

## STRESZCZENIA

**Jacek ABRAMCZYK<sup>1</sup>**

### A WAY OF GEOMETRICAL SHAPING EFFECTIVE SHELL FORMS

The main content of the paper is a presentation of a way of arranging individual light gauge steel shells in the three-dimensional space to obtain a structure whose general shape corresponds to a regular surface called a base surface characterized by any sign of the Gaussian curvature. The way enables us to achieve: a) an integration of the shape and locations of any number of elements of a shaped building object including walls, windows, roof shell stripes by a diversification of their inclination to the vertical direction and a horizontal plane, b) an effective structural work of the shell folds of the deformed sheets producing individual shells, c) an effective arrangement of the stripes passing crosswise the whole structure by means of the base surface, d) an effective cover of the shell strips with the shell sheets. These aims were achieved by means of auxiliary polyhedral compositions whose side and edges are close to planes and straight lines normal to the base surface as accurate as possible at the point chosen initially. In the next stage, the directrices of the stripes are determined on the planes of this controlling structure composed of the above auxiliary compositions. The models of the stripes are fixed on the base of these directrices so that each model would be contained in one controlling composition. The proposed way can be easily extended over more complicated shell structures, including segment shell structure, characterized by a great integration of any number of elements of a building object.

**Keywords:** light gauge steel shells, stripe structures, free deformation

### PEWIEN SPOSÓB GEOMETRYCZNEGO KSZTAŁTOWANIA EFEKTYWNYCH FORM STRUKTUR POWŁOKOWYCH

#### Streszczenie

Główną zawartość artykułu stanowi prezentacja sposobu rozmieszczania pojedynczych powłok wykonanych z przekształconych do postaci powłokowej płaskich arkuszy blachy fałdowej i rozmieszczanych w trójwymiarowej przestrzeni w celu uzyskania ogólnej postaci pewnej struktury zgodnej z właściwościami geometrycznymi pewnej, wstępnie zakładanej powierzchni geometrycznej zwanej powierzchnią bazową charakteryzującą się dowolnym znakiem krzywizny Gaussa. Sposób pozwala na uzyskanie: a) integracji kształtu i położenia elementów kształtowanego obiektu budowlanego: ścian, okien, dachu powłokowego przez zróżnicowanie ich nachylenia do kierunku pionowego i poziomego, b) efektywnej pracy konstrukcyjnej fałd powłoki w późniejszej fazie obciążeń użytkowych, c) efektywnego rozmieszczenia pasm powłokowych arkuszy względem powierzchni bazowej, d) efektywnego pokrycia powierzchni pasm powłokowych przekształconymi arkuszami fałdowymi. Cele te zostały osiągnięte za pomocą pomocniczych wielościennych utworów zwanych utworami sterującymi, których ściany i krawędzie przyjmują położenie zbliżone do położenia płaszczyzn i prostych normalnych do powierzchni bazowej, tak dokładnie jak to jest możliwe z uwzględnieniem przyjętej dokładności kształtowania. W kolejnym etapie są wyznaczane kierownice pasm w płaszczyznach struktury sterującej utworzonej przez powyższe pomocnicze utwory sterujące. Modele pasm tworzące geometryczną strukturę powłokową są wyznaczane na podstawie kierownic tak, żeby każdy model został zawarty w jednym utworze sterującym. Proponowany sposób może zostać łatwo rozszerzony na bardziej rozbudowane powłokowe struktury w tym struktury segmentowe, które również mogą charakteryzować się dużą integralnością dowolnej liczby elementów kształtowanego obiektu budowlanego.

**Słowa kluczowe:** struktury powłokowe, powłoki z blach fałdowych, deformacja wstępna arkuszy fałdowych

Przesłano do redakcji: 3.02.2015

Przyjęto do druku: 1.12.2015

DOI: 10.7862/rb.2015.137

**Edyta BŁYSKAL**  
**Lucjan ŚLĘCZKA**

## **PRZESTRZENNE MODELE OBLICZENIOWE RAMOWYCH HAL STALOWYCH**

W ostatnich latach dokonała się zauważalna zmiana w dziedzinie analizy stalowych konstrukcji prętowych. Dotychczasowe podejście polegające na rozpa-trywaniu płaskich fragmentów konstrukcji, wyodrębnionych z całego układu nośnego, jest obecnie zastępowane globalną analizą całego układu przestrzennego, z uwzględnieniem wzajemnej współpracy i interakcji elementów nośnych. Takie podejście obliczeniowe jest już szeroko stosowane przy projektowaniu hal stalowych i wynika z rozpowszechnienia pakietów oprogramowania bazujących na metodzie elementów skończonych i ciągłym wzroście mocy obliczeniowej komputerów. W przypadku analizy sprężystej otrzymywana w ten sposób ocena obliczeniowego wyężenia elementów może mieć nieco inny poziom niż w przypadku takiego samego układu nośnego, lecz analizowanego w klasyczny, redukcjonistyczny sposób. W pracy przedstawiono próbę jakościowej i ilościowej oceny zmian szacowanego wyężenia elementów nośnych hali stalowej poddanych odmiennym rodzajom analizy (analiza 2D i analiza 3D). Rozpatrzono obiekt o stalowej konstrukcji ramowej i rozważono zachowanie poszy-cia dachu, płatwi, ramy głównego układu nośnego i rygli ściennych. Podano różnice między dwoma przeprowadzonymi rodzajami analizy, przedyskutowano jakie czynniki wpływają na zróżnicowanie wyników oraz sformułowano wynikające stąd wnioski.

**Słowa kluczowe:** konstrukcje stalowe, hala jednonawowa, modele obliczeniowe, analiza 2D, analiza 3D.

## **THREE DIMENSIONAL MODELLING OF STEEL FRAMED STRUCTURES**

### **Summary**

In recent years a noticeable change has been made in design of steel structures. Previous approach based on decomposition of 3D structure into the plane frame models used in analysis is now replaced by global analysis of the whole structure. Such analysis takes into account cooperation and interaction between elements of structure. Such approach is now widely used during design of single storey industrial buildings. It is result of spreading of software packages based on FE methods and continuous increase in computing power. In case of linear elastic analysis, output obtained from 3D calculations can have a little bit different level compared to classical approach based on decomposition of space structure into planar frames. The paper presents attempt of qualitative and quantitative assessment of single storey steel structure subjected to different types of analysis (2D and 3D analysis). The behaviour of cladding, purlins, the main frames, secondary beams and bracings was analyzed and the differences between the two types of analyses were given. The factors influencing the results were discussed and resulting conclusions were presented.

**Keywords:** Steel structures, design model, 2D modelling, 3D modelling.

Przesłano do redakcji: 30.05.2015

Przyjęto do druku: 1.12.2015

DOI: 10.7862/rb.2015.138

Autor do korespondencji/corresponding author:

Edyta Błyskał, Politechnika Rzeszowska, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów, tel.: +48 17 8651629, e-mail:

edytablyskal@prz.edu.pl

Lucjan Ślęczka, Politechnika Rzeszowska, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów, tel.: +48 17 8651631, e-

mail:sleczka@prz.edu.pl

**Jan BRÓDKA**  
**Mirosław BRONIEWICZ**

## **DESIGN OF TRUSSES MADE OF CHANNEL SECTIONS ACCORDING TO EUROCODE RULES**

This paper presents research activity related to design of trusses made of channel sections according to Eurocodes. Roof trusses made of hot rolled channel sections are designed primarily for medium spans and relatively small loads. On the basis a method is proposed for the design of welds in K and N truss connections by using a method of effective lengths. Such welded joints should be design on the basis of the axial force in bracing. The layouts of the welds and the procedure for calculating the lengths of the weld are also proposed. In the case of intermediate joints of the top chord the shape of the joint with an insert made of channel used to fix braces to obtain their connection with sufficient resistance is suggested. A solution of support joints suitable for the direct arrangement of fillet welds connecting the top chord and first brace with the stubs made of square or rectangular hollow sections is also presented. Described methods enable to design of welded connections of trusses made of channel sections. These recommendations are valid for fillet or groove welded joints subjected to predominantly static loading.

**Keywords:** steel structures, K and N trusses joints, lengths of welds, resistance of members

## **PROJEKTOWANIE KRATOWNIC WYKONANYCH Z CEOWNIKÓW ZGODNIE Z ZASADAMI EUROKODÓW**

### **Streszczenie**

Niniejszy artykuł prezentuje zagadnienia dotyczące projektowania kratownic wykonanych z ceowników zgodnie z zasadami zawartymi w Eurocodach. Kratownice dachowe wykonane z gorąco walcowanych kształtowników ceowych są projektowane głównie w przypadku średnich rozpiętości i stosunkowo niewielkich obciążeniach. Wykorzystując metodę długości efektywnych zaproponowano metodę projektowania spoin w węzłach kratownic typu K i N. Takie połączenia spawane powinny być projektem na siły osiowej występujące w skratowaniu. Zaproponowano również sposób wyznaczania układów spoin i procedury obliczania długości poszczególnych odcinków. W przypadku węzłów pośrednich pasa górnego, zasugerowano ukształtowanie węzła z wkładką z ceownika do mocowania krzyżulców w celu uzyskania odpowiedniej nośności. Zaprezentowano również rozwiązanie węzła podporowego umożliwiające odpowiednie rozmieszczenie spoin pachwinowych łączących pas górny z krzyżulcem podporowym z kształtowników zamkniętych kwadratowych lub prostokątnych. Opisanie metody umożliwia projektowanie połączeń spawanych kratownic z kształtowników ceowych. Powyższe zalecenia są przeznaczone do statycznie obciążonych spoin pachwinowych i szeroko-kobruzdowych.

**Słowa kluczowe:** konstrukcje stalowe, węzły kratownic typu K i N, długość spoin, nośność elementów

Przesłano do redakcji: 30.05.2015

Przyjęto do druku: 1.12.2015

DOI: 10.7862/rb.2015.139

Jan Bródka, Białystok University of Technology, jan.brodka@gmail.com  
Author for correspondence: Mirosław Broniewicz, Białystok University of Technology, ul. Wiejska 45E,  
15-351 Białystok, tel. 797995932, e mail: mrbron@gmail.com.

## **EXPERIMENTAL AND NUMERICAL ANALYSIS OF CRACKS IN THE REINFORCED CONCRETE PIPES**

This article presents the analysis of the cracks in the tensile strength of concrete for reinforced concrete pipe crushing. Tensile strength, in case of crushing elements of high relative curvature, is significantly different from the strength of the not curved elements. The current state of research indicates that only methods of nonlinear fracture mechanics lead to a satisfactory agreement between the results of calculations and experimental studies, and allow for compiling correctly the influence of basic parameters of stretched concrete and geometrical dimensions on the load capacity of crush pipes made of concrete. Obtaining consistent results of experimental and numerical research is still a very complicated issue. This paper presents the results of an experimental test performed on three pipes and the numerical model of the analyzed element of the pipes made in the ATENA program. In order to model the concrete we used material model "SBETA", proposed by ATENA. The numerical analyses of the cracks were compared with the results of experimental studies in this paper. The conducted experimental test indicate that the concrete tensile strength for the tested elements was higher than adopted. This resulted in a greater resistance of the cracking for the test elements.

**Keywords:** reinforced concrete, pipes, cracks, crushing, tensile strength

## **ANALIZA DOŚWIADCZALNA I NUMERYCZNA PĘKNIĘĆ W RURACH ŻELBETOWYCH**

### **Streszczenie**

Artykuł przedstawia analizę pęknięć w strefie rozciąganej betonu w żelbetowych rurach poddanych zgniataniu. Wytrzymałość na rozciąganie, w przypadku zgniatania elementów o dużej krzywiznie względnej, różni się znacznie w stosunku do wytrzymałości elementów niezakrzywionych. Bieżący stan badań wskazuje, że jedyne metoda nieliniowej mechaniki pęknięcia daje zadowalającą zbieżność między wynikami obliczeń a badaniami doświadczalnymi i pozwala na poprawne zestawienie wpływu podstawowych parametrów spękanego betonu i wymiarów geometrycznych na nośność zgniatanej rury betonowej. Otrzymanie zgodności wyników badań doświadczalnych i analiz liczbowych jest wciąż bardzo skomplikowaną kwestią. Artykuł prezentuje wyniki badań doświadczalnych przeprowadzonych na trzech rurach żelbetowych i model numeryczny badanych elementów rurowych wykonany w programie ATENA. Jako materiałowy model betonu wykorzystano, proponowany przez program ATENA, model materiałowy "SBETA". Numeryczne analizy pęknięć zostały porównane z wynikami badań doświadczalnych. Obserwacje prowadzone podczas badań doświadczalnych wskazują, że wytrzymałość betonu na rozciąganie w analizowanych elementach była wyższa niż przyjęta w modelu numerycznym. Skutkowało to zwiększoną wytrzymałością ze względu na zarysowanie badanych elementów.

**Słowa kluczowe:** żelbet, rury, pęknięcie, zgniatanie, wytrzymałość na rozciąganie

Przesłano do redakcji: 8.06.2015

Przyjęto do druku: 1.12.2015

DOI: 10.7862/rb.2015.140

<sup>1</sup> Author for correspondence: Lidia Buda-Ozog, Rzeszow University of Technology, Poznanska 2, 35-084 Rzeszow, tel.: +48 17 7432402, e-mail: lida@prz.edu.pl,

<sup>2</sup> Izabela Skrzypczak, Rzeszow University of Technology, [izas@prz.edu.pl](mailto:izas@prz.edu.pl)

**Julia CIGASOVA**  
**Nadezda STEVULOVA**  
**Alena SICAKOVA**

## **NEW BIOCOMPOSITES BASED ON HEMP HURDS**

The development in the field of building materials tending to biocomposites made from natural resources is increasing worldwide. Natural fibre-reinforced composites are attractive due to their environmental and economic advantages. Natural fibres such as kenaf, jute, hemp and sisal are combined with inorganic matrix (based on conventional and/or non conventional material) in biocomposites for their application in building industry. A great importance in Europe has technical hemp as sustainable and fast renewable resource of lignocellulosic fibres with high specific strength, which can be utilized as filler/reinforcement material in composites. This paper presents the results obtained from an experimental study of the mechanical and physical properties of biocomposites prepared with Portland cement as a binder and chemically treated and untreated hemp hurds as a filling agent.

**Keywords:** lignocellulose fibres, lightweight composites, surface treatment, mechanical properties, physical properties

## **NOWE BIOKOMPOZYTY NA BAZIE WŁÓKIEN KONOPNYCH**

### **Streszczenie**

Trendy rozwoju w dziedzinie materiałów budowlanych skłaniają się w stronę biokompozytów z zastosowaniem materiałów odnawialnych. Kompozyty wzmocniane włóknami naturalnymi są atrakcyjne z powodu ich zalet uwzględniających ekologiczne i ekonomiczne aspekty. Biokompozyty przeznaczone do zastosowań w budownictwie, składają się z naturalnych włókien, takich jak ketmia konopiwata, juta, konopie czy agawa są związane z matrycą nieorganiczną (opartą na konwencjonalnych i/lub niekonwencjonalnych materiałach). Ogromne znaczenie w Europie mają konopie techniczne jako ekologiczny i szybko odnawialny zasób włókien lignocelulozowych o wysokiej wytrzymałości, które mogą być wykorzystywane jako wypełniacz i materiał zbrojący w kompozytach.

