

# Rola kierownika budowy i inspektora nadzoru na budowie budynku przemysłowego

Dr inż. Elżbieta Grochowska, prof. dr hab. inż. Antoni Matysiak, Uniwersytet Zielonogórski

## 1. Wprowadzenie

W artykule została opisana sytuacja, która zaistniała na budowie budynku przemysłowego, w hali produkcyjno-montażowej.

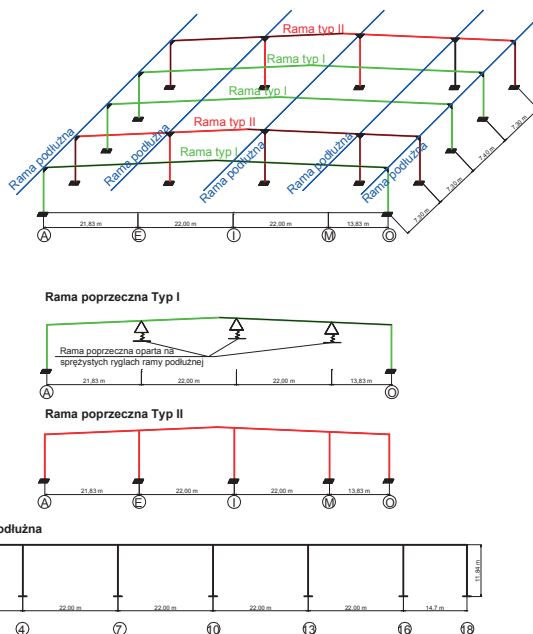
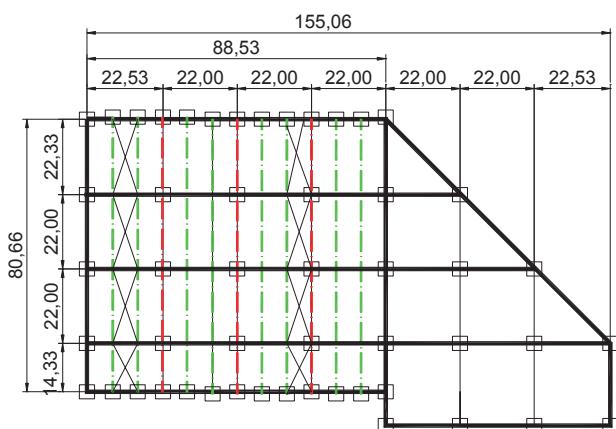
Podczas montażu stalowych słupów zaczęły pękać cołki stóp fundamentowych, co było podstawą do wszczęcia procedur na podstawie, których zaczęto ustalać, jaki beton został zamówiony, a jaki dostarczony na plac budowy, z którego wykonano stopy fundamentowe. Pojawiło się pytanie, po jakim czasie od zabetonowania, zaczęto montować słupy. Na budowę dostarczono beton wykonany przy użyciu cementu hutniczego z dodatkiem popiołów lotnych w ilości 40%. Z faktem tym nie zapoznali się służby nadzorujące budowę.

## 2. Opis obiektu

Opisywany obiekt składa się z części produkcyjno-montażowej i zaplecza socjalno-biurowego. Hala jest obiektem wielonawowym, parterowym, niepodpiwniczonym, na siatce słupów 22,0 x 22,0 m i 22,53 x 22,33 m. Konstrukcję nośną stanowią ramy złożone ze słupów i dźwiarów stalowych pełnościennych o zmiennym liniowo

przekroju. Ramy są rozstawione co około 7,3 m. W przekroju poprzecznym, w co trzecim układzie konstrukcyjnym istnieją czteronawowe ramy ze słupami sztywno zamocowanymi z ryglami i fundamentami. Między tymi ramami istnieją dwie ramy ze skrajnymi słupami sztywno połączonymi z fundamentami (rys. 1). Rygle tych ram są w sposób sprężysty oparte na trzech belkach będących ryglami ram podłużnych. Ramy podłużne są wieloprzęsłowe ze słupami sztywno połączonymi z fundamentami i z ryglami. Układ konstrukcyjny hali, w kierunku ram podłużnych jest nieprzesuwany. Istniejąca sztywna część żelbetowa obiektu oraz tężniki połaci dachu podpierają w tym kierunku stalowy szkielet konstrukcji. Przyjęto w obliczeniach przestrzenny szkielet hali.

