

Builder Science to dział miesięcznika „Builder” dostępny bezpłatnie w ramach open access journals na platformie [www.builderscience.pl](http://www.builderscience.pl), w którym publikowane są artykuły naukowe w następujących dyscyplinach naukowych: architektura i urbanistyka oraz inżynieria lądowa i transport. Artykuły naukowe indeksowane są w bazach danych: Index Copernicus i BazTech. Dodatkowo wersja papierowa działu Builder Science jest dostępna w wybranych bibliotekach, w tym w bibliotekach uczelni technicznych, w polskich ośrodkach naukowych oraz podczas wybranych konferencji naukowych.

### PARTNERZY WYDANIA



6

### WYBRANE TECHNOLOGIE ENERGETYCZNE KONWERSJI ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

DOI: 10.5604/01.3001.0013.8799

dr hab. inż. WOJCIECH DROZD

ORCID: 0000-0001-7978-2268

Politechnika Krakowska  
Wydział Inżynierii Lądowej  
Katedra Zarządzania w Budownictwie

**Streszczenie:** W artykule sklasyfikowano źródła energii i metody konwersji odnawialnych źródeł energii. Przedstawiono oraz porównano wybrane z nich, takie jak: fotowoltaika, siłownie wiatrowe, pompy ciepła oraz biomasy.

**Słowa kluczowe:** odnawialne źródła energii (OZE), metody konwersji

10

### ZAGADNIENIA TRWAŁOŚCI POKRYĆ DACHOWYCH W GŁÓWNYCH BUDYMKACH ELEKTROWNI

DOI: 10.5604/01.3001.0013.8804

dr hab. inż. EUGENIUSZ HOTAŁA, prof. PWr

ORCID: 0000-0003-2286-8436

Politechnika Wroclawska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

**Streszczenie:** W pracy zaprezentowano niektóre przypadki uszkodzeń dachowych pokryć papowych oraz pokryć z pianki poliuretanowej (PUR) w budynkach kotłowni i maszynowni oraz w innych budynkach. Szczególną uwagę zwrócono na dużą wrażliwość pokryć z pianki PUR na czynniki mechaniczne i termiczne. Wskazano na potrzebę badań odporności pianek poliuretanowych na specyficzne czynniki występujące w dachach budynków elektrowni.

**Słowa kluczowe:** pokrycie dachowe, pianka poliuretanowa, trwałość obiektu, remont dachu

14

### TECHNICZNE ASPEKTY BUDOWY KANAŁU SPALIN ODSIARCZONYCH FRP W NOWYM BLOKU ELEKTROWNI OSTROŁĘKA C

DOI: 10.5604/01.3001.0013.9705

mgr inż. MICHAŁ KOCINIAK

ORCID: 0000-0003-0090-4635

DOMINION Polska Sp. z o.o.

mgr inż. JAROSŁAW KOŚCIARSKI

ORCID: 0000-0002-5863-7368

DOMINION Polska Sp. z o.o.

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono szereg czynników, które zostały uwzględnione przy projektowaniu kanału spalin odsiarczonych metodą moką w nowo budowanym bloku Elektrowni Ostrołęka C. Odległość od osi absorbera do osi chłodni kominowej oraz wysokość absorbera sprawiły, że konieczne było przeprowadzenie wielu analiz w celu poprowadzenia kanału z TWS (tworzywo wzmacniane włóknem szklanym) w sposób odbiegający od tradycyjnego. Dzięki temu uniknięto wysokich stalowych konstrukcji wsporczych na zewnątrz chłodni oraz wysokiej konstrukcji wsporczej na riserze wewnątrz chłodni, zapewniając przy tym odpowiednie parametry przepływu spalin oraz odpowiednią wytrzymałość kanału z TWS.

**Słowa kluczowe:** kanał spalin, TWS (tworzywo sztuczne wzmacniane włóknem szklanym), CFD (obliczeniowa dynamika płynów), odsiarczanie

18

### ANALIZA SKUTECZNOŚCI ROZWIĄZAŃ OBNIŻAJĄCYCH POZIOM DRGAŃ MŁYŃÓW WĘGLOWYCH W ELEKTROWNI – STUDIUM PRZYPADKU

DOI: 10.5604/01.3001.0013.8788

dr inż. KRZYSZTOF KOZIÓŁ

ORCID: 0000-0002-5402-6252

Politechnika Krakowska  
Katedra Mechaniki Budowli i Materiałów

prof. dr hab. inż. KRZYSZTOF STYPUŁA

ORCID: 0000-0001-8679-526X

Politechnika Krakowska  
Katedra Mechaniki Budowli i Materiałów

**Streszczenie:** W referacie, rozważając przypadek elektrowni, w której stwierdzono znaczący wzrost przemieszczeń fundamentów budynku głównego jednego z bloków energetycznych, przedstawiono przykładowy sposób rozwiązywania tego typu zagadnień. Problem dotyczył zarówno osiadań statycznych, jak i dynamicznych. Ze względu na fakt, że praca urządzeń (młyna węglowego) powoduje ruch trudny do ustalenia metodami analitycznymi, należało wstępnie wykonać pomiary drgań. Dzięki temu uzyskano czasowe przebiegi przyspieszeń drgań fundamentów oraz wybranych punktów konstrukcji.

