

# PRZEBUDOWY

## konstrukcji stalowych

### Część 6

### przebudowa po pożarze i rozbiórka



**dr inż. Jan Gierczak**  
Katedra Konstrukcji Metalowych  
Politechnika Wroclawska

Zarówno zmiany w prawie budowlanym, jak i oczekiwania użytkowników, w tym także najemców, wymuszają przebudowy istniejących obiektów. Istotną sprawą jest ocena przydatności konstrukcji po pożarze oraz elementów pochodzących z rozbiórki.

ocenę przydatności konstrukcji po pożarze należy rozpocząć od ustalenia zmian właściwości mechanicznych i zmian strukturalnych powstałych wskutek nadmiernego nagrzania się konstrukcji stalowej. Zależy to od intensywności pożaru, czasu jego trwania, sposobu gaszenia i użytych środków, rodzaju konstrukcji, obudowy, typu kształtowników (dwuteowy, rurowy przekrój), grubości elementów oraz zakresu temperatury, jaka oddziaływała na konstrukcję. Ważnym parametrem staje się wskaźnik ekspozycji przekroju elementu nieosłoniętego [1/m] (wyznaczony zgodnie z PN-EN 1993-1-2:2005). Zatem liczba czynników wpływających na konstrukcję w czasie pożaru jest znaczna i nie zawsze można jednoznacznie je ustalić (np. czas, w jakim dany element konstrukcyjny był poddany wysokiej temperaturze). W przypadku konstrukcji nieosłoniętej może nastąpić zmiana w strukturze stali. Jeśli szybkość gaszenia jest mniejsza niż szybkość krytyczna, to następuje częściowa przemiana perlitu. Stal o budowie drobnoziarnistej może zmienić strukturę na gruboziarnistą. W strefie przypowierzchniowej może powstać struktura Widmannstätena i mogą wystąpić niebezpieczne odwęglenia, początkujące mikropęknięcia, które następnie rozprzestrzeniają się na pozostałą część przekroju. Niestety przebiegi pożarów różnych obiektów są trudne do porównania i wyciągnięcia jednoznacznych wniosków, gdyż konstrukcje te mają inne: wytyżenia, źródło pożaru, czas nagrzewania konstrukcji oraz czas schładzania konstrukcji. Z tego też płynnie wniosek, że do każdej konstrukcji po pożarze należy podejść indywidualnie.

Przed przystąpieniem do oceny konstrukcji stalowej po pożarze pod kątem jej dalszej eksploatacji, remontu czy też przebudowy [8] należy przede wszystkim:

- ustalić gatunek stali,
- ustalić maksymalną temperaturę, jakiej poddana była konstrukcja stalowa, np. na podstawie uszkodzenia farby lub innych elementów znajdujących się koło rozpatrywanego elementu,

- zbadać strukturę stali po pożarze na podstawie badań mikroskopowych i ustalić, przy jakiej temperaturze zachodzi zmiana struktury stali,
- ustalić odkształcenia konstrukcji po pożarze, a w szczególności odkształcenia stężeń połączeniowych i pionowych,
- na podstawie pomiaru odkształceń konstrukcji oszacować temperaturę elementu w czasie pożaru i porównać ją z temperaturą przyjętą na podstawie wstępnych oględzin,
- wykonać pomiary geodezyjne całej konstrukcji w celu ustalenia geometrii konstrukcji po pożarze.

Osobnym problemem są obiekty wykonane z elementów profilowanych na zimno. Z powodu małej grubości blach (od 0,6 do 6,0 mm), z jakich formowane są elementy profilowane na zimno, temperatura krytyczna wynosi około 350°C. Dla elementów gorącowalcowanych temperatura krytyczna wynosi około 700°C. Przy temperaturze krytycznej konstrukcja traci swoją zdolność do przenoszenia obciążeń zewnętrznych i ulega zniszczeniu. Dla elementów profilowanych na zimno zmiany krystalizacji struktury stali nie zdążą powstać przy tak niskiej temperaturze krytycznej. Elementy profilowane na zimno po pożarze nie nadają się do odzyskania, gdyż są nadmiernie trwale odkształcone. Zaleca się sprawdzenie dopuszczalnych odchyłek odkształceń konstrukcji profilowanej na zimno i porównanie ich z dopuszczalnymi odchyłkami zawartymi w normie PN-EN 1090-2.

