kontroli nad ogniem i dymem
- zapobieżenie rozprzestrzenianiu się pożaru
- zapobieżenie przedwczesnemu zniszczeniu głównej konstrukcji nośnej

Można podjąć szeroki zakres działań, aby osiągnąć te cele, które do niedawna były traktowane niezależnie użyciu bardzo uproszczonych metod. Choć jest to jeszcze powszechne, to rosnąca liczba projektów budynków wykorzystuje zintegrowaną strategię bezpieczeństwa pożarowego, co jest związane z charakterem budynku i zapewnia bardziej racjonalne podejście do projektowania. Na przykład w dużych budynkach publicznych o jednorodnym przeznaczeniu, takich jak centra handlowe, systemy wykrywania zagrożeń, systemy kontroli zadymienia i instalacje tryskaczowe są często stosowane w celu zapewnienia bezpieczeństwa życia, jednakże niektóre z nich mogą również zmniejszyć wielkość potencjalnego pożaru, a co za tym idzie mogą zostać złagodzone wymagania ochrony konstrukcji przed pożarem.

1.1 Bezpieczeństwo życia

Dym, który może być emitowany w dużych ilościach we wczesnych stadiach pożaru, jest główną przyczyną wypadków śmiertelnych, a więc przy rozważaniu bezpieczeństwa życia ważne jest, by osoby zagrożone przez pożar mogły bardzo szybko uciec. Właściwa droga ewakuacji, o odpowiedniej szerokości, bez przeszkód, wyraźnie oznakowana i widoczna w warunkach pożarowych, jest zatem podstawową. W ocenie bezpieczeństwa pożarowego wielkie znaczenie mają liczba osób w budynku, ich mobilność i zakres dróg ewakuacyjnych. Tak więc miary środków bezpieczeństwa mogą się różnić między budynkami przeznaczonymi do przebywania ludzi, takich jak biura, hotele, sklepy, teatry i szpitale, a tymi w których przebywa bardzo niewielu ludzi, takich jak magazyny.

Ważne jest, aby konstrukcja pozostawała stabilna podczas ewakuacji, i że sama droga ewakuacyjna nie jest zagrożona przez ogień lub dym. Ponadto, każdy strażak wchodzący do budynku powinien mieć zapewnioną podobną ochronę przez rozsądny czas umożliwiającą przeprowadzenie prac poszukiwawczych i ratowniczych.

Na wszystkie te rozważania może mieć wpływ sposób podziału wewnętrznej przestrzeni na strefy pożarowe, ograniczające rozprzestrzenianie się pożaru w całym budynku.

1.2 Straty materialne

Utrata zawartości budynku i zaburzenie ciągłości działalności biznesowej są źródłem największych strat finansowych powodowanych przez pożary. Najbardziej efektywną strategią zmniejszenia strat jest użycie środków zapobiegających głównym przyczynom powstawania pożarów. Są nimi urządzenia do aktywnej ochrony przed pożarem, takie jak detektory dymu i automatyczne spryskiwacze, które ograniczają rozprzestrzenianie się pożaru i jego dolegliwość, oraz efektywny podział na strefy pożarowe, nie pozwalające na wyjście pożaru poza ich granice

1.3 Nośność konstrukcji w sytuacji pożarowej

Konieczne jest również zapewnienie, że konstrukcja ma wystarczającą nośność, aby zapewnić odpowiedni czas na ewakuację i gaszenie pożaru, ochronę sąsiednich budynków, ograniczyć zniszczenia i szkody uboczne. Jedną z głównych zalet budynków o szkieletach stalowych, kiedy po raz pierwszy wprowadzono je pod koniec XIX wieku, był fakt, że oferowały one ogniotrwałą konstrukcję. Na przykład ich użycie w angielskim przemyśle włókienniczym znacznie zmniejszyło straty powodowane pożarami, a wiele budynków zniszczonych w Wielkim Pożarze w Chicago zostało zastąpione budynkami o szkielecie żeliwnym lub stalowym.

Jednak wszystkie na wszystkie popularne materiały konstrukcyjne niekorzystnie wpływa wysoka temperatura, i to stało się jasnym, że pożary budynków mogą prowadzić do zawalenia się ich, nawet gdy zostały użyte materiały niepalne. Dlatego też elementy konstrukcyjne muszą być projektowane i wykonywane biorąc to pod uwagę. W przypadku konstrukcji stalowych tradycyjnie to było osiąganę poprzez okładanie belek i słupów materiałami zabezpieczającymi przed ogniem, ale obecnie zaczyna stosować się bardziej wyrafinowane rozwiązania.