**Słowa kluczowe:** dynamika konstrukcji, pomiary drgań

## SKANOWANIE LASEROWE STALOWEJ KONSTRUKCJI ELEKTROWNI WĘGLOWEJ

DOI: 10.5604/01.3001.0013.8793

dr inż. WIESŁAW PACZKOWSKI

ORCID: 0000-0003-3228-9198

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie  
Wydział Budownictwa i Architektury

mgr inż. SZYMON SKIBICKI

ORCID: 0000-0002-2918-7759

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie  
Wydział Budownictwa i Architektury

dr inż. TOMASZ WRÓBLEWSKI

ORCID: 0000-0003-3731-1542

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie  
Wydział Budownictwa i Architektury

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono zastosowanie skaningu laserowego 3D jako uzupełniającego narzędzia oceny stanu technicznego złożonej stalowej konstrukcji szkieletowej modułu kotłowni elektrowni węglowej. W wyniku znacznego osiadania podłoża wystąpiły uszkodzenia konstrukcji obniżające jej poziom bezpieczeństwa. Do oceny stanu wyęźnienia i deformacji konstrukcji zastosowano ostatecznie analizę liniowo-sprężystą (LA) oraz analizę geometryczną i materiałowo nieliniową (GMNA). Wykonano skaningu laserowego 3D obejmujący prawie w całości wszystkie elementy konstrukcyjne występujące w modelu numerycznym. W ten sposób uzyskano informację dotyczącą geometrii oraz rzeczywistego stanu deformacji konstrukcji. W pracy porównano teoretyczny kształt deformacji słupów nośnych kotłowni z kształtem ustalonym na podstawie skaningu laserowego. Wprowadzono miarę zróżnicowania obu kształtów pozwalającą na ocenę stopnia ich zgodności.

**Słowa kluczowe:** skanowanie laserowe, stalowa konstrukcja nośna, osiadanie podłoża, elektrownia węglowa

## O PROBLEMACH REALIZACYJNYCH FUNDAMENTU POD TURBOZESPÓŁ

DOI: 10.5604/01.3001.0013.8786

prof. dr hab. inż. TADEUSZ URBAN

ORCID: 0000-0001-7494-3747

Politechnika Łódzka  
Katedra Budownictwa Betonowego

mgr inż. RADOŚLAW WALENDZIAK

ORCID: 0000-0001-8333-2366

Politechnika Łódzka  
Katedra Budownictwa Betonowego

dr inż. MICHAŁ GOŁDYŃ

ORCID: 0000-0002-7791-1940

Politechnika Łódzka  
Katedra Budownictwa Betonowego

**Streszczenie:** W artykule omówiono problemy związane z realizacją żelbetowej konstrukcji wsporczej fundamentu turbozespołu nowo budowanej elektrowni. Analizowana konstrukcja stanowiła układ 14 słupów połączonych w górnej części belkami. Po zakończeniu betonowania żelbetowych, masywnych słupów (filarów) i usunięciu deskowania stwierdzono występowanie licznych uszkodzeń o charakterze powierzchniowym i wgłębny. Ze względu na wątpliwości dotyczące trwałości Katedrze Budownictwa Betonowego Politechniki Łódzkiej zlecono przygotowanie ekspertyzy na temat przyczyn powstałych uszkodzeń.

**Słowa kluczowe:** elementy masywne, technologia betonowania, defekty betonu, badanie ultradźwiękowe

## ANALIZA POSADOWIENIA FUNDAMENTU PIERŚCIENIOWEGO CHŁODNI KOMINOWEJ

DOI: 10.5604/01.3001.0013.9706

mgr inż. WITOLD BOGUSZ

ORCID: 0000-0002-6266-342X

Instytut Techniki Budowlanej

mgr inż. MICHAŁ KOCINIAK

ORCID: 0000-0003-0090-4635

DOMINION Deutschland GmbH

dr hab. inż. TOMASZ GODLEWSKI

ORCID: 0000-0001-7986-5995

Instytut Techniki Budowlanej

dr STANISŁAW ŁUKASIK

ORCID: 0000-0003-3826-3917

Instytut Techniki Budowlanej

**Streszczenie:** Artykuł prezentuje analizę posadowienia oraz wytyczne do projektu konstrukcji chłodni kominowej w elektrowni konwencjonalnej. Zaprezentowano ogólną charakterystykę konstrukcji, główne założenia projektowe oraz opis warunków gruntowo-wodnych na rozpatrywanym obszarze. Następnie omówiono zakres i główne założenia analizy. Otrzymane na podstawie analizy wyniki prezentują podsumowanie rozważań projektowych związanych z wyborem ostatecznie przyjętego sposobu posadowienia. W rezultacie uzyskano zoptymalizowany rozkład współczynnika podatności sprężystej podłoża wraz z przewidywanymi wartościami osiadań po obwodzie fundamentu chłodni kominowej.

**Słowa kluczowe:** chłodnia kominowa, posadowienie bezpośrednie, fundament pierścieniowy, współpraca konstrukcji z podłożem

## MODELOWANIE PROCESU KOROZJI SIARCZANOWEJ W KOMINIE ŻELBETOWYM

DOI: 10.5604/01.3001.0013.9711

prof. dr hab. inż. PIOTR KONDERLA

ORCID: 0000-0001-7498-8435

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

prof. dr hab. inż. RYSZARD KUTYŁOWSKI

ORCID: 0000-0001-8497-4184

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

dr inż. KRZYSZTOF PATRALSKI

ORCID: 0000-0001-8447-9028

Politechnika Wrocławska  
Wydział Mechaniczny

**Streszczenie:** Celem pracy była próba jednolitego, możliwie prostego opisu procesu korozji siarczanowej jako superpozycji kilku sprzężonych procesów zachodzących w trakcie pracy komina, a w szczególności: a) przepływu spalin w przewodzie komina; b) dyfuzji jonów siarki w betonie trzonu komina z jednoczesnym tworzeniem się siarczanów; c) postępującej destrukcji betonu trzonu żelbetowego w wyniku korozji siarczanowej i w efekcie obniżania się nośności konstrukcji komina.

