

INŻYNIERIA i BUDOWNICTWO

2020

ISSN 0021-0315

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO ZWIĄZKU INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW BUDOWNICTWA

Zeszyt dedykowany Profesorowi Jerzemu Ziółko



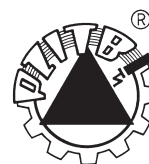
Budowa zbiorników ze stali Lean Duplex
o średnicy 23,5 m i ciężarze 120 t



MIDROC
Rodoverken - Production

INŻYNIERIA i BUDOWNICTWO

Rok LXXVI (rok założenia 1938)
WARSZAWA, STYCZEŃ-LUTY 2020



Miesięcznik
POLSKIEGO ZWIĄZKU
INŻYNIERÓW
I TECHNIKÓW
BUDOWNICTWA

1-2/2020

SPIS TREŚCI

strona

Od redakcji	3
E. Urbańska-Galewska, M. Giżejowski, A. Kozłowski – Uroczyste posiedzenie Sekcji Konstrukcji Metalowych KILiW PAN poświęcone jubileuszowi 85-lecia Profesora Jerzego Ziółko	3
P. Iwicki – O historii i działalności Katedry Konstrukcji Metalowych Politechniki Gdańskiej	8
J. Ziółko, M. Giżejowski – O działalności dr inż. Ewy Supernak – wieloletniej sekretarz naukowej Sekcji Konstrukcji Metalowych Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN	11
B. Wichtowski, J. Ziółko – Awaria dwóch zbiorników na gaz i ich naprawa	16
ZAGADNIENIA KONSTRUKCYJNE I MATERIAŁOWE	
S. Wierzbicki, M. Giżejowski, M. Cwyl, Z. Stachura – Ocena przyczyn awarii stalowej konstrukcji hali w kontekście metod projektowania	20
K. Jastrzębski, A. Kozłowski – Analiza zużycia stali na płatwie z kształtowników zetowych giętych na zimno	25
J. Wenta, A. Kruczyński – Budowa zbiorników ze stali Duplex metodą unoszenia	29
J. Holowaty, B. Wichtowski – Właściwości stali konstrukcyjnej mostów na linii kolejowej nr 275 – linii badań zmęczenia Augusta Wöhlera	31
P. Kawecki, W. Kawecki, J. Łaguna – Obserwacje wpływu eksploatacji górniczej na bezpieczeństwo konstrukcji estakady stalowej	35
K. Konecki – O technologii wykonania otworów stalowego połączenia zakładkowego w świetle normy PN-EN 1090-2:2018	38
TEORIA I BADANIA NAUKOWE	
M. Giżejowski, P. Wiedro – Analityczne modele eurokodowe i symulacje numeryczne wybożenia technicznego prętów stalowych	41
P. Lorkowski, B. Gosowski – Badania na zwichrzenie stalowych elementów dwugłęziowych skratowanych w jednej płaszczyźnie	50
Sz. Pałkowski – Wybrane zagadnienia stateczności liniowej konstrukcji prętowych	56
M. Giżejowski, Z. Stachura, A. Barszcz – Metoda ogólna sprawdzania wybożenia giętno-skrotnego dwuteowych elementów stalowych – aktualny stan i kierunki badań na Politechnice Warszawskiej	60
E. Bernatowska, L. Ślęczka – Ocena trwałości zmęczeniowej metodą naprężeń efektywnych	67
PORADNIK KONSTRUKTORA	
K. Rejowski, P. Iwicki, J. Tejchman – Uprozczone metody obliczania cylindrycznych silosów z blachy falistej i słupów cienkościennych	71
A. Wojnar, K. Sieńkowska, P. Szpetnar – Analiza obliczeniowa konstrukcji stalowej hali przemysłowej z uwzględnieniem warunków pożarowych	77
K. Marcinczak, W. Lorenc – Giecie na zimno stalowych elementów grubościennych – kierunki prac na Politechnice Wrocławskiej	81
J. Górski, T. Mikulski, M. Oziębło, P. Sorn, K. Winkelmann – Modelowanie losowych imperfekcji geometrycznych przestrzennych konstrukcji metalowych	85
P. Kossakowski – Obciążenia wyjątkowe zaspami śnieżnymi w rejonie występow, przeskód i attek według normy PN-EN 1991-1-3	89
M. Krajewski – O analizach kratownicy ze ściskaniem pasem dolnym	92
P. Deniziak – O wymiarowaniu kształtowników giętych na zimno według eurokodów i norm amerykańskich	96
A. Raczak – O zwiększaniu trwałości zmęczeniowej połączeń spawanych	98
DYSKUSJE	
T. Arciszewski – Inżynieria wynalazczości kluczem do przyszłości budownictwa	102
KRONIKA	
A. Wojnar, K. Sieńkowska, A. Kozłowski – Nagrody w konkursie ECCS na najlepszy projekt konstrukcji stalowej w Europie	109
KONFERENCJE NAUKOWE	
J. Zamorowski, G. Gremza – O tematyce wykładów XXXV ogólnopolskiej konferencji „Warsztat pracy projektanta konstrukcji” w Wiśle w marcu 2020 r.	112
M. Maślak – Konferencja naukowa w Kapsztadzie na temat metod obliczeniowych w mechanice i inżynierii lądowej	115
W. Barcewicz – Druga edycja „Dnia stali” w ramach programu „Buduj ze stali” Konferencja ICMS 2021	117
RECENZJE	7, 70
INFORMACJE	10, 28, 49, 120