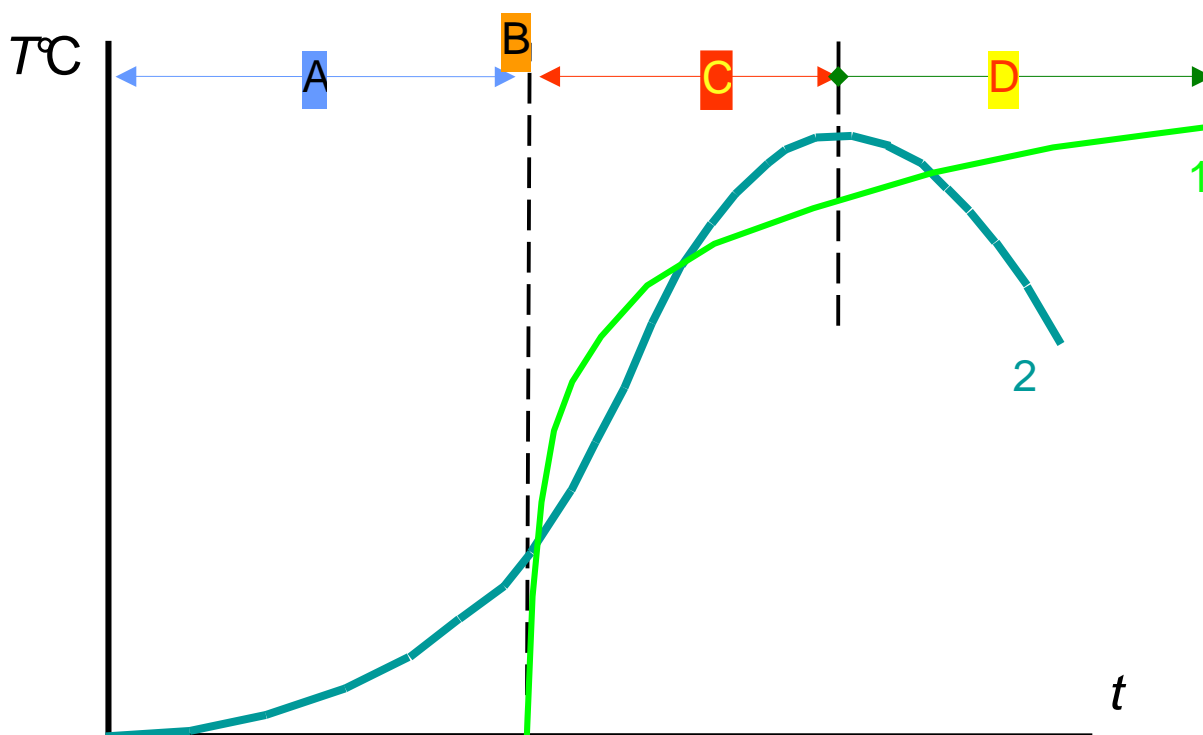
2. Odporność pożarowa i przepisy normowe

Wymagania odnośnie podziału na strefy pożarowe przegrody i stabilność konstrukcyjna budynków są zwykle opisywane jako „odporność pożarowa”, i by zdefiniować minimalne wymagania, opracowano standardowe procedury sprawdzające, używając model „pożaru standardowego”. Pozostaje to podstawą większości oszacowań odporności pożarowej, pomimo uproszczonych założeń stosowanych w tych procedurach. Odporność pożarowa jest wyrażana w standardowych odcinkach czasu (na przykład 30, 60 albo 90 minut), związanych z wynikami standardowych testów ognioodporności.

Rzeczywiste pożary cechują trzy odmienne fazy:

- początkowy rozwój (faza wzrostu), w czasie którego temperatura narasta stosunkowo powoli aż do rozgorzenia
- po rozgorzeniu (pożar rozwinięty), gdy temperatura gwałtownie rośnie
- gaśnięcie, kiedy paliwo zaczyna się wyczerpywać i temperatura obniża się

Rozgorzenie następuje w momencie w którym temperatura w strefie pożarowej jest tak wysoka, że pali się jednocześnie cała jej zawartość. Pożar standardowy reprezentuje temperaturę rosnącą od momentu rozgorzenia, ale nie przewiduje jej opadania.



