

## Wydział Inżynierii Lądowej – terażniejszość i przyszłość

DOI: 10.15199/33.2015.12.02

100-lecie Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej (WIL PW) to okazja, aby przedstawić obecny stan Wydziału – dorobek publikacyjny pracowników, realizowane granty – europejskie oraz Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) i Narodowego Centrum Nauki (NCN), patenty, wdrożenia i nagrody, aktualne prace naukowo-badawcze wykonywane na zlecenie przemysłu, na potrzeby infrastruktury kraju i Warszawy, a także działania społeczne związane z popularyzacją wiedzy i techniki. Taki sposób prezentacji terażniejszości Wydziału wynika też z obowiązujących obecnie zasad parametrycznej oceny jednostek naukowych i ich kategoryzacji. Jest to pewien wspólny punkt odniesienia do wszystkich wydziałów budownictwa w kraju.

### Publikacje

Łączna liczba publikacji pracowników Wydziału w latach 2009 – 2014, wg danych z Repozytorium Politechniki Warszawskiej, wynosi 1582, w tym: 50 publikacji z listy filadelfijskiej; 750 artykułów w czasopismach z listy B Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego; 20 monografii oraz rozdziałów w monografiach; artykuły na konferencjach międzynarodowych, krajowych i w prasie branżowej. W latach 2013 – 2014 powstały 774 publikacje (w tym 222 obcojęzyczne), w tym: 36 w czasopismach z listy *Journal Citation Report* (JCR); 302 w punktowanych czasopismach z listy B; 36 monografii i 266 rozdziałów oraz 362 artykuły na konferencje międzynarodowe i krajowe. Wszystkie wymienione publikacje, to pozycje tzw. punktowane, czyli przynoszące wydziałowi punkty w ramach kategoryzacji. Najcenniejsze z nich, czyli publikacje z listy JCR dotyczą kilku obszarów badawczych, takich jak:

- mechanika konstrukcji i materiałów (tych jest najwięcej);
- inżynieria materiałów budowlanych, konstrukcje stalowe i żelbetowe;
- geologia i geotechnika;
- technologia nawierzchni drogowych i inżynieria komunikacyjna.

Z dziedziny mechaniki konstrukcji i materiałów pracownicy Wydziału publikują w następujących czasopismach: *Bulletin of Polish Academy of Sciences* [1, 2], *International Journal of Solid and Structures* [3], *Structural and Multidisciplinary Optimization* [4, 5, 6, 7], *International Journal of Non-Linear Mechanics*

*[8]* i *International Journal of Automotive Technology* [9]. Część artykułów dotyczących inżynierii materiałów budowlanych, które zostały opublikowane w *Cement & Concrete Composites* [10], *Construction and Building Materials* [11], *Bulletin of Polish Academy of Sciences* [12], to wynik współpracy polsko-belgijsko-kanadyjskiej. Konstrukcjom stalowym poświęcony został artykuł [13] w *Stahlbau*, a konstrukcjom żelbetowym w *Journal of Civil Engineering and Management* [14]. Geologii i geotechniki dotyczyły artykuły opublikowane w *Geological Quarterly* [15] i w *Journal of Applied Geophysics* [16], które są wynikiem współpracy pracowników Wydziału z Wydziałem Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, a w *Computers in Industry* z Wydziałem Mechatroniki PW [17]. W obszarze inżynierii komunikacyjnej i technologii nawierzchni drogowych opublikowano artykuły w czasopismach *Transportation Research Part A: Policy and Practice* [18] (jako wynik współpracy z Uniwersytetem w Singapurze), *Bulletin of Polish Academy of Sciences*, *Journal of Civil Engineering and Management* [19] oraz *The Baltic Journal of Road and Bridges Engineering*.

