



---

# BIULETYN AGH

MAGAZYN INFORMACYJNY AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ

---

czerwiec-lipiec 2018 nr 126-127

---



fot. O. Żeber, KSAF AGH



fot. O. Żeber, KSAF AGH

# Dzień AGH



fot. P. Szupiluk, KSAF AGH



fot. P. Szupiluk, KSAF AGH



fot. K. Montusiewicz, KSAF AGH



fot. K. Montusiewicz, KSAF AGH

## od redakcji

Oddajemy do Państwa rąk Biuletyn czerwcowo-lipcowy, numer podwójny, a więc obszerniejszy niż zawsze, ale jak zwykle pełen ciekawych wydarzeń z naszej uczelni. Rozpoczynamy bardzo interesującym Tematem wydania, w którym naukowcy z AGH piszą o najnowszych badaniach i rozwiązaniach w branży energetycznej. Świetnie opisane zagadnienia pozwalają łatwo się zorientować w tej dziedzinie. Szczególnie zainteresowane mogą być osoby, które planują budowę domu, ponieważ mogą zdobyć wiedzę o tym, jakie rozwiązania można zastosować, aby uzyskać niezależność energetyczną. W czasach, kiedy zasoby kopalnych surowców energetycznych się kurczą, jest to niezwykle istotna sprawa.

Polecam uwadze czytelników dział Studenci, który obrodził w artykuły opisujące osiągnięcia i działania naszych młodych uczonych. Jak zwykle mają się czym pochwalić: konferencje, wystąpienia, zagraniczne sukcesy, sportowe zmagania i projekty, które propagują dobre imię AGH nie tylko w Polsce, bo niosą wiedzę realizując „Projekt Tadżykistan – Energia dla Edukacji”.

Na zakończenie morze, góry i śpiew ptaków – Zbigniew Sulima opisuje piękny rejs po Adriatyku. Polecam artykuł i wspaniałe zdjęcia.

Ilona Trębacz

### TEMAT WYDANIA

- 04 | Akumulatory Li-ion i Na-ion strategią rozwoju polskiej gospodarki
- 11 | Energetyka w mikroskali
- 14 | Ognia paliwowe dla energetyki rozproszonej i zastosowań mobilnych
- 17 | Hybrydowe systemy poligeneracyjne
- 21 | Energetyka jądrowa w AGH
- 23 | Energetyka odnawialna i zarządzanie energią

### WYDARZENIA

- 25 | Rektor AGH prof. Tadeusz Słomka otrzymał tytuły doktora honoris causa
- 26 | Wizyta Profesora Kaneko w AGH
- 27 | XVIII Festiwal Nauki i Sztuki w Krakowie 2018
- 29 | Można zmienić świat
- 31 | Ranking Perspektyw

### PRACOWNICY

- 32 | Kalendarium rektorskie – maj 2018
- 33 | Wspomnienie o profesorze Andrzeju Warczoku
- 35 | Tablice – Profesor Bolesław Krupiński – część LVIX
- 39 | Media o AGH

### BADANIA I NAUKA

- 41 | Industry 4.0 wkroczyło na AGH
- 43 | Nowości Wydawnictw AGH

### STUDENCI

- 44 | Koło Naukowe Geodetów DAHLTA
- 45 | W naukowym świecie studenckich osiągnięć
- 47 | Sukcesy studentów AGH w Sankt Petersburgu
- 48 | Wiedza, pasja, więź w praktyce
- 50 | Projekt Tadżykistan
- 53 | Tygrysy 2018
- 54 | Artystyczno-techniczny sukces doktorantki AGH

### KULTURA

- 54 | O patronach AGH, część druga, czyli Co Józef z Arymatei ma wspólnego z metalurgią – felieton XII

### SPORT

- 59 | AZS AGH gospodarzem AMP w koszykówce
- 61 | Gang Bychawskiego i Biela wraca do ligi

### PODRÓŻE

- 63 | Morze, góry i śpiew ptaków

#### „Biuletyn AGH”

Magazyn Informacyjny Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie  
nr 126-127, czerwiec-lipiec 2018  
www.biuletyn.agh.edu.pl  
ISSN 1898-9624

#### Redaguje zespół:

Redaktor naczelna Ilona Trębacz,  
Zbigniew Sulima  
Adres redakcji: AGH, paw. A-0,  
pok. 334 a, al. Mickiewicza 30,  
30-059 Kraków, tel. (12) 617 49 17,  
biuletyn@agh.edu.pl

#### Opracowanie graficzne,

skład: Jacek Łucki, Grafit Studio  
studio@grafitstudio.com  
Druk: Drukarnia „KNOW-HOW”,  
Kraków, ul. Chełmońskiego 255  
Kolportaż: Sekretariat Główny  
AGH i redakcja

#### Zdjęcie na okładce:

fotolia.com  
Nakład: 2200 szt. bezpłatnych.

Redakcja zastrzega sobie prawo skracania i adjustacji tekstów.

# Akumulatory Li-ion i Na-ion strategią rozwoju polskiej gospodarki

Prof. dr hab. inż. Janina Molenda

W pracy przedstawiono perspektywy rozwoju rynku akumulatorów Li-ion, nowe narzędzie w projektowaniu funkcjonalnych materiałów dla Li-ion batteries, osiągnięcia technologiczne oraz perspektywy rozwoju ogniw litowych i sodowych w Polsce.

## Perspektywy rozwoju rynku ogniw Li-ion

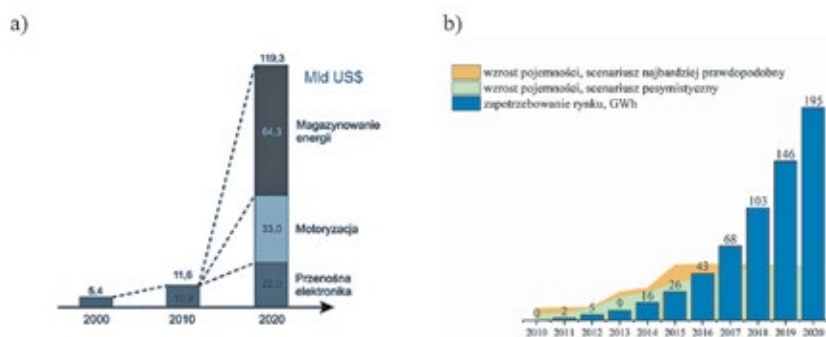
Technologie ogniw litowych [1-3] są obecnie najdynamiczniej rozwijającym się obszarem związanym z magazynowaniem i przetwarzaniem energii elektrycznej dla potrzeb urządzeń mobilnych, samochodów elektrycznych i hybrydowych, magazynowania energii ze źródeł odnawialnych, poprawienie elastyczności bloków energetycznych (węglowych, jądrowych, etc.) oraz inteligentnych sieci „*smart grids*”. Bez ogniw Li-ion nie będzie możliwe utrzymanie stabilności energetycznej w skali kraju: zwłaszcza w zakresie buforowania energii z OZE dla rynku przemysłowego i prosumenckiego, ale też optymalizacja zużyć szczyto-

wych (w skali dzielnic, biurów, czy w domach prywatnych), stabilizacja napięcia i częstotliwości, oraz zimny rozruch elektrowni gazowych (szczytowych). Akumulatory o wysokiej pojemności mogą odegrać znaczącą rolę w gospodarce przyszłości opartej na odnawialnej energetyce. Produkcja energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii w elektrowniach solarnych i wiatrowych jest silnie zależna od zmiennych warunków atmosferycznych. Przenosi się to na niestabilne parametry energii i stwarza problemy z przyłączeniem do sieci, fluktuacje częstotliwości i obniżenie jakości prądu. Przechowywanie wyprodukowanej energii w wysokopojemnych akumulatorach typu Li-ion stwarza możliwości późniejszego przetransportowania jej do sieci, zapewniając utrzymanie stabilniejszych parametrów.

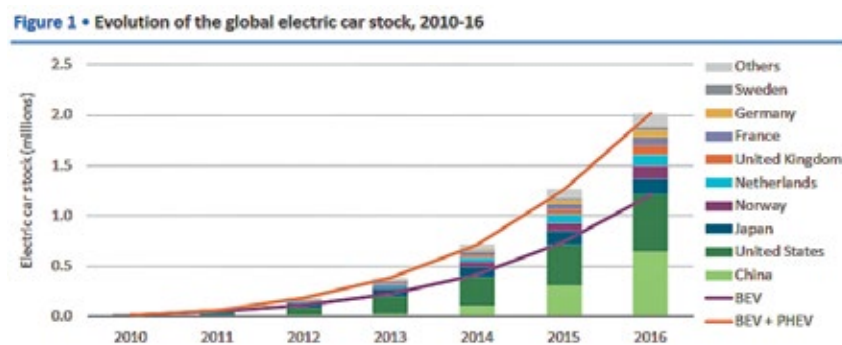
Rynek ogniw Li-ion w magazynach energii do powyższych zastosowań to obecnie około 10 GWh, a w ciągu 10 lat ma wzrosnąć do 36 GWh [4].

Wielkość światowego rynku baterii to 64 miliardy dolarów lub równowartość około 460 GWh rocznie i rośnie w tempie 12-17 proc. rocznie [4,5], z tego na ogniwa Li-ion przypada 25 miliardów dolarów lub równowartość 73 GWh rocznie. Odwracalne ogniwa typu kwasowego, Ni-Cd i Ni-MH osiągnęły już kres swoich możliwości technologicznych, natomiast ogniwa Li-ion znajdują się ciągle na szybkim etapie rozwoju i są obecnie najbardziej obiecującą technologią.

Na światowym rynku ogniw Li-ion dominują firmy chińskie i koreańskie, z tego 2/3 rynku zajmują cztery firmy azjatyckie: BYD (Chiny) – 25 proc. (6,2 miliarda dolarów sprzedaży), Samsung SDI (Korea Południowa) – 17 proc. (4 miliarda dolarów sprzedaży), LG (Korea Południowa) – 13 proc. (3,2 miliarda dolarów sprzedaży), CATL (Chiny) – 10 proc. (2,5 miliarda dolarów sprzedaży) [5]. Szacuje się, że główni producenci w branży baterijnej mają produkcję zbliżoną do maksimum swoich możliwości [6]. Produkcja na pozostałych kontynentach wygląda następująco: Europa około 1 proc., Ameryka Północna około 1 proc. (po uzyskaniu pełnej wydajności przez zakład „Gigafactory” firmy Tesla będzie to około 8 proc.) [5]. Rys. 1 przedstawia obecne możliwości produkcji ogniw Li-ion i gwałtowny popyt na tę technologię.



Rys.1. Prognozy rozwoju rynku ogniw typu Li-ion [7,8]

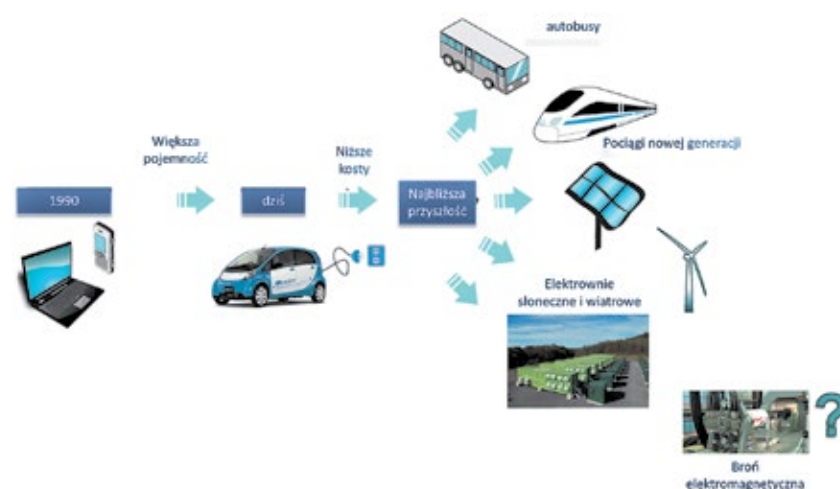


Rys. 2. Rozwój rynku samochodów elektrycznych i hybrydowych. Źródło: [9] Global EV Outlook 2017

Rosnące zainteresowanie ze strony przemysłu motoryzacyjnego jest jednym z ważniejszych czynników napędzających wzrost rynku ogniw Li-ion. W 2005 roku liczba samochodów elektrycznych wynosiła zaledwie kilkaset egzemplarzy. W 2016 roku przekroczony został próg 2 mln samochodów napędzanych bateriami (BEV) oraz pojazdów hybrydowych z możliwością doładowania (PHEV). Rys. 2 ilustruje rozwój rynku samochodów elektrycznych i hybrydowych.

Obecnie 80 proc. samochodów elektrycznych na drogach na całym świecie, znajduje się w Stanach Zjednoczonych, Chinach, Japonii, Holandii i Norwegii (tu udział samochodów elektrycznych stanowi 23 proc.). Chiny stały się największym rynkiem samochodów elektrycznych na świecie. Kraj ten dominuje również pod względem liczby e-skuterów i elektrycznych autobusów. Perspektywy dla rozwoju rynku EV są uwarunkowane obniżeniem kosztów oraz wzrostem gęstości energii zmagazynowanej w ogniwach Li-ion [6]. Większość źródeł ocenia, że do 2040 roku udział sprzedaży samochodów elektrycznych na rynku motoryzacyjnym przekroczy 35 proc. Koszty baterii PHEV (samochodów hybrydowych z możliwością doładowania), spadły z poziomu około 1000 USD/kWh w 2008 roku do 268 USD/kWh w 2015 roku. Oznacza to redukcję kosztów produkcji o 73 proc. w ciągu siedmiu lat. W USA prognozą dla akumulatorów używanych w samochodach jest 125 USD/kWh. Przy takim koszcie staną się one konkurencyjne w stosunku do pojazdów używających silniki konwencjonalne [7]. Tesla wskazuje, że koszt akumulatora Tesla Model S wynosi obecnie 240 USD/kWh, a oczekiwany docelowy koszt dla modelu 3 to 190 USD za kWh. General Motors poinformował, że cena akumulatora do Chevroleta Bolta spadła do 145 USD/kWh i że planuje obniżyć koszty poniżej 100 USD/kWh do roku 2022 [10,11]. Z kolei Tesla zamierza przekroczyć barierę 100 USD/kWh do roku 2020 [12]. Przy koszcie 240 USD/kWh baterie litowe stają się konkurencyjne z benzyną o wartości 3 USD/ galon. Przy koszcie 150 USD/kWh są również konkurencyjne z paliwem konwencjonalnym o wartości 2 USD/ galon. Tak znaczne obniżenie kosztów otwiera nowe możliwości zastosowania ogniw typu Li-ion, przedstawione na Rys. 3.

Według danych Grand View Research [13] tempo wzrostu rynku wynosi około 15 proc. rocznie, co oznacza, że rynek podwoi swoją wielkość w ciągu 5 lat. Rynek ogniw Li-ion w Europie to około 5 miliardów dolarów, jednakże nie są to znaczący producenci. **Europa powinna jak najszybciej zagospodarować ten obszar.** W Polsce nie ma żadnych wytwórców ogniw Li-ion, pomimo znaczącego



potencjału naukowego i doświadczenia eksperckiego w obszarze elektrochemicznych źródeł energii, w szczególności w obszarze ogniw Li-ion i Na-ion.

### Dostępność surowców

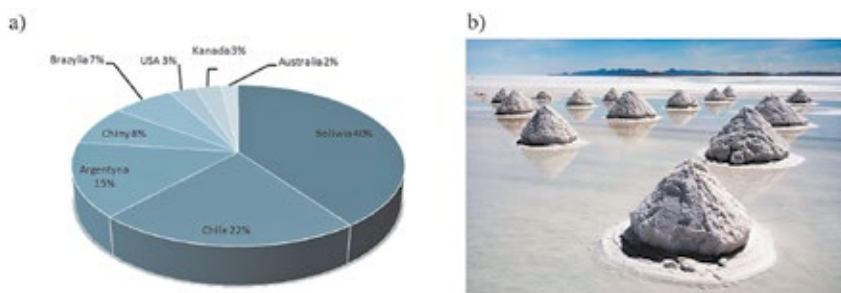
Należy oczekiwać, iż obserwowany gwałtowny wzrost zapotrzebowania na ogniwa Li-ion w wielu działach gospodarki doprowadzi do znacznych zawirowań na rynku surowców przemysłowych, w szczególności rynku metali akumulacyjnych. Największa część kosztów produkcji ogniw Li-ion jest związana z produkcją katody, do budowy której wykorzystuje się wiele pierwiastków. Obok litu w katodzie w zależności od modelu ogniwa występują zawsze takie metale jak kobalt, mangan, aluminium i nikiel. Poniższa tabela pokazuje udział pierwiastków z wyłączeniem litu w różnego rodzaju zastosowaniach.

Aktualnie strategicznymi surowcami do produkcji ogniw Li-ion są kobalt, grafit i lit, których rynki są relatywnie słabo rozwinięte i na każdym z nich występują problemy z popytą. Spośród metali kobalt jest najbardziej krytycznym pierwiastkiem. Aktualnie do produkcji akumulatorów używa się 40 proc. kobaltu. 65 proc. całej produkcji kobaltu pochodzi z Demokratycznej Republiki Kongo, kraju, który jest politycznie niestabilny. Jego wydobycie zamiast rosnąć systematycznie maleje. Anoda baterii Tesla Model S (85kWh) zawiera 54 kg grafitu. Benchmark Mineral Intelligence przewiduje trzykrotny wzrost zapotrzebowania na grafit naturalny i syntetyczny z 80 000 ton w 2015 roku, do co najmniej 250 000 ton w 2020 roku. 65 proc. grafitu pyłkowego jest wydobywane w Chinach. W związku z nieprzestrzeganiem wymogów ochrony środowiska i pracy, przemysł grafitu w Chinach znalazł się pod kreską i niektóre kopalnie zostały zamknięte. Jedyna licząca się firma zajmująca się wydobyciem grafitu na kontynencie amerykańskim to Canada's Eagle Graphite, jednak nie będzie w stanie sprostać zapotrzebowaniu przedsięwzięciu Tesla Gigafactory 1.

Rys. 3. Różne zastosowanie ogniw Li-ion

Tab. 1. Surowce wykorzystywane w technologii ogniw typu Li-ion

Proporcje zastosowanych surowców	Aktualne wykorzystanie
80 proc. nikiel, 15 proc. kobalt, 5 proc. Aluminium	Tesla Model S
100 proc. kobalt	Apple iPhone
100 proc. mangan	Nissan Leaf
33 proc. nikiel, 33 proc. mangan, 33 proc. kobalt	Tesla Powerwall



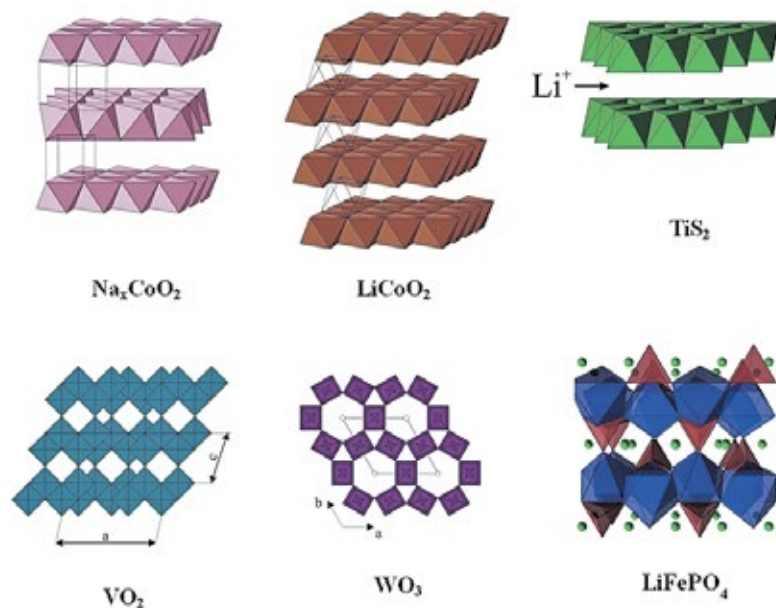
Rys. 4. a) struktura rozmieszczenia zasobów litu, b) słone jeziora w Boliwii [14,15]

Lit występuje w postaci soli  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  i  $\text{LiCl}$  w słonych jeziorach (21,6 Mt litu, Rys. 4) głównie w Chile, Boliwii, Argentynie, które stanowią 75 proc. światowych zasobów i jako złoża spodumenu  $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$  (niemal 8Mt). Goldman Sachs szacuje, że model Tesla S z akumulatorem 70 kWh wykorzystuje 63 kilogramy równoważnika węgla litu, to tyle co w 10 000 smartphonów. Przy 1 proc. wzroście rynku pojazdów elektrycznych wzrasta zapotrzebowanie o około 70 000 ton węgla litu rocznie. W ciągu kilku lat ceny litu szybko wzrosły, ale oczekuje się, że mogą spadać po 2019 roku, z uwagi na przewidywane rosnące dostawy i recykling litu.

Pozostałe pierwiastki niezbędne do zaspokojenia potrzeb produkcji ogniw Li-ion, takie jak żelazo, mangan, nikiel, miedź, glin czy tytan są dużo bardziej dostępne niż lit, źródła ich dostępne są także w Polsce.

Wzrost udziału samochodów elektrycznych gwałtownie obniży rynek metali szlachetnych to jest palladu i platyny, używanych w motoryzacji do budowy katalizatorów w celu zmniejszenia emisji, zwłaszcza z silników wysokoprężnych. Przewiduje się, iż obniży się także dzienne zapotrzebowanie na ropę naftową o 2 miliony baryłek i to już do 2023 roku, co doprowadzi do zmniejszenia rynku

Rys. 5. Typy struktur warstwowych i szkieletowych zdolnych do reakcji interkalacji litu

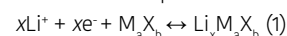


ropy o około 37 mld dolarów (obecnie cały rynek wart jest ok. 1,8 bln dolarów) [6].

### Jak funkcjonują akumulatory litowe typu Li-ion?

Akumulatory *Li-ion* wykorzystują zdolność związków metali przejściowych  $\text{M}_a\text{X}_b$  (M-metal przejściowy; X= O, S) o strukturze warstwowej lub szkieletowej do odwracalnego wbudowywania litu w ich strukturę (jednego lub więcej moli na mol  $\text{M}_a\text{X}_b$ ) w temperaturze pokojowej bez zasadniczych zmian w strukturze krystalograficznej [1-3]. W procesie tym podstawowe elementy struktury nie ulegają zmianie, za wyjątkiem niewielkich odwracalnych zmian parametrów sieciowych. Niezmiennosc struktury w trakcie tego procesu związana jest z zachowaniem silnych wiązań jonowo-kowalencyjnych pomiędzy atomami M i X w podstawowych elementach struktury. Typy struktur zdolnych do reakcji interkalacji litu przedstawiono na Rys. 5. Pierwsze akumulatory wykorzystujące reakcję interkalacji litu do związków metali przejściowych (o schemacie  $\text{Li}/\text{Li}^+/\text{Li}_x\text{TiS}_2$ ) wprowadzono na rynek w latach 70 ubiegłego wieku. Okazały się jednak niebezpieczne i szybko wycofano je z obrotu. Powodem tego było zastosowanie metalicznego litu jako anody, który w procesie ładowania ogniwa nie odbudowywał struktury anody, lecz narastał w postaci dendrytów (kryształów o kształcie cienkich igiełek), co prowadziło do zwarcia ogniwa i eksplozji. Po dwudziestu latach badań, w 1991 roku, firma Sony wprowadziła na rynek nową generację odwracalnych ogniw litowych,  $\text{Li}_x\text{C}_6/\text{Li}^+/\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$ , w których metaliczny lit zastąpiono grafitem.

Reakcję interkalacji litu do związków metali przejściowych  $\text{M}_a\text{X}_b$ , która zawsze przebiega jonowo-elektronowo można zapisać:

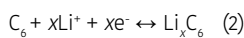


W reakcji tej wykorzystuje się energię głębokich poziomów energetycznych typu *d* w związkach metali przejściowych, które mając wartość kilku eV/atom stwarzają możliwość akumulacji energii o wielkości rzędu kilku kWh/kg, co daje możliwość uzyskania źródeł energii o znacznej objętościowej i masowej gęstości.

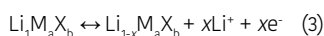
Rys. 6 przedstawia schematycznie mechanizm pracy komercyjnego akumulatora typu  $\text{Li}_x\text{C}_6/\text{Li}^+/\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$ . W procesie ładowania jony litu wprowadzane są z materiału katodowego  $\text{LiCoO}_2$  poprzez elektrolit i wprowadzane są do materiału anodowego – grafitu. Równocześnie obwodem zewnętrznym równażna ilość elektronów jest przekazywana od katody do anody. W procesie rozładowania akumulatora zachodzi proces odwrotny. Jony litu wyprowadzane są z grafitu (materiału anodowego) poprzez elektrolit i wprowadzane do materiału katodowego  $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$ . Płynące

obwodem zewnętrznym elektrony od anody do katody wykonują pracę użyteczną. Zasadniczy parametr *Li-ion batteries*  $\text{Li}_x\text{C}_6/\text{Li}^+/\text{Li}_{1-x}\text{M}_a\text{X}_b$ , to jest gęstość energii wyrażona na jednostkę masy lub objętości, zależna od siły elektromotorycznej ogniwa i jego pojemności, określa struktura krystaliczna i elektronowa obu materiałów elektrodowych w aspekcie biegnącej reakcji interkalacji:

na anodzie:



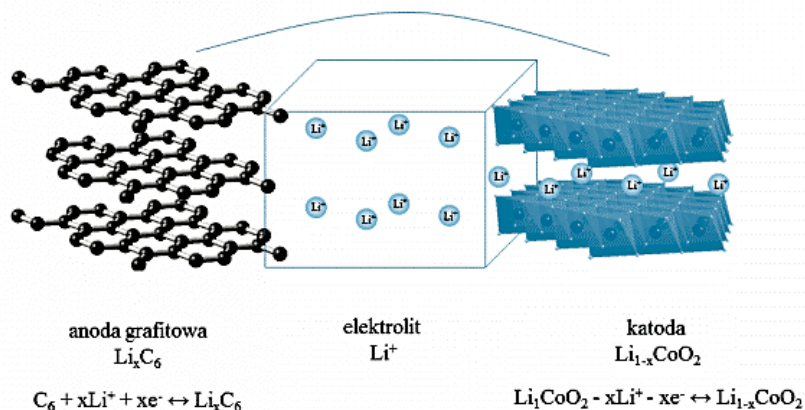
na katodzie:



Gęstość czerpanego prądu z ogniwa uwarunkowana jest właściwościami transportu jonowo-elektronowego w obu materiałach elektrodowych (dyfuzja ambipolarna). Napięcie ogniwa, jego pojemność, gęstość energii i gęstość prądu są zatem określone właściwościami materiału katodowego i anodowego. Liczba cykli pracy ładowanie/rozładowanie i żywotność ogniwa istotnie zależy od procesów zachodzących na granicy faz materiał elektrodowy/elektrolit. Bezpieczeństwo użytkowania ogniwa zależy od termicznej i chemicznej stabilności materiałów elektrodowych i elektrolitu. Jak wykazują badania anoda grafitowa nie limituje parametrów użytkowych *Li-ion batteries* takich jak gęstość prądu czy napięcie, zatem **potencjalne możliwości osiągnięcia wyższych parametrów ogniwa *Li-ion batteries* tkwią przede wszystkim w doskonaleniu materiału katodowego.**

### Nowe narzędzie w projektowaniu akumulatorów *Li-ion*

Wieloletnie prace autora nad materiałami elektrodowymi dla akumulatorów litowych wykazały ścisłą korelację pomiędzy ich właściwościami elektronowymi a elektrochemicznymi. Prace autora nad licznymi układami  $\text{Li}_x\text{M}_a\text{X}_b$  (ponad 130 publikacji z Listy Filadelfijskiej w obszarze ogniwa litowych i sodowych), a mianowicie:  $\text{Li}_x\text{TiS}_2$  [16],  $\text{Li}_x\text{CoO}_2$  [17],  $\text{LiNiO}_2$  [18],  $\text{Li}_x(\text{Co,Ni,Mn})\text{O}_2$  [19],  $\text{Li}_x\text{VO}_2$  [20],  $\text{Li}_x\text{NbSe}_2$  [21],  $\text{Li}_x\text{WO}_3$  [22],  $\text{Li}_x\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  [23],  $\text{Li}_x\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$  [24],  $\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$  [25],  $\text{Na}_x\text{CoO}_{2-y}$  [26],  $\text{Li}_x\text{FePO}_4$  [27] wykazały, iż rozważany przypadek interkalacji litu do związków metali przejściowych wykazujących właściwości metaliczne lub półprzewodnikowe przedstawia odwracalną reakcję topotaktyczną typu redox, w której metal przejściowy zmienia swoją wartościowość, stąd struktura elektronowa materiału katodowego interkalowanego odgrywa ogromną rolę w procesie interkalacji. Wprowadzane do materiału katodowego w procesie elektrochemicznej interkalacji elektrony (wraz z równoważną ilością jonów litu), zajmują dostępne przy poziomie Fermiego stany



Rys.6. Schemat pracy akumulatora  $\text{Li}_x\text{C}_6/\text{Li}^+/\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$

elektronowe i podnoszą poziom Fermiego w sposób zależny od funkcji gęstości stanów.

Rys. 7 przedstawia schemat elektronowy ogniwa  $\text{Li}/\text{Li}^+/\text{Li}_x\text{M}_a\text{X}_b$ , ilustrujący różnicę potencjałów chemicznych elektronów w materiale katodowym i anodowym i wynikającą stąd siłę elektromotoryczną ogniwa.

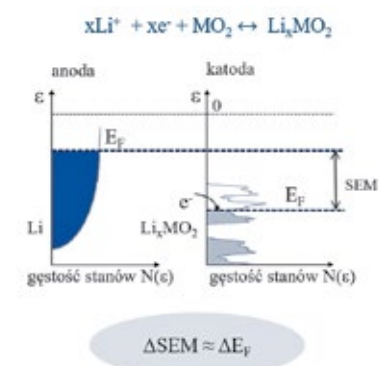
Z charakteru funkcji gęstości stanów wynika kształt krzywej rozładowania (monotoniczny bądź schodkowy). Na Rys. 8a i b przedstawiono schematycznie korelację pomiędzy właściwościami struktury elektronowej materiału katodowego a charakterem krzywej rozładowania.

Ciągła funkcja gęstości stanów w materiale katodowym prowadzi do monotonicznej, korzystnej z punktu aplikacyjnego, krzywej rozładowania (Rys. 8a). Natomiast nieciągła funkcja gęstości stanów prowadzi do niekorzystnego schodkowego charakteru krzywej rozładowania (Rys.8b). Dodatkowo lokalizacja stanów elektronowych towarzysząca nieciągłej funkcji gęstości stanów stanowi ograniczenie kinetyczne procesu interkalacji litu, co obniża gęstość prądu czerpanego z ogniwa i nie pozwala wykorzystać teoretycznej pojemności materiału katodowego.

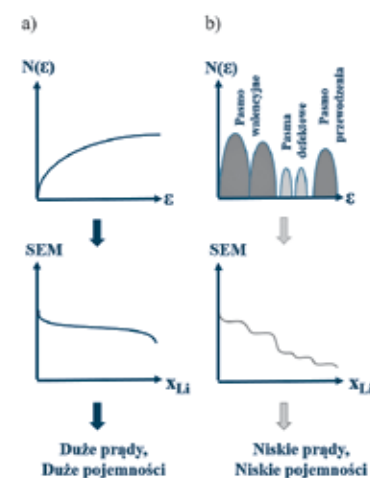
Zaproponowany elektronowy model procesu interkalacji elektrochemicznej wyjaśnia zarówno monotoniczny jak i schodkowy charakter krzywej rozładowania ogniwa, a ponadto pozwala w racjonalny sposób przewidywać i projektować właściwości użytkowe materiałów elektrodowych dla tych ogniwa.

### Ograniczenia komercyjnych materiałów katodowych

Obecnie w technologii *Li-ion batteries*, obok  $\text{LiCoO}_2$ , stosowane są również jako materiały katodowe  $\text{LiCo}_{1-y}\text{Ni}_y\text{O}_2$  i  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ , ostatnio także  $\text{LiFePO}_4$ . Katody te wykazują jednak sporo wad użytkowych.  $\text{LiCoO}_2$  wykorzystuje zaledwie połowę swojej pojemności teoretycznej. Wynika to z faktu, iż elektrochemiczna deinterkalacja/interkalacja litu zachodzi odwracalnie jedynie w zakresie składu  $\text{Li}_1\text{CoO}_2 - \text{Li}_{0,5}\text{CoO}_2$ , co daje niską pojemność 140 mAh/g. Ponadto  $\text{LiCoO}_2$  jest uciążliwy dla środowiska i relatywnie drogi.  $\text{LiNiO}_2$  ma wyższą odwracalną pojemność (190 m-h/g) od



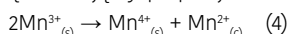
Rys. 7. Gęstość stanów elektronowych  $\text{Li}_x\text{M}_a\text{X}_b$  i litu ilustrująca różnicę potencjałów chemicznych elektronów i wynikającą stąd siłę elektromotoryczną ogniwa  $\text{Li}/\text{Li}^+/\text{Li}_x\text{M}_a\text{X}_b$



Rys. 8. Przewidywany charakter krzywej rozładowania (OCV) ogniwa  $\text{Li}/\text{Li}^+/\text{Li}_x\text{M}_a\text{X}_b$  w zależności od struktury elektronowej materiału katodowego (monotoniczny (a) oraz schodkowy (b))

LiCoO<sub>2</sub>, istnieją jednak spore trudności w otrzymaniu uporządkowanej struktury LiNiO<sub>2</sub>, gdyż materiał ten wykazuje silny efekt mieszania kationów, który psuje jego właściwości transportowe i elektrochemiczne. Ponadto przy wysokim stopniu deinterkalacji litu obniża się jego stabilność chemiczna i zachodzi reakcja egzotermiczna z ciekłym organicznym elektrolitem. Dlatego też ważnym kierunkiem badań są badania nad elektrolitami stałymi, głównie polimerowymi, które mają zastąpić używane dotychczas ciekłe elektrolity EC/DMC-LiPF<sub>6</sub>, co wydłużyłoby czas życia baterii i zwiększyło bezpieczeństwo ich użytkowania.

Spinel manganowy LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> – materiał katodowy, z którym wiązano wielkie nadzieje wykazuje z kolei spadek pojemności z liczbą cykli pracy, co wynika z jego ograniczonej stabilności chemicznej wobec elektrolitu ciekłego, co prowadzi do częściowego rozpuszczania i rozkładu spinelu, co wiąże się z reakcją dysproporcjonowania:



Wzrost stabilności chemicznej spinelu manganowego względem elektrolitu może zostać osiągnięty poprzez odpowiednią modyfikację powierzchni materiału lub zmianę składu chemicznego spinelu uzyskaną przez częściowe podstawienie tlenu fluorem lub siarką [28,29].

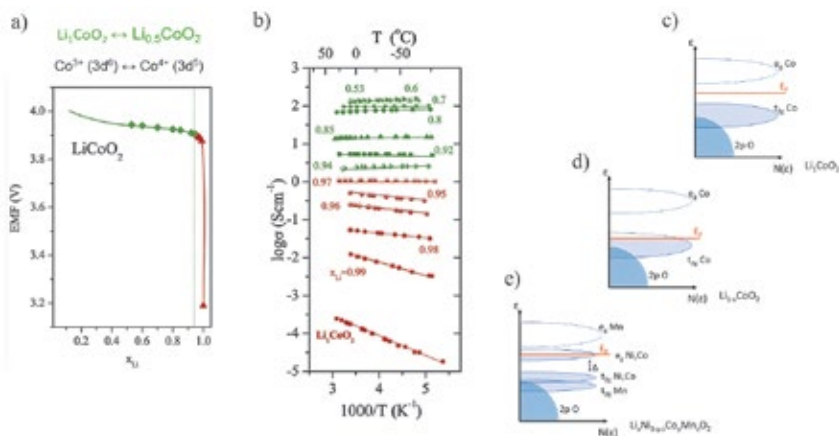
### Jak poprawić komercyjny materiał katodowy na bazie Li<sub>1-x</sub>CoO<sub>2</sub>?

Prowadzone przez autora [16-27] kompleksowe badania tlenkowych materiałów katodowych dla *Li-ion batteries* wskazują, iż ciągle są ogromne możliwości poprawy właściwości elektrochemicznych materiałów katodowych na bazie warstwowych tlenków, poprawy ich stabilności chemicznej i związanej z nią pojemności odwracalnej, tym bardziej, iż tlenki te wykazują doskonałe warunki dla transportu jonowo

-elektronowego, które jeszcze się poprawiają w toku deinterkalacji litu (dokonuje się przejście półprzewodnik-metal [30]). Badania te rzucają nowe światło na kryterium efektywności procesu interkalacji oraz stabilność układów z mieszaną walencyjnością. W tlenku LiCoO<sub>2</sub> niskospinowa konfiguracja jonów Co<sup>3+</sup>(3d<sup>6</sup>) o koordynacji oktaedrycznej prowadzi do konfiguracji elektronowej t<sub>2g</sub><sup>6</sup>e<sub>g</sub><sup>0</sup>, co odpowiada całkowicie obsadzonemu pasmu t<sub>2g</sub> Co i pustemu e<sub>g</sub> Co (rys. 9c), poziom Fermiego usytuowany jest w przerwie energetycznej pomiędzy pasmami t<sub>2g</sub> i e<sub>g</sub>, co prowadzi do półprzewodnikowego charakteru układu LiCoO<sub>2</sub> (rys. 9b) i obecności skoku potencjału na krzywej ładowania (rys. 9a). W procesie elektrochemicznej deinterkalacji litu wyprowadzane są elektrony (wraz z równoważną ilością jonów Li<sup>+</sup>) z pasma t<sub>2g</sub>Co. Tworzą się dziury elektronowe w paśmie t<sub>2g</sub>Co i poziom Fermiego lokuje się wewnątrz tego pasma (rys.9d), dając korzystne dla pracującego materiału katodowego właściwości metaliczne (rys. 9b) i korzystny monotoniczny charakter krzywej ładowania/rozładowania w tym zakresie składu. Dalsza deinterkalacja litu wiąże się z obniżaniem poziomu Fermiego wewnątrz pasma t<sub>2g</sub>Co i gdy osiągnie on pułap położenia pasma 2p tlenu, co ma miejsce dla zawartości litu x<sub>Li</sub> = 0.5 zachodzi utlenianie tlenu (jonów O<sup>2-</sup>) i jego wydzielenie ze struktury Li<sub>1-x</sub>CoO<sub>2</sub>. Opuszczający strukturę tlen in statu nascendi reaguje z elektrolitem organicznym (reakcja egzotermiczna), co stwarza niebezpieczeństwo eksplozji baterii. Z tego powodu technologiczny zakres pojemności odwracalnej jest ograniczony do połowy teoretycznej pojemności materiału katodowego na bazie LiCoO<sub>2</sub> tj. do 140 mAh/g. Prowadzone na szeroką skalę badania w grupie J. Molendy [29,30] nad optymalizacją materiału katodowego na bazie warstwowych tlenków metali przejściowych zwiększyły ich odwracalną pojemność do 200mAh/g poszerzając zakres ich stabilności chemicznej poprzez podstawienie kobaltu niklem, manganem i miedzią (LiNi<sub>1-y-z</sub>Co<sub>y</sub>Mn<sub>z</sub>O<sub>2</sub>). Uzyskano w ten sposób odsunięcie pasma 2p tlenu poza obszar zmian położenia poziomu Fermiego (rys. 9e), a równocześnie utrzymano optymalne właściwości transportu jonowo-elektronowego, nieodzowne dla wysokiej efektywności reakcji interkalacji /deinterkalacji litu.