Tematyka czasopisma

Ogólne problemy budownictwa i inżynierii lądowej, teoria konstrukcji, kształtowanie, wspomaganie komputerowe, projektowanie, realizacja, diagnostyka i utrzymanie obiektów budowlanych, inżynierskich i specjalnych, w tym mostów, budowli podziemnych i komunalnych, badania materiałów, elementów i konstrukcji, fizyka budowli, geotechnika, normalizacja, jakość i certyfikacja, kształcenie kadr oraz aktualne sprawy środowiska budowlanego.

Artykuły są recenzowane. Za publikację w czasopiśmie naukowym „Inżynieria i Budownictwo” uzyskuje się 5 punktów (Rozporządzenie MNIŚW z 22.02.2019 r. w sprawie ewaluacji jakości działalności naukowej).

Wydawca

Fundacja PZITB Inżynieria i Budownictwo 00-050 Warszawa, ul. Świętokrzyska 14
Przewodniczący Rady Fundacji prof. dr hab. inż. Kazimierz Flaga, dr h.c. multi

Redakcja

00-637 Warszawa, Al. Armii Ludowej 16, pokój 626A
Politechnika – Wydział Inżynierii Lądowej, tel./fax 22-629-69-86.
e-mail: pzitbinzynieria@neostrada.pl www.inzynieriaibudownictwo.pl
redakcja@inzynieriaibudownictwo.pl www.zgpzib.org.pl

Kolegium Redakcyjne

Redaktor naczelna prof. dr hab. inż. Hanna Michalak, **zastępca redaktora naczelnego** dr inż. Stefan Pyrak, **sekretarz redakcji** mgr inż. Monika Kubisiak, **redaktorzy tematyczni**: prof. dr hab. inż. Marian Giżejowski, dr hab. inż. Aniela Glinicka – prof. PW, prof. dr hab. inż. Stanisław Kuś – dr h.c., prof. dr hab. inż. Czesław Miedziński, mgr inż. Piotr Rychlewski, prof. dr hab. inż. Anna Siemińska-Lewandowska, prof. dr hab. inż. Tadeusz Urban, prof. dr inż. Wojciech Włodarczyk, **redaktor językowy** mgr Barbara Gluch, **redaktor statystyczny** prof. dr inż. Wojciech Włodarczyk. **Współpracują**: prof. dr hab. inż. Piotr Noakowski (Niemcy), prof. dr inż. Andrzej Nowak – dr h.c. (USA).

Rada Programowa

Prof. dr hab. inż. Anna Halicka (**przewodnicząca**), prof. dr hab. inż. Jan Bień (**wiceprzewodniczący**), prof. dr hab. inż. Wiesław Buczkowski, dr inż. Magdalena Dobiszewska (**sekretarz**), dr hab. inż. Jacek Domski – prof. PK, prof. dr hab. inż. Kazimierz Furtak, dr inż. Roman Gaćkowski, dr hab. inż. Barbara Goszczyńska, prof. PŚK, prof. dr hab. inż. Kazimierz Gwizdała, prof. dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. dr hab. inż. Aleksander Kozłowski, dr hab. inż. Jolanta Prusiel, dr inż. Teresa Rucińska, prof. dr hab. inż. Leonard Runkiewicz (**wiceprzewodniczący**), prof. dr hab. inż. Adam Zybur.