W ostatnich latach powstała również duża liczba monografii zarówno polsko-, jak i angielskojęzycznych napisanych przez pracowników Wydziału. Wśród nich wyróżnić należy monografię: **Tomasza Lewińskiego i George'a Rozwany'ego** *Topology Optimization in structural and Continuum mechanics* i *Structural and Multidisciplinary Optimization* wydane przez wydawnictwo

Springer oraz *Concrete Surface Engineering* autorstwa **Andrzeja Garbacza** i **Luca Courarda** (wydawnictwo CRC Press). W Wydawnictwach Politechniki Warszawskiej ukazały się serie monografii *Beton i konstrukcje z betonu – badania* pod redakcją **E. Szmigiery**, **P. Łukowskiego** i **S. Jemioła** oraz *Aktualne Problemy Budownictwa Metalowego* (red. **E. Szmigiera** i **S. Wierzbicki**). W Zakładzie Wytrzymałości Materiałów, Teorii Sprężystości i Plastyczności opracowano czterotomową serię monografii: *Zagadnienia sprężystych półprzestrzeni warstwowych; Deformacje i wytrzymałość materiałów i elementów konstrukcji; Sprężystość i hipersprężystość oraz Hipersprężysto-plastyczność* pod redakcją pracowników zakładu **S. Jemioła**, **A. Szweida** i **M. Gajewskiego**. W 2013 i 2015 r. opublikowano w PWN dwie pozycje: *Mechanika nawierzchni drogowych w zarysie* **R. Nagórskiego** i *Mosty ruchome* **T. Al-Khafaji** i **H. Zobla**.

Pracownicy naukowcy Wydziału uczestniczą w wielu światowych i krajowych renomowanych kongresach i konferencjach. Często na zaproszenie organizatorów wygłaszają referaty.

W latach 2010 – 2014 liczba cytowań publikacji pracowników naukowych Wydziału Inżynierii Lądowej wynosi w bazie danych Web of Sciences 908, a w bazie danych Scopus 1024.

### Projekty badawcze

Obecnie na Wydziale Inżynierii Lądowej PW realizowane są dwa granty europejskie. Pierwszy z nich przyznany na lata 2014 – 2017 przez Komisję Europejską, w obszarze 7 Programu Ramowego, to Projekt APSE – *Use of Eco-friendly materials for a new concept of asphalt pavements for a sustainable environment*. Partnerami są: Acciona Infraestructuras S.A., AZVI S.A., Controlware CVOA, Brijssse Minerals & Recycling BVBA, Cemex UK Cement Limited, Granar Sp. z o.o., TRL Limited, Consejera De Economia Y Hacienda – Comunidad De Madrid, Temecal-

<sup>1)</sup> Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej; e-mail: a.lewandowska@il.pw.edu.pl

Caldereros SL. Kierownikiem grantu jest **dr inż. Karol Kowalski** (Zespół Technologii Materiałów i Nawierzchni Drogowych, Instytut Dróg i Mostów). Celem projektu jest walidacja technologii pozwalającej na projektowanie i wykonywanie innowacyjnych, przyjaznych środowisku nawierzchni oraz dostosowanie do skali przemysłowej innowacyjnej technologii nawierzchni asfaltowych wykonywanych z zastosowaniem materiałów pochodzenia roślinnego oraz z recyklingu.

Drugi z grantów realizowany w latach 2015 – 2018 w ramach programu Horizon 2020, to projekt pt. InDeV: *In-Depth understanding of accident causation for Vulnerable road users* – czyli dogłębne zrozumienie przyczyn wypadków z niechronionymi uczestnikami ruchu. Kierownikiem projektu jest **dr hab. inż. Piotr Olszewski, prof. PW** z Zakładu Inżynierii Komunikacyjnej Instytutu Dróg i Mostów. Celem projektu jest poprawa bezpieczeństwa niechronionych uczestników ruchu drogowego w Europie, stworzenie zintegrowanej metodyki umożliwiającej zrozumienie przyczyn tych wypadków oraz ram dobrych praktyk do kompleksowej oceny kosztów społeczno-ekonomicznych związanych z wypadkami drogowymi z udziałem niechronionych uczestników ruchu. W Zakładzie Inżynierii Komunikacyjnej, pod tym samym kierownictwem, realizowany jest również projekt NCBR o nazwie MOBIS – *Opracowanie metody oceny bezpieczeństwa pieszych za pomocą analizy obrazu wideo* (2012 – 2015). Ma on na celu opracowanie i przetestowanie metody oceny bezpieczeństwa przejść dla pieszych przez jezdnie za pomocą automatycznej analizy obrazu wideo.