Artykuł prezentuje wyniki badań doświadczalnych właściwości mechanicznych i fizycznych biokompozytów przygotowanych na bazie cementu portlandzkiego jako spoiwo, oraz włókien konopnych nie modyfikowanych i modyfikowanych chemicznie jako wypełniacz.

**Słowa kluczowe:** włókna lignocelulozowe, kompozyty lekkie, obróbka powierzchniowa, właściwości mechaniczne, właściwości fizyczne

Przesłano do redakcji: 8.06.2015

Przyjęto do druku: 1.12.2015

DOI: 10.7862/rb.2015.141

- 1 Author for correspondence: Julia Cigasova, Technical University of Kosice, Faculty of Civil Engineering, Institute of Environmental Engineering, Vysokoskolska 4, 04200, Kosice, +421556024278, julia.cigasova@tuke.
- 2 Nadezda Stevulova, Technical University of Kosice, Faculty of Civil Engineering, Institute of Environmental Engineering, Vysokoskolska 4, 04200, Kosice, +421556024126, nadezda.stevulova@tuke.
- 3 Alena Sicakova, Technical University of Kosice, Faculty of Civil Engineering, Institute of Environmental Engineering, Vysokoskolska 4, 04200, Kosice, +421556024126, ale-na.sicakova@tuke.

## BADANIE DOKŁADNOŚCI OPRACOWANIA SYTUACYJNEGO WIELKOSKALOWYCH MAP CYFROWYCH

W związku z tym, że współczesne bazy danych map wielkoskalowych gromadzą dane pozyskane różnymi technologiami ocena dokładności tych baz narażona jest na pewne trudności. W pracy przedstawiono zagadnienie oceny dokładności opracowania sytuacyjnego wielkoskalowych map cyfrowych. Na wstępie odniesiono się do klasycznie stosowanych ocen, a następnie omówiono odporną metodę oceny dokładności map. Zaproponowana metoda opiera się na przeskalowanym odchyleniu medianowym, które jest niewrażliwe na wpływ błędów o wielkościach odstających i grubych. Powyższy fakt oraz możliwości sformułowania procedur automatyzacji oceny dokładności opracowania sytuacyjnego map wielkoskalowych pozwala uważać odporną metodę za właściwe rozwiązanie problemu oceny dokładności map. W przeprowadzonych wcześniej badaniach stwierdzono brak zgodności rozkładu błędów położenia punktów z rozkładem normalnym i innymi teoretycznymi rozkładami. Natomiast po zastosowaniu metody najmniejszych odchyleń absolutnych uzyskano stabilną ocenę środka zgrupowania analizowanych zbiorów błędów położenia punktów kontrolnych. W niniejszej pracy wyznaczono medianę, poprzez którą oszacowano wielkość błędu położenia (mP) punktów kontrolnych dla poszczególnych fragmentów mapy i dla całości ocenionej bazy danych. Oszacowano odporny mP z uwzględnieniem wszystkich punktów kontrolnych wyznaczonych na badanym obiekcie (wraz z punktami wykazującymi odstające odchyłki położenia i błędy grube). Stwierdzono, że wielkość mP dla ocenionych map wynosi: w przypadku mapy wykonanej z pomiarów tachimetrem elektronicznym  $0.051 \pm 0.004$  m, w zakresie mapy opracowanej z operatów wcześniejszych pomiarów terenowych  $0.135 \pm 0.007$  m, odnośnie zbioru danych sytuacyjnych pozyskanych poprzez manualną wektoryzację rastrowego obrazu ortofotomapy  $0.231 \pm 0.015$  m, natomiast w przypadku mapy opracowanej z danych pozyskanych z wektoryzacji zeskanowanych map analogowych  $0.303 \pm 0.012$  m, a po przetransformowaniu tychże danych wektorowych do układu PL-2000 wielkość błędu położenia punktu zmalała i wyniosła  $0.195 \pm 0.045$  m.

**Słowa kluczowe:** punkty kontrolne, błędy o wielkościach odstających, błędy grube, odporna metoda oceny dokładności, sytuacyjna mapa wielkoskalowa

## STUDY OF PLANIMETRIC ACCURACY OF LARGE-SCALE MAPS

### Summary

In view of the fact that in the large-scale map databases in Poland coexist data collected from various technologies in assessment of the accuracy of these databases are some difficulties. The paper presents the issue of assessing the planimetric accuracy of large-scale digital maps. At the beginning was referenced to the classical assess and then discussed the robust method of assessing the accuracy of the maps. The proposed method is based on the rescaled median deviation that is insensitive (robust) to outliers size of errors and gross errors. For this reason, and with the possibility of formulating of automation procedures to assess the planimetric accuracy of large-scale maps, the robust method can be considered as appropriate solution to issue of assessing accuracy of maps. Previously performed studies have found the lack of conformity distribution of position errors of points with a normal distribution and with other theoretical distributions. However, after applying the method of least absolute deviation ensures stable assessment of center of the samples analyzed sets of position errors of control points. In this work was stated the median, by which was estimated position error (mP) of control points for individual fragments of map and for total checked database. Was estimated robust mP taking into account all the control points set on the check object (including points with outliers size of errors and with gross errors). Was stated, that mP for assessed maps have a following size: in case map produced from measurements with an electronic tachymeter  $0.051 \pm 0.004$  m, for map created from previous direct measurements  $0.135 \pm 0.007$  m, for planimetric data produced by manual vectorization in a raster image of an orthophotomap  $0.231 \pm 0.015$  m, therefore in case map created with use the vectorization technology preceded by scanning of analogue maps  $0.303 \pm 0.012$  m and for map developed based on planimetric data whose position was obtained by transforming coordinates to the PL-2000 frame size of error mP was fell to  $0.195 \pm 0.045$  m.

**Keywords:** control points, outliers size of errors, gross errors, robust method of assessing the accuracy, planimetric large-scale map

Przesłano do redakcji: 30.05.2015

Przyjęto do druku: 1.12.2015

DOI: 10.7862/rb.2015.142

Autor do korespondencji: Adam Duskocz, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Jana Heweliusza 12, 10-724 Olsztyn, tel. 89 523 48 78, adam.duskocz@uwm.edu.pl

**Marcin GÓRSKI**  
**Aleksander KOZŁOWSKI**  
**Tomasz KOZŁOWSKI**  
**Paweł LUDERA**

## **ANALIZA UKŁADU STĘŻAJĄCEGO BUDYNKU WYSOKOŚCIOWEGO O KONSTRUKCJI BETONOWEJ**

Omówiono stosowane obecnie układy stężące budynków wysokich, ze szczególnym uwzględnieniem budynków o konstrukcji betonowej. Na przykładzie budynku o wysokości 136 m przeanalizowano kształtowanie układu stężącego-go. Analizie poddano wpływ ukształtowania trzonu budynku, ścian i słupów współpracujących z trzonem na sztywność poprzeczną budynku. Analizy wykonano z wykorzystaniem programu ROBOT.

**Słowa kluczowe:** budynek wysokościowy, układ stężący, sztywność budynku,

## **ANALYSIS OF LATERAL LOAD-RESISTING SYSTEM OF CONCRETE HIGH-RISE BUILDING**

### **Summary**

Lateral load-resisting systems applied nowadays in high-rise buildings have been described with the special emphasis to concrete structure buildings. Using 136 m high concrete structure building as an example analysis of shaping of lateral system was conducted. In the analysis the following was considered: core shape, wall localization, cooperation of column. Analysis was performed with the use of software Robot.

**Keywords:** high-rise building, lateral load-resisting system, stiffness of concrete building

Przesłano do redakcji: 30.05.2015

Przyjęto do druku: 1.12.2015

DOI: 10.7862/rb.2015.143

1 Autor do korespondencji: Marcin Górski, Politechnika Rzeszowska, mgorski@prz.edu.pl.

2 Aleksander Kozłowski, Politechnika Rzeszowska, kozlowsk@prz.edu.pl

3 Tomasz Kozłowski, Politechnika Rzeszowska, tkozlowski@prz.edu.pl

4 Paweł Ludera, P&A,

## **NIETYPOWA KONSTRUKCJA SPAWANEGO WĘZŁA W JEDNOWARSTWOWEJ KRATOWNICY PRZESTRZENNEJ**

W artykule przedstawiono wielowątkową analizę niestandardowo ukształtowanych, rozgałęzionych węzłów konstrukcji kratowej o siatce trójkątnej. W konstrukcji tej pręty siatki utworzone z rur o przekroju kwadratowym spawano w węźle do tzw. rozety o kształcie foremnego graniastosłupa o podstawie sześciobocznej i wysokości w przybliżeniu równej bokowi podstawy, który był nieco większy od boku przekroju rury. Szczegółowej analizie poddano dwa warianty węzła. W pierwszym wariacie jeden z boków rury był zlicowany z jednym z denek rozety. W drugim występowało dodatkowe skręcenie pręta względem rozety, na skutek czego fragment rury wystawał ponad rozetę. Powodowało to konieczność wykonania niejednolitej konstrukcyjnie spoiny wzdłuż częściowo wystającej ścianki. Przeanalizowano sposób ukształtowania węzłów w odniesieniu do obowiązujących norm projektowania. Dokonano analitycznej oceny nośności połączenia spawanego. Prześledzono normowe uwarunkowania możliwości wykonania omawianych węzłów w klasie EXC3, zgodnie z klasyfikacją obowiązującą w normie wykonawczej dla konstrukcji stalowych EN-1090-2. W efekcie przeprowadzonych rozważań wnioskowano o technicznej możliwości wykonania takich złączy, przy spełnionych wymaganiach normowych w zakresie ich nośności i technologii wykonania. Oprócz analiz teoretycznych przedstawiono wyniki badań doświadczalnych elementów próbnych składających się z rozety i dwóch naprzemianlegle dołączonych do niej rur. Opisano stanowisko badawcze oraz elementy próbnego wykorzystane w badaniach. Rozważania przedstawione w artykule uzupełniono o wybrane wyniki obliczeń numerycznych pierwszego z omówionych wariantów węzła, udostępnione przez współautora projektu konstrukcji.

**Słowa kluczowe:** wykonanie konstrukcji, połączenia spawane, badania, normy

## **UNUSUAL CONSTRUCTION OF WELDED JOINT IN SPACE SINGLE-LAYER TRUSS**

### **Summary**

A multi-aspect analysis of untypically shaped multi-branch connections in nodes of single-layer triangular spatial grid has been presented in that article. The bars made of the square pipes which formed a grid has been welded to so called rosette, placed in the node, with a shape of regular hexagonal prism with a height nearly equal to the length of the base edge, that was slightly larger than the dimension of a side of the pipe. Two variants of a joint was analysed in detail. In the first variant one side of the pipe was equalized to the upper edge of the rosette. In the second one an additional twisting of the bar relative to the rosette occurred. As a result, a fragment of the pipe protruded above the rosette what caused the necessity of performing a non-uniform weld along the side of the partially protruding pipe. The way of shaping the joints in accordance to the design standards being in force was analysed. The analytical assessment of a load capacity of the welded joint was made, as well. The standard feasibility requirements of the performing possibility the discussed joints in EXC3 class, according to a classification given by a harmonized standard EN-1090-2 for executing of steel structures, have been tracked. As a result of considerations carried out in the article the conclusions about the technical possibilities of executing such joints, with fulfilled requirements in terms of their load capacity and technology of their execution, were presented. Besides the theoretical analyses the article presents the results of the experimental researches that have been carried out on specimens composed of two pipes located on the opposite sides of the rosette. The test arrangement and the specimens that have been used in the experiment were described in that paper. Considerations that have been presented in the article were supplemented with the selected results of the numerical analysis of the first variant of joint, that were provided by co-author of the discussed structure design [4].

**Keywords:** execution of steel structures, welded joints, experimental tests, standard rules

*Przesłano do redakcji: 30.05.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.144

1 Autor do korespondencji: Grzegorz Gremza, Politechnika Śląska, 44-100 Gliwice, ul. Akademicka 5, tel.662349538, ggre@interia.pl.

2 Jan Zamorowski, Akademia Techniczno-Humanistyczna, Bielsko-Biała, zamski@interia.pl.



## SELECTED ASPECTS OF CALCULATING CRANE SUPPORTING BEAMS

During the last few years the European Standards (EN) for designing the overhead crane beams has been introduced by many countries. The general design approach and detailed guidelines presented in these documents are partly different from the previous obligatory national design rules. The calculation based on new rules mostly reveals greater use of the terms of the load capacity, especially it concerns the fatigue load capacity. Such a results lead to designing of the oversized cross-section. On the other hand the investors' requirements to extremely reduce the weight of the construction is a big challenge to the structural engineers and that enforced them to design the constructions without any reserve of the load capacity. In such a context the legitimacy of the simplified calculation method that has been used so far is discussed in this paper. For this purpose the exemplary calculations of beams with varied cross-sections by use of the precise and simplified method were executed. The conclusions concerning differences in stresses values resulting from acceptance of simplified model have been shown. The issues connected with the assessment of the fatigue load capacity are mentioned also in this paper especially focusing on the load capacity of the elements with holes. The American and European standards and another guidelines have been analysed in the aforementioned context and compared with accessible test results.

**Keywords:** fatigue life, construction details with holes, simplified method, stress

## WYBRANE ASPEKTY OBLICZANIA BELEK PODSUWNICOWYCH

### Streszczenie

Przez ostatnie kilka lat normy europejskie (EN) dotyczące projektowania belek podsuwnicowych były przedstawiane przez wiele krajów. Ogólne podejście projektowe i wytyczne szczegółowe przedstawione w tych dokumentach różnią się częściowo od poprzednio obowiązujących krajowych zasad projektowych. Obliczenia prowadzone na podstawie nowych norm, przeważnie wskazują na większe wykorzystanie nośności, dotyczy to szczególnie nośności zmęczeniowej. Prowadzi to do projektowania zwiększonych przekrojów belek. Z drugiej strony inwestorzy wymagają ekstremalnej redukcji ciężaru konstrukcji. Jest to duże wyzwanie dla inżynierów budowlanych, którzy projektują konstrukcję bez jakiegokolwiek zapasu nośności. W takim kontekście, artykule przedstawiono legalność uproszczonej metody obliczeń, która była używana do tej pory. W tym celu wykonano przykładowe obliczenia nośności belek o różnych przekrojach, według metody dokładnej i uproszczonej. Wnioski dotyczące różnicy wyników wskazują na możliwość zaakceptowania wartości naprężeń z modelu uproszczonego. W artykule przedstawiono również problemy związane oszacowaniem nośności zmęczeniowej. Skupiono się głównie na nośności elementów osłabionych otworami. W powyższym kontekście, z wynikami badań porównano normy amerykańskie, europejskie, oraz inne dostępne wytyczne.

**Słowa kluczowe:** nośność zmęczeniowa, szczegóły konstrukcyjne z otworami, metoda uproszczona, naprężenia

*Przesłano do redakcji: 26.05.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.145

<sup>1</sup> Author for correspondence: Grzegorz Gremza, Silesian University of Technology, 44-100 Gliwice, ul. Akademicka 5, 662349538, ggre@interia.pl.

<sup>2</sup> Jan Zamorowski, University of Bielsko-Biała, ATH, 43-309 Bielsko-Biała, ul. Willowa 2, zamski@interia.pl.