### Nowy oparty o polską technologię bezpieczny materiał katodowy dla akumulatorów Li-ion do pojazdów elektrycznych i magazynów energii

Trwające nieustannie poszukiwania materiału katodowego na bazie związków żelaza, które jest tanie, gdyż występuje w skorupie ziemskiej w dużej obfitości i jest bardziej przyjazne środowisku niż kobalt, nikiel czy mangan zaowocowały odkryciem nowej grupy materiałów, całkiem różnej

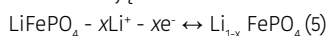


Rys. 9. Korelacja między strukturą elektronową a właściwościami transportowymi i elektrochemicznymi Li<sub>1-x</sub>CoO<sub>2</sub>. Zależność siły elektromotorycznej ogniwa Li/Li<sup>+</sup>/Li<sub>1-x</sub>CoO<sub>2</sub> w funkcji zawartości litu w materiale katodowym (a). Temperaturowa charakterystyka przewodnictwa elektrycznego materiału katodowego Li<sub>1-x</sub>CoO<sub>2</sub> (b). Struktura elektronowa: LiCoO<sub>2</sub> (c), Li<sub>1-x</sub>CoO<sub>2</sub> (d) oraz Li(Co,Ni,Mn)O<sub>2</sub> (e)

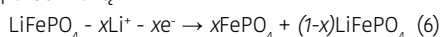


od tlenków metali przejściowych [32]. Najbardziej obiecującym przedstawicielem tej grupy jest fosforan litowo-żelazowy  $\text{LiFePO}_4$  o strukturze oliwiny (Rys.10), potocznie nazywanym fosfooliwinem. Posiada on istotne zalety – wysoką pojemność teoretyczną ( $170 \text{ mAhg}^{-1}$ ), najwyższą stabilność chemiczną spośród znanych materiałów katodowych gwarantującą bezpieczeństwo ogniw oraz wykazuje brak spadku pojemności z liczbą cykli pracy.

W jego strukturze heksagonalna, gęsto upakowana podsić tlenu, posiada jednowymiarowe kanały – potencjalne drogi szybkiej dyfuzji dla jonów litu w kierunku 010. Uwarunkowania strukturalne (oktaedry  $\text{FeO}_6$  połączone narożami prowadzą do znacznej odległości Fe-Fe, wynoszącej  $3,8 \text{ \AA}$ , podczas gdy odległości M-M dla tlenków przewodzących są poniżej  $3 \text{ \AA}$ ) powodują, iż materiał ten jest praktycznie izolatorem elektronowym. Jego przewodnictwo elektryczne w temperaturze pokojowej (to jest w temperaturze pracy ogniw) jest, jak na materiał katodowy, niezmiernie małe i wynosi  $10^{-9} \text{ Scm}^{-1}$  (niższe o kilka rzędów wielkości od  $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$ ). Powyższe uwarunkowania są powodem, iż obserwowany mechanizm procesu delitacji  $\text{LiFePO}_4$  nie jest mechanizmem dyfuzyjnym, który przebiegałby zgodnie z reakcją:



dając homogeniczny materiał o zmniejszającej się zawartości litu. Ekstrakcja litu z  $\text{LiFePO}_4$  w procesie ładowania polega na rozkładzie materiału katodowego na dwie fazy – zawierającą lit i zupełnie go pozbawioną:

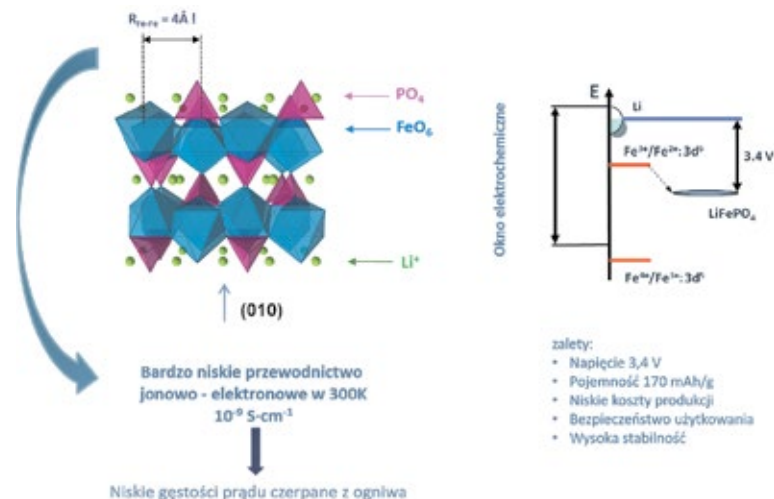


z analogiczną reakcją odwrotną (rozładowania):



Odwracalność procesów ładowania i rozładowania związana jest z dużym podobieństwem struktur  $\text{LiFePO}_4$  i  $\text{FePO}_4$  (ta sama grupa przestrzenna) oraz z niewielką różnicą objętości –  $6,81 \text{ proc.}$  Taki przebieg procesów w materiale katodowym jest bardzo niekorzystny – efektywnie pracuje tylko powierzchnia ziaren, co dla ogniw oznacza uzyskiwaną małą gęstość prądu. Niskie przewodnictwo jonowo-elektronowe to zasadniczy powód dwufazowego mechanizmu reakcji deinterkalacji w  $\text{LiFePO}_4$  i niskie gęstości prądu czerpane z ogniw.

Intensywne badania prowadzone w grupie J. Molendy nad poprawą właściwości transportowych fosfooliwiny poprzez podstawienia w podsić litu, żelaza i fosforu [33-45] nie podniosły znacząco jego przewodnictwa elektrycznego. Znacznie lepsze rezultaty można było uzyskać doskonaląc metody otrzymywania  $\text{LiFePO}_4$ . Wydaje się, że przejście do nanoskali jest najbardziej owocnym rozwiązaniem dla poprawy efektywności elektrochemicznej katody na bazie fosfooliwiny,

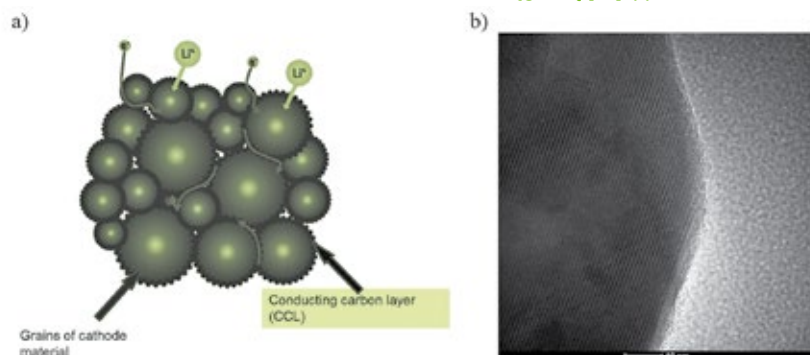


Rys. 10. Struktura krystaliczna fosfooliwiny wraz z diagramem ilustrującym położenie poziomu Fermiego w tym materiale

skraca bowiem efektywną długość drogi dyfuzji litu, a tym samym poprawia wydajność prądową ogniw. W Katedrze Energetyki Wodorowej, WEIP AGH opracowano tanią, ekologiczną metodę otrzymywania nanometrycznego  $\text{LiFePO}_4$  o wysokiej aktywności deinterkalacji/interkalacji litu, pozwalającą praktycznie wykorzystać pełną pojemność materiału katodowego (zgłoszenie patentowe). Materiał katodowy  $\text{LiFePO}_4$  jest otrzymywany w postaci nanometrycznych „płatków” o określonej orientacji krystalograficznej, a następnie pokrywany cienką przewodzącą warstwą węglową (technologia MarCelli Adv Tech).

Technologia MarCelli Adv Tech łączy w sobie dwa rozwiązania [46], czyli sposób wytwarzania nanometrycznego materiału  $\text{LiFePO}_4$  (opracowany w AGH) oraz sposób wytwarzania samoorganizujących się, przewodzących warstw węglowych CCL (opracowany na UJ) pozwalających na wytworzenie nanokompozytu katodowego (Rys.11). Dzięki temu powstaje trójwymiarowy kolektor prądowy, łączący każde ziarno materiału aktywnego i jednocześnie poprawia się przewodnictwo elektryczne układu.

Zastosowanie  $\text{LiFePO}_4$  o nanometrycznym uziarnieniu zwiększa gęstość ładunku, co w połączeniu z ulepszonymi właściwościami elektrycznymi materiału nanokompozytowego, pozwala na uzyskanie zdecydowanie większej mocy z ogniw. Pozostałe zalety to bardzo dobra stabilność ter-



Rys.11. Schemat przewodzącej warstwy węglowej [47] (a), zdjęcie SEM ziarna fosfooliwiny pokrytego przewodzącą warstwą węglową [48] (b)

fot. Ministerstwo Energii



Rys. 12. Ministrowie Jadwiga Emilewicz i Krzysztof Tchórzewski oraz wiceminister Michał Kurtyka z przedstawicielami Konsorcjum PolStorEn.

miczna i dobre właściwości przewodzenia ciepła, a także odpowiednia elastyczność warstwy węglowej, zapewniająca wysoką trwałość połączenia z materiałem  $\text{LiFePO}_4$  [46].

Warstwa węglowa zwiększa także bezpieczeństwo ogniwa, zaprojektowana o odpowiedniej grubości działa jak sito, które przepuszcza jony litu, ale tylko do określonego poziomu szybkości, a tym samym limituje prąd zwarcia. Jest to kompletna technologia, która pozwoli produkować akumulatory Li-ion w pełni oparte na polskiej wiedzy.

### Program ogniw litowych i sodowych w Polsce

Z inicjatywy polskich środowisk naukowych zostało zawiązane Polskie Konsorcjum Elektrochemicznego Magazynowania Energii PolStorEn. 21 lutego 2018 roku w siedzibie Ministerstwa Energii miało miejsce podpisanie umowy konsorcjum z udziałem przedstawicieli Ministerstwa Energii,



Rys 13. Linia półtechniczna do produkcji ogniw 18650 typu Li-ion i Na-ion, Centrum Energetyki AGH



Ministerstwa Przedsiębiorczości i Technologii oraz przedstawicieli polskiego przemysłu ( Rys. 12). Założycielami Konsorcjum są: Akademia Górniczo-Hutnicza, Instytut Metali Nieżelaznych w Poznaniu, Politechnika Gdańska, Politechnika Poznańska, Politechnika Warszawska, Uniwersytet Jagielloński oraz Uniwersytet Warszawski. Powołanie konsorcjum ma na celu przygotowanie do wdrożenia innowacyjnych rozwiązań z zakresu magazynowania energii, z wykorzystaniem polskiego potencjału naukowego oraz gospodarczego. Organizacja Konsorcjum zakłada zaangażowanie jednostek naukowych, funduszy inwestycyjnych oraz branżowych partnerów przemysłowych zainteresowanych finalnym rozwojem i wdrażaniem opracowanych rozwiązań technologicznych. W Polsce, szczególnie w AGH, UJ i PW istnieje zgromadzony potencjał naukowo-badawczy i wieloletnie doświadczenie eksperckie w obszarze projektowania i opracowywania funkcjonalnych materiałów i procesów dla technologii ogniw litowych i sodowych, obecnie najdynamiczniej rozwijającego się obszaru związanego z magazynowaniem i przetwarzaniem energii elektrycznej dla potrzeb samochodów elektrycznych oraz wielkoskalowych magazynów energii. Istnieje realna szansa komercjalizacji tych rozwiązań. Kluczowym problemem w komercjalizacji innowacyjnych rozwiązań i pomysłów w zakresie ogniw Li-ion i Na-ion jest proces powiększenia skali (scale-up) opracowywanej technologii. W Centrum Energetyki AGH z półautomatycznej linii produkcyjnej (Rys. 13) schodzą pierwsze pilotażowe akumulatory Li-ion 18650.

W obszarze działalności Konsorcjum znajdują się:

- cele krótkoterminowe – 3 lata – obejmujące opracowanie ogniw litowych typu Li-ion (cobalt free) oraz kondensatorów elektrochemicznych i hybrydowych w oparciu o własne technologie,
- cele średnioterminowe – 5 lat – obejmujące opracowanie ogniw sodowych typu Na-ion dla wielkoskalowych magazynów energii, ogniw z elektrolitem stałym oraz ogniw lit-siarka w oparciu o własne technologie.

Cele horyzontalne konsorcjum obejmują stworzenie ogniw nowej generacji wykorzystujących polskie zasoby surowcowe, recykling surowcowy, integrację rozwiązań i certyfikację ogniw i akumulatorów, optymalizację łańcucha dostaw, a w konsekwencji stworzenie w Polsce strategicznej gałęzi gospodarki.

Partnerzy konsorcjum dysponują w obszarze elektrochemicznego magazynowania energii 56 zidentyfikowanymi rozwiązaniami i technologiami produktowymi, chronionymi 31 patentami i 29 zgłoszeniami patentowymi polskimi i zagranicznymi. Idealnie wpisuje się to w podejmowane przez polski rząd inicjatywy w obszarze

fot. arch. autorki

e-mobility zarówno na poziomie krajowym, jak i europejskim.

Komisja Europejska tworzy inicjatywę o nazwie European Battery Alliance mającą połączyć wysiłki europejskich państw (Francja, Niemcy, Szwecja i Polska) oraz firm w celu budowy silnego przemysłu bateryjnego, będącego w stanie konkurować z obecnie dominującymi na rynku ogniw i baterii firmami azjatyckimi. Wiceprzewodniczący Komisji Europejskiej Marosz Szeftzowicz mówi [49], że spodziewa się, iż rynek baterii będzie wart od 2025 roku 250 mld euro rocznie. „Będziemy potrzebować 200 GWh pojemności baterii tylko w Europie. Globalne zapotrzebowanie będzie wynosiło około 600 GWh. Jak wiadomo, nie chcemy być konkurencyjni tylko na rynku europejskim, ale też globalnie” – stwierdził.

Komisja Europejska planuje przeznaczenie na rozwój europejskiej technologii baterii w sumie 2,2 mld euro. Komisja Europejska postrzega produkcję baterii na poziomie Unii Europejskiej jako strategiczny cel i jest przekonana, że kluczowe decyzje biznesowe w tej kwestii muszą zostać podjęte szybko.

Polska powinna wykorzystać potencjał naukowy i doświadczenie eksperckie w obszarze elektro-



fot. arch. autorki

chemicznych źródeł energii i uruchomić produkcję ogniw litowych i sodowych w Polsce w oparciu o własne technologie, niezależne surowcowo.

#### Podziękowania

Praca finansowana z projektu UMO-2015/19/B/ST8/00856 i UMO-2016/23/B/ST8/00199.

Przypisy do artykułu znajdują Państwo na [www.biuletyn.agh.edu.pl](http://www.biuletyn.agh.edu.pl)

Rys. 14. Pierwsze spotkania w ramach European Battery Alliance w Brukseli. To koalicja, która ma rozruszać rynek e-aut w UE. W koalicji jest m.in. Polska [49]

# Energetyka w mikroskali

Katarzyna Berent,  
Grzegorz Brus

Kurczące się zasoby kopalnych surowców energetycznych sprawiają, iż dostępność do energii ograniczona jest zamożnością danego kraju oraz sytuacją polityczną świata. Kluczowym wyzwaniem globalnym jest więc zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego. Według prognoz ekonomicznych, ropa naftowa, gaz ziemny, węgiel kamienny i brunatny pozostaną podstawowymi nośnikami energii przez okres co najmniej kilkudziesięciu lat zarówno dla Polski, jak i dla świata. Alternatywne rozwiązania, obejmujące technologie takie jak energetyka jądrowa, czy odnawialne źródła energii, wywołują niepokoje społeczne bądź silnie zależą od lokalnych uwarunkowań środowiskowych i klimatycznych. Z tego względu niezbędny jest rozwój badań naukowych skoncentrowanych na podnoszeniu efektywności energetycznej oraz wprowadzenie działań skierowanych na wzrost świadomości energetycznej społeczeństwa. Przykładem może być rozwój energetyki rozproszonej, gdzie zamiast pieców gazowych stosuje się stopy ogniw

Ogniwa paliwowe mogą w niedalekiej przyszłości zrewolucjonizować rynek produkcji energii. Są to urządzenia generujące prąd elektryczny w wyniku reakcji elektrochemicznego utleniania dostarczanego z zewnątrz paliwa. Bezpośrednia konwersja energii chemicznej paliwa w energię elektryczną przekłada się na wysoką sprawność, co z kolei oznacza mniejszą ilość zanieczyszczeń uwalnianych do atmosfery. Ukoronowaniem koncepcji ogniw paliwowych są stałotlenkowe ogniwa paliwowe typu SOFC. Nad rozwojem tego typu technologii pracuje Interdyscyplinarne Zespół Badań nad Technologiami Ogniw Paliwowych przy Akademickim Centrum Materiałów i Nanotechnologii AGH.

paliwowych typu SOFC, które oprócz ciepłej wody produkują energię elektryczną.

Stopy ogniw paliwowych SOFC zachowują wysoką sprawność niezależnie od wielkości systemu, co czyni je atrakcyjnymi źródłami zasilania dla domów, szpitali, czy zakładów produkcyjnych. Przykładem takiego rozwiązania jest system ogniw paliwowych firmy ENE-FARM, który został przedstawiony na ilustracji 1. Sprawność elektryczna

fot. G. Brus



Ilustracja 1. Stos ogniw paliwowych typu SOFC firmy ENE-FARM zainstalowany przy japońskim domu w Kioto

tęgo układu to 46,5 proc., a całkowita sprawność cieplna kogeneracji to 95 proc.<sup>1</sup>. Dodatkowo jest to układ hybrydowy połączony z panelami słonecznymi, w którym produkcja energii elektrycznej przez ogniwo paliwowe uzależniona jest od warunków atmosferycznych. Ogniwa paliwowe można łączyć w stosy, a te w klastry tworząc średniej wielkości systemy o mocy pomiędzy 250kW a 1000kW. Systemy takie połączone są z mikro turbiną gazową osiągając sprawność ponad 55 proc. i są testowane w kilku ośrodkach badawczo-rozwojowych<sup>2</sup>. Natomiast systemy „trzeciej”, najnowszej, generacji mają integrować ogniwa paliwowe typu SOFC z turbiną gazową oraz turbiną parową. Elektrownie takie mają dostarczać setki megawatów energii ze sprawnością pomiędzy 60-70 proc. zależnie od wielkości systemu i użytego paliwa<sup>3</sup>.

Ogniwa paliwowe typu SOFC posiadają prostą budowę, składają się z dwóch elektrod; anody i katody, oddzielonych stałotlenkowym elektrolitem. Z zewnątrz pojedyncze ogniwo paliwowe wygląda jak gładka metaliczno-ceramiczna płytka. Jednak mikroskopowe obserwacje elektrody ogniwa ujawniają niezwykle skomplikowaną mikrostrukturę, potrzebną do tego, aby reakcje elektrodowe zachodziły w możliwie największej objętości materiału. Każdy element ogniwa paliwowego pełni inne funkcje transportowe, zapewniając przewodnictwo elektronowe, jonowe oraz możliwość penetracji elektrody przez paliwo w stanie gazowym. Właściwości mikrostrukturalne elektrod mają więc bezpośrednie przełożenie na charakterystyki pracy ogniwa paliwowego, a w konsekwencji całego systemu. Rozwój technik pomiarowych, takich jak tomografia elektronowa FIB-SEM pozwolił na trójwymiarowe zobrazowanie mikrostruktury materiałów elektrodowych oraz stworzył możliwości jej kształtowania. Poznanie tych własności pozwala naukowcom projektować materiały o konkretnej mikrostrukturze. Dwuwiązkowy skaningowy mikroskop elektronowy, wyposażony zarówno w kolumnę jonową, jak i elektronową, pozwala na wycięcie wizualnego dostępu do przekroju próbki za pomocą zogniskowanej wiązki jonów galu, a następnie zobrazowaniu przekroju w elektronach wtórnych (SE) lub wstecznie rozproszonych (BSE). Ścieniając za pomocą wiązki jonów fragment próbki warstwa po warstwie przy jednoczesnym obrazowaniu przekrojów, otrzymujemy serię obrazów umożliwiających utworzenie przestrzennego obrazu próbki. Grupa badawcza nad technologiami ogniw paliwowych zajmuje się m.in. trójwymiarową rekonstrukcją mikrostruktury materiałów z wykorzystaniem skaningowego mikroskopu elektronowego Versa 3D (FEI) znajdującego się w Akademickim Centrum Materiałów i Nanotechnologii (ilustracja 2). Uzyskany stos mikrofotografii SEM jest następnie współosiowany i przycinany oraz przechodzi proces segmentacji. Oznacza to, iż każdemu obszarowi na obrazie SEM przypisuje się przynależność do konkretnej fazy. W przypadku zdjęć anody ogniwa paliwowego są to nikiel, tlenek cyrkonu stabilizowany tlenkiem itru (z ang. Yttria Stabilized Zirconia – YSZ) oraz pory. Taki system może zostać wykorzystany nie tylko do rekonstrukcji mikrostruktury wszelkiego typu materiałów, w tym nieprzewodzących, ale także coraz częściej wykorzystywany jest w naukach przyrodniczych (tj. biologia, czy geologia). Otrzymane obrazy są następnie rekonstruowane do trójwymiarowej cyfrowej reprezentacji mikrostruktury za pomocą zaawansowanej techniki przetwarzania obrazów oraz oprogramowania AVIZO (FEI) zainstalowanego w Katedrze Podstawowych Problemów Energetyki, Wydziału Ener-

fot. G. Brus



Ilustracja 2. Dr inż. Katarzyna Berent wraz z dwuwiązkowym skaningowym mikroskopem elektronowym Versa 3D (FEI) znajdującym się w Akademickim Centrum Materiałów i Nanotechnologii

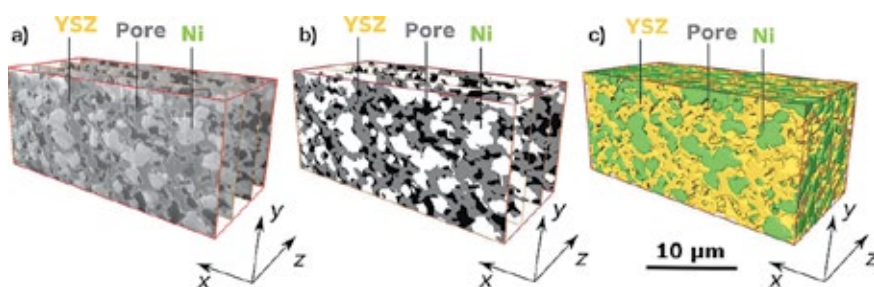
Residential Cogen Unit,” *Fuel Cells Bulletin* 2012, no. 4 (April 2012): 4, doi:10.1016/S1464-2859(12)70093-7.  
<sup>1</sup> 2 “Mitsubishi Hitachi to Integrate SOFC with Micro Gas Turbine for Kyushu University Demonstration,” *Fuel Cells Bulletin* 2014, no. 12 (December 2014): 1, doi:10.1016/S1464-2859(14)70327.  
<sup>1</sup> 3 “Mitsubishi to Develop SOFC-Turbine Triple Combined Cycle System,” *Fuel Cells Bulletin* 2012, no. 7 (July 2012): 5-6, doi:10.1016/S1464-2859(12)70197-9.

getyki i Paliw. Tworzenie cyfrowej rekonstrukcji materiału przedstawia schematycznie ilustracja 3. Technologię tę użyto po raz pierwszy do badania ogniw paliwowych typu SOFC w 2006 roku, ale do dziś tylko kilka ośrodków na świecie potrafi prawidłowo przeprowadzić analizy ilościowe wszystkich parametrów mikrostrukturalnych porowatego materiału elektrod, jedną z takich grup jest Interdyscyplinarny Zespół Badań nad Technologiami Ogniw Paliwowych.

Cyfrowa reprezentacja mikrostruktury pozwala na ilościową i jakościową identyfikację parametrów mikrostrukturalnych elektrod.

W tym celu wykorzystujemy do tego szereg własnych symulacji numerycznych. Do najistotniejszych parametrów mikrostruktury, które możemy obliczyć, zaliczają się I) współczynnik krętości, wyrażający w sposób ilościowy stopień kompleksowości mikrostruktury, II) długość granicy styku trzech faz, opisująca ilość potencjalnego miejsca reakcji elektrochemicznych, III) udział objętościowy poszczególnych faz, IV) perkolację czy też V) średnią wielkość ziarna. Otrzymane parametry mikrostruktury implementowane są do symulacji numerycznej transportu masy i ciepła w stosie ogniw paliwowych. Wyniki obliczeń posłużą do zoptymalizowania projektu nowego typu stosu ogniw SOFC, nad którym pracujemy w programie FIRST TEAM 1/2016 Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, którego kierownikiem jest dr inż. Grzegorz Brus. Stos taki łącząc prostotę konstrukcji i niskie koszty wytwarzania będzie jednocześnie pozbawiony typowego problemu z uszczelnianiem stosu. Proponowany stos cechuje się zorientowanym na mikrostrukturę materiału procesem produkcyjnym. Proponujemy mikrostrukturę „szytą na miarę”, tak aby sprostać konkretnym wymaganiom ogniwa, zależnym od lokalizacji w stosie.

Nasza grupa badawcza zajmuje się również bezpośrednim wprowadzaniem cyfrowych rekonstrukcji mikrostruktury do obliczeń numerycznych budując w ich oparciu siatki obliczeniowe. Przykład takiego podejścia zaprezentowany jest na ilustracji 4. Pełna trójwymiarowa heterogeniczna symulacja zjawisk transportu w mikroskali jest wykorzystywana między innymi w używanych przez grupę algorytmach optymalizacyjnych. Zostały one rozwijane przez mgr. inż. Tomasza Prokopa w trakcie realizacji pracy magisterskiej w ramach projektu FIRST TEAM. Pracę wyróżniał niezwykle interesujący temat i innowacyjne podejście, co sprawiło, iż zdobyła miejsce na podium w konkursie Diamenty AGH. Zespół badawczy zajmuje się również badaniami podstawowymi z zakresu mikrostruktury



Ilustracja 3. Kolejne kroki prowadzące do uzyskania cyfrowej rekonstrukcji materiału a) przykładowe obrazy SEM po procesie współosiowania i przycinania, b) zdjęcia po procesie segmentacji faz, c) trójwymiarowa cyfrowa rekonstrukcja materiału

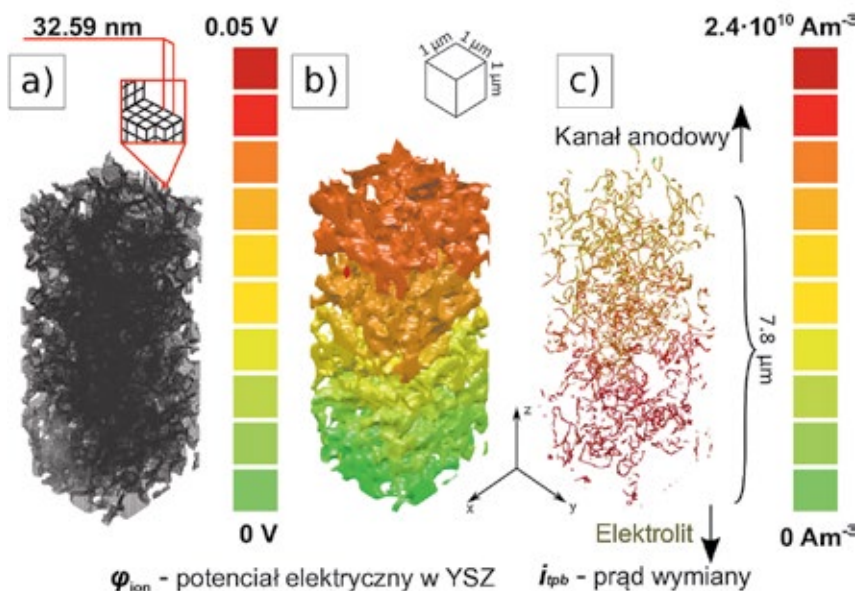
ogniw paliwowych typu SOFC. W projekcie Narodowego Centrum Nauki 2015/19/D/ST8/00839, pt. „Trójwymiarowa analiza lokalnych zmian mikrostruktury w stosie ogniw paliwowych typu SOFC” badana jest ewolucja mikrostruktury, która następuje w skutek długotrwałego działania stosu ogniw. W badaniach łączy się zmiany mikrostrukturalne z charakterystykami prądowo-napięciowymi ogniwa, próbując odpowiedzieć na najbardziej elementarne pytania dotyczące roli mikrostruktury w generacji prądu w ogniwie typu SOFC.

W ramach projektów realizowanych przez Interdyscyplinarny Zespół Badań nad Technologiami Ogniw Paliwowych prowadzimy prace dyplomowe, które zdobywają wiele nagród i wyróżnień. Dlatego też jako grupa, zachęcamy zdolnych studentów ze wszystkich wydziałów AGH do współpracy z nami.

#### Interdyscyplinarny Zespół Badań nad Technologiami Ogniw Paliwowych

Praca Interdyscyplinarnego Zespołu Badań nad Technologiami Ogniw Paliwowych skupia się na opracowaniu nowych rozwiązań z dziedziny wytwarzania i badania stałotlenkowych

Ilustracja 4. Przykładowy wynik symulacji numerycznej zjawisk transportu w mikrostrukturze ogniwa paliwowego, a) przykładowa siatka numeryczna, b) rozkład potencjału elektrycznego w przewodniku jonowym, c) lokalna gęstość prądu wymiany na granicy trzech faz





**Ilustracja 5.** Interdyscyplinarny Zespół Badań nad Technologiami Ogniw Paliwowych. Od prawej kierownik zespołu prof. zw. dr hab. inż. Janusz S. Szmyd (WEiP), dr inż. Grzegorz Brus (WEiP), mgr inż. Marcin Możdziej (WEiP), inż. Szymon Buchaniec (WEiP), dr inż. Katarzyna Berent (ACMiN), mgr inż. Maciej Chalusiak (WEiP)

ogniw paliwowych SOFC (ang. Solid Oxide Fuel Cell). Badania grupy koncentrują się głównie na optymalizacji parametrów strukturalnych materiałów do produkcji komponentów ogniw

ze stałym tlenkiem. Grupa została powołana do wspólnego realizowania projektów z pogranicza badań strukturalnych i metod obliczeniowych. Ilustracja 5 przedstawia kierownika zespołu wraz z członkami w holu Akademickiego Centrum Materiałów i Nanotechnologii. Osoby zainteresowane wykorzystaniem technik badawczych lub metod obliczeniowych w swojej pracy naukowej zachęcamy do kontaktu z zespołem. W ramach realizowanych projektów Grupa Technologii Ogniw Paliwowych blisko współpracuje z naukowcami z tak prestiżowych uczelni jak Uniwersytet w Kioto, Kioto, Japonia, Uniwersytet Tokijski, Tokio, Japonia czy Shibaura Institute of Technology, Tokio, Japonia. Wyniki badań realizowanych z partnerami japońskimi zostały docenione przez Komitet Naukowy XI Europejskiego Forum Ogniw Paliwowych „European Solid Oxide Fuel Cells and Solid Oxide Electrolysers”, który uhonorował zespół prestiżowym medalem im. Christiana Friedricha Schönbeina.

# Ogniwa paliwowe dla energetyki rozproszonej i zastosowań mobilnych

Magdalena Dudek,  
Andrzej Raźniak

Energetyka rozproszona jest ważnym elementem składowym niskoemisyjnego, sprawnego systemu energetycznego. Obecnie w świecie można zaobserwować wzrost zastosowań ogniw paliwowych jako generatorów energii w systemach energetyki rozproszonej. Ogniwa paliwowe (OP) to urządzenia elektrochemiczne, w których zachodzi bezpośrednia konwersja energii chemicznej paliwa na energię elektryczną i ciepło.

Cechą charakterystyczną OP jest to, że substancje elektro-aktywne: utleniacz i paliwo dostarczane są do niego z zewnątrz, zaś produkty reakcji odprowadzane są poza ogniwo. Podstawą klasyfikacji ogniw paliwowych są zazwyczaj dwa kryteria: rodzaj stosowanego elektrolitu i temperatura pracy. Można wyróżnić pięć podstawowych typów ogniw paliwowych: z membraną polimerową (ang. Proton Exchange Membrane Fuel Cells, PEMFC, tempera-

tura pracy 30-80°C), alkaliczne (ang. alkaline fuel cell, AFC, temperatura pracy 50-200°C), zawierające jako elektrolit kwas fosforowy (ang. phosphoric acid fuel cell, PAFC, temp. pracy ~220°C), węglanowe (ang. Molten Carbonate Fuel Cell, MCFC, temp. pracy ~ 650°C) stałotlenkowe (ang. solid oxide fuel cells, SOFCs, temp. pracy 800-900°C). Podstawowym paliwem dla OP jest wodór. Jednak urządzenia te mogą być też bezpośrednio zasilane gazowymi paliwami węglowodorowymi, gazem syntezowym, paliwami ciekłymi (na przykład metanolem, etanolem, amoniakiem, kwasem mrówkowym) czy nawet stałym sproszkowanym węglem. Obecnie najszybszy rozwój technologiczny obserwowany jest dla wodorowo-tlenowych OP z elektrolitem stałym to jest dla ogniw PEMFC lub SOFC. OP PEMFC znajdują zastosowania praktyczne w generatorach stacjonarnych o mocy kilkuset

kilowatów, pomocniczych urządzeniach zasilających (ang. Auxiliary Power Units), domowych generatorach elektryczności i ciepła (nazwanych przez firmę Vaillant grzewczymi ogniwami paliwowymi), zasilaczach urządzeń przenośnych. Większość społeczeństwa mieszka w zabudowie jedno lub wielorodzinnej i nie dysponuje lokalnymi źródłami energii. Z myślą o tych użytkownikach rozwijana jest technologia układów ( $\mu$ -CHP, ang. Micro Combined Heat and Power), które pokrywają zapotrzebowanie na energię elektryczną i ciepłą wodę użytkową. Szczególne korzyści wynikają ze stosowania w układach  $\mu$ -CHP technologii ogniw paliwowych SOFC, PEMFC. Układy te mogą pracować w systemach energetycznych z odnawialnymi źródłami energii. Na Rys. 1 przedstawiono fotografię stosu ogniw paliwowych PEMFC o mocy 5000 W.

Opracowanie efektywnego układu zasilania elektrycznego ogniwami paliwowymi sprzętu wojskowego było i jest jednym z głównych celów strategicznych w wielu krajach świata. Przykładem są układy zasilania dla sprzętu rakietowego, okrętów podwodnych i transportu kołowego, w tym pomocnicze źródła energii dla czołgów, transporterów opancerzonych i samolotów. Ponadto w tej dziedzinie duże nakłady finansowe kierowane są na rozwój ogniw paliwowych dla bezzałogowych aparatów latających, a także źródeł zasilania indywidualnego wyposażenia żołnierza (noktowizory, sprzęt telekomunikacyjny, GPSy, kamery, układy identyfikacji, komputery).

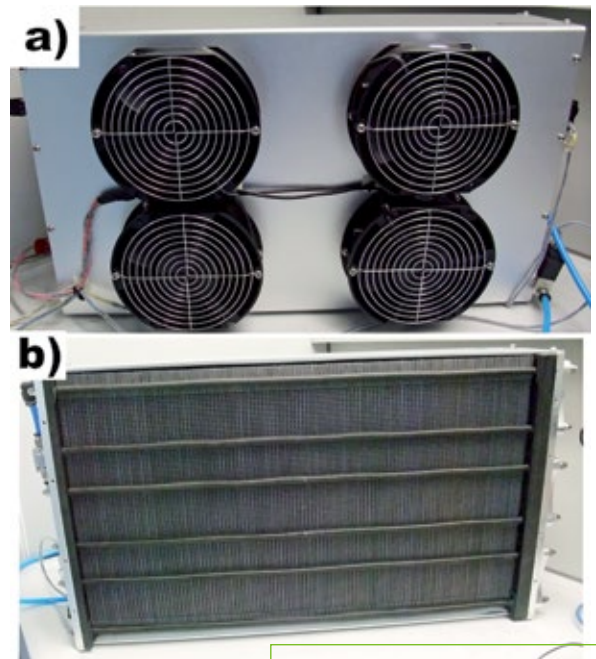
Magazynowanie energii elektrycznej stanowi nie tylko ważny element rynkowego podejścia do równoważenia popytu i podaży energii elektrycznej przy jednoczesnym zapewnieniu niezawodności dostarczania energii elektrycznej. Jako element sieci inteligentnej (smart grid) jest również ważnym elementem uzupełnienia sieci rozproszonej zawierającej odnawialne źródła energii, która narażona jest na niestabilne działanie na skutek zmiennych warunków pogodowych.

Energia elektryczna może zostać zmagazynowana również w postaci energii chemicznej paliw. W tej technologii energia elektryczna pochodząca ze źródeł odnawialnych lub nadwyżek z produkcji energii jest wykorzystywana do produkcji wodoru metodą elektrolizy. Proces ten przebiega głównie w elektrolizerach polimerowych lub alkalicznych. Otrzymany w tej technologii wodór wysokiej czystości może być dalej wykorzystywany jako surowiec do syntez paliw gazowych (ang. power to gas) czy paliw ciekłych (ang. power to liquid). Interesującym rozwiązaniem w technologiach magazynowania energii elektrycznej w postaci gazowych lub ciekłych paliw może być wykorzystanie elektrolizerów stałotlenkowych, w których możliwy jest proces bezpośredniej konwersji  $\text{CO}_2$

i  $\text{H}_2\text{O}$  do gazu syntezowego ( $\text{H}_2+\text{CO}$ ). Proces ten zachodzi w temperaturach od 750 do 900°C. Elektrolizery stałotlenkowe w porównaniu do niskotemperaturowych charakteryzują się wyraźnie niższym napięciem pracy, co znacznie obniża zapotrzebowanie na energię elektryczną, a zatem koszt wytwarzania wodoru jest niższy. Ponadto w przypadku współelektrolizy ( $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$ ) obecność wodoru i pary wodnej w komorze katodowej zapobiega osadzeniu się węgla na ceramce niklowo-cyrkonowym.

Skala tego problemu jest znacznie mniejsza niż w przypadku elektrolizy tylko  $\text{CO}_2$ . Do elektrolizera stałotlenkowego można bezpośrednio podłączyć reaktor chemiczny do wytwarzania metanu lub innych paliw syntetycznych. Czynniki te wskazują na duże możliwości zbudowania urządzenia kompaktowego do produkcji paliw odnawialnych. Ciepło odpadowe pochodzące z reaktora metanu może być również wykorzystane do produkcji pary wodnej. Z kolei w przypadku dopracowania składu chemicznego oraz budowy pojedynczych odwracalnych ogniw stałotlenkowych to samo urządzenie w zależności od potrzeb może pełnić funkcję elektrolizera stałotlenkowego, wytwarzającego paliwo lub ogniwa paliwowe generujące energię elektryczną, co ma duże znaczenie dla projektowanych niezależnych zdecentralizowanych sieci energetycznych (ang. off-grid). Duże nadzieje wiąże się z wykorzystaniem OP do zasilania środków transportu takich jak samochody elektryczne, okręty, a ostatnio samoloty. Powodem podejmowania prób aplikacyjnych z OP są ich zalety w stosunku do silników spalinowych w tych specyficznych zastosowaniach: ogniwa paliwowe pracują cicho, w szczególności predysponuje to ich użycie w bezzałogowych aparatach latających rozpoznawczych dla celów wojskowych i cywilnych; nie emitują spalin, a przez to dymu i zapachów; emisja ciepła jest niewielka. Z powodu braku części ruchomych zmniejszone zostają wibracje, a także uproszczona obsługa i zwiększona niezawodność, dzięki wysokiej sprawności OP oszczędzane jest paliwo.