Oznaczenie	Objaśnienie
A	Faza przed rozgorzeniem – zapłon i rozpalamie się
B	Rozgorzenie
C	Faza po rozgorzeniu – nagrzewanie
D	Chłodzenie
T°C	Temperatura gazu
t	Czas
1	Standardowa krzywa pożarowa według ISO 834
2	Naturalna krzywa pożarowa

Rys. 2.1 Porównanie pożaru standardowego i pożaru naturalnego

2.1 Podejście tradycyjne do oceny odporności pożarowej stalowych konstrukcji szkieletowych

Ponieważ stal jest silnym materiałem to potrzebne wymiary przekrojów takich elementów jak belki i słupy są stosunkowo niewielkie. W związku z tym nagrzewają się szybciej niż inne formy konstrukcyjne, takie jak żelbet, i w rezultacie następuje ich mięknięcie. Badania małych próbek pokazują, że materiał w temperaturze ok. 600 ° C ma wytrzymałość obniżoną do takiego poziomu, że współczynnik bezpieczeństwa stosowany w normalnym procesie projektowania faktycznie znika, i ponieważ temperatura ta jest osiągnięta w ciągu kilku minut od rozgorzenia, to należy wnioskować, że konstrukcja stalowa musi być chroniona izolacją termiczną, tak by uniknąć zawalenia się jej. To bardzo uproszczone podejście pomija kilka bardzo ważnych czynników, ale pozostaje bazą prostego sposobu stosowania zabezpieczeń pożarowych.

Materiały do pasywnego zabezpieczania pożarowego izolują konstrukcję stalową od wpływu wysokiej temperatury, która może być generowana w czasie pożaru. Materiały te można podzielić na dwa typy, pasywne, spośród których najpopularniejsze to okładziny i natryski, i aktywne, których najlepszym przykładem są powłoki pęczniejące.

2.1.1 Beton czy mur

Wczesną metodą ochrony pożarowej konstrukcji stalowych było obetonowywanie ich bądź obmurowywanie, ale stały się one drogie i istotnie wydłużają czas budowy. Częściowo obetonowane albo obmurowane kształtowniki dwuteowe, w obszarach pomiędzy półkami, zapewniają częściową izolację kształtownika i są bardziej ekonomiczne. Zastosowanie zbrojenia betonu zwiększa dodatkowo odporność pożarową. Niektóre systemy ochronne są aplikowane poza placem budowy aby skrócić czas robót na placu budowy, ale są one ciągle względnie drogą opcją. Dają one jednak dużą wytrzymałość na uderzenie, i mogą mieć zwiększoną nośność z powodu współpracy betonu i stali. Dlatego są one szczególnie korzystne dla słupów w rejonach dużego ruchu pieszych.

2.1.2 Płyty i maty

Chronione prawami własności płytowe systemy ochrony są szeroko stosowane i użycie ich jest szczególnie atrakcyjne, gdy element jest widoczny. Płyty wykorzystujące krzemian wapnia, gips, wermikulit są twarde i gładkie, natomiast płyty z włókien mineralnych są miękkie. Płyty mogą być mocowane za pomocą różnych technik, w tym z użyciem stalowych szpilek, gwoździ, „śrub spiralnych” lub kleju.

Systemy ogniochronne wykorzystujące maty są tanie i łatwe w stosowaniu ale mało atrakcyjne gdy chodzi o wygląd. Mocowane są do konstrukcji stalowej spawanymi stalowymi szpilkami, stałymi podkładkami i drucianymi wieszakami.

Płyty i maty pozwalają na uzyskanie odporności ogniowej do 240 minut, zaletą ich jest suchy montaż, a dodatkowo zaletą płyt wysoka jakość i ładny wygląd. Zabezpieczenie płytowe jest szczególnie korzystne w przypadku słupów.

2.1.3 Materiały natryskiwane

Natrysk materiałów bazujących na cemencie lub gipsie i zawierających włókna mineralne, wermikulit ekspandowany, perlit ekspandowany lub inne lekkie kruszywa lub wypełniacze, są generalnie najtańszymi sposobami ochrony przed ogniem. Jednakże wygląd ich jest obskurny i dlatego są rzadko stosowane gdy mają być widoczne, proces nakładania wiąże się z dużym bałaganem, i może pociągać konieczność czyszczenia przypadkowo pokrytych powierzchni.

Natryskowe systemy ochronne pozwalają na uzyskanie odporności ogniowej do 240 minut i można je łatwo stosować do zabezpieczenia każdego profilu. Z tego powodu są szczególnie korzystne do zabezpieczania niewidocznych profili o złożonych kształtach.

Generalnie są wrażliwe na zniszczenie przy uderzeniach, jednak niektóre materiały są bardziej wytrzymałe.

2.1.4 Powłoki pęczniejące

Powłoki pęczniejące to substancje podobne do farb, które są obojętne w normalnej temperaturze, ale które powiększają objętość w temperaturze około 200-250°C, aby utworzyć

zwęgloną warstwę z materiału o niskiej przewodności, które następnie pełni rolę izolacji termicznej stali.

Zapewniają one dużą elastyczność użycia, i pozwalają na wyeksponowanie kształtu elementów stalowych.