Warunki prenumeraty

Zamówienia prenumeraty w wersji elektronicznej należy składać na jednym z wymienionych portali:
www.e-kiosk.pl (http://www.e-kiosk.pl/inzynieria_i_budownictwo),
www.egazety.pl (<https://www.egazety.pl/fundacja-pzib/e-wydanie-inzynieria-i-budownictwo.html>),
www.nexto.pl (http://www.nexto.pl/e-prasa/inzynieria_i_budownictwo_p132009.xml)
Cena rocznej prenumeraty w wersji elektronicznej wynosi 125,40 zł (z VAT), cena 1 wydania w wersji elektronicznej 10,45 zł (z VAT).

Zamówienie prenumeraty w tradycyjnej, papierowej wersji „Inżynierii i Budownictwa” można składać w dowolnym terminie w siedzibie redakcji. Zamawiający może otrzymać czasopismo, począwszy od następnego miesiąca po dokonaniu wpłaty. Zamówienia zeszytów sprzed terminu wpłaty będą realizowane – w miarę możliwości – z zapasów magazynowych.

Cena rocznej prenumeraty normalnej wynosi 259,20 zł (w tym 8% VAT).
Cena rocznej prenumeraty ulgowej dla członków indywidualnych PZITB, Związku Mostowców RP, PIIB oraz studentów wynosi 155,52 zł (w tym 8% VAT).

W przypadku prenumeraty ulgowej jest wymagane podanie (odpowiednio): nazwy oddziału stowarzyszenia; numeru rejestracyjnego w Okręgowej Izbie Inżynierów Budownictwa; nazwy uczelni i wydziału. Faktura za prenumeratę ulgową może być wystawiona tylko na osobę fizyczną.

Wpłaty za prenumeratę w wersji papierowej prosimy dokonywać na konto: Fundacja PZITB Inżynieria i Budownictwo, 00-050 Warszawa, ul. Świętokrzyska 14, Bank Millennium Warszawa, nr 23 1160 2202 0000 0000 5515 9052.

REKLAMY przyjmuje redakcja

Materiały opublikowane w „Inżynierii i Budownictwie” są objęte prawem autorskim i nie mogą być – bez zgody redakcji – rozpowszechniane w żadnej postaci.
Redakcja nie odpowiada za treść zamieszczonych reklam.

Indeks 95132 Cena: 40,00 zł + 8% VAT
ISSN 0021-0315 (wersja pierwotna)

PRZYGOTOWANIE DO DRUKU I DRUK: Drukarnia „LOTOS Poligrafia” sp. z o.o.
www.lotos-poligrafia.pl, tel. 22-872-22-66, fax 22-872-22-68.



WICHTOWSKI B., ZIÓŁKO J.: **Awaria dwóch zbiorników na gaz i ich naprawa.**

Omówiono awarie dwóch zbiorników. Przyczyną awarii było podciśnienie wytworzone wewnątrz zbiornika. Spowodowało ono zakłócenie kopuły dachowej dzwonu (części przemieszczającej się w pionie przy zmianie wypełnienia zbiornika gazem). Omówiono koncepcję i technologię naprawy zbiorników.

WIERZBICKI S., GIŻEJOWSKI M., CWYL M., STACHURA Z.: **Ocena przyczyn awarii stalowej konstrukcji hali w kontekście metod projektowania.**

Na przykładzie awarii konstrukcji zadaszenia rampy załadowniczej hali produkcyjno-magazynowej przedstawiono zagadnienie metodyki projektowania połączeń doczołowych w ujęciu normowym. Skoncentrowano się na podejściu do zagadnienia stosowanym w krajowej normalizacji przed wprowadzeniem eurokodów i na skutkach nadmiernych uproszczeń w wymiarowaniu niektórych typów takich połączeń.

JASTRZĘBSKI K., KOZŁOWSKI A.: **Analiza zużycia stali na płatwie z kształtowników zetowych giętych na zimno.**

Omówiono zasady obliczeniowe według eurokodów oraz analizy zużycia stali na płatwie z kształtowników giętych na zimno, stosowanych w konstrukcjach hal stalowych. Obliczenia na potrzeby analiz przeprowadzono w arkuszu kalkulacyjnym. Analizowano zużycie stali w zależności od rozstawu, liczby stężeń oraz lokalizacji płatwi z kształtowników giętych na zimno i porównano z płatwami z kształtowników walcowanych na gorąco.