**Słowa kluczowe:** żelbetowy komin przemysłowy, korozja siarczanowa, nośność komina, dyfuzja jonów siarki

## ANALIZA WYĘŻNIENIA KOMINÓW ŻELBETOWYCH ZLOKALIZOWANYCH NA TERENACH GÓRNICZYCH

DOI: 10.5604/01.3001.0013.8791

dr hab. inż. RAJMUND ORUBA, prof. AGH

ORCID: 0000-0003-0299-1461

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza  
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono wyniki analizy obliczeniowej wpływu nachyleń terenu i wstrząsów parasejsmicznych spowodowanych podziemną eksploatacją górniczą na bezpieczeństwo kominów żelbetowych. Obliczenia wykonano z zastosowaniem metody elementów skończonych. Analizie poddano cztery kominy o wysokości od 120 do 220 m. W obliczeniach uwzględniono nachylenia terenu od 2,5 do 20 mm/m. Wykazano, że przy nachyleniach powyżej 10 mm/m mogą wystąpić przekroczenia dopuszczalnych wartości naprężeń w betonie w dolnych partiach żelbetowych trzonów nośnych. Wpływ wstrząsów górniczych określono dla komina H=180 m z zastosowaniem wzorcowego przyspieszeniowego spektrum odpowiedzi dla Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miejskiego.

**Słowa kluczowe:** kominy, nachylenia, wstrząsy górnicze

## OBIEKTY BUDOWNICTWA ENERGETYCZNEGO W ŚWIETLE NADCHODZĄCYCH EUROKODÓW DRUGIEJ GENERACJI

DOI: 10.5604/01.3001.0013.8792

mgr inż. WITOLD BOGUSZ

ORCID: 0000-0002-6266-342X

Delegat Polski do CEN TC250/S/C7  
„Evolution of Eurocode 7”  
Instytut Techniki Budowlanej

**Streszczenie:** Budownictwo w sektorze energetycznym często związane jest ze znacznie większymi potencjalnymi konsekwencjami zniszczenia i potrzebą zachowania użyteczności obiektów. Wynika to z potrzeby zapewnienia niezawodności systemu, a nie tylko jego poszczególnych elementów. W tym kontekście przedstawiono i omówiono nadchodzące zmiany w drugiej generacji europejskich norm dotyczących projektowania konstrukcji (Eurokodów). Najważniejsza ze zmian, wprowadzenie różnicowania poziomu niezawodności, została omówiona w kontekście jej wpływu na projektowanie z wykorzystaniem współczynników częściowych i zaproponowanego systemu zarządzania jakością. Na koniec omówiono niektóre ze zmian w normie Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne, gdyż ta norma została poddana największym modyfikacjom.

**Słowa kluczowe:** normalizacja, Eurokody, podstawy projektowania, zarządzanie jakością

## 45

### PROJEKTOWANIE DUŻYCH ŚCIAN ŻELBETOWYCH Z UWAGI NA WARUNKI POŻAROWE

**DOI: 10.5604/01.3001.0013.8796**

**dr hab. inż. ROBERT KOWALSKI, prof. PW**

ORCID: 0000-0002-0876-3489

Politechnika Warszawska  
Wydział Inżynierii Lądowej

**mgr inż. ROBERT MODZELEWSKI**

ORCID: 0000-0001-9072-6750

Design Construction Studio;  
Robert Modzelewski i Andrzej Redmerski

**Streszczenie:** W referacie omówiono praktyczny przypadek zaprojektowania dużych ścian żelbetowych w spalarni odpadów, z uwagi na odporność ogniową, na bazie rozpatrywania pożaru jako wyjątkowej sytuacji projektowej. Zasadność takiego postępowania wynikała z faktu, że wykorzystanie prostych *Danych tabelarycznych* PN-EN 1992-1-2 prowadziło do rozwiązań niekorzystnych ekonomicznie. Po przeanalizowaniu nośności ogniowej konstrukcji za pomocą metody Izotermy 500°C oraz w wyniku zastosowania żeber usztywniających ściany znacznie zredukowano ich grubość.

**Słowa kluczowe:** żelbet, pożar, projektowanie, konstrukcja

## 48

### INWESTYCJE WEDŁUG FIDIC. KRYTERIA WYBORU INŻYNIERA KONTRAKTU

**DOI: 10.5604/01.3001.0013.8795**

**dr hab. inż. AGNIESZKA LEŚNIAK, prof. PK**

ORCID: 0000-0002-4811-5574

Politechnika Krakowska  
Wydział Inżynierii Lądowej  
Katedra Zarządzania w Budownictwie

**Streszczenie:** W realizacji przedsięwzięć budowlanych zgodnie z popularnymi wzorami Warunków Kontraktowych FIDIC uczestniczy firma zarządzająca zwana w warunkach polskich in-

żynierem kontraktu. Inżynier ten staje się pełnomocnikiem zamawiającego posiadającym szereg uprawnień i obowiązków na kontrakcie, a jego kwalifikacje i doświadczenie będą miały znaczenie dla powodzenia całego przedsięwzięcia. Wybór właściwego zarządzającego powinien być zatem dla inwestora kluczową decyzją. Celem artykułu jest analiza kryteriów stosowanych przez zamawiających przy wyborze inżyniera kontraktu dla publicznych przedsięwzięć o charakterze przemysłowym.

