

INŻYNIERIA i BUDOWNICTWO

3-4
2022

ISSN 0021-0315

CZASOPISMO POLSKIEGO ZWIĄZKU INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW BUDOWNICTWA



XXX Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna
AWARIE BUDOWLANE
Międzyzdroje, 23-27 maja 2022

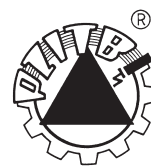


Gmina Miasto
Świnoujście

**Usprawnienie połączenia komunikacyjnego
pomiędzy wyspami Uznam i Wolin w Świnoujściu
– budowa tunelu pod Świną**

INŻYNIERIA i BUDOWNICTWO

Rok LXXVIII (rok założenia 1938)
WARSZAWA, MARZEC–KWIECIEŃ 2022



Czasopismo
POLSKIEGO ZWIĄZKU
INŻYNIERÓW
I TECHNIKÓW
BUDOWNICTWA

3–4/2022

SPIS TREŚCI

strona

Od redakcji 112

AWARIE BUDOWLANE

- A.M. Brandt, W. Radomski** – 70-lecie Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej Polskiej Akademii Nauk . . . 113
- M. Kaszyńska** – XXX jubileuszowe „Awary budowlane” 117
- P. Kudyba, P. Szewczyk** – Porównanie efektywności wybranych metod pomiaru przemieszczeń na przykładzie stalowego elementu belkowego. 120
- Sz. Skibicki** – Ocena jakości ściany wykonanej w technologii druku 3D za pomocą systemu analizy obrazu 124
- J. Błyszko** – Zbrojenie kompozytowe z włókien szklanych – potencjalne źródło problemów inżynierskich. 128

TUNEL ŚWINOUJŚCIE

- B. Michalska** – Rola i znaczenie budowy tunelu pod Świną w rozwoju regionu 133
- A. Siemińska-Lewandowska** – Budowa drogowych tuneli podwodnych tarczami zmechanizowanymi . 139
- M. Vardar** – Dobór maszyny TBM, instalacja oraz drążenie tunelu 145
- M. Hetsko** – Projekt i realizacja odcinków dojazdowych do tunelu TBM 150
- P. Mikulski** – Uwarunkowania projektowania obudowy tunelu TBM w Świnoujściu 154
- M. Szymańska** – Warunki geologiczno-inżynierskie na obszarze lokalizacji tunelu pod Świną a monitoring osiadań 157
- P. Segit** – Wsparcie BIM i modelowanie 3D 171
- Ł. Chodakowski** – Wyzwania związane z wykonaniem wyjść ewakuacyjnych 174
- J. Król** – Doświadczenia nadzoru z dotychczasowej realizacji tunelu pod Świną 181

KRONIKA

- W. Piwkowski** – Śp. prof. dr inż. *Andrzej Ajdukiewicz* (1939–2021). 192
- Śp. dr inż. *Andrzej Stańczyk* (1938–2021). Projektant – Kajakarz – Podróżnik 193

Recenzje 131, 196

Tematyka czasopisma

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

Artykuły są recenzowane. Za publikację w czasopiśmie naukowym „Inżynieria i Budownictwo” uzyskuje się 40 punktów (Rozporządzenie MEIN z 01.12.2021 r.)

Wydawca

Fundacja PZITB Inżynieria i Budownictwo 00-050 Warszawa, ul. Świętokrzyska 14
e-mail: redakcja@inzynieriaibudownictwo.pl www.inzynieriaibudownictwo.pl
e-mail: apoteranska@zgppzib.org.pl www.zgppzib.org.pl

Redakcja czasopisma „Inżynieria i Budownictwo”

mieści się na ul. Świętokrzyskiej 14 pok. 247, 00-050 Warszawa

Przewodniczący Rady Fundacji PZITB mgr inż. Ryszard Trykosko
Prezes Zarządu Fundacji PZITB mgr inż. Wiktor Piwkowski
Redaktor Naczelna prof. dr hab. inż. Barbara Goszczyńska

Kolegium Redakcyjne

prof. dr hab. inż. Hanna Michalak, dr inż. Stefan Pyrak, prof. dr hab. inż. Marian Giżejowski, dr hab. inż. Aniela Glinicka – prof. PW, prof. dr hab. inż. Czesław Miedziałowski, mgr inż. Piotr Rychlewski, prof. dr hab. inż. Anna Siemińska-Lewandowska, prof. dr hab. inż. Tadeusz Urban, **redaktor językowy** mgr Barbara Głuch. **Współpracują:** prof. dr hab. inż. Piotr Noakowski (Niemcy), prof. dr inż. Andrzej Nowak – dr h.c. (USA).