Najnowszym osiągnięciem jest stosowanie powłok pęczniejących poza placem budowy. Znaczy to że konstrukcja stalowa dostarczana na plac budowy jest już zabezpieczona przed ogniem, co znacząco skraca czas budowy.

Nowoczesne cienkie błony z materiałów pęczniejących oparte są na rozpuszczalniku wodnym albo węglowodorowym. Podczas stosowania w suchym środowisku powłoka wierzchnia nie jest istotna, z wyjątkiem funkcji dekoracyjnej. Koszty są konkurencyjne, zwłaszcza dla 30-to i 60-cio minutowej ognioodporności, a więc przy dłuższych okresach.



Rys. 2.2 Budynek biurowy “Swiss Re Office Building” w Londynie

Budynek zaprojektowano tak by zapewniał 90-cio minutową odporność ogniową. To obniżenie wymagań (w stosunku do standardowo stosowanej w tego typu budynkach wartości 120 minut) zostało umotywowane analizą wykorzystującą model pożaru naturalnego. Szkielet stalowy ma ochronę bierną w postaci płyt z włókna mineralnego dla belek i giętkich mat dla rurowych słupów.

Zapewniają one wysoką jakość wykończenia, poprawę efektywności budowy jeśli stosowane są poza placem budowy, i mogą być wykorzystywane do zabezpieczania elementów o skomplikowanym kształcie.

3. Alternatywne procedury projektowania

Uznając znaczenie ognioodporności i kosztów z nią związanych, przyjmując jeszcze uproszczone założenia nieodłącznie związane z jej specyfiką, opracowane zostały nowe procedury projektowe. Obejmują one

- stosowanie alternatywnych systemów konstrukcyjnych, które oferują naturalną ognioodporność konstrukcji stalowej,
- bardziej zaawansowana analiza konstrukcyjna mająca na celu dostarczenie dokładniejszych modeli pokazujących odpowiedź konstrukcji na wysokie temperatury,
- wzięcie pod uwagę rzeczywistych pożarów i sposobu w jaki konkretne warunki wpływają na temperatury w czasie pożaru
- podejście kompleksowe uwzględniające wiele aspektów, takich jak wymienione powyżej, i pozwalające na racjonalne wykorzystanie zalet takich urządzeń jak instalacja tryskaczowa.

W niektórych budynkach — zwłaszcza gdy ewakuacja jest prosta, takich jak małe budynki, albo budynki o niskim ryzyku wystąpienia pożaru — możliwe jest użycie stali bez dodatkowych zabezpieczeń i bez konieczności użycia zaawansowanych metod projektowania.

3.1 Alternatywne systemy konstrukcyjne

Do systemów konstrukcyjnych oferujący naturalną ognioodporność konstrukcji stalowej można zaliczyć belki systemu „Slimfloor” oraz słupy wbudowane w ściany murowane. W obu przypadkach przekrój konstrukcyjny w dużej części osłonięty jest przed bezpośrednim oddziaływaniem ognia. W rezultacie temperatura pozostaje relatywnie niska i można pozostawić stal bez zabezpieczeń, zwłaszcza przy ognioodporności do 60 minut.

Płyta stropowa mieści się w wysokości konstrukcyjnej belek Slimfloor, dlatego też wysokość konstrukcyjna całego stropu jest zminimalizowana. Półka dolna belki podpierająca płytę stropową jest szersza niż górna w celu ułatwienia montażu. Można to uzyskać przez dospawanie blachy do dolnej półki standardowej belki dwuteowej albo użyć niesymetrycznego kształtownika walcowanego zaprojektowanego specjalnie pod kątem optymalnej odporności pożarowej. Płyty stropowe mogą być wykonane z prefabrykowanych żelbetonowych płyt kanałowych albo jako płyty zespolone na blachach o dużej wysokości konstrukcyjnej. Ogólnie można przyjąć, że 60-cio minutowa odporność ogniowa może być uzyskana bez dodatkowego zabezpieczenia.

Niezabezpieczane słupy stalowe wbudowane w ceglane fasady albo w ściany szczelinowe, mogą uzyskać 60-cio minutową odporność ogniową ze względu na zmniejszenie ekspozycji na ogień.

3.2 Przekroje rurowe

Ognioodporność przekrojów rurowych może być poprawiona przez wypełnienie ich betonem, pozostawiając widoczną konstrukcję stalową.

□ Przekroje wypełnione betonem, ze zbrojeniem prętami albo drutami stalowymi, mogą uzyskać odporność ogniową do 120-tu minut i charakteryzować się dużą nośnością.

Ten sposób zabezpieczenia przed pożarem jest bardzo solidny i odporny na uszkodzenia.