Obiekty kubaturowe, powstające od 1990 r. z elementów profilowanych na zimno wykorzystują elementy obudowy do poprawy nośności elementów głównych. Elementy takie jak płatwie czy też rygle ścienne służą dodatkowo do zabezpieczenia głównych elementów, np. ram stalowych, przed zwichrzeniem lub wybożeniem. Szybka degradacja tych elementów powoduje lawinowe zniszczenie hali, które następuje po 15 minutach od wybuchu pożaru.

#### Roboty rozbiórkowe

Rozbiórkę obiektów przebudowywanych należy rozpocząć od wykonania projektu rozbiórki, zawierającego podstawowe dane o obiekcie, tj. gabaryty obiektu, schematy statyczne konstrukcji, zakres rozbiórki, rozmieszczenie wszelkich instalacji dochodzących do obiektu i użyte materiały wykończeniowe. W szczególności schematy statyczne przedstawione w projekcie rozbiórki pozwalają kierownikowi robót rozbiórkowych kontrolować w sposób bezpieczny demontaż elementów konstrukcyjnych i zastosować dodatkowe stężenia zabezpieczające układ konstrukcyjny. Projektant powinien przewidzieć dodatkowe siły poziome przyłożone w miejscu występowania obciążeń stałych (np. ciężar własny stropu). Siły poziome nie powinny być mniejsze od 15% ciężaru własnego stropu. Siły te powstają przy niepionowym podnoszeniu demontowanych elementów, przy rozłączaniu elementów między sobą, uderzeniach bocznych wywołanych przez zdejmowane elementy itd. W przypadku występowania elementów szkodliwych dla zdrowia, takich jak np. azbest, w opracowaniu powinien być zawarty sposób usunięcia azbestu i jego utylizacji. W projekcie powinna być przedstawiona kolejność demontażu konstrukcji w ta-

ki sposób, aby konstrukcja ta nie zamieniła się w mechanizm i mogła przenosić obciążenia zewnętrzne na fundament przez cały czas trwania rozbiórki obiektu.

Do obowiązków wykonawcy należy przedstawienie projektu zabezpieczenia robót w okresie trwania budowy z uwzględnieniem sąsiednich posesji i wymagań zarządcy obiektu. Przed przystąpieniem do robót wykonawca powinien obwieścić publicznie przeprowadzenie robót przez umieszczenie tablic informacyjnych w miejscach i o liczbie i treści określonych przepisami. Tablice informacyjne muszą być utrzymywane przez wykonawcę w dobrym stanie przez cały czas realizacji zadania. Wykonawca powinien ogrodzić teren w sposób uniemożliwiający dostanie się osób trzecich na teren rozbieranego obiektu. W tym celu wykonawca powinien dostarczyć, zamontować i utrzymywać następujące elementy: ogrodzenie, poręczce, oświetlenie, znaki ostrzegawcze i inne środki niezbędne do ochrony robót rozbiórkowych. Wjazdy i wyjazdy oraz podjazdy powinny być zorganizowane zgodnie z przepisami, i gwarantować bezpieczeństwo osób zatrudnionych przy pracach rozbiórkowych i osób znajdujących się w sąsiedztwie obiektu. Przed rozpoczęciem robót rozbiórkowych należy odłączyć obiekt od sieci gazowej, ciepłej, elektroenergetycznej, teletechnicznej, wodociągowej i kanalizacyjnej. Wykonawca ma obowiązek znać i stosować w czasie robót wszelkie przepisy dotyczące ochrony środowiska naturalnego. Dotyczy to środków ostrożności i zabezpieczenia przed zanieczyszczeniami cieków wodnych oraz zbiorników pyłami lub substancjami toksycznymi, a także zanieczyszczenia powietrza pyłami i gazami.

Wykonawca ma obowiązek stosować się do przepisów ochrony przeciwpożarowej, dysponować odpowiednim sprzętem gaśniczym, mieć rozeznanie, gdzie znajdują się najbliższe hydranty przeciwpożarowe.