Wioleta ISKRA-KOZAK<sup>1</sup>

## MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POPIOŁÓW WYSOKOWAPNIOWYCH DO OTRZYMYWANIA ZAPRAW TYNKARSKICH

W artykule przeanalizowano możliwość stosowania popiołów lotnych z Elektrowni Pątnów do otrzymania zapraw tynkarskich. Ze względu na zmienny skład chemiczny tych popiołów utylizacja tego typu surowca jest trudna. W trakcie przeprowadzonych badań napotkano problem wzrostu objętości wywołany zbyt szybkim wiązaniem anhydrytu oraz krystalizacją wodorotlenku magnezu. Konsekwencją tych procesów jest niszczenie stwardniałej zaprawy. Badaniom poddano właściwości reologiczne oraz podstawowe parametry stwardniałej zaprawy. Wykonane badania wybranych właściwości zapraw, wskazują, że popiół lotny może być wykorzystany do otrzymania zapraw tynkarskich i murarskich.

**Słowa kluczowe:** popiół lotny, pucolana, peryklaz, tlenek wapnia

## THE POSSIBILITIES OF USING HIGH-CALCIUM ASHES FOR OBTAINING MASONRY MORTARS

### Summary

In the article a possibility of applying fly ashes from Pątnów Power Station was analysed for obtaining masonry mortars. On account of the changeable chemical composition of these ashes the recycling of the raw material of this type is difficult. In the course of the conducted examination a problem of the volume increase triggered by too fast anhydrite setting and the crystallization of the magnesium hydroxide was encountered. A decay of hardened mortar is a consequence of these processes. Rheological properties and basic parameters of hardened mortar were tested. The performed research on the chosen properties of mortars shows that the fly ash can be used for obtaining masonry mortars and bricklaying.

**Keywords:** fly ash, puzzolan, periclase, calcium oxide

*Przesłano do redakcji: 25.11.2014*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.146

---

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Wioleta Iskra – Kozak, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, tel. 17 8651701, w\_iskra@prz.edu.pl

Waldemar IZDEBSKI<sup>2</sup>

## MOŻLIWOŚCI PODNIESIENIA POZIOMU AUTOMATYZACJI W FUNKCJONOWANIU PAŃSTWOWEGO ZASOBU GEODEZYJNEGO I KARTOGRAFICZNEGO W OBLICZU AKTUALNYCH UREGULOWAŃ PRAWNYCH I POSTĘPUJĄCEGO ROZWOJU TECHNOLOGICZNEGO

Państwowy zasób geodezyjny i kartograficzny prowadzony jest w Polsce już od kilkadziesiąt lat. Obecna jego forma organizacyjna istnieje od roku 1999, w którym na mocy reformy administracyjnej przywrócono funkcjonowanie powiatów, a zasób danych geodezyjnych przypisanych do powiatów stał się bazą wszelkich opracowań kartograficznych wykorzystywanych w gospodarce, a w szczególności w procesie inwestycyjnym. Metody i środki wykorzystywane do prowadzenia zasobu były zawsze adekwatne do dostępnych środków technicznych. Mapa zasadnicza, jako podstawowy element zasobu, zawsze stanowiła najwierniejszy co do treści, i najdokładniejszy co do lokalizacji model rzeczywistości wykorzystywany przede wszystkim do celów urzędowych, jako pomoc w projektowaniu i realizacji inwestycji. Obecnie obowiązujące przepisy, związane głównie z implementacją dyrektywy INSPIRE, wnoszą wiele zmian w funkcjonowaniu zasobu. Nie zawsze są to jednak zmiany korzystne. W artykule autor przedstawia swoje spostrzeżenia dotyczące problemów w automatyzacji prowadzenia zasobu na bazie wieloletniego doświadczenia w przedmiotowym temacie oraz stara się przedstawić rozwiązania zidentyfikowanych problemów w zgodzie z osiągnięciami techniki, wiedzą profesjonalną i poszanowaniem prawa. Widoczne problemy to głównie niefortunne rozdzielanie treści mapy zasadniczej na 6 baz specjalistycznych, ale również m.in. niejasne i niespójne zapisy w prawie, brak przygotowania powiatów do korzystania z płatności internetowych czy niezrozumienie istoty dokumentu elektronicznego.

**Słowa kluczowe:** dane przestrzenne, mapa zasadnicza, Infrastruktura Informacji Przestrzennej, IIP

**The possibility of raising the automation level in the functioning of National Ordnance Archive in the eyes of the current law regulations and the progressing technological development.**

### Summary

National Ordnance Archive is carried out in Poland for decades. Its present organizational form has existed since 1999, in which under the administrative reform restored the functioning of the counties, and county-level ordnance archives became a base for any cartographic work used in the economy, particularly in the development process. Methods and means used to carry out the resource were always adequate to the available technical means. The main map as the basic element of the resource, has always been the most faithful to the content and the most accurate about the location reality model, primarily used for official purposes as an aid in the design and realization of developments. The current law, mainly related to the implementation of the INSPIRE directive, makes a lot of changes in the functioning of the resource. However, those changes are not always beneficial. In the article the author presents his observations concerning problems in the automation of conducting the resource based on many years of experience in this subject and seeks to provide solutions to identified problems in line with advances in technology, professional knowledge and respect for the law. Visible problems are mostly the unfortunate content separation of the main map into 6 specialized databases, but also, among others, vague and inconsistent provisions of the law, the unpreparedness of counties to use online payments or misunderstanding of the nature of the electronic document.

**Keywords:** spatial data, base map, Spatial Data Infrastructure, SDI

*Przesłano do redakcji: 10.08.2015r.*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.147

---

<sup>2</sup> Autor do korespondencji: Waldemar Izdebski, Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa, tel. 22-234-7751, email: w.izdebski@gik.pw.edu.pl

## FINITE ELEMENT MODELLING OF THE BEHAVIOUR OF STEEL END-PLATE CONNECTIONS

Although the effect of semi-rigid steel beam-to-column connections on the behaviour of steel frames and their substantial economic benefits are recognized nowadays, many structural analyses still consider connections as either fixed or pinned. For that reasons, there is need to be able the generate moment-rotation responses of semi-rigid connections that can be used for analysis and design proposes. Characteristic of the joints can be found using FEM models. The objective of the analysis was to find moment-rotation curves for end-plate connections. The analyzed splices were shaped considering typical recommendations for such connections. Numerical elastic-plastic 3D finite models was performed in order to establish a numerical analysis method for evaluating deformation of extended end-plate-beam-to-column joint for varying thickness of end plates. There were used contact elements between bolts and beam and column. Analysis was done for non-preloaded high strength bolts. This kind of model was generated by using the FEM software package ANSYS version 14. Results show moment-rotation curves for thicknesses 6mm, 10mm and 20mm of end-plate. The study confirmed the influence of thickness of end plates on moment-rotation curves for analysing joints and proved that the FE technique was capable of prediction connection response to an acceptable degree of accuracy. The results can be used in advanced structural analysis of beams and frames.

**Keywords:** steel joints, end- plate, FE modelling, nonlinear analysis

## MODELOWANIE MES ZACHOWANIA SIĘ DOCZOŁOWEGO POŁĄCZENIA ŚRUBOWEGO

### Streszczenie

Pomimo, że obecnie znane są ekonomiczne korzyści uwzględniania półsztywnych połączeń belek ze słupami na zachowanie się stalowych konstrukcji ramowych, wiele analiz konstrukcji wciąż bierze pod uwagę jedynie węzły idealnie sztywne bądź przegubowe. Z tego powodu istnieje potrzeba stworzenia charakterystyk moment - obrót węzłów półsztywnych, które mogłyby służyć w analizach i projektowaniu. Charakterystyki połączeń mogą być uzyskiwane przy użyciu modeli MES. Celem badań było znalezienie krzywej moment – obrót doczołowego połączenia śrubowego. Rozważany węzeł został ukształtowany według zaleceń dla typowych połączeń. Wykonano sprężysto – plastyczny, przestrzenny model MES w celu oceny odkształceń śrubowego węzła belki ze słupem z wystającą blachą czołową dla różnych grubości tej blachy. Do zasymulowania styku pomiędzy belką a słupem wykorzystano elementy kontaktowe. Analizę prowadzona dla niesprężonych śrub wysokiej wytrzymałości. Siatkowanie zostało wygenerowane przy użyciu pakiet oprogramowania ANSYS wersja 14. Jako wyniki otrzymano krzywe zależności moment - obrót dla blachy czołowej o grubości odpowiednio 6 mm, 10 mm i 20 mm. Badania potwierdziły wpływ grubości blachy czołowej na charakterystykę moment – obrót dla analizowanych węzłów i udowodniły, że metoda MES może służyć do określenia odpowiedzi węzła akceptowalną dokładnością, a wyniki mogą być używane w zaawansowanej analizie konstrukcji Ram lub pojedynczych belek.

**Słowa kluczowe:** węzły stalowe, blacha czołowa, modelowanie MES, analiza nieliniowa

*Przesłano do redakcji: 9.06.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.148

---

<sup>3</sup> Author for correspondence: Agnieszka Jabłońska-Krysiewicz, Białystok University of Technology, Faculty of Civil and Environmental Engineering, ul. Wiejska 45E, 15-351 Białystok, tel.+48 85 746 96 00, a.krysiewicz@pb.edu.pl

Jacek JAWORSKI<sup>1</sup>  
Olga SZLACHETKA<sup>2</sup>  
Luz Antonio AGUILERA-CORTÉS<sup>3</sup>

## ZASTOSOWANIE METODY RAYLEIGH'A DO OBLICZENIA PIERWSZEJ CZĘSTOŚCI DRGAŃ WŁASNYCH SŁUPÓW WSPORNIKOWYCH O ZMIENNYM PRZEKROJU POPRZECZNYM

Metodą Rayleigh'a wyprowadzono wzory na częstość (lub okres) dla pierwszej postaci drgań własnych (giętnych) słupów wspornikowych w kształcie ściętego stożka o różnych zbieżnościach ścianek bocznych, z materiału jednorodnego i sprężystego. Przyjęto, że kształt wychylenia osi słupa podczas drgań odpowiada ugięciu statycznemu pod działaniem obciążenia ciągłego. Uwzględniono trzy różne rozkłady obciążeń ciągłych. Otrzymane okresy drgań porównano z wynikami uzyskanymi metodą elementów skończonych (ANSYS). Stwierdzono dużą zgodność wyników. Przeanalizowano możliwość rozszerzenia uzyskanych wyników dla słupów wspornikowych w kształcie ostrosłupów ściętych prawidłowych i ściętego stożka współosiowo wdrażonego (rury stożkowej).

**Słowa kluczowe:** słup stalowy, linia ugięcia, pierwsza częstość drgań własnych

## APPLICATION OF RAYLEIGH'S METHOD TO CALCULATION OF THE FIRST NATURAL FREQUENCY OF CANTILEVER COLUMNS WITH VARIABLE CROSS-SECTION

### Summary

Formulas for the frequency (or period) in the first mode of natural transverse vibration of homogenous and elastic columns with clamped bottom and free head were derived by Rayleigh's method. The columns are shaped as truncated-cones with different inclination of lateral faces, from cylinder to cone. The deflection line of a column axis during the vibration in the form of the bending line of uniformly loaded columns was assumed. Three forms of linear variable continuous loads were included. Resulting periods were compared with those obtained using FEM (program ANSYS) and a good exactitude of results was observed. Possibilities of amplification of obtained equations for cantilever columns in form of truncated regular pyramids and hollow cone (tube shaped like a cone) were discussed.

**Keywords:** steel column, bending line, first natural frequency

*Przesłano do redakcji: 30.05.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.149

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Jacek Jaworski, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Katedra Inżynierii Budowlanej, 02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159, tel. (22) 59- 35109, e-mail: jacek\_jaworski@sggw.pl.

<sup>2</sup> Olga Szlachetka, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Katedra Inżynierii Budowlanej, 02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159, telefon (22) 59-35110, e-mail: [olga\\_szlachetka@sggw.pl](mailto:olga_szlachetka@sggw.pl).

<sup>3</sup> Luz Antonio Aguilera-Cortés, Depto. Ingeniería Mecánica, DICIS-Universidad de Guanajuato Carretera Salamanca-Valle de Santiago km 3.5+1.8, CP 36885 Salamanca, Guanajuato, México, tel. (52) 464-647-9940 (ext. 2381), e-mail: [aguilera@ugto.mx](mailto:aguilera@ugto.mx)

**Karolina KOŚ<sup>1</sup>**  
**Eugeniusz ZAWISZA<sup>2</sup>**

## **CHARAKTERYSTYKA GEOTECHNICZNA OSADÓW DENNYCH ZBIORNIKA RZESZOWSKIEGO**

W pracy przedstawiono wyniki badań właściwości geotechnicznych osadów dennych Zbiornika Rzeszowskiego. Przebadano próbki osadów dennych pobranych w cofce zbiornika, powyżej i poniżej wlotu potoku Strug oraz przy stopniu. Osady sklasyfikowano jako materiał pylasty, organiczny, w stanie płynnym. Materiał uśredniony, który powstał przez zmieszanie wszystkich próbek osadów, sklasyfikowano jako pył kilkufrakcyjny, słabo przepuszczalny, o podwyższonej zawartości części organicznych oraz stosunkowo wysokich wartościach parametrów charakteryzujących wytrzymałość na ścinanie i dużej ściśliwości.

**Słowa kluczowe:** zbiorniki zaporowe, osady denne, charakterystyka geotechniczna

## **GEOTECHNICAL CHARACTERISTICS OF BOTTOM SEDIMENTS FROM RZESZOWSKI RESERVOIR**

### **Summary**

The paper presents geotechnical parameters of bottom sediments from Rzeszowski Reservoir. Tested sediments samples were taken from the backwater area, below and above the Strug stream mouth and near the dam. Sediments were classified as silty organic material in a liquid state. The averaged material, which was created by mixing all the sediments samples, was classified as silt; it had a low permeability, high organic matter content, relatively high shear strength parameters and high compressibility.

**Keywords:** dam reservoirs, bottom sediments, geotechnical characteristics

*Przesłano do redakcji: 3.02.2014*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.150

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: dr inż. Karolina Koś, Katedra Inżynierii Wodnej i Geotechniki, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, tel. (012) 6624160, email: karolinasudyka@wp.pl.

<sup>2</sup> dr hab. inż. Eugeniusz Zawisza, Katedra Inżynierii Wodnej i Geotechniki, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, email kmgibz@ar.krakow.pl

**Pavlo KRAINSKYI<sup>1</sup>**  
**Roman KHMIL<sup>2</sup>**  
**Zinoviy BLIKHARSKIY<sup>3</sup>**

## **THE STRENGTH OF REINFORCED CONCRETE COLUMNS, STRENGTHENED BY REINFORCED CONCRETE JACKETING UNDER LOADING**

Reinforced concrete (RC) jacketing is the most widespread method of columns strengthening. The design of such strengthening requires consideration of additional factors. Among them is the impact of the load supported by the existing structure during strengthening on the future performance of the strengthened structure. Determination of the impact of that factor is the main objective of this research. To achieve this RC column specimens were strengthened after preliminary loading to different levels and tested to failure. All specimens had identical geometrical and mechanical characteristics and were tested as pinned columns subjected to eccentric loading. Different load values applied prior to strengthening represented the only variable parameter. During tests dial indicators were used to measure linear deformation of reinforcement and concrete. Measurements were taken from jacketing and strengthened columns. Deflections along the column length as well as crack development were also monitored. RC jacketing is a very effective strengthening method that allowed us to achieve up to 290% of strength increase. Strengthened columns appeared to work as monolithic structures. No displacements, cracks or adherence loss between columns and jacketing was noticed, even though no interface preparation methods were used to increase bonding between the new concrete and the column. Experimental strength of test specimens was close to calculated values. Maximum deviation equaled 10%.