W latach 2010 – 2013 uzyskano grant NCN dotyczący optymalizacji topologicznej konstrukcji inżynierskich z jednoczesnym doбором kształtu i lokalnych cech materiałowych, a obecnie realizowany jest projekt NCN pt. *Optymalizacja topologiczna konstrukcji inżynierskich. Ujęcie syntetyzujące metody: projektowania anizotropii z wolnego wyboru, projektowania materiałów niejednorodnych oraz metodę siatek typu Michella*. Kierownikiem obydwu projektów jest **prof. dr hab. inż. Tomasz Lewiński** z Zakładu Mechaniki Budowli i Zastosowań Informatyki, Instytutu Inżynierii Budowlanej.

W Zespole Technologii Materiałów i Nawierzchni Drogowych IDiM był i nadal jest realizowany pakiet projektów NCBR z dziedziny projektowania i modyfikacji mieszanek mineralno-asfaltowych, obniżenia hałasu emitowanego przez pojazdy oraz recyklingu materiałów drogowych. Są to m.in.:

- projekt MMAC – *Przyjazne dla środowiska mieszanki mineralno-asfaltowe na ciepło jako nowoczesne rozwiązanie technologiczne zwiększające wydajność budowy nawierzchni asfaltowych*; partnerzy: Mostostal Warszawa S.A. oraz Instytut Badawczy Dróg i Mostów;

- projekt CiDro – *Innowacyjna technologia nawierzchni drogowych o obniżonej emisji hałasu*; partnerzy: Mostostal Warszawa S.A., Instytut Badawczy Dróg i Mostów;

- projekt InnGA – *Innowacyjna technologia mieszanek mineralno-asfaltowych z zastosowaniem materiału z recyklingu nawierzchni asfaltowej*; partnerzy: Budimex S.A., Instytut Badawczy Dróg i Mostów;

- *asfalty drogowe i modyfikowane w polskich warunkach klimatycznych*; partnerzy: Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Politechnika Gdańska;

- *wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu*; partnerzy: Instytut Badawczy Dróg i Mostów; Politechnika Gdańska; Politechnika Wroclawska; Politechnika Świętokrzyska; Instytut Ochrony Środowiska; ITB Moratex.

Wydział zajmuje się technologiami wspomagającymi rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej i bierze udział w strategicznym projekcie badawczym NCBR. W Instytucie Inżynierii Budowlanej wykonywana była część zadania badawczego z projektu pt.: *Analiza możliwości i kryteriów udziału polskiego przemysłu w rozwoju energetyki jądrowej*. Przeprowadzono analizę procesu przygotowania budowy, wykonania projektu budowlanego elektrowni jądrowych pod kątem określenia materiałów, produktów i usług, których dostawy mogłyby być zrealizowane przez podmioty krajowe oraz analizę potencjału polskich przedsiębiorstw działających w tych branżach. Nawiązano współpracę z wytypowanymi podmiotami w celu określenia standardów, opracowania warunków i specyfikacji technicznych inspekcji oraz testowania i odbiorów elementów konstrukcyjnych

i usług budowlanych. Kierownikiem tematu był **dr hab. inż. Robert Kowalski, prof. PW** z Zakładu Konstrukcji Betonowych. Kontynuacją tych prac w latach 2013 – 2016 jest grant w ramach IV edycji programu LIDER o nazwie: *NGS-Concrete – Nowej generacji beton osłonowy przed promieniowaniem jonizującym*. Jego celem jest opracowanie składu nowej generacji betonu osłonowego przed promieniowaniem jonizującym (gamma i neutronowym), a efektem końcowym będą wytyczne projektowania i stosowania betonu osłonowego nowej generacji. Kierownikiem projektu jest **dr inż. Tomasz Piotrowski** z Zakładu Inżynierii Materiałów Budowlanych IIB.