**Słowa kluczowe:** zarządzanie przedsięwzięciem budowlanym, metody i kryteria wyboru oferty, usługi w budownictwie

## 51

### CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA WYTRZYMAŁOŚĆ ZMĘCZENIOWĄ KONSTRUKCJI STALOWYCH

**DOI: 10.5604/01.3001.0013.8805**

**dr inż. SŁAWOMIR ROWIŃSKI**

ORCID: 0000-0001-5512-7381

Politechnika Wroclawska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

**Streszczenie:** Do konstrukcji, które z reguły podlegają sprawdzeniu wytrzymałości na zmęczenie, należą: mosty (szczególnie kolejowe), belki podsuwnicowe, kominy wrażliwe na wzbudzenie wirowe oraz wieże i maszty. W tych konstrukcjach każdy cykl obciążenia zmęczeniowego może wywoływać zmniejszenie wytrzymałości materiału w miejscach szczególnie wrażliwych, w których występują nieregularności, np.: brzegi i granie spoin wykonanych łukowo, zakończenia żeber i blach węzłowych czy miejsca zmiany geometrii przekroju poprzecznego. Na wytrzymałość zmęczeniową konstrukcji ma wpływ wiele czynników. Do najbardziej istotnych należą wpływy: asymetrii cyklu i naprężeń średnich, koncentracji naprężeń, rodzaju obróbki i stanu warstwy wierzchniej, gatunku stali, spawania. Wpływy poszczególnych czynników odniesiono do rezultatów z badań doświadczalnych, jakie w ciągu ostatnich lat były wykonywane dla konstrukcji stalowych.

**Słowa kluczowe:** konstrukcje budowlane, konstrukcje stalowe, wytrzymałość zmęczeniowa

## 54

### PODWYŻSZONE WYMAGANIA PRZY PROJEKTOWANIU I WYKONYWANIU OBIEKTÓW ENERGETYCZNYCH

**DOI: 10.5604/01.3001.0013.9714**

**prof. dr hab. inż. LEONARD RUNKIEWICZ**

ORCID: 0000-0002-2844-4725

Institut Techniki Budowlanej  
Politechnika Warszawska

**mgr inż. JAN SIECZKOWSKI**

ORCID: 0000-0002-3191-8602

Institut Techniki Budowlanej

**Streszczenie:** W referacie przedstawiono wymagania prawne dotyczące projektowania i wykonywania obiektów energetycznych, a także wyniki analiz wieloletnich zbiorów danych o awariach i katastrofach budowlanych.

**Słowa kluczowe:** obiekty energetyczne, wymagania projektowe, wymagania wykonawcze, awarie budowlane, katastrofa budowlana

## 58

### ZASTOSOWANIE ZAAWANSOWANEJ METODY OCENY ODPORNOŚCI OGNIOWEJ W BUDOWNICTWIE PRZEMYSŁOWYM

**DOI: 10.5604/01.3001.0013.8785**

**dr inż. PIOTR WOŹNICZKA**

ORCID: 0000-0002-5471-9526

Politechnika Krakowska  
Wydział Inżynierii Lądowej

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono przykład opracowanej oceny odporności ogniowej obiektu przemysłowego. Dla rozpatrywanej hali maszynowni o konstrukcji stalowej zaprezentowano wyniki symulacji rozwoju pożaru oraz odpowiedzi mechanicznej konstrukcji. Obliczenia przeprowadzono za pomocą zaawansowanych programów komputerowych. Omówiono wpływ takich czynników, jak nierównomierne ogrzewanie oraz sposób modelowania konstrukcji na szacowaną odporność ogniową. Wskazano także wartości temperatury krytycznej oraz prognozowane modele zniszczenia. Wykazano, że omawiana metoda może być z powodzeniem stosowana w odniesieniu do rozpatrywanej kategorii obiektów.

**Słowa kluczowe:** budownictwo przemysłowe, ocena odporności ogniowej, hala stalowa

## 61

### WZMOCNIENIE KONSTRUKCJI STROPU BUDYNKU WYSOKOŚCIOWEGO

**DOI: 10.5604/01.3001.0013.8782**

**dr inż. SŁAWOMIR ROWIŃSKI**

ORCID: 0000-0001-5512-7381

Politechnika Wroclawska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

**dr inż. JACEK DUDKIEWICZ**

ORCID: 0000-0002-5773-8618

Politechnika Wroclawska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

**dr inż. RAJMUND IGNATOWICZ**

ORCID: 0000-0003-3663-0170

Politechnika Wroclawska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

**Streszczenie:** Postęp cywilizacyjny miast generuje potrzebę zwiększania komfortu społeczeństwa w każdej dziedzinie jego działalności, między innymi handlu, komunikacji i warunków mieszkania. To z kolei tworzy potrzebę wznoszenia budynków wielokondygnacyjnych oraz bardziej efektywnego wykorzystywania parametrów wytrzymałościowych stosowanych materiałów. W tym ciągłym procesie pokonywane są kolejne bariery techniczne i technologiczne, które do tej pory mogły ograniczać rozwój budownictwa. Jednak poszukiwanie nowych rozwiązań, a następnie ich wdrażanie, może doprowadzić do zmniejszenia bezpieczeństwa i stanów awaryjnych konstrukcji. W artykule przedstawiono



przykład awarii stropu żelbetowego budynku wysokościowego spowodowanej zarówno błędami projektowymi, jak i wykonawczymi. Zaprezentowano rozwiązania wzmocnienia konstrukcji.

**Słowa kluczowe:** konstrukcje budowlane, konstrukcje stalowe, wzmocnianie konstrukcji budowlanych

**64**

## STAN PRZEDAWARYJNY DŹWIGARA KRATOWEGO USZTYWNIENEGO BLACHĄ TRAPEZOWĄ

**DOI: 10.5604/01.3001.0013.8783**

**dr inż. JAN GIERCZAK**

ORCID: 0000-0003-3219-1844

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego  
Katedra Konstrukcji Budowlanych

**dr inż. RAJMUND IGNATOWICZ**

ORCID: 0000-0003-3663-0170

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego  
Katedra Konstrukcji Budowlanych

**dr inż. MACIEJ KOŻUCH**

ORCID: 0000-0002-1743-5233

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego  
Katedra Konstrukcji Budowlanych

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono stan przedawaryjny dźwigara kratowego budynku maszynowni. Przeprowadzono dyskusję na temat zasadności zastosowania obudowy z blachy trapezowej jako elementu konstrukcyjnego. Rozważania te oparto na podstawie symulacji numerycznych wykonanych obliczeń wg literatury przedmiotu. W artykule sformułowano wymogi oraz opisano błędy wynikające z trudności poprawnego wykonywania usztywnień – przepon w postaci blachy trapezowej podczas realizacji.