Ściany zewnętrzne zaprojektowano z lekkiej obudowy wypełnionej wełną mineralną. Dach zaprojektowano jako dwuspadowy, a pokrycie z blachy trapezowej oparto na płatwiach zimnogiętych. Obiekt jest posadowiony na stopach fundamentowych.



Rys. 1. Schematyczny rzut obiektu i schematy statyczne ram poprzecznych i podłużnych



**Rys. 2.** Widok hali, sztywne połączenie słupa z fundamentem, słup wewnętrzny, połączenie ram poprzecznych z podłużnymi, skrajny słup połączony z ryglem

### 3. Obowiązki kierownika budowy i inspektora nadzoru

Zgodnie z Dziennikiem Ustaw 2003.207.2016, Ustawa z 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane [1], kierownik budowy ma wiele obowiązków. W zakresie jego obowiązków jest np. prowadzenie dokumentacji budowy, realizacja zaleceń wpisanych do dziennika budowy; zgłaszanie inwestorowi do sprawdzenia lub odbioru wykonanych robót ulegających zakryciu bądź zanikających, przygotowanie dokumentacji powykonawczej obiektu budowlanego. Inspektor nadzoru inwestorskiego ma podobne obowiązki jak kierownik budowy. Jego obowiązkiem jest sprawdzanie jakości wykonywanych robót i wbudowanych wyrobów budowlanych, a w szczególności zapobieganie zastosowaniu wyrobów budowlanych wadliwych i niedopuszczonych do stosowania w budownictwie, sprawdzanie i odbiór robót budowlanych ulegających zakryciu lub zanikających, potwierdzanie faktycznie wykonanych robót oraz usunięcia wad, a także, na żądanie inwestora, kontrolowanie rozliczeń budowy. Kierownik budowy powinien również poczuwać się do odpowiedzialności za sytuacje, które nie są objęte prawem, a powinny wynikać z posiadanej wiedzy z zakresu budownictwa. Od jego postępowania i sposobu prowadzenia budowy zależy, w jaki sposób przebie-

gać będzie proces inwestycyjny. Nadzorowanie budowy, prowadzenie w sposób rzetelny i czytelny książki budowy są nadrzędnymi obowiązkami.

### 4. Dokumentacja techniczna obiektu

Szczegółowy zakres i formę projektu budowlanego należy opracować zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z 3 lipca 2003 r. [2]. Zgodnie z art. 20, ustawy z Prawa budowlanego [1] projektant ma obowiązek zlecić sprawdzenie projektu architektoniczno-budowlanego pod względem zgodności z przepisami, w tym techniczno-budowlanymi, przez osobę mającą uprawnienia budowlane bez ograniczeń w odpowiedniej specjalności lub rzeczoznawcę budowlanego. Nic nie jest powiedziane na temat sprawdzenia części projektu dotyczącej konstrukcji, czyli części, od której zależy bezpieczeństwo ludzi i mienia. Omawiany projekt nie był sprawdzony.

Opracowanie projektowe musi być również zgodne z obowiązującymi normami i wiedzą techniczną, a projekt techniczny budowlany powinien zawierać opis techniczny, obliczenia statyczne, rysunki projektowe. W zakresie konstrukcji stalowych projekt powinien zawierać rysunki elementów konstrukcji, wykaz elementów wysiłkowych, projekt montażu i inne informacje.

Konstrukcję obiektu wykonano na podstawie projektów dwóch różnych przedsiębiorstw, dotyczy to konstrukcji szkieletu stalowego oraz fundamentów. Zabrakło koordynacji między dwoma przedsiębiorstwami opracowującymi dokumentację. Wynikiem tego, między innymi nie opracowano sposobu oparcia stalowego słupa na elemencie żelbetowym, na przykład według [3].

W omawianym przypadku nie wykonano również dokumentacji powykonawczej, zawierającej naniesione zmiany w stosunku do dokumentacji projektowej. W polskich normach przedmiotowych na przykład w [5] w punkcie E.2.7, szczegółowo opisano zawartość dokumentacji powykonawczej. Dokumentacja powykonawcza ma zawierać komplet rysunków z naniesionymi wszystkimi zmianami dokonanymi w czasie budowy.