Kontynuacją projektu badawczego NCBR pt. *Innowacyjne środki i efektywne metody poprawy bezpieczeństwa i trwałości obiektów budowlanych i infrastruktury transportowej w strategii zrównoważonego rozwoju. PT2.3. Wyznaczenie kompatybilności układów złożonych*, zakończonego w 2014 r., jest projekt NCBR-PBS III pt.: *Innowacyjne hybrydowe zbrojenie kompozytowe FRP do konstrukcji infrastrukturalnych o podwyższonej trwałości*. Projekt realizuje konsorcjum w składzie: Politechnika Warszawska (lider); Politechnika Białostocka oraz firma Polprek SA (partner przemysłowy). Okres realizacji – lata 2015 – 2018. Kierownikiem obydwu projektów jest **dr hab. inż. Andrzej Garbacz, prof. PW** z Zakładu Inżynierii Materiałów Budowlanych. Celem projektu jest ocena użyteczności hybrydowych prętów kompozytowych HFRP (Hybrid Fiber Reinforced Polymer) oraz nHFRP (nano Hybrid Fiber Reinforced Polymer) o zróżnicowanej geometrii jako niemetalicznego zbrojenia wybranych elementów betonowych reprezentatywnych dla różnych typów obiektów infrastrukturalnych.

W Instytucie Inżynierii Budowlanej, poza wymienionymi, prowadzone są następujące projekty badawcze NCBR:

- projekt LABIM – *Labiryntowa hydroizolacja obiektów inżynierskich* (2014 – 2016), przez konsorcjum Instytutu Badawczego Dróg i Mostów (lider), Politechniki Warszawskiej i firmy Icopal SA (partner przemysłowy). Kierownikiem zespołu PW jest **doc. dr Bogumiła Chmielewska** z Zakładu Inżynierii Materiałów Budowlanych. Celem

projektu jest opracowanie innowacyjnej hydroizolacji labiryntowej przeznaczonej do zastosowania w budownictwie komunikacyjnym o znacznie obniżonym ryzyku wystąpienia spęcherzeń hydroizolacji oraz metody badania przydatności hydroizolacji labiryntowej do zastosowania w obiektach komunikacyjnych;

- projekt NCBR oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach Programu GEKON pt.: *Dynamiczne zarządzanie zdolnościami przesyłowymi sieci elektroenergetycznych przy wykorzystaniu innowacyjnych technik pomiarowych*. Na Wydziale realizowane są dwa zadania: model dynamiczny konstrukcji wsporczych (słupów) z obciążeniami przekazywanymi przez przewody sieci oraz model numeryczny słupów uwzględniający drgania przekazywane przez podłoże na konstrukcje (np. drgania komunikacyjne) i analiza wpływu tych drgań na zachowanie się przewodów w ramach umowy trójstronnej zawartej na lata 2014 – 2016 przez konsorcjum SDZS złożone z jedenastu podmiotów (jednym z nich są dwa wydziały Politechniki Warszawskiej). Kierownikiem zadań z ramienia Wydziału jest **dr inż. Zofia Kozyra** z Zakładu Mechaniki Budowli i Zastosowań Informatyki;

- *Kompleksowe wykorzystanie odpadu powstającego podczas produkcji lub stosowania perlitu ekspandowanego*. Projekt realizuje konsorcjum: Akademia Górniczo-Hutnicza; Politechnika Warszawska; LakmaSat Sp. z o.o. (partner przemysłowy); kierownikiem zespołu PW jest **dr hab. inż. Paweł Łukowski, prof. PW**. Okres realizacji – lata 2012 – 2015, a cel projektu to opracowanie technologii racjonalnego zagospodarowania uciążliwego odpadu, jakim jest pył perlitowy, przez zastosowanie go jako składnika budowlanych kompozytów żywicznych i polimerowo-cementowych (obecnie trwa faza wdrożeniowa, w tym opracowywanie zgłoszenia patentowego);

- *Innowacyjne środki i efektywne metody poprawy bezpieczeństwa i trwałości obiektów budowlanych i infrastruktury transportowej w strategii zrównoważonego rozwoju*, zakończony w 2014 r., współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Go-

spodarka 2007 – 2013, Priorytet 1 – *Badania i rozwój nowoczesnych technologii*, Działanie 1.1 „Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy”. Grant realizowany był przez konsorcjum dziesięciu jednostek naukowo-badawczych. Kierownikiem projektu na Politechnice Warszawskiej był **dr inż. Wojciech Terlikowski** z Zespołu Budownictwa Ogólnego i Zrównoważonego Rozwoju. Zrealizowano 4 tematy badawcze: *Rehabilitacja zabytkowych budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej; Wyznaczenie kompatybilności materiałowych układów złożonych w konstrukcji; Metody komputerowej optymalizacji projektowania budynków przyjaznych dla środowiska z wykorzystaniem oceny LCA; Niekonwencjonalne metody konwersji i magazynowania energii oraz rozwiązania materiałowo-instalacyjnej energetyki odnawialnej zwiększające efekt energooszczędności i samowystarczalności;*