**Słowa kluczowe:** konstrukcje stalowe, tarcza dachowa, stężenia, blacha fałdowa, płatwie kratowe, stężenia

**68**

## PRZEDAWARYJNY STAN GALERII TRANSPORTOWEJ

**DOI: 10.5604/01.3001.0013.8802**

**dr inż. WOJCIECH KOCOT**

ORCID: 0000-0002-9408-1985

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

**Streszczenie:** W artykule opisano przypadek ukośnej galerii transportowej podającej węgiel do elektrownianego budynku kotłowni. Przed kilku laty stwierdzono, że galeria ta znalazła się w stanie przedawaryjnym. W pierwszej części artykułu podano zasady, jakim powinny odpowiadać tego typu obiekty. W drugiej części przedstawiono opis konstrukcji przedmiotowej galerii, przeanalizowano przyczyny powstania uszkodzeń oraz przedstawiono koncepcję naprawy. Skuteczność podjętych działań naprawczych potwierdziła kilkuletnia bezawaryjna eksploatacja. W końcowej części pracy sformu-

wano wnioski i zalecenia, które powinny być uwzględniane na etapie projektowania i budowy oraz podczas eksploatacji galerii transportowych w zakładach przemysłowych.

**Słowa kluczowe:** galerie transportowe, stan przedawaryjny, konstrukcja stalowa

**72**

## DIAGNOSTYKA ŻELBETOWEJ WIEŻY ANTENOWEJ O WYSOKOŚCI 60 M

**DOI: 10.5604/01.3001.0013.9710**

**dr hab. inż. MAREK LECHMAN, prof. ITB**

ORCID: 0000-0003-1380-2881

Instytut Techniki Budowlanej

**Streszczenie:** Przedmiotem artykułu jest wieża antenowa o wysokości 60 m zaprojektowana w konstrukcji żelbetowej prefabrykowanej, składająca się z 5 segmentów rurowych wykonanych w technologii betonu wirowanego. Połączenia segmentów zaprojektowano w postaci specjalnych łączników, składających się z płyt stalowych skręcanych na śruby. W trakcie eksploatacji żelbetowy trzon wieży uległ zarysowaniu i spękaniu o różnym charakterze, co stanowiło bezpośredni asumpt do zbadania przyczyn ich powstania oraz określenia sposobu naprawy. Celowi temu służyły przeprowadzone badania diagnostyczne oraz obliczenia statyczno-wytrzymałościowe konstrukcji wieży, z uwzględnieniem oddziaływania wiatru według Eurokodu 1. oraz nieliniowości fizycznej betonu i stali zbrojeniowej. Na podstawie otrzymanych wyników określono stan techniczny wieży oraz podano sposoby wyeliminowania występujących uszkodzeń i nieprawidłowości.

**Słowa kluczowe:** wieża antenowa, żelbetowa, prefabrykowana, łączniki, diagnostyka

**76**

## ANALIZA STATYCZNA CYLINDRYCZNEGO ZBIORNIKA ŻELBETOWEGO NA WODĘ

**DOI: 10.5604/01.3001.0013.8777**

**dr hab. inż. JOLANTA ANNA PRUSIEL, prof. PB**

ORCID: 0000-0001-6827-1059

Politechnika Białostocka  
Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku

**mgr inż. MARCIN SZCZECH**

ORCID: 0000-0002-8352-3928

Politechnika Białostocka (absolwent)  
Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono wyniki analizy statycznej wpływu przyjętego modelu obliczeniowego na wartości sił wewnętrznych w konstrukcji zbiornika. Do analizy przyjęto monolityczny żelbetowy zbiornik cylindryczny na wodę o średnicy  $D=6,6$  m i wysokości  $H=6,0$  m. Obliczenia statyczne wykonano metodą analityczną (wg teorii powłok i teorii sprężystości) oraz dla trzech modeli obliczeniowych zbiornika z zastosowaniem metody elementów skończonych. Analizowano wpływ podatnego styku w połączeniu ściany z płytą denną i uwzględnienie współpracy konstrukcji zbiornika z podłożem gruntowym. Przeprowadzono analizę po-

równawczą uzyskanych wartości momentów zginających w płycie dennej oraz momentów południkowych, sił południkowych i równoleżnikowych w cylindrycznej ścianie.

**Słowa kluczowe:** analiza statyczna, zbiornik żelbetowy na wodę

**80**

## USZKODZENIA I WZMOCNIENIA STALOWEJ HALI PRZEMYSŁOWEJ Z POCZĄTKU XX W.

**DOI: 10.5604/01.3001.0013.9708**

**dr inż. MICHAŁ REDECKI**

ORCID: 0000-0003-1469-0164

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

**dr inż. PAWEŁ LORKOWSKI**

ORCID: 0000-0002-4457-0422

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono studium przypadku uszkodzeń i wzmocnień hali przemysłowej z początku XX w., która jest aktualnie wykorzystywana przy produkcji podzespołów taboru kolejowego. W swoim ponad stuletnim okresie użytkowania analizowana hala przemysłowa była przedmiotem licznych przeróbek i modyfikacji. Swoje piętno odciśnęły na niej skutki działań z okresu II wojny światowej. Ponadto niewłaściwa eksploatacja i brak bieżącej konserwacji sprawiły, że część elementów konstrukcyjnych uległa awarii. W pracy zaprezentowano przykładowe uszkodzenia stalowych elementów konstrukcyjnych powstałych w trakcie działań wojennych, tj. przestrzeliny i plastyczne deformacje elementów konstrukcyjnych hali.