Rys. 3.1 Centrum Innowacji w Adlershof, Berlin

Wymagana była 90-cio minutowa odporność pożarowa budynku. W odniesieniu do słupów osiągnięto to przez użycie rurowych słupów wypełnionych betonem.

3.3 Zaawansowana analiza konstrukcyjna

Zwiększająca się innowacyjność w zakresie projektowania, budowy i użytkowania nowoczesnych budynków może utrudnić wypełnianie warunków urzędowych przez proste użycie drogi nakazowej. Świadomość tego, a także poszerzanie wiedzy na temat rzeczywistego zachowania się konstrukcji w warunkach pożarowych, doprowadziło do zwiększonego wykorzystania metod analitycznych.

Ognioodporność określana na podstawie standardowych badań eksperymentalnych opiera się pośrednio na znajomości zachowania się poszczególnych belek i słupów pod pełnym obciążeniem projektowym. Nie ma więc konieczności jednoczesnego rozpatrywania kilku elementów tworzących większe części konstrukcji budynku, co mogłoby dać korzystny efekt w postaci znacząco lepszych charakterystyk. Najważniejszym aspektem dotyczącym takich zespołów jest współpraca szkieletu stalowego i płyty stropowej. Nie uwzględnia ona również szczególnych warunków, które mogą zachodzić na przykład w stosunku do poziomu

obciążenia lub bądź wielkości obciążenia termicznego. Ostatnio opracowano szereg metod analitycznych jako alternatywę do metod nakazowych określania wymogów ochrony, opierających się wyłącznie na czasie jako wymaganej mierze odporności ogniowej.



Rys. 3.2 Szpital "Nuffield", Leeds

Zaawansowana analiza konstrukcyjna wykazała, że pełne zabezpieczenie ogniochronne na większości belek ażurowych o dużej rozpiętości nie musi być wykonane, co wraz z redukcją grubości na belkach zabezpieczonych dało 40% oszczędności na kosztach zabezpieczenia ogniochronnego.

Użycie konstrukcji stalowej bez zabezpieczeń jest możliwe w budynkach o niskich wymaganiach dotyczących odporności pożarowej, takich jak parkingi wielokondygnacyjne z otwartymi ścianami zewnętrznymi. Jest tak gdyż większość stalowych dwuteowników może uzyskać 15-to minutową odporność ogniową, nawet pod pełnym obciążeniem i w warunkach standardowego pożaru.

W przypadkach, gdy obciążenie jest niewielkie (np. belki o wymiarach narzucanych przez wymogi stanu granicznego użytkowania albo wymogi praktyczne), lub gdy przekrój stalowy został celowo przewymiarowany, rzeczywista odporność ogniowa będzie większa. Proste metody obliczeniowe są już dostępne, które uwzględniają wpływ poziomu naprężeń i rozkładu temperatur wewnątrz przekroju na właściwości pożarowe. Daje to projektantom możliwość użycia stali o wyższej wytrzymałości lub większych przekrojów belek niż jest to konieczne, by zmniejszyć zakres wymaganych zabezpieczeń ogniochronnych. W niektórych przypadkach takie podejście może być wykorzystane do ekonomicznego zapewnienia 30-to minutowej ogniodporności bez użycia zabezpieczeń ogniochronnych.

Zewnętrzna konstrukcja stalowa może być zaprojektowana tak, że wpływ temperatury w razie pożaru jest niewielki. Właściwe usytuowanie słupów i belek na zewnątrz fasady zmniejsza ryzyko narażenia ich na płomień wychodzące z okien. Temperatura stali są zatem niższa, i przekrój zachowuje większą część swej pierwotnej wytrzymałości. W rezultacie konstrukcja stalowa może często być zaprojektowana z niewielkim zabezpieczeniem ogniochronnym, lub bez ochrony.