**Keywords:** reinforced concrete, columns, jacketing, design.

## **NOŚNOŚĆ ŻELBETOWYCH SŁUPÓW WZMACNIANYCH POD OBCIĄŻENIEM ŻELBETOWĄ OTULINĄ**

### **Streszczenie**

Stosowanie otuliny żelbetowej (RC) jest powszechną metodą wzmocnienia słupów. Projektowanie takiego wzmocnienia wymaga rozważania dodatkowych czynników np. ciężaru konstrukcji przenoszonego przez słup. Głównym celem badań było określenie wpływu tego czynnika. Słupy były wstępnie obciążane do różnych poziomów wyężenia, a następnie wzmocniane i badane do zniszczenia. Wszystkie próbki miały identyczne cechy geometryczne i mechaniczne i były badane jako słupy przegubowo zamocowane i obciążone mimośrodowo. Jako zmienny parametr przyjęto różne poziomy wstępnego obciążenia. Podczas badań mierzono linowe odkształcenia betonu i zbrojenia, ugięcia oraz rozwój rys. Otulina pozwoliła osiągnąć wzrost nośności do 290%. Nie zauważono żadnych uszkodzeń pomiędzy słupem a otuliną. Nośność wzmocnionego słupa była bliska wartości otrzymanej z modelu analitycznego, a różnica nie przekraczała 10% .

**Słowa kluczowe:** żelbeton, słupy, wzmocnianie przez otulinę, projektowanie

*Przesłano do redakcji: 30.05.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.151

<sup>1</sup> Pavlo Krainskyi postgraduate student; Lviv Polytechnic National University; Ukraine, 79013, Lviv, S. Bandera Street, 12; pavlinij@i.ua.

<sup>2</sup> Author for correspondence: Roman Khmil PhD associate professor; Lviv Polytechnic National University; Ukraine, 79013, Lviv, S. Bandera Street, 12; roman\_hl@ukr.net.

<sup>3</sup> Zinoviy Blikharskyi professor; Lviv Polytechnic National University; Ukraine, 79013, Lviv, S. Bandera Street, 12., blikharsky@ukr.net

**Krzysztof KUCHTA<sup>1</sup>**  
**Izabela TYLEK<sup>2</sup>**

## **KRYTERIUM SZTYWNOŚCI W PROJEKTOWANIU POPRZECZNYCH ŻEBER BLACHOWNIC**

W artykule przedstawiono podstawowe metody wymiarowania pośrednich poprzecznych żeber blachownic ze względu na kryterium sztywności giętej i podłużnej. Zakres opracowania obejmuje opis koncepcji i metod wyznaczania optymalnej względnej sztywności giętej pośrednich żeber poprzecznych blachownic na podstawie liniowej i nieliniowej teorii stateczności płyt uźebrowanych. Przedstawiono również propozycje wymiarowania pośrednich poprzecznych żeber blachownic w stanie nadkrytycznym oparte na dodatkowym kryterium sztywności podłużnej żebra. Porównano również wymagania, jakie stawiane są sztywności giętej żeber w wybranych normach projektowania konstrukcji stalowych zestawiając je z formułami teoretycznymi i empirycznymi.

**Słowa kluczowe:** uźebrowanie, żebra poprzeczne, żebra pośrednie, Eurokod 3, stateczność płyt uźebrowanych

## **STIFFNESS CRITERION IN INTERMEDIATE TRANSVERSAL STIFFENER DESIGN**

### **Summary**

In the paper basic methods of plate girder intermediate transversal stiffeners design according to bending and extensional stiffness criterions were presented. Scope of this paper covers a description of conceptions and methods of optimal relative bending stiffness of plate girders intermediate transversal stiffeners determining based on linear and nonlinear stiffened plate stability theory. Proposals of plate girder transversal stiffeners design in post-critical range was presented. In this range design of transversal stiffeners is additionally based on stiffeners extensional stiffness criterion. Stiffeners bending stiffness requirements according to selected steel structures design codes and theoretical and empirical formulae was compared.

**Keywords:** grillage of stiffeners, transversal stiffeners, intermediate stiffeners, Eurocode 3, plates stability

*Przesłano do redakcji: 15.09.2014*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.152

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Krzysztof Kuchta, Politechnika Krakowska, 31-155 Kraków, ul. Warszawska 24, [kkuchta@pk.edu.pl](mailto:kkuchta@pk.edu.pl)

<sup>2</sup> Izabela Tylek, Politechnika Krakowska, 31-155 Kraków, ul. Warszawska 24, [itylek@pk.edu.pl](mailto:itylek@pk.edu.pl)



Krzysztof KUCHTA<sup>1</sup>  
Izabela TYLEK<sup>2</sup>

## MODELE OBLICZENIOWE POŚREDNICH ŻEBER POPRZECZNYCH BLACHOWNIC W STANIE NADKRYTYCZNYM ŚRODNIA

W artykule przedstawiono podstawowe teorie nośności nadkrytycznej blachownic stalowych mające zastosowanie we współczesnych normach projektowania. Opisano rozbudowaną metodykę wymiarowania pośrednich żebrowanych blachownic zawartą w normie PN-EN 1993-1-5 [11] odnosząc się do bazowych teorii nośności nadkrytycznej. Wskazano niekonsekwencję i niespójność w przepisach normy, których efektem może być znaczne, nawet kilkukrotne [15], przeszacowanie wartości sił podłużnych działających na żebro w nadkrytycznym stadium pracy blachownicy.

**Słowa kluczowe:** poprzeczne żebra pośrednie, rezerwa nośności nadkrytycznej, stateczność środnika ścinanego

## DESIGN MODELS OF GIRDERS INTERMEDIATE STIFFENERS IN POST-BUCKLING RANGE

### Summary

Fundamental post-buckling theories of steel plate girders applied in contemporary design codes were presented in this paper. Complex procedure of girder intermediate stiffener design included in PN-EN 1993-1-5 [11] was described in respect to fundamental post-buckling theories. Some inconsistency in code provisions, which could be reason of significant, even several times [15], overestimation of stiffener longitudinal force values which is acting at post-buckling state of plate girder work, were pointed out.

**Keywords:** transversal intermediate stiffeners, post-buckling reserve of strength, shear web stability

*Przesłano do redakcji: 5.09.2014*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.153

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Krzysztof Kuchta, Politechnika Krakowska, 31-155 Kraków, ul. Warszawska 24, [kkuchta@pk.edu.pl](mailto:kkuchta@pk.edu.pl)

<sup>2</sup> Izabela Tylek, Politechnika Krakowska, 31-155 Kraków, ul. Warszawska 24, [itylek@pk.edu.pl](mailto:itylek@pk.edu.pl)

## **KSZTAŁTOWANIE PŁYT POMOSTÓW MOSTÓW DROGOWYCH Z KOMPOZYTÓW FRP**

Konieczność zwiększenia trwałości pomostów drogowych obiektów mostowych nadała w ostatnich latach bardzo duży impuls pracom badawczym, których celem jest stworzenie nowych rodzajów płyt pomostów mostów drogowych: trwałych, lekkich i łatwych w montażu, wykonanych z zaawansowanych technologicznie materiałów. Wśród tych materiałów najszerze zastosowanie w mostach w ostatnich latach mają kompozyty FRP (fibre reinforced polymers). W artykule przedstawiono przegląd systemów płyt pomostów wykonywanych z kompozytów FRP. Nacisk położono głównie na kształtowanie geometryczne płyt w zależności od przyjętej technologii wytworzenia kompozytu. Dokonano podziału na trzy główne grupy kompozytowych płyt pomostowych: wykonywanych metodą infuzji, pultruzji oraz płyt hybrydowych, tj. kompozytowo-betonowych. Porównano wady i zalety poszczególnych rodzajów płyt pomostów oraz dokonano wyboru optymalnej kosztowo konstrukcji i technologii do własnych prac badawczych. W ramach badań własnych zaprojektowano i wykonano trzy prototypowe panele pomostów z kompozytów warstwowych (typu sandwich) o różnym układzie konstrukcyjnym. Na podstawie wyników badań wytrzymałościowych ustalono nośność i sztywność poszczególnych paneli. Porównanie tych parametrów pozwoliło na wybór rozwiązania panelu do dalszych prac badawczych i wdrożeniowych.

**Słowa kluczowe:** płyta pomostu, laminat warstwowy, infuzja, pultruzja, konstrukcje hybrydowe, most drogowy,

## **STRUCTURAL SHAPING OF FRP BRIDGE DECKS**

### **Summary**

The growing need of durability enhancement for road bridge decks has recently caused the big impulse for research on new, durable, lightweight and easy to handle bridge decks, made of advanced materials, f.e. FRP (fibre reinforced polymers). The paper reviews the most common bridge deck systems made of FRP composites. The emphasis was mainly on the shaping the geometric depending on the technology manufacturing. The systems were divided into three groups: bridge decks made by pultrusion, infusion and hybrid concrete-FRP composite. In the next step own cross-section of decks were developed, designed and three different prototypes of panels were made in full scale (dimensions in plan  $1,1 \times 2,7$  m). The last stages were tests of the three bridges sandwich panels with different structural arrangement. Based on tests, the strength of panels its load capacity and stiffness were established. Comparison of these characteristics and experience gained during making prototypes, allowed to choose the best panel for further research and implementation.

**Keywords:** bridge deck panel, FRP laminates, infusion, pultrusion, hybrid structures, road bridge

*Przesłano do redakcji: 30.05.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.154

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Maciej Kulpa, Politechnika Rzeszowska, Al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, (17) 86 51 596, [kulpa@prz.edu.pl](mailto:kulpa@prz.edu.pl)

<sup>1</sup> Tomasz Siwowski, Politechnika Rzeszowska, Al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, (17) 86 51 596, [siwowski@prz.edu.pl](mailto:siwowski@prz.edu.pl)

**Mariusz MAŚLAK<sup>4</sup>**  
**Małgorzata SNELA<sup>2</sup>**

## **MIARODAJNA MACIERZ SZTYWNOŚCI W MODELOWANIU PODATNOŚCI OGARNIĘTEGO POŻAREM STALOWEGO DOCZOŁOWEGO WĘZŁA RYGIEL – SŁUP**

Zaprezentowano i przedyskutowano procedurę specyfikacji wyrazów macierzy sztywności elementu węzłowego, wykorzystywanej w szacowaniu podatności ogarniętego pożarem stalowego doczołowego węzła rygiel – słup. Postać tej macierzy determinowana jest przyjętym do szczegółowej analizy zastępczym modelem mechanicznym, stanowiącym układ odpowiednio połączonych sprężyn myślowo wprowadzonych do konstrukcji i odzwierciedlających reakcję wyodrębnionych składników węzła na przyłożone do nich wymuszenia o wartości jednostkowej.

**Słowa kluczowe:** macierz sztywności, węzeł podatny, element węzłowy, metoda składnikowa, pożar.

## **THE RELIABLE STIFFNESS MATRIX IN THE FLEXIBILITY MODELLING FOR THE STEEL END-PLATE BEAM-TO-COLUMN JOINT WHEN EXPOSED TO A FIRE**

### **Summary**

The computational procedure which allows to specify the components of the reliable stiffness matrix relating to the connection element modelling the flexibility of the considered steel end-plate beam-to-column joint when exposed to a fire is presented and widely discussed. The form of this matrix is determined by the conceptual mechanical model which has been accepted for the detailed analysis, forming the system of the springs imaginarily introduced to the structure and appropriately connected so as to reflect the reaction of the specific joint components on the excitations applied to them, with a unit value.

**Keywords:** stiffness matrix, flexible joint, nodal element, component method, fire.

*Przesłano do redakcji: 25.06.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.155

---

<sup>4</sup> Autor do korespondencji: Mariusz Maślak, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, tel.: +48126415673, e-mail: [mmaslak@pk.edu.pl](mailto:mmaslak@pk.edu.pl)

<sup>2</sup> Małgorzata Snela, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 38D, 20-618 Lublin, tel.: +48815384388, e-mail: [m.snela@pollub.pl](mailto:m.snela@pollub.pl)

Monika MIKA<sup>5</sup>  
Anna PRZEWIĘŻLIKOWSKA<sup>6</sup>  
Monika SIEJKA<sup>3</sup>

## **Monitoring rynku programów geodezyjnych wykorzystywanych do opracowania mapy do celów projektowych na terenie powiatu krakowskiego**

W niniejszym artykule przedstawiono ekonomiczny, techniczny i użytkowy aspekt wykorzystania programów komputerowych do realizacji jednej z najczęściej wykonywanych prac geodezyjnych, opracowania mapy do celów projektowych. Badania przeprowadzono w odniesieniu do czterech najczęściej stosowanych programów: MicroStation z nakładką MK2013, C-Geo, EwMapa, MikroMap. Wybór programów oparto o wyniki badań ankietowych przeprowadzonych wśród 30 wybranych losowo firm działających na terenie powiatu krakowskiego. Ocenę użyteczności wskazanych programów wykonano na bazie pomiaru sytuacyjno-wysokościowego wybranego obiektu wielkokubaturowego. Dane w postaci współrzędnych punktów w terenie pozyskano przy zastosowaniu najnowszych technologii pomiarowych. Nadrzędnym celem przeprowadzonych badań była próba weryfikacji możliwości wykorzystania niniejszych programów pod kątem wymogów stawianych wykonawcom prac geodezyjnych przez Ośrodki Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej. Całość zagadnienia rozpatrzono w aspekcie aktualnie obowiązujących przepisów prawa, dotyczących aktualizacji mapy zasadniczej.

**Słowa kluczowe:** mapa do celów projektowych, programy geodezyjne

## **MONITORING OF THE SURVEYING SOFTWARE MARKET WITH FOCUS ON APPLICATIONS USED TO DEVELOP MAPS FOR DESIGN PURPOSES IN THE DISTRICT OF KRAKOW**

### **Summary**

This article presents an economic, technical and user's aspect of the use of software applications for one of the most frequently developed surveying, developing maps for design purposes. The study covered the four most commonly used programs: MicroStation with the overlay MK2013, C-Geo, EWMAPA and MikroMap. The choice of programs was based on the results of surveys conducted among a random sample of 30 companies operating in the district of Krakow. The evaluation the usefulness of the named programs was based on the topographic measurements of a selected large-area object. The data presented as terrain coordinates of points was collected in the field using the latest measurement technologies. The overall aim of the study was an attempt to verify the possibility of using these programs according to the requirements given to surveying contractors by the Geodesic and Cartographic Documentation Centers. The whole issue was examined in the context of the current regulations concerning the master map updates.