WENTA J., KRUCZYŃSKI A.: **Budowa zbiorników ze stali Duplex metodą unoszenia.**

Omówiono budowę dwóch zbiorników cylindrycznych ze stali nierdzewnych metodą unoszenia. Ze względu na specjalne uwarunkowania realizacyjne, zbiorniki wykonano z niekompletnym dnem oraz załadowano je za pomocą dźwigu wpływającego na barkę pełnomorską.

HOŁOWATY J., WICHTOWSKI B.: **Właściwości stali konstrukcyjnej mostów na linii kolejowej nr 275 – linii badań zmęczeniowych Augusta Wöhlera.**

August Wöhler w latach 1847–1870 we Frankfurcie nad Odrą, na linii kolejowej Frankfurt – Wrocław prowadził badania obciążen zmęczeniowych osi wagonów i lokomotyw. W związku z mijającą 200. rocznicą urodzin Wöhlera, scharakteryzowano jego pionierskie badania wytrzymałości zmęczeniowej oraz przedstawiono właściwości stali konstrukcyjnych czterech mostów usytuowanych na tej linii kolejowej. Omówiono badania strukturalne stali tych mostów, badania mechaniczne i sformułowano pewne uwagi o stosowaniu stali wysokowęglowej gatunku St 48.

KAWECKI P., KAWECKI W., ŁAGUNA J.: **Obserwacje wpływu eksploatacji górniczej na bezpieczeństwo konstrukcji estakady stalowej.**

Prezentowano wyniki obserwacji stalowej konstrukcji estakady, która od ośmiu lat podlega wpływom eksploatacji górniczej. Lokalne przemieszczenia konstrukcji osiągnęły największe wartości 2,60 m w kierunku pionowym i 0,60 m poprzecznie do osi estakady. Konstrukcja nie wymagała jednak regulacji wysokości słupów, ponieważ nie wystąpiły zbyt duże lokalne zakłócenia ciągłości przemieszczeń podłoża gruntowego. Podano ocenę aktualnego stanu przemieszczeń konstrukcji i sposobu ich kontrolowania. Zalecono również niezbędne dodatkowe zabezpieczenie łożysk na podporach.

KONECKI K.: **O technologii wykonania otworów stalowego połączenia zakładkowego w świetle normy PN-EN 1090-2:2018.**

Omówiono zagadnienie wpływu doboru technologii wykonania otworów na śruby na pracę i wytrzymałość połączeń. Zwrócono uwagę na konieczność określania w projekcie wymagań dotyczących sposobu wykonywania otworów w łączonych elementach stalowych. W zaleconym przykładzie obliczeniowym wykazano różnice pomiędzy zachowaniem połączenia z otworami wierconymi i wycinanymi plazmą.

GIŻEJOWSKI M., WIEDRO P.: **Analityczne modele eurokodowe i symulacje numeryczne wyboczenia technicznego prętów stalowych.**

Prezentowano problematykę oceny nośności przy wyboczeniu technicznym prętów ściskanych, zwichrzeniu prętów zginanych w płaszczyźnie większej bezwładności przekroju oraz wyboczeniu giętno-skrotnym prętów zginanych w płaszczyźnie większej bezwładności przekroju i ściskanych. Przytoczono analityczne modele eurokodowe oraz dokonano identyfikacji zastępczej imperfekcji geometrycznej do budowy imperfekcyjnych modeli numerycznych wyboczenia technicznego. Na przykładzie oceny nośności przy wyboczeniu słupa stalowego porównano różne podejścia analityczne oraz numeryczne.

LORKOWSKI P., GOSOWSKI B.: **Badania na zwichrzenie stalowych elementów dwugązłowych skratowanych w jednej płaszczyźnie.**

Omówiono badania elementów poddanych czystemu zginaniu w celu ustalenia nośności zarówno granicznej, jak i krytycznej z warunku zwichrzenia. Badano modele fizyczne wykonane w skali półtechnicznej w porównaniu z rzeczywistymi konstrukcjami wsporczykami kolejowej sieci trakcyjnej oraz modelami numerycznymi, bazując na metodzie elementów skończonych. Pozwoliło to jednoznacznie ocenić wrażliwość przedmiotowych elementów na zwichrzenie. Mając ponadto wyznaczone doświadczalnie i numerycznie momenty krytyczne zwichrzenia, z odpowiedniego wzoru wyprowadzonego w ujęciu teorii Własowa w przypadku zastępczych pełnościennych elementów dwuteowych, wyznaczono pośrednio poszukiwane charakterystyki geometryczne na skręcanie swobodne i nieswobodne.