Wykonawca odpowiada za ochronę instalacji na powierzchni ziemi i za urządzenia podziemne, tzn. ma zapewnić właściwe oznaczenie i zabezpieczenie tych instalacji przed uszkodzeniem w czasie trwania rozbiórek. Wykonawca przed przystąpieniem do robót powinien zapoznać pracowników z programem rozbiórki i poinstruować ich o bezpiecznym sposobie jej wykonywania. Podczas realizacji wszyscy uczestnicy rozbiórki muszą przestrzegać przepisów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy. Osoby zatrudnione przy rozbiórce powinny posiadać aktualne badania lekarskie i odpowiednie ubranie, tj. kaski, szelki, okulary, rękawice, odzież ochronną itp.

W związku z powyższym przed przystąpieniem do robót kierownik budowy zobowiązany jest sporządzić plan bezpieczeństwa i ochrony zdrowia zwany planem BIOZ. Plan BIOZ powinien zawierać informacje dotyczące przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji robót rozbiórkowych, określające skalę i rodzaje zagrożeń oraz miejsce i czas ich wystąpienia, a także sposoby zapobiegania tym zagrożeniom.

**Nie wolno stosować stali z obiektów obciążonych zmęczeniowo.**

Zabronione jest prowadzenie robót rozbiórkowych, jeżeli zachodzi możliwość przewrócenia obiektu przez wiatr (roboty powinny być wstrzymane przy wietrze powyżej 5 m/s lub 10 m/s, w zależności od rodzaju obiektu). W szczególności dla budowli wysokich, tj. wież, masztów, kominów dopuszczalna prędkość wiatru powinna być zredukowana do 5 m/s. Zabrania się przebywania ludzi na poniżej położonych kondygnacjach. Gruz powinien być usuwany przez użycie rynien zsypanych, zsuwni pochylonych lub rękawów. Zabronione jest przewracanie ścian lub innych części obiektu przez podkopywanie i podcinanie. Zabronione jest przebywanie osób i urządzeń w strefie niebezpiecznej w czasie prowadzenia prac.

Stateczność konstrukcji podlegającej rozbiórce powinna być geometrycznie niezmienna na każdym etapie jej realizacji. W tym celu powinno się stosować dodatkowe stężenia, aby zapewnić konstrukcji stateczność. Kierownik robót powinien sprawdzać, czy na każdym etapie

**CleanAir**<sup>®</sup>  
FACTORY



## Stacjonarne CleanAir

CleanAir 4000, 6000, 8000  
urządzenia filtrowentylacyjne  
do systemów wentylacji:  
push-pull, ogólnej,  
stanowiskowej i stołów do  
ciągnięcia termicznego metali



## Mobilne CleanAir

CleanAir 1000, 2000, BASIC  
wszechstronne urządzenia  
filtrowentylacyjne stanowiące  
system wentylacji  
stanowiskowej



## Stół szlifierski z odciąganiem

CleanAir GRIND 1000  
jednostka kompletna  
filtrowentylująca do  
odciągania zanieczyszczeń  
powstałych podczas  
procesu szlifowania stali  
ręcznymi szlifierkami

rozbiórki pozostała część jest zdolna przenosić nie tylko siły pionowe, lecz także siły poziome, zaczepione na najwyższym poziomie pozostałej konstrukcji. Przed przzerwaniem robót na czas dłuższy niż jedna godzina należy sprawdzić, czy konstrukcja częściowo rozebrana ma możliwość przeniesienia sił od wiatru normowego pomniejszonego o 20%.