Zgodnie z art. 60 ustawy Prawo budowlane właściciel obiektu powinien dysponować dokumentacją budowlaną i dokumentacją powykonawczą.

## 5. Opis fundamentów pod stalowe słupy hali

Fundamenty zaprojektowano w postaci stóp fundamentowych pod słupami stalowymi.

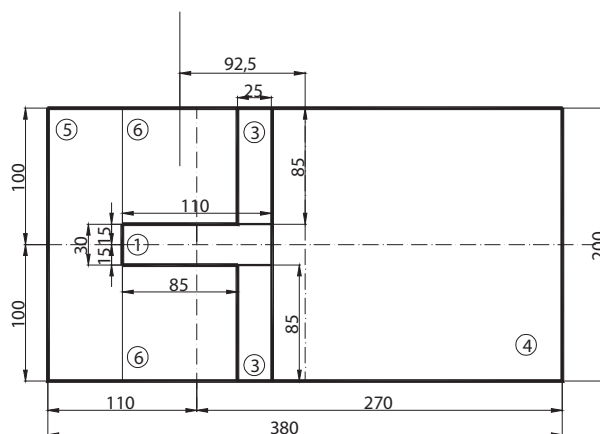
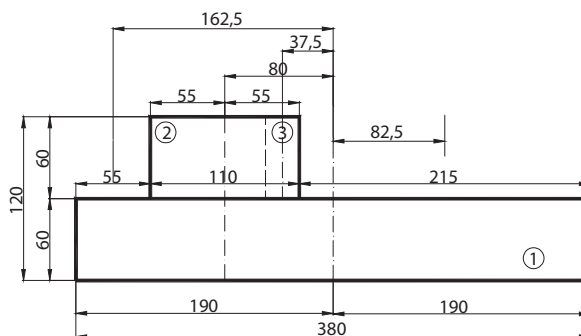
Stopy mają kształt schodkowy z częścią dolną prostokątną i częścią górną słupową (rys. 3). Słupy nośne w osiach zewnętrznych podłużnych są sztywno zamocowane w fundamentach. Stopy są niesymetrycznie usytuowane w stosunku do osi słupów, gdyż przenoszą momenty zginające. Stopy zbrojone u dołu siatką z prętów  $\varnothing 12$  i  $\varnothing 20$ , siatką z prętów  $\varnothing 12$  w górze stopy, oraz prętami pionowymi  $\varnothing 20$  i strzemionami  $\varnothing 8$ . Zgodnie z zapisami na rysunkach fundamentów, stopy fundamentowe należało wykonać z betonu B20 (zostało to przekreślone na rysunku i napisane odręcznie B25, bez żadnego podpisu) i stali zbrojeniowej AII-34GS i AI-St3S.

Szczegółowo rozważono stopy słupów usytuowane pod ramami poprzecznymi hali. Stopy te są najbardziej obciążone siłą osiową i momentem zginającym.

Na górnej części słupowej fundamentu opierają się stalowe słupy hali. Stalowe słupy są łączone z fundamentami za pomocą stalowych kotwi. Z dostępnych rysunków rzutu fundamentów, usytuowania słupów w poziomie posadzki, blach podstaw słupów i fundamentów nie można było jednoznacznie określić usytuowania kotwi w fundamentach. Z tego względu nie można ocenić, czy kotwy prawidłowo osadzono w fundamentach.

Z wymiarów znajdujących się na rysunkach konstrukcyjnych dokumentacji wynikało, że kotwy na budowie należało osadzić w odległości 9,0 cm od krawędzi betonowej części słupa. W przedstawionym rozwiązaniu projektowym jest to odległość minimalna. W prawidłowo opracowanych rysunkach konstrukcji kotwy powinny być narysowane w przestrzeni fundamentów (w betonie) z odpowiednimi wymiarami względem osi słupów. Opracowania takiego nie było.

Zgodnie z [4], strefę docisku, czyli miejsce bezpośredniego oparcia stalowego słupa na fundamencie należy



Rys. 3. Przykładowy widok fundamentu z boku i z góry

zbroić zgrzewanymi siatkami. Powinny być trzy warstwy siatek, rozstawionych maksymalnie co 8,0 cm. Zbrojenia takiego również nie było.