W katedrze Zrównoważonego Rozwoju Energetycznego na Wydziale Energetyki i Paliw w ścisłej współpracy z Centrum Energetyki w Zespole dr hab. inż. Magdaleny Dudek prowadzone są



fol. A. Raźniak

Rys. 1. Fotografia stosu ogniw paliwowych PEMFC H5000  
a) widok od strony zamontowania na urządzeniu czterech wentylatorów chłodzących  
b) widok od strony wlotu powietrza do przestrzeni katodowej stosu PEMFC H5000



fot. J. Maraszek

Rys. 2a. Zajęcia dydaktyczne z zakresu technologii wodorowych dla studentów z Tadżykistanu prowadzone metodą e-learning, a realizowane w AGH w Centrum Energetyki (C6 lab 211)

Rys. 2b. Student AGH Hubert Stinia z KN FENEC przeprowadza wspólnie z tadżyckimi studentami eksperymenty w ramach terenowych zajęć laboratoryjnych dotyczących energetyki słonecznej; w trakcie wizyty studentów AGH w Tadżykistanie w 2018 roku



fot. M. Stawinski

prace badawczo-rozwojowe dotyczące technologii wodorowych, projektowania konstrukcji i diagnostyki prototypów z ogniwami paliwowymi. Prace te prowadzone są w ramach projektów NCBR we współpracy z partnerami przemysłowymi. Obecnie zespół pracuje nad opracowaniem generatora energii z ogniwami paliwowymi o mocy 10 kW jako komponentu napędu hybrydowego (baterie elektrochemiczne plus stos ogniw paliwowych o mocy 10 kW), a także energetycznego systemu (pakiet baterii plus stos ogniw paliwowych o mocy 2 kW) do zasilania bezzałogowego statku powietrznego. Niedawno został zakończony projekt dotyczący opracowania źródła energii z ogniwami paliwowymi jako pomocniczego systemu zasilania. Kolejne obszary działalności zespołu to rozwój technologii magazynowania i użytkowania wodoru jako paliwa do zasilania ogniw paliwowych w systemach transportowych. Wraz z rozwojem tego kierunku prac nieodzownym etapem jest kształcenie nowej grupy kadry specjalistów (inżynierów, magistrów inżynierów jak i doktorów nauk technicznych). Dla tego celu we współpracy z Centrum Energetyki utworzono specjalistyczne laboratoria badawczo-dydaktyczne akumulatorów i ogniw paliwowych (C6 lab 211) oraz termochemicznej i elektrochemicznej konwersji paliw (C5 lab 101-103). Laboratorium posiada unikalne w skali kraju zaplecze badawczo-dydaktyczne do realizacji prac dyplomowych (I, II stopień) z zakresu ogniw paliwowych PEMFC, SOFC zasilanych wodorem lub paliwami alternatywnymi, technologii magazynowania wodoru czy systemów power to gas lub power to liquid. Laboratoria te cieszą się dużym zainteresowaniem wśród studentów, czego wyrazem jest podejmowanie prac nie tylko przez studentów z macierzystego wydziału, ale także przebywających w ramach programów międzynarodowych (Erasmus, Unesco). Corocznie w tym laboratorium realizuje prace dyplomowe 5-6 osób z zagranicy.



fot. M. Nowobilski

Rys 3. Rower elektryczny FENEC z napędem hybrydowym wykorzystującym zasilane wodorem polimerowe ogniwo paliwowe

Nieodzownym elementem prac jest zaangażowanie w interdyscyplinarne badania dotyczące OZE, technologii wodorowych czy ogniw paliwowych studentów w ramach powstałego koła naukowego FENEC. Spektakularnym przykładem jest projekt „Tadżykistan – energia dla edukacji”, gdzie studenci naszego wydziału prowadzą metodami e-learning kurs z zakresu odnawialnych źródeł energii i technologii wodorowych dla studentów Uniwersytetu w Tadżykistanie. W ramach prac koła naukowego FENEC prowadzone są również badania nad wykorzystaniem ogniw paliwowych jako źródła energii w hybrydowych, napędach między innymi dla roweru elektrycznego (rys. 3) i innych pojazdów, w tym autonomicznych takich jak mini łódź podwodna. Dla studentów Wydziału Energetyki i Paliw, a także w ramach bazy przedmiotów obowiązkowych oraz obieralnych z bazy ogólnouczelnianej dla studentów z zagranicy i innych wydziałów, prowadzone są między innymi zajęcia z ćwiczeniami laboratoryjnymi i projektowymi w takich kursach/przedmiotach jak między innymi: konwersja energii, magazynowanie energii, dystrybucja energii w układach z odnawialnymi źródłami energii, efektywne użytkowanie energii w budynkach, materiały ceramiczne dla energetyki, materiały i technologie wodorowe, energy efficiency, energy and environment, fuel cells. Zapraszamy studentów zagranicznych w ramach programu Erasmus oraz studentów AGH z innych wydziałów do wybierania przedmiotów z bazy ogólnouczelnianej. Zachęcamy również do wybierania prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich oraz rozwijania swoich zainteresowań w ramach działalności koła naukowego w zakresie zagadnień obejmujących działalność laboratoriów w zespole dr hab. inż. M. Dudek.



# Hybrydowe systemy poligeneracyjne

Mariusz Filipowicz, Wojciech Goryl, Szymon Podlasek, Krzysztof Sornek, Mateusz Szubel, Paweł Wajss

Ogólną tematyką prac zespołu dr. hab. inż. Mariusza Filipowicza, prof. AGH jest wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w hybrydowych systemach poligeneracyjnych. Prace te obejmują następujące zagadnienia:

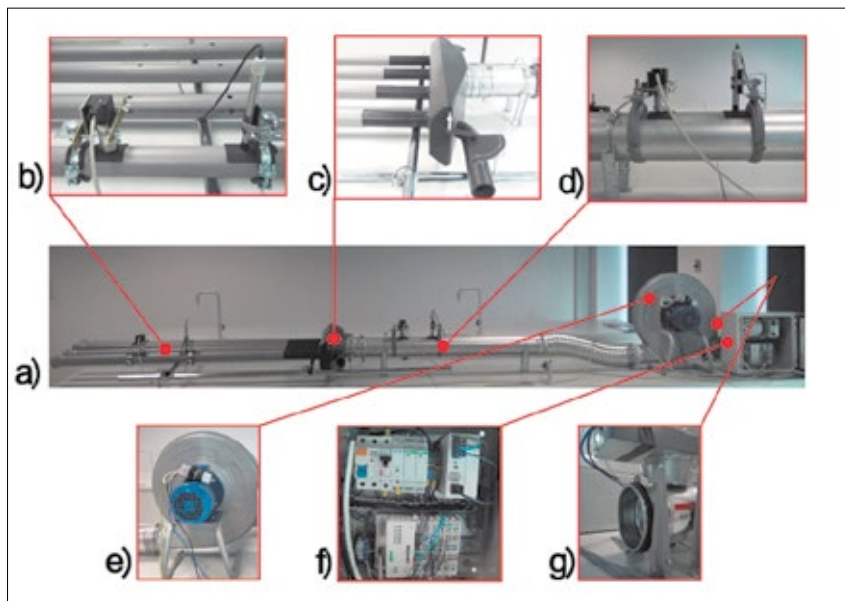
- modelowanie numeryczne układów energetyki odnawialnej,
- energetyczne wykorzystanie biomasy,
- układy kogeneracyjne i trigeneracyjne,
- analiza potencjału energetycznego innych odnawialnych źródeł energii.

Odnawialne źródła energii (OZE) odgrywają coraz bardziej istotną rolę w energetyce. Jest to związane z tym, że wykorzystanie tych źródeł nie powoduje ich deficytu, w przeciwieństwie do kopalnych źródeł energii. Można wymienić wiele form OZE, na przykład promieniowanie słoneczne, wiatr, opady, pływy morskie, fale morskie i geotermia.

Według ogólnie dostępnych danych (Wikipedia) OZE zaspokajały w 2015 roku 19,3 procent energetycznego zapotrzebowania ludzkości. Jest to już znaczący udział, a należy mieć na uwadze, że od początku XXI wieku wartość światowych inwestycji w odnawialne źródła energii rośnie w sposób wykładniczy. Jest to efektem wielu czynników, między innymi jest spowodowane rozwojem technologicznym, przekładającym się na spadek cen układów OZE czy istnieniem różnych form wsparcia wprowadzanych przez wiele państw. Według zwolenników OZE, rozwiązują one wiele współczesnych problemów energetyki, na przykład tych związanych ze spalaniem paliw kopalnych (stanowiących nadal źródło ponad około 80 procent całkowitej energii), wśród których najistotniejsze to zanieczyszczenie środowiska czy wzrost cen paliw kopalnych związany z wieloma czynnikami.

Dla przeciwników, źródła te obciążone są licznymi wadami, między innymi są jeszcze dość kosztowne czy też niestabilne jest generowanie z nich energii.

Dlatego podejmuje się wiele wysiłków w sferze badawczej, aby zniwelować te wady i zapewnić szersze wykorzystanie OZE. Główne prace badawcze toczą się w obszarach maksymalnego wykorzystania dostępnych lokalnie OZE, opracowywania nowych

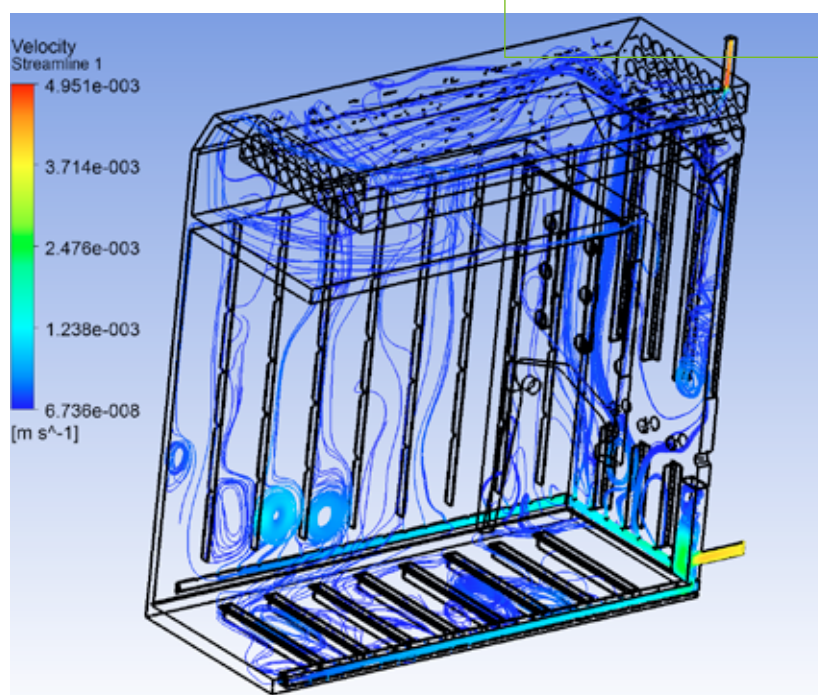


źródło M. Szubel

i poprawiania istniejących technologii, magazynowania energii na potrzeby OZE, sprzęgania lokalnych źródeł OZE w bardziej rozbudowane struktury, na przykład wirtualne elektrownie, opracowywanie systemów hybrydowych, dokładniejsze prognozowanie produkcji z odnawialnych i innych źródeł energii. Skromny udział w tych badaniach ma opisywany zespół, który działa w kilku kierunkach związanych głównie z wykorzystywaniem lokalnie dostępnej biomasy (także promieniowania słonecznego, energii

Stanowisko do walidacji modeli CFD systemów dystrybucji powietrza do kotłów biomasowych

Dynamika płaszcza wodnego kotła na biomasę CFD



źródło M. Szubel

fot. W. Goryl



Proces suszenia słomy w dedykowanych suszarkach

wiatru) pod kątem efektywniejszego wytwarzania ciepła i generacji energii elektrycznej; intensywnie wykorzystywane są tutaj metody obliczeniowe – modelowanie computational fluid dynamics CFD i symulacje numeryczne. Tworzone są prototypy instalacji i badane ich podstawowe parametry, weryfikowane są metody pomiarowe i numeryczne.

**Zagadnienie a)** obejmuje wykonanie modeli numerycznych dla badań problemów związanych z OZE, na przykład określających kinetykę zgazowania, pirolizy i spalania biomasy pod kątem optymalizacji pracy kotłów na biomasę. Dzięki poznaniu mechanizmu spalania – określeniu stref spalania i generacji ciepła oraz zanieczyszczeń – możliwa jest poprawa istniejących urządzeń do spalania paliw i tworzenie nowych konstrukcji. Możliwe jest między innymi określenie w ten sposób optymalnych wymiarów zasadniczych elementów, konstrukcji i pracy istotnych elementów tych kotłów, na przykład systemu doprowadzania powietrza do komory pierwotnej kotła.

Prace badawcze na instalacji kotła na biomasę – stome



źródło K. Sornnek



fot. W. Goryl



Pomiar termowizyjny powierzchni suszonego balotu słomy za pomocą kamery termowizyjnej

W zespole wykonano również model turbiny wiatrowej o pionowej osi obrotu, gdzie określono wpływ pewnych elementów turbiny – łopatek naprowadzających powietrze na jej pracę.

Wykonano symulacje numeryczne wymienników ciepła generowanego przez skoncentrowane promieniowanie słoneczne i inne promieniowanie.

**W ramach zagadnienia b)** przeprowadzane są analizy związane z możliwością suszenia słomy w formie cylindrycznych balotów w innowacyjnych suszarkach wykorzystujących spaliny ze spalania słomy w kotłach biomasowych, jako czynnik suszący. Dokonano już opisu mechanizmów zachodzących podczas suszenia słomy w tym rozkład temperatury oraz wilgotności w balocie słomy. Dodatkowo zaproponowano modyfikacje oraz zoptymalizowano proces suszenia dla istniejących suszarek. Obecnie trwają prace nad rozbudową modeli numerycznych suszenia biomasy i ich walidacji na stanowiskach eksperymentalnych. Prowadzone są również badania potencjału technicznego słomy dla celów energetycznych na wybranym terenie. Wyniki z badań wykorzystywane są do stworzenia modelu organizacyjno-ekonomicznego lokalnego wykorzystania biomasy, aby umożliwić szerokie zastosowanie kotłów na lokalną (lub wręcz własną) biomasę w warunkach polskich, przy uwzględnieniu efektu środowiskowego takiego rozwiązania.

Wykonywane są badania związane z energetycznym wykorzystaniem drewna na cele grzewcze. Określa się wymagania związane z prawidłowym spalaniem – stosowanie odpowiedniej jakości paliwa i trybu spalania. Bada się sprawność

wytwarzania ciepła w urządzeniu grzewczym, ilość pyłu, jak również tlenu węgla (CO) emitowanego do atmosfery. Rozpatruje się sposoby akumulacji ciepła ze spalania drewna, na przykład w modułach akumulacyjnych. Prace wspomagane są przez badania analityczne parametrów drewna i numeryczne modelowanie procesów spalania. Prace obejmują również budowę odpowiednich sterowników do procesu spalania, tworzenie algorytmów sterowania i ich praktyczną walidację. **W przypadku c)** opracowywany jest układ kogeneracyjny z wykorzystaniem ciepła ze spalania słomy. Prace prowadzone są na kompletnej instalacji kotłowej z kotłem o mocy 100 kW cieplnej. Zbudowano całą instalację obejmującą kocioł, parowniki, silniki cieplne, układy kondensatu i inne. Prowadzone są intensywne testy i zbierane dane. Planowane jest zbudowanie układu tri generacyjnego z wykorzystaniem chłodziarki absorpcyjnej. Opracowywany został układ kogeneratorski bazującego na wytwornicy pary zasilanej biomasą ciekłą o różnej postaci, w tym paliwa uzyskane w ramach działalności rolniczej. Opracowywane są układy mikrokogeneracyjne na bazie termoelektryków.

Badania miały na celu opracowanie kontenerowej wersji instalacji mikrokogeneracyjnej pozwalającej na wytworzenie energii elektrycznej i cieplnej, zasilanej przetworzonymi biopaliwami, wykorzystującej wodę/parę wodną jako medium robocze.

Układ badawczy składa się z wytwornicy pary z palnikiem biomasowym oraz kompletnej instalacji parowej z elementem wykonawczym w postaci różnego typu maszyn cieplnych. Prototyp został przystosowany do rozbudowy o układ generacji chłodu z ciepła (trigeneracja). Przewidywana jest możliwość rozwinięcia układu sterowania wraz z archiwizacją błędów i awarii o przesył danych do serwisu oraz dostęp do układu z każdego miejsca w zasięgu Internetu. Innowacyjność rozwiązania polega na wykorzystaniu maszyn parowych w mikroskali oraz zastosowaniu paliw biomasowych przy pełnej automatyzacji układu oraz zastosowaniu nowoczesnych narzędzi softwarowych.

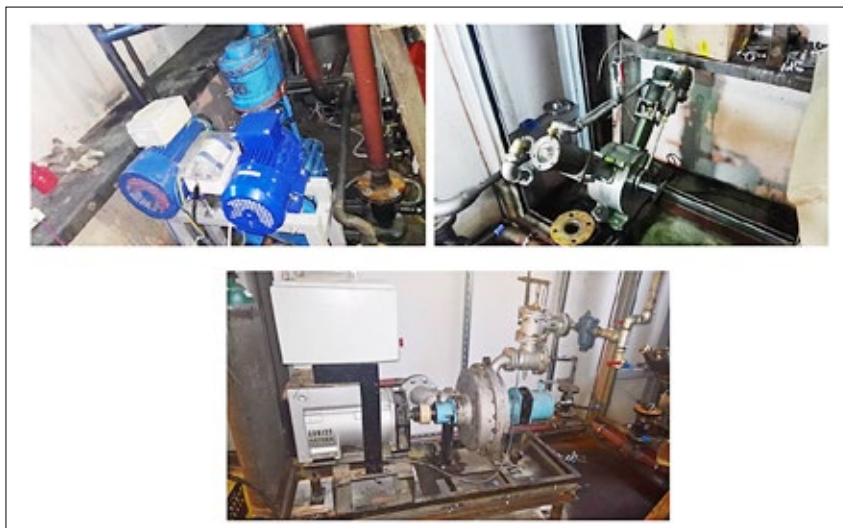
Największą korzyścią rozwiązania jest zapewnienie samowystarczalności wybranej grupy odbiorców, którzy będą mogli samodzielnie wytwarzać paliwo (gospodarstwa rolne), przetwarzać je i stosować w rzeczonyj instalacji, co pozwoliłoby na niemal bezpłatną eksploatację.



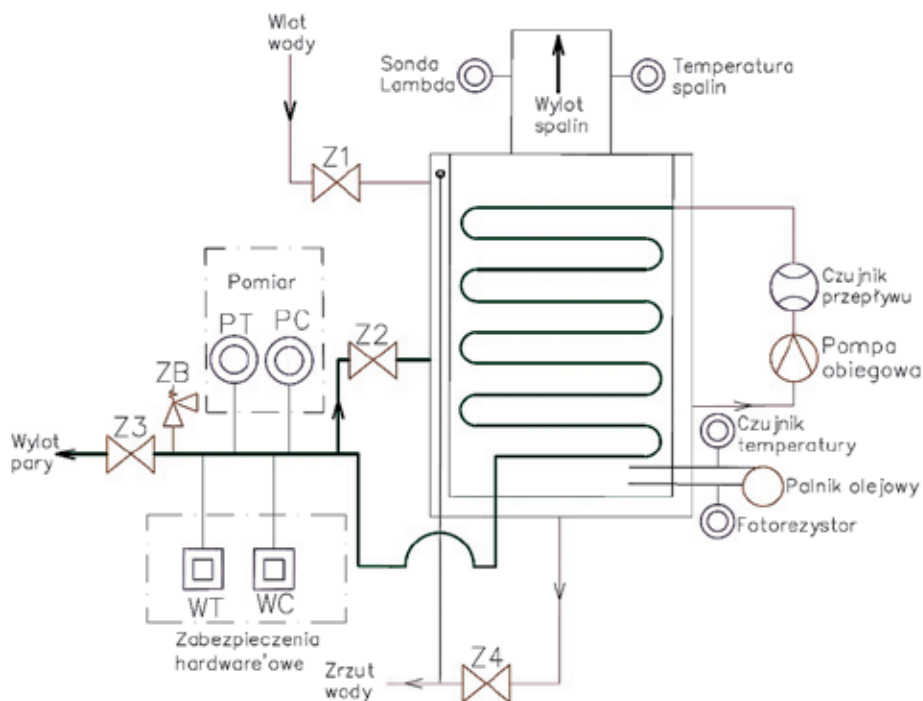
źródło K. Sornek

Testy wydajności układu kogeneracyjnego

Platforma do testowania maszyn cieplnych (silniki parowe i mikro turbina parowa)



Wizualizacja programu sterującego; autor: Szymon Podlasek



Schemat wytornicy pary 2D;  
autor: Szymon Podlasek



Przekrój 3D wytornicy pary podkreślający węzłownice;  
autor: Szymon Podlasek

Zastosowanie efektów badań projektu skierowane jest na potrzeby szeroko pojętej energetyki, z głównym nastawieniem na instalacje prosumenckie, rozwój OZE w ogólnym udziale energii oraz energetykę rozproszoną. Grono odbiorców mikroukładu kogeneracyjnego będzie zależne od mocy wybranego typoszeregu. Będą to zarówno odbiorcy indywidualni, jak również wspólnoty mieszkaniowe, małe i średnie firmy, obiekty sportowe (w szczególności baseny) oraz budynki samorządowe. Główną grupą użytkowników dla jakiej przewidywana jest sprzedaż to gospodarstwa rolne i obiekty użyteczności publicznej na terenach wiejskich. Ponadto zainteresowane mogą być również przedsiębiorstwa energetyki zawodowej ze względu na presję rozwoju

struktury OZE oraz energetyki rozproszonej w Polsce w celu zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju. Ponadto produkt będzie mógł być wykorzystywany zarówno jako instalacja On-Gridowa, jak i Off-Gridowa, co poszerza spektrum zastosowania o obiekty niepodłączone do sieci energetycznej między innymi schroniska turystyczne. Szczególnie pożądaną cechą innowacyjnej jednostki jest jej mobilność, pozwalająca na łatwy transport instalacji oraz paliwa, co umożliwi zastosowanie mikrokogeneratorów jako czasowych rozwiązań zapewniających ciepło i energię elektryczną na potrzeby branż, które nie posiadają stałego miejsca pracy, jest to między innymi budownictwo.

**W ramach zagadnień z punktu d)** prowadzone są analizy możliwości wykorzystania energii wiatrowej i innej. Prowadzone są analizy zastosowania turbin wiatrowych sprzęgniętych z budynkiem (turbiny elewacyjne) oraz instalacji fotowoltaicznych.

Budowane są układy heliostatów o innowacyjnej konstrukcji i przygotowywane jest wdrożenie tych produktów na rynek.

**Inne prace:**

- budowa pieca spalającego różne odpadki w sposób gwarantujący odpowiednią emisję zanieczyszczeń i dedykowane sterowanie,
- badania termowizyjne urządzeń grzewczych,
- analiza urządzeń działających na zasadzie termoakustyków.

Wizja wdrożenia heliostatów sferycznych na rynek



VISION

DAYLIGHT

źródło P. Wajss

# Energetyka jądrowa w AGH

Paweł Gajda, Mikołaj Oettingen

Idea organizacji forum pojawiła się pod koniec 2015 roku jako pomysł studentów KNEJ „Uranium”. Założeniem było stworzenie wydarzenia, które stałoby się miejscem spotkań studentów zainteresowanych tematem energetyki jądrowej oraz innych zastosowań technik jądrowych z uczelni z całej Polski. Wydarzenie łączy w sobie elementy konferencji studenckiej z wykładami zaproszonych gości, warsztatami i debatą studenckich kół naukowych. Jest to ciekawy dodatek do kształcenia AGH w zakresie energetyki jądrowej skierowany zarówno do studentów kierunków powiązanych z tematem, jak i wszelkich innych zainteresowanych osób. Pierwsza edycja forum odbyła się w maju 2016 roku i zgromadziła ponad 120 studentów.

Po oficjalnym otwarciu tegorocznej edycji przez prof. Wojciecha Suwałę – Dziekana Wydziału Energetyki i Paliw rozpoczęła się część wykładowa. Jako pierwszy prezentację wygłosił już tradycyjnie gość zagraniczny. W tym roku był to Petros Papadopoulos z Paul Scherrer Institute w Szwajcarii, a także wiceprzewodniczący European Nuclear Society Young Generation Network. Tematem jego wystąpienia była kwestia społecznego odbioru energetyki jądrowej w kontekście dwóch niedawnych referendów dotyczących przyszłości tego rodzaju elektrowni w Szwajcarii. Kolejnym prelegentem był Zbigniew Kubacki, zastępca dyrektora Departamentu Energii Jądrowej w Ministerstwie Energii, który mówił o Programie Polskiej Energetyki Jądrowej. Musiał się zmierzyć z licznymi pytaniami dotyczącymi realizacji programu. Uczestnicy zwracali uwagę, że są mocno zainteresowani tematyką jądrową, ale mają obawy wiązać swoją przyszłość zawodową z tą branżą ze względu na sprzeczne sygnały płynące z mediów dotyczące przyszłości tego rodzaju energetyki w Polsce. Kolejnymi prelegentami byli dr Mikołaj Oettingen z Katedry Energetyki Jądrowej, który mówił o torowym cyklu paliwowym oraz Natalia Krawczyk z Instytutu Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy, która przedstawiła aktualny stan prac dotyczących fuzji termojądrowej. Następnym punktem programu była debata parlamentarna z udziałem studenckich kół naukowych. Odbyła się w formule brytyjskich debat parlamentarnych przy współpracy z Klubem Debat Parlamentarnych UJ. Uczestniczyły w niej dwuosobowe drużyny Koła Naukowego Energetyków Politechniki Warszawskiej, Międzywydziałowego Studenckiego Koła Naukowego „Polonium” z Politechniki

W Centrum Energetyki AGH od 16 do 18 maja 2018 roku odbyła się trzecia edycja Akademickiego Forum Energii Jądrowej, którego organizatorami była Katedra Energetyki Jądrowej oraz Koło Naukowe Energetyków Jądrowych „Uranium”. Uczestniczyło w niej około 60 studentów z uczelni z całej Polski oraz zaproszeni goście.

Poznańskiej oraz Koła Naukowego Energetyków Jądrowych „Uranium” z AGH. Zadaniem uczestników debaty było przekonanie do budowy modelu reaktora w wybranym miejscu Polski. Co ważne, zarówno podział na strony debaty, jaki i model reaktora i lokalizacja wybrane zostały bezpośrednio przed debatą w drodze losowania. Zwycięzcami okazała się drużyna Koła Naukowego Energetyków Politechniki Warszawskiej, a tytuł najlepszego mówcy trafił do Michała Guzka z KNE PW. Drugi dzień rozpoczął się od warsztatów prowadzonych przez pracowników Instytutu Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie, Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie oraz Instytutu Polityk Publicznych. Dotyczyły one między innymi pomiarów skażeń w środowisku, postępowania z odpadami promieniotwórczymi oraz wypalonym paliwem jądrowym, fuzji jądrowej czy polityki publicznej. Po warsztatach odbyła się sesja prezentacji studenckich, na których uczestnicy mogli opowiedzieć o własnych pracach. Najlepsi prelegenci, podobnie jak uczestnicy debaty, otrzymali nagrody rzeczowe ufundowane przez Wydawnictwo PWN, Irtech oraz IPP. Nagroda za najlepszą prezentację trafiła do Anny Kawalec z AGH, za pracę dotyczącą pomiaru aktywności popiołów lotnych pochodzących ze spalania węgla. Ostatnim punktem dnia była projekcja filmu „Let there be light” (reż. Mila Au-

fot. S. Rękawik



Główny organizator Forum dr Paweł Gajda oraz kierownik Katedry Energetyki Jądrowej prof. Jerzy Cetnar otwierający wydarzenie

Chwila przed rozpoczęciem



fot. S. Rękawik

fot. A. Targosz



Damian Piertasz, KNEJ „Uranium” w trakcie sesji prelekcji studenckich

ng-Thwin, Van Royko) opowiadającego o pracach nad fuzją termojądrową. Forum nie jest jednak jedyną niedawną aktywnością AGH w zakresie edukacji w temacie energetyki jądrowej. AGH jako pierwsza uczelnia w Polsce przystąpiła do sieci ENEN – European Nuclear Education Network. Kandydatura AGH została zaakceptowana przez zgromadzenie ogólne podczas gali z okazji 15-lecia założenia sieci, która odbyła się 2 marca 2018 roku. Celem sieci ENEN jest rozwój edukacji w obszarze energetyki jądrowej oraz w dziedzinach pokrewnych, poprzez organizację oraz koordynację kursów i szkoleń organizowanych przez instytucje członkowskie oraz wspieranie mobilności studentów i naukowców pomiędzy członkami organizacji. Sieć została założona w 2003 roku i obecnie liczy ponad 70 członków, w tym wiodące światowe jednostki naukowe takie jak Imperial College London czy Uppsala University. Sieć ENEN od wielu lat jest beneficjentem projektów Europejskich w ramach programu Komisji Europejskiej EURATOM. Prowadzi również program Europejskiej certyfikacji EMSNE – European Master of Science in Nuclear Engineering skierowany do absolwentów studiów specjalności jądrowych, a który umożliwia uzyskanie europejskiego dyplomu na podstawie punktów ECTS zdobywanych w ramach studiów

Peotros Papadopoulos i Jerzy Cetnar w trakcie dyskusji



fot. A. Targosz

w instytucjach członkowskich oraz kursów organizowanych pod patronatem ENEN. AGH przystąpiła również do sieci edukacyjnej STAR-NET (Regional Network for Education and Training in Nuclear Technology). Kandydatura AGH została zaakceptowana przez zgromadzenie ogólne w marcu 2018 roku. Sieć STAR-NET powstała stosunkowo niedawno, w 2015 roku, z inicjatywy Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej na wzór podobnych organizacji funkcjonujących w Azji (Asian Network for Education in Nuclear Technology ANENT) czy Ameryce Łacińskiej (Latin American Network for Education in Nuclear Technology LANNET). Obecnie liczy 13 członków z krajów Europy Wschodniej i Azji. Celem sieci jest promocja, zarządzanie oraz zachowanie kluczowej wiedzy z dziedziny energetyki jądrowej, a także kształcenie nowego pokolenia pracowników sektora jądrowego.

**Przystąpienie AGH do obu sieci pozwoli rozwinąć współpracę międzynarodową, która jest kluczowa w kształceniu w dziedzinie inżynierii jądrowej. Głównym aspektem członkostwa AGH w obu sieciach edukacyjnych jest dostęp studentów AGH do szerokiej oferty edukacyjnej instytucji członkowskich oraz możliwość uzyskania wsparcia finansowego wymiany akademickiej w ramach działalności sieci.**

Warto śledzić strony internetowe obu organizacji ([www.enen.eu](http://www.enen.eu), [www.star-net.online](http://www.star-net.online)), na których można znaleźć bieżące informacje o aktualnie organizowanych kursach, konferencjach czy programach wymiany akademickiej. Oficjalnym reprezentantem obu sieci z ramienia Akademii Górniczo-Hutniczej został dr inż. Mikołaj Oettingen z Katedry Energetyki.

Zbigniew Kubacki, Departament Energii Jądrowej, Ministerstwo Energii



fot. S. Rekawik

# Energetyka odnawialna i zarządzanie energią

Mariusz Filipowicz,  
Wojciech Goryl

Kierunek Energetyka Odnawialna i Zarządzanie Energią należy do obszaru studiów technicznych. Jego odniesienie praktyczne w gospodarce związane jest z pozyskiwaniem, przetwarzaniem, przesyłaniem, magazynowaniem i użytkowaniem różnych nośników energii oraz eksploatacją urządzeń, w których zachodzą te procesy. Celem studiów jest przekazanie wiedzy ogólnej, koniecznej do wykonywania zawodu inżyniera oraz wiedzy z zakresu energetyki, w szczególności energetyki odnawialnej, umożliwiającej samodzielne rozwiązywanie problemów występujących w realizacji procesów i technologii energetycznych.

Na tym kierunku studenci posiadają wiedzę z zakresu:

- podstaw energetyki w szczególności energetyki odnawialnej,
- podstaw projektowania, grafiki inżynierskiej, metod numerycznych, obliczeń komputerowych i programowania,
- podstaw mechaniki i konstrukcji maszyn, zasad doboru materiałów konstrukcyjnych i eksploatacji maszyn i urządzeń energetycznych,
- fizyki, chemii i matematyki, podstawowe zasady i zastosowanie praw termodynamiki w połączeniu z odpowiednimi metodami pomiarowymi i opisu statystycznego złożonych zależności,
- rozwiązywanie problemów, związanych z energetyką odnawialną,
- zasad i metod pozyskiwania, przesyłania, konwersji, magazynowania i użytkowania nośników energii, w tym odnawialnych źródeł energii wraz z systemami poligeneracji i generacji rozproszonej,
- technologii energetycznych i kierunków rozwoju energetyki.

Cechy szczególne wyróżniające naszą ofertę od konkurencyjnych ofert to:

- kompleksowe potraktowanie wszystkich technologii energetyki odnawialnej,
- położenie mocnego nacisku na rolę odnawialnych źródeł w zrównoważonym rozwoju energetycznym, uwzględnienie zarówno zagadnień technicznych jak i pozatechnicznych, w tym humanistycznych,
- położenie nacisku na praktykę i kontakty z firmami na różnych płaszczyznach,
- przeprowadzenie szeregu wizyt terenowych na działających instalacjach i analiza poszczególnych studiów przypadku,

Wydział Energetyki i Paliw, od semestru letniego roku akademickiego 2017/2018, posiada w swojej ofercie nowy kierunek studiów, jakim jest Energetyka Odnawialna i Zarządzanie Energią, w skład którego wchodzi dwie specjalności na II stopniu studiów: Technologie Energetyki Odnawialnej oraz Ekonomika, Polityka i Zarządzanie Energią. Od października 2018 roku uruchomiony zostanie I stopień studiów.

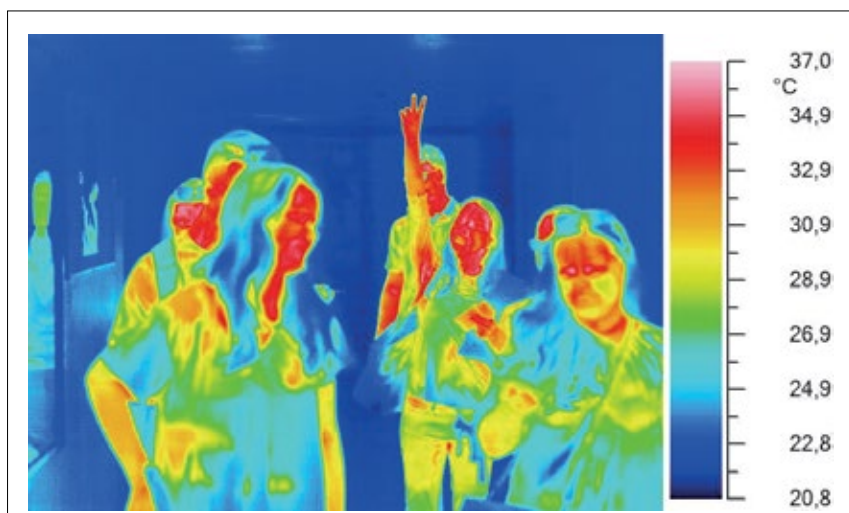
- kształcenie umiejętności niezwiązanych bezpośrednio z OZE, ale warunkujących ich prawidłowe przyswojenie: elektronika, elektrotechnika, automatyka, informatyka – programowanie i obróbka danych pomiarowych.

Studia bazują na silnej podbudowie z nauk podstawowych i stosowanych, i w ogólności, na bardzo dobrej podbudowie teoretycznej i praktycznej otrzymywanej przez studentów na pierwszym stopniu. Podstawy teoretyczne realizowane są przez wprowadzenie do wszelkich zagadnień energetyki odnawialnej i przedmioty pomocnicze techniczne. Powoduje to ścisły związek pierwszego i drugiego stopnia; drugi stopień jest bardzo specjalistycznym i zaczynającym się od wysokiego poziomu podstawowego i praktycznego. Pierwszy stopień dostarczy niezbędnego wprowadzenia do realizacji II stopnia. Jest on mocno nastawiony na przygotowanie i udział studentów w pracach badawczych i w praktyce gospodarczej.

## Studia drugiego stopnia realizowane są na następujących specjalnościach:

- Technologie Energetyki Odnawialnej: Studnia na tej specjalności umożliwiają kształcenie w zakresie energii odnawialnych i racjo-

Obraz grupy studentów uzyskany za pomocą kamery termowizyjnej



fol. K. Sornek

fot. K. Sornek



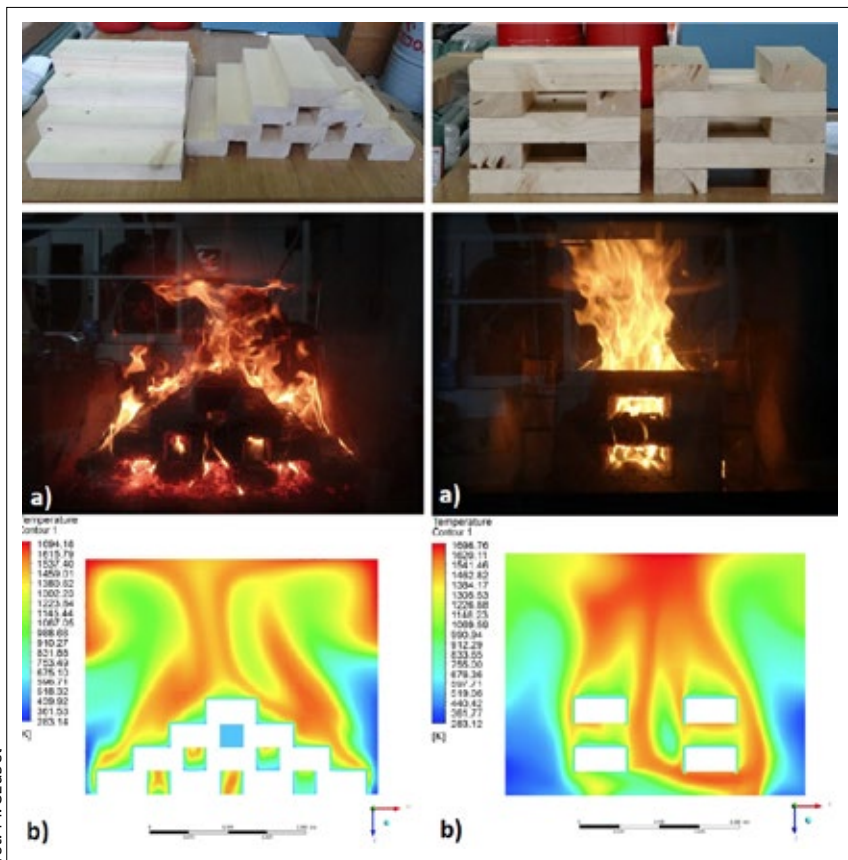
Festiwal Nauki, Kraków,  
Rynek Główny, 18.05.2018

Comparison of the CFD model  
and experimental validation –  
wood combustion in the firelance

nalnego wykorzystania energii. Główny nacisk kładziony jest na współpracę z przemysłem oraz prowadzenie badań z zakresu energetyki odnawialnej. Absolwent będzie posiadać zaawansowaną wiedzę w zakresie instalacji: grzewczych oraz chłodniczych, biomasowych, opartych na energii słonecznej, sterowania w energetyce oraz inteligentnymi budynkami, energetyki wodnej,

systemów hybrydowych, oraz społecznych aspektów energetyki odnawialnej.