**Słowa kluczowe:** konstrukcja stalowa, hala przemysłowa, naprawa konstrukcji, wytrzymałość zmęczeniowa

**84**

## PRZYKŁAD TYMCZASOWEGO WZMOCNIENIA STALOWYCH KRATOWNIC DACHOWYCH W PAROWOZOWNI

**DOI: 10.5604/01.3001.0013.8801**

**dr hab. inż. MACIEJ SZUMIGAŁA, prof. PP**

ORCID: 0000-0001-7691-8908

Politechnika Poznańska  
Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu

**mgr inż. TOMASZ SZUMIGAŁA**

ORCID: 0000-0002-7579-260X

Politechnika Poznańska  
Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono problemy związane z naprawami i remontami ponad 100-letnich konstrukcji stalowych infrastruktury kolejowej. Skorodowane, ale nadal użytkowane tego typu obiekty wymagają napraw i wzmocnień. Typowe wzmocnienia przez spawanie są zazwyczaj wykluczone z uwagi na trudne do wiarygodnego określenia parametry materiału konstrukcyjnego. To wpływa również na możliwe sposoby oceny nośności. Często

pozostaje tylko dodatkowe i tymczasowe podparcie, co nie jest zadaniem oczywistym z uwagi na niebezpieczeństwo wprowadzenia sił o przeciwnych znakach i wcześniejsze zniszczenie konstrukcji przez utratę stateczności.

**Słowa kluczowe:** korozja, uszkodzenia, wzmocnienia, tymczasowe podparcie, stalowe kratownicowe dachowe

88

### WPLYW KSZTAŁTU IMPERFEKCJI GEOMETRYCZNYCH DŹWIGARÓW DACHOWYCH NA SIŁY W TĘŻNIKU POŁACIOWYM POPRZECZNYM

DOI: 10.5604/01.3001.0013.8784

dr inż. DARIUSZ CZEPIŹAK

ORCID: 0000-0003-4185-5470

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego  
Katedra Konstrukcji Budowlanych

**Streszczenie:** Projektując stężenia połączone poprzeczne [1], zaleca się przyjmować zastępcze obciążenie od imperfekcji geometrycznych dźwigarów dachowych. Obciążenie to można bezpiecznie oszacować [1] przy założeniu stałej na długości elementu stabilizowanego siły ścisnącej i imperfekcji w kształcie paraboli o strzałce  $e_0$ . W pracy, dla różnych kształtów imperfekcji geometrycznych elementów stabilizowanych, wyznaczono obciążenia imperfekcyjne oraz siły w prętach tężnika połączeniowego i porównano je z siłami wyznaczonymi wg [1]. Wyniki analiz przedstawiono w tabeli i sformułowano syntetyczne wnioski.

**Słowa kluczowe:** konstrukcje stalowe, stężenia dachowe, imperfekcje geometryczne

92

### STROJENIE KONSTRUKCJI PRZY OBCIĄŻENIACH CYKLICZNYCH

DOI: 10.5604/01.3001.0013.9716

dr inż. JAN GIERCZAK

ORCID: 0000-0003-3219-1844

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego  
Katedra Konstrukcji Budowlanych

dr inż. RAJMUND IGNATOWICZ

ORCID: 0000-0003-3663-0170

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego  
Katedra Konstrukcji Budowlanych

**Streszczenie:** W prezentowanej publikacji przedstawiono sposób strojenia konstrukcji na przykładzie konstrukcji stropu w Zakładach Spożywczych. Drgania przekazywane na strop pochodzą od przenośnika dwumasowego typu PVK2-9 wywołującego lokalne ponadnormatywne drgania. Opisano metodę identyfikacji szkodliwych drgań oraz sposób ich usunięcia poprzez zastosowanie podpory o zmiennej podatności. Miała ona za zadanie dostrojenie konstrukcji tak, aby znajdowała się poza rezonansem, tzn. aby częstotliwość drgań własnych układu konstrukcyjnego była różna od częstotliwości drgań wymuszonych przez urządzenie [1, 2, 3]. Zaproponowane rozwiązanie zweryfikowano po wykona-

niem wzmocnienia przez rejestrację parametrów dynamicznych stropu wibrogramem wymuszenia kinematycznego [1, 2].

**Słowa kluczowe:** dynamika, charakterystyka dynamiczna konstrukcji

96

### HISTORYCZNE KONSTRUKCJE STALOWYCH ZBIORNIKÓW I SILOSÓW NA DOLNYM ŚLĄSKU

DOI: 10.5604/01.3001.0013.8800

dr hab. inż. EUGENIUSZ HOTAŁA, prof. PWr

ORCID: 0000-0003-2286-8436

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

**Streszczenie:** Na Dolnym Śląsku zbudowano pod koniec XIX wieku wiele stalowych zbiorników wieżowych dla potrzeb sieci wodociągowej. W artykule zaprezentowano jeden z nich, który jest nadal eksploatowany – od 135 lat – i jest jednym z najstarszych obiektów stalowych o konstrukcji powłokowej w Europie. Kolejne stalowe konstrukcje powłokowe, powstałe na Dolnym Śląsku na początku lat 30. XX wieku, to 4 duże baterie silosów do magazynowania zboża, które są pierwszymi stalowymi silosami na świecie eksploatowanymi do tej pory bez zakłóceń. Opisano nowatorskie konstrukcje tych silosów oraz oceniono ich trwałość eksploatacyjną. Oprócz niezwyklej wartości historycznej prezentowane konstrukcje zbiorników i silosów mają swoją wartość jako poligon doświadczalny do analiz odporności korozyjnej i trwałości eksploatacyjnej stalowych konstrukcji budowlanych.