**Keywords:** map for design purposes, surveying software applications

*Przesłano do redakcji: 30.05.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.156

---

<sup>5</sup> Autor do korespondencji: Monika Mika, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, 12-66245-39, momika@ar.krakow.pl

<sup>6</sup> Anna Przewiężlikowsk, AGH w Krakowie, WGGiIŚ, Katedry Geomatyki, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, 126173892, [przewie@agh.edu.pl](mailto:przewie@agh.edu.pl)

<sup>3</sup> Monika Siejka, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, 12-66245-39, rmwiech@cyf-kr.edu.pl,

**Witold NIEMIEC<sup>7</sup>**  
**Feliks STACHOWICZ<sup>8</sup>**  
**Tomasz TRZEPIECIŃSKI<sup>9</sup>**  
**Leszek KĘPA<sup>10</sup>**  
**Marek DZIURKA<sup>11</sup>**

## **SMALL-SCALE HARVESTING MACHINERY FOR SHORT ROTATION WILLOW COPPICE**

Mechanization in the harvesting of short rotation willow coppice is a pre-requisite for the areal expansion of short rotation coppice cropping. In the article new machines for small-sized plantations of energetic plants have been presented. The prototypes of machines were manufactured by R&D Centre INVENTOR sp z .o.o and SIPMA S.A in Lublin in cooperation with the Rzeszow University of Technology. The advantage of proposed solutions is their uncomplicated construction which is connected with low production cost and simple machine operation. The energy-crop harvesting machines are competitive with the world's leading manufacturers of machinery. The chipping units of front mounted harvester and side harvesting machines are power-take-off driven. The cutting header for the harvesters uses circular saws driven by hydraulic engines.

**Keywords:** biomass harvesting, willow, harvester, RES, short rotation coppice

## **MAŁOSKALOWE MASZYNY DO ZBIORU PŁONU Z ZAGAJNIKÓW WIERZBY O KRÓTKIEJ ROTACJI**

### **Streszczenie**

Mechanizacja zbioru płonu z zagajników wierzby o krótkiej rotacji jest warunkiem wstępnym do rozrastania się powierzchni upraw o krótkiej rotacji. W artykule przedstawiono nowe maszyny przeznaczone dla małych obszarowo plantacji roślin energetycznych. Prototypy maszyn zostały wyprodukowane przez firmy R&D Centre INVENTOR sp. z o.o. and SIPMA S.A. z siedzibą w Lublinie we współpracy z Politechniką Rzeszowską. Zaletą proponowanych rozwiązań jest ich nieskomplikowana konstrukcja w połączeniu z niskim kosztem wytwarzania oraz prostotą obsługi. Maszyny do zbioru płonu z upraw energetycznych są konkurencyjne cenowo w stosunku do maszyn światowych producentów. Zespół rozdrabniający maszyn znajduje się z przodu lub z boku kombajnów i jest napędzany wałkiem odbioru mocy ciągnika. W skład głowicy ścinającej kombajnów wchodzi piły tarczowe napędzane silnikami hydraulicznymi. Przedstawiono również podstawowe parametry trzech prototypów maszyn.

**Słowa kluczowe:** zbiór biomasy, wierzba, kombajn, OZE, zagajnik o krótkiej rotacji

*Przesłano do redakcji: 15.06.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.157

---

<sup>7</sup> Witold Niemiec, Rzeszow University of Technology, Al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, tel. 17 8651504, wniemiec@prz.edu.pl.

<sup>8</sup> Feliks Stachowicz, Rzeszow University of Technology, Al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, tel. 17 8651538, stafel@prz.edu.pl.

<sup>9</sup> Autor do korespondencji/Corresponding author: Tomasz Trzepieciński, Rzeszow University of Technology, Al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, tel. 17 8651714, tomtrz@prz.edu.pl.

<sup>4</sup> Leszek Kępa, SIPMA S.A., ul. Budowlana 26, 20-469 Lublin, tel. 81 7445071, info@sipma.pl

<sup>11</sup> Marek Dziurka, R&D Centre INVENTOR sp. z o.o., ul. Ciepłownicza 4, 20-469 Lublin, tel. 81 4414146, mdziurka@rndcentreinventor.pl.

## ANALYTICAL MODEL END PLATE BOLTED JOINT UNDER BENDING MOMENT AND AXIAL FORCE LOAD

In typical buildings with steel-concrete composite floors, joints are designed to transmit only hogging bending moment. In case of the large horizontal loads due to wind, earthquake or accidental events, sagging bending moments in the joint and not to neglect axial force can also occur. Additionally, large deformations of the structure cause tying and prying effects. The joints loaded in this way are changing their characteristics, and their strength for the bending moment is decreased.

In global analysis of the structures, the accurate knowledge of the characteristics of the joints allows for determine accurate internal forces in the structural elements. Procedures presented in literature and standards [1] allow for appointing of characteristics of the joint only for bending moment without taking into account axial loads. In the paper, a mechanical model based on "component method" for evaluation of characteristics of the composite joint under bending and axial loads is presented. The influence of tying and prying actions on distribution of the internal forces in a joint is also analyzed. The procedure for calculation of the characteristics of the composite joint with bolted end-plate connection is elaborated too.

**Keywords:** component method, composite joint, analytical model, moment axial force interaction, accidental loads

## ANALITYCZNY MODEL DOCZOŁOWEGO POŁĄCZENIA ŚRUBOWEGO OBCIĄŻONEGO MOMENTEM ZGINAJĄCYM I SIŁĄ OSIOWĄ

### Streszczenie

W typowych budynkach ze stropami zespolonymi stalowy-betonowy, węzły są projektowane głównie do przenoszenia momentów zginających. W przypadku dużych obciążeń poziomych powstałych w wyniku oddziaływań wiatru, trzęsień ziemi lub zdarzeń wyjątkowych, w węzłach pojawia się moment dodatni i siła osiowa o niezaniebdywalnej wartości. Dodatkowo, duże odkształcenia konstrukcji mogą wywoływać siłę skleszczenia efekt ciągnowy w ryglach ramy. Obciążone w taki sposób węzły zmieniają swoją charakterystykę, a ich nośność na zginanie maleje.

W analizie globalnej konstrukcji, znajomość rzeczywistych charakterystyk węzłów pozwala na określenie dokładnego rozkładu sił wewnętrznych w elementach konstrukcji. Procedury przedstawione w literaturze i normie [1] pozwalają na wyznaczanie charakterystyki węzłów jedynie obciążonych momentem zginającym bez uwzględnienia siły osiowej.

W artykule przedstawiono, oparty na metoda składnikowej, model mechaniczny, przydatny do określenia charakterystyki węzła zespolonego poddanego obciążeniu momentem zginającym i siłą osiową. Przeanalizowano również wpływ efektu kleszczenia i efektu ciągnowego na rozkład i wartość sił wewnętrznych w połączeniu. Opracowano procedury do obliczania takich połączeń i na przykładzie wykonano porównanie otrzymanej z modelu charakterystyki węzła z wynikami badań doświadczalnych.

**Słowa kluczowe:** metoda składnikowa, węzeł zespolony, model analityczny, interakcja moment –siła osiowa, obciążenia wyjątkowe

*Przesłano do redakcji: 30.05.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.158

**Marian PONIEWIERA**<sup>12</sup>  
**Ewa MACIEJOWSKA-FIGIEL**<sup>13</sup>  
**Magdalena WRÓBEL**<sup>14</sup>

## **NUMERYCZNY MODEL WYROBISK ZABYTKOWEJ KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO „GUIDO”**

W artykule przybliżono historię zakładu górniczego „Guido”, który jest obecnie wykorzystywany w celach turystycznych. Opisano czynności, jakie należy wykonać w celu utworzenia przestrzennego modelu wyrobisk górniczych przy użyciu dwóch różnych metod – prostej i zaawansowanej. Pod pojęciem modelu autorzy rozumieją schemat przedstawiający układ wyrobisk górniczych wykorzystywanych do udostępniania i eksploatacji złoża. Uproszczony model wyrobisk górniczych wykonano wykorzystując do tego celu punkty wysokościowe (koty, punkty osnowy) oraz osie wyrobisk. Model taki służy do szybkiej wizualizacji przestrzennej wyrobisk. W zaawansowanej metodzie wykorzystano ociosy wyrobisk i punkty wysokościowe. Utworzony tą metodą model umożliwia ukazanie wnętrza wyrobiska, jednak jego wykonanie jest bardziej czasochłonne. Szczególną uwagę skupiono na przygotowaniu obiektów tworzących bryły i warunkach, jakie muszą one spełniać, by mogły być uwzględnione w tworzonym modelu. Opisano czynności kontrolne, jakie należy wykonać przed przystąpieniem do tworzenia przestrzennego modelu wyrobisk, podczas jego tworzenia a także po jego utworzeniu. Wskazano również praktyczne możliwości wykorzystania utworzonych modeli w codziennej pracy zakładów górniczych.

**Słowa kluczowe:** górnictwo, mapy numeryczne, przestrzenny model wyrobisk, kopalnia „Guido”

## **THE NUMERICAL MODEL OF EXCAVATIONS IN THE HISTORIC GUIDO MINE**

### **Summary**

The paper outlines the historical background of the Guido Mine, currently a tourist attraction. The article describes the steps that need to be followed in order to create a three-dimensional model of the mine's excavations. Two methods to create the aforementioned model were presented. The simplified model of the excavations was developed with use of the first method, using the spot heights and geodetic marks, as well as excavation axes. This model is used as a quick three-dimensional visualization of the excavations. The second method employs the side walls and elevation points. The resulting model allows studying the inside of the excavations. However, the second model is more time consuming. A particular emphasis was placed on the preparation of the objects forming solids and on the conditions that need to be met in order to include the object in the model. In addition, the paper describes the inspection activities that need to be done before creation of the three-dimensional excavation model, during the model creation and after its completion. What is more, the possible practical applications of the developed models in coal mines were presented.

**Keywords:** mining, digital maps, spatial model of the excavation, Guido Mine

*Przesłano do redakcji: 30.05.2015r.*

*Przyjęto do druku: 30.10.2015r.*

DOI: 10.7862/rb.2015.159

---

<sup>12</sup> Autor do korespondencji: Marian Poniewiera, Politechnika Śląska w Gliwicach, (032) -237-29-90, Marian.Poniewiera@polsl.pl

<sup>13</sup> Ewa Maciejowska-Figiel, Geo-Com Knurów, maciejowska.ewa@gmail.com

<sup>14</sup> Magdalena Wróbel, Geo-Lisp Książenice, m.wrobel@geolisp.pl

**Alicja PUSZKAREWICZ<sup>15</sup>**  
**Jadwiga KALETA<sup>2</sup>**  
**Dorota PAPCIAK<sup>3</sup>**

## **USUWANIE FENOLU W PROCESIE ADSORPCJI**

Do usuwania związków fenolu z roztworów wodnych zastosowany został naturalny adsorbent mineralny (surowy attapulgit - Abso'Net Superior Special (ASS)). Właściwości adsorpcyjne attapulgitu zostały określone metodą statyczną i dynamiczną. Badania przeprowadzono na modelowym roztworze fenolu o stężeniu początkowym  $C_0 = 20 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ , w temperaturze  $20^\circ \text{C}$ . Dla testowanego minerału proces adsorpcji dobrze opisywały izotermy adsorpcji Froundlicha. W badaniach stwierdzono, że adsorpcja fenolu nieco lepiej zachodziła przy odczynie obojętnym i kwaśnym. Na podstawie badań zaobserwowano, że czas adsorpcji miał istotny wpływ na skuteczność usuwania fenolu, a równowaga adsorpcyjna nastąpiła po 180 minut. W warunkach przepływowych najefektywniej pracowało złożo z najdłuższym czasem retencji  $t_r = 10$  minut. Związki fenolu w początkowej fazie pracy kolumny usuwane były do wartości poniżej  $0,5 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . W punkcie wyczerpania złoża uzyskano pojemność adsorpcyjną  $P = 2,45 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ . Usuwanie fenolu w procesie filtracji na złożu z attapulgitu okazało się skuteczne. Badania wykazały, że adsorbent, o granulacji 0,6 - 1,3 mm zastosowany jako złożo adsorpcyjne mógłby stanowić alternatywę dla skutecznego podczyszczania roztworów zawierających fenol o stężeniach nie przekraczających  $20 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ .

**Słowa kluczowe:** fenol, adsorpcja, filtracja, attapulgit

## **REMOVAL OF PHENOL IN ADSORPTION PROCESS**

### **Summary**

The natural mineral adsorbent (raw attapulgit - Abso'Net Superior Special (ASS)) was used for removing phenol compounds from water solutions. The adsorptive properties of attapulgit have been determined using static and dynamic methods. The tests were performed on/with a model solution of phenol at initial concentration of  $C_0 = 20 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ , at the temperature of  $20^\circ \text{C}$ . For tested attapulgit grades the adsorption processes was described adequately by Froundlich adsorption isotherms. The tests showed that phenol adsorption proceeded slightly better in neutral and acid reaction. Based on the research, it was found that the adsorption time had a considerable impact on the efficiency of removing phenol. Time adsorption equilibrium occurred after 180 minutes. In the flow conditions, the most effectively worked the bed with the longest retention times  $t_r = 10$  min. The compounds of the phenol in the initial phase of operation of the column were removed to less than  $0.5 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . At the point of exhaustion deposits obtained adsorption capacity  $P = 2.45 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ . Removal of phenol by filtration on a bed of attapulgit - Abso'Net Superior Special (ASS) proved effective. Studies have shown that the adsorbent with particle size 0.6 - 1.3 mm used as an adsorbent bed could be an alternative to the effective pretreatment solutions containing phenol of concentration not exceeding  $20 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

**Keywords:** phenol, adsorption, filtration, attapulgit

*Przesłano do redakcji: 30.05.2015r.*

*Przyjęto do druku: 30.10.2015r.*

DOI: 10.7862/rb.2015.160

---

<sup>15</sup> Corresponding Author: Alicja Puzskarewicz, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, apuszkar@prz.edu.pl, tel. 178651720

<sup>2</sup> Jadwiga Kaleta, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, jkaleta@prz.edu.pl, tel. 178651301

<sup>3</sup> Dorota Papciak, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, dpapciak@prz.edu.pl, tel. 178651301



## **RESEARCH ON THE HYBRID FRP COMPOSITE – CONCRETE BRIDGE GIRDER**

The hybrid bridges are composed of FRP composites and concrete, in which FRP girders work compositely with RC deck slab. The hybrid bridge can be characterized by, among others, high stiffness and strength, excellent durability and thus low life cycle costs. Recently several HB have been built in Spain and USA. The construction of the first Polish innovative road hybrid bridge is planned as a part of the R&D project *ComBridge*. It will also be one of the largest (in terms of span length) of this kind in the world. The bridge will be built of FRP box girders made by infusion process and lightweight concrete deck slab reinforced with GFRP bars. The slab will be connected with the girders with special kind of shear studs and adhesive. The Rzeszow University of Technology (RUT) as the research partner in R&D project is responsible for structural testing of girder-slab connections, GFRP reinforced concrete slab and the full hybrid FRP/RC girder in full scale in the laboratory. After the bridge is built the RUT will carry out the proof test of the completed structure. The aim of the paper is to describe static tests of the full-scale hybrid FRP/RC girder and to present testing results in terms of its general behavior, carrying capacity, failure modes and FEM model validation.

**Keywords:** FRP composite girder, lightweight concrete slab, GFRP reinforced concrete, hybrid FRP/RC bridge, static full-scale test.