Fundamenty z częścią słupową i częścią płytową zostały opracowane niefachowo, bez znajomości sztuki opracowania rysunków technicznych.

## 6. Terminy betonowania fundamentów

W wyniku zaistniałej sytuacji (pękanie cokołów fundamentów) należało dokładnie przeanalizować zapisy w dzienniku budowy i dotrzeć do dat betonowania poszczególnych stóp fundamentowych i montowania słupów stalowych. Zapisy w dzienniku były lakoniczne i często nieczytelne. Istotne wpisy z dziennika budowy zestawiono w tabeli 1.

W dzienniku budowy tylko w dniu 8.08.2005 r. zanotowano, że zgłoszono do odbioru zbrojenie i deskowanie stóp fundamentowych oraz, że w tym dniu betonowano wyżej wymienione stopy fundamentowe. Niestety nie napisano, które stopy fundamentowe betonowano. Pozostałe zapisy dotyczyły tylko odebrania zbrojenia i deskowania fundamentów.

W dokumentacji budowlanej (na jednym z rysunków rzutu fundamentów) zestawiono klasy betonu, daty betonowania oznaczonych w dokumentacji technicznej fundamentów. W dzienniku budowy nie zanotowano

zamieszczonych w zestawieniu informacji dotyczących dat betonowania konkretnych fundamentów. Terminy betonowania należało zanotować w dzienniku budowy. Obowiązek taki wynika z art. 25 [1].

Z zestawienia znajdującego się w dokumentach wynikało, że betonowanie fundamentów trwało od 10.08.2005 r. do 29.09.2005 r. (a z zapisu w dzienniku budowy wynika, że betonowanie rozpoczęło już 08.08.2005 – zapis w tabeli 1).

Jakość betonu i daty betonowania fundamentów są czynnikiem najważniejszym w tej sytuacji. Niestety nie można jednoznacznie ocenić wieku (betonu) – liczby dni, jakie upłynęły od czasu betonowania do czasu montażu stalowych słupów. Od wieku betonu zależy jego wytrzymałość w stosunku do zamierzonej klasy. Brak znajomości wieku betonu jest wynikiem braku wiedzy i staranności wykonania obowiązków inspektora nadzoru budowlanego i kierownika budowy.

Terminy budowy zmuszały do rozpoczęcia pilnego montażu, a to zobowiązywało służby techniczne do dokładnej rejestracji betonowania fundamentów. Należało również zapoznać się ze składnikami dostarczonego betonu, gdyż na budowę dostarczono beton wykony przy użyciu cementu hutniczego z dodatkiem popiołów lotnych w ilości 40%. Wiadomo bowiem, że beton wykonany przy użyciu cementu hutniczego wolniej twardnieje, w stosunku do betonów wykonanych na przykład przy użyciu cementu portlandzkiego. Podobnie beton wolniej twardnieje przy zastosowaniu popiołów lotnych.

## 7. Uszkodzenia i naprawa stóp fundamentowych

Sposób uszkodzenia fundamentów był znany tylko z opisu zawartego w książce budowy. Równocześnie opis ten jest wyjątkowo lakoniczny. Można się było tylko domyślać, jakie uszkodzenia powstały. Prawdopodobnie nastąpiło pęknięcie otuliny zbrojenia, ewentualnie otuliny kotwi osadzonej zbyt blisko krawędzi betonu, w wyniku uderzenia ciężkim stalowym słupem podczas montażu. Uszkodzenia takie są mało znaczące.

Brak wiedzy, czy też zaniedbanie służb nadzorujących budowę jest przyczyną, że nie udokumentowano uszko-

dzenia. W związku z powstałymi uszkodzeniami zaczęto wzmacniać, dopiero co betonowane fundamenty. Zaprojektowane i wykonane wzmocnienia w postaci stalowych obejm z płaskowników nie wskazują, jakiemu celowi mają służyć, jakie obciążenie mają przekazywać na dolną płaską część fundamentu. Prawdopodobnie zbrojenie stalowymi prętami pionowymi, strzemionami i siatką górną części słupowego elementu fundamentu nie wymagałoby innych zewnętrznych elementów. Zastosowane zewnętrzne elementy nie współpracują z częścią żelbetową, nie przejmują obciążenia ze słupa i nie przekazują na płaską część fundamentu. Zastosowane i wykonane wzmocnienie nie spełnia założeń projektantów i nie wzmacnia słupowej części fundamentu. Wykonane wzmocnienie było zbędne.