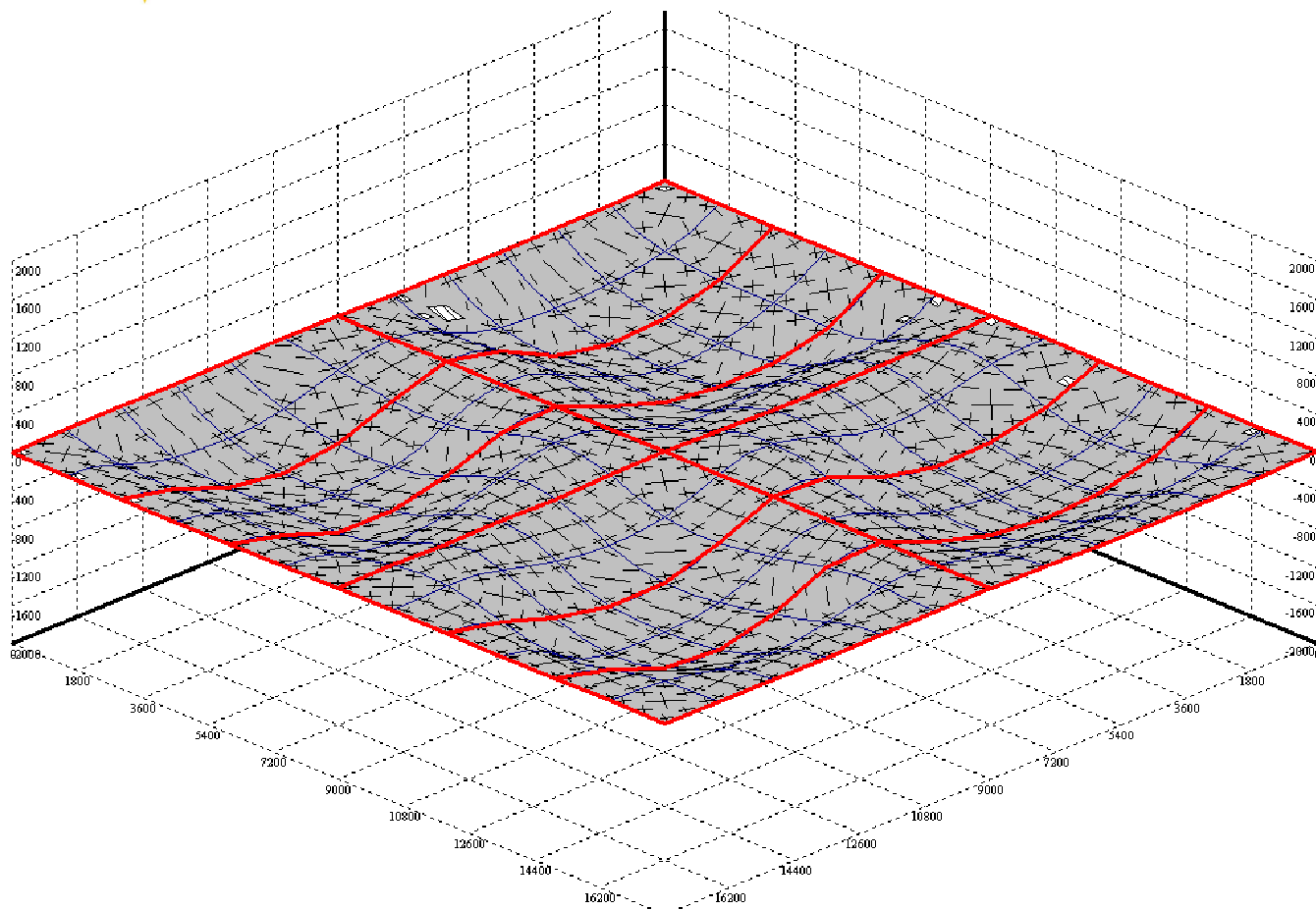
Bardziej zaawansowane metody dają jeszcze większe możliwości. Zaobserwowano podczas badań pożarowych o dużej skali na rzeczywistych konstrukcjach budynków, że płyta stropowa przy dużych przemieszczeniach może przenosić obciążenia w sposób membranowy, co umożliwia zachowanie konstrukcyjnej integralności, pomimo utraty skutecznego oparcia na co najmniej kilku spośród wszystkich stalowych belek. Doprowadziło to do opracowania procedur projektowania wykorzystujących albo uproszczone metody obliczania, albo bardziej wyrafinowane metody wykorzystujące komputerową metodę elementów skończonych. Zwykle wynikiem zastosowania tych metod jest wykazanie, że znaczna liczba belek stalowych w budynkach o 60-cio minutowej ognioodporności może pozostać bez zabezpieczeń.



Rys. 3.3 *Stalowe belki bez zabezpieczeń podczas badań w Cardington*

Pomimo że temperatura belek przekroczyła 1000°C, konstrukcja pozostała stabilna z powodu przenoszenia obciążeń przez strop zespolony w sposób membranowy.

Kolejną zaletą korzystania z bardziej zaawansowanych metod, które mogą dostarczyć wskazań, jest to jak budynek będzie naprawdę zachowywał się w przypadku zdarzeń ekstremalnych. W ślad za katastrofą World Trade Center w Nowym Jorku jest to przedmiot naturalnego zainteresowania użytkowników budynków.



Rys. 3.4 Typowy komputerowy model trójwymiarowy obrazujący odkształcenia konstrukcji w czasie pożaru

Rośnie zastosowanie takich modeli do pokazania możliwości obniżenia wymagań w zakresie ochrony przeciwpożarowej.