## **BADANIA HYBRYDOWEGO KOMPOZYTU FRP – BETON DŹWIGARA MOSTOWEGO**

### **Streszczenie**

Mosty hybrydowe składają się z kompozytów FRP i betonu, w który dźwigary FRP pracują wspólnie z płytą RC pomostu. Most hybrydowy charakteryzuje się między innymi dużą sztywnością i nośnością, doskonałą trwałością, a co z tym związane niskimi kosztami utrzymania. W ostatnich latach powstało kilka mostów hybrydowych w Hiszpanii i USA. Budowa pierwszego w Polsce nowatorskiego hybrydowego mostu drogowego jest planowana jako część projektu badawczo-rozwojowy *ComBridge*. Będzie to również jeden z największy (pod względem rozpiętości przęsła) tego rodzaju most na świecie. Most będzie budowany z dźwigarów skrzynkowych FRP wytworzonych w procesie zalewania, oraz płytę pomostu z betonu lekkiego, zbrojonego prętami GFRP. Płyta będzie zespolona z dźwigarem za pomocą specjalnych sworzni ścinanych i przyczepności. Politechnika Rzeszowska jako partner projekcie badawczo-rozwojowym, jest odpowiedzialna za badania doświadczalne w laboratorium, łączników dźwigara z płytą, płyty zbrojonej prętami GFRP, oraz całego dźwigara hybrydowy FRP/RC w naturalnej skali. Po wykonaniu mostu, Politechnika Rzeszowska przeprowadzi próby pełnej konstrukcji. Celem artykułu jest opisywanie badań statycznych hybrydowego dźwigara mostowego FRP/RC w skali naturalnej, oraz przedstawienie wyników badań pod względem jego ogólnego zachowania, nośność, rodzaj zniszczenia i sprawdzenie poprawności modelu numerycznego MES.

**Słowa kluczowe:** dźwigar kompozytowy FRP, płyta z betonu lekkiego. Beton zbrojony prętami GFRP, most hybrydowy FRP/RC, badania statyczne w skali naturalnej

*Przesłano do redakcji: 26.05.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.161

---

<sup>16</sup> Author for correspondence: Mateusz Rajchel, Rzeszow University of Technology, Faculty of Civil and Environmental Engineering and Architecture, mrajchel@prz.edu.pl

<sup>17</sup> Tomasz Siwowski, Rzeszow University of Technology, Faculty of Civil and Environmental Engineering and Architecture, siwowski@prz.edu.pl

Alexander A. RIABENKO<sup>18</sup>  
Volodymyr V. CHERNYUK<sup>19</sup>  
Oksana A. KLYUHA<sup>20</sup>  
Oksana A. HALYCH<sup>21</sup>  
Dmytro M. POPLAVSKIY<sup>22</sup>

## MATHEMATICAL AND HYDRAULIC MODELLING OF UNDULAR JUMP

The article considers the problem of undular jump's mathematical and hydraulic modelling. The cases of undular jump formation during different hydrotechnical constructions work are given. If the specificity of undular jump, especially wavelike free-surface and departure of from pressure distribution will not be taken into account, it can put to difference between designed and real hydraulic regimen. This factor can bring to miscalculation during designing, building and exploitation of constructors. All that shows the issue urgency of undular jump characteristics calculations and modelling. The article gives existent differential equations of free-surface of near-critical flows, which include undular jump.

The disadvantage of given differential equations and their solutions are made, based on produced analysis. Consequently, addressing the mentioned existing misconceptions about the undular jump, it is necessary take into account inclination and curvature of streamlines in initial section of considered phenomena. The original mathematical model of near-critical flow, which takes into account this factor, are suggested. On the basis of this model, the differential equation was derived – with its general and specific solutions – for the free-surface profile of the considered phenomena.

The results of undular jump laboratory researches, which were made on experimental setup, are demonstrated. The comparison of theoretical calculations with experimental data has provided a good convergence of the results.

**Keywords:** modelling, undular jump, solitary wave, cnoidal waves, mathematical modelling, laboratory investigation.

## MODELOWANE MATEMATYCZNE I HYDRAULICZNE SKOKU FALOWEGO

### Streszczenie

Artykuł rozważa problemy matematycznego i hydraulicznego modelowania skoku falowego. Podano przypadki tworzenia się skoku falowego przy różnych pracy różnych budowli hydrotechnicznych. Jeśli określony skok falowy, szczególnie fali na wolnej powierzchni nie jest brany pod uwagę rozkład ciśnień, to otrzymane wyniki będą się znajdować pomiędzy projektowanym a rzeczywistym poziomem. Czynnikiem ten może powodować błędy w czasie projektowania, wznoszenia i eksploatacji budowli. Wskazuje to na konieczność opracowania wzorów i modeli do określania charakterystyk skoków falowych. Artykuł podaje różne wzory dla wolnej powierzchni i przepływów bliskokrytycznych, które zawierają skok falowy.

Niedokładności podanych różnych równań i ich rozwiązania ustalono, na podstawie opracowanych analiz. Wskutek tego, adresując istniejące błędne wyrażenia w stosunku do skoku falowego, trzeba brać pod uwagę nachylenie i krzywiznę linii nurtu w początkowej sekcji rozważanego zjawiska. Zaproponowano oryginalny model matematyczny bliskokrytycznego przepływu, który uwzględnia powyższy czynnik. Na podstawie tego modelu, opracowano odrębne równania - z ogólnymi i szczegółowymi rozwiązaniami - dla zjawiska przepływu o wolnej powierzchni.

Zaprezentowano również wyniki badań laboratoryjnych skoku falowego, które były podstawą analiz. Porównanie obliczeń teoretycznych z wynikami badań doświadczalnych pokazuje dobrą zbieżność wyników.

**Słowa kluczowe:** modelowanie, skok falowy, pojedyncza fala, konoidalna fala, modelowanie matematyczne, badania laboratoryjne

*Przesłano do redakcji: 12.06.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.162

<sup>18</sup> Author for correspondence: Alexander A. Riabenko, National University of Water management and Nature Resources Use, Rivne, Ukraine

<sup>19</sup> Volodymyr V. Chernyuk, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

<sup>20</sup> Oksana A. Klyuha, National University of Water management and Nature Resources Use, Rivne, Ukraine

<sup>21</sup> Oksana A. Halych, National University of Water management and Nature Resources Use, Rivne, Ukraine

<sup>22</sup> Dmytro M. Poplavskiy, National University of Water management and Nature Resources Use, Rivne, Ukraine

**Martina RYSULOVA<sup>1</sup>**  
**Daniela KAPOSZTASOVA<sup>2</sup>**  
**Zuzana VRANAYOVA<sup>3</sup>**

## **SAFETY MANAGEMENT OF GREY WATER - PREVENTION AGAINST POTENTIAL SYSTEM RISKS**

Using recycled water or grey water system is relatively new concept in Slovakia, which gives users or investors an impression, that something what is new and unproven, may not be reliable. It is obvious, that in some cases, there may arise the situation, which wasn't expected and system can fail, despite taking all necessary measures, however this can occur even in systems used safety for years. This report focuses on grey water system application and determines its potential risks, which can bring benefits, especially in terms of prevention of their creation. Then we know to which parts of the system, we have to give special attention, whether in the designing process, using or maintenance and we can ensure efficient and reliable system. This report deals with the potential risks of grey water system and the way how to avoid them, while it is important to remember that naming of the risks are just theoretical, and it doesn't mean that they will occur.

**Keywords:** potential risks, control measures, systems parts, risks factors

## **ZARZĄDZANIE BEZPIECZEŃSTWEM WODY GOSPODARCZEJ - ZAPOBIEGANIE POTENCJALNYM RYZYKOM SYSTEMOWYM**

### **Streszczenie**

Używanie odzyskanej wody albo systemu wody gospodarczej jest stosunkowo nowym pojęciem na Słowacji, który daje użytkownikom albo inwestorom wrażenie, że to co jest nowością i nie jest sprawdzone, nie może być niezawodne. Jest oczywistym, że w niektórych przypadkach, może wystąpić nieoczekiwana sytuacja i system może być zawodny, pomimo użycia wszystkich koniecznych środków. Jednak może to wystąpić nawet w systemach bezpiecznie użytkowanych przez wiele lat. Artykuł przybliża zagadnienia dotyczące systemów wykorzystania wody gospodarczej i ustala potencjalne ryzyko, któremu zapobieganie może przynosić wymierne korzyści. Jeżeli jest znane na którą część systemu, należy zwrócić szczególną uwagę podczas procesu projektowania, użytkowania albo utrzymania można zapewniać skuteczny i niezawodny system. Artykuł podaje potencjalne ryzyko występujące w systemie wody gospodarczej i sposoby jak ich unikać pamiętając, że zjawiska nazywane ryzykiem są po prostu teoretyczne, i nie oznacza, że muszą nastąpić.

**Słowa kluczowe:** potencjalne ryzyko, środki kontroli, części systemu, czynnik ryzyka

*Przesłano do redakcji: 5.05.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.163

<sup>1</sup> Author for correspondence: Martina Rysulova, PhD student, Vysokoskolska 4, 042 00 Košice, Slovakia, 00421908075057, martina.rysulova@tuke.sk.

<sup>2</sup> Daniela Kaposztasova, Vice Dean for Education, Vysokoskolska 4, 042 00 Košice, Slovakia, daniela.kaposztasova@tuke.sk.

<sup>3</sup> Zuzana Vranayova, Vice Chairman of Academic Senate, Vysokoskolska 4, 042 00 Košice, Slovakia, zuzana.vranayova@tuke.sk.

## DETERMINATION OF GLASS WASTE ALLOWABLE AMOUNT USED AS AN ADDITIVE TO PORTLAND CEMENT

One of the possible ways of glass waste recycling is its usage as an additive to cement. A great number of authors consider glass a pozzolanic additive due to the high content of SiO<sub>2</sub> amorphous phase and suggest to use it instead of cement in amount of 10-30%. However the high content of R<sub>2</sub>O in glass (13-14%) favors alkaline corrosion in cement and therefore should be limited. In the work was determined of pozzolanic activity for different types glass waste according to Butt J. and EN 196-5:2006. Compared with known mineral additives, such as microsilica and fly ash, glass wastes have very low pozzolanic activity. Therefore, increasing strength in the early stages of hydration cement associated with an alkaline component in a glass additive and not pozzolanic activity of glass waste. To estimate the effect of alkali component in the glass additive we introduced the notion of alkaline activity of cement-glass mixture. Taking as example different types of cement according to the standard PN-EN 197-1:2011 we demonstrate that substitution of neat cement for grinded glass waste is limited due to glass high alkalinity and low pozzolanic activity. The proposed method of the calculation of glass additive allowable amount permits to estimate the glass effect on total alkaline activity of cement compositions at the design stage.

**Keywords:** glass waste, Portland cement, pozzolanic and alkali activity.

## USTALENIE DOPUSZCZALNEJ ILOŚCI ODPADÓW UŻYTYCH JAKO DODATEK DO CEMENTU PORTLANDZKIEGO

Jednym z możliwych sposobów recyklingu odpadów szklany jest użycie ich jako dodatek do cementu. Wielu autorów uważa szkło jako dodatek pozzolanowy z powodu wysokiej zawartości SiO<sub>2</sub> oraz fazy amorficznej i sugerują jego używanie zamiast cementu w ilości 10-30 %. Jednakże wysoka zawartość R<sub>2</sub>O w szkłe (13-14 %) powoduje alkaliczną korozję w spoiwie i dlatego zawartość szkła powinna być ograniczona. W pracy ustalono aktywność pocolanową w różnych typach odpadów szklanych według Butt J. i EN 196-5: 2006. Porównanie ze znanymi dodatkami mineralnymi, takimi jak mikrokrzemionka czy popiół lotny wykazało, że odpady szklane mają bardzo niski poziom aktywności pocolanowej. Dlatego, zwiększona wytrzymałość we wczesnej fazie hydratyacji cementu powiązanej ze składnikiem alkalicznym w dodatku szklanym nie wykazuje aktywności pocolanowej odpadów szklanych. Przy oszacowaniu efektów składników alkalicznych dodatku szklanym zostało wprowadzone pojęcie aktywności alkalicznej mieszanki cementowo-szklanej. Biorąc jako przykład inne rodzaje cementów według normy PN-EN 197-1: 2011 pokazano, że zastępowanie czystego cementu odpadami szklanymi jest ograniczone z powodu wysokiej zasadowości szkła i niskiej aktywności pocolanowej. Zaproponowana metoda obliczania dopuszczalnej ilości dodatku pozwala oszacować wpływ szkła na całkowitą aktywność alkaliczną składników cementu na etapie projektowym.

**Słowa kluczowe:** odpady szklane, cement portlandzki, aktywność pocolanowa i alkaliczna.

*Przesłano do redakcji: 26.05.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.164

---

<sup>23</sup> Author for correspondence: Viktor Shevchenko, Institute of Civil Engineering, Warsaw University of Technology, Branch at Plock, Lukashevicha 17, PL-09400 Plock, Poland, Tel.:+48243672239, e-mail: chewchenko4@yahoo.com.

<sup>24</sup> Galyna Kotsay, Institute of Civil Engineering, Warsaw University of Technology, Branch at Plock, Lukashevicha 17, PL-09400 Plock, Poland, Tel.:+48243672121, e-mail: [kotsayg@pw.plock.pl](mailto:kotsayg@pw.plock.pl).

Szymon SWIERCZYNA<sup>1</sup>  
Walter WUWER<sup>2</sup>

## ISSUES OF ALTERNATING LOAD IN DESIGN OF COLD-FORMED STEEL FRAMES WITH LAP JOINTS

The paper raises the issues of alternating loads in designing of cold-formed steel frames with blind bolt lap joints. Based on own research and information found in the literature pointed out the need to develop the procedures for calculating such connections, taking into account their actual behaviour, i.e. according to proper hysteresis loops. Presented also the method of determining of nonlinear force-displacement ( $F-\delta$ ) and moment-rotation ( $M-\phi$ ) characteristics describing the behaviour of a single-cut connections of cold-formed sections with blind fasteners of the type BOM [1], loaded in one direction. The proposed formulas are based on previously unpublished research results and allow for determination of mentioned dependencies on the basis of selected physical parameters of such connections. The curves of the relationships  $F-\delta$  and  $M-\phi$  obtained from the proposed formulas were compared in graphs with experimental curves obtained during the tests of elements in which connections has been loaded in both one direction and alternately. As a conclusion, the predicted directions for further research are presented.

**Keywords:** cold-formed steel frames, lap joints, blind fasteners, alternating load, semi-rigid joints, stiffness of joints

## PROBLEMY OBCIĄŻEŃ ZMIENNOZNAKOWYCH W PROJEKTOWANIU RAM STALOWYCH Z KSZTAŁTOWNIKÓW ZIMNOGIĘTYCH Z POŁĄCZENIAMI ZAKŁADKOWYMI

Artykuł przedstawia kwestie obciążeń zmiennych w projektowaniu ram z zimnogiętych kształtowników stalowych, łączonych na zakryte połączenia zakładkowe śrubowe. Na podstawie badań własnych i informacji literaturowej wskazano potrzebę udoskonalenia procedury dla obliczania takich połączeń, biorąc pod uwagę ich rzeczywiste zachowanie, t.j. zgodnie z właściwymi pętlami histerezy. Przedstawiono również metodę określania nieliniowej charakterystyki siła - odkształcenie ( $F-\delta$ ) i moment - obrót ( $M-\phi$ ) opisujących zachowanie się jednociętych złączy kształtowników zimnogiętych na zakryte łączniki typu BOM [1], obciążone jednokierunkowo. Zaproponowane formuły oparto na wcześniejszych niepublikowanych wynikach badań i pozwalają na określenie zależności na podstawie wybranych parametrów fizycznych takich połączeń. Krzywe zależności  $F-\delta$  i  $M-\phi$  uzyskane z proponowanych wzorów porównano z krzywymi otrzymanymi z badań doświadczalnych, w których połączenia były obciążone zarówno jednokierunkowo jak i naprzemiennie. Na zakończenie zaprezentowano kierunki dalszych badań

**Słowa kluczowe:** ramy stalowe z kształtowników zimnogiętych, połączenia zakładkowe, łączniki zakryte, obciążenie naprzemiennie, węzły półsztywne, sztywność węzłów

*Przesłano do redakcji: 25.06.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.165

<sup>1</sup> Author for correspondence: Szymon Swierczyna, Silesian University of Technology, 5 Akademicka Street, 44-100 Gliwice, Poland, (32)2372224, szymon.swierczyna@polsl.pl.