Rada Programowa Czasopism i Wydawnictw PZITB w kadencji 2020–2024

Prof. dr hab. inż. Anna Halicka (**przewodnicząca**), prof. dr hab. inż. Jan Bień (Związek Mostowców RP), prof. dr hab. inż. Wiesław Buczkowski, dr hab. inż. Lidia Buda-Ożóg – prof. PRz, dr hab. inż. Magdalena Dobiszewska – prof. UT-P, dr hab. inż. Jacek Domski – prof. PK, prof. dr hab. inż. Barbara Goszczyńska, prof. dr hab. inż. Jacek Hulimka (**wiceprzewodniczący**), dr hab. inż. Marta Kadela – prof. ITB, mgr inż. Roman Lulis, dr hab. inż. Beata Nowogórska – prof. UZ, dr hab. inż. Joanna Prusiel – prof. PB, prof. dr hab. inż. Elżbieta Radziszewska-Zielina, dr hab. inż. Teresa Rucińska – prof. ZUT (**sekretarz**), prof. dr hab. inż. Leonard Runkiewicz, dr hab. Małgorzata Ulewicz – prof. PCz.

Warunki prenumeraty

Zamówienia prenumeraty w wersji elektronicznej należy składać na jednym z wymienionych portali:

www.e-kiosk.pl (http://www.e-kiosk.pl/inzynieria_i_budownictwo),
www.egazety.pl (<https://www.egazety.pl/fundacja-pzib/e-wydanie-inzynieria-i-budownictwo.html>),
www.nexto.pl (http://www.nexto.pl/e-prasa/inzynieria_i_budownictwo_p132009.xml)

Cena rocznej prenumeraty w wersji elektronicznej wynosi 125,40 zł (z VAT), cena 1 wydania w wersji elektronicznej 10,45 zł (z VAT).

* * *

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

Cena rocznej prenumeraty normalnej wynosi 259,20 zł (w tym 8% VAT).

Cena rocznej prenumeraty ulgowej dla członków indywidualnych PZITB, Związku Mostowców RP, PIIB oraz studentów wynosi 181,44 zł (w tym 8% VAT).

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

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

REKLAMY przyjmuje redakcja

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

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



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

KUDYBA P., SZEWCZYK P.: Porównanie efektywności wybranych metod pomiaru przemieszczeń na przykładzie stalowego elementu belkowego.

Celem pracy była analiza efektywności różnych metod pomiaru przemieszczeń stosowanych w budownictwie. W pracy porównano wartości przemieszczeń pomierzonych na testowym elemencie w postaci belki stalowej. Pomiary wykonano czujnikami LVDT, skanerem laserowym oraz systemem Aramis bazującym na metodzie cyfrowej korelacji obrazu.

SKIBICKI S.: Ocena jakości ściany wykonanej w technologii druku 3D za pomocą systemu analizy obrazu.

W artykule przedstawiono pilotażowe badania dotyczące zastosowania systemu analizy obrazu do oceny jakości struktur wykonanych w technologii druku 3D kompozytów cementowych. Zaproponowany algorytm w sposób prawidłowy ocenia jakość powierzchni wydrukowanych elementów. Analiza nieciągłości mieszanki tą metodą może być przydatna nie tylko w ocenie estetyki wykonanych elementów, ale także możliwe jest jej powiązanie z właściwościami mechanicznymi, skurczem oraz trwałością drukowanej struktury.

BŁYSZKO J.: Zbrojenie kompozytowe z włókien szklanych – potencjalne źródło problemów inżynierskich.

W artykule omówiono zastosowanie prętów kompozytowych z włókna szklanego jako alternatywnego sposobu zbrojenia elementów zginanych. Przedstawiono koncepcję zbrojenia minimalnego wyliczanego na podstawie układu sił w przekroju zginanym, a następnie porównano z wynikami badań. Wykazano, że w przypadku zbrojenia GFRP opieranie się jedynie na zależnościach statycznych może prowadzić do zaniżenia nośności.

SIEMIŃSKA-LEWANDOWSKA A.: Budowa drogowych tuneli podwodnych tarczami zmechanizowanymi.

W artykule przedstawiono krótki opis tarczy zmechanizowanej z podaniem jej podstawowych elementów konstrukcyjnych (w tym terminologii angielskiej) oraz zasadę działania tarczy zawieszinowej stosowanej w budowie tuneli podwodnych. Przedstawiono przykłady tuneli drogowych drążonych tarczami zawieszinowymi pod rzekami i pod morzami, w trudnych warunkach geologicznych i z ciśnieniem wody działającym na głowicę skrawającą.

VARDAR M.: Dobór maszyny TBM, instalacja oraz drążenie tunelu.

W artykule przedstawiono krótki opis wyboru maszyny TBM Slurry/Mix (tarcza zawieszinowa) zastosowanej w budowie drogowego tunelu w Świnoujściu, a także opis i działanie zaplecza TBM.

HETSKO M.: Projekt i realizacja odcinków dojazdowych do tunelu TBM.

W artykule przedstawiono główne elementy konstrukcji odcinków dojazdowych do tunelu drążonego TBM i opisano metody zastosowane do wykonania elementów konstrukcyjnych i wykopu, a także tymczasowe konstrukcje, wspomagające realizację.