3.4 Realistyczne scenariusze pożarowe

Wiele nowoczesnych budynków narażonych jest na stosunkowo niewielkie obciążenie pożarowe. Oznacza to, że ryzyko wystąpienia pożaru jest zmniejszone, a temperatury możliwe do osiągnięcia w strefie pożarowej będą niższe niż zakładane w modelu pożaru standardowego. Temperatury pojawiające się w „rzeczywistym pożarze” są funkcją:

- objętości i rozmieszczenia materiałów palnych (obciążenie ogniowe).
- wskaźnik palności tych materiałów.
- warunki wentylacji (otwory).
- geometria strefy pożarowej.
- właściwości termicznych otaczających ścian.

Możliwe jest zastosowanie szeregu metod analitycznych, włączając w to metodę parametrycznych (naturalnych) scenariuszy pożarowych – proste równania odzwierciedlają wpływ czynników wymienionych powyżej na proces narastania temperatury pożaru i stąd wynika kształt i wymiary konstrukcji.

Instalacje tryskaczowe są aktywnymi systemami zabezpieczającymi projektowanymi w celu gaszenia pożaru we wczesnym stadium jego rozwoju. Skuteczne funkcjonowanie instalacji tryskaczowej powinno zapobiec nagrzaniu stalowych elementów konstrukcyjnych do temperatury, w której ich nośność może być osłabiona. W przypadku korzystania z instalacji zraszającej można obliczeniowo ustalić stopień redukcji nasilenia pożaru. Alternatywnie możliwe jest udowodnienie jakościowe, że zmniejszenie wymaganego czasu odporności ogniowej byłoby właściwe.

Za pomocą tych metod, rzeczywiste skutki pożarów są określane w oparciu o wiarygodne "najgorsze z możliwych" scenariusze projektowe, przy jednoczesnym zachowaniu akceptowalnego ogólnego poziomu bezpieczeństwa. To często może spowodować znaczne złagodzenie warunków projektowania na sytuacje pożarowe, z konstrukcją projektowaną na znacznie niższe temperatury niż te wynikające ze scenariusza pożaru standardowego.

W niektórych przypadkach, na przykład dużych otwartych przestrzeni o niskim obciążeniu pożarowym, takich jak otwarte parkingi, stadiony, lotniska i dworce kolejowe oraz atria (przede wszystkim wysokie), takie podejście prowadzi określenia projektowych temperatur w sytuacji pożarowej na tyle niskich, że możliwe jest pozostawienie stalowych elementów konstrukcyjnych bez ochrony.



Rys. 3.5 Biurowiec „Kone Building” o wysokości 72m w Finlandii

Budynek oferuje pomieszczenia biurowe dla wielu firm. Projekt ochrony pożarowej opracowano przy użyciu rzeczywistych obciążeń ogniowych tak by ustalić „naturalne” projektowe krzywe pożarowe. Następnym krokiem było obliczenie temperatur częściowo odsłoniętych stalowych elementów konstrukcyjnych, by wykazać że grubość zabezpieczenia pożarowego konstrukcji stropu może zostać zmniejszona o około 80%. Rurowe słupy stalowe osiągają 120-to minutową ognioodporność poprzez wypełnienie betonem. Projekt ten spełnił wymagania przepisów krajowych dzięki wykazaniu, że poziom bezpieczeństwa jest taki sam lub nawet wyższy w porównaniu do poziomu bezpieczeństwa uzyskanemu przy tradycyjnych metodach projektowania.

3.5 Podejście zintegrowane (całościowe)

Tam gdzie jest to właściwe, naturalną drogą postępu jest łączenie powyższych procedur w zintegrowane podejście tworzące „inżynierię bezpieczeństwa pożarowego” w celu osiągnięcia maksymalnych korzyści z dostępnych metod zapobiegania, kontroli i ograniczania skutków pożaru. Rozpatrując kryteria stabilności konstrukcyjnej, inżynieria bezpieczeństwa pożarowego ma na celu zastosowanie racjonalnego podejścia naukowego, które zapewnia, że ognioodporności lub ochrona jest zapewniona tam gdzie to konieczne, i nie jest uzyskane kosztem niepotrzebnie poniesionych wydatków. Takie podejście może być jedynym realnym sposobem na uzyskanie zadowalającego standardu bezpieczeństwa pożarowego w niektórych dużych i złożonych budynkach.

Oczywiście środki stosowane w celu ochrony życia ludzkiego i minimalizacji strat finansowych również istotnie zmniejszają zagrożenia dla samej konstrukcji budynku. Do niedawna trudno było skorzystać z tego przez zmniejszenie zakresu ochrony przeciwpożarowej, ale rosnąca akceptacja zintegrowanego podejścia do bezpieczeństwa pożarowego czyni obecnie ten proces łatwiejszym.