**Słowa kluczowe:** konstrukcje stalowe, zbiorniki wieżowe, silosy wielokomorowe, trwałość konstrukcji stalowych

100

### INNOWACYJNE DOCZOŁOWE POŁĄCZENIA NA ŚRUBY STALOWYCH BELEK DWUTEOWYCH

DOI: 10.5604/01.3001.0013.8798

dr hab. inż. EUGENIUSZ HOTAŁA, prof. PWr

ORCID: 0000-0003-2286-8436

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

mgr inż. PIOTR TUCKI

ORCID: 0000-0002-4073-686X

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono nową koncepcję wykonywania doczołowych styków sprężonych i niesprężonych, w których dotychczas stosowane pełne blachy doczołowe zastąpi się króćcami teowymi, powstającymi poprzez przyspawanie głównie do półek belek blach o małych wymiarach. Omówiono zalety takiego rozwiązania oraz przedstawiono wstępne wyniki analiz numerycznych belek, w których zastosowano połączenia doczołowe z pełnymi blachami oraz z króćcami teowymi. Wyniki wstępnych badań doświadczalnych oraz numerycznych wskazują na to, że styki doczołowe z proponowanymi króćcami teowymi są dobrym roz-

wiązaniem problemów występujących w przypadkach stosowania pełnych blach doczołowych. Zaprezentowane innowacyjne rozwiązanie jest przedmiotem zgłoszenia patentowego o numerze P.431459.

**Słowa kluczowe:** połączenie doczołowe na śruby, nośność połączenia, sztywność połączenia, badania doświadczalne, analiza MES

104

### WPLYW ZBROJENIA NIEMETALICZNEGO NA NOŚNOŚĆ I ODKSZTAŁCALNOŚĆ BELEK Z BETONU ZBROJONEGO

DOI: 10.5604/01.3001.0013.9707

dr hab. inż. JACEK KORENTZ, prof. UZ

ORCID: 0000-0002-1521-8681

Uniwersytet Zielonogórski

**Streszczenie:** W konstrukcjach z betonu coraz częściej stosuje się pręty kompozytowe FRP (ang. *Fiber Reinforced Polymer*) wykonane z różnych materiałów. Właściwości wytrzymałościowe dostępnych na rynku prętów kompozytowych są bardzo zróżnicowane. Pręty kompozytowe mają bardzo wysoką wytrzymałość, moduł sprężystości większości z nich jest niski. Pręty te nie mają cech plastycznych, ich zniszczenie następuje w sposób nagły. Dlatego zachowanie się belek zbrojonych prętami kompozytowymi odbiega od znanego zachowania się belek ze zbrojeniem stalowym; nośność na zginanie i odkształcalność tych belek są bardzo różnicowane. W artykule przeanalizowano wpływ rodzaju zastosowanego zbrojenia w belkach na ich nośność i odkształcalność. Belki ze zbrojeniem niemetalicznym w stosunku do belek ze zbrojeniem stalowym charakteryzują się większą nośnością i mniejszą sztywnością, a tym samym większymi ugięciami.

**Słowa kluczowe:** belka żelbetowa, pręty kompozytowe, nośność na zginanie, ugięcie

107

### METODY WYZNACZANIA NOŚNOŚCI ŁĄCZNIKÓW ZAMKNIĘTYCH TYPU PERFOBOND

DOI: 10.5604/01.3001.0013.9715

dr inż. PIOTR KOZIOŁ

ORCID: 0000-0001-5205-1983

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

**Streszczenie:** Łączniki zamknięte typu perfo-bond to obecnie jeden z podstawowych sposobów rozwiązania ciągłego zespolenia w stalowo-betonowych konstrukcjach zespolonych. W artykule przedstawiono najczęściej stosowane metody wyznaczania nośności łączników typu perfo-bond. Omówiono podejście analityczne, wskazując na podstawowe i dodatkowe mechanizmy zniszczenia połączenia. Ponadto podsumowano doświadczalne sposoby wyznaczenia siły niszczącej.

**Słowa kluczowe:** łączniki perfo-bond, nośność połączenia, konstrukcje zespolone, badania niszczące

111

## DESTRUKCYJNY WPŁYW TEMPERATURY NA EKSPLOATACJĘ PRZEKRYĆ STALOWYCH DUŻYCH ROZPIĘTOŚCI

DOI: 10.5604/01.3001.0013.8797

mgr inż. OLEKSANDR LYTUVYN

ORCID: 0000-0002-2818-3457

Kyiv National University of Construction and Architecture Construction department

VOLODYMYR SAKHAROV JR.

ORCID: 0000-0001-5237-1573

Uniwersytet Zielonogórski  
Wydział Informatyki, Elektrotechniki i Automatyki

prof. dr hab. inż. JAKUB MARCINOWSKI

ORCID: 0000-0001-6834-0843

Uniwersytet Zielonogórski  
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska

dr hab. inż. VOLODYMYR SAKHAROV

ORCID: 0000-0002-9381-3283

Uniwersytet Zielonogórski  
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska

**Streszczenie:** Przedmiotem rozważań zaprezentowanych w pracy są przemieszczenia i naprężenia w elementach stalowych dźwigarów kratowych, spowodowane zmianami temperatury zewnętrznej i nierównomiernym rozkładem temperatur wewnątrz hali. Wielodniowe pomiary przemieszczeń stalowych, kratowych dźwigarów dachowych dużej rozpiętości połączone z pomiarami temperatury w przestrzeni hali i w różnych punktach dźwigarów wykazały znaczący wpływ nierównomiernego rozkładu temperatur na przemieszczenia. Zmierzone wartości przemieszczeń zostały porównane z przemieszczeniami otrzymanymi drogą symulacji numerycznych, w których danymi wejściowymi były pomierzone temperatury.