PAŁKOWSKI SZ.: **Wybrane zagadnienia stateczności liniowej konstrukcji prętowych.**

Prezentowano wybrane zagadnienia dotyczące stateczności liniowej konstrukcji prętowych. Wykazano, że w niektórych konstrukcjach (np. w ramach stęzonych) rozwiązanie oparte na stateczności liniowej może prowadzić do błędnych wyników. Omówiono sposoby korekty błędnego rozwiązania oraz przedstawiono kilka poglądowych przykładów liczbowych.

GIŻEJOWSKI M., STACHURA Z., BARSZCZ A.: **Metoda ogólna sprawdzania wyboczenia giętno-skrotnego dwuteowych elementów stalowych – aktualny stan i kierunki badań na Politechnice Warszawskiej.**

Scharakteryzowano zagadnienia związane z oceną nośności elementów ściskanych i zginanych eurokodową metodą ogólną. Omówiono kwestie związane z efektami

wplywającymi na sprężysty stan krytyczny elementów ściskanych i zginanych. Przedstawiono ogólną zależność stanu krytycznego, która pozwala na bardziej ekonomiczne projektowanie elementów stalowych o przekrojach szerokostopowych. Zamieszczono jej zastosowanie w ocenie nośności prętów realnych. Podano wnioski praktyczne dotyczące normowej weryfikacji nośności wyboczeniowej.

BERNATOWSKA E., ŚLĘCZKA L.: **Ocena trwałości zmęczeniowej metodą naprężeń efektywnych.**

Trwałość zmęczeniowa elementów stalowych jest zazwyczaj wyznaczana z wykorzystaniem klasycznej metody naprężeń nominalnych. Przedstawiono jedną z współczesnych metod oceny zmęczenia, bazującą na lokalnym stanie naprężenia uwzględniającym wpływ ich spiętrzenia. W tej metodzie stan naprężenia jest wyznaczany metodą elementów skończonych. W wielu przypadkach czyni to tę metodę bardziej wszechstronną.

REJOWSKI K., IWICKI P., TEJCHMAN J.: **Uprozczone metody obliczania cylindrycznych silosów z blachy falistej i słupów cienkościennych.**

Prezentowano sposób wyznaczenia nośności zmęczeniowej trzech silosów wykonanych z falistej blachy ze śfaldowaniem w kierunku obwodowym, wzmocnionych słupami pionowymi. Wykonano obliczenia MES dla całych konstrukcji i segmentów zawierających 3 słupy z odpowiednimi warunkami brzegowymi wzdłuż pionowych krawędzi płaszczy. Obliczenia przeprowadzono dla różnej liczby słupów wzdłuż obwodu. Płaszczy silosów modelowano jako powłokę ortotropową, a słupy jako elementy prętowe (1D). Silosy były obciążone naporem stycznym zgodnie z normą Eurocode 1. Wyniki analiz MES porównano z nośnością wyboczeniową według wzorów normowych (Eurocode 3) oraz poprawek do normy z 2017 r. Pokazano, że uproszczone segmentowe modele są efektywne w obliczaniu nośności wyboczeniowej silosów.

WOJNAR A., SIEŃKOWSKA K., SZPETNAR P.: **Analiza obliczeniowa konstrukcji stalowej hali przemysłowej z uwzględnieniem warunków pożarowych.**

Omówiono optymalizację czterech koncepcji konstrukcji o dwóch różnych schematach statycznych, z przekrojów otwartych oraz zamkniętych. Wykonano analizę pożarową dwóch wybranych koncepcji zabezpieczenia w postaci okładziny z płyt oraz natryskowej powłoki niereaktywnej. Zamieszczono analizę porównawczą kosztów przyjętych zabezpieczeń przeciwpożarowych.

MARCINIAK K., LORENC W.: **Gięcie na zimno stalowych elementów grubościennych – kierunki prac na Politechnice Wrocławskiej.**

Punktowe gięcie na zimno stosowane jest do nadawania podniesienia wykonawczego dwuteownikom o dużych wymiarach (HL oraz HE) używanym jako belki w mostach, do nadawania krzywizny łukom z dwuteowników HD oraz do nadawania krzywizny (oraz podniesienia wykonawczego) elementom teowym z łącznikami połączenia ścinanego, tzw. composite dowels. Przedstawiono wybrane problemy i badania realizowane na Politechnice Wrocławskiej dotyczące tych zagadnień.