- **Ekonomika, Polityka i Zarządzanie Energią:** Studia na tej specjalności umożliwiają kształcenie w zakresie problemów rozwoju energetyki w aspekcie ekonomicznym, społecznym, zarządzania i ochrony środowiska. Absolwent przygotowany jest do zajmowania się zagadnieniami ekonomiki, polityki energetycznej oraz zarządzania energią w sektorze paliwowo-energetycznym. Ponadto absolwent posiada wiedzę z zakresu odnawialnych źródeł energii, wytwarzania i dystrybucji paliw, modelowania matematycznego sektorów paliwowo-energetycznych, rynków energii oraz prawa energetycznego i gazowego. Absolwent tego kierunku powinien mieć ogólną wiedzę i umiejętności potrzebne do podjęcia pracy w przedsiębiorstwach zajmujących się eksploatacją systemów energetycznych, a także w zakładach związanych z pozyskiwaniem, przetwarzaniem, przesyłaniem i dystrybucją energii. Powinien mieć wiedzę pozwalającą na rozwiązywanie problemów związanych z energetyką, a w szczególności energetyką odnawialną, jak również występujące w zakresie odpowiedzialności jednostek samorządowych (gmina, powiat, województwo). Absolwent jest przygotowany po podjęcia pracy zawodowej w obszarze energetyki odnawialnej i nauk pokrewnych również na stanowiskach związanych z organizacją oraz udziałem w dużych zespołach. Powinien mieć wyrobione nawyki do ustawicznego kształcenia oraz być przygotowany do kontynuowania kształcenia na kolejnych poziomach studiów.



fot. M. Szubel



# Rektor AGH prof. Tadeusz Słomka otrzymał tytuły doktora honoris causa

Paweł Kućmierz

Uroczystość na Politechnice Lwowskiej odbyła się 29 maja 2018 roku. Profesor Tadeusz Słomka został uhonorowany za znaczący wkład w ustanowieniu i pogłębieniu współpracy między ukraińskimi i polskimi uczelniami technicznymi. Warto wspomnieć, że pierwszy tytuł honorowy tej uczelni otrzymała Maria Curie-Skłodowska w 1912 roku.

Zwracając się do uczestników obecnych na uroczystości Rektor AGH wspominał o swoich związkach z Ukrainą. – Wiele razy odwiedzałem wasz piękny kraj i mam tutaj sporo przyjaciół. W latach 2001–2005 oraz 2016–2018 razem z geologami ukraińskimi prowadziliśmy badania terenowe w Karpatach. Wszędzie spotykaliśmy się z niezwykłą życzliwością. Przez lata odbywaliśmy coroczne spotkania z grupą geologów węglowych na sympozjach poświęconych formacjom węglonośnym. Na organizowanych przeze mnie i prof. Pavola Rybara z Koszyc konferencjach geoturystycznych, zawsze mocno zaznaczała swoją obecność grupa specjalistów z Ukrainy – mówił prof. Słomka.

W uroczystości wzięł udział Rafał Wolski, Konsul Generalny Rzeczypospolitej Polskiej we Lwowie, który podziękował prof. T. Słomce za osobiste zaangażowanie w pielęgnowaniu współpracy oraz za możliwości rozwoju w jednej z najlepszych uczelni technicznych w Polsce, które AGH daje studentom z tej części Europy.

Nadanie Rektorowi AGH tytułu doktora honoris causa Wschodnioeuropejskiego Narodowego Uniwersytetu im. Łesi Ukrainki w Łucku odbyło się 30 maja 2018 roku. W trakcie swojego przemówienia wygłoszonego w języku ukraińskim, prof. Tadeusz Słomka wspominał o aktualnych relacjach między naszymi krajami: „Spotykamy się w okresie, w którym relacje pomiędzy Polską a Ukrainą są lepsze niż kiedykolwiek wcześniej i jesteśmy zdeterminowani, by wzmocnić je jeszcze bardziej. Jestem przekonany, że także i nasza współpraca naukowa i dydaktyczna będzie rozwijać się nadal na zasadach przyjacielskiej współpracy”.

Stopień doktora honorowego jest uważany za najważniejsze wyróżnienie, jakie może nadać uniwersytet za zasługi w dziedzinie nauki, kultury, gospodarki czy polityki. Z inicjatywą tą wyszedł Senat Wschodnioeuropejskiego Narodowego Uniwersytetu im. Łesi Ukrainki w Łucku, a jako uzasadnienie decyzji podał: „ważny wkład w rozwój współpracy

Politechnika Lwowska oraz Wschodnioeuropejski Narodowy Uniwersytet im. Łesi Ukrainki w Łucku nadały tytuły doktora honoris causa prof. Tadeuszowi Słomce – Rektorowi AGH.



fot. P. Kućmierz

Uroczystości na Politechnice Lwowskiej

międzynarodowej: za znaczące osiągnięcia w pracy naukowej i edukacyjnej oraz w zakresie ochrony środowiska”.

**Narodowy Uniwersytet Politechnika Lwowska**, państwowa szkoła wyższa, została założona w 1816 roku i jest najstarszą uczelnią techniczną na Ukrainie oraz w Europie Wschodniej. W czasie swojego istnienia zyskała miano centrum intelektualnego oraz centrum kultury narodowej, wolności myśli i wypowiedzi. Obecnie uczelnia ta kształci ponad 37 tys. studentów na 16 wydziałach związanych między

Wręczenie dhc rektorowi AGH prof. Słomce na Wschodnioeuropejskim Narodowym Uniwersytecie im. Łesi Ukrainki



fot. P. Kućmierz

innymi z informatyką, zarządzaniem, technologią chemiczną, budownictwem czy energetyką. **Wschodnioeuropejski Uniwersytet Narodowy im. Łesi Ukrainki** powstał w 1940 roku, kiedy to została założona Państwowa Szkoła Pedagogiczna w Łucku. Od początku istnienia działały cztery wydziały: filologii ukraińskiej i rosyjskiej, fizyki i matematyki, nauk przyrodniczych i geografii oraz wydział zaoczny. We wrześniu 1951 roku, na bazie istniejącej szkoły został utworzony Pedagogiczny Instytut, któremu po roku nadano imię Łesi Ukrainki. W tym

czasie szkoła miała tylko dwa wydziały: historii i filologii, fizyki i matematyki, a już od początku lat 90. ubiegłego wieku w instytucie funkcjonuje 9 wydziałów. 16 lipca 1993 roku, ówczesny prezydent Ukrainy, Leonid Krawczuk podpisał dekret o utworzeniu Państwowego Uniwersytetu Pedagogicznego w Łucku im. Łesi Ukrainki. Obecnie w strukturze uczelni funkcjonują cztery instytuty (Instytut Nauk Społecznych, Instytut Sztuki, Instytut Kultury Fizycznej i Zdrowia, Instytutu Pedagogiczny), 14 wydziałów oraz 73 katedry.

# Wizyta profesora Kaneko w AGH

prof. dr hab. inż. Janusz Szmyd

Na zaproszenie Rektora AGH prof. Tadeusza Słomki po raz kolejny odwiedził naszą uczelnię prof. Shozo Kaneko. Profesor Kaneko ukończył studia w Tokyo University i tam również uzyskał stopień doktora.

fot. Z. Sulima



Od lewej: prof. Janusz Szmyd, prof. Shozo Kaneko, prof. Tadeusz Słomka

Po ukończeniu studiów pracował w Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. (MHI), gdzie był odpowiedzialny za rozwój nowych technologii oraz pełnił wiele funkcji jako: General Manager of Boiler Engineering, the Deputy General Manager of Power Systems Headquarters, był także członkiem the Board of Directors of MHI oraz Chief Engineer in Power Systems of MHI. Od 2008 roku prof. Kaneko jest związany z Institute of Industrial Science, the University of Tokyo, gdzie pełnił między innymi funkcję dyrektora Collaborative Research Center for Energy Engineering (CEE). W trakcie spotkania z prof. Tadeuszem Słomką, prof. Kaneko omówił założenia polityki energetycznej Japonii. Przedstawił także stan badań skoncen-

trowanych na wroście efektywności energetycznej oraz wprowadzeniu działań nakierowanych na zmniejszenie emisji do otoczenia gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń. Ostatnio z sukcesem oddano w Japonii do eksploatacji komercyjnej instalację „drugiej” generacji wykorzystującej węgiel jako paliwo, jest to Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC). Profesor Kaneko podkreślił, iż ta technologia może zmienić w XXI wieku kierunek rozwoju energetyki.

W trakcie pobytu w naszej uczelni prof. Kaneko spotkał się również z pracownikami i doktorantami Wydziału Energetyki i Paliw, gdzie zaprezentował podczas seminarium wyniki badań, które dotyczą rozwoju nowych technologii energetycznych w Japonii. Profesor Kaneko przedstawił także zaproszony referat pt. „Zintegrowanie zgazowania paliwa z blokiem gazowo-parowym – wiodącą przyszłościową technologią dla energetyki węglowej” w trakcie X Jubileuszowego Międzynarodowego Kongresu Górnictwa Węgla Brunatnego. Akademia Górniczo-Hutnicza przywiązuje szczególne znaczenie do współpracy naukowej z Japonią. Pierwsza oficjalna umowa została podpisana w 1983 roku z Kyoto University i dotyczyła wzajemnego uznania programów studiów. Obecnie AGH współpracuje z dwunastoma japońskimi uczelniami (między innymi z uniwersytetami w Tokio, Hokkaido, Kyushu i Tohoku), a także wieloma instytucjami i firmami z tego kraju. Przykładem doskonałej współpracy na linii AGH – partnerzy japońscy jest umowa i wspólne badania z Japan Coal Energy Center (JCOAL). Kooperacja ta rozwijana jest sukcesywnie od kilku lat, za główny cel stawiając sobie realizację projektów związanych z czystymi technologiami węglowymi.

# XVIII Festiwal Nauki i Sztuki w Krakowie 2018

Bolesław Karwat, Michał Bembenek, Paweł Gara



foto: Paweł Hyla

Występy ZPiT AGH „Krakus”

W tym roku po raz pierwszy głównym organizatorem Festiwalu Nauki i Sztuki w Krakowie była Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego. „Moc Rozumu” to hasło, które przyświecało XVIII edycji festiwalu, natomiast patronem wybrany został wybitny polski psychiatra prof. Antoni Kępiński, którego setna rocznica urodzin przypada właśnie w 2018 roku.

17 maja odbył się inauguracyjny festiwal spektakl teatralny pt. „W klubie na Jazzowej”, przygotowany przez studentów Akademii Sztuk Teatralnych w Krakowie pod opieką pedagogiczną dr Anny Radwan.

Festiwal Nauki i Sztuki w Krakowie jest wydarzeniem, które na stałe wpisało się w pejzaż nauko-kulturalny miasta. Każdego dnia przyciąga kilkanaście tysięcy zwiedzających – zarówno krakowian, jak i turystów z kraju i zagranicy. O sukcesie imprezy decyduje nie tylko dogodnie położenie miasteczka namiotowego w samym centrum miasta, ale także przystępna i widowiskowa formuła prezentacji. Festiwal to także możliwość nawiązania kontaktów ze środowiskiem akademickim, poznania oferty edukacyjnej krakowskich szkół wyższych oraz integracji środowiska akademickiego. Od 2005 roku oficjalne otwarcie FNIŚ w Krakowie organizowane jest na estradzie w Rynku Głównym. Byli na nim obecni rektorzy i prorektorzy uczelni biorących udział w festiwalu,

przedstawiciele instytucji PAN, władze samorządowe miasta i województwa. Uroczystego otwarcia festiwalu dokonał prof. dr hab. med. Wojciech Nowak – przewodniczący Kolegium Rektorów Szkół Wyższych Krakowa.

Koncert Orkiestry Reprezentacyjnej AGH



foto: Paweł Hyla

fot. Paweł Hyla



Studenci AGH prezentujący terenowy motocykl elektryczny E-MOTO

Akademia Górniczo-Hutnicza prezentowała się na Rynku Głównym w siedmiu namiotach o powierzchni 25 metrów kwadratowych każdy. Naprzemiennie 16 wydziałów oraz Akademickie Centrum Materiałów i Nanotechnologii AGH w ciągu trzech dni FNIS przedstawiło ponad dwieście różnego typu ekspozycji, pokazów i eksperymentów.

Na Rynku Głównym dało się zauważyć tłumy zadowolonych odwiedzających poszczególne namioty, szczególnie dzieci i młodzieży, co potwierdza sens i potrzebę organizacji FNIS.

Jak każdego roku duże zainteresowanie wzbudziły występy na estradzie festiwalowej ZPiT AGH „Kra-kus”, szczególnie grupy dziecięcej oraz Orkiestry Reprezentacyjnej AGH. Serdecznie dziękujemy za niezawodne uczestnictwo w festiwalu, piękne występy i wspaniałą promocję naszej uczelni.

Prezentacja humanoidalnego robota NAO



fot. Paweł Hyla

W ostatnim dniu festiwalu w holu budynku głównego Akademii Górniczo-Hutniczej odbył się koncert finałowy, w którym orkiestra dęta Akademii Muzycznej w Krakowie wykonała utwory Symphony for Band nr 1 – The lord of the Rings oraz Two-bone Concerto for two trombones and wind orchestra, skomponowane przez Johana de Meij.

Organizacja festiwalu jest przedsięwzięciem, które można zrealizować tylko dzięki zaangażowaniu wielu ludzi z pomysłami, poświęcających swój czas dla promocji nauki i naszej uczeni. Przy organizacji tegorocznej edycji łącznie uczestniczyło kilkaset osób: pracowników AGH, doktorantów, a głównie studentów na co dzień realizujących swoje zainteresowania w kołach naukowych. To właśnie im składamy gorące podziękowania za przygotowanie i prezentowanie się w namiotach na płycie Rynku Głównego. Poniżej lista pełnomocników dziekanów wydziałów AGH, którzy organizowali w tym roku swoje prezentacje: Rafał Tarko, Mariusz Benesz – Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej, Mateusz Szubel – Wydział Energetyki i Paliw, Paweł Janowski – Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, Krystian Kozioł – Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Jarosław Kotyza – Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Anna Hołda – Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Jowita Guja – Wydział Humanistyczny, Barbara Swatowska, Karolina Żarczyńska – Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji, Wiktor Niemiec – Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Piotra Kohut – Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Joanna Augustyn-Nadzieja, Izabela Kalemba-Rec – Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej, Anna Pudetko, Tomasz Zabawa – Wydział Matematyki Stosowanej, Magdalena Suśniak – Wydział Metali Nieżelaznych, Renata Zapała – Wydział Odlewnictwa, Albin Wojnar – Wydział Wiernictwa, Nafty i Gazu, Bartosz Soliński – Wydział Zarządzania, Agnieszka Podborska, Michał Szuwarzyński – Akademickie Centrum Materiałów i Nanotechnologii. Koordynacją udziału AGH w Festiwalu zajmowali się Bolesław Karwat, Paweł Gara i Michał Bembenek, a stronę internetową festiwalu przygotował i prowadził Paweł Hyla z Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Robotyki.

Serdecznie dziękujemy za wykonaną pracę i owocną współpracę. Wyrażamy również podziękowania dla głównego organizatora tegorocznej odsłony FNIS – Krakowskiej Akademii im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego, w szczególności dr. Marcina Pieniążka – Prorektora ds. Nauki i Nauczania tej uczelni oraz pozostałych współorganizatorów z innych uczelni, instytutów i instytucji za zaangażowanie i pomoc przy realizacji tego przedsięwzięcia.

# Można zmienić świat

Katarzyna Gajoszek

W trakcie dyskusji Szymon Hołownia nawiązywał do działalności charytatywnej m.in. Małgorzaty Chmielewskiej, działalności Janki Ochojskiej, papieża Franciszka czy arcybiskupa Konrada Krajewskiego (biskupa ubogich). Zaznaczał jak bardzo istotną rzeczą jest człowieczeństwo i bycie uważnym na innych w dzisiejszym świecie. Jako przykład i symbol człowieczeństwa przedstawił postać Janusza Korczaka, który w czasie II wojny światowej, mimo szansy opuszczenia getta, pozostał ze swymi podopiecznymi i wraz z nimi został wywieziony do obozu zagłady w Treblince. Dyskusja była bardzo interesująca, ponieważ w jej trakcie poruszane były wszelkie ważne kwestie dotyczące wolontariatu i pracy na rzecz innych. Mowa była między innymi o tym, czym jest wolontariat, jak wybrać odpowiednie dla siebie miejsce, czym się kierować przy podejmowaniu określonych działań, jak sobie radzić z rodzącymi się w sercu obawami i zniechęceniem, jakie korzyści niesie wolontariat osobom potrzebującym, społeczeństwu, światu i samym wolontariuszom. Ważną myślą, przewijającą się praktycznie przez całe spotkanie było to, że wolontariat, oprócz realnej pomocy niesionej innym, jest też miejscem i przestrzenią, która ubogaca, porusza i przemienia serca także samych osób świadczących pomoc. Poprzez wolontariat pogłębia się w ludziach wrażliwość, zmienia się ich podejście do życia, do drugiego człowieka, do pieniędzy, a im więcej osób doświadcza tego w swoim sercu, tym bardziej możliwa staje się perspektywa zmiany świata na lepszy. Od nas zależy, jaki świat pozostawimy po sobie i w jakim będą żyły nasze dzieci.

Wolontariuszem może zostać każdy, bez względu na swoje wykształcenie, wiek czy umiejętności. Jest nieskończenie wiele możliwości i nieskończenie wiele nagłych potrzeb, a pracy, jak zapewnia Szymon, wystarczy dla wszystkich. Każdy w wolności może wybrać to, co go najbardziej interesuje. Nie ma lepszej lub gorszej pracy, bardziej lub mniej wartościowej. Każda jest potrzebna i przydatna. Nawet jeśli ktoś nie ma czasu na zaangażowanie się w konkretne prace w wolontariacie, może wycenić godzinę swojej pracy, a zarobione w ciągu tej godziny pieniądze przekazać na wybrany przez siebie charytatywny cel. Każdym, nawet najmniejszym działaniem można czynić dobro, posuwając świat do przodu i czyniąc go lepszym.

Według Szymona działalność zawodowa i wolontaryjna przenikają się i są komplementarne. Łącząc te dwa aspekty ze sobą naprawdę można

23 maja 2018 roku w Centrum Dydaktyki Akademii Górniczo-Hutniczej odbyło się spotkanie ze znanym dziennikarzem i publicystą Szymonem Hołownią. Tematem spotkania było „Jak robić dobrze” – czyli jak, gdzie i czy w ogóle warto w dzisiejszych czasach być wolontariuszem, pomagać innym, a poprzez to szerzyć dobro we współczesnym świecie. Dyskusję prowadził Piotr Żyłka, redaktor naczelny portalu deon.pl, który jest inicjatorem między innymi znanej akcji wspierającej osoby bezdomne w Krakowie – „Zupa na Plantach”. W spotkaniu uczestniczyło wielu młodych ludzi, studentów, doktorantów, pracowników AGH, ale i osoby spoza uczelni zainteresowane tą tematyką.



fot. K. Stokłosa, KSAF AGH

Od lewej: prowadzący Piotr Żyłka oraz Szymon Hołownia

zmienić świat. Tak samo jak wolontariat, istotna jest uczciwa i budowana na wartościach praca zawodowa. „Robić dobrze” można na wiele różnych sposobów. Również poprzez zakładanie i odpowiedzialne prowadzenie firm czy organizacji, tworzenie nowych miejsc pracy i miejsc dla wolontariuszy umożliwiając przez to innym robienie czegoś dobrego.

Szymon Hołownia wspominał również, jak wyglądały jego początki w wolontariacie. Opowiadał o swoich perypetiach, poszukiwaniach, pomyłkach i zmianach początkowo wybranych dróg. Przekonywał do tego, że każdy na początku swojej drogi ma wiele wątpliwości, niepewności i nie jest to powód do tego, aby nie robić nic. Szymon zachęca: idź i rób, próbuj, zrób cokolwiek, zawsze możesz wrócić, jeśli uznasz, że to nie to i zacząć coś innego.

Według Szymona, tym co człowieka powstrzymuje często przed podjęciem decyzji o zaangażowaniu się w działania na rzecz innych, są obawy przed swoimi małymi możliwościami i umiejętnościami-

fot. K. Stokłosa, KSAF AGH



Według Szymona Hołowni poprzez wolontariat pogłębia się w ludziach wrażliwość, zmienia się ich podejście do życia, do drugiego człowieka

mi. Uważamy, że nie mamy wystarczającej mocy sprawczej, że to co możemy, to i tak jest za mało, więc nie ma sensu tego robić w ogóle. Tymczasem jest to bardzo złudne. Często zamiast przedsięwziąć coś konkretnego zatrzymujemy się na rozmyślaniu o tym, co moglibyśmy zrobić. Gdyby każdy z nas zrobił choć 50 proc. z tego, o czym tylko myśli, to świat byłby o wiele piękniejszy i przyjaźniejszy dla wszystkich. Ponieważ życie jest nieprzewidywalne i kruche, nie warto czekać z pomaganiem na jutro, na pojutrze. „Zrób coś dzisiaj, cokolwiek, ale dzisiaj”. Nie zwlekaj. W całej idei wolontariatu najważniejsze jest spotkanie z drugim człowiekiem, uważność na drugą osobę. Szymon Hołownia podkreśla, że podstawową zasadą pomagania jest: pomagać tak, aby nie szkodzić innym, pomagać w taki sposób, aby nie upokarzać. Warto zadać sobie pytanie: gdybym był na miejscu tego potrzebującego, jak chciałbym być potraktowany, jak chciałbym, aby się do mnie

zwracano? „ej Ty” czy „proszę Pana?”. Jak daleko powinna stać ode mnie ta druga osoba, abym czuł się komfortowo? Pytania te może banalne, ale uczą wrażliwości na drugiego człowieka. Czasami lepiej jest zrobić mniej niż sprawić, że ktoś poczuje się tą pomocą upokorzony. Każdy człowiek ma swoją pojemność na przyjmowanie pomocy. Budowanie tej pojemności w potrzebujących trwa czasem nawet kilka lat. Wymaga wytrwałości, delikatności i nawiązania relacji. Wiele razy bywa, że ludzie, do których się wychodzi z pomocą nie zasłużyli na nią, nie rokują dobrze. Mimo to jednak warto jest obdarzać ich uwagą i miłością bezinteresowną i miłosierną.

Spotkanie skończyło się bardzo poruszającym świadectwem Szymona. Opowiadał o tym, jak przez przypadek był świadkiem wypadku samochodowego i udzielał pomocy jednej z poszkodowanych kobiet. Mówił, jak to zdarzenie wpłynęło na niego samego i na postrzeganie relacji międzyludzkich w ogóle. Zdarzają się w życiu momenty, kiedy przestaje mieć znaczenie kim się jest z zawodu, jakie piastuje się stanowisko, ile się ma pieniędzy. Nic w około nie ma znaczenia. Jedyne obecność drugiego człowieka. Bycie z kimś w bezradności, trzymanie za rękę. Czasami nie da się zrobić niczego więcej. Wtedy nic innego się nie liczy, tylko prawdziwe spotkanie człowieka z człowiekiem.

Po zakończonym spotkaniu uczestnicy mieli możliwość zakupienia książek Szymona Hołowni, z których cały dochód był przekazany na rzecz założonych przez niego dwóch fundacji. Pierwsza z nich, „Kasisi”, ma na celu szeroko pojętą pomoc dzieciom z Domu Dziecka w Kasisi, wiosce położonej niedaleko Lusaki – stolicy Zambii. Druga to „Dobra Fabryka”, która zakłada szpitale, ośrodki dożywiania, hospicja i wspiera ich działalność w kilku afrykańskich państwach między innymi takich jak Ruanda, Kongo, Togo, Senegal, Benin.

Sam Szymon Hołownia tak mówi o swoich fundacjach: „Zawsze powtarzałem, że to, co stanowi o absolutnej wyjątkowości Kasisi, to miłość. A miłość już tak ma, że zawsze się dzieli. A jak się dzieli, to się mnoży. Odważyłem się na założenie „Dobrej Fabryki”, bo po tym jak założyłem Fundację „Kasisi”, uwierzyłem w ludzi. Tysiące osób, które tak cudownie wspierają nasze 250 zambijskich dzieciaków z Kasisi, pozwoliło mi na zuchwałą myśl: „A może zamiast lamentować, jak zły jest ten świat, możemy zmienić jego kolejne 5 cm<sup>2</sup> na lepsze?”

W tym życiu nie zawsze możemy robić rzeczy wielkie, ale możemy robić rzeczy małe z wielką miłością.

fot. K. Stokłosa, KSAF AGH



# Ranking Perspektyw

Biuro Prasowe AGH

W głównym Rankingu Uczelni Akademickich w pierwszej szóstce znajdują się w tym roku aż trzy najlepsze polskie uczelnie techniczne: Politechnika Warszawska na III miejscu (82,8 proc.), AGH w Krakowie na V miejscu (76,6 proc.) oraz Politechnika Wrocławska na VI miejscu (75,6 proc.).

W tym roku w kategorii „Potencjał naukowy” AGH w Krakowie uplasowała się na I miejscu wśród uczelni technicznych i na III miejscu wśród wszystkich uczelni, a w kategorii „Efektywność naukowa” na I miejscu wśród technicznych i na IV w ogólnej klasyfikacji. W kategorii „Absolwent na Rynku Pracy” AGH uplasowała się na czwartym miejscu w Polsce.

W tegorocznym zestawieniu oceniono ponadto 68 kierunków studiów, w tym aż 21 kierunków technicznych. AGH znalazła się na czołowych pozycjach w następujących kategoriach:

- automatyka i robotyka: I miejsce (WIMiR),
- elektronika i telekomunikacja: I miejsce (WIEiT),
- elektrotechnika: I miejsce (WEAiIB),
- energetyka: II miejsce (WEiP),
- fizyka techniczna: II miejsce (WFiS)
- geodezja i kartografia: II miejsce (WGGiŚ)
- górnictwo i geologia: I i II miejsce (odpowiednio WGGiOŚ, WGiG)
- informatyka: II miejsce (WIEiT)
- inżynieria biomedyczna: I miejsce (WEAiIB)
- inżynieria materiałowa: II i III miejsce (odpowiednio WIMiC, WIMiP)
- inżynieria środowiska: II miejsce (WGGiOŚ)
- mechanika i budowa maszyn: I miejsce (WIMiR),
- mechatronika: I miejsce (WIMiR),
- technologia chemiczna: III miejsce (WIMiC),
- zarządzanie i inżynieria produkcji: I miejsce (WZ).

W tegorocznym Rankingu Szkół Wyższych, przygotowywanym przez Fundację Edukacyjną Perspektywy, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie zajęła piąte miejsce w zestawieniu ogólnym uczelni oraz drugie miejsce w kategorii uczelni technicznych. Tym samym zanotowaliśmy wzrost w porównaniu z zestawieniem zeszłorocznym.



fot. archiwum AGH

Dodatkowo w pierwszej dziesiątce najlepszych kierunków IT znalazły się aż cztery informatyki z następujących wydziałów AGH: II miejsce (WIEiT), III miejsce (WEAiIB), IX miejsce (WGGiOŚ), X miejsce (WFiS).

Ranking „Perspektyw”, powstający od 19 lat, uznawany jest za najważniejsze polskie zestawienie uczelni. Kapituła pracuje pod przewodnictwem prof. Michała Kleibera, byłego prezesa Polskiej Akademii Nauk.

Szczegółowe zestawienie znajdą Państwo na stronie: [www.perspektywy.pl](http://www.perspektywy.pl)



fot. archiwum AGH

# Kalendarium rektorskie

## – maj 2018

### 7 maja

- Wizyta Rektorów z Uniwersiteti Politeknik i Tiranes, Albania dotycząca możliwości nawiązania współpracy z AGH.
- Konferencja „Złoty pociąg – w pół drogi” – Świątyni Górne.

### 8 maja

- Posiedzenie Komitetu Ekspertów ds. Innowacyjności Projektów, które odbyło się w Politechnice Świętokrzyskiej w Kielcach. Celem spotkania było omówienie dalszych planów rozwoju i funkcjonowania Centrum Innowacji i Wdrożeń Mesko S.A. oraz założenia współpracy nauki z przemysłem w projekcie „Akademia Mesko”.

### 10 maja

- 55. Konferencja Studenckich Kół Naukowych Pionu Hutniczego.
- Wystawa KSAF X z okazji 10-lecia KSAF.
- Zebranie Rady Kuratorów oraz Zebranie Plenarne Wydziału IV PAN – Warszawa.

### 10-11 maja

- Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Innowacje w Metalurgii i Inżynierii Materiałowej” zorganizowana z okazji Dnia Hutnika – AGH.

### 11 maja

- Uroczyste obchody z okazji Dnia Hutnika 2018.
- Półfinały Akademickich Mistrzostw Polski w piłce ręcznej kobiet.
- Uroczyste posiedzenie Senatu AGH z okazji Dnia Hutnika.

### 12 maja

- Regaty Ósemek Wioślarskich o Puchar Rektora UJ.
- Otwarcie Alei Podróżników, Odkrywców i Zdobywców – Tauron Arena Kraków.

### 13 maja

- Wręczenie nagród uczestnikom Brydżowej Hutniczej Majówki na AGH.

### 14 maja

- 6 Sympozjum polsko-japońskie organizowane przez AGH we współpracy z Hokkaido University.

- Konferencja Otwarty Kraków 3. Dialog i współpraca międzykulturowa.

### 15 maja

- Wybory Najmilszej Studentki i SuperStudenta Krakowa.
- Posiedzenie KNT-PAU, Sekcja Informatyki, Automatyki i robotyki – Kraków.

### 16-18 maja

- Spotkanie rektorów uczelni krajów grupy wyszehradzkiej oraz Sympozjum rektorów uczelni państw Europy Środkowej – Budapeszt.

### 17 maja

- Wernisaż wystawy posympozjalnej „Initium” zorganizowany przez Akademię Sztuk Pięknych im. Jana Matejki w Krakowie.
- XVI Sympozjum Stowarzyszenia Krajowej Rady Koordynatorów Projektów Badawczych UE (KRAB) – Wrocław.
- Festiwal Nauki i Sztuki – Rynek Główny w Krakowie.

### 17-18 maja

- Wizyta delegacji z TU Bergakademie Freiberg, której celem był rozwój dalszej współpracy w wybranych specjalnościach naukowych – AGH.

### 18 maja

- Uroczystość Dnia Hutnika w CMC Poland sp. z o.o. – Zawiercie.
- Uroczyste posiedzenie Senatu Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Tarnowie w związku z Jubileuszem 20-lecia uczelni.
- Wizyta w AGH delegacji z TU Freiberg – Niemcy.
- Spotkanie z ministrem Piotrem Naimskim – pełnomocnikiem Rządu RP do spraw strategicznej infrastruktury energetycznej.
- Jubileusz 65-lecia Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie.

### 21 maja

- Konferencja Digital Dragons organizowana przez KPT – Kraków.

- Walne Zebranie Rady Fundacji „Panteon Narodowy”.

### 22 maja

- Uroczystość wręczenia Nagrody Kapituły im. I. Wyhowskiego – Warszawa.
- XXIII Seminarium Polskiego Towarzystwa Materiałoznawczego – Gdańsk.
- Posiedzenie Kapituły Nagrody im. Profesora Zbigniewa W. Engela.

### 24 maja

- Otwarcie I Studenckiej Konferencji Górnictwa Kosmicznego.
- Spotkanie z przedstawicielami firmy Ericsson dotyczące nawiązania współpracy z AGH.
- Doctor honoris causa dla prof. Jacka Engela – University of Central Europe – Koszyce, Słowacja.

### 24-25 maja

- 27th International Conference on Metallurgy and Materials „METAL 2018” – Brno, Republika Czeska.

### 26 maja

- Rajd Ceramika – Muszyna.

### 28-30 maja

- Spotkanie Kolegium Rektorów Szkół Wyższych Krakowa z Konferencją Rektorów Chorwackich zorganizowane przez prof. Vlado Guberaca, Rektora Uniwersytetu im. Josipa Jurija Strossmayera w Osijeku, którego celem była dalsza współpraca z uczelniami chorwackimi.

### 28-31 maja 2018

- Wizyta na Ukrainie z okazji uroczystości nadania godności doktora honoris causa Rektorowi AGH prof. Tadeuszowi Stomce przez Narodowy Uniwersytet Politechniki Lwowskiej oraz Wschodnioeuropejskiego Uniwersytetu Narodowego im. Łesi Ukrainki w Łucku.

### 29 maja

- Ogłoszenie wyników Rankingu Szkół Wyższych Perspektywy 2018 w Warszawie.



# Wspomnienie o Profesorze Andrzeju Warczoku

dr hab. inż. Stanisław Pietrzyk,  
prof. nadzw. AGH  
Wydział Metali Nieżelaznych

Andrzej Warczok urodził się 22 września 1944 roku w Katowicach. W 1969 roku ukończył Wydział Metali Nieżelaznych Akademii Górniczo-Hutniczej, uzyskując tytuł magistra inżyniera metalurga. Zaraz po ukończeniu studiów pracował przez dwa lata (1969–1971) w Instytucie Metali Nieżelaznych w Gliwicach.

Na wydziale, którego był wychowankiem rozpoczął pracę w 1971 roku, a w 1977 roku obronił doktorat pt. „Wpływ pola elektrycznego na zachowanie się wtrąceń kamienia miedziowego w żużlu”, którego promotorem był profesor Emilian Iwanciw. Za swoją dysertację, oprócz stopnia naukowego doktora nauk technicznych, otrzymał wyróżnienie i honorową nagrodę Ministra Szkolnictwa Wyższego. Stopień naukowy doktora habilitowanego na podstawie rozprawy „Rola zjawiska ruchów elektropilarnych w procesie odzysku metali z żużli” uzyskał w 1987 roku. W latach 1985–1990 pełnił rolę kierownika Katedry Metalurgii Miedzi i Metali Rzadkich na Wydziale Metali Nieżelaznych AGH. W okresie swojej prawie dziewiętnastoletniej (1971–1989) pracy dydaktycznej na Wydziale Metali Nieżelaznych, prowadził niezapomniane pod względem merytorycznym i erudycyjnym wykłady z metalurgii miedzi, niklu i kobaltu, metalurgii metali szlachetnych, metalurgii metali rzadkich oraz nowe trendy w metalurgii metali nieżelaznych. Ponad 40 razy pełnił rolę promotora prac magisterskich.

W okresie pracy na Wydziale Metali Nieżelaznych jego zainteresowania dotyczyły badań podstawowych i stosowanych w pirometalurgii miedzi, a w szczególności kinetyki i mechanizmu reakcji metalurgicznych, termodynamiki, zjawisk elektrycznych i magnetoelektrycznych w ciekłych żużlach oraz odzysku metali z żużli. Brał udział w 28 projektach naukowo-badawczych dla polskiego przemysłu miedziowego. Nabyta wiedza i doświadczenie praktyczne w skali przemysłowej sprawiła, że w latach 1977–1989 pełnił rolę głównego konsultanta naukowego KGHM z zakresu pirometalurgii.

W 1985 roku odbył 10-miesięczny staż jako Postgraduate Researcher na Uniwersytecie Leeds

(Wielka Brytania), kontynuując zainteresowania badawcze nad odzyskiem metali z żużli.

W 1989 roku wyjechał na stypendium naukowe do Kanady na University of Toronto, Department of Metallurgy and Materials Science. Planowany początkowo na dwa lata wyjazd, stał się dłuższy o 20 lat i profesor nadzwyczajny dr hab. inż. Andrzej Warczok nie wrócił już na krakowską Alma Mater. Na Uniwersytecie w Toronto pracował do 2010 roku na stanowisku Senior Associate Scientist, czynnie biorąc udział w działalności dydaktycznej (promotorstwo prac magisterskich oraz doktorskich) i naukowo-badawczej. Zrealizował 14 wielkich projektów dla przemysłu metali nieżelaznych Kanady. Projekty dotyczyły nie tylko metalurgii miedzi, ale również niklu i aluminium. W 1995 roku został zaproszony jako Visiting Professor do wygłoszenia cyklu jednosemestralnych wykładów z Metalurgii Metali Nieżelaznych na CURTIN University, Western Australian School of Mines w Australii. Realizuje tam równocześnie projekt na temat „Copper Recovery from Olympic Dam Slag”, czyli procesu bliźniaczo podobnego do jednostadialnego otrzymywania miedzi w Hucie Miedzi Głogów 2.

Pracując na znamienitych uniwersytetach nie tylko rozwija swoją dotychczasową wiedzę ale poszerza ją o nowe zainteresowania takie jak: tworzenie programów komputerowych do symulacji pracy pieców i agregatów hutniczych działających w czasie rzeczywistym lub wirtualnym, zajmuje się modelowaniem CFD oraz wymianą ciepła i masy w procesach pirometalurgicznych i elektrometalurgicznych. Stał się światowym autorytetem w dziedzinie pieca elektrycznego. W 1996 roku rozpoczyna się nowy rozdział w działalności naukowej. Zostaje powołany na stanowisko profesora pirometalurgii w Universidad de Chile, Departamento Ingenieria de Minas, w Santiago, stolicy kraju. I od tego momentu dzieli swoją intensywną działalność naukowo-badawczą pomiędzy dwa kraje Chile i Kanadę. Profesor Andrzej Warczok na uniwersytecie chilijskim prowadził wykłady dla studentów z przedmiotów: Heat and Mass Transfer i Metallurgy of Non-Ferrous Metals w języku hiszpańskim. Aby mógł je zrealizować, szybko nauczył się języka hiszpańskiego. Był zaangażowany jako Scientific



fot. arch.

Profesor Andrzej Warczok

Director, w realizację dziewięciu zawansowanych projektów dotyczących wykorzystania zjawisk magneto hydrodynamicznych w pirometalurgii miedzi oraz procesów ciągłej rafinacji ogniowej miedzi i ciągłego konwertowania kamienia miedziowego. W uznaniu osiągnięć profesor Andrzej Warczok został konsultantem kilku chińskich hut miedzi. Przez 15 lat (1998–2013) pełnił funkcję konsultanta w Instituto de Innovacion en Minería y Metalurgia CODELCO, IM2, w koncernie Codelco (Corporación Nacional del Cobre de Chile), który w tamtych latach był największym producentem miedzi górniczej, hutniczej i rafinowanej na świecie.

Przez swoje wybitne prace naukowe i przemysłowe profesor Andrzej Warczok, stał się uznanym światowym ekspertem w dziedzinie pirometalurgii miedzi, członkiem międzynarodowych stowarzyszeń, takich jak TMS, CIM. Był zapraszany na prestiżowe, światowe konferencje w celu wystąpienia z Keynote czy Plenary Lecture lub jako Invited Speaker.

W 2006 roku został założycielem i dyrektorem firmy konsultingowej Warczok&Associated INC z siedzibą w Kandzie. W jej ramach współpracował z wiodącymi koncernami metalurgicznymi m.in.: Codelco, Chile; Siemag A.G., Duesseldorf, Niemcy nad odmiedziowaniem żużli; Xstrata, Vancouver, Kanada w problematyce topienia złomu oraz z rządem kanadyjskim w sprawie rewizji raportów wpływu hut kanadyjskich na środowisko naturalne.

Jego wybitna kariera naukowa została nieco powstrzymana przez chorobę w 2005 roku, której skutki spowodowały unieruchomienie na stałe w wózku inwalidzkim. Nie przerwało to jednak jego wielkiego zapału, poświęcenia oraz pasji dla nauki i badań. Mimo kalectwa dalej bardzo intensywnie działał, prowadził konsultacje, realizował projekty badawcze, brał udział w konferencjach,

sympozyjach, kontynuował szeroką współpracę międzynarodową i nawiązywał nowe kontakty.

Był człowiekiem niezłomnego ducha i tytanem pracy. Był autorem ponad 20 międzynarodowych patentów z procesów metalurgicznych, autorem i współautorem jednej monografii i ponad 100 wybitnych publikacji w recenzowanych, renomowanych czasopismach naukowych.

Będąc poza granicami Polski, nigdy nie zapomniał o kontaktach z macierzystym Wydziałem Metali Nieżelaznych. Odwiedzał wiele razy AGH, biorąc udział w konferencjach jubileuszowych wydziału lub przy okazji realizacji wspólnych projektów badawczych. Ostatnio również intensywnie współpracowaliśmy razem z profesorem Andrzejem Warczokiem. Pomimo jego choroby, wspólnie prowadziliśmy w latach 2013–2016 kilka projektów badawczych dla KGHM, dotyczących procesu odmiedziowania żużla zawieszinowego w piecu elektrycznym. Jego wiedza i doświadczenie pozwoliły nam doskonale rozwiązać wiele problemów badawczych i konstrukcyjnych podczas prac laboratoryjnych i prób w skali przemysłowej.