MIKULSKI P.: Uwarunkowania projektowania obudowy tunelu TBM w Świnoujściu.

W artykule opisano ogólne uwarunkowania projektowania obudowy tunelu oraz zagadnienia budowlane związane z geometrią segmentów i zbrojeniem włókem rozproszonym na przykładzie projektu i budowy tunelu drogowego w Świnoujściu.

SZYMAŃSKA M.: Warunki geologiczno-inżynierskie na obszarze lokalizacji tunelu pod Świną a monitoring osiadań.

Dokonano analizy powstawania niecki osiadań na powierzchni terenu wzdłuż trasy tunelu drążonego przy użyciu zmechanizowanej tarczy TBM pod cieśniną Świną. Do prognozy pionowych ruchów gruntu wywołanych tunelowaniem zastosowano metodę półempiryczną z wykorzystaniem krzywej *Gaussa* i skonfrontowano ją z otrzymanymi wartościami podczas pomiarów prowadzonych na budowie.

SEGIT P.: Wsparcie BIM i modelowanie 3D.

W artykule przedstawiono podstawowe założenia dotyczące zastosowania metodologii BIM oraz modelowania 3D w projekcie tunelu w Świnoujściu. Pokazano praktyczne wykorzystanie modeli 3D oraz nowoczesnych technologii na placu budowy.

CHODAKOWSKI Ł.: Wyzwania związane z wykonaniem wyjść ewakuacyjnych.

Przedstawiono etapowanie oraz uwarunkowania realizacji wyjść ewakuacyjnych w jednorurkowym tunelu drążonym metodą TBM, z zastosowaniem metody mrożenia gruntu o nietypowym układzie.

KUDYBA P., SZEWCZYK P.: Efficiency comparison of selected methods of displacement measurement in civil engineering.

The aim of the study was to analyze the effectiveness of various displacement measurement methods used in construction. The paper compares the values of displacements measured on the test element in the form of a steel beam. Measurements were made with LVDT sensors, a laser scanner and the Aramis system based on the digital image correlation method.

SKIBICKI S.: Quality evaluation of 3D printed wall by image analysis system.

The paper presents a pilot study on the use of an image analysis system to assess the quality of structures made in the 3D printing technology of cementitious composites. The proposed algorithm correctly evaluated the surface quality of the printed elements. Analysis of the path discontinuity with this method can be useful not only in the assessment of the aesthetics of the manufactured elements, but also it is possible to link it with the mechanical properties, shrinkage and durability of the printed structure.

BŁYSZKO J.: Glass Fiber Reinforcement Polymer – a potential source of engineering problems.

This paper presents the use of fiberglass composite bars as an alternative reinforcement method for flexural elements. The concept of the minimal reinforcement calculated from the balance of forces in the element is presented and then compared with test results. It is shown that when calculating the minimum degree of GFRP reinforcement, basing only on static relationships can result in too low a load capacity.

SIEMIŃSKA-LEWANDOWSKA A.: Underwater TBMs road tunnels construction.

In the paper the short description of tunnel boring machine as well as essential parts of TBM structure and slurry type TBM used to underwater tunnels construction are presented. The examples of road subsea and under rivers tunnels, constructed in difficult geological conditions with high water pressure acting on cutter head are described.

VARDAR M.: TBM Selection, auxiliary installations and excavation.

The article presents a brief description of the selection of the Slurry/Mix TBM used in the construction of the road tunnel in Świnoujście, as well as description of TBM plants and gantries.

HETSKO M.: Design and construction of the TBM tunnel access ramps.

The technical paper describes main elements of access ramps structure to the bored tunnel and construction methodology of the main structural elements and excavation, as well as temporary supporting structures.

MIKULSKI P.: Segmental tunnel lining design on the road tunnel project in Świnoujście.

This technical paper focuses on general design requirements of the segmental lining as well as construction issues related to the segments geometry and steel fiber reinforcement in relation to design and construction of tunnel Świnoujście road project.

SZYMAŃSKA M.: Geological ground conditions in the area of "Under Świna tunnel" construction and settlement monitoring.

The article contains an analysis of the subsidence on the surface along the axis of tunnel, caused by works of TBM on the construction site "Under Świna tunnel". The semi-empirical method with the use of the *Gaussian* curve was used to forecast vertical ground movements caused by tunneling and it was compared with the values obtained during measurements carried out on the construction site.

SEGIT P.: BIM assistance and 3D modeling.

The article presented basic assumptions of the BIM methodology and 3D modeling in the tunnel Świnoujście project. There was shown the practical usage of the 3D models and modern technologies on the construction site.

CHODAKOWSKI Ł.: Challenges related to the construction of the emergency exits.

Construction stages and conditions for the execution of the emergency exits in single TBM tube tunnel, with description the use of the artificial ground freezing method with unusual layout.