### Pozyskane z rozbiórki

21 października 1950 r. została wydana norma PN-50/B-06211 *Kształtowniki i konstrukcje stalowe pochodzące z rozbiórki. Wytyczne stosowania*. W latach 50. elementy pochodzące z rozbiórki były stosowane masowo. Spowodowane to było działaniami wojennymi – po II wojnie światowej wiele obiektów było zniszczonych, brakowało powszechnie materiałów budowlanych – oraz warunkami ekonomicznymi, w jakich znajdował się kraj po wojnie. Obecnie stal pochodzącą z rozbiórek stosuje się sporadycznie. Niemniej jednak można spotkać inwestorów, zakłady produkcyjne, którzy decydują się na zakup rozbieranych hal przemysłowych. Przykładem takim może być sprzedaż przez IKEA swojej hali (wybudowanej w latach 90. XX w.) znajdującej się we Wrocławiu na Bielanych. Sprzedaż obejmowała nie tylko konstrukcję obiektu, płatwie kratowe, rygle kratowe i słupy, lecz także blachę trapezową obudowy. W tym przypadku sprzedawca posiadał stosowne atesty na materiał użyty w czasie budowy i projekt w części konstrukcyjnej z rysunkami warsztatowymi poszczególnych elementów. W tej sytuacji postępowanie przy adaptacji nowej konstrukcji jest bardzo ułatwione. Projektowanie i odbiór takiej konstrukcji powinny odbyć się w świetle obecnych norm przedmiotowych, tj. PN-EN 1090.

### Nie wolno stosować stali z obiektów, które uległy zniszczeniu po pożarze.

Dla budynków starszych, liczących ponad 40 lat, bardzo często brakuje dokumentacji projektowej, atestów użytych materiałów itd. W tym celu wspomniana norma PN-50/B-06211 była bardzo pomocna przy wykorzystywaniu elementów pozyskanych z rozbiórki. Obecnie, od 1984 r., norma ta jest całkowicie wycofana. Odnosiła się ona do metod postępowania w czasie projektowania i wykonywania nowych obiektów kubaturowych z elementów rozbiórkowych. Przedstawione zapisy w normie dezaktualizowały się znacząco. Autor proponuje wykorzystywać kształtowniki stalowe pod warunkiem spełnienia następujących warunków:

- nie wolno stosować stali z obiektów, które uległy zniszczeniu po pożarze,
- nie wolno stosować stali z obiektów obciążonych zmęczeniowo,
- należy sprawdzić elementy zgodnie z normą PN-EN 1090-2, tj. odchylki walcownicze, wykonawcze itd.,
- należy uwzględnić, przez redukcję przekroju poprzecznego, ubytki korozyjne,
- należy wykonać badania laboratoryjne składu chemicznego stali (na tej podstawie ustalić spawalność stali) oraz ustalić podstawowe dane mechaniczne stali, tj. granicę doraźną, granicę plastyczności, wydłużalność oraz udarność,
- przed malowaniem i po czyszczeniu konstrukcji do danego stopnia czystości należy elementy obejrzyć na okoliczność pęknięć, zmian struktury itd.,
- stal rozbiórkowa może być stosowana wyłącznie dla obiektów nieobciążonych zmęczeniowo,
- stal rozbiórkowa może być prostowana na zimno dla stali niespawalnej lub na gorąco dla stali spawalnej.

W nowo budowanych obiektach nie zaleca się ponownego wykorzystania stali zgrzewnych i stali zlewnych z początku XX w. pochodzących z rozebranych obiektów.

### Podsumowanie

W cyklu artykułów przytoczono problematykę przebudowy i związanych z nią prac towarzyszących np. rozbiórki, istniejących stalowych obiektów kubaturowych. Poruszono aspekty i problemy prawidłowego

W nowo budowanych obiektach nie zaleca się ponownego wykorzystania stali zgrzewnych i stali zlewnych z początku XX wieku pochodzących z rozebranych obiektów.

i racjonalnego przeprowadzenia przebudowy obiektu, zgodnie z obowiązującymi przepisami technicznymi i własnymi doświadczeniami. Poruszona problematyka jest bardzo rozległa i wymaga indywidualnego podejścia do poszczególnych przypadków. Różnorodność ograniczeń i potrzeb generuje nietypowe rozwiązania konstrukcyjne. Poziom tych rozwiązań zależy wyłącznie od wiedzy, doświadczenia i umiejętności inżyniera. Oceny prac inżynierskich można dokonać jedynie metodą porównawczą, tzn. przez porównanie dwóch rozwiązań podobnych problemów technicznych wykonanych przez różne zespoły projektowe. ■