GÓRSKI J., MIKULSKI T., OZIĘBŁO M., SORN P., WINKELMANN K.: **Modelowanie losowych imperfekcji geometrycznych przestrzennych konstrukcji metalowych.**

Imperfekcje geometryczne zbiorników, silosów i powłok siatkowych mogą znacząco wpłynąć na ich nośność, a więc powinny być one uwzględniane w obliczeniach komputerowych i w procesie projektowania. Wykazano, że przy podstawowych obciążeniach, działających na tego typu konstrukcje, tj. podciśnieniu oraz naporze wiatru i śniegu (w przypadku powłok siatkowych), wykazują wyraźne różnice w porównaniu z analogicznymi wynikami dla tych konstrukcji o idealnej geometrii. Wprowadzenie metod probabilistycznych do projektowania oraz szacowanie niezawodności konstrukcji staje się coraz bardziej dostępne i powinno być uwzględniane w projektowaniu.

KOSSAKOWSKI P.: **Obciążenia wyjątkowe zaspami śnieżnymi w rejonie występow, przeszkód i attek według normy PN-EN 1991-1-3.**

Omówiono kwestie obciążenia wyjątkowego zaspami śnieżnymi w rejonie występow, przeszkód i attek ujęte w normie PN-EN 1991-1-3. Szczegółowo przeanalizowano problematyczne zapisy w zakresie uwzględniania przypadków występowania wyjątkowych zasp śnieżnych po zmianach wprowadzonych do normy na podstawie poprawki PN-EN 1991-1-3:2005/AC:2009.

KRAJEWSKI M.: **O analizach kratownicy ze ściskaniem pasem dolnym.**

Prezentowano rezultaty analiz nośności kratownicy poddanej obciążeniu od wiatru. Wykonano liniowe analizy stateczności modelu prętowego i powłokowego konstrukcji przy różnych warunkach brzegowych na podporach skrajnych. Badano wpływ sztywności (rotacyjnej) stężeń pasa górnego na nośność konstrukcji. Zaprezentowano model pasa dolnego, podpartego sprężystości, jako model zastępczy kratownicy przestrzennej. Przedstawiono rezultaty analiz statycznych, nieliniowych, przeprowadzonych dla konstrukcji z imperfekcjami.

DENIZIAK P.: **O wymiarowaniu kształtowników giętych na zimno według eurokodów i norm amerykańskich.**

Opisano różnice między podejściem europejskim a amerykańskim w sposobie wymiarowania prętów z kształtowników giętych na zimno. Podano rezultaty obliczeń osiowo ściskanego ceownika. Otrzymał wyniki porównano z wynikami badań laboratoryjnych.

RACZAK A.: **O zwiększaniu trwałości zmęczeniowej połączeń spawanych.**

Prezentowano różne, najczęściej stosowane sposoby zwiększenia wytrzymałości zmęczeniowej połączeń spawanych. Zaproponowano wprowadzenie systemu ich klasyfikacji.

ARCISZEWSKI T.: **Inżynieria wynalazczości kluczem do przyszłości budownictwa.**

Prezentowano nowy paradygmat kształcenia i szkolenia inżynierów w budownictwie, wykorzystujący inżynierię wynalazczości i edukację sukcesu. Jego celem jest stworzenie nowej generacji inżynierów mających nie tylko wiedzę i umiejętności tradycyjnych inżynierów, ale również umiejętności osiągania sukcesów, szczególnie w dziedzinie wynalazczości.

WICHTOWSKI B., ZIÓŁKO J.: **Failure of two tanks for gas and restoration.**

The reason of the two mentioned failures was negative pressure which appeared inside the tanks. It caused a deadlocking of a roof dome of the bell (the tank part which moves vertically while filling the tank with gas). The conception and technology of repair of the tanks.

WIERZBICKI S., GIŻEJOWSKI M., CWYL M., STACHURA Z.: **Assessment of the causes of failure of the steel hall structure in the context of design methods.**

On the example of the roof structure failure of the loading ramp of the industrial building, the problem of methodology for designing tension connections in standard terms was presented. The focus was on the approach taken in national standardization before the introduction of Eurocodes and on the effects of excessive simplifications in the designing of certain types of such connections.