Zintegrowane podejście obejmuje następujące trzy etapy, z których każdy został omówiony wcześniej:

- Przewidywanie tempa nagrzewania – obejmuje to ocenę obciążenia pożarowego (ilość i rodzaj materiału palnego) w strefie pożarowej, dostępna wentylacja, a także właściwości termiczne okładzin użytych w strefie pożarowej.
- Przewidywanie temperatury elementów stalowych - zależy to od usytuowania, współczynnika kształtu przekroju i zastosowanego zabezpieczenia
- Przewidywanie stabilności konstrukcji - stabilność elementów konstrukcyjnych zależy nie tylko od temperatury powstającej podczas pożaru, ale również od wielkości obciążenia, skutków współpracy z elementami betonowymi, usztywnień i ciągłości związanych ze współpracą z pozostałymi elementami konstrukcyjnymi.

Takie podejście nie tylko zapewnia najlepszą prognozę sposobu zachowania się budynku w przypadku pożaru, ale powinno również prowadzić do znacznych oszczędności w kosztach budowy.

4. Podsumowanie

Stosując konstrukcję stalową projektant można korzystać z szerokiego wachlarza dostępnych technik w celu wykazania, że wszystkie wymagania bezpieczeństwa pożarowego zostały spełnione. Przy wyborze optymalnego rozwiązania, projektant musi zachować równowagę pomiędzy wymogami bezpieczeństwa pożarowego i wymogami ekonomicznymi oraz estetyką budynku. Można wskazać wiele przykładowych budynków gdzie uzyskano bardzo dobre efekty stosując takie podejście.

Protokół jakości

TYTUŁ ZASOBU	Przewodnik klienta dotyczący kluczowych kwestii odporności ogniowej konstrukcji		
Odniesienie			
DOKUMENT ORYGINALNY			
	Imię i nazwisko	Instytucja	Data
Stworzony przez	Roger Plank	University of Sheffield	
Zawartość techniczna sprawdzona przez	Ian Simms, SCI	University of Sheffield	
Zawartość redakcyjna sprawdzona przez			
Zawartość techniczna zaaprobowana przez:			
WIELKA BRYTANIA	G W Owens	SCI	9/6/06
Francja	A Bureau	CTICM	9/6/06
Szwecja	B Uppfeldt	SBI	9/6/06
Niemcy	C Müller	RWTH	9/6/06
Hiszpania	J Chica	Labein	9/6/06
Luksemburg	M Haller	Luksemburg	9/6/06
Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego	G W Owens	SCI	13/7/06
TŁUMACZENIE DOKUMENTU			
Tłumaczenie wykonał i sprawdził:		B. Stankiewicz, PRz	
Tłumaczenie zatwierdzone przez:	B. Stankiewicz	PRz	

Informacje ramowe

Tytuł*	Przewodnik klienta dotyczący kluczowych kwestii odporności ogniowej konstrukcji	
Seria		
Opis*	Niniejszy dokument przedstawia przegląd różnych podejść, które mogą być zastosowane w projektowaniu budynków na warunki pożarowe. Podkreślono względne korzyści jakie dają różne metody, i pokazano jak były one używane w konkretnych projektach.	
Poziom dostępu*	Umiejętności specjalistyczne	Do użytku ogólnego
Identyfikator*	Nazwa pliku	D:\ACCESS_STEEL_PL\SP\3\SP033a-PL-EU.doc
Format	Microsoft Word 9.0; 21 Pages; 1208kb;	
Kategoria*	Typ zasobu	Przewodniki klienta
	Punkt widzenia	Klient, Architekt
Temat*	Obszar stosowania	projektowanie z uwzględnieniem bezpieczeństwa pożarowego
Daty	Data utworzenia	28/07/2009
	Data ostatniej modyfikacji	
	Data sprawdzenia	
	Ważny od	
	Ważny do	
Język(i)*	Polski	
Kontakt	Autor	Roger Plank, University of Sheffield
	Sprawdził	Ian Simms, SCI, University of Sheffield
	Zatwierdził	
	Redaktor	
	Ostatnia modyfikacja	
Słowa kluczowe*	Inżynieria pożarowa, produkty do ochrony przeciwpożarowej, zastosowania ochrony przeciwpożarowej budynków, projektowanie koncepcyjne	
Zobacz też	Odniesienie do Eurokodu	
	Przykład(y) obliczeniowy	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	Inne	
Sprawozdanie	Przydatność krajowa	EU



Instrukcje szczególne	
----------------------------------	--