Profesor Andrzej Warczok bardzo żywo interesował się nowym „dzieckiem” KGHM, czyli kompleksem pieca zawieszinowego Huty Miedzi Głogów 1. Ogromne wrażenie zrobiło na mnie jego zaangażowanie podczas rozruchu kompleksu w październiku 2016 roku, w którym wspólnie braliśmy udział. Mimo wielkich uciążliwości związanych z chorobą, przyleciał z Toronto do kraju rodzinnego, aby uczestniczyć w tym wielkim wydarzeniu dla polskiego i światowego hutnictwa miedzi. Jego udział w rozruchu był bardzo aktywny i niezwykle merytoryczny. Profesor z dumą podkreślał, że doczekał się czasów, kiedy w Polsce mamy najnowocześniejszą hutę miedzi na świecie. Podczas długich nocnych pobytów w głogowskiej hucie w trakcie rozruchu, snuliśmy plany co do przyszłych wspólnych projektów, między innymi nad dalszym udoskonalaniem procesu odmiedziowania w piecu elektrycznym dla KGHM Polska Miedź.

Niestety, w czasie długiego majowego weekendu otrzymałem smutną wiadomość, że profesor Andrzej Warczok zmarł 30 kwietnia 2018 roku w Kandzie przeżywszy 74 lata. Odchodząc, na zawsze zostawił wokół nas pustkę, z którą trudno jest się oswoić i wypełnić. Odszedł bowiem na zawsze naukowiec ogromnej wiedzy i kreatywności, a razem człowiek o nieprzeciętnych walorach osobistych, skromny, uczynny i szlachetnego serca. Z pasją kontynuował pracę do ostatnich tygodni życia.

Profesor Andrzej Warczok podczas konsultacji w HMG 1 w roku 2016, w towarzystwie (od lewej) Dyrektora ds. Produkcji mgr inż. Zbigniewa Gostyńskiego i Głównego Technologa mgr inż. Jerzego Garbackiego



fot. arch. autora

# Profesor Bolesław Krupiński

Hieronim Sieński  
Biblioteka Główna AGH

Bolesław Krupiński urodził się 15 marca 1893 roku w Woronczynie koło Włodzimierza Wołyńskiego, w rodzinie o patriotycznych tradycjach – ojciec był powstańcem z 1863 roku zesłanym na Syberię. W wieku dziewięciu lat rozpoczął naukę w Gimnazjum Klasycznym w Łucku, które ukończył w 1911 roku i zdał ze złotym medalem egzamin maturalny. Następnie po zdaniu egzaminu konkursowego, rozpoczął studia w elitarnym Instytucie Górniczym w Petersburgu. W czerwcu 1914 roku, po trzech latach studiów, rozpoczął praktykę studencką w kopalni węgla kamiennego „Niwka” w Zagłębiu Dąbrowskim, należącej do francuskiego Towarzystwa Kopalń i Zakładów Hutniczych Sosnowieckich. Wybuch I wojny światowej uniemożliwił mu powrót na uczelnię i ukończenie studiów. Dla zdobycia środków do życia rozpoczął pracę w tej kopalni. W ciągu czterech lat przeszedł w „Niwce” podstawowe szczeble zawodu górniczego: od ładowacza, strzałowego, nadgórnika do sztygara. W tym czasie zorganizował w tej miejscowości szkołę o charakterze gimnazjum fizyczno-matematycznego, w której wraz ze swoimi kolegami uczył młodzież – przypadła mu arytmetyka. Po odzyskaniu przez Polskę niepodległości, w „Niwce” podjęto prace nad uruchomieniem kopalni, w czym aktywnie w tym uczestniczył. Po utworzeniu w 1919 roku Akademii Górniczej w Krakowie zdecydował się w niej kontynuować studia – nie przerywając pracy w kopalni. Studia ukończył z wyróżnieniem. Na podstawie pracy dyplomowej, napisanej pod kierunkiem prof. Henryka Czeczotta, 6 czerwca 1923 roku uzyskał dyplom inżyniera górniczego z numerem 6. W tym czasie był już zawiadowcą kopalni „Niwka”. Należy dodać, że odebrał dyplom z kancelarii AG dopiero we wrześniu 1926 roku i był zawiadowcą kopalni „Modrzejów” w Niwce. Swoją wyróżniającą się postawą zwrócił uwagę francuskich zwierzchników i w 1924 roku odbył pierwszą podróż do Francji w celu poznania francuskiego górnictwa. Spostrzeżenia z tego wyjazdu opublikował w artykule „Zagłębie węglowe północnej i wschodniej Francji” – „Przegląd Górniczo-Hutniczy” 1925 rok. Potem nastąpiły kolejne podróże, podczas których zapoznał się z organizacją, zarządzaniem, wyposażeniem i zasadami eksploatacji kopalni różnych towarzystw i w zagłębiach węglowych Francji. Pod koniec 1929 roku został głównym inżynierem w Towarzystwie Kopalń i Zakładów Hutniczych Sosnowieckich. Podlegały mu wszystkie kopalnie

W marcu 2018 roku minęła 125 rocznica urodzin profesora Bolesława Krupińskiego – nestora polskiego górnictwa, zaliczanego do najważniejszych postaci w XX-wiecznej historii polskiego górnictwa, przewodniczącego Państwowej Rady Górnictwa oraz wykładowcy AGH.

w „Niwce” oraz „Klimontów” i „Mortimer” w Sosnowcu. Zdobył wielkie doświadczenie, szczególnie w zakresie eksploatacji pokładów grubych, zwalczaniu pożarów oraz innych problemów górniczych i geologicznych, na przykład tektoniki uskokowej Zagłębia. Na temat uskoków wystąpił z wykładami na Zjeździe Stowarzyszenia Inżynierów Górniczych zorganizowanym w Akademii Górniczej w Krakowie. Profesor Karol Bohdanowicz, prezes pierwszej Państwowej Rady Geologicznej, powołał go w jej skład i był to wyraz uznania dla jego wielkiej wiedzy praktycznej. W 1934 roku podjął ważną życiową decyzję, odszedł z pracy w zarządzie towarzystwa. W ten sposób zaprotestował wobec decyzji francuskich właścicieli o zamknięciu kopalni „Klimontów” w czasie światowego kryzysu gospodarczego na początku lat 30. Podjął pracę w Rybnickim Gwarectwie Węglowym, początkowo na stanowisku dyrektora kopalni „Rymer”, a następnie awansował na stanowisko dyrektora wszystkich kopalń tego Gwarectwa. Pracował na tym stanowisku aż do wybuchu II wojny światowej. W tym czasie w podległych mu kopalniach wprowadził wiele nowych rozwiązań technicznych i organizacyjnych, które przyniosły jemu wiele sukcesów zawodowych. Stał się jednym z najbardziej znanych i cenionych górników dwudziestolecia międzywojennego. Należy zaznaczyć, że przez cały ten czas utrzymywał ścisłe kontakty naukowe z Akademią Górniczą. W latach 1937–1939 był członkiem Komisji Egzaminu Dyplomowego Wydziału Górniczego. Wybuch II wojny światowej zaskoczył go na terenie kopalni „Emma”, gdzie został aresztowany przez gestapo, a potem więziony w Rybniku, Raciborzu i Rawiczu. Tragycznym wydarzeniem z tego okresu był marsz z Weimaru do obozu koncentracyjnego w Buchenwaldzie, gdzie skatowany – już na granicy śmierci – został uratowany przez obozowych współwięźniów, dawnych kolegów z Gwarectwa Rybnickiego. W 1941 roku, po 19 miesiącach obozowej gehenny, w strasznym stanie, ważąc zaledwie 36 kg i z powybijanymi zębami, został zwolniony z obozu dzięki staraniom przyjaciół ze Śląska. Przedostał się do rodziny w Warszawie

fot. arch. BG AGH



Profesor Bolesław Krupiński



foto. arch. BG AGH

Profesor Bolesław Krupiński

i tam wracał do zdrowia. Podjął pracę w legalnie działającej firmie „Torf”, gdzie kierował eksploatacją torfowiska na przedmieściach Warszawy. Firma ta była przykrywką działalności konspiracyjnej wybitnych polskich inżynierów górniczych i ekonomistów. W kontakcie z delegaturą Rządu Londyńskiego przygotowywał koncepcję powojennej organizacji polskiego górnictwa, przewidując jego nacjonalizację i przeczuwając, że taka koncepcja będzie potrzebna. Później pracował także w fabryce marmolady. W trakcie pobytu w Warszawie organizuje pomoc dla młodzieży ze Śląska i Zagłębia umożliwiając jej między innymi podejmowanie studiów na tajnych kompletach. W czasie wojny dotknęła go niezwykle bolesna tragedia. W pierwszych dniach powstania warszawskiego zginął jego syn Andrzej. Wcześniej, w 1936 roku, zmarł młodszy syn Maciej. Po powstaniu wraz z żoną wyjechał do Kielc.

W styczniu 1945 roku wraz z grupą dawnych współpracowników wrócił na Śląsk. W latach 1945–1949 był naczelnym dyrektorem technicznym Centralnego Zarządu Przemysłu Węglowego. Te pierwsze powojenne lata były niezwykle ważne dla odbudowy polskiego górnictwa węglowego. Sprawie tej Krupiński poświęcił całą swoją wiedzę, doświadczenie, wiele czasu i energii. Chcąc zapomnieć o rodzinnej tragedii poświęcał się pracy. Często powtarzał słowa: „Byłem bardzo spragniony pracy w górnictwie. Ja się wprost narkotyzowałem pracą”. W pierwszych powojennych latach górnictwo węglowe stanowiło podstawę odbudowy kraju. Dzięki wielkiemu zaangażowaniu udało mu się zmobilizować wielu inżynierów górniczych i innych ludzi do odbudowy i rozbudowy przemysłu górniczego. Organizował uruchamianie kopalń, transport węgla i jego eksportowe wysyłki. Rozwiązywał problemy zaopatrzenia kopalń w niezbędne maszyny i materiał, troszczył się o problemy życiowe i socjalne załóg górniczych. Podejmował działania mające na celu uruchomienie fabryk maszyn, zakładów remontowych i biur projektów. Z jego inicjatywy w kwietniu 1945 roku powstał Instytut Naukowo-Badawczy Przemysłu Węglowego, dzisiejszy Główny Instytut Górnictwa, w którym to profesor przez 16 lat pełnił funkcję przewodniczącego Rady Naukowej. Odradzając się górnictwo pilnie potrzebowało nowych rozwiązań technicznych i organizacyjnych oraz kadr inżynierskich, a więc rozwoju wyższego szkolnictwa górniczego i specjalistycznych instytucji badawczych. Stąd bliski jemu rozwój Akademii Górniczej, utworzenie wydziałów górniczych na Politechnice Śląskiej w Gliwicach i nieco później na Politechnice Wrocławskiej. Górnictwo potrzebowało również nowego prawodawstwa geologicznego i górniczego oraz szczegółowych przepisów technicznych. Zakres problemów, jakim się zajmował w tym okresie był ogromny. Ten niezwykle trudny, pionierski czas

w pełni pokazuje jego wielki talent inżynierski i organizatorski oraz niezwykłą skuteczność. Profesor był klasycznym typem państwowca, a więc człowieka pracującego dla dobra państwa, bez względu na przekonania polityczne klasy rządzącej. Pod koniec 1949 roku otrzymał nominację na podsekretarza stanu w Ministerstwie Górnictwa. Po tej nominacji przestały mu bezpośrednio podlegać bieżące sprawy wydobywania, ale przypadł nadzór nad nauką górniczą, polityką inwestycyjną, węglem brunatnym i przemysłem naftowym. Był więc koordynatorem wszystkich spraw związanych z kształceniem inżynierów górniczych, sprawował także – jako przewodniczący Rady Naukowej – zwierzchnictwo nad Głównym Instytutem Górnictwa. Profesor był też aktywny na forum międzynarodowym. Przez wiele lat kierował pracami Komitetu Węglowego Europejskiej Komisji Gospodarczej przez ONZ w Genewie. Jego osobiste kontakty międzynarodowe sprawiły, że w 1958 roku udało się także powołać Międzynarodowy Komitet Organizacyjny Światowego Kongresu Górniczego, którego był prezydentem do śmierci w 1972 roku. Działalność naukowa profesora cieszyła się szerokim uznaniem i szacunkiem za granicą. Był tam bardzo popularny. Odbывał dziesiątki podróży zagranicznych. Swobodę w międzynarodowych kontaktach ułatwiała mu to, iż bardzo dobrze znał języki francuski, niemiecki, angielski i rosyjski. Po kilku latach sukcesów zebrały się nad nim czarne chmury. Będąc bezpartyjnym specjalistą i mając własne poglądy nie zawsze był wygodny dla komunistycznej władzy. W 1953 roku został usunięty z Ministerstwa Górnictwa. Będąc zwolnionym z rządowych obowiązków profesor skoncentrował się na pracy naukowej w Akademii Górniczo-Hutniczej, rozwoju Krakowskiej Szkoły Projektowania Kopalń, na wykładach w Politechnice Śląskiej w Gliwicach i programie badawczym GIG.

W struktury rządowej profesor powrócił w 1956 roku – powtórnie został wiceministrem górnictwa. W tym samym roku powołany na stanowisko przewodniczącego Państwowej Rady Górniczej, czynnie uczestniczył w rozwoju nowoczesnego górnictwa w Polsce, przyczyniając się do uruchomienia Rybnickiego Okręgu Węglowego, Tarnobrzeskiego Okręgu Siarkowego oraz Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedzianego. Zajmował się także wpływem eksploatacji górniczej na powierzchnię, ochroną złóż i środowiska naturalnego. W 1960 roku został przewodniczącym Komitetu Górniczego PAN, a w roku następnym członkiem korespondentem PAN.

Przybliżając jego pierwsze powojenne lata działalności należy także podkreślić aktywność na polu naukowym. Utrzymywał ścisłą współpracę z Akademią Górniczą w Krakowie. W roku akademickim 1945/1946 jako docent został mianowany

kierownikiem Katedry Górnictwa III Wydziału Górniczego i kierował tą pracownią do 1963 roku. W roku akademickim 1952/1953 zmieniono nazwę większości katedr, Katedra Górnictwa III otrzymała nazwę Katedra Ekonomiki i Organizacji Górnictwa. W 1946 roku na podstawie pracy „Główne linie rozwoju górnictwa węglowego w Polsce” uzyskał habilitację. W roku akademickim 1946/1947 został profesorem kontraktowym na Wydziale Górniczym. W lutym 1951 roku Sekcja Techniczna Rady Głównej AGH powołała zespoły w celu opracowania programów magisterskich AGH, na Wydziale Górniczym w ich skład weszli profesorowie: Witold Budryk, Bolesław Krupiński i Wacław Lesiecki. W 1950 roku Krupiński uzyskał tytuł profesora zwyczajnego. 30 listopada 1954 roku, na mocy uchwały Centralnej Komisji Kwalifikacyjnej, otrzymał stopień doktora nauk technicznych. Jako wykładowca akademii przyczynił się do powstania polskiej szkoły nowoczesnego projektowania kopalń oraz opracowania teoretycznych zasad kompleksowego zagospodarowania złóż kopaliny użytecznych. Znalazło to wyraz w wielu opracowaniach indywidualnych i zespołowych. Profesor opublikował ponad 120 prac naukowych i publicystycznych, z których wiele przetłumaczono na języki: rosyjski, angielski, francuski i niemiecki. Prace te obejmowały bardzo szeroki zakres tematyczny, od problemów ruchowych, mechanizacji robót górniczych, bezpieczeństwa pracy, projektowania kopalń, aż po problemy gospodarki surowcami. Zasadą profesora było opracowanie wielu podstawowych zasad z dziedziny projektowania kopalń i stworzenie naukowych podstaw zagospodarowania rejonów górniczych. Szczególnie ważnymi pracami były: siedmiotomowe „Przepisy technicznej eksploatacji kopalń”, które stanowią rodzaj podręcznika prowadzenia kopalń (1953), stanowiąca XVI tom zbioru „Górnictwo” oraz „Zasady projektowania kopalń” (1963). Ponadto był autorem licznych ekspertyz i kilku patentów. Był też promotorem kilku prac doktorskich, między innymi przyszłych profesorów: Romana Bromowicza i Mieczysława Jawienia.

Prof. Bronisław Barchański niezwykle ciepło wspomina prof. Krupińskiego. Profesor brał czynny udział w pracach Stowarzyszenia Wychowanków AGH od początków jego istnienia. Dzięki jego staraniom w 1945 roku odbył się Pierwszy Zjazd SW AG, a później stowarzyszenie uzyskało osobowość prawną. W uznaniu jego zasług Stowarzyszenie Wychowanków AGH uczciło go w bardzo szczególny sposób. W 1967 roku otrzymał godność członka honorowego SW AGH i jego nazwisko znajduje się na tablicy pamiątkowej poświęconej Członkom Honorowym Stowarzyszenia Wychowanków AGH znajdującej się w holu Gmachu Głównego AGH (więcej na ten temat w Biuletynie AGH 2014 nr 78/79, XIII część cyklu). Spotkał go jeszcze

jeden zaszczyt. Podczas uroczystości jubileuszu 50-lecia AGH został powtórnie immatrykulowany. Z dniem 1 października 1963 roku profesor przeszedł na emeryturę.

Wiosną 1968 roku, z okazji 75 rocznicy urodzin, w uznaniu zasług dla rozwoju polskiego górnictwa, nauki i gospodarki narodowej prof. Krupiński otrzymał tytuł doktora honoris causa AGH, ten sam tytuł otrzymał od Uniwersytetu Politechnicznego w Limie (Peru) w 1972 roku.

Wyrazem uznania jego osiągnięć były też odznaczenia państwowe:

Złoty Krzyż Zasługi (trzykrotnie) Krzyż Oficerski Orderu Odrodzenia Polski, Krzyż Komandorski Orderu Odrodzenia Polski, Order Sztandaru Pracy I i II klasy, Śląski Krzyż Powstańców, Medal za Wolność, Medal 10-lecia Polski Ludowej, Złota Odznaka „Za pracę społeczną dla miasta Krakowa”. Otrzymał godność Zasłużonego Górnika Polski Ludowej, Zasłużonego Ratownika i Racjonalizatora, Stopień Generalnego Dyrektora Górniczego I stopnia i Dyplom Honorowy za 50-letnią pracę w polskim przemyśle węglowym.

Profesor Bolesław Krupiński zmarł 24 października 1972 roku w Warszawie.

Pochowany został w Alei Zasłużonych na Powązkach Wojskowych w Warszawie. W dowód pamięci o profesorze macierzysta uczelnia i wychowankowie zorganizowali Międzynarodowe Sympozja im. B. Krupińskiego. Pierwsze odbyło się w dniach 8-10 października 1985 roku w Instytucie Projektowania i Budowy Kopalń AGH. Zgromadziło ponad 100 osób z kraju i zagranicy. Opierając się na postulatcie I Międzynarodowego Sympozjum, Zakład Projektowania, Budownictwa, Ekonomiki i Zarządzania w Górnictwie dla uczczenia setnej rocznicy urodzin profesora zorganizował II Sympozjum pod hasłem „Kopaliny użyteczne bogactwem narodu”, które odbyło się



**PROF. DR INŻ. BOLESŁAW KRUPIŃSKI**

Karykatura prof. Bolesława Krupińskiego zaczerpnięta z publikacji: *Akademia w karykaturze* (oprac. red. Wacław Różański, Ferdynand Szwagrzyk; karykatury z 1969 roku, oprac. A. Wasilewski), Kraków 1969

Tablica pamiątkowa w Pawilonie A-1



fol. S. Malik

w dniach 23–24 września 1993 roku w AGH. W 40. rocznicę jego śmierci odbyło się III Seminarium zatytułowane „Profesor B. Krupiński (1893–1972) kontynuatorem wielkich idei Stanisława Staszica”, a zorganizowane z inicjatywy prof. Piotra Czai – Dziekana Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii – w ramach obchodów święta patronki górników św. Barbary w dniu 7 grudnia 2012 roku. Wizualnym dowodem pamięci o profesorze jest tablica, zamieszczona na pierwszym piętrze pawilonu A-1, jednej z siedzib Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii. Znajduje się na niej jego podobizna i następujący napis:

BOLESŁAW KRUPIŃSKI  
1893–1972  
PROFESOR DOKTOR HC – AGH  
CZŁONEK PAN  
ZASŁUŻONY GÓRNIK  
POLSKI LUDOWEJ  
WYBITNY WSPÓŁTWÓRCA  
ROZWOJU  
POLSKIEGO GÓRNICTWA  
WIELKI PRZYJACIEL MŁODZIEŻY  
I WYCHOWAWCA  
WIELU POLSKICH GÓRNIKÓW  
JEGO PAMIĘCI  
POLSCY GÓRNICZY

W 2008 roku, z okazji 50-lecia Światowego Kongresu Górniczego, staraniem AGH wybito okolicznościowy medal. Na rewersie znalazły się zabytkowe budowle

Krakowa z napisem KRAKÓW 2008/THE 50TH ANNIVERSARY/OF/THE WORLD MING/CONGRES, a na rewersie umieszczono popiersie profesora i podpis prof. Bolesław Krupiński. Jego projektantem była Hanna Jelonek. W tym też roku XXI Światowy Kongres Górniczy odbył się w Krakowie. Z tej okazji ukazała się również karta pocztowa z jego podobizną. Dla pełnej informacji należy jeszcze dodać, że Jego imię nosi kilka obiektów. Kopalnia Węgla Kamiennego „Krupiński” z siedzibą w Suszcu w województwie śląskim. Na jej terenie znajduje się izba pamięci prof. B. Krupińskiego. Jego imię noszą dwie szkoły: Technikum Górnicze w Rybniku – obecna nazwa Zespół Szkół Technicznych w Rybniku oraz Zespół Szkół nr 1 im. prof. Bolesława Krupińskiego w Lubinie. Komitet Redakcyjny „Przeglądu Górniczego” ogłasza konkurs o nagrodę im. prof. Bolesława Krupińskiego na najlepszy artykuł, upowszechniający doświadczenia kopalń podziemnych w zakresie działań skutkujących poprawą bezpieczeństwa i ekonomicznej efektywności eksploatacji złóż. Robert Jarocki pamięci profesora poświęcił biograficzną opowieść „Z Niwki do Genewy”, wydaną w Krakowie w 1980 roku. W serii „Poczet Gwarków Śląskich” siódmy zeszyt w 2012 roku poświęcony jest profesorowi i nosi tytuł „Gwarek prof. Bolesław Krupiński”.

Nieodłącznym rysem bogatej osobowości profesora był jego humanizm, szlachetność charakteru, wrażliwość na ludzkie i społeczne potrzeby, niezwykła wytrwałość i konsekwencja w postępowaniu, płomienny zapał do twórczej pracy, dbałość o maksymalną społeczną użyteczność jej efektów, głęboki patriotyzm przejawiający się w ofiarnej pracy na rzecz własnego społeczeństwa. We wspomnieniach podkreślano, że jego sylwetka szczególnie zasługuje na jak najszerze przedstawienie jako pozytywny wzór osobowy człowieka naszego czasu – czasu budowy lepszej przyszłości. W historii każdej gałęzi nauki można wskazać osobowość, bez której dokonań trudno by było wyobrazić sobie rozwój i aktualny stan wiedzy w danej dziedzinie. W zakresie górnictwa taką postacią zapewne był prof. Bolesław Krupiński. Był niekwestionowaną legendą przemysłu węglowego w Polsce. W mniejszym stopniu naukowcem, a w znacznie większym politykiem, organizatorem. Miał świetne pomysły i jeśli był do nich przekonany, realizował je z żelazną konsekwencją, nawet wbrew ludziom, którzy działali na wysokich szczeblach struktur państwowych i partyjnych. Był świetnym znawcą ludzi, doskonale potrafił dobrać ich do realizacji swoich celów. Za puentę tego artykułu niech posłuży jedna z ostatnich wypowiedzi profesora: „Paradoks losu! Mój ojciec pracował w górnictwie syberyjskim, a ja zasiadam w fotelu ministerialnym, na który wydzwignęto mnie polskie górnictwo”.

### Źródła:

- Barchański B.: Profesor Bolesław Krupiński (1893–1972) : uroczystości upamiętniające 40. rocznicę śmierci wybitnego wychowanka AGH Kraków. Biuletyn AGH 2013, nr 61, s. 17–21, [foto]
- Goetel W.: Bolesław Krupiński. Nauka Polska 1963, nr 4, s. 75–77, [foto]
- Gwarek prof. Bolesław Krupiński. Poczet Gwarków Śląskich, z. 7. Katowice, 2012, 154 s., [foto]
- Jarocki R.: Z Niwki do Genewy. Kraków 1980, 415 s., [32] s., [foto]
- Moroszek H.: Wspomnienie o profesorze Bolesławie Krupińskim. Budownictwo Węglowe: Projekty – Problemy 1984, nr 1/2, s. 1–5, [foto]
- Socha B.: O człowieku który fanatycznie kochał podziemne bogactwo polskiej ziemi : Prof. dr hab. inż. Bolesław Krupiński doktor honoris causa AGH we wspomnieniach mgr inż. Barbary Sochy. Vivat Akademia AGH 2013, nr 10, s. 23–27, [foto]
- Stobiński J.: Wspomnienia o profesorze Bolesławie Krupińskim wygłoszone w KWK „Krupiński” w marcu 1993 r. w setną rocznicę jego urodzin. Przegląd Górniczy 1993, T. 49, nr 11–12, s. 4–6
- Wielka Księga 85-lecia Akademii Górniczo-Hutniczej. [Oprac.] zespół aut. K. Pikoń (red. naczelny), A. Sokołowska (dyrektor projektu), K. Pikoń. Gliwice 2004, s. 179
- Wójcik Z.: Bolesław Krupiński 1893–1972. Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 1973, nr 2, s. 341–346
- Z dziejów Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie w latach 1919–1967. Oprac. J. Sulima-Samujłto oraz zespół aut. Kraków 1970, s. 624 (Wydawnictwa Jubileuszowe 1919–1969)
- Żytka J.: Wspomnienie pośmiertne o profesorze Bolesławie Krupińskim. Przegląd Geologiczny 1973, T. 29, nr 4, s. 173

# Media o AGH

Biuro Prasowe AGH

Czy UJ i AGH połączą się? Taki również może być efekt reformy Gowina w nauce. Dla obu uczelni ten coraz intensywniej dyskutowany w kuluarach pomysł to perspektywa nęcąca, ale i ryzykowna. Rząd przyjął projekt konstytucji dla nauki, jak swój sztandarowy projekt zmian w działaniu wyższych uczelni lubi nazywać minister nauki Jarosław Gowin. Wydaje się, że uchwalenie ustawy, która radykalnie zmieni zasady działania polskich uczelni, to już tylko formalność. Reformie niedawno przecież „dał twarz” w telewizji i pełne poparcie Jarosław Kaczyński, co może oznaczać, że opór przeciwników zmian, z prof. Ryszardem Terleckim na czele, został przelamany. (...) Głównym celem reformy jest poprawa jakości badań naukowych. - Rozmawiałem z ministrem Gowinem o reformie wiele razy. Zawsze mnie pytał, jak można doprowadzić do awansu naszych uczelni w światowych rankingach, widać, że to dla niego ważne. Odpowiadałem, że to stosunkowo łatwe do osiągnięcia i wcale nie trzeba z tym czekać, aż nasi naukowcy zaczną dostawać nagrody Nobla - opowiada prof. dr hab. inż. Andrzej R. Pach, prorektor AGH ds. nauki. W pierwszej pięćsetce rankingu dotąd mieszczą się

tylko dwie polskie uczelnie. Według symulacji prof. Pacha, wystarczyłoby połączyć AGH na przykład z krakowskim Instytutem Fizyki Jądrowej PAN, by taka uczelnia wskoczyła do pierwszej pięćsetki najbardziej prestiżowego rankingu szanghajskiego. Wręcz rewolucyjne skutki przyniosłaby jednak inna możliwa fuzja obchodzącej w przyszłym roku stulecie istnienia najważniejszej uczelni technicznej w Krakowie: z Uniwersytetem Jagiellońskim. - Według moich obliczeń, dałoby to nowej uczelni natychmiastowy skok do drugiej setki rankingu, a może jeszcze wyżej. To już jest światowa elita - mówi prof. Pach. - Osobiście nie odczuwam niechęci do perspektywy fuzji UJ z AGH, a nawet uważam tę ideę za wartą poważnego potraktowania - uśmiecha się prof. Jarosław Górniak, na co dzień socjolog zajmujący się, co tu ważne, analizą polityki publicznych, w tym polityki nauki i szkolnictwa wyższego, i dziekan Wydziału Filozoficznego UJ. Odegrał bardzo ważną rolę w procesie przygotowywania reformy nauki. Jarosław Gowin powołał go na przewodniczącego Rady Narodowego Kongresu Nauki, który był najważniejszym forum społecznych prac nad reformą.

**Czy UJ i AGH połączą się? Dla obu uczelni to perspektywa bardzo nęcąca, ale i ryzykowna**  
**Dziennik Polski, 04.05.2018 r.**

W ramach projektu „Tadżykistan” studenci Akademii Górniczo-Hutniczej uczyli swoich rówieśników z Tadżykistanu o odnawialnych źródłach energii i zbudowali dla nich lampę zasilaną słońcem. Współpraca z tadżyckimi żakami to efekt inicjatywy czwórki studentów Wydziału Energetyki i Paliw krakowskiej Akademii Górniczo-Hutniczej: Joanny Maraszek, Anny Ścierańskiej, Joanny Dubielewskiej i Huberta Stinii. Najpierw Polacy zorganizowali specjalny kurs online z zakresu odnawialnych źródeł energii, w którym uczestniczyło 20 najzdolniejszych żaków z Tajik Technical University w Duszanbe. Kolejnym etapem była wizyta studentów AGH w stolicy Tadżykistanu, gdzie wspólnymi siłami powstała lampa solarna. Urządzenie, wraz z dołączonym systemem pomiarowym, będzie namacalnym przykładem działania fotowoltaiki i innowacyjnym narzędziem wykorzystywanym

podczas zajęć laboratoryjnych. - Podczas zajęć najbardziej zachwyciło nas zaangażowanie studentów i chęć pozyskiwania wiedzy, którą się z nimi dzieliliśmy. Tak naprawdę to spotkanie uświadomiło nam, jak wiele możemy osiągnąć, gdy postawimy na współpracę. I tę współpracę zamierzamy kontynuować - mówi pomysłodawczyni projektu Joanna Maraszek. - Najważniejsze w naszym przedsięwzięciu było rozszerzenie perspektywy, z której tadżyccy studenci patrzą na energetykę. I to w 100 proc. się udało - dodaje koordynator warsztatów Hubert Stinia. Projekt „Tadżykistan” teraz będzie kontynuowany w lokalnych szkołach podstawowych. Wyszkoleni studenci z Tajik Technical University poprowadzą z dziećmi zajęcia z zakresu energii odnawialnej i podstaw inżynierii. Użyją do tego zestawów LEGO Lab, które podarowali im studenci AGH.

**Studenci Akademii Górniczo-Hutniczej zbudowali lampę solarną w Tadżykistanie**  
**Gazeta Krakowska, 7.05.2018 r.**

W Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie rozpoczęły się uroczyste obchody Dnia Hutnika. Jedno z najważniejszych wydarzeń w kalendarzu uczelni potrwa do 11 maja. Co roku uroczystości hutnicze odbywają się w okolicach dnia św. Floriana, patrona między innymi hutników. Dzień Hutnika został zainicjowany w 1962 roku przez prof. Wacława Różańskiego, który - na podobieństwo tradycji górniczych - przygotował scenariusz obchodów i ślubowania hutniczego. Od kilkudziesięciu lat obchodom towarzyszą konferencje naukowe, seminaria oraz prezentacje studenckie.

W ramach tegorocznego święta odbędzie się 55. Konferencja Studenckich Kół Naukowych Pionu Hutniczego. Podczas największego tego typu spotkania naukowego w Polsce studenci mają okazję zaprezentować swój dorobek naukowy z ostatnich lat. W tym roku zgłoszono blisko 500 referatów przygotowanych przez ponad sześćset studentów, członków studenckich kół naukowych z AGH, ale także z kół naukowych z innych uczelni, w tym zagranicznych. Referaty prezentowane będą w między innymi w sekcji automatyki, robotyki, akustyki, bioinżynierii, recyklingu czy ochrony środowiska

**Obchody Dnia Hutnika w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie**  
**Kraków.pl, 9.05.2018 r.**

oraz kilkudziesięciu innych dyscyplinach. Podczas tegorocznych obchodów Dnia Hutnika odbędzie się również międzynarodowa konferencja naukowa pt. „Innowacje w Metalurgii i Inżynierii Materiałowej”, podczas której referaty wygłoszą m.in. naukowcy z Japonii i Stanów Zjednoczonych. Najważniejsze wydarzenia związane z Dniem Hutnika odbędą się w piątek, 11 maja. O godz. 12:00 rozpocznie się uro-

czysty przemarsz studentów i pracowników przez kampus AGH przy akompaniamencie Orkiestry Reprezentacyjnej AGH, po nim uroczyste posiedzenie Senatu, a następnie - o godzinie 14:00 - ceremonia ślubowania hutniczego. Tradycyjnie już studenci I roku kierunku metalurgia symbolicznie przekują kawałek metalu, a mistrz ceremonii pasuje ich na hutników.

**Studenci AGH rozmawiają o górnictwie kosmicznym**  
[Lovekraków.pl](http://Lovekraków.pl), 28.05.2018 r.

W czwartek, 24 maja, na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH w Krakowie, odbyła się I Studencka Konferencja Górnictwa Kosmicznego. W wystąpieniach przygotowanych przez prelegentów znalazły się zagadnienia dotyczące m.in. możliwości pozyskania surowców w przestrzeni kosmicznej, pobierania próbek ciał niebieskich, budowy napędów kosmicznych oraz wykorzystania metod geofizycznych w badaniu robotyki kosmicznej. – Temat górnictwa kosmicznego jest tematem przyszłościowym, dlatego pozostaje obecny na naszej uczelni – mówi Paweł Mendyka, asystent w Katedrze Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych. – Na AGH uczymy o klasycznym górnictwie: metodach wydobywania, maszynach i urządzeniach, czyli aspektach przyziemnych, jednakże prace dyplomowe naszych studentów często odnoszą się do zagadnienia górnictwa w warunkach specyficznych. To zagadnienie jest coraz popularniejsze, ponieważ dostęp do złóż ziemskich stopniowo się wyczerpuje, szczególnie, gdy mówimy o metalach ziem rzadkich. Należy zatem korzystać z potencjału asteroid, które krążą wokół Ziemi czy w Układzie Słonecznym. W trakcie konferencji swoją wiedzę oraz doświadczeniem dotyczącym zagadnienia górnictwa kosmicznego,

podzielili się przedstawiciele koła naukowego AGH Space Systems, które zajmuje się technologiami sektora kosmicznego. – Nasze działania pokazują, że górnictwo kosmiczne nie jest zagadnieniem, które pozostaje w sferze fiction, my zajmujemy się prawdziwym science – mówi Przemysław Drożdż, student AGH oraz członek koła naukowego AGH Space Systems. – Budujemy rakiety, które latają na zadane pułapy, które wykorzystają technologie stosowane choćby w prawdziwych raketach. Jedną z rakiet zaprojektowaną przez krakowskich studentów zasilana jest silnikiem na paliwo ciekłe. Rozwój projektu zajął dwa lata, faza projektowa trwała trzy miesiące. W przyszłym miesiącu projekt Space System zostanie zaprezentowany na zawodach Spaceport America Cup w Nowym Meksyku. Co więcej, ubiegłym roku Space System po raz kolejny walczyło o mistrzowski tytuł CanSat Competition – najbardziej prestiżowych międzynarodowych zawodów akademickich technologii satelitarnych. Zadaniem koła naukowego było zaprojektowanie i przeprowadzenie pełnej misji lądownika planetarnego mającego symulować misję eksploracji atmosfery Wenus. W 2015 roku AGH Space Systems odniosło tam historyczny sukces, gdzie zajęło pierwsze miejsce i pokonało 59 zespołów z całego świata.

**Krakowskie uczelnie wśród liderów Rankingu Perspektyw**  
[Dziennik Polski](http://DziennikPolski.pl), 30.05.2018 r.

Uniwersytet Jagielloński znalazł się na czele rankingu najlepszych szkół wyższych, Akademia Górniczo-Hutnicza zajęła piąte miejsce. Zestawienie najlepszych polskich uczelni po raz kolejny przygotowała Fundacja Edukacyjna Perspektywy. W pierwszej dziesiątce tegorocznej listy Perspektyw znalazła się również Akademia Górniczo-Hutnicza, która została sklasyfikowana na 5. pozycji. To o jedno miejsce wyżej niż przed rokiem. Wśród uczelni technicznych AGH zajęła drugie miejsce, ustępując jedynie Politechnice Warszawskiej. O wysokiej pozycji krakowskiej szkoły zdecydowała m.in. jakość kształcenia na 8 kierunkach, uznanych za najlepsze w Polsce: automatyce i robotyce, elektronice i telekomunikacji, elektrotechnice, górnictwie i geologii, inżynierii biomedycznej, mechanice i budowie maszyn, mechatronice oraz zarządzaniu i inżynierii produkcji. – Bardzo nas cieszy awans na drugie miejsce w kategorii uczelni technicznych i piąte w klasyfikacji generalnej. Uważamy jednak, że – patrząc na wszystkie zestawienia międzynarodowe – nasza pozycja w Rankingu Perspektyw jest wciąż poniżej naszych aspiracji i ambicji – mówi prof. dr hab. inż. Wojciech Łuźny, prorektor AGH ds. kształcenia. Ranking Perspektyw

jest publikowany od 2000 roku. Do oceny jakości kształcenia oferowanego przez uczelnie są wykorzystywane kryteria podzielone na siedem grup: prestiż, absolwenci na rynku pracy, potencjał naukowy, efektywność naukowa, potencjał naukowy, innowacyjność i umiędzynarodowienie. Twórcy zestawienia sprawdzają m.in. skuteczność szkół w pozyskiwaniu środków na badania, liczbę pracowników z tytułami naukowymi i studentów z zagranicy. W zestawieniu obejmującym 94 najlepsze szkoły wyższe łącznie znalazło się 10 małopolskich uczelni. Obok UJ i AGH na listę trafiły także Politechnika Krakowska (38. miejsce), Uniwersytet Rolniczy (44. miejsce), Uniwersytet Ekonomiczny i Uniwersytet Papieski (miejsca 51-60), Uniwersytet Pedagogiczny (61-70), Akademia Wychowania Fizycznego i Krakowska Akademia (71-80) oraz Akademia Ignatianum (81-90). Dodatkowo Uniwersytet Pedagogiczny uznano za lidera w kategorii uczelni pedagogicznych, a krakowski AWF w grupie tych kształcących w zakresie wychowania fizycznego. Oprócz rankingu uczelni akademickich Fundacja Edukacyjna Perspektywy przygotowała także zestawienia najlepszych szkół niepublicznych i Państwowych Wyższych Szkół Zawodowych.



# Industy 4.0 wkroczyło na AGH

Ilona Trębacz

– Systemy wytwarzania to kompleksowe ekosystemy wielowarstwowe. W naszym laboratorium skupiamy się głównie na poziomie wykonawczym (ang. Field Layer), czyli uczymy w nim, jak programować linie technologiczne, aby były gotowe na standard przyszłości, czy nawet można powiedzieć, że już teraźniejszości. Dlaczego? Ponieważ jeśli firmy chcą osiągnąć sukces, mieć wartość dodaną i przewagę nad konkurencją, to muszą znaleźć się już teraz w obszarze industy 4.0. Uznałem, że nie wszystko da się zrobić na symulacji. Najlepiej studenci uczą się wtedy, gdy mogą coś zrobić, dotknąć, zobaczyć. Na konferencji spotkałem Pawła Gładysia, jak się okazało później „spiritus movens” naszego przedsięwzięcia po stronie przemysłu, z firmy Teamtechnik, będącej jednym ze światowych liderów innowacyjnych technologii produkcyjnych i w pełni elastycznych linii montażowych oraz testowych. Teamtechnik jest naszym głównym integratorem, czyli przedsiębiorstwem, które dostaje produkt, a jego zadaniem jest wymyślić taką technologię, aby na początku linii trzeba było tylko dostarczyć substraty, a na jej końcu odebrać gotowy towar – mówi dr inż. Krzysztof Lalik z Katedry Automatykacji Procesów na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki.