- projekt MONIT zakończony w 2012 r. pt. *Monitorowanie stanu konstrukcji i ocena jej żywotności*. Partnerzy: Politechnika Warszawska (Wydział Transportu; Wydział Inżynierii Lądowej; Wydział Mechatroniki; Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych); Akademia Górniczo-Hutnicza; Instytut Maszyn Przepływowych im. Roberta Szevalskego PAN; Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN. Kierownicy WIL: **prof. dr hab. inż. Marian Giżejowski**, Zespół Konstrukcji Metalowych oraz **prof. dr hab. inż. Henryk Zobel**, Zakład Mostów. Celem projektu było opracowanie prototypów urządzeń służących do monitoringu obiektów kubaturowych i obiektów liniowych.

Oprócz grantów naukowo-badawczych, na Wydziale Inżynierii Lądowej prowadzona jest współpraca międzynarodowa w ramach projektów edukacyjnych Leonardo da Vinci i Instrumentu Norweskiego. Przygotowano wiele kursów, studiów podyplomowych oraz wydawnictw szkoleniowych w takich projektach, jak:

- ARCW (2013 – 2015) – *Procedury bezpiecznego wykonywania ścian osłonowych z wykorzystaniem technologii rozszerzonej;*

- SERIO (2014 – 2016) – *Szkolenia na placu budowy z zakresu BHP/BIOZ – wzmocnienie umiejętności pracowni-*

*ków przez opracowanie szkoleń multimedialnych;*

- MBAIC (2013 – 2015) – podyplomowe europejskie wspólne studia z dziedziny zarządzania w budownictwie;

- Inter-institutional cooperation FSS (2014 – 2016) – kursy metodą na odległość z dziedziny zarządzania w budownictwie.

Ponadto utworzono Wydziałowy Portal Edukacyjny połączony platformą Moodle, wykorzystujący multimedialne transmisje strumieniowe oraz slideocastingi, screencastingi, webcastingi oraz wirtualne konsultacje w sieci w postaci webinarium.

## Patenty, wdrożenia, nagrody

W latach 2012 – 2014 Wydział Inżynierii Lądowej uzyskał patenty na następujące rozwiązania:

- asfalt fluksowany i sposób jego wytwarzania;

- urządzenie do pomiaru stabilności magazynowania asfaltów modyfikowanych polimerami, gumą lub mieszaniną modyfikatorów;

- konstrukcja nawierzchni drogowej o podwyższonej trwałości zmęczeniowej;

- sposób wytwarzania lepiszcza asfaltowego, oraz uczestniczył we wdrożeniu:

- do przemysłowej produkcji asfaltu modyfikowanego polimerem z dodatkiem gumy do warstw ścieralnych;

- patentu *Lepiszczka fluksowane estrami olejów pochodzenia roślinnego;*

- lepiszcza i mieszanek mineralno-asfaltowych z dodatkiem granulatu gumowego do warstw konstrukcyjnych nawierzchni.

Na uwagę zasługują nagrody otrzymane w 2014 r.:

- Nagroda naukowa Politechniki Warszawskiej dla Zespołu Technologii Materiałów i Nawierzchni Drogowych – **prof. Jerzy Piłat, prof. Piotr Radziszewski, dr Karol Kowalski, dr Jan Król, dr Michał Sarnowski** za szczególne osiągnięcia uwieńczone transferem prac naukowych i technicznych na potrzeby gospodarki;

- Nagroda PZITB im. prof. Stefana Bryły dla **dr hab. inż. Elżbiety Szmi-giery, prof. PW;**

- Nagroda PZITB im. prof. Władysława Danileckiego dla **dr hab. inż. Andrzeja Garbacza, prof. PW.**