<sup>2</sup> Walter Wuwer, Katowice School of Technology, 44-100 Gliwice, M. Strzody Street, w.wuwer@wp.pl.

**Radosław SZCZERBA<sup>1</sup>**  
**Marcin GAJEWSKI<sup>2</sup>**  
**Marian GIŻEJOWSKI<sup>3</sup>**

## **ANALYSIS OF STEEL I-BEAM-COLUMNS CROSS-SECTION RESISTANCE WITH USE OF FINITE ELEMENT METHOD**

An interaction of uniaxial bending and axial compression occurs very often in engineering practice and has been widely described in clause 6.2 of Eurocode 3. There are appropriate formulae given to verify the design cross-section resistance of steel structural members. Numerical aspects of constructing the cross-section resistance interaction curve of I-sections are presented in this paper through numerical modelling of the behaviour of stocky beam-columns with the relative slenderness ratio of 0.2 that distinguishes the range of characteristic values of the cross-section resistance and the member buckling resistance. Numerical study was carried out with respect to hot-rolled wide flange HEB/HEAA sections. The case of combined planar bending about one of the section principal axis ( $y$  or  $z$ ) and axial compression was considered. The scope of numerical research includes different cross-section classes from class 1 to class 4. In case of cross-sections from class 1 to class 3, Geometrically and Materially Nonlinear Analysis (GMNA) is carried out. As far as class 4 cross-sections are concerned, Geometrically and Materially Nonlinear with Imperfections Analysis (GMNIA) is carried out in which geometrical imperfections due out-of-flatness deformations of section plate components are taken into account in the form of first local buckling mode. Plate section components are modelled using Finite Shell Elements (FSEs). FSE modelling technique using ABAQUS/Standard library is utilized. Numerical results in the form of interaction diagrams are compared with those of analytical ones presented in Eurocode 3. Differences occurring between the results from conducted FE analysis and those obtained with use of Eurocode's interaction formulae are discussed and factors causing these differences are outlined. Concluding remarks are drawn.

**Keywords:** cross-section resistance, compression and uniaxial bending, steel stocky I-beam-beams, FEM

## **ANALIZA NOŚNOŚCI STALOWYCH PRZEKROJÓW DWUTEOWYCH ŚCISKANYCH I ZGINANYCH W JEDNEJ PŁASZCZYŹNIE PRZY ZASTOSOWANIU MES**

### **Streszczenie**

Zagadnienie jednokierunkowego zginania oraz ściskania jest spotykane w praktyce inżynierskiej bardzo często i zostało szeroko opisane w pkt. 6.2 normy PN-EN 1993-1-1. Podano w niej odpowiednie formuły do sprawdzania nośności prętowych konstrukcji metalowych. W niniejszej pracy skupiono się na numerycznych aspektach oceny nośności stalowych przekrojów dwuteowych rozumianej jako nośność pręta krępego poddanego jednocześnie ścisnaniu oraz jednokierunkowemu zginaniu. Studium numeryczne wykonano w odniesieniu do kształtowników walcowanych na gorąco z grupy szerokostopowych HEB/HEAA, zginanych względem głównych osi bezwładności przekroju ( $y$ ,  $z$ ). Zakres badań obejmuje przekroje zaliczane do klas od 1 do 4. W przypadku prętów krępych o przekroju należącym do klas od 1 do 3 wykonano pełną geometrycznie i materiałowo nieliniową analizę z uwzględnieniem efektów II rzędu (GMNA). W przypadku prętów o przekroju klasy 4 zastosowano zaś analizę GMNIA, uwzględniającą dodatkowo imperfekcje geometryczne ścianek smukłych. Modele numeryczne prętów wykonano z zastosowaniem powłokowych elementów skończonych. Do wykonania analiz numerycznych wykorzystano program komputerowy ABAQUS/Standard. Uzyskane wyniki krzywych granicznych nośności przekroju porównano z wynikami uzyskanymi z zastosowaniem formuł normowych. Sformułowano wnioski oraz kierunki dalszych badań.

**Słowa kluczowe:** nośność przekroju, dwuteowniki walcowane na gorąco, ściskanie i zginanie jednokierunkowe, metoda elementów skończonych MES

*Przesłano do redakcji: 4.05.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.166

<sup>1</sup> Corresponding author: Radosław Szczerba, Rzeszów University of Technology, ul. Poznańska 2, 35-084 Rzeszów, Tel.: +48 17 865 16 16, rszcz3rba@gmail.com.

<sup>2</sup> Marcin Gajewski, Warsaw University of Technology, al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warszawa, Tel.: +48 22 234 5164, m.gajewski@il.pw.edu.pl.

<sup>3</sup> Marian Giżejowski, Warsaw University of Technology, al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warszawa, Tel.: +48 22 234 6554, m.gizejowski@il.pw.edu.pl.

## STATECZNOŚĆ MIMOŚRODOWO ŚCISKANEJ ŚCIANKI WSPORNIKOWEJ ELEMENTU CIENKOŚCIENNEGO

W pracy zamieszczono wyniki badań stateczności mimośrodowo ściskanych ścianek wspornikowych stanowiących części składowe elementów cienkościennych. Ścianki takie charakteryzują się dużymi smukłościami i są wrażliwe na lokalną utratę stateczności. W celu rozwiązania zadania zastosowano model cienkiej płyty wspornikowej. Funkcję ugięcia zapisano w postaci szeregu wielomianowo – sinusowego. Uwzględniono warunki sprężystego zamocowania przeciw obrotowi oraz różne rozkłady naprężeń (wg funkcji stałej, liniowej i paraboli 2. stopnia) na długości elementu. Naprężenie krytyczne odniesiono do najbardziej ściskanej krawędzi dla danego przypadku obciążenia. Współczynniki wybočeníowe  $k$  wyznaczono metodą energetyczną. Pokazano wykresy współczynnika  $k$  dla takich przypadków obciążenia, których nie znaleziono w literaturze. Wyprowadzono wzory aproksymacyjne współczynnika  $k$  dla stałego na długości płyty rozkładu naprężeń. We wzorach uwzględniono różne przypadki mimośrodowego ściskania w funkcji wskaźnika sprężystego utwierdzenia. Omówiono sposoby oszacowania współczynnika  $k$  dla pośrednich wartości parametrów oraz przedstawiono prostą formułę przybliżoną dla długich płyt wspornikowych. Sposób wykorzystania wzorów aproksymacyjnych pokazano w przykładzie obliczeniowym. Stwierdzono, że uwzględnienie sprężystego zamocowania krawędzi ścianki (płyty) wspornikowej w segmencie pręta cienkościennego oraz poprzecznej i wzdłużnej zmienności naprężeń prowadzi do precyzyjniejszego wyznaczenia naprężeń krytycznych wybočenía lokalnego. Poprawia to dokładność odwzorowania zachowania się elementu cienkościennego w inżynierskim modelu obliczeniowym. Tak wyznaczone naprężenia krytyczne mogą także posłużyć do dokładniejszego wyznaczenia szerokości współpracujących różnie obciążonych ścianek wspornikowych.

**Słowa kluczowe:** pręty cienkościenne, przekrój otwarty, płyty wspornikowe, sprężyste zamocowanie, wzdłużna zmienność naprężeń

## STABILITY OF ECCENTRICALLY COMPRESSED CANTILEVER WALL OF A THIN-WALLED MEMBER

### Summary

The paper presents the results of investigations into the stability of eccentrically compressed cantilever walls constituting components of thin-walled members. The characteristics of such walls include high slenderness and susceptibility to local stability loss. To solve the problem, a model of a thin cantilever plate was used. The deflection function was written in the form of the polynomial–sine series. The conditions of elastic restraint against rotation and different stress distributions (in accordance with a constant function, linear function and the parabola 2<sup>nd</sup>) over the length of the member were accounted for. The critical stress was referred to the edge that was most compressed for a given load case. The buckling coefficients  $k$  were determined using the energy method. The plots of the coefficient  $k$  were presented for those load schemes that were not found in the literature. Approximation formulas for the coefficient  $k$  were derived for stress distribution that was constant over the plate length. In the formulas, different cases of eccentric compression were accounted for in the form of a function of the elastic fixity index. The means of estimating the coefficient  $k$  for intermediate parameter values were discussed. Also, a simple approximation formula for long cantilever plates was presented. The use of approximation formulas was demonstrated on the computational example. It was concluded that taking into account the elastic restraint of the edge of the cantilever wall (plate) in the thin-walled bar segment, and also the transverse and longitudinal stress variation gives more precise determination of the critical stress in local buckling. That contributes to improvement in the representation of the thin-walled element behaviour in the computational engineering model. The critical stress determined in the way described in the study can also help to more accurately determine of effective widths of cantilever walls which are under different loads.

**Keywords:** thin-walled bars, open section, cantilever plates, elastic restraint, longitudinal stress variation

*Przesłano do redakcji: 30.05.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.167

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Andrzej Szychowski, Politechnika Świętokrzyska w Kielcach, Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7, 25-314 Kielce, tel: 41 3424575, -mail: [aszychow@tu.kielce.pl](mailto:aszychow@tu.kielce.pl)

## EFFECTIVE SOIL STRENGTH PARAMETERS AND LOAD CAPACITY OF SHALLOW FOUNDATIONS ACCORDING TO VARIOUS POLISH DESIGN CODES

Standard PN-EN-1997-1 (Eurocode 7 - introduced in 2010) requires the determination of bearing capacity of the subsoil on the basis of the effective values of geotechnical parameters. The total soil parameters can be used only to determine the bearing capacity in the so called "undrained conditions", in transitional situation (with a fast the increase of load and slow the outflow of water). The problem with correct qualification of effective parameter values is the obstacle to the widespread use of the new code. This especially concern a smaller structures, for which advanced researches of substrate is uneconomical. The paper presents the change in the approach to the design of shallow foundations and application for that purpose an effective values of the parameters in the Polish codes over time.

**Keywords:** polish norm, bearing capacity, drained conditions, effective values of geotechnical strength parameters

## EFEKTYWNE PARAMETRY WYTRZYMAŁOŚCIOWE GRUNTU I NOŚNOŚĆ FUNDAMENTÓW BEZPOŚREDNICH WEDŁUG RÓŻNYCH POLSKICH NORM PROJEKTOWYCH

Norma PN-EN-1997-1 (Eurocode 7 - wydana w 2010r) wymaga określenia nośności gruntu na podstawie efektywnych wartości parametrów geotechnicznych. Całkowite parametry gruntu mogą być używane tylko po to aby określać nośność gruntu z tak zwanych "warunków nieosuszonych", w sytuacji przejściowej (z szybkim przyrostem obciążenia i wolnym wypływem wody). Problem z odpowiednimi określeniem realnych wartości parametrów gruntu jest przeszkodą w szerszym użyciu nowych norm. Niepokój budzą zwłaszcza niewielkie obiekty, dla który zaawansowane badania podłoża gruntowego nie są ekonomiczne. Artykuł przedstawia zmianę podejścia do projektowania płytkich fundamentów i określania w tym celu realnych wartości parametrów gruntowych w polskich normach na przestrzeni lat.

**Słowa kluczowe:** polskie normy, nośność, warunki osuszania, efektywne wartości geotechnicznych parametrów wytrzymałościowych

*Przesłano do redakcji: 26.05.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.168

<sup>1</sup> Corresponding author: Krzysztof Wilk, Rzeszow University of Technology, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Department of Geodesy and Geotechnics, address: ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszow, Poland, phone number: +48 17 865 10 06, e-mail: kwilk@prz.edu.pl.



## KSZTAŁTOWANIE KONSTRUKCJI ZE WZGLĘDU NA RYZYKO ZNISZCZENIA

Kształtowanie konstrukcji budowlanych można zdefiniować jako poszukiwanie formy lub nadawanie konstrukcji określonej postaci albo kształtu. W teorii konstrukcji kształtowanie utożsamia się często z optymalizacją elementów lub ustroju konstrukcyjnego obiektu budowlanego. Kryteria optymalizacji są jednak formułowane w różny sposób, jako kryteria jakościowe, ilościowe lub mieszane, ściśle zdefiniowane lub intuicyjne, dotyczące różnych właściwości konstrukcji, najczęściej sztywności, trwałości, zużycia materiałów, energii potencjalnej. Tradycyjne podejście do kształtowania konstrukcji oparte na wizualizacji i jakościowej optymalizacji „przepływu strumieni sił” ma nadal duże znaczenie praktyczne i dydaktyczne, a także inspiruje do poszukiwania logicznie uzasadnionej topologii konstrukcji. Analizy przyczyn katastrof budowlanych wskazują, że najczęściej są one spowodowane przez wyjątkowe zdarzenia o znikomym prawdopodobieństwie wystąpienia lub ich kombinacje. Natomiast projektowanie i kształtowanie konstrukcji jest tradycyjnie ukierunkowane na standardowe sytuacje obliczeniowe, które mogą wystąpić w projektowanym okresie użytkowania. W pracy przedstawiono i uzasadniono autorską opinię, że na etapie kształtowania konstrukcji podstawowym kryterium wyboru formy i rozwiązań konstrukcyjnych powinno być dążenie do zapewnienia odporności na zdarzenia katastrofalne, adekwatnej do przewidywanego scenariusza zagrożeń w projektowanym okresie użytkowania konstrukcji i akceptowalnych konsekwencji zniszczenia. Jako syntetyczne, ilościowe kryterium optymalizacji i kształtowania konstrukcji uwzględniające oprócz standardowych wymagań podstawowych również odporność na zniszczenie i odporność poawaryjną, przyjęto ryzyko zniszczenia konstrukcji. Przedstawiono również przyporządkowanie czynników i działań decydujących o redukcji ryzyka do standardowych strategii postępowania oraz przykład ilustrujący sugerowaną procedurę obliczeń.

**Słowa kluczowe:** kształtowanie konstrukcji, zagrożenia, ryzyko zniszczenia, strategie kształtowania

## SHAPING BUILDING STRUCTURES WITH REGARD TO RISK

### Summary

The paper presents some aspects of the risk based criteria for shaping building structures. Traditional approach to shaping based on visualization of the flows of forces in structures inspires to seek a rational topology of structures and still remains of great practical and didactical significance. Shaping of structures is often identified with optimization of structural system of a building. The optimization criteria, however, are defined in a different way, for example: as the qualitative, quantitative or mixed, well-defined, fuzzy or intuitive, related to the various properties of the structure, e.g. stiffness, durability, the potential energy, etc. Analysis of the causes of structural failures indicate that they are most often caused by exceptional events with a negligible probability of occurrence or combinations of that events. In contrast, the design and development of structures is traditionally focused on standard design situations that may occur in the lifetime performance. Author's suggestion that criteria for structural shaping should be taken into account to provide resistance of a structure to catastrophic events, appropriate to the hazard scenario and acceptable consequences of damages and collapse of a structure, is presented and discussed in the paper. In other words, the design of building structures should involve the consideration of risk associated with hazards as the main criterion of shaping which can be used as the synthetic optimization criterion. The risk assessment, the assignment of factors and decisive activities to reduce risk according to standard strategies, and an example to illustrate the calculation procedures are also presented.