## 8. Badania betonu

Badania betonu stóp fundamentowych wykonano w dwóch niezależnych od siebie laboratoriach. W obu przypadkach próbki wycięto tego samego dnia i z tych samych fundamentów.

W jednym z laboratoriów oszacowano i oceniono beton o wytrzymałości jak dla klasy C16/20, oznacza to, że zgodnie z nadal stosowaną polską normą [4], jest to beton klasy B20. Można przyjąć, że udokumentowany wiek betonu, licząc od czasu montażu konstrukcji do czasu badania, wynosi (06.09.2005 do 10.10.2005) min. 30 dni. Próbkę zawierały liczne kawerny i pory powietrzne, co świadczy o niewystarczającym zagęszczeniu betonu. Prawidłowe zagęszczenie decyduje o jakości betonu, o jego wytrzymałości (i klasie).

Do drugiego laboratorium dostarczono 14 próbek walcowych i 11 próbek sześciennych. Z dostarczonych 25 próbek, do badań zakwalifikowano 13 próbek walcowych. Zakwalifikowane próbki nie miały widocznych porów powietrznych i kawern. We wnioskach z badań stwierdzono, że „Z powodu braku szerszych informacji dotyczących między innymi parametrów samego betonu, warunków formowania i pielęgnacji, sposobu pobrania próbek, lokalizacji miejsc i kierunków pobierania odwiertów nie podjęto się uogólnić uzyskanych wyników badań”.

**Tabela 1.** Zestawienie niektórych zapisów z dziennika budowy

08.08.2005	Zgłoszono do odbioru zbrojenie i deskowanie stóp fundamentowych
08.08.2005	Betonowanie wyżej wymienionych stóp fundamentowych
06.09.2005	Rozpoczęcie montażu konstrukcji stalowej od osi Q – J/1 – 4
07.09.2005	Pękają nasady stóp fundamentowych 1'/M, N i O'/2, 3, Inspektor nakazuje dokręcać na przemian nakrętki stóp słupów
09.09.2005	Przesunięcia głowic stóp fundamentowych zaszrobać i obetonować, poszerzyć głowice
12.09.2005	Błędne poziomy głowic stóp nadbetonować
12.09.2005	Montaż konstrukcji w osiach 1-10/A-O
19.09.2005	Inspektor wstrzymuje dalszy montaż słupów, zbyt krótki okres dojrzewania betonu. Słupy w osi 13/EM oraz (zapis nieczytelny)
26.09.2005	Inspektor zezwala na kontynuację montażu konstrukcji stalowej
28.09.2005	Podczas montażu konstrukcji stalowej stwierdzono, że w niektórych fundamentach osie kotwi nie pokrywają się z osiami konstrukcji stalowej. Postanowiono dokonać rozbiórki i przebudować fundamenty

## 9. Podsumowanie

- Zadanie inwestycyjne wykonano bez kompleksowo opracowanego projektu budowlanego. W omawianym przypadku nie wykonano dokumentacji powykonawczej, zawierającej naniesione zmiany w stosunku do dokumentacji projektowej.
- Zabrakło koordynacji między dwoma przedsiębiorstwami opracowującymi dokumentację. Wynikiem braku współpracy było nieopracowanie sposobu oparcia stalowego słupa na elemencie żelbetonowym, na przykład według [3]. W projekcie szczególnie zabrakło powiązania fundamentów z konstrukcją stalową, jak również zabrakło opracowania dotyczącego montażu konstrukcji stalowej.
- Służby techniczne miały obowiązek prowadzić dokładną dokumentację betonowania poszczególnych fundamentów.
- Służby techniczne powinny były zapoznać się ze składem mieszanki betonowej. Cement hutniczy charakteryzuje się wolniejszym procesem wiązania i twardnienia. Równocześnie dodatek popiołu lotnego wpływa na względną wytrzymałość betonu na ściskanie i opóźnia proces twardnienia (wzrost wytrzymałości).
- Po przeprowadzeniu analizy wyników badań betonu wykonanych przez różne zespoły badawcze ocenio-

no, że fundamenty wykonano częściowo z betonu B20 i częściowo z betonu B15.