## Prace dla przemysłu, misje konserwatorskie

Wydział Inżynierii Lądowej PW czynnie uczestniczy we współpracy z gospodarką, przemysłem oraz we wspólnych działaniach na rzecz miasta Warszawy. W ostatnich latach większość prac badawczych dotyczyła rozwoju infrastruktury transportowej – drogowej, kolejowej i metra. W Instytucie Dróg i Mostów (IDiM) w latach 1990 – 1991, 1995 – 1996 oraz 2006 – 2009 w Zakładzie Inżynierii Komunikacyjnej IDiM prowadzono studia nad siecią autostrad i dróg ekspresowych (wspólnie z GDDKiA) dla administracji drogowej. Wynikiem było opracowanie kolejnych wersji Krajowego Modelu Ruchu służącego do wykonywania prognoz ruchu na sieci dróg krajowych oraz rekomendacji dla Ministerstwa Infrastruktury dotyczących kształtu dróg szybkiego ruchu w Polsce. Podobny dokument dotyczący systemu transportowego miasta powstał na zamówienie władz Warszawy. W latach 1995 i 2009 opracowano dwa strategiczne dokumenty, przyjęte uchwałami Rady m.st. Warszawy, określające kierunki rozwoju systemu transportowego. Aktualna strategia stała się podstawą wnioskowania o dofinansowanie inwestycji ze środków UE. Pracownicy Zakładu Geotechniki i Budowli Podziemnych IDiM sprawowali stały nadzór naukowy nad budową centralnego odcinka II linii metra oraz opracowali opinie techniczne dotyczące awarii na stacjach metra Powiśle (obecnie Centrum Nauki Kopernik) i Świętokrzyska. W Zakładzie Mostów powstały eksperyty dotyczące tunelu Wisłostrady oraz oceny stanu technicznego i sposobu naprawy mostu Łazienkowskiego po pożarze z lutego br.

Pracownicy i studenci Zespołu Budownictwa Ogólnego i Zrównoważonego Rozwoju IIB prowadzili misje konserwatorskie we współpracy z Wydziałem Archeologii Uniwersytetu Warszawskiego (UW). Były to:

- Polska Misja Archeologiczna w Syrii – Palmyra, Hawarte (1999 – 2009), w ramach której prowadzono prace badawcze, dokumentacyjne i konserwatorskie bazyliki wczesnochrześcijańskich oraz antycznych obiektów budowlanych (we współpracy z Centrum Archeologii Śródziemnomorskiej UW);

- Misja Konserwatorska w Tyritake w Kerczu na Krymie w latach 2011, 2012, 2013, w ramach Międzynarodowego Projektu Badawczego (ukraińsko-rosyjsko-polskiego) *Zabytki Bosporu Kimmeryjskiego* (w ramach kampanii wspierającej ukraiński programu *Bosporańskie miasto Tyritake*);

- Misja w Aleksandrii w Egipcie 2015, na podstawie długoterminowej umowy o współpracy konserwatorskiej i badawczej z CAŚ UW.

## Działania edukacyjne, społeczne

Jednym z projektów edukacyjnych, w których biorą udział pracownicy i studenci Wydziału, jest Uniwersytet Betonu Grupy Góraźdze – największy projekt edukacyjny w Polsce dedykowany inżynierom. Uczestniczą w nim 23 polskie uczelnie techniczne z kierunkiem budownictwo i 300 najzdolniejszych studentów budownictwa. W edycji 2013/2014 reprezentacja Wydziału pod kierunkiem pracowników Zakładu Inżynierii Materiałów Budowlanych (**dr inż. W. Jackie-wicz-Rek i mgr B. Jaworska**) okazała się najlepsza w Polsce i zajęła I miejsce. Zadaniem w ramach konkursu zespołowego było zaprojektowanie i wykonanie betonu lekkiego o jak największej wytrzymałości przy jak najmniejszej gęstości.

Od wielu lat Wydział uczestniczy w pracach Uniwersytetu III Wieku oraz Uniwersytetu Juniora organizowanych na Politechnice Warszawskiej ([www.utw.pw.edu.pl](http://www.utw.pw.edu.pl)), a także w wykładach na Uniwersytecie Dzieci ([www.uniwersytetdzieci.pl](http://www.uniwersytetdzieci.pl)).