**Słowa kluczowe:** stalowe dźwigary kratowe, pomiary temperatury, przemieszczenia, naprężenia

114

## GIĘCIE NA ZIMNO DWUTEOWNIKA HL1100

DOI: 10.5604/01.3001.0013.9713

mgr inż. KRZYSZTOF MARCINCZAK

ORCID: 0000-0002-8789-5243

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego  
Katedra Konstrukcji Budowlanych

mgr inż. DOROTA MARCINCZAK

ORCID: 0000-0001-9496-2638

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego  
Katedra Konstrukcji Budowlanych

**Streszczenie:** W artykule opisano badanie w skali naturalnej trójpunktowego zginania na zimno dwuteownika HL1000. Przedstawiono przebieg badania oraz wybrane wyniki odkształceń uzyskane podczas nadawania podniesienia wykonawczego. Podczas badania wy-

korzystano innowacyjną metodę pomiarów światłowodowych.

**Słowa kluczowe:** konstrukcja stalowa, gięcie na zimno, pomiary światłowodowe

117

## WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE STALI S460 M Poddanej Gięciu Na Zimno – Wybrane Wyniki Badań

DOI: 10.5604/01.3001.0013.9712

mgr inż. KRZYSZTOF MARCINCZAK

ORCID: 0000-0002-8789-5243

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego  
Katedra Konstrukcji Budowlanych

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono wpływ gięcia na zimno dwuteowników walcowanych ze stali wysokiej wytrzymałości S460 M. Przedstawiono wybrane wyniki badań stali na rozciąganie i ściskanie dla różnych stopni gięcia na zimno. Uzyskane wyniki porównano z wynikami dla próbek pobranych z elementu referencyjnego.

**Słowa kluczowe:** konstrukcja stalowa, odkształcenia na zimno, stal wysokiej wytrzymałości

120

## PROBLEMY TECHNICZNE W ADAPTACJI NA LOFTY BUDYNKU POPRZEMYSŁOWEGO

DOI: 10.5604/01.3001.0013.8794

dr hab. inż. BEATA NOWOGOŃSKA, prof. UZ

ORCID: 0000-0001-6343-4840

Uniwersytet Zielonogórski  
Instytut Budownictwa

**Streszczenie:** Adaptacja obiektów przemysłowych pozwala na rozwiązanie problemów dotyczących zabytków i jest pomocna w procesach porządkowania krajobrazu kulturowego. Zmiana sposobu użytkowania obiektu zabytkowego wymaga przeprowadzenia szeregu badań wstępnych obiektu. W artykule przedstawione są wyniki diagnozy stanu technicznego poprzedzającej adaptację byleży fabryki na lofty w Zielonej Górze.

**Słowa kluczowe:** adaptacja, stan techniczny, lofty

124

## RECYKLING STALOWYCH KONSTRUKCJI PRZĘSEŁ MOSTÓW KOLEJOWYCH

DOI: 10.5604/01.3001.0013.9709

dr inż. KAMIL PAWŁOWSKI

ORCID: 0000-0003-0937-5055

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji  
Instytut Budownictwa

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono, na przykładzie dwóch przęseł mostowych, sposoby powtórnego użycia konstrukcji stalowych. Należy zwrócić uwagę, że już na etapie demontażu konstrukcji bardzo ważną decyzją jest to, czy konstrukcja będzie powtórnie użyta. Sposób po-

działu na elementy wysyłkowe, transport, składowanie – to wszystko jest zależne od tego, jaki będzie dalszy los konstrukcji i czy będzie się ona nadawała do powtórnego użycia. Czynnikiem wpływającym na możliwość ponownego wykorzystania konstrukcji jest bardzo wiele. Celem prowadzonych w ramach niniejszego artykułu rozważań jest wskazanie czynników, jakie należy wziąć pod uwagę przy podejmowaniu decyzji o ponownym wykorzystaniu zdemontowanych konstrukcji stalowych oraz zwrócenie uwagi na korzystny wpływ takiego działania na środowisko naturalne.

**Słowa kluczowe:** mosty stalowe, recykling

128

## STATECZNOŚĆ PRZESTRZENNA STĘŻONYCH POPRZECZNIE SŁUPÓW HAL ZE SKOKOWĄ ZMIANĄ PRZEKROJU

DOI: 10.5604/01.3001.0013.8787

dr inż. MICHAŁ REDECKI

ORCID: 0000-0003-1469-0164

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

prof. dr hab. inż. BRONISŁAW GOSOWSKI

ORCID: 0000-0003-3217-2280

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji

**Streszczenie:** Dokonano oceny przydatności wybranych programów komputerowych do obliczeń nośności krytycznej stateczności przestrzennej dwustopniowych słupów hal przemysłowych.

Analizowano przy tym następujące programy komputerowe bazujące na metodzie elementów skończonych: LTBeamN, SOFiSTiK, Abaqus FEA. Wyniki obliczeń komputerowych, zarówno w przypadku słupów z osiową, jak i nieosiową zmianą przekroju, porównano z rozwiązaniami dostępnymi w literaturze.

**Słowa kluczowe:** konstrukcja stalowa, słup schodkowy, stateczność przestrzenna, MES

20 punktów MNiSW

# BUILDER SCIENCE

**Builder**  
**OPEN ACCESS**

[WWW.BUILDERSCIENCE.PL](http://WWW.BUILDERSCIENCE.PL)

BUILDER SCIENCE - dział miesięcznika BUILDER dostępny w ramach open access journals, w którym publikowane są artykuły naukowe w następujących dyscyplinach naukowych: architektura i urbanistyka oraz inżynieria lądowa i transport. Artykuły naukowe indeksowane są w bazach danych: Index Copernicus i BazTech.

20 punktów MNiSW