**Abstract: Reconstructions of steel structures.** *The problem of reconstruction of existing steel buildings will be presented in an article series, which will describe aspects and issues that are important from the point of view of a correctly and rationally led building reconstruction, according to the currently binding law and to the author's personal experience.*

### Bibliografia

- [1] Albert F., *Bautechnische Tabellen und Formeln*, Baedeker – Verlag, Essen 1898.
- [2] Bodarski Z., Czaplinski K., *Informacje techniczne dla rzeczoznawców w zakresie spraw ogólnych oraz wybranych problemów wytrzymałości, stateczności i sztywności elementów konstrukcyjnych wykonanych z dawnych gatunków stali, a także z dawnych asortymentów drewna*, CUTOB-PZITB Ośrodek we Wrocławiu. Wrocław 1986.
- [3] Czaplinski K., *Dawne wyroby ze stopów żelaza*. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. Wrocław 2009.
- [4] Gosowski B., Kubica E., Rykaluk K., *Metalowe konstrukcje budowlane. Ćwiczenia laboratoryjne*. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 1980.
- [5] Kirschke K., Kirschke P., *Sto lat domu handlowego „Feniks”*. „Spółem” Powszechna Spółdzielnia Spożywców FENIKS. Wrocław 2004.
- [6] Masłowski E., Spizewska D., *Wzmacnianie konstrukcji budowlanych*. Wydawnictwo Arkady. Warszawa 2000.
- [7] Runkiewicz L., *Określenie dotyczące napraw i wzmocnień konstrukcji budowlanych*, „Przeład Budowlany” 10/2006.
- [8] Ziółko J., *Utrzymanie i modernizacja konstrukcji stalowych*. Wydawnictwo Arkady. Warszawa 1991.
- [9] Ziółko J., *Ocena stali w diagnostyce konstrukcji stalowych*, IV Konferencja Naukowo-Techniczna „Warsztat pracy rzeczoznawcy budowlanego”, Kielce 1998.

### Normy, instrukcje i wytyczne

- [N1] Erlaß des Polizeipräsident von Berlin, zentralblatt der bauverwaltung, 1887.
- [N2] Erlaß des Preußischer Minister für öffentliche Arbeiten, 1910.
- [N3] PN/B-190. Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie. Warszawa 1938.
- [N4] PN-56/B-03200. Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie. Warszawa 1956.
- [N5] PN-62/B-03200. Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie. Warszawa 1962.
- [N6] PN-76/B-03200. Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie. Warszawa 1976.
- [N7] PN-80/B-03200. Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie. Warszawa 1980.
- [N8] PN-90/B-03200. Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie. Warszawa 1990.
- [N9] PN-EN 1993-1-1 Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1; Reguly ogólne i reguly do budynków PKN Warszawa 2006.
- [N10] PN-EN 1993-1-3 Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-3; Blachownice. PKN Warszawa 2008.
- [N11] PN-EN 1993-1-5 Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-5; Reguly ogólne. Uzupełnienie dla konstrukcji z kształtowników i blach profilowanych na zimno. PKN Warszawa 2008.
- [N12] PN-EN 1993-1-8 Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-8 Projektowanie węzłów. PKN Warszawa 2006.
- [N13] PN-EN 1993-1-9 Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-9; Zmęczenie. PKN Warszawa 2007.
- [N14] PN-EN 1090-1 Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych Część 1: Zasady oceny zgodności elementów konstrukcyjnych. PKN Warszawa 2010.
- [N15] PN-EN 1090-2 Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych. Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych. PKN Warszawa 2009.

### O autorze

Dr inż. Jan Gierczak jest czynnym projektantem, rzeczoznawcą budowlanym, konsultantem wielu firm budowlanych o specjalności konstrukcji stalowych. Brał udział w realizacji licznych obiektów przemysłowych. Jest autorem wielu ekspertyz dotyczących projektowania i wykonawstwa konstrukcji stalowych, a także licznych projektów konstrukcji szklanych z elementami stalowymi (jak np. stalowe kraty linowe), wykonanych ze szkła hartowanego i klejonego. Jest adiunktem w Zakładzie Konstrukcji Metalowych na Politechnice Wrocławskiej.