## Literatura

- [1] Lewiński T., Czarniecki S., Dzierżanowski G., Sokół T., Topology optimization in structural mechanics. *Bulletin of Polish Academy of Sciences. Technical Sciences* no 1, 61 (2013).
- [2] Zbiaciak A. Mathematical description of rheological properties of asphalt-aggregate mixes, *Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences* 61 (1), 2013.
- [3] Cherkaev A., Dzierżanowski G.: Three-phase plane composites of minimal elastic energy: High-porosity structures, *International Journal of Solids and Structures* 50, 2013.
- [4] Czarniecki S., Lewiński T., On minimum compliance problems of thin elastic plates of varying thickness, *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 48, 2013.
- [5] Czarniecki S., Lewiński T., A stress-based formulation of the free material design problem with the trace constraint and multiple load conditions. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 49, 2014.

- [6] Sokół T., Rozvany G. I. N.: Exact truss topology optimization for external loads and friction forces, *Structural and Multidisciplinary Optimization* 48 (4) 2013.

- [7] Lewiński T., Rozvany G. I. N., Sokół T., Bolbotowski K., Exact analytical solutions for some popular benchmark problems in topology optimization III: L-shaped domains revisited. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 47 (2013).

- [8] Kwaśniewski L., Ziółkowski A. (2013) Simplified analytical model and numerical simulations of finite-disturbance buckling of columns, *International Journal of Non-Linear Mechanics* 51, str. 121 – 131.

- [9] Gepner B., Bojanowski C., Kwaśniewski L., Wekezer J. (2014) Effectiveness of ECE R66 and FMVSS 220 standards in rollover crashworthiness assessment of paratransit buses. *International Journal of Automotive Technology* 15 (4), str. 581 – 591.

- [10] Courard L., Piotrowski T., Garbacz A.: Near-to-Surface properties affecting bond strength in concrete repair. *Cement and Concrete Composites*, vol. 46, 2014, str. 73 – 80.

- [11] Garbacz A., Sokołowska J.: Concrete-like polymer composites with fly ashes – comparative study. *Construction and Building Materials*, vol. 38, 2013, str. 689 – 699.

- [12] Garbacz A., Courard L., Bissonnette B.: A surface engineering approach applicable to concrete repair engineering. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences* 61 (1), 2013, str. 73 – 84.

- [13] Szmigiera E., Woyciechowski P.: Verbund zwischen Stahl und Selbstverdichtendem Beton in Verbundstützen. *Stahlbau*, vol. 81, No. 8, 2012, str. 616 – 620.

- [14] Szmigiera E., Żółtowski W., Siennicki M., (2011) Reaserch on load capacity of concrete filled columns with battenend steel section, *Journal of Civil Eengineering and Mangement*, Nr 1/2011, str. 313 – 319.

- [15] Czuryłowicz K., Lejzerowicz A., Kowalczyk S., Wysocka A. (2014) „The origin and depositional architecture of Paleogene quartz-glaucanite sands in the Lubartów area, eastern Poland”, *GEOLOGICAL QUARTERLY* 58 (1), str. 1 – 36.

- [16] Kowalczyk S., Maślakowski M., Tucholka P., Determination of the correlation between the electrical resistivity of non-cohesive soils and the degree of compaction. *Journal of Applied Geophysics* 110 (2014), str. 43 – 50.

- [17] Malesa M., Malowany K., Tomczak U., Siwek B., Kujawińska M., Siemińska-Lewandowska A., (2013) „Application of 3D digital image correlation in maintenance and process control in industry”, *Computers in Industry*, 01/2013; 64 (9): str. 1301 – 1315.

- [18] Xie L., Olszewski P.: Modelling the effects of road pricing on traffic using ERP traffic data. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2011, 45 (6): str. 512 – 522.

- [19] Radziszewski P., Kowalski K., Król J., Sarnowski M., Piłat J. Quality assessment of bituminous binders based on the viscoelastic properties; Polish experience, *Journal of Civil Engineering and Mangement*.

Przyjęto do druku: 29.10.2015 r.