Teamtechnik przyjmując na staże zauważył, że studenci AGH są bardzo dobrze wykształceni, ale można pomóc szkolić ich jeszcze lepiej. Firma uznała, że nie da się podnieść poziomu kształcenia bez inwestycji i tak w listopadzie 2016 roku powstał pomysł, aby Teamtechnik wykonał linię technologiczną w standardzie Industy 4.0, która nieodpłatnie zostanie dostarczona na naszą uczelnię. Linia ma wartość miliona złotych.

– Tak duże laboratorium dydaktyczne jest jedyne w naszym kraju, a w Europie funkcjonują jeszcze dwa lub trzy. Podobne, ale na mniejszą skalę i za fundusze europejskie, działa na Politechnice Lubelskiej. W naszym przypadku to przemysł zauważył brak konkretnych umiejętności u studentów i postanowił pomóc w ich wyrównaniu – zauważa dr Lalik.

Linia w nowym laboratorium jest elastyczna, dlatego na przykład zaprojektowano stoły (stacje) tak, aby można je było dowolnie konfigurować. To ważne dlatego, że średni czas życia linii produkcyjnej to dwa, trzy lata. Po takim czasie będzie ona odbiegać od nowoczesnych standardów. Można też wymieniać poszczególne elementy linii, w zależności od tego, czego trzeba nauczyć

Czwarta rewolucja przemysłowa została ogłoszona w 2011 roku na konferencji w Niemczech. Przypomnijmy, że pierwsza rewolucja przemysłowa to maszyna parowa, czyli mechanizacja, druga to elektryfikacja, trzecia – automatyzacja, a czwartą jest informatyzacja. Jedną z definicji biznesowych określa ją jako tę, która łączy ze sobą cyberfizyczne światy. Oznacza to, że informatyka jest bardzo mocno związana z przemysłem, dzięki czemu można szybciej i wydajniej wytwarzać bardziej spersonalizowane produkty. Wszystko ma być smart, więc chodzi o to, aby za pomocą swojej komórki można było zaprojektować sobie produkt i bez udziału człowieka lub z niewielkim jego udziałem informacja o tym produkcie dociera coraz niżej aż do linii produkcyjnej, która nie musi być nawet przeprogramowywana, aby tę produkcję wdrożyć. Teraz przyłączeniu sfery biznesowej, przemysłowej, zamówieniowej i logistycznej jest wymagana obecność człowieka, który każdą informację opracuje i przekaże dalej. W industy 4.0 chodzi o takie projektowanie i programowanie urządzeń, aby były one oparte o systemy, które nie wymagają przeprogramowywania danej produkcji i działań ludzkich. To jest głównym założeniem czwartej rewolucji.

studentów. Firmy zadeklarowały, że co dwa, trzy lata ta linia będzie odświeżana.

Przedsiębiorcy oprócz dobrze wykształconych absolwentów liczą też na marketing, ponieważ pokazują, że uczestniczą w czwartej rewolucji przemysłowej. Podkreślają, że zaczyna brakować pracowników o konkretnych umiejętnościach, a ich rozwój ściśle zależy przecież od wykwalifikowanej kadry. Dzięki laboratorium absolwent AGH będzie mógł samodzielnie pracować nad projektami.

– W pierwszym semestrze z laboratorium korzystało 500 studentów tygodniowo z Wydziału IMiR ze specjalności automatyka i robotyka, mecha-

Linia w nowym laboratorium jest elastyczna, aby można ją było dowolnie konfigurować



foto: K. Lalik

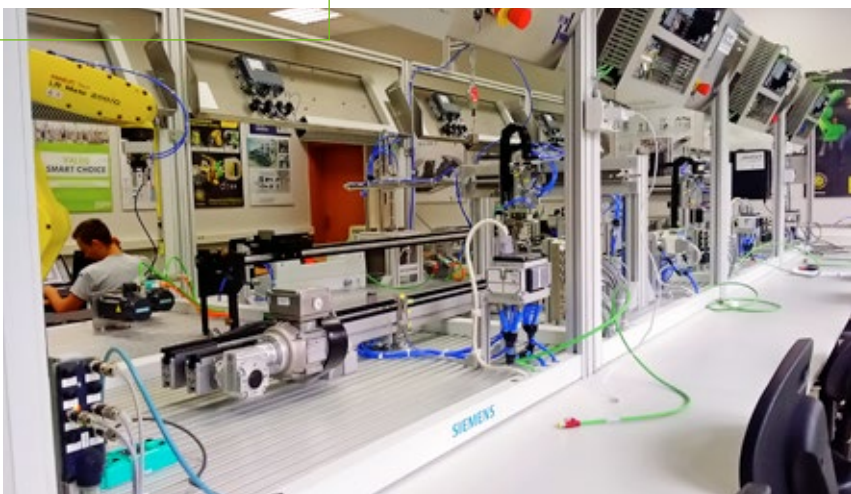
fot. K. Lalik



Studenci uczą się najlepiej, gdy mogą coś zrobić samodzielnie, dotknąć, zobaczyć

nika i budowa maszyn, inżynieria mechaniczna i materiałowa; z Wydziału EAIiB ze specjalności inżynierii biomedycznej oraz studiów podyplomowych „przemysłowe systemy sterowania”. Każda specjalizacja potrzebuje innej wiedzy, więc dla potrzeb studentów opracowaliśmy program nauczania w naszym labie w taki sposób, aby uczyli się tego, co jest dla nich najpotrzebniejsze. Gdzie taką wiedzę można wykorzystać? Praktycznie we wszystkich działach przemysłu i usług. Podam taki przykład. Jedną z firm w USA, zajmującą się higieną w toaletach na stadionach, dzięki branży 4.0 zwiększyła swoje zyski poprzez założenie w dystrybutorach mydła i papierowych ręczników inteligentnych czujników z możliwością komunikacji, dzięki czemu miała możliwość uzyskania tak zwanego Big Data, opracowania ich i w konsekwencji odpowiadania na realne zapotrzebowanie. Pracownicy nie musieli więc kierować dostaw ze swoim towarem bez potrzeby, a tylko wtedy, gdy czujniki wskazywały na kończące się zasoby lub gdy system informatyczny przewidywał zwiększone zapotrzebowanie. To pozwoliło im na dwukrotne obniżenie ceny usługi, dzięki czemu zaczęli wygrywać wszystkie przetargi. I to nie był dumping, ponieważ niską cenę osiągnęli dzięki najnowocześniejszej

Nie uda się podnieść jakości kształcenia bez inwestycji



fot. K. Lalik

technologii – opowiada dr Lalik. – W przyszłości chcemy rozszerzyć współpracę z innymi wydziałami naszej uczelni. Teraz pracujemy, aby dostarczać gospodarce wykwalifikowanego absolwenta, dzięki czemu możemy realnie wpływać na kształt branży 4.0 – dodaje naukowiec.

A co na to studenci? Poprosiliśmy kilka osób o wypowiedź dla czytelników Biuletynu AGH.

- Laboratorium systemów sterowania branży 4.0 to doskonałe posunięcie. Jest świetnie wyposażone i zawiera praktycznie wszystkie elementy, jakie można spotkać w nowoczesnych halach produkcyjnych. Sama idea, że całe laboratorium podzielone jest na poszczególne stanowiska i należy je tak zaprogramować, aby razem mogły funkcjonować, wydaje mi się świetnym pomysłem. Co więcej, jest to doskonały sposób na naukę od podstaw programowania sterowników PLC, a następnie użycie tej wiedzy przy większych projektach. Istotny jest także fakt, iż każdy student, po wcześniejszym uzgodnieniu z prowadzącym, może samodzielnie pracować na każdym ze stanowisk i uczyć się różnych aspektów sterowania elementami automatyki przemysłowej. Dzięki temu zdobywa się wiedzę, którą można później wykorzystać w dalszej karierze inżyniera automatyka – mówi student Mateusz Berka.
- Nareszcie możemy ćwiczyć na sprzęcie żywcem wyjętym z hali produkcyjnej i doskonalić umiejętności wymagane od nas przez pracodawców na rynku pracy. AGH zdecydowanie powinno inwestować w budowę nowoczesnych laboratoriów oraz modernizować istniejące, ponieważ to w nich studenci mają szansę nauczyć się najwięcej o swoim fachu – dodaje Mateusz Rączka.
- Stworzenie dodatkowego laboratorium w Katedrze Automatykacji Procesów było świetną okazją dla nas, przyszłych automatyków, do nauczenia się czegoś nowego na bardzo profesjonalnym i nowoczesnym sprzęcie. Moi znajomi z innych wydziałów czy uczelni byli pod wielkim wrażeniem rozmachu, z jakim udało się zorganizować dla nas dodatkowe miejsce zdobywania wiedzy. Wszystkie godziny spędzone na testowaniu wybieranych przez nas rozwiązań zaowocowały dodatkowymi umiejętnościami, które na pewno będą atutem podczas poszukiwania stażu/pracy – twierdzi Małgorzata Duc.
- Branża 4.0 to odniesienie do czwartej rewolucji przemysłowej. Uważam, że nowe laboratorium to prawdziwa rewolucja na naszym wydziale. Właśnie tak wyobrażałem sobie kierunek automatyka i robotyka, decydując się na niego. Szkoda, że pojawiło się dopiero teraz, kiedy jestem na ostatnim roku. Laboratorium branży 4.0 jest dowodem na to, że uczelnia może być na bieżąco z najnowszymi standardami – uważa Patryk Zawadzki.
- Nowo utworzone laboratorium w katedrze automatykacji procesów branży 4.0, które jako

pierwszy rok mamy możliwość użytkować, daje nam możliwości nabycia umiejętności oczekiwanych w przemyśle, takich jak na przykład sterowanie serwonapędami, obsługa modułów safety, czy opanowanie obecnie zwiększającego popularność języka SFC. Osobiście uważam, że największą zaletą tego laboratorium jest odwzorowanie prawdziwej przemysłowej linii technologicznej. W owym

laboratorium można się poczuć jak w zakładzie produkcyjnym – dodaje Filip Bugajski.

Zaangażowanych w powstanie laboratorium jest dziewięć firm: teamtechnik Production Technology, Siemens AG, Bosch Rexroth Sp. z o. o., FANUC Polska, Valeo Autosystemy, Adient Seating Poland, Pepperl+Fuchs, SMC Industrial Automation Polska, Microsoft Polska.

# Nowości Wydawnictw AGH

oprac. Agnieszka Rusinek  
(na podstawie fragmentów  
książki i recenzji)

Każdy dźwięk rejestrowany w określonym miejscu jest jego własnością szczególną, jest składową danego środowiska (krajobrazu) dźwiękowego. Synergiczne działanie słuchu z innymi zmysłami pozwala na pełne doświadczanie miejsc i sytuacji, pomaga w ich zapamiętaniu i rozpoznawaniu. Niestety rozwój techniki i postęp cywilizacyjny trwale zmieniają pierwotny naturalny krajobraz. Ingerencja cywilizacji w naturalne ekosystemy coraz bardziej narusza ich równowagę. Często różne dźwięki bezpowrotnie znikają, a współczesny krajobraz dźwiękowy staje się monotony, ponieważ na przeważających obszarach dominuje jeden typ hałasu – hałas komunikacyjny. Dlatego też poszukuje się elementów określających tradycję, tożsamość i specyfikę danych regionów, które w ramach ekologii akustycznej powinny zostać objęte ochroną. Z tego względu ważne jest uznanie dźwięków za integralne obiekty dziedzictwa kulturalnego i naturalnego. Odpowiednia identyfikacja i rejestracja dźwięków pozwoliłyby na stworzenie archiwum krajobrazu dźwiękowego dla przyszłych pokoleń, a tym samym na ocalenie od zapomnienia unikatowych dla danego terenu dźwięków.

Klimat arktyczny pod względem akustycznym jest zbadany bardzo słabo. Monografia „Środowisko akustyczne Spitsbergenu – wybrane zagadnienia” poszerza wiedzę o dźwiękowym klimacie tego jednego z akustycznie dziewiczych terenów, to znaczy takiego, gdzie ingerencji człowieka nie ma lub jest niewielka. Monografia jest podsumowaniem dwóch ekspedycji na Spitsbergen, które grupa naukowców z Katedry Mechaniki i Wibroakustyki zorganizowała w sierpniu 2016 roku i w lutym 2017 roku. Badano krajobraz dźwiękowy wybranych miejsc Spitsbergenu – największej norweskiej wyspy,

położonej w archipelagu Svalbard. Rejestrację różnych dźwięków prowadzono między innymi w osadach ludzkich, w dolinach, w jaskiniach lodowych oraz na szczytach górskich. Analizie poddano również hałas pochodzący od źródeł komunikacyjnych charakterystycznych dla Arktyki (skutery śnieżne, psie zaprzęgi).

Opracowana metodyka badawcza objęła: analizę miejsca i sytuacji, sposób rejestracji, ustalenie społecznych kontekstów rejestrowanych pejzaży dźwiękowych oraz identyfikację cech antropogenicznych i psychoakustycznych środowiska dźwiękowego. Dzięki badaniom możliwe też było określenie wartości bazowych dla analiz wpływu działalności człowieka oraz zmian klimatycznych na krajobraz dźwiękowy i środowisko naturalne.

Do testowania przyjętych hipotez badawczych zastosowano klasyczną metodę oceny środowiska akustycznego, opartą na ilościowym pomiarze poziomu ciśnienia akustycznego i pomiarze jakościowym (zapisy dźwięków ambisonowych) oraz metodę krajobrazu dźwiękowego. Poziomy dźwięków analizowano w ujęciu czasowym oraz przestrzennym, a krajobraz dźwiękowy prezentowano z wykorzystaniem technologii ambisonicznej.

Z uwagi na niewielką liczbę polskich publikacji poświęconych tematyce krajobrazów dźwiękowych na obszarach arktycznych, monografia może spełniać ważną funkcję informacyjną i edukacyjną dla studentów, pracowników działów ochrony środowiska, akustyków, projektantów krajobrazu i innych osób zainteresowanych problematyką hałasu. Prezentowane w pracy analizy i przykłady mogą ułatwić poznanie i pogłębianie wiedzy z dziedziny ochrony środowiska przed hałasem.

wybrane pozycje – pełna oferta:

[www.wydawnictwa.agh.edu.pl](http://www.wydawnictwa.agh.edu.pl)

Dorota Czopek,  
Paweł Matecki,  
Janusz Piechowicz,  
Jerzy Wiciak

Środowisko akustyczne  
Spitsbergenu –  
wybrane zagadnienia



# Koło Naukowe Geodetów DAHLTA

Anna Lisowska,  
Justyna Ruchała  
członkowie KNG Dahlta



fot. S. Szombara

**Opiekun:**  
dr inż. Tadeusz Szczutko

Koło Naukowe Geodetów Dahlta prowadzi swoją działalność przy Wydziale Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska i kontynuuje misję działającego do 1950 roku Koła Naukowego Geodetów. Jego nazwa, zainspirowana popularnym w latach 80. tachimetrem optycznym Dahlta 010A, funkcjonuje od 28 lutego 2011 roku.

Obecnie opiekunem 54 członków koła oraz ich nieprzeciętnych projektów jest dr inż. Tadeusz Szczutko (w KNG Dahlta od 1974).

Nasze koło za cel stawia sobie przede wszystkim rozbudzanie zainteresowań studentów w dziedzinach geodezyjnych i pokrewnych. Nie jest to jednak realizowane przez narzucone z góry projekty czy badania. Często spontaniczne inicjatywy okazują się strzałem w dziesiątkę – student, który ma ciekawy pomysł, zbiera zainteresowanych kolegów i poprzez wspólną, twórczą pracę naukowo-badawczą, rozwijają się realizując nietypowe pomiary: inwentaryzacja Smoczej Jamy na Wawelu, konstruując innowacyjne maszyny – Focus Sphere –

zautomatyzowana platforma fotogrametryczna, czy dbając o pamięć ważnych miejsc historycznych – Interaktywna mapa obozu koncentracyjnego Płaszów. Działamy zespołowo, nie tylko dlatego, że trudno samemu wykonać pomiary geodezyjne, ale również dlatego, że praca grupowa daje nieporównanie lepsze rezultaty niż praca indywidualna, nie wspominając o korzyściach innych niż naukowe. W trakcie przygotowania i uczestnictwa w obozach krajowych (Łeba, Tatry, Polesie, Bieszczady) i zagranicznych (Wyprawy Bari) zawiązują się przyjaźnie na lata. Każdy z nas przyznaje, że pomiary doskonale weryfikują to, na kim możemy polegać (w każdych warunkach terenowych!) oraz zapewniają wspomnienia na całe życie.

W naszym C-4 organizujemy także Forum Uni-Biznes Geodezja-Przedsiębiorcy-Studenti (GPS). W trakcie tego wydarzenia spotykają się dwa środowiska – studencki ruch naukowy oraz przedsiębiorcy branży geodezyjnej. W ten sposób budujemy platformę wymiany doświadczeń dla wszystkich uczestników – śmiało można zadawać pytania i proponować swoje rozwiązania.

Chętnie współpracujemy z innymi kołami naukowymi z AGH (AGH Racing, GEOFON, KIWON), czy instytucjami zewnętrznymi (Dworek Paderewskiego, Tatrzański, Poleski, Słowiński Park Narodowy, Wawel). Dbamy, aby to co robimy, było użyteczne dla różnych jednostek społecznych, co dodatkowo motywuje nas do rzetelnej pracy, a co za tym idzie – jest prawdziwym przygotowaniem do naszego zawodu. O wynikach naszych badań chętnie piszemy na stronach czasopism geodezyjnych (Krakowski SMOK w Przemyśle, Dwór z ziemi i powietrza – miesięcznik GEODETA).

Jesteśmy bardzo otwarci na kontakty nie tylko ze studentami z polskich uczelni, ale także na współpracę z zagranicznymi pasjonatami geodezji. Bierzymy czynny udział w ogólnopolskich konferencjach (Ogólnopolskie Konferencje Studentów

Spyw Kołowy Mała Panew 2018  
– członkowie KNG Dahlta



fot. arch. KNG Dahlta

Geodezji), często zdobywając nagrody i wyróżnienia. W naszym geodezyjnym kalendarzu konferencyjnym są także wydarzenia międzynarodowe (International Geodetic Student Meeting, International Forum-Contest of Young Researchers, Esri Storytelling and Maps Contest), na które jesteśmy zapraszani przez przyjaciół z innych krajów. Zaproponowane przez nas innowacyjne rozwiązania pomiarowe, ciekawe referaty i postery są doceniane również poza granicami naszego kraju.

Ale KNG Dahlta to nie tylko projekty naukowe. Trochę sportu czy wyjście do teatru, czyli to, co robimy w ramach Sportowej/Kulturalnej Dahlti, to dwie z wielu możliwości nawiązania bliższych

relacji pomiędzy członkami koła. Organizujemy też rajdy, podczas których wspólnie zdobywamy górskie szczyty lub z kajaka poznajemy uroki wodnych szlaków. Na ogólnokrajowych rajdach słyniemy zaś z Geoolimpiady, w której staramy się geodezję uczynić pretekstem do aktywnego, sportowego spędzania czasu.

Czy warto należeć do KNG Dahlta?

Poza olbrzymimi możliwościami rozwoju, dostępu do specjalistycznego sprzętu, wyjazdów, koło daje niepowtarzalną okazję na zdobywanie doświadczenia w dziedzinach geodezyjnych i im pokrewnych. Mimo że projekty często są bardzo czasochłonne, zawsze realizujemy je w koleżeńskiej atmosferze.

Więcej informacji o nas i naszej działalności znaleźć można na stronie [www.kng.agh.edu.pl](http://www.kng.agh.edu.pl), funpage'u na Facebooku oraz Instagramie. Serdecznie zapraszamy do zapoznania i zainspirowania się naszymi działaniami.

# W naukowym świecie studenckich osiągnięć

Monika Wolny

Podczas uroczystej inauguracji konferencji nie zabrakło z nami władz rektorskich, dziekanów i prodziekanów wydziałów, opiekunów kół oraz najważniejszych osób tego dnia – studentów – członków kół naukowych, którzy na co dzień rozwijają w kołach swoje naukowe pasje. Inaugurację zaszczylicili swoją obecnością: prof. Anna Siwik – Prorektor ds. Studenckich, która w imieniu patrona, prof. Tadeusza Słomki – Rektora AGH, dokonała oficjalnego otwarcia konferencji, a także prof. Tadeusz Telejko – Dziekan WIMiP wraz z prodziekanami, prof. Wojciech Suwała – Dziekan WEiP, opiekunowie kół, goście z zagranicznych uczelni oraz gość honorowy dr Jadwiga Orewczyk – była Pełnomocnik ds. Kół Naukowych Pionu Hutniczego.

Pani rektor w swoim wystąpieniu podkreśliła znaczenie studenckiego ruchu naukowego i gorąco gratulowała wszystkim kołom naukowym i ich opiekunom osiągnięć w minionym roku, zachęcając do dalszego działania w ramach kół naukowych. Doktor inż. Leszek Kurcz – Pełnomocnik Rektora ds. Kół Naukowych Pionu Hutniczego – koordynator działalności kół oraz rzeczywisty gospodarz uroczystości, przedstawił wspólny dorobek studenckich kół naukowych działających w pionie hutniczym, wskazując na osiągnięcia i sukcesy w okresie ostatniego roku. Podkreślił, że praca w kołach naukowych jest okazją do zdobycia wartościowego doświadczenia zawodowego, poszerzenia dorobku naukowego oraz pracy w zespołach najlepszych specjalistów, czyli studentów i pracowników naukowo-dydaktycznych AGH. Podziękował również

Coroczne naukowe wydarzenie w AGH, czyli majowa Konferencja Studenckich Kół Naukowych Pionu Hutniczego już za nami. 10 maja 2018 roku mieliśmy okazję spotkać ponad sześciuset autorów referatów i wysłuchać ponad czterysta pięćdziesiąt ich wystąpień, reprezentujących koła naukowe z siedemnastu uczelni, w tym dwunastu zagranicznych, którzy w trakcie obrad ponad trzydziestu sekcji i podsekcji, przedstawiali nam wyniki swojej naukowej pracy.

władzom rektorskim za nieustanną pomoc i tworzenie dobrego klimatu dla studenckiego ruchu naukowego w AGH. Szczególne podziękowania skierował także pod adresem władz dziekańskich Wydziału Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej za coroczne wsparcie organizacji studenckich konferencji. Doktor L. Kurcz złożył także serdeczne podziękowania opiekunom kół naukowych za zaan-

Wspólne zdjęcie podczas dorocznej „Wielkiej Studenckiej Majówki” – piknik w Piekarach





Podsumowanie studenckiej sesji naukowej na Wydziale IMiIP

gażowanie i pracę na rzecz studenckiego ruchu naukowego. Szczególne podziękowania skierował pod adresem opiekunów kół, tegorocznych koordynatorów obrad poszczególnych sekcji tematycznych. Poinformował także, że prof. T. Słomka – Rektor AGH uhonorował kilku opiekunów specjalnymi dyplomami za zasługi w pracy na rzecz studenckiego ruchu naukowego. Wyróżnieni zostali opiekunowie: dr inż. Monika Kuźnia – opiekun KN „Caloria”, dr inż. Joanna Augustyn-Pieniążek – opiekun KN „Era Inżyniera”, prof. Janina Molenda – opiekun KN „Hydrogenium”, dr Beata Ostachowicz – opiekun KN „Bozon”, dr hab. inż. Katarzyna Styszko – opiekun KN „RedoX”, dr hab. inż. Tomasz Buratowski – opiekun KN „AGH Space Systems”, dr inż. Marek Długosz i dr inż. Paweł Skruch – współopiekunowie KN „Integra”, dr inż. Paweł Drożdż – opiekun KN „Metalurgii Surówki i Stali”, mgr inż. Wojciech Kalawa – opiekun KN „Ignis”, mgr inż. Łukasz Krzak – opiekun KN „Elektroników”, dr inż. Piotr Micek – opiekun KN „Controllers”, dr inż. Daniel Prusak – opiekun KN „KiNeMaTiCs”, dr inż. Grzegorz Michta – opiekun KN „Metaloznawców”, mgr inż. Krzysztof Sornek – opiekun KN „EkoEnergia”, dr inż. Krzysztof Zagórski – opiekun KN „Mechaników”, dr hab. inż. Paweł Zydroń – opiekun KN „Piorun”. Doktor Kurcz życzył uczestnikom konferencji, w szczególności przybyłym z innych uczelni krajowych i zagranicznych, interesujących dyskusji i miłych wrażeń z pobytu w AGH i Krakowie. Podziękował także komitetowi organizacyjnemu 55. konferencji za zaangażowanie w realizacji zadań oraz Studenckiemu Towarzystwu Naukowemu i Akademickiemu Klubowi Żeglarskiemu AGH za wieloletnią współpracę przy organizacji studenckich konferencji naukowych i wydarzeń towarzyszących. W dalszej części uroczystej inauguracji zaprezentowany został referat otwierający będący projektem koncepcyjnym wykorzystania ciepła odpadowego z wentylacji do odśnieżania powierzchni przydomowych, który przygotowali studenci koła naukowego „Ignis”, a zaprezentowali inż. Małgorzata Sosna

i inż. Jan Kuchmacz. Całość inauguracji sprawnie i z wdziękiem poprowadzili Ewelina Pacułt i Aleksander Siuta z KN „Metaloznawców”.

Po oficjalnym rozpoczęciu nadszedł czas na obrady w sekcjach i podsekcjach tematycznych. Sekcje tematyczne obejmują bardzo szerokie spektrum zagadnień, którymi zajmują się studenci w kołach naukowych na wielu uczelniach krajowych i zagranicznych. Tak jak w poprzednich latach, podczas konferencji przeprowadzony został konkurs na najlepsze referaty w poszczególnych sekcjach tematycznych. Autorzy wyróżnionych w konkursie referatów uzyskali także możliwość opublikowania swoich osiągnięć naukowych w specjalnym zeszycie naukowym, a zwycięzcy konkursu zaprezentowali swoich referatów podczas AGH International Student Conference: Knowledge, Technology and Society (AGH ISC)g. Wszyscy laureaci zostali ujęci na stronie kół pod adresem:

[www.kolanaukowe.agh.edu.pl/ph/?page\\_id=493](http://www.kolanaukowe.agh.edu.pl/ph/?page_id=493)  
Zgodnie z coroczną tradycją zwieńczeniem konferencji studenckich kół naukowych jest Wielka Studencka Majówka, czyli rejs statkiem po wodach Wisły spod Wawelskiego Wzgórza aż do Tyńca. Zainicjowana wiele lat temu przez dr inż. Leszka Kurcza – Pełnomocnika Rektora ds. Kół Naukowych i organizowana pod patronatem prorektora ds. studenckich jest okazją do integracji studentów uczestniczących w konferencjach z ich opiekunami naukowymi oraz władzami wydziałów i uczelni. Wielka Studencka Majówka to idealny przykład, jak ciekawie łączyć naukę, kulturę i rekreację bo przecież „nie samą nauką żyje student”. Od ubiegłego roku dołączyli do tego wydarzenia także przedstawiciele kół naukowych pionu górniczego. W drodze do Tyńca, czyli „pod prąd” odbyły się liczne konkursy między innymi z wiedzy o AGH i studenckich konferencjach naukowych, a do wygrania były ciekawe nagrody związane z AGH. Po dobiecju do kei w Tyńcu na uczestników Wielkiej Studenckiej Majówki czekały takie atrakcje jak zwiedzanie Opactwa Benedyktów w Tyńcu i kompleksu zabudowań klasztornych oraz poruszający koncert muzyki klasycznej (J.S. Bach i Ch.M. Widor) wykonany przez mistrza muzyki organowej Pawła Prochwicza.

Po koncercie i zwiedzeniu historycznej części opactwa kapitan i załoga statku „Nimfa” wraz z uczestnikami majówki przeprawili się na drugi brzeg rzeki, by rozkoszować się smakami potraw z grilla nad brzegami Wisły, aby następnie nasyceni pięknymi widokami wyruszyli w drogę powrotną do Krakowa.

Droga „z prądem” minęła niezwykle szybko za sprawą wspianiałej zabawy i szalonego tańca na pokładzie statku, a wszystko to za sprawą naszego niezastąpionego wodzireja Michała Pilarczyka – byłego prezesa Akademickiego Klubu

Żeglarskiego AGH. Zabawie i tańcom nie było końca, a po dołygnięciu pod Wawelskie Wzgórze tradycyjnie już zabrzmiał donośnie głos uczestników „tak się bawi, tak się bawi AGH”.

55. Konferencja Studenckich Kół Naukowych i Wielka Studencka Majówka przeszły do historii. Już dziś zapraszamy do wzięcia udziału w kolejnej 56. konferencji 2019.

Działalność w kołach naukowych, uczestnictwo w konferencjach, spotkaniach i wyjazdach umożliwiają nie tylko poszerzanie wiedzy i realizację naukowych pasji, ale także nawiązanie wielu ciekawych znajomości, wymianę doświadczeń, a także odwiedzenie i poznanie atrakcyjnych miejsc naszego regionu. Uczestnikom tegorocznej Wielkiej Majówki gratulujemy i dziękujemy, że byli z nami!

# Sukcesy studentów AGH w Sankt Petersburgu

dr inż. Paweł Bogacz

W konferencji oraz towarzyszącym jej konkursie wzięli udział studenci działający w kołach naukowych AGH, wyłonieni z grona laureatów odbywającej się w grudniu 58. Konferencji Studenckich Kół Naukowych Pionu Górniczego AGH. Wyjazd zorganizował Pełnomocnik Rektora ds. Kół Naukowych Pionu Górniczego dr inż. Paweł Bogacz z Katedry Ekonomiki i Zarządzania w Przemśle Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii. Na czele delegacji stanął prof. Jerzy Lis – Prorektor ds. Współpracy.

## Referaty studentów AGH nagrodzone w konkursie prac naukowych:

**I miejsce w sekcji** „Equipment, Transportation, Service and Energy efficiency of mining enterprises”

Project of a Testing Station for Phase Change Material

Agnieszka Dzindziora (Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Koło Naukowe Mechaników Energetyków)

**II miejsce w sekcji** „Development of Solid minerals deposits and Safety mining operations”

Project of Measuring Device for Boreholes  
Grzegorz Jahn (Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Koło Naukowe „Skalnik”)

**II miejsce w sekcji** „Economic tools of innovative development”

Reporting and Analysis of Small Manufacture Retail and Service Using Microsoft Excel  
Jakub Liszcz (Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Koło Naukowe „Zarządzanie”).

W konferencji „Topical issues of rational use of natural resources”, która obejmowała dziewięć sekcji tematycznych, uczestniczyło blisko 400

11-osobowa grupa studentów AGH zajęła drugie miejsce w klasyfikacji uniwersytetów zagranicznych w międzynarodowym konkursie młodych uczonych podczas konferencji naukowej poświęconej tematyce gospodarowania zasobami naturalnymi „Topical issues of rational use of natural resources”. Referaty naszych studentów zostały także nagrodzone w konkursie prac naukowych.

młodych uczonych z ponad 30 uniwersytetów z 16 krajów świata, w tym z Niemiec, Polski, Austrii, Wielkiej Brytanii, Chin, Mongolii, Danii i Rosji. Konferencja odbyła się w dniach 18-20 kwietnia 2018 roku w Sankt Petersburgu, a jej organizatorem był Mining University w Sankt Petersburgu (Sankt-Petersburski Państwowy Uniwersytet Górniczy).

Wspólne zdjęcie reprezentacji naszej uczelni



for. archiwum prywatne dr. inż. Pawła Bogacza

# Wiedza, pasja, więź w praktyce

Mariusz Badura

Podstawowym problemem studenta w semestrze letnim jest coraz piękniejsza pogoda i coraz mniej czasu do sesji, bo przecież podobno „nie samą nauką żyje student”. Studenci Wydziału Energetyki i Paliw postanowili skorzystać z ostatniego beztroskiego weekendu i wybrać się na „Miecz Dziekana” – wydarzenie z kategorii „must be”, które od dziesięciu lat gości w kalendarzu wydziałowych imprez.

Jest to wyjazd, który na przestrzeni lat urósł do rangi tradycji i zarówno studenci, absolwenci jak i pracownicy nie wyobrażają sobie bez niego roku akademickiego. Jego ideą jest połączenie wypoczynku oraz sportowej rywalizacji, chociaż wielu uczestników ma okazję po raz pierwszy wejść na pokład jachtu i poznawać urok żeglowania. Miecz Dziekana organizowany jest przez Samorząd Studentów Wydziału EIP oraz Akademicki Klub Żeglarski AGH oczywiście pod patronatem dziekana wydziału. Jest to jedyne tego typu wydarzenie w naszej uczelni. Warto w tym miejscu przypomnieć, skąd wywodzi się nazwa „Miecz Dziekana”. Miecz w żeglarskim to bardzo ważny element konstrukcyjny jachtu. Jest to ruchomy płat nośny, który umożliwia płynięcie kursami pod kątem do wiatru, a jego zadaniem jest ograniczanie dryfu jednostki względem kursu. Mimo pierwszego skojarzenia ze średniowiecznymi walkami wręcz, jest bardzo ważnym elementem jachtu.

Radość po regatach



fol. M. Mazurczak

Na tegoroczny „Miecz Dziekana” uczestnicy zostali zaproszeni w dniach 25-27 maja, tradycyjnie nad jezioro Rożnowskie do Bartkowej. Sportową częścią owego wydarzenia jak i jedną z głównych atrakcji są regaty. Polegają one na przepłynięciu wyznaczonej wcześniej trasy w jak najkrótszym czasie. Nie jest to łatwa sztuka, bowiem sternik jak i cała załoga muszą wykazać się umiejętnością współpracy, dostosowania się do warunków atmosferycznych oraz wolą walki do samego końca. Ponadto, aby urozmaicić „Miecz Dziekana”, w tym roku był on organizowany z tematem przewodnim. Tym razem wiodącym tematem spotkania były klimaty hawajskie. Uczestnicy nie zawiedli organizatorów i zabrali ze sobą stosowne stroje, aby jak najlepiej odtworzyć hawajski styl. Co więcej mieli oni okazję zatańczyć taniec hula, bawić się w rytm hawajskiej muzyki i skosztować egzotycznych owoców, które w upalne dni cieszyły się wielką popularnością.

Pierwszego dnia najbardziej było czuć hawajską atmosferę, gdyż po przyjeździe i zjedzonym posiłku została zorganizowana hawajska dyskoteka, podczas której odbył się konkurs tańca hula wygrany przez Jana Kopiczko. Konkurs na najlepsze hawajskie przebranie, którego laureatami zostali Jakub Ochalik, Gabriela Ważny, Jan Kopiczko i Jakub Mojecki oraz konkurs umiejętności postugiwania się zapomnianym już hula hop, w którym indywidualnie najlepsza okazała się Gabriela Ważny. Sobota była zdecydowanie najbardziej intensywnym dniem pobytu. Od rana trwały przygotowania jachtów, kajaków, rowerów wodnych, aby w południe móc rozpocząć rywalizację. Zespoły uczestniczące w regatach zaczęły konkurować ze sobą jako pierwsze, gdyż to właśnie wyścig żaglówek jest główną atrakcją i powodem, dla którego wydziałowa społeczność decyduje się na wspólne spędzenie majowego weekendu. W tym miejscu szczególne podziękowania należą się Akademickiemu Klubowi Żeglarskiemu, który od pierwszych edycji „Miecza Dziekana” służy Wydziałowej Radzie Samorządu Studentów swoim doświadczeniem i umiejętnościami, aby wyjazd ten był jak najlepszy pod względem sportowym i organizacyjnym. Profesjonalne podejście do tematu Krzysztofa Jeziorowskiego – sędziego zawodów, pozwoliło na uczciwe i rzetelne rozstrzygnięcie wyścigu o najwyższą stawkę. Jest nią zwycięstwo w regatach i oczywiście zdobycie „Miecza Dziekana”, czyli głównego trofeum, które przechodzi



dzi z rąk do rąk najlepszych wydziałowych żeglarzy od dziewięciu lat. W tym roku sceneria, w której rozgrywały się zawody była dramatyczna. Deszcz i zmienny wiatr a nawet jego brak niewątpliwie utrudniały zawodnikom pokonanie wyznaczonego dystansu, ale były też okazją dla sterników do pokazania kunsztu żeglarskiego. Mimo to rywalizacja była niezwykle zacięta, bowiem wyścig rozstrzygnął się na ostatnich 15 metrach, przy padającym rześkim deszczu i gorącym dopingiem obserwujących zmagania żaglarzy z brzegu między innymi prodziekan Martą Wójcik i dr. Grzegorzem Jodłowskim. Przez znaczną większość czasu prowadził zespół doktora Mariusza Kopcia i jego żony, by na samym finiszu zostać wyprzedzonym przez drużynę dziekanów. Ostatecznie miejsca na podium zdobyły drużyny w składzie:

#### Miejsce I

Iga Kwiatkowska /Wojciech Suwała – sternicy, Leszek Kurcz, Mateusz Mazurczak.

#### Miejsce II

Marzena Kopeć/ Mariusz Kopeć – sternicy, Kasia Nowak, Emilia Kozińska, Łukasz Kłępka, Krzysztof Prusak.

#### Miejsce III

Michał Frączek – sternik, Karolina Papis, Weronika Buchała, Julia Ochalik, Monika Ołasiak.

Podczas kolejnej konkurencji sportowo-rekreacyjnej studenci mieli okazję wziąć udział w wyścigu kajaków i rowerów wodnych, które po skończonych zawodach można było swobodnie wypożyczać. Po zakończeniu wszystkich konkurencji nadszedł czas na podsumowanie i ognisko z udziałem władz dziekańskich – dziekana Wojciecha Suwały i prodziekanów Marty Wójcik i Leszka Kurcza, podczas którego zostały wręczone nagrody. Prodziekan L. Kurcz bardzo pozytywnie ocenił tegoroczne spotkanie i aktywny udział wszystkich jego uczestników, możliwość skorzystania z różnego rodzaju aktywności oraz świetnej organizacji całego wydarzenia. Podziękował głównym koordynatorom tegorocznego wyjazdu, którymi byli Iga Kwiatkowska, Gabriela Dąbrowska oraz Piotr Haus działający pod czujnym okiem Marcina Krukowskiego – przewodniczącego WRSS EiP. Podkreślił także różnorodny i dobry styl zabawy godny studentów świetnego wydziału wspianiałej uczelni i przypomniał studentom, że „ci, którzy potrafią dobrze pracować, potrafią też dobrze się bawić”. Swoją sympatię do społeczności studenckiej pracownicy udowodnili po wręczeniu nagród tańcząc wspólnie ze studentami taniec hula. Po rozdaniu pucharów oraz nagród rozpoczęło się świętowa-



fot. M. Mazurczak

Dekoracja zwycięzców regat

nie. Ognisko, grill, śpiewanie przy gitarach szant, wszystko co kojarzy się z porządnym wypoczynkiem nad jeziorem w piękny sobotni wieczór. W niedzielę, ostatnim dniu pobytu w Bartkowej, uczestnicy mieli wiele dowolności w tym jak chcą spędzić resztę wyjazdu. Niemniej na ten dzień organizatorzy również zadbali, aby nie było nudno. Po śniadaniu dla chętnych odbył się turniej siatkówki, w którym uczestniczyło sześć drużyn. Każdy zespół miał okazję zagrać ze sobą, przy czym te z najlepszym bilansem przechodziły do kolejnego etapu rozgrywek. Dla osób mniej zainteresowanych sportową rywalizacją na boisku, istniała możliwość wypożyczenia sprzętu wodnego bądź po prostu kąpieli w jeziorze Rożnowskim. Tak minęła większość popołudnia zakończona obiadem i nieuniknionym powrotem do Krakowa. W ten sposób dziewiąta edycja „mieczowego” spotkania dobiegła końca. Słyszac opinie uczestników, wszystko wskazuje na to, że autorzy programu tegorocznego „Miecza Dziekana” po raz kolejny podnieśli organizacyjną poprzeczkę. Także dzięki szefowej ośrodka Stalownik Elżbiecie Rabenda studenci byli najedzeni i wyspani, ale to właśnie dla wydziałowej społeczności organizuje się takie wydarzenia. Integracja, zabawa, niezapomniane wspomnienia i nowe znajomości to wszystko świetnie przydaje znaczenia znanemu już w naszej uczelni hasłu – wiedza, pasja, więź.