JAŚTRZĘBSKI K., KOZŁOWSKI A.: **Steel consumption analysis of purlins from cold-formed sections.**

Eurocodes design procedures as well as analysis of steel consumption of purlins from cold-formed sections used in construction of steel halls has been presented. Calculations for performed analysis were done in spreadsheet created. Steel consumption related to purlin spacing, number of stiffeners and localization of the purlin were analysed and compared with steel purlins made of rolled section.

WENTA J., KRUCZYŃSKI A.: **Construction of steel tanks using the jacking method.**

The article describes erection of two cylindrical tanks made of stainless steel with jacking method. Due to very demanding execution conditions the tanks were rise with incomplete bottom than loaded with floating crane to the sea barge.

HOŁOWATY J., WICHTOWSKI B.: **Properties of structural steels in bridges on railway line No. 275 – the line of the August Wöhler's fatigue research.**

August Wöhler in years 1847–1870 in Frankfurt upon Oder, on the Frankfurt and Wrocław railway line, carried out fatigue load tests on wagon and locomotive axles. Due to the 200th anniversary of the Wöhler's birth, his pioneer research on fatigue strength is characterized and the properties of structural steels in four bridge located on this railway line are presented as well. Structural tests on steels from these bridges and mechanical tests are discussed. Some remarks are formulated for the development of high carbon steel of grade St 48.

KAWECKI P., KAWECKI W., ŁAGUNA J.: **Observations of mining subsidence influence on safety of the steel trestle bridge system.**

The paper presents 8-years observations of the steel trestle bridge structures on the mining area. The extremal local settlements of structure are 2,60 m with 0,60 m horizontal displacements from trestle bridge axis. Setting supports of steel structures was not necessary because ground surface deformation are continuous. Assessment of current state of steel structure displacements and preventive inspection are presented. Necessary additionally safety devices of the supporting bearings are also recommended.

KONECKI K.: **On technology of making holes in steel lap joint in view of norm PN EN 1090-2:2018.**

The paper discusses the issue of the impact of choosing technology to manufacture holes for screws on the performance and critical stress-strain state of steel connections. Particular attention was paid to the need to specify requirements for the method of making holes in joined steel elements in the design documents. The attached calculation example shows the differences between the behavior of the connection with drilled and plasma cut holes.

GIŻEJOWSKI M., WIEDRO P.: **Analytical Eurocode's buckling resistance models and numerical buckling simulations of real steel members.**

Problems related to the technical buckling resistance of compressed members, lateral-torsional buckling of members bent in the plane of section greater moment of inertia and flexural-torsional buckling of members compressed and bent in the plane of section greater moment of inertia are presented. Analytical Eurocode models are quoted and equivalent geometric amplitudes to build imperfect numerical models have been identified. Various analytical and numerical approaches were compared on examples of the buckling resistance assessment of a real steel column.

LORKOWSKI P., GOSOWSKI B.: **Investigations for lateral buckling of two-chords steel members laced in a single plane.**

Two-chords steel elements laced in single plane subjected to pure bending were discussed in order to determine both the ultimate and critical load capacity from the lateral torsional buckling. These tests were carried out on physical models made on a semi-technical scale compared to the actual supporting structures of the railway catenary and numerical models, based on the finite element method. This made it possible to clearly assess the sensitivity of these elements to lateral torsional buckling. In addition, having experimentally and numerically determined critical moments of lateral torsional buckling, from the appropriate formula derived from the Vlasov theory for substitute solid I-elements, indirectly searched geometrical characteristics for uniform and non-uniform torsion were determined.

PAŁKOWSKI SZ.: **Selected problems of linear stability of bar structures.**

The article presents selected issues concerning the linear stability of bar structures. It has been shown that in some structures (e.g. braced frames) the solution based on linear stability can lead to erroneous results. The paper discusses this problem, shows how to correct an incorrect solution and presents some numerical examples.

GIŻEJOWSKI M., STACHURA Z., BARSZCZ A.: **General method for the flexural-torsional buckling resistance verification of double-tee steel members – current investigations and research directions in the Warsaw University of Technology.**

Problems related to the evaluation of beam-column resistance with the use of Eurocode's General Method are dealt with in this paper. Issues related to effects influencing

the elastic critical state of beam-columns are discussed. The general relationship for the critical state is presented that allows for more economical design of steel elements of wide flange sections. Its application in the resistance evaluation of real members is presented. Practical conclusions are drawn with regard to codified verification of the buckling resistance.