**Keywords:** shaping of structures, hazards, failure risk, shaping strategies

*Przesłano do redakcji: 30.05.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.169

---

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Szczepan Woliński, Politechnika Rzeszowska, ul. Poznańska 2, 35-084 Rzeszów, tel. 17 854 2974, e-mail: szwolkkb@prz.edu.pl

**Ireneusz WYCZALEK<sup>25</sup>**  
**Michał WYCZALEK<sup>2</sup>**  
**Artur PLICHTA<sup>3</sup>**

## **INVENTORY MEASUREMENTS BASED ON NON-METRIC AERIAL PHOTOS FROM THE BOARD OF UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV)**

The main task of land surveying, among others, is efficient implementation of the inventory of new objects, what sometimes require doing measurements in difficult terrain (mud, cuttings, moving earth masses, working at high altitude) and during ongoing construction works. Geodetic surveys are primarily used to update some databases essential for Polish principal national map, but they also support cadastral and control measurements related to excavation or construction works. Field surveys are usually done by total station or satellite GNSS receivers in a way that guarantees accuracies required in geodesy. It is also allowed the usage of other methods that ensure required accuracies. Photogrammetric technique is one of those methods. Despite the great precision and many other advantages (overall points collection and archiving the state of the object), it has not found a proper place among field measurement methods. Revolutionary developments in this area occurred along the development of small, unmanned flying vehicles (UAV) which can carry onboard camera or other sensor, and can reach places difficult to access by humans. Development of images obtained this way supports more and more developed computer software.

This paper aims to bring the adopted method of measuring and computing images taken out from the board of hexacopter (6-rotor drone), discussion about obtained precision and presentation the results of the development of a number of selected terrain objects. As a result, the study found that the results obtained in conjunction with the ability to reach inaccessible places and non-invasive measurement allow to consider this method as a viable alternative to direct methods of inventory measurements.

**Keywords:** Aerial mapping, photogrammetry, geodatabases

## **POMIARY INWENTARYZACYJNE W OPARCIU O NIEMETRYCZNE ZDJĘCIA LOTNICZE Z POKŁADU BEZZAŁOGOWEGO POJAZDU LATAJĄCEGO (UAV)**

### **Streszczenie**

Do zadań geodezji wynikających z zapisów prawa budowlanego należy między innymi sprawne wykonanie inwentaryzacji nowopowstających obiektów, wymagające niekiedy pomiaru w trudnych warunkach terenowych (błoto, wykopy, przemieszczane masy ziemne, praca na znacznej wysokości) i podczas realizacji prac budowlanych. Pomiar inwentaryzacyjny służy przede wszystkim do aktualizacji niektórych baz danych zasilających mapę zasadniczą, wspomagają inne bazy danych tematycznych, ale mają też cel ewidencyjno-kontrolny odnośnie do wykonanych prac ziemnych lub postępu robót budowlanych.

Pomiary terenowe wykonuje się zwykle metodą tachimetryczną lub satelitarną GNSS w taki sposób, aby osiągnąć dokładności spełniające standardy robót geodezyjnych. Dopuszcza się też zastosowanie innych metod pomiarowych zapewniających uzyskanie wymaganych dokładności. Technika fotogrametryczna jest jedną z takich metod. Mimo znacznych możliwości dokładnościowych i wielu innych zalet (całościowa rejestracja i archiwizacja stanu obiektu), nie znalazła ona jednak stałego miejsca w szczegółowych pomiarach terenowych. Rewolucyjne zmiany w tej dziedzinie nastąpiły wraz z rozwojem niewielkich, bezzałogowych obiektów latających (UAV), które mogą przenosić na pokładzie kamerę (aparaturę) lub inny sensor i docierać w miejsca trudne do dostępu przez człowieka. Opracowaniu zdjęć uzyskanych tym sposobem służy coraz bardziej rozwinięte oprogramowanie komputerowe. Niniejsza praca ma na celu przybliżenie przyjętej metody pomiarowo-obliczeniowej z użyciem zdjęć z heksakoptera (6-wirnikowego drona), omówienie wykonanych testów dokładnościowych i przedstawienie wyników opracowania kilku wybranych obiektów terenowych. W efekcie przeprowadzonych badań stwierdzono, że uzyskane wyniki w powiązaniu z możliwością dotarcia do niedostępnych miejsc i bezinwazyjnego pomiaru pozwalają uznać tę metodę jako realną alternatywę dla bezpośrednich metod pomiaru inwentaryzacyjnego.

**Słowa kluczowe:** kartografia lotnicza, fotogrametria, bazy danych geodezyjnych

*Przesłano do redakcji: 30.05.2015*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.170

---

<sup>25</sup> Autor do korespondencji: Ireneusz Wyczalek, Politechnika Poznańska, Instytut Inżynierii Lądowej, 60-965 Poznań, ul. Piotrowo 5, telefon 4861 6652 420, ireneusz.wyczalek@put.poznan.pl.

<sup>2</sup> Michał Wyczalek, Politechnika Poznańska, Instytut Inżynierii Lądowej, telefon 4861 6652 421, 60-965 Poznań, ul. Piotrowo 5, [michal.wyczalek@put.poznan.pl](mailto:michal.wyczalek@put.poznan.pl).

<sup>3</sup> Artur Plichta, Politechnika Poznańska, Instytut Inżynierii Lądowej, telefon 4861 6652 421, 60-965 Poznań, ul. Piotrowo 5, [artur.plichta@put.poznan.pl](mailto:artur.plichta@put.poznan.pl).

Martina ZELENAKOVA<sup>1</sup>  
Vlasta ONDREJKA HARBULAKOVA<sup>2</sup>  
Marek KOVAC<sup>3</sup>

## ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF ANDREJOVSKY STREAM REGULATION

Floods threaten the lives and health of the population, cultural heritage, the environment, cause damage of the property and limit economic activity. It is hard to avoid them, but the degree of flood risk can be estimated and effective measures to mitigate their adverse consequences should be done. Flood risk management includes structural and non-structural measures. Mainly structural measures reduce flood risk by constructed of these objects have usually serious impact on the environment, mainly in the process of their construction. The proposal of flood protection objects is the subject of environmental impact assessment process in the Slovak Republic. The Directives on Environmental Assessment aim to provide a high level of protection of the environment and to contribute to the integration of environmental considerations into the preparation of projects, plans and programmes with a view to reduce their environmental impact. In the paper is mentioned how the water structures with flood protection function affect the environment in negative as well as in positive way. Environmental impact assessment of Andrejovský stream regulation in the village Andrejova in eastern Slovakia is the core of the paper. From the presented evaluation of the assessment of potential impact of Andrejovský stream regulation is obvious that stream regulation is better solution for the inhabitants as well as for the environment in village Andrejova.

**Keywords:** environmental impact assessment, stream regulation, Andrejovský stream

## ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF ANDREJOVSKY STREAM REGULATION

### Streszczenie

Powodzie zagrażają życiu i zdrowiu ludności, dziedzictwu kulturowemu, środowisku, powodują uszkodzenia własności i ograniczają działalność gospodarczą. Są one trudne do uniknięcia, ale stopień ryzyka powodzi może być oszacowany i powinien być skutecznie zmierzony w celu minimalizować ich niepożądane konsekwencje. Zarządzanie ryzykiem powodzi obejmuje środki konstrukcyjne i niekonstrukcyjne. Środki konstrukcyjne redukują ryzyko powodzi przez budowę obiektów mających zazwyczaj poważny wpływ na środowisko naturalne, głównie w procesie ich wznoszenia. Propozycja ochrony obiektów przed powodzią jest tematem procesu środowiskowej oceny oddziaływania w Słowacji. Dyrektywy odnośnie Oddziaływań Środowiskowego mają na celu zapewnienie wysokiego poziomu ochrony środowiska i przyczyniają się do integracji środowiskowych rozważań podczas przygotowania projektów, planów i programów mając na uwadze redukcję ich oddziaływań na środowisko. W artykule wspomniano jak budowle wodne z funkcją ochrony przed powodzią wpływają na środowisko w sposób negatywny jak i pozytywny. Głównym zagadnieniem opracowania jest ocena wpływu środowiskowego regulacji Andrejovský`ego strumienia w miejscowej Andrejova we wschodniej Słowacji. Przedstawione oszacowania potencjalnego wpływu regulacji Andrejovský`ego strumienia wskazuje, że te prace są dobrym rozwiązaniem dla mieszkańców jak również dla środowiska w miejscowej Andrejova.

**Słowa kluczowe:** ocena oddziaływania na środowisko, regulacja strumienia, Andrejovský strumień

*Przesłano do redakcji:* 8.06.2015

*Przyjęto do druku:* 1.12.2015

DOI: 10.7862/rb.2015.171

<sup>1</sup> Author for correspondence: Martina Zelenakova, Technical University of Kosice, Vysokoskolska 4, 042 00 Kosice, Slovakia, [martina.zelenakova@tuke.sk](mailto:martina.zelenakova@tuke.sk)

<sup>2</sup> Vlasta Ondrejka Harbulakova, Institute of Environmental Engineering, Vysokoskolska 4, 042 00 Kosice, Slovakia, +421 55 602 4269, [vlasta.harbulakova@tuke.sk](mailto:vlasta.harbulakova@tuke.sk)

<sup>3</sup> Marek Kovac, Technical University of Kosice, Institute of Environmental Engineering, Vysokoskolska 4, 042 00 Kosice, Slovakia, +421 55 602 4269,

Vasyl Zhelykh<sup>1</sup>  
Olena Savchenko<sup>2</sup>  
Vadym Matusevych<sup>3</sup>

## THE APPLICATION FEATURES GEOTHERMAL VENTILATION OF THE PASSIVE HOUSE IN THE COLD SEASON

To maintain permissible parameters in a passive house must be installed mechanical ventilation system. To preheat outside air for ventilation system is advisable to use low potential energy of the Earth. Currently, the implementation using ground-air heat exchanger requires extensive parametric studies, development and implementation of engineering calculation methods, a comprehensive study of the possibilities of effective exploitation. Technical prerequisites of use ground-air heat exchanger of geothermal ventilation and the results of analytical studies determining the temperature of the soil at different depths during the year are shown in the article. The graphical dependences of soil temperature during cold season for different values of depths of the heat exchanger laying are obtained. According to the research the recommended depth of laying of ground-air heat exchangers for Lviv was determined.

**Keywords:** passive house, ground-air heat exchanger, depth of laying, soil temperature, cold season

## STOSOWANIE URZĄDZEŃ WENTYLACJI GEOTERMALNEJ DOMU PASYWNEGO W SEZONIE ZIMOWYM

### Streszczenie

Zachowanie wymaganych parametrów domu pasywnego jest możliwe jedynie przy zainstalowaniu mechanicznych systemów wentylacyjnych. Do wstępnego podgrzania zewnętrznego powietrza dla systemu wentylacyjnego, wskazane jest użycie niskiej energii potencjalnej Ziemi. Obecnie, stosowanie wymiennika ciepła ziemia-powietrze wymaga szeroko zakrojonych badań parametrycznych, rozwoju i wprowadzenie inżynierskich metod obliczeniowych, oraz wszechstronnych badań nad możliwościami skutecznego ich wykorzystywania. W artykule zostały przedstawione techniczne warunki wstępnego wykorzystania wymiennika ciepła geotermalnej wentylacji ziemia-powietrze i wyniki badań analitycznych określających temperaturę gleby w ciągu roku przy różnych głębokościach. Określono zależność temperatury gleby podczas sezon zimnego na poziom układania wymiennika ciepła. Na podstawie badań została określona zalecana głębokość układania wymienników ciepła ziemia - powietrze dla miasta Lwowa.

**Słowa kluczowe:** dom pasywny, wymiennik ciepła ziemia – powietrze, głębokość układania, temperatura gruntu, sezon zimowy

*Przesłano do redakcji:* 8.06.2015

*Przyjęto do druku:* 1.12.2015

DOI: 10.7862/rb.2015.172

<sup>1</sup> Author for correspondence: Vasyl Zhelykh, National University "Lviv Polytechnic", Institute of Building and Environmental Engineering, 79013, Lviv - 13, St. Bandery street, 12, +380322582705, [v\\_zhelykh@msn.com](mailto:v_zhelykh@msn.com)

<sup>2</sup> Olena Savchenko, Lviv Polytechnic National University, Institute of Building and Environmental Engineering, 79013, Lviv - 13, St. Bandery street, 12, +380508681814, [o.savchenko@i.ua](mailto:o.savchenko@i.ua)

<sup>3</sup> Vadym Matusevych, REHAU LLC, 79034, Lviv-34, Luhanska str., 18, +380504367825, [vadyymm2004@ukr.net](mailto:vadyymm2004@ukr.net)

**Dominika ZIAJA**<sup>26</sup>  
**Bartosz MILLER**<sup>27</sup>

## **DOSTRAJANIE MODELU RAMY Z WYKORZYSTANIEM ALGORYTMÓW GENETYCZNYCH I SIECI NEURONOWYCH**

W pracy przedstawiono porównanie wyników dostrajania modelu numerycznego konstrukcji do modelu fizycznego na przykładzie dwupiętrowej ramy. Do dostrajania wykorzystano metodę Trust Region (TR), Algorytmy Genetyczne (AG) i Sztuczne Sieci Neuronowe (SSN). Dostrajanie polegało na identyfikacji sztywności obrotowych węzłów łączących rygle ramy ze słupami oraz słupy z podłożem, w badaniach wykorzystano dane doświadczalne. Analizowano zarówno poprawę odpowiedzi dynamicznej układu na podstawie dopasowania częstotliwości oraz postaci drgań jak i czasochłonność poszczególnych metod.

**Słowa kluczowe:** monitorowanie stanu konstrukcji (SHM), dostrajanie modelu, algorytmy genetyczne, sieci neuronowe

## **UPDATING OF FRAME MODEL USING GENETIC ALGORITHMS AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**

### **Summary**

The paper presents a comparison of the results of updating of numerical model to physical model on the example of two-storey frame. Three methods were applied: Trust Region (TR), Genetic Algorithms (AG) and Artificial Neural Networks (ANN). The parameters being updated were the rotational stiffness of beam-to-column connections and column footings. The updating was performed using only natural frequencies or both natural frequencies and mode shapes.

**Keywords:** Structural Health Monitoring, model updating, genetic algorithms, artificial neural networks

*Przesłano do redakcji: 25.11.2014*

*Przyjęto do druku: 1.12.2015*

DOI: 10.7862/rb.2015.173

---

<sup>26</sup> Autor do korespondencji: Dominika Ziaja, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, tel. (0-17)8651618, dziaja@prz.edu.pl

<sup>27</sup> Bartosz Miller, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, tel. (0-17)8651532, bartosz.miller@prz.edu.pl