Wydaje się, że jedyną wadą naszego spotkania jest to, że trwa zaledwie trzy dni i na kolejną jego edycję trzeba czekać aż cały rok. Do zobaczenia więc w 2019 roku na jubileuszowym dziesiątym spotkaniu „Miecz Dziekana” w jubileuszowym także roku naszej Alma Mater.

# Projekt Tadżykistan

Pomysły rodzą się w najrozmaitszych momentach życia człowieka, niektóre pojawiają się same, inne powstają podczas inspirujących rozmów i nagle zaczynają kietkować, rozwijać się, aż w pewnym momencie przerastają nasze najśmielsze oczekiwania. Tak było 2 lata temu, podczas konferencji European Celebration of Women in Computing w Brukseli, gdzie po raz pierwszy ówczesna studentka pierwszego roku energetyki Joanna Maraszek usłyszała od dr Bianki Siwińskiej o sytuacji studentek w Tadżykistanie. Dokładnie dwa lata od tamtej rozmowy Bianka i Joanna spotkały się w Duszanbe, realizując „Projekt Tadżykistan – Energia dla Edukacji”, w ramach którego w sumie ponad 50 tadżyckich studentek i studentów, on-line jak i na żywo, wzięło udział w kursie fotowoltaiki, magazynowania energii oraz tworzenia przełomowych innowacji. Za sprawą tej inicjatywy po raz pierwszy w historii Akademia Górniczo-Hutnicza stworzyła oficjalną współpracę z Tajik Technical University.

W maju 2016 roku rozpoczął się program Lean in STEM, w którym Joanna poznała swoją mentorkę, Katarzynę Zaparty-Makówkę. To właśnie ta relacja miała kluczowy wpływ na formowanie początków projektu. „Moim celem było stworzenie projektu, który odpowie na zapotrzebowanie Agendy Zrównoważonego Rozwoju ONZ. Zależało mi, aby projekt miał realny wpływ na rozwój studentów, którzy żyją w kraju, w którym dostęp do energii elektrycznej nie zawsze był oczywisty. Chciałam po prostu ich zainspirować do tego, że inne rozwiązania z wykorzystaniem energetyki słonecznej są łatwiejsze niż może to się wydawać” – opowiada Joanna Maraszek. Burzliwe dyskusje, trzeźwe spojrzenie i przede wszystkim konfrontacja pomysłu z doświadczoną osobą pozwoliły na dalsze rozwijanie samego pomysłu.

Pierwszy kontakt z Duszanbe udało się nawiązać już w czerwcu, tuż po konferencji Lean in STEM – Women in the Forefront. Nawiązano wtedy wyjątkową relację z Gulnorą Anwarową, nieprzeciętną nauczycielką, a także ekspertką ds. doskonalenia umiejętności zawodowych na Tadżyckim Uniwersytecie Technicznym. Jej nieustający optymizm, ogromna motywacja i bliskie kontakty ze studentami były jednymi z najważniejszych elementów całego projektu.

Kolejnym krokiem było zainspirowanie osób, które podejmą to wyzwanie po stronie polskiej. Już w październiku 2016 do projektu dołączyli Hubert Stinia, następnie Anna Ścierańska oraz Joanna Dubielewska. „Z Asią poznałem się na wykładach, na których duży nacisk kładziono na odnawialne źródła energii. Już wtedy jasne było dla mnie, że te technologie stanowią nie tylko przyszłość dla Polski, ale także dla całego świata. Muszą być

tylko jak najszerzej stosowane. Dlatego możliwość opowiedzenia i pokazania w praktyce ich działania studentom z Duszanbe była dla mnie bardzo interesująca. Ufałem też Asi i wierzyłem w jej ogromny zapał, żeby zrealizować projekt od początku do końca” – Mówi Hubert Stinia. Przygoda się rozpoczęła, ale początki bywały trudne. Czasem, kiedy ktoś słyszał o projekcie realizowanym w Tadżykistanie, jego jedyną reakcją był uśmiech politowania. Momentami padały nawet pytania „Dlaczego chcecie pomagać tak daleko, skoro w Polsce są inni, którzy skorzystaliby na waszej pomocy?”.

Studenci jednak łatwo nie dali za wygraną i już w marcu 2017 roku rozpoczęli wymianę wiedzy na odległość 5084 km. Dzięki Gulnorze Anwarovej, do projektu zgłosiła się grupa najzdolniejszych studentów energetyki z Tadżyckiego Uniwersytetu Technicznego (TTU) i przez 3 miesiące poprzez sesje Skype prowadzone były seminaria o zasadach działania komponentów lampy solarnej.

„Wybraliśmy lampę solarną jako główny temat spotkań, ponieważ łączy ona wiele podstawowych zagadnień związanych z energetyką odnawialną takich jak zasada działania paneli fotowoltaicznych czy problem magazynowania energii w akumulatorach. Jednocześnie jednak była ona stosunkowo łatwa do realizacji i pokazania w praktyce” – tłumaczy Hubert. Efektem tych spotkań był projekt lampy solarnej, która rok później zaświeciła w Duszanbe.

W międzyczasie projekt stawał się coraz bardziej rozpoznawalny na arenie polskiej i międzynarodowej. Znalazł się w pierwszej pięćdziesiątce projektów z całego świata, realizujących The Global Goals podczas Vatican Youth Symposium 2016. Na samym uniwersytecie, już w trakcie realizacji internetowych spotkań, obserwatorzy coraz bardziej przychylnie odnosili się do projektu.

Środki na budowę lampy zostały zebrane podczas zbiórki crowdfundingowej na platformie polakpotrafi.pl. „Sam crowdfunding pokazał nam, że mamy wokół siebie osoby, na które możemy liczyć, które uwierzyły w nasz projekt i zechciały nam pomóc. To zaufanie jeszcze bardziej nas zmobilizowało do działania” – komentuje Joanna Maraszek. Pod koniec zbiórki, w czerwcu 2017 roku nawiązano współpracę z prof. Magdaleną Dudek z Wydziału Energetyki i Paliw, a także z kotem naukowym FENEC, którego opiekunem naukowym jest dr inż. Andrzej Raźniak. Współpraca ta okazała się bardzo owocna dla projektu. Dała ona możliwość wystąpienia na konferencji kół naukowych AGH w Bartkowej w październiku 2017

roku, dzięki czemu o pomysły zrobiło się głośniejsze na samej uczelni.

Kolejnym przetomowym momentem, w styczniu 2018 roku, było ogłoszenie wyników konkursu o grant rektorski. Projekt znalazł się w gronie laureatów, dzięki czemu studenci otrzymali fundusze na zakup biletów dla dwóch osób. Od tej pory realizacja wyjazdu stała się ich głównym celem. Jeszcze tydzień przed wyjazdem studenci przygotowywali wszystkie narzędzia oraz elementy lampy, prowadzono także kolejne spotkania przez Skype. Aż w końcu 20 kwietnia Joanna Maraszek oraz Hubert Stinia wyruszyli z Krakowa do Duszanbe, z bagażem rejestrowanym w postaci czarnej paczki z dopiskiem „Fragile” wypełnionej panelami słonecznymi, naświetlaczami LED oraz innymi przedmiotami, które były niezbędne do zbudowania lampy solarnej. Dzięki staraniom prof. Dudek i dr. Rażniaka do Duszanbe zabrano również zestaw laboratoryjny umożliwiający studentom obserwowanie w praktyce działania ogniw paliwowych.

Już w trakcie podróży do wyprawy dołączyły Karolina Stawińska (mentorka Joanny, odpowiedzialna za LEGO Renewable Energy Academy), Magdalena Stawinski (twórczyni filmu dokumentalnego o projekcie), a kilka dni później dr. Bianka Siwińska.

„Po dwóch latach pracy nad tym projektem, chwila, w której wyładowaliśmy w Duszanbe była spełnieniem marzeń. Wiedzieliśmy, że już wtedy osiągnęliśmy coś, co jeszcze pół roku temu nie było w zasięgu naszych rąk. Nagle poczuliśmy, że możemy więcej. Pozostało tylko zrealizować projekt!” – komentuje Maraszek.

Od poniedziałku studenci przystąpili do prowadzenia kursów. Trwały one przez pięć dni, a uczestniczyło w nich blisko 40 studentów. Głównym tematem była energetyka słoneczna – od zasady działania pojedynczej komórki fotowoltaicznej, przez zastosowania w gospodarstwach domowych, aż po przykłady różnych typów elektrowni słonecznych. W części praktycznej zajęć, studenci wspólnie przygotowywali lampę solarną – prostą instalację, składającą się z paneli słonecznych, kontrolera ładowania, naświetlacza oraz akumulatora. Umożliwiło to poznanie w rzeczywistości prostego sposobu wykorzystanie energii ze słońca. Realizacja projektu nie odbiegała od tego stosowanego w domach na całym świecie. Kolejnym elementem kursów były także podstawy energetyki wodorowej, stanowiącej bardzo szybko rozwijającą się gałąź przemysłu energetycznego. Dzięki zestawom zakupionym i uprzejmości Wydziału Energetyki i Paliw AGH studenci z Duszanbe mogli na własne oczy obserwować i badać działanie elektrolizera do pozyskiwania wodoru, czy ogniwa paliwowego – urządzenia produkującego energię elektryczną, którego paliwem jest



fol. M. Stawinski

wodór, a jedynym produktem, oprócz energii jest woda.

Bardzo ważną rolę w trakcie trwania spotkań, a także po ich zakończeniu, odgrywały dyskusje. „Fantastyczną pracę wykonali ci studenci, którzy lepiej posługiwali się angielskim i tłumaczyli pytania, a także odpowiedzi dla studentów z mniejszą znajomością języka. Mieliśmy ogromne szczęście, że na zajęciach panowała otwarta i przyjazna atmosfera. Zadawanie pytań nie było tylko czymś, co zostawia się zawsze na koniec wykładu. Jest to bardzo istotne, szczególnie w przypadku energetyki, która nie jest całkowicie czarno-biała, zarówno konwencjonalna jak i odnawialna przynosi różne plusey i minusy. Dyskusja o nich jest bardzo ważna, ponieważ wszystkie za i przeciw mają pozytywny lub negatywny wpływ na całe społeczeństwo” – tłumaczy Hubert. Podczas tworzenia fazy koncepcyjnej było jasne, że grupą docelową oprócz studentów powinny być również dzieci, które decyzję o studiowaniu dopiero podejmą. Inspiracja nastolatków jest kluczowa w kwestii ich przyszłych wyborów. Pokazywanie im nowych technologii, fascynującej inżynierii i przede wszystkim studentek jako role models, może znacząco wpłynąć na ich przyszłość. Karolina Stawińska, mentorka w programie Lean in STEM, zorganizowała w Dushanbe LEGO Renewable Energy Academy. Dzięki nawiązanej współpracy z LEGO Corporation do Tadżykistanu dotarły zestawy LEGO Renewable Energy oraz Simple&Powered Machines, które razem dają nieprawdopodobne możliwości tworzenia innowacyjnych konstrukcji, zasilanych odnawialnymi źródłami energii. Zajęcia prowadzą wolontariusze, studenci biorący udział w projekcie, a uczestnikami są dzieci z tadżyckich szkół podstawowych. Tworzone przez nich konstrukcje następnie są programowane, dzięki czemu prezentowane są

Studenci goszczeni przez tadżycką rodzinę na wsi nieopodal Duszanbe

Podczas tworzenia fazy koncepcyjnej było jasne, że grupą docelową oprócz studentów powinny być również dzieci, które decyzję o studiowaniu dopiero podejmą. Inspiracja nastolatków jest kluczowa w kwestii ich przyszłych wyborów. Pokazywanie im nowych technologii, fascynującej inżynierii i przede wszystkim studentek jako role models, może znacząco wpłynąć na ich przyszłość.

zagadnienia zarówno związane z mechaniką i robotyką, jak i z IT. Praca z klockami Lego wzbudziła ogromną ciekawość i kreatywność u dzieci, dzięki czemu potrafiły zbudować konkretne proste modele zasilane energią słoneczną. Zrozumiały w jak łatwy sposób, za pomocą energii słonecznej, możliwe jest uruchomienie ich modeli. W rezultacie bezwiednie zdopingowały studentów, którzy poczuli się odpowiedzialni za przekazywanie swojej wiedzy młodszej generacji w Tadżykistanie. Po naszym wyjeździe studenci zdecydowali, że będą dalej kontynuować tego typu inicjatywy w swoich byłych szkołach podstawowych, by zachęcić dzieci do wyboru studiów związanych z energią odnawialną. Myślę, że fakt stwierdzenia przez dziesięcioletnią uczestniczkę naszego programu, iż w przyszłości chciałaby zostać inżynierem, mówi sam za siebie. Jestem ogromnie wdzięczna firmie LEGO za udostępnienie niezbędnych materiałów, które umożliwiły naszej akademii zwiualizować dzieciom cały proces, i co za tym idzie, zainspirować je, że w przyszłości mogą również uczestniczyć w rozwiązywaniu problemów z energią odnawialną w Tadżykistanie. Temat ten nie będzie wtedy im już obcy.

„The best way to predict the future is to create it” – w ramach dnia innowacji na Tajik Technical University dr Bianka Siwińska oraz Karolina Stawińska opowiedziały o przelomowych innowacjach tworzonych przez młodych przedsiębiorców, które dziś zmieniają świat. Jak sami tadżyccy studenci przyznali, uczestnictwo w tych prezentacjach ogromnie poszerzyło ich horyzonty. „Jestem pod wielkim wrażeniem niesamowitej ciekawości studentów i ich chęci poznania nowych technologii w obszarze energii odnawialnej. Ich pytania świadczyły o ogromnej determinacji zastosowania tych technologii do rozwiązywania palących problemów w Tadżykistanie. Cieszę się, że przekazanie wiedzy młodych przedsiębiorców nie tylko zainspirowało tadżyckich studentów, ale również

Zajęcia z fotowoltaiki. Tadżyccy studenci prowadzą badania lampy solarnej



fot. M. Stawinski

dało im wiarę we własne siły i przekonanie, że sami też będą mogli tworzyć innowacyjne rozwiązania, by potem skalować je globalnie – mówią obie panie.

Nie można ukrywać, że ekipa z Polski nie spędziła całego wyjazdu tylko na uniwersytecie. „Gościnność jakiej zaznaliśmy w Duszanbe była wręcz ogromna. Już od samego przyjazdu w sobotę Gulnora Anvarova wraz z prorektorem ds. rozwoju Mamadamonem Abduloevem pokazali nam uniwersytet, miasto, a także atrakcje poza nim, a po rozpoczęciu kursów byliśmy także zapraszani na kolację do domów przez studentów. Bardzo im zależało, żebyśmy jak najwięcej dowiedzieli się o ich kulturze, tradycjach, o których tak niewiele wiemy w Polsce i całej Europie. Dzięki temu relacje nawiązane między nami były naprawdę głębokie. Pod koniec wyjazdu czuliśmy się, jakbyśmy znali się przynajmniej od liceum” – opowiada Hubert. Powrót z Duszanbe nie oznacza jednak końca projektu. Jak sami twórcy przyznają – wyjazd był jedynie finałem pierwszego rozdziału. Teraz nadchodzi czas, aby wyciągnąć wnioski i rozwinąć poszczególne z etapów projektu. „Już w maju wrócimy do spotkań online, tym razem jednak zaprosiliśmy do tego naszych prowadzących, którzy na znacznie wyższym poziomie opowiedzą o rozmaitych kwestiach energetyki słonecznej oraz magazynowania energii” – przyznaje Joanna Maraszek. „Wyjazd pokazał nam, jak wielki potencjał kryje się w naszych tadżyckich kolegach i koleżankach. Ich chęci, zapał, pracowitość i wiedza są niesamowite! Nie możemy tego zaprzepaścić, dlatego zaprosiliśmy ich do burzy mózgów, po której rozpiszemy projekt na nowo. Oni sami już realizują nasz projekt, dwa dni po naszym wyjeździe rozpoczęli zajęcia dla uczniów liceów z zasad działania lampy solarnej. Część praktyczna odbyła się na komponentach, które im dostarczyliśmy. Oglądanie tych zdjęć uświadamia nam, że ten projekt ma znaczenie. Pozostaje nam tylko robić to dalej!” – powiedziała Joanna.

Czy w takim razie kolejny etap to wciąż Tadżykistan? „Duszanbe nie zamierzamy opuszczać. Relacje, które tam nawiązaliśmy zostaną w naszych sercach na długo, my się po prostu z nimi zaprzyjaźniliśmy” – komentuje Maraszek. Nie wykluczamy jednak rozwijania projektu na inne kraje. Formuła, którą przez te dwa lata stworzyliśmy, dziś może być zaimplementowana w wielu krajach o różnym stopniu rozwinięcia. Marzą nam się nowe odległe zakątki świata, Daleki Wschód, czy Środkowa Afryka, ale także wciąż fascynuje Azja Centralna, Kirgistan czy Turkmenistan. Najbliższe tygodnie będą kluczowe dla dalszego rozwijania projektu. Jedno jest pewne, hasło „Be the change you want to see in the world” wciąż głośno rozbrzmiewa w sercach studentów, a jak widać, oni łatwo się nie poddają.

# Tygrysy 2018

Katarzyna Styk

**czyli SKN Zarządzanie i XVII Wyprawa Śladami Tygrysów Europejskiej Gospodarki, 1600 pokonanych kilometrów, 19 osób, 6 dni, 6 zakładów produkcyjnych, 3 kraje, 12 miast**

Już po raz siedemnasty członkowie Studenckiego Koła Naukowego „Zarządzanie” udali się na Wyprawę Śladami Tygrysów Europejskiej Gospodarki. To sztandarowy wyjazd technologiczny tej organizacji studenckiej, która zajmuje się w swej działalności kwestiami zarządzania i inżynierii produkcji. „Zdobycie wiedzy w jak najbardziej atrakcyjny sposób”, to hasło przewodnie tej organizacji studenckiej. Rokrocznie pokonują tysiące kilometrów, by spełnić to zadanie.

10 maja na parkingu przed Centrum Dydaktyki AGH niezwykle poruszenie, kilkanaście osób z bagażami wsiada do busa, by wyruszyć na sześciodniową podróż wiodącą przez Polskę, Słowację i Węgry. Ich celem jest odwiedzenie sześciu zakładów o różnym profilu produkcji. Pierwszym punktem podróży jest firma Łysoń w Kleczy Dolnej, zajmująca się produkcją wysokiej jakości asortymentu pszczelarskiego, głównie miodarek i kremownic. Co było dla grupy ogromnym zdziwieniem – i najczęściej popełnianym błędem klientów – nie można zakupuć tam miodu, ale wszystkie produkty przydatne do jego produkcji. Śrubena-Unia produkująca, jak sama nazwa wskazuje, śruby, działa nieprzerwanie od 1832 roku. Jest to więc zakład z ponad 180 letnią tradycją. To tam właśnie następnie udała się grupa SKNZ. Firma produkuje elementy łączne w bardzo szerokiej ofercie, dostosowując się do potrzeb klientów. Ta elastyczność i trud wkładany przez pracowników, były dla grupy niemałym zaskoczeniem. Następnego dnia grupa wyruszyła ze Zwardonia prosto do węgierskiego Győr, by odwiedzić zakład Audi Hungária. Nie musimy chyba wskazywać, czym firma się zajmuje? Od 1994 roku zakład rozwija się na terenie miasta, obecnie zajmując sporą jego część. Mimo znacznej automatyzacji jest tam zatrudnionych ponad 12 tys. osób, produkujących między innymi modele Audi TT RS Coupé and Roadster, Audi A3 Limousine And A3 Cabriolet Renewed, a także bardzo szeroki zakres silników samochodowych. Fabryka może pochwalić się również kompleksowym wdrożeniem rozwiązań koncepcji Industry 4.0. Widzieliśmy na przykład spawalnię, w której pracowały tylko i wyłącznie roboty. W sobotę grupa wyruszyła w kierunku Słowacji, a dokładnie miejscowości Hurbanovo, by odwiedzić najstynniejszy w kraju browar Zlatý Bažant. Cztery linie produkcyjne i opowiadanie w języku słowackim zrobiły na uczestnikach niemałe wrażenie. Dużym zaskoczeniem był fakt, iż browar zajmuje się także produkcją cydru. Ze względu na weekend na tym zakończyła się część technologiczna trzeciego dnia wyprawy. Wieczorem mieliśmy okazję zwiedzić

urocze, graniczne miasto Esztergom, miejsce chrztu Węgier, z największą w tym państwie katedrą, będącą również siedzibą episkopatu tego kraju.

Niedziela była dniem typowo turystycznym.

Członkowie SKNZ udali się kolejno do Wyszehradu, by odwiedzić ruiny zamku królewskiego. Kolejny przystanek to miejscowość Szentendre – urokliwe miasteczko, które zachowało tradycyjny, ludowy, madziarski charakter. Ostatnim punktem tego dnia był Budapeszt, który po prostu wszystkich oczarował. Piękna pogoda, wspaniała architektura i niezwykle widoki, ale mało czasu na zwiedzanie. Udało się zobaczyć ruiny zamku w Budzie, Kościół św. Macieja, mosty wiszące oraz Wzgórze Gellerta. Już w poniedziałkowy poranek wyprawa wyruszyła do kolejnego zakładu produkcyjnego – Lego. Znow firmą, której nie trzeba przedstawiać. Każdy z nas bawił się przecież kiedyś klockami! Ogromne hale produkcyjne i sentyment do samych produktów, sprawiły że wszyscy byli niezwykle zainteresowani procesem wytwarzania.

Po południu grupa rozpoczęła podróż do Polski, odwiedzając po drodze słynny Tokaj.

Muszynianka to jedna z najbardziej znanych wód mineralnych w Polsce. To właśnie tam grupa udała się ostatniego dnia wyprawy. Po przejściu przed dwie hale produkcyjne, rozmowie z dyrektorem marketingu, uczestnicy skosztowali wody w pijalni wody Antoni i odwiedzili Sensoryczny Ogród Zmysłów. Ten ostatni stanowi doskonały przykład działalności na rzecz Społecznej Odpowiedzialności Biznesu (CSR) prowadzonej przez duże firmy. Uczestnicy XVII Wyprawy Śladami Tygrysów Europejskiej Gospodarki to członkowie SKN Zarządzanie. W grupie znaleźli się przedstawiciele wszystkich roczników od pierwszego do piątego. Stąd też prowadzone rozmowy, zadawane pytania oraz samo zwiedzanie, zyskiwały na wartości pozwalając zaobserwować wiedzę teoretyczną zastosowaną w warunkach produkcyjnych. Wyprawa, która nie odbyłaby się, gdyby nie wsparcie prof. Anny Siwik – Prorektor ds. Studenckich oraz prof. Marka Cały – Dziekana Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii, z całą pewnością pomogła studentom poszerzyć swoje horyzonty.



# Artystyczno-techniczny sukces doktorantki AGH

dr inż. Paweł Matecki

Prezentacja zakwalifikowanej do finału pracy na systemie oddechowym 5.1, podczas 144 konwencji AES w Mediolanie

Podczas 144 konwencji AES (Audio Engineering Society – [www.aes.org/events/144/](http://www.aes.org/events/144/)) w Mediolanie mgr inż. Katarzyna Sochaczewska zdobyła brązowy medal w ramach konkursu na najlepsze nagranie w kategorii Traditional Studio Recording. Złotego medalu nie przyznano.



foto: P. Matecki

Katarzyna Sochaczewska jest absolwentką Inżynierii Akustycznej AGH, a obecnie słuchaczem studiów doktoranckich w AGH. Jej promotorem jest prof. Jerzy Wiciak, a opiekunem nagrodzonego projektu dr Paweł Matecki. Nagrania oraz produkcja zostały zrealizowane w studiu nagraniowym „Kotłownia” ([kotlownia.agh.edu.pl](http://kotlownia.agh.edu.pl)), co potwierdza najwyższą jakość bazy naukowo-dydaktycznej AGH.

W konkursie biorą udział studenci i doktoranci z całego świata, z ośrodków naukowych specjalizujących się w nagraniach dźwiękowych, w tym uczelnie artystyczne. Jury konkursu stanowią uznani realizatorzy i reżyserzy dźwięku, wielokrotnie zdobywcy nagród Grammy.

FELIETON XII

## O patronach AGH część druga, czyli Co Józef z Arymatei ma wspólnego z metalurgią

Ewa Elżbieta Nowakowska

Jako że w nazwie AGH zawarte są dwie dziedziny: górnictwo i hutnictwo, przypomniałam ostatnio postać świętej Barbary, najbardziej popularnej patronki górnictwa, ale także geologii oraz, z racji swego męczeństwa, dobrej śmierci. W tym felietonie nakreślę portrety innych, mniej znanych patronów obu tych gałęzi przemysłu. Zapewne niewiele osób słyszało, że patronem górników, zwłaszcza wydobywających cynę, jest... Józef z Arymatei. Postać tę zwykle kojarzymy z pochowaniem Ciała Chrystusa po zdjęciu Go z krzyża; w *Ewangelii według św. Mateusza* czytamy w Rozdziale 27 (wersety 57-61): „Pod wieczór przyszedł zamożny człowiek z Arymatei, imieniem Józef, który też był uczniem Jezu-

sa. On udał się do Piłata i poprosił o ciało Jezusa. Wówczas Piłat kazał je wydać. Józef zabrał ciało, owinął je w czyste płótno i złożył w swoim nowym grobie, który kazał wykuć w skale. Przed wejściem do grobu zatoczył duży kamień i odszedł. Lecz Maria Magdalena i druga Maria pozostały tam, siedząc naprzeciw grobu.” Z kolei Ewangelista Marek podaje w Rozdziale 15 (wersety 42-47): „Pod wieczór już, ponieważ było Przygotowanie, czyli dzień przed szabatem, przyszedł Józef z Arymatei, poważny członek Rady, który również wyczekiwał królestwa Bożego. Śmiało udał się do Piłata i poprosił o ciało Jezusa. Piłat zdziwił się, że już skonał. Kazał przywołać setnika i pytał go, czy już dawno umarł.

Upewniony przez setnika, podarował ciało Józefowi. Ten kupił płótno, zdjął Jezusa [z krzyża], owinął w płótno i złożył w grobie, który wykuty był w skale. Przed wejście do grobu zatonął kamień. A Maria Magdalena i Maria, matka Józefa, przyglądały się, gdzie Go złożono.” Relacje te wzajemnie się uzupełniają, poszerzając naszą wiedzę o tym pobożnym człowieku: był nie tylko bogatym Żydem, ale do tego poważnym członkiem Rady, a ponadto uczniem Jezusa, który oczekiwał na nadejście Królestwa. To on właśnie podarował płótno i oddał Mistrzowi własny nowy grób w skale, on też zamknął mogiłę wielkim głazem. Podobną opowieść podaje nam święty Łukasz (Rozdział 23), natomiast święty Jan w rozdziale 19 swojej Ewangelii (wersety 38-42) dodaje jeszcze informację, jakoby Józef ukrywał swą wiarę w Chrystusa w obawie przed Żydami. To jednak nie wszystko – Józef z Arymatei tak silnie intrygował wyznawców chrześcijaństwa, że stał się obiektem licznych legend i podań oraz bohaterem, a nawet domniemanym autorem tak zwanych apokryfów, czyli ksiąg nie uznawanych oficjalnie przez Kościół i niewłączonych do kanonu. Apokryfy powstawały z ciekawości wiernych, którzy chcieli się dowiedzieć szczegółów niepodawanych przez Pismo Święte, na przykład jak wyglądało dzieciństwo Jezusa, czy jak umarł święty Józef Cieśla. Bardzo wiele osób nie zdaje sobie sprawy, że ogromna ilość zwyczajów i wierzeń, które uważamy za oczywiste i które wrosły w nasze tradycje świąteczne, ma korzenie właśnie w apokryfach. Przykładowo w Nowym Testamencie nigdzie nie znajdziemy informacji o świętej Annie i świętym Joachimie, rodzicach Maryi, dostarcza nam ich za to apokryficzna *Protoewangelia Jakuba* z II wieku n.e. Trudno nam sobie wyobrazić bożonarodzeniowy żłóbek bez osła i wołu – ale ich obecność w szopce zawdzięczamy nie Nowemu Testamentowi, lecz *Ewangelii Pseudo-Mateusza*. Imiona Trzech Mędrców: Kacper, Melchior i Baltazar to tylko element średniowiecznej opowieści...

Podobnie stało się z postacią Józefa z Arymatei, która, mimo że realna, obrosla siecią podań i mitów. Stał się bohaterem II części nieuznawanej przez Kościół *Ewangelii Nikodema*, zatytułowanej „Historia Józefa z Arymatei”, która wypełnia luki w naszej znajomości losów Józefa po złożeniu Chrystusa do grobu. Zostaje on pojmany przez sędziów żydowskich, oskarżony o sprzyjanie Ukrzyżowanemu, po czym trafia do więzienia, jednak mimo zamknięcia pomieszczenia na klucz, który przechowywali Annasz i Kajfasz, cudownie znika. W kolejnym apokryfie, tak zwanym *Cyklu Piłata*, jeden z rozdziałów to „Opowiadanie Józefa z Arymatei, który wyprosił ciało Pana, podaje się w nim powód winy dwóch totrów” – Józef przemawia w nim w pierwszej osobie, podając detale cudów

związanych z dobrym łotrem; jeszcze inny niekanoniczny utwór *Transitus*, relacjonujący Odejście Najświętszej Marii Panny, uważany jest nawet... za dzieło Józefa. To nie całe bogactwo tradycji narosłej wokół Józefa z Arymatei: średniowiecze wiąże go z legendarnym św. Graalem, czyli naczyniem czy też kielichem (lub wręcz kamieniem) do którego, według jednej wersji, zebrano Krew Chrystusa, lub też, według drugiej, którego używał Pan w czasie Ostatniej Wieczerzy (często wersje te wzajemnie się uzupełniają i ten sam kielich mógł służyć do obu celów). Już w VII wieku znano podanie, zgodnie z którym Józef z Arymatei przechowywał kielich z onyksu. Na tabliczkach z kości stonowej i małych obrazkach w iluminowanych manuskryptach (IX-X w.) widać podobne do krateru naczynie z dwoma uchami, ustawione pod krzyżem na Golgocie, do którego leje się Krew Zbawiciela. W literaturze Święty Graal pojawia się po raz pierwszy w starofrancuskim poemacie Chrétiena de Troyes *Conte del Graal* z 1180 roku; z tego samego stulecia pochodzi dzieło Roberta de Boron *Joseph d'Armathie*, traktujące Józefa jako strażnika Graala. Na iluminacji z XV-wiecznego rękopisu francuskiego Józef kłęczy na Golgocie pod krzyżem, zbierając do Świętego Graala krew Chrystusa, płynącą z Jego przebitego boku.

Co jednak wspólnego ma nasz bohater z patronowaniem AGH? Otóż należy tutaj wspomnieć o kolejnym cyklu podań o Józefie z Arymatei, związanych z legendą arturiańską i bardzo żywych w kulturze Wysp Brytyjskich. Zgodnie z nimi był on wujem Matki Jezusa, Maryi, który handlował cyną i być może innymi metalami. Jako że wiedział o dużych zasobach cyny w Kornwalii, a możliwe, że również o złożach miedzi i ołowiu w Somerset, udał się w interesach do Anglii. W podróży miał mu towarzyszyć nastoletni Jezus, co zainspirowało genialnego ekscentrycznego poetę i malarza Williama Blake'a do stworzenia w 1806 roku słynnego hymnu *Jerusalem* (stanowiącego prolog do poematu *Milton*). Artysta zastanawia się w nim, czy faktycznie święte stopy Chrystusa stąpały po zielonych wzgórzach Anglii i czy Pan odwiedził Wyspy wraz z Józefem z Arymathei:

And did those feet in ancient time  
Walk upon England's mountains green?  
And was the holy Lamb of God  
On England's pleasant pastures seen?  
(..)



fot. E. Nowakowska

Św. Florian na fasadzie kościoła św. Floriana w Krakowie

Co jednak wspólnego ma nasz bohater z patronowaniem AGH? Otóż należy tutaj wspomnieć o kolejnym cyklu podań o Józefie z Arymatei, związanych z legendą arturiańską i bardzo żywych w kulturze Wysp Brytyjskich. Zgodnie z nimi był on wujem Matki Jezusa, Maryi, który handlował cyną i być może innymi metalami.



Św. Anna Samotrzcę u Karmelitów na Piasku w Krakowie

W przekładzie Krzysztofa Puławskiego wersety te brzmią w następujący sposób:

Czy go ktoś widział, kiedy szedł  
Poprzez angielskie, piękne wzgórza?  
I czy Baranek Boży mógł  
W zieleni pastwisk stopy nurzać?

Już po śmierci Jezusa, bo w roku 63, Józef ponownie wyprawił się przez Galię do Anglii, zabierając ze sobą Święty Graal, a następnie ukrywając kielich w Glastonbury. Wedle legendy Graal został zakopany nieopodal bramy do zaświatów, a tryskające stamtąd źródło dostarcza zabarwionej na czerwono wody, co naukowcy tłumaczą zawartością tlenków żelaza, a wierni obecnością w niej Krwi Zbawiciela. Sam Józef, wysiadając z łodzi na ląd, uderzył w ziemię laską i w tym miejscu wyrósł słynny głóg, czczony przez stulecia jak relikwia, zakwitł bowiem na Boże Narodzenie; co prawda został ścięty jako „pogański” przez zwolenników Cromwella podczas Wojny Domowej w XVII wieku, lecz posadzono go na nowo ze skrzętnie przechowywanych zaszczypek lub, jak każde inny wariant opowieści, z korzeni (niestety, ku rozpaczy mieszkańców Glastonbury i licznych pielgrzymów, został w znacznej części zniszczony przez wandalów w 2010 roku). Józefa z Arymatei z Akademią Górniczo-Hutniczą łączy oczywiście nie Święty Krzew, lecz wydobywanie metali i ogólnie pojęta metalurgia. A choć niewiele wiadomo na temat jego znajomości tej dziedziny, na pewno orientował się w bogactwie i rozmieszczeniu złóż cyny w Kornwalii. Jak zauważa profesor AGH Tadeusz Mikoś, w Anglii na długo przed przybyciem Rzymian wydobywano rudę cyny, kasyteryt: już Arystoteles zwał ją „cyną celtycką”, wspominał też o niej Pliniusz Starszy, pisząc, że rudę cyny wyplukiwano w Anglii z piasku, oraz wzmiankował Strabon, czyniąc wzmiankę o „tamtejszych kopalniach podziemnych”. W roku 55 p.n.e. Juliusz Cezar dokonał inwazji Wysp w celu „zdobycia cyny do produkcji oręża”. Należy podkreślić, że wcale nie

tak łatwo jest znaleźć złoża owej rudy i zdaniem profesora „ówcześni poszukiwacze posiadali wprost niewiarygodną spostrzegawczość, doświadczenie i wiadomości”. Powyższe fakty uprawdopodobniają samą możliwość podróży Józefa z Arymatei do Anglii w celu zakupu cennego metalu – a to, że wyprawa ta owiana jest metafizyczną aurą i legendą, dodaje opowieściom o niej niepowtarzalnego smaku i uroku.

Z ukrytymi w ziemi drogocennymi złożami tradycja chrześcijańska łączy też inną wspomnianą na początku felietonu postać, a mianowicie świętą Annę, matkę Maryi. W przeciwieństwie do Józefa z Arymatei nie została ona wymieniona w oficjalnej wersji Biblii, ale oddawano jej szczególną cześć zwłaszcza po Soborze Efeskim (431 r. n.e.), który uznał Maryję za *Theotokos*, Matkę Boga, przez co zwrócono uwagę również na Annę. W średniowieczu stała się ona powszechnie lubianą świętą, a pod jej wezwaniem budowano liczne kościoły. Nieliczni wiedzą, że roztacza opiekę nad nie tylko rodzinami, ale i... górnkami, zwłaszcza złota, i nad przemysłem wydobywczym. Skąd pochodzi ten patronat? Otóż Annę łączono z ewangeliczną przypowieścią o ukrytym skarbie (*Ewangelia według św. Mateusza*, Rozdział 13, werset 44), która brzmi: „Królestwo niebieskie podobne jest do skarbu ukrytego w roli. Znalazł go pewien człowiek i ukrył ponownie. Uradowany poszedł, sprzedał wszystko, co miał, i kupił tę rolę.” Uważano, że podobnie jak górnicy wydobywają na powierzchnię klejnoty ziemi, święta Anna nosiła w sobie i wydała na świat wielki skarb – Maryję. Dodatkowo od XIII wieku popularność zyskało przedstawienie zwane „Święta Anna Samotrzcę”, które symbolizowało Niepokalane Poczęcie Najświętszej Maryi Panny. Najstynniejsze wizerunki w tym typie stworzyli artyści tej miary, co Albrecht Dürer, czy Leonardo da Vinci. Obrazy czy rzeźby św. Anny Samotrzcę ukazują świętą Annę wraz z Maryją i Dzieciątkiem: w najstarszych dziełach siedząca Anna trzyma na kolanach małą postać Marii z Dzieciątkiem, a w późniejszych Maria siedzi obok swej Matki.

W Krakowie możemy oglądać wiele przedstawień tego typu, na przykład w zbiorach Muzeum Narodowego, które przechowują obraz wotywny Krzysztofa Szydłowieckiego (ze św. Anną Samotrzcę) z kolegiaty w Opatowie (1519 r.) oraz malowidło o tej samej tematyce pędzla Liberale da Verona z ok. 1490 roku. Ja chciałabym przyrzeć się bliżej dwóm innym krakowskim wyobrażeniom św. Anny Samotrzcę, znajdujących się w bocznych kaplicach kościołów Bernardynów i Karmelitów. Pierwsze z nich cechuje dostojność i mistrzostwo wykonania, drugie – wzruszająca naiwność. Kaplica św. Anny w kościele oo. Bernardynów u podnóża Wawelu szczyli się dwoma wybitnymi dziełami sztuki: słynnym barokowym obrazem *Taniec śmierci* oraz



pochodzącą z warsztatu Wita Stwosza rzeźbą św. Anny Samotrzczej z końca XV wieku. Anna i Maria siedzą obok siebie na ławie, a Dzieciątko stoi na kolanach Marii, która trzyma ziemski glob, przekazując go pod opiekę swego boskiego Syna, Zbawiciela Świata – *Salvadora Mundi*. Dzieło ma w sobie szlachetność i wdzięk – wydaje się, że mały Jezus unosi się w powietrzu między Matką i Babką; ujmują także piękny modelunek szat obu świętych kobiet oraz ich natchnione twarze. Z kolei w kościele oo. Karmelitów na Piasku w kaplicy Matki Boskiej Szkaplerznej (zbudowanej na miejscu dawnego cmentarza) można oglądać rokokowy ołtarz św. Anny Samotrzczej z obrazem Antoniego Szulca okrytym srebrną sukienką, przez co widać tylko fragmenty malowidła, na przykład gołe stópki Dzieciątka. Cały ołtarz, wraz z mnogością kwiatów na srebrnej sukience i dryfującym w wieńcu z okrągłych obłóczków Bogiem Ojcem, sprawia wrażenie pewnej ludowości, jakby przeniesiono go tutaj wprost z prowincjonalnego kościółka.