BERNATOWSKA E., ŚLĘCZKA L.: **Assessment of fatigue life using the effective notch stress method.**

The fatigue life of steel elements is usually predicted by classical nominal stress method. The paper presents one of modern fatigue life approaches based on local state of stress, including stress raising effects. In this method the stress results are obtained from global analysis made by finite element. In many cases approach based on local method offers advantage of wider versatility.

REJOWSKI K., IWICKI P., TEJCHMAN J.: **Simplified methods for calculating cylindrical silos made of corrugated sheets and thin-walled columns.**

The paper presents a method for determining the buckling strength of three silos made of corrugated sheets in a circumferential direction which were strengthened with thin-walled open-sectional vertical columns. FEM calculations were performed for entire silo structures and segments which included 3 columns with appropriate boundary conditions along the mantle edges. Calculations were carried out with a variable number of columns along the silo circumference. Silo walls were modelled as an orthotropic shell and columns as 1D beam elements. The silo walls were loaded by tangential wall pressure according to Eurocode 1. The results of FEM analyses were compared to the buckling strength by standard formulae (Eurocode 3) and amendments from 2017. It was shown that the simplified segment models were effective to calculate the buckling strength of silos.

WOJNAR A., SIENKOWSKA K., SZPETNAR P.: **The computational analysis of the steel industrial hall including fire conditions.**

This article presents the optimization of four concepts with two different static scheme made from open and closed sections. Then, for two selected concepts, a fire analysis was carried out using protection in the form of fireproof panel casing and a non-reactive fire protective coating. The article is summarized by a comparative analysis of the costs of fire protection applied.

MARCINIAK K., LORENC W.: **Cold bending of thick-walled steel cross sections – directions of scientific research conduct at the Wrocław University of Technology.**

Cold bending is used to shape the geometry of steel structures. Point cold bending is used to cambering of large-size I-sections (HL and HE) used as bridge beams, to curvating to arches from HD I-sections and curvating (also cambering) of T-sections elements with shear connections composite dowels. Selected issues and scientific research conducted at the Wrocław University of Technology were presented.

GÓRSKI J., MIKULSKI T., OZIĘBŁO M., SORN P., WINKELMANN K.: **Modelling of random geometric imperfections of three-dimensional steel structures.**

Geometric imperfections of tanks, silos and mesh coatings can significantly affect their carrying capacity, so they should be taken into account in computer calculations and in the design process. It has been shown that at basic loads acting on this type of constructions, i.e. negative pressure, wind and snow pressure (in the case of mesh coatings), they show clear differences in comparison with the analogous results for these structures with ideal geometry. The introduction of probabilistic methods into the design and estimation of the reliability of the structure is becoming increasingly available and should be taken into account in the design process.

KOSSAKOWSKI P.: **Exceptional loads due to snow drifts at projections, obstructions and parapets according to PN-EN 1991-1-3.**

The paper discusses the exceptional loads due to snow drifts at projections, obstructions and parapets according to PN-EN 1991-1-3. Problematic regulations were considered in detail taking into account the occurrence of exceptional snow drifts after the changes introduced to the standard by PN-EN 1991-1-3:2005/AC:2009 corrigendum.

KRAJEWSKI M.: **On the analysis of the truss with bottom chord under compression.**

In the paper the load bearing capacity analysis of the truss subjected to upward wind loading were presented. The linear buckling analysis results for the beam and shell model of the structure, due to various boundary condition at the marginal supports, were appointed. The influence of the top chord brace stiffness (rotational) on the capacity of the truss, was taken into consideration. The model of the bottom chord on elastic supports was presented as the replacement for the spatial structure. The nonlinear static analysis for the imperfect truss model was carried out.

DENIZIAK P.: **Of European and American methods of cold-formed section resistance calculations.**

This article shows differences between European and American methods of cold-formed section resistance calculations. Theoretical basis of both methods and calculation results of C-section axial compression are given. Computational analysis is compared with laboratory experiment.

RACZAK A.: **About increasing the fatigue life of welded joints.**

Presented different, the most commonly used ways to improve the fatigue strength of welded joints. They proposed to introduce a classification system.

ARCISZEWSKI T.: **Inventive Engineering: A Key to the Future of Civil Engineering.**

The article presents a new education and training paradigm for civil engineers. It has been based on Inventive Engineering and Successful Education. The goal is to create a new generation of engineers having not only the knowledge and skills of the traditional engineers, but also the abilities to become successful, particularly in the area of inventiveness.