- Uszkodzenia fundamentów powstały nie z powodu zbyt małej klasy betonu, a z powodu niewystarczającej jeszcze wytrzymałości betonu. Jest oczywiste, że im klasa betonu jest mniejsza, to przedwczesny montaż konstrukcji stalowej łatwiej uszkodzi nie stwardniały jeszcze beton.
- Nie udokumentowano zakresu i jakości uszkodzenia głowic słupów żelbetonowych. Odpowiednie zbrojenie prętami stalowymi, mimo słabego jeszcze betonu, mogło zapobiec uszkodzeniu betonowych głowic słupów.
- Zastosowane wzmocnienia stalowymi płaskownikami słupów nie spełniają zamierzonego celu przewidzianego przez projektanta i inspektora nadzoru budowlanego. Wykonane wzmocnienie jest zbędne.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Dz.U. 2003.207.2016, ustawa z 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego, poz. 1133
- [3] PN-B-03215:1998 Konstrukcje stalowe. Połączenia z fundamentami. Projektowanie i wykonanie
- [4] PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne I projektowanie
- [5] PN-B-06200:2002 Konstrukcje stalowe budowlane. Warunki wykonania i odbioru. Wymagania podstawowe
- [6] Opinia budowlana wykonana zlecenie Sądu na Uniwersytecie Zielonogórskim, Autorzy opinii: A. Matysiak, E. Grochowska

# Ogólnopolski Kongres Pożarnictwa

**24 lipca 2014, Stadion Narodowy w Warszawie**  
**Al. Księcia J. Poniatowskiego 1, Warszawa,**  
**Sala konferencyjna GALERIA -1,**  
**wejście od Al. Zielenieckiej**  
**Czwartek od godz. 08.40. Wstęp bezpłatny**

### GŁÓWNE TEMATY KONGRESU:

- Projektowanie ochrony przeciwpożarowej budynków wysokościowych.
- Udział i rola Państwowej Straży Pożarnej w odbiorze technicznym obiektu. Wybrane zagadnienia z problematyki odbiorowej Stadionu Narodowego.
- Metody obliczeniowe w zakresie usytuowania budynków – WYKŁAD PO RAZ PIERWSZY ZOSTANIE ZAPREZENTOWANY PODCZAS KONGRESU POŻARNICTWA.
- Bezpieczeństwo pożarowe i energetyczne obiektów budowlanych i przemysłowych. Zapobieganie pożarom i awariom oraz projektowanie ochrony ppoż w nowoczesnych obiektach budowlanych w oparciu o aktualne zmiany, normy i wymogi w przepisach.
- Opiniowanie obiektów i stosowanie rozwiązań za-

stępczych i zamiennych. ZMIANY W PROCEDURZE ODBIOROWEJ dotyczące przekazywania obiektów do użytkowania.

KONGRES POŻARNICTWA to specjalistyczna impreza szkoleniowa skierowana do podmiotów profesjonalnie zajmujących się planowaniem, projektowaniem, przygotowywaniem, realizacją inwestycji budowlanych oraz mających bezpośredni wpływ na przebieg procesów inwestycyjnych w Polsce. UCZESTNICTWO W KONFERENCJI DLA GOŚCI JEST BEZPŁATNE. Bieżąca edycja ma na celu przybliżenie aktualnych zmian w przepisach które weszły w życie z początkiem 2014 r. oraz zaprezentowanie systemów i rozwiązań mających na celu poprawę bezpieczeństwa pożarowego obiektów budowlanych i przestrzeni o różnym charakterze, przeznaczeniu i w różnym stadium budowy lub eksploatacji. Podczas pięciu sesji konferencji zostaną omówione zagadnienia z wielu powiązanych ze sobą dziedzin od nowości w systemach alarmowych i zabezpieczeniach po bierną ochronę przeciwpożarową. Zgodnie z założeniem pierwotnym celem Kongresu od początku jego powstania jest popularyzacja ochrony przeciwpożarowej w Polsce oraz szerzenie wiedzy na temat produktów i rozwiązań, które mają bezpośredni wpływ na poprawę bezpieczeństwa obiektów budowlanych. Jest to już XI edycja ogólnopolska organizowana dla profesjonalistów sektora branży przeciwpożarowej, budowlanej i elektroenergetycznej.