W Krakowie stoi również wspaniała kolegiata św. Anny (przy ulicy św. Anny) z obrazem św. Anny Samotrzczej w ołtarzu głównym. Świątynia powstała już w XIV wieku pośrodku ówczesnej dzielnicy żydowskiej (była tu synagoga, łaźnia rytualna, czyli mykwa, oraz cmentarz – już za murami miejskimi). Co więcej, aż do końca XIV stulecia ulicę tę zwano Żydowską! Jest to tym bardziej niezwykłe, że obecna świątynia, która powstała pod koniec XVII wieku w duchu baroku, posiada wyjątkowo bogaty program ikonograficzny, odnoszący się do Świątyni Jerozolimskiej oraz do opisanego w Apokalipsie św. Jana Niebiańskiego Jeruzalem – stanowi to pomost między katolicką kontrreformacją a żydowską pobożnością świętej Anny, wypełniającej przeciw wszelkie nakazy religijne judaizmu. Dekoracja nawy głównej zawiera na filarach pod kopułą bardzo interesujący element: malowidła Karola Dankwarta z 1703 roku, wykonane naśladowując rzeźbę techniką monochromatyczną *en grisaille* (w odcieniach czerni, bieli i szarości); obejmują one Chrystusa symbolizującego kamień węgielny Kościoła jako Niebiańskiego Jeruzalem, następnie Maryję – kamień Jakubowy (oznacza on Dom Boży i odnosi się do Jakuba, ojca dwunastu pokoleń Izraela), i Dwunastu Apostołów, z których każdemu przyporządkowano nazwę i wizerunek drogiego kamienia. Minerale te ściśle wiążą się z Rozdziałem 21 *Apokalipsy* (wersety 10-21), w którym zostało opisanych dwanaście warstw fundamentów świętego miasta; widzimy zatem u Piotra – jaspis, Tomasza – chryzolit, Pawła – szafir, Filipa – beryl, Andrzeja – chalcedon, Bartłomieja – topaz, Jakuba Starszego – szmaragd, Mateusza – chryzopraz, Jana – sardoniks, Szymona – hiacynt, Jakuba Młodszeo – sardiusz (krwawnik) oraz Tadeusza – ametyst. Jak zauważają autorzy *Atlasu biblijnych kamieni szla-*

*chetnych i ozdobnych*, ikonografia krakowskiego kościoła nieco różni się od przypisania apostołom drogich kamieni według Korneliusza a Lapide, w którym na przykład szmaragd to atrybut Jana, nie Jakuba, zaś ametyst przynależy do Macieja. Wydaje się, że ważne jest jednak co innego: symbolika tych klejnotów to niejako kontynuacja żydowskiej tradycji stroju arcykapłana w świątyni, ozdobionego napierśnikiem wysadzonym dwunastoma kamieniami szlachetnymi – oznaczały one dwanaście miesięcy, dwanaście znaków zodiaku i – wreszcie – dwanaście pokoleń Izraela (Wj 28,21) – przykładowo topaz sygnalizował pokolenie Symeona, a szmaragd pokolenie Lewiego. Będąc w kościele świętej Anny nie sposób nie zadumać się nad łącznością tradycji judaistycznej i chrześcijańskiej: oto w dawnej dzielnicy żydowskiej stoi katolicki kościół, któremu patronuje żydowska święta niewiasta, Matka Maryi, i którego wewnątrz kryje wystrój odnoszący się do Przyszłej Chwalebnej Jerozolimy... Ponadto, jak już wiemy, święta Anna patronuje górnikom i wszystkim, którzy wydobywają skarby spod ziemi – czy to nie znakomite nawiązanie do wymienionych minerałów i ich symbolicznych odniesień?... Ostatnim świętym, którego pragnę tu przywołać, jest święty Florian. Choć kojarzony zwykle z pożarami i przedstawiany z wiadrem wody, patronuje także hutnikom i metalurgom. Jego święto, przypadające na 4 dzień maja, stanowi ważną uroczystość dla Akademii Górniczo-Hutniczej, a tegoroczne obchody Dnia Hutnika zostały szczegółowo opisane w majowym numerze Biuletynu AGH. Święty Florian otacza opieką wszelkie trudne i niebezpieczne zawody i chroni od klęsk żywiołowych. Jak ogromna większość męczenników wczesnego Kościoła, został zgładzony podczas niesławnych prześladowań wszczętych przez cesarza Dioklecjana (ok. 304 roku n.e.). Florian służył w armii rzymskiej na terenie dzisiejszej Austrii; tam też przywiązano go do kamienia młyńskiego i utopiono w rzece Enns. Na miejscu śmierci męczennika wzniesiono kościół i klasztor Sankt Florian. Śmierć w odmętach rzeki łączy go z wodą, zaś legenda o jego skutecznej modlitwie podczas pożaru – z ogniem. Kult Floriana w Krakowie i Polsce rozpoczął się w XII wieku, kiedy papież Lucjusz III przekazał relikwie Floriana do katedry wawelskiej; zabiegał o to książę krakowski Kazimierz II Sprawiedliwy, pragnąc uczynić



fot. E. Nowakowska

Św. Anna Samotrzczej z warsztatu Wita Stwosza w kościele Bernardynów w Krakowie



Św. Florian na kościele Wizytek w Krakowie

świętego patronem Królestwa. W czasie translacji relikwii, gdy podróżowały one zaprzęgiem ciągniętym przez narowiste konie (wedle innej wersji były to woty, przypuszczalnie raczej poczciwe), zwierzęta zatrzymały się, nie chcąc jechać dalej, co uznano za cud: w miejscu postoju, na krakowskim Kleparzu, wzniesiono później świątynię pod wezwaniem św. Floriana. Do świątyni tej wróciła jedna z ważnych relikwii: ręka świętego, pozostałe szczątki spoczęły natomiast w katedrze na Wawelu. Mimo że podobno Florian pracował w administracji rzymskiej, a nie służył jako żołnierz, z czasem zaczęto go przedstawiać jako rycerza w zbroi z proporcem i włócznią; w Krakowie mamy wiele jego wizerunków, poczynawszy od skrzydeł krakowskich tryptyków gotyckich św. Trójcy w kaplicy Świętokrzyskiej

#### Literatura i łączeni

*Apokryfy Nowego Testamentu. Ewangelie apokryficzne*, pod red. Ks. Marka Starowiejskiego, części 1-2, Kraków 2003

J. Seibert, *Leksykon sztuki chrześcijańskiej. Tematy, postacie, symbole*, Kielce 2007

K. Kibish-Ożarowska, *Mały przewodnik po sztuce religijnej*, Warszawa 1999

W. Blake, *Complete Writings with variant readings*, ed. G. Keynes, Oxford 1966

W. Blake, *Wiersze i poematy*, wybór i opracowanie K. Puławski, Warszawa 1994

Mikoś, T., „Dzieje kopalnictwa i przeróbki cyny w Europie”, w: *Dzieje górnictwa – element europejskiego dziedzictwa kultury*, pod red. P. P. Zagożdżona i M. Madziarza, Wrocław 2088

M. Day, *Wszyscy święci. Ich życie i czasy*, Warszawa 2002

M. Rożek, *Urbs celeberrima. Przewodnik po zabytkach Krakowa*, Kraków 2006

W. Heflik, A. Mrozek, L. Natkanić-Nowak, B. Szczepanowicz, *Atlas biblijnych kamieni szlachetnych i ozdobnych. Pochodzenie, miejsce w Biblii i symbolika*, Kraków 2005

M. Reinhard-Chlanda, *Tradycja św. Floriana w dziejach i zabytkach Kleparza*, dostępne na: <https://www.swflorian.net/index.php/historia/tradycja-sw-floriana-w-dziejach-i-zabytkach-kleparza>

[http://www.bbc.co.uk/thepassion/articles/joseph\\_of\\_arimathea.shtml](http://www.bbc.co.uk/thepassion/articles/joseph_of_arimathea.shtml)

[https://www.glastonburyabbey.com/joseph\\_of\\_arimathea.php](https://www.glastonburyabbey.com/joseph_of_arimathea.php)

<http://www.bl.uk/onlinegallery/features/mythical/grail.html>

<https://www.history.com/topics/holy-grail>

<http://encyklopediakrakowa.pl/architektura-i-urbanistyka/swiatynie/>

<http://sadeckie.com/piwniczna-zabytki/>

na Wawelu oraz renesansowego posągu dłuta Bartolomeo Berrecciego w kaplicy Zygmuntowskiej, a skończywszy na wizerunku na Bramie Floriańskiej, barokowym obrazie w ołtarzu głównym kościoła św. Floriana (pędzla Jana Triciusza), posągu na fasadzie tegoż kościoła autorstwa śląskiego artysty Franciszka Józefa Mangoldta, oraz urzekającej rzeźbie na fasadzie ukrytego za murem kościoła Wizytek przy ulicy Krowoderskiej. Wedle kleparskiej legendy podczas pożaru miasta w roku 1528 Florian osobiście gasił płomień, unosząc się nad kościołem i lejąc wodę z wielkiej konwi. Jak pisze o kościele św. Floriana na Kleparzu Małgorzata Reinhard-Chlanda, „na pamiątkę tego wydarzenia, w dowód wdzięczności miejscową tradycją, kontynuowaną zresztą do chwili obecnej, jest odprawianie dorocznych nabożeństw i zapalanie kilkumetrowej grubej świecy ustawianej pośrodku kościoła w poniedziałek po Niedzieli Przewodnej (pierwszej po Wielkanocy).” W 1436 roku Floriana zaliczono do głównych patronów Polski; są też nimi święci: Wojciech, Stanisław i Wacław. Na cześć świętego dopisano zwrotkę pieśni *Bogurodzica*:

Święty Florianie,  
Nasz miły patronie,  
Proś za nami Gospodyna  
Paniej Maryjej Syna.\*

Święty Florian jest bardzo popularny w kulturze ludowej, strzegąc kapliczek i rynków licznych wsi i miasteczek: zobaczyć go można na przykład na rynkach w Myślenicach, Jordanowie, Muszynie czy Piwnicznej. W tej ostatniej pilnuje studni na rynku, choć wieść niesie, że gdy w miejscowości tej w 1876 roku szalał pożar, święty niezbyt się starał, by go ugasić, za to prezornie schronił się w wodzie studni i... sam ocalał. Co prawda bardziej racjonalni historycy twierdzą, że ktoś wrzucił figurę do wody, lecz miłośnicy lokalnych podań trzymają się swojej wersji.

Jak widać, święci patroni AGH to postacie tajemnicze i znane głównie z apokryfów lub legend. Nie oznacza to wprawdzie, że nie istnieli, ale że ich żywoty otacza sfera nieprzeniknionych domysłów – i może to dobrze, że uczelnia o tak ścisłych i konkretnych specjalnościach, jak górnictwo, metalurgia, odlewnictwo, geologia, geodezja, mechanika, informatyka, automatyka, robotyka, czy inżynieria materiałowa, opiekują się istoty zwiewne, metafizyczne, przejrzyste jak tiul. A kiedy przypominę sobie o tak niezwykłych osiągnięciach naszych studentów, jak kosmiczne (w przenośni i dosłownie) projekty kół naukowych AGH Solar Boat Team, czy AGH Space Systems, niekiedy myślę, że... prawdziwym opiekunem uczelni jest jednak opisywany w poprzednim felietonie antyczny skrzydlaty Geniusz; co prawda jego posąg projektu Karola Hukana ostatecznie nie znalazł się na dachu budynku A-0, jednak w niewidzialny i sobie tylko znany sposób ten troskliwy duch przenika wszystkie sfery działalności akademii.

# AZS AGH gospodarzem AMP w koszykówce

Natalia Kaźnica

Mistrzostwa organizowane corocznie, począwszy od 1961 roku, w wielu dyscyplinach sportowych mają na celu zarówno przegląd pracy sportowo-wychowawczej i organizacyjnej Klubów Uczelnianych AZS i Studiów Wychowania Fizycznego i Sportu, ale przede wszystkim popularyzację sportu, kultury fizycznej i sportowej rywalizacji wśród młodzieży akademickiej, z równoczesnym sprawdzeniem poziomu sportowego studentów. Turniej sportowy odbywający się pod nazwą Mistrzostwa Polski Szkół Wyższych początkowo rozgrywany był jedynie w czterech dyscyplinach: siatkówce, koszykówce, lekkoatletyce i piłce ręcznej. W miarę upływu czasu zwiększała się zarówno liczba uczelni rywalizujących ze sobą, jak również liczba dyscyplin. W czasie 46 lat rozgrywek w mistrzostwach wzięło udział 106 różnych wyższych szkół niepublicznych, które rywalizowały w 40 dyscyplinach. Ostatecznie w sezonie 2008/2009 wprowadzono kolejne zmiany: nazwę Mistrzostwa Polski Szkół Wyższych zmieniono na Akademickie Mistrzostwa Polski, a do zestawu wielu dyscyplin wprowadzono kolejne. Dzięki temu młodzież akademicka może obecnie rywalizować w aerobiku sportowym, badmintonie, biegach przełajowych (kobiet i mężczyzn), brydżu, ergometrze wiosłarskim (kobiet i mężczyzn), futsalu (kobiet i mężczyzn), jeździectwie, judo (kobiet i mężczyzn), kolarstwie górskim (kobiet i mężczyzn), koszykówce (kobiet i mężczyzn), lekkoatletyce (kobiet i mężczyzn), narciarstwie alpejskim (kobiet i mężczyzn), piłce nożnej, piłce ręcznej (kobiet i mężczyzn), piłce siatkowej (kobiet i mężczyzn), pływaniu (kobiet i mężczyzn), siatkówce plażowej (kobiet i mężczyzn), snowboardzie (kobiet i mężczyzn), szachach, tenisie (kobiet i mężczyzn), tenisie stołowym (kobiet i mężczyzn), trójboju siłowym, wioślarstwie, wspinaczkę sportową (kobiet i mężczyzn) i żeglarstwie. Ponad połowa z nich (przed wszystkim sporty zespołowe) rozgrywana jest w systemie eliminacyjnym. Jest to równoznaczne z obowiązkiem przejścia jednego (strefa) lub dwóch (środowisko i strefa) etapów eliminacji, aby wystąpić w finale. Pozostałe dyscypliny (głównie sporty indywidualne) rozgrywane są w formule jednych zawodów skupiających wszystkie zainteresowane uczelnie z całej Polski. Poszczególne starty premiowane są punktami, która z uczelni zdobędzie największą ilość tychże punktów zdobywa tytuł Akademickiego Mistrza Polski. Równocześnie prowadzona jest także klasyfikacja mistrzostw polski w poszczególnych typach uczelni, która obejmuje Uczelnie Społeczno-Przy-

Kraków od 30 maja do 2 czerwca był stolicą koszykówki. A wszystko za sprawą Akademickich Mistrzostw Polski, których tegorocznym gospodarzem był Akademicki Związek Sportowy Akademii Górniczo-Hutniczej.

rodnicze (dawniej akademie), Uczelnie Medyczne, Uniwersytety, Uczelnie Techniczne (dawniej politechniki), Wyższe Szkoły Zawodowe, Wyższe Szkoły Niepubliczne oraz Uczelnie Wychowania Fizycznego. Taki podział obowiązuje, gdy spełniony zostanie warunek uczestnictwa co najmniej sześciu uczelni jednego typu w danej dyscyplinie.

Tegoroczny turniej koszykówki oparty był więc o system eliminacyjny składający się z trzech etapów, z których ostatni – finał ogólnopolski – odbył się właśnie w Krakowie. AZS AGH gościł w sumie 16 drużyn męskich i 15 żeńskich z całego kraju. W ciągu trzech dni ostrej rywalizacji, dziesiątki zawodników dokładało największych starań, by rozegrać jak najlepsze mecze w czterech krakowskich halach: hali Studium Wychowania Fizycznego i Sportu AGH (dwa boiska), Hali Wisły (dwa boiska) oraz hali 100-lecia Cracovii (jedno boisko). Zagorzali fani koszykówki mogli obejrzeć w sumie 81 meczów, gwarantujących sporo sportowych emocji na iście mistrzowskim poziomie.

Koszykarze i koszykarki rywalizowali początkowo w czterech grupach eliminacyjnych (A, B, C, D), z których dwie najlepsze drużyny przechodziły do rozgrywek fazy play-off. Tytułu najlepszych akademickich drużyn koszykarskich broniły w tym roku panowie z Uniwersytetu Warszawskiego i panowie z Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni. Ostatecznie jednak zawodniczki i zawodnicy tych ekip musieli uznać wyższość rywali. W finale damska drużyna Uniwersytetu Warszawskiego została

Akademiccy Mistrzowie Polski - drużyna AZS AGH z cheerleaderkami



fol. Z. Flasińska



Mecz AZS AGH - AZS Koźmiński

pokonana przez Politechnikę Gdańską 60:64. Natomiast zawodnicy gospodarzy pewnie wygrali z Akademią Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, kończąc spotkanie wynikiem 90:64. Tym samym męski zespół AZS AGH wywalczył swój pierwszy, historyczny złoty medal Akademickich Mistrzostw Polski w koszykówce! Choć trzeba przyznać, że początek turnieju – z odnotowaną przegraną w pierwszym meczu z Akademią Leona Koźmińskiego w Warszawie – wcale nie nastrajał optymistycznie. Niemniej jednak sukces, jak podkreślają sami zwycięzcy, smakuje wyśmienicie. Nieco gorzej potoczyły się losy koszykarek AZS AGH, które nie wyszły ze swojej grupy eliminacyjnej i ostatecznie uplasowały się na 12 miejscu. Szczegółowe wyniki Akademickich Mistrzostw Polski przedstawiają się następująco:

### ▪ koszykówka kobiet

- finał: Politechnika Gdańska – Uniwersytet Warszawski 64:60 (19:12, 16:18, 21:16, 8:14),
- mecz o 3. miejsce: PK Kraków – UMCS Lublin 60:46 (10:9, 13:16, 19:12, 18:9),
- mecz o 5. miejsce: UŁ Łódź – AWF Poznań 51:42 (8:16, 18:10, 14:10, 11:8),
- mecz o 7. miejsce: UJ Kraków – UAM Poznań 58:50 (6:8, 8:13, 15:14, 14:6),
- mecz o 9. miejsce: PWSZ Leszno – PŁ Łódź 40:35 (18:13, 9:7, 5:6, 8:9),
- mecz o 11. miejsce: UG Gdańsk – AGH Kraków 60:51 (16:9, 16:12, 13:14, 15:16).

### Klasyfikacja końcowa:

1. Politechnika Gdańska
2. Uniwersytet Warszawski
3. Politechnika Krakowska
4. Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
5. Uniwersytet Łódzki
6. Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu
7. Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
8. Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu
9. Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Lesznie
10. Politechnika Łódzka
11. Uniwersytet Gdański
12. Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

- 13-15. Uniwersytet Śląski w Katowicach, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, Politechnika Poznańska

### ▪ koszykówka mężczyzn

- finał: AGH Kraków – AWF Wrocław 90:64 (29:16, 24:23, 18:14, 19:11),
- mecz o 3. miejsce: AMW Gdynia – PG Gdańsk 85:51 (21:15, 12:19, 25:14, 27:3),
- mecz o 5. miejsce: UMCS Lublin – AWF Warszawa 67:58 (20:19, 14:8, 16:13, 17:16),
- mecz o 7. miejsce: Łazarski Warszawa – AWF Katowice 63:60 (18:17, 18:12, 15:16, 12:15),
- mecz o 9. miejsce: PWr Wrocław – ALK Warszawa 71:66 (15:8, 17:25, 17:12, 22:22),
- mecz o 11. miejsce: UŁ Łódź – Uro Kraków 65:51 (13:18, 19:8, 12:12, 21:13).

### Klasyfikacja końcowa:

1. Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
2. Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu
3. Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni
4. Politechnika Gdańska
5. Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
6. Akademia Wychowania Fizycznego w Warszawie
7. Uczelnia Łazarskiego w Warszawie
8. Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach
9. Politechnika Wrocławska
10. Akademia Leona Koźmińskiego w Warszawie
11. Uniwersytet Łódzki
12. Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
- 13-16. Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu, Politechnika Śląska w Gliwicach, Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu

Cały turniej, oprócz wspaniałego sportowego widowiska, był również ogromnym wyzwaniem organizacyjnym, w który zaangażowane były dziesiątki osób. Noclegi, wyżywienie, boiska, oprawa sędziowska czy artystyczna meczów to tylko niektóre z aspektów, jakie musiały zostać spełnione, by mistrzostwa odbywały się na jak najwyższym poziomie. I tu z pomocą przyszły cheerleaderki AZS AGH, które swoimi występami uatrakcyjniały przerwy między meczami. Istnieje również pewne podejrzenie, że ich doping znacząco wpłynął na sukces naszych zawodników ;) Ostatecznie nie zawiedli również kibice, którzy licznie zgromadzili się w krakowskich halach mimo długiego weekendu, który pogodą zachęcał do błędnego leniuchowania na tonie natury. W AGH euforia z wygranej mężczyźni miesza się z niedosytem występu drużyny żeńskiej, a na zapleczu organizacyjnym słychać tylko ciche westchnienia ulgi, że turniej się skończył, goście wyjechali i można wrócić do domów, które przez ostatnie dni zastąpione były przez hale sportowe.

# Gang Bychawskiego i Biela wraca do ligi

Paweł Fleszar  
www.sportkrakowski.pl

Majowa noc 2016 roku. Wąskim przejściem autokaru przemierzającego Polskę przeciska się trener „Agiehowców” Wojciech Bychawski. Na szyi ma przewleczoną przez głowę siatkę uciętą z obręczy w hali Milenium w Kołobrzegu, na przedramieniu białą serwetkę. Serwuje napoje. Realizuje zakład-obietnicę, że jeśli pokonają Kotwicę na wyjeździe i zdobędą promocję do I ligi – jeden raz będzie dla nich kelnerem.

Inny obrazek. Bychawski negocjuje przyjsście do swojego zespołu zawodnika znanego jako trudny i kontrowersyjny. Przestrzega: „Ale zastanów się dobrze, bo ja nigdy nie ustąpię, choćbym miał przegrać”.

Tamten koszykarz udowodnił później trenerowi, że się myli. Był też taki, z przeciwnej drużyny, który poszedł z nim do pustej sali, aby pomocząwą kłótnię kontynuować za pomocą bogatszych środków perswazji. Zdarzało się, że kibicom obrażającym go w szczególnie wulgarny bądź natrętny sposób proponował: „Zaczekaj na mnie po meczu na zewnątrz”. Nigdy żaden nie zaczął (co swoją drogą dobrze świadczy o ich instynkcie samozachowawczym).

Jest mnóstwo najróżniejszych historii, które uzupełniłyby opis człowieka pełnego ambicji, złościwości, pasji, swoistego uroku, zapalczowości, pracowitości, pamiętliwości, poczucia humoru, nietuzinkowej twardości charakteru, sporadycznie wręcz mściwości. Chyba tylko on mógł, po ubiegłorocznej degradacji, stworzyć i przygotować zespół grający w gangsterskim stylu, na tak olbrzymim poziomie emocji, który zostawił za sobą wiele ekip przewyższających go budżetem i potencjałem personalnym, a przez osiem miesięcy poniósł zaledwie dwie porażki. I dźwignął go mentalnie w ciągu dwóch dni po dotkliwej klęsce, kiedy wydawało się, że może zostać zdominowany przez jaworzniaków również dzisiaj.

Zwłaszcza, że ci na początku potwierdzali obawy. Stwarzali ogromną presję w obronie, Daniel Gollammer udanie zastępował Macieja Maja, szybko zdobywając 5 „oczek”. Pierwszy szturm gospodarze jeszcze odparli, po „trójce” Macieja Koperskiego wyrównując na 9:9, ale Wojciech Zub i Jacek Wróblewski odzyskali inicjatywę (9:13), a akcje Dawida Grochowskiego za trzy i za dwa zaświeciły na tablicy 11:18.

Pierwsza kwarta skończyła się wynikiem 15:20, a siedmiopunktową przewagą goście osiągnęli jeszcze raz, w 13. minucie (20:27).

Przy największej publiczności w sezonie koszykarze AGH Kraków zanotowali najlepszy w nim występ i odnieśli 33. zwycięstwo – 74:47 – z MCKiS Jaworzno, które dało im awans.

Założmy, że jesteś po „40” i dla formy, po 3 razy w tygodniu, wykonujesz dwukrotnie „obwód” składający się z 12 serii ćwiczeń na siłę i wytrzymałość siłową, z wykorzystaniem wagi ciała i kilkunastokilogramowego kettla. Przepisał go trener przygotowania fizycznego AGH Piotr Biel. Efekty są więcej niż zadowalające, ale występują też nieuniknione mikrourazy. Zwierzasz mu się: „Boli mnie bark/kolano/ścięgno/przyczep przy łokciu”. On na to: „Starość” albo „Dziadkowie tak mają”. I odtąd już nic cię nie boli. Coś jak cud. Utyskujący zawodnicy słyszą zwykle tylko jeden czasownik. Za to harówka, jaką z nim odbywają jest bazą dla ich opartej na obronie gry. Fachowość Biela może określać roczne pełnienie funkcji specjalisty od motoryki w ekstraklasowym MKS Dąbrowa Górnicza i fakt, że obecny trener reprezentacji Chorwacji Dražen Anzulović bardzo chciał go widzieć dalej u swego boku, lecz tamten zrezygnował z powodów prywatnych. Lepiej jednak pokazuje jego klasę sposób, w jakim akademicy wywalczyli awans dwa lata temu, czy styl prezentowany przez nich w tym sezonie. I druga kwarta opisywanego spotkania.

Goście zaczęli sprawiać wrażenie, jakby „zarżnęli się” podyktowanym przez siebie tempem, a krakowianie wówczas jeszcze bardziej zwiększyli obroty. Wymusili na rywalach sekwencję błędów: 24 sekund, podania postane na aut, „niedoloty”, a sami raz po raz dziurawili ich kosz, zaliczając run 18:1. Bartosz Czerwonka i Koperski nie mylili się z dystansu, ale ogień rozpalili potężnym wsadem Iwan Wasyl. Drugą „paczką”, w kontrze, zamknął pierwszą połowę (38:28), a zaraz po przerwie przedarł się przez całą defensywę i wcisnął piłkę oburącz, razem z przeciwnikiem. Preferowaną rozrywką dwóch filarów akademickiego klubu są wzajemne kpiny. Biel dokuca Bychawskiemu, że jest gruby, a ten odpowiada, że zawsze może schudnąć, a kolega twarzy sobie nie poprawi, bo takich operacji nie robią. Gdy Bychawski zapuścił włosy, Biel zyskał nowy oręż – sugeruje mu łudzące podobieństwo do gwiazdora filmów dla dorosłych z lat 80. Szyderstwa lub szorstkiego żartu częściej niż głaskania po głowie mogą spodziewać się także ich zawodnicy.

fot. R. Zmierzka



Miguel Zamora w ataku na kosz przeciwnika

Ivan Wasyl efektywnie kończy akcję



fot. R. Zmierzka



Drużyna AGH po awansie do pierwszej ligi

Tak samo i oni byli bezlitośni dla przyjezdnych w trzeciej odsłonie. Sebastian Dusito ciągle świetnie zastępował mającego kłopoty z faulami Bartłomieja Podworskiego, a palmę efektywności dzierżył Miguel Zamora. W najładniejszej ze swych penetracji obiegł „deskę” trzymając piłkę na daleko wyciągniętej dłoni i wrzucił ją do „dziury” z drugiej strony. Gdyby nie dynamika i oko krakowianina Sebastiana Dąbka, MCKiS nie zdobyłby w tym okresie nawet tych siedmiu punktów.

Po trzydziestu minutach rezultatem był wynik 60:35, a po trafieniu z obwodu i dwóch osobistych Wiktora Majki nawet 73:44. Zanim „Agiehowcy” zaczęli polewać się szampanem, odbyły się jeszcze demonstracje w rewanżu za niedzielne zachowanie szkoleniowca MCKiS: Bychawski wziął czas na dwie minuty przed syreną (istnieje obyczaj, że przy rozstrzygniętym wyniku się tego nie robi), a minutę później gwizdnął do Koperskiego, który przetrzymał piłkę do końca akcji nie robiąc ruchu, ani nie oddając rzutu.

Miłość do zespołu z Piastowskiej spada z nienacką i chadza krętymi ścieżkami. Zupełnie jak miłość. Jeden z koszykarzy AGH miał dziewczynę, a dziewczyna ma mamę. Mama zaczęła pojawiać się na jego meczach, zaciekawiona zajęciem ukochanego

swojej córki. Potem koszykarz i dziewczyna się rozstali, ale mama nie porzuciła zespołu. Jest mu wierna do dzisiaj, choć jakiś czas temu odszedł z niego także tamten koszykarz.

Po tym meczu krakowian fetowała najliczniejsza publiczność w sezonie, atmosfera była wyjątkowa. Studenci siedzieli nawet „po turecku” wprost na parkiecie boiska.

Czekało ich jeszcze sporo wrażeń. W ciągu kolejnych dziesięciu dni gang Bychawskiego i Biela dwukrotnie pokonał w finale Górnika Wałbrzych, zdobywając prestiżowe miano najlepszej drużyny II-ligowej w Polsce.

Natomiast dwa tygodnie później koszykarze Akademii Górniczo-Hutniczej po raz pierwszy w historii triumfowali w Akademickich Mistrzostwach Polski!

W finale, w efektownym stylu, kontrolując przebieg gry przez blisko 40 minut, pokonali wrocławską Akademię Wychowania Fizycznego 90:64. MVP decydującego meczu oraz całego turnieju finałowego został skrzydłowy AGH Iwan Wasyl. Cenniejsze zwycięstwo odnieśli jednak w półfinale, ze stuprocentowym faworytem do „złota”, z broniącą tytułu Akademią Marynarki Wojennej z Gdyni. W jej składzie wystąpiło siedmiu koszykarzy z ekstraklasy, z Asseco Gdynia i Startu Lublin, a także dwóch innych, którzy w trakcie sezonu zostali wypożyczeni z Asseco do niższych lig. Tymczasem chłopcy, którzy ostatnio w większości grali dwie klasy niżej, „ustali im” w obronie, pokonując 68:53. Liderem ofensywy AGH był w tym spotkaniu Sebastian Kowalczyk z Wilków Morskich Szczecin, zdobywca 35 punktów.

W obu sobotnich konfrontacjach akademię poprowadził Tomasz Orlicki, zastępujący Wojciecha Bychawskiego, który w tym czasie na mistrzostwach Polski U-16 we Wrocławiu musiał wypełniać obowiązki członka sztabu szkoleniowego reprezentacji kadetów.

Turniej finałowy odbył się w Krakowie, na obiektach Wisły, Cracovii 1906, a także Akademii. Koszykarze AGH wszystkie mecze zagrali we własnej hali, a ostatniego dnia zaprezentowali dwa wsady, które chyba wejdą do jej legendy. W ранnym półfinale Bartłomiej Podworski zapakował potężnie po dwutakcie, razem z Filipem Putem, a ekstraklasowy skrzydłowy nie zdołał mu przeszkodzić nawet faulując uderzeniem w łokieć. Jeszcze po południu ekscytowali się tym współtwórcy akademickiego klubu z Piastowskiej, Jan Domański i Piotr Biel. Wkrótce jednak nowych podnień dostarczył im Wasyl. Kowalczyk rzucił mu długie podanie na alley oop’a, przechodzące za prawą stronę tablicy na wysokości grubo ponad trzy metry. Iwan przechwycił je prawą ręką i – cały czas jednorącz – włożył do „sita” płynnym ruchem, hakiem.

#### AZS AGH Kraków – MCKiS Jaworzno 74:47 (15:20, 23:8, 22:7, 14:12)

Sędziowali: Grzegorz Łata i Filip Marek. Widzów: 350.

AGH: Koperski 20 (3×3, 4 zb.), Zamora 14 (1×3, 9 zb., 7 as., 5 prz.), Wasyl 8 (4 zb., 3 prz.), Podworski 4 (4 zb.), Borówka oraz Czerwonka 10 (2×3, 7 zb.), Zgłobicki 7, Dusito 5 (8 zb., 2 bl.), Majka 6 (1×3), Dyrda, Medes, Pieniążek. Trener: Wojciech Bychawski.

MCKiS: Goldammer 8 (9 zb.), Podkowiński 6 (8 zb.), Grochowski 5 (1×3, 5 zb.), Zub 5, Gworek 2 oraz Dąbek 11 (1×3), Wróblewski 5 (4 zb.), Weiss 5 (1×3, 4 zb.), Michalski (6 zb.), Lemański, Roszkowski, Brzozowski. Trener: Przemysław Biliński.

Skład Akademii Górniczo-Hutniczej w turnieju finałowym AMP: Michał Borówka, Błażej Karlik, Sebastian Kowalczyk, Aleksander Lipiec, Konrad Mamcarczyk, Michał Medes, Jakub Nowaczek, Bartłomiej Podworski, Sebastian Szymański, Iwan Wasyl, Bartosz Wróbel, Tomasz Zych. Trener: Wojciech Bychawski, II trener: Tomasz Orlicki.

# Morze, góry i śpiew ptaków

Czyli jak spędzić długi majowy weekend

Zbigniew Sulima

Kiedy śniegi zaczynają topnieć, a słońce coraz śmielej rozjaśnia niebo, a może i nawet wcześniej, wielu z nas zagląda w kalendarz, z zapartym tchem szukając tego miejsca, gdzie wpada przełom kwietnia i maja. Tam właśnie znajdują się informacje związane z potencjalnie długim weekendem, który czasami przypada na początku maja przy sprzyjającym splocie dat świąt państwowych. Tegoroczny kalendarz był bardzo taskawy i pozwolił przy minimalnym uszczupleniu potencjału urlopowego na całkiem długi wypoczynek.

Możliwości, jakie dają współczesne środki komunikacji na znalezienie się w wymarzonej miejscowości naszej planety, są ogromne. Nie aspirując do egzotycznych wypraw wybrałem niezbyt oddaloną Chorwację, a dokładniej, najpiękniejszą część tego kraju – Dalmację i jej, zdawało by się, niezliczone wyspy i wysepki, czyli rejs po Adriatyku.

Załatwianie czarteru jachtu i kompletowanie załogi (wszak samemu nie jest łatwo mierzyć się z morskim żywiołem) to część krajowa wyprawy. Następnie cała noc w drodze i już widać Split i jego port, z którego mieliśmy się przeprawić promem na wyspę Solta do miejscowości Rogač, gdzie oczekiwał na nas jacht. Wracając na chwilę do podróży, jaką odbyliśmy, chciałbym wtrącić krótkie spostrzeżenie poczynione w jej trakcie. Okazało się, że urok Dalmacji doceniło bardzo wielu moich rodaków, o czym świadczy fakt, iż winietę na przejazd czeskimi autostradami nabyliśmy dopiero kilkadziesiąt kilometrów przed austriacką granicą, bo wcześniej wszędzie były do cna wykupione.

W Spicie miła niespodzianka, prom bez którego nie dotarli byśmy do upragnionej łodzi, tak jakby czekał na nas. W pośpiechu zakupiliśmy bilety i dalej w drogę. Niecała godzina rejsu i już szukaliśmy lokalnego przedstawiciela armatora, którego odnaleźliśmy w jednym w tym porcie barze, spożywającego... no coś tam spożywał w sumie nie przyjrzałem się dokładnie. Procedura przejścia jednostki nie trwała na szczęście długo, ponieważ z nieba łat się żar i marzyliśmy tylko o tym żeby zanurzyć się w przejrzystych wodach Adriatyku. Zwiedzanie okolic portu, ostatnie zakupy, wypoczynek i rankiem następnego dnia rzuciliśmy cumy. Ponieważ zdecydowana większość załogi była pierwszy raz na morzu postanowiłem, że pierwszy dzień naszego pływania

będzie z wiatrem, który niósł ku północnej Dalmacji. Nie można było narzekać na siłę żywiołu, który błyskawicznie zaniósł nas w okolice Šybenika. Tak się rozochociłem, że pomyślałem sobie o ujściu rzeki Kraka, gdzie można podpłynąć nawet morskim jachtem. Jednak załoga wybrała o wiele bliższy Primošten. Jakież wielkie było nasze rozczarowanie, kiedy po próbie wejścia do malutkiego portu okazało się, że jest on całkowicie zarezerwowany. Wokół nas pływały jachty, których narodowość załogi można było rozpoznać po zawieszonych pod lewym salingiem polskiej banderze, zresztą w kolejnych portach jedynymi sąsiadami przy nabrzeżu (z niewielkimi wyjątkami) byli nasi rodacy. Jak już wspominałem wielu z nas docenia piękno Adriatyku. Na szczęście nieopodal jest równie uroczy port Rogoznica, gdzie obsługa portu odebrała od nas cumy.

Następny dzień nie był już tak wietrzny jak poprzedni, a my postanowiliśmy płynąć z powrotem na południe, co było o tyle utrudnione, że kierunek wiatru się nie zmienił i musieliśmy tym razem płynąć pod wiatr. Zmaganie z kierunkiem wiatru przestało być aktualne, ponieważ wiatr ustał całkowicie na początku wyspy Solta i włączony silnik zawiódł nas wczesnym wieczorem do pierwszego portu na wyspie Brač – Milna.

Następnego dnia powstało pytanie, gdzie dalej płynąć. Zwiedzając uroczą Milnę zobaczyliśmy plakaty reklamujące jaskinie znajdujące się u wybrzeży niezbyt odległej wyspy Vis i tam ruszyliśmy. Warunki wskazywały na to, że dotrzemy na kotwicowisko nieopodal jaskiń, ale jak to często bywa nie udało się zrealizować planów, z których musieliśmy zrezygnować chcąc wpłynąć za dnia do miasta Vis na wyspie Vis. Już raz byłem na tej wyspie, ale muszę przyznać, że chyba niezbyt dokładnie zwiedziłem miasto, bo teraz zrobiło na mnie zdecydowanie lepsze wrażenie. Może dlatego, że pora roku była bardziej sprzyjająca turystyce (poprzednio odwiedzałem Vis w lutym). Wiosna Chorwacja to mnóstwo zapachów, niekiedy egzotycznych dla nas kwiatów, a co za tym idzie barw i soczystości zieleni. Wyjeżdżając z Krakowa nie miałem do czynienia z tak soczystą wiosną. Miesiąc później miałem kontakt ze znajomym, który rozmawiał z Chorwatami o tej eksplozji zapachów i barw. Okazało się, że dla nich to też niespotykana co roku sprawa, tym razem wiosna (dla nas

fot. S. Berg



Pewnie jedne z pierwszych regat w sezonie, rozegrane niedaleko Splitu

w zasadzie można by powiedzieć lato) przysłała zdecydowanie wcześniej i w większym niż zwykle natężeniu.

Jak wynikało z prognozy, następnego dnia od godziny 10:00 pogoda miała się gwałtownie pogorszyć. Miał zacząć wiać wiatr zwany Yugo, który charakteryzuje się dużą siłą i któremu towarzyszą często burze. W południe sytuacja pogodowa była dobra więc, trochę lekceważąc zapowiedzi wiatrowe, wyszliśmy w morze, a naszym celem był dość odległy port Makarska. Późnym popołudniem na niebie pojawiły się zwałiste chmury, ale w dalszym ciągu miałem nadzieję, że to tylko opady. Niestety prognoza się sprawdziła i dopadło nas wspomniane Yugo z siłą 35 węzłów. Pojawiły się oznaki lęku, ale opanowawszy sytuację schroniliśmy się w cudnym Starim Gradzie na wyspie Hvar. Port wypełniony był po brzegi łódkami, które również jak my postanowiły schronić się przed porywistym wiatrem. W ciemnościach odnaleźliśmy, dosłownie ostatnie wolne miejsce, „przytulając” się do burty jachtu z polską oczywiście załogą. Następnego dnia po przechadzce przepięknymi uliczkami Starego Gradu, musieliśmy się uwijać i wracać do macierzystego portu, bo czarter przewidywał nasz powrót na godzinę 17. tego właśnie dnia. Morze trochę rozfalowane, ale na szczęście ostatnie podrygi yugo szybko i bez zbędnych zwrotów doprowadziły nas znowu do malutkiego i sennego Rogača. W drodze powrotnej, już z lądu, wstąpiliśmy do przepięknego, ale pękającego niestety o tej porze roku od turystów, Trogiru. Jeszcze tylko ostatni wysięk i już byłem w Krakowie, reszta załogi nie była w tak komfortowej sytuacji musząc dojechać do Warszawy i Ostrołęki.



Na jachcie widać luz i wypoczynek,  
jeszcze w zacisznej marinie Rogač



Uroczne miasto Vis na  
wyspie Vis

zdjęcia: Sylwester Berg

Otwarte i łatwe w podejściu  
nabrzeże Rogoznicy



# Morze, góry i śpiew ptaków



Głęboko schowany w łądzie port  
Starego Gradu na wyspie Hvar



W „objęciach” wiatru yugo –  
załoga uwija się sprawnie przy  
refowaniu żagli