

W NUMERZE

OBIECUJĄCY WODÓR

**POLSKA W KOSMOSIE
WYZWANIA W ROBOTYCE
WIOSNA NA NIEBIE
STUDENCKIE PASJE**

3

2023

**PRZEGLĄD
TECHNICZNY**



GAZETA INŻYNIERSKA

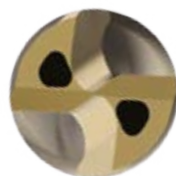
ISSN 0137-8783 e-ISSN 1689-1724 marzec 2023 Cena 28 zł (w tym 8% VAT)

Z A Ł O Ż O N Y W 1 8 6 6 r .

DIA  EDGE

**WIERTŁA TYPU
MINI-DVAS**

**NIEZAWODNE
MAŁA ŚREDNICA
WIERCENIE GŁĘBOKICH
OTWORÓW**



Zaawansowane otwory chłodzące zwiększające przepływ chłodziwa
Proste, ostre i twarde krawędzie tnące
Geometria ścina XR dla redukcji oporów skrawania
Stożkowy rowek wiórowy dla lepszej sztywności
Wytrzymały i odporny na zużycie gatunek pokryty PVD
Ø1,0 mm ÷ Ø2,9 mm L/D2 do L/D50

mmc-hardmetal.com/pl/dvas



Odwiedź nasze stoisko C-23
podczas STOM TOOL 2023

mmc-hardmetal.com

 **MITSUBISHI MATERIALS**

Tradycyjnie, od 2008 r. inżynierowie ze wszystkich krajów świata spotkają się na wydarzeniu, które jednoczy środowisko oraz wpływa na przyszły kształt myśli technicznej. Tegoroczna Światowa Konferencja Inżynierów (ang. WEC), organizowana przez Światową Federację Organizacji Inżynierskich (WFEO – *World Federation of Engineering Organizations*), odbędzie się 11–13 października 2023 r. w Pradze w Czechach. WFEO, z siedzibą w Paryżu, skupia organizacje inżynierskie z Europy, Azji, obu Ameryk, Australii i Afryki (20-milionowa rzesza inżynierów). Tematem WEC 2023 będzie „Inżynieria dla życia: przełomowe technologie i działania skoncentrowane na celach zrównoważonego rozwoju”. W Komitecie Honorowym WEC23 reprezentantem Polski i FSNT-NOT jest prof. dr hab. inż. Teofil Jesionowski, Rektor Politechniki Poznańskiej, Przewodniczącą Konferencji Rektorów Polskich Uczelni Technicznych.

Nasza Federacja przez 8 lat prowadziła Sekretariat Stałego Komitetu WFEO ds. Kształcenia Inżynierów – CEE, a przedstawiciel FSNT-NOT pełnił funkcję przewodniczącego tego Komitetu. Polscy inżynierowie uczestniczyli aktywnie we wszystkich Światowych Kongresach (Hanower, Niemcy 2000; Szanghaj, Chiny 2004; Brazylia 2008; Genewa, Szwajcaria 2011; Kyoto, Japonia 2015, Melbourne, Australia 2019). Byli nie tylko uczestnikami, ale także przedstawiali w referatach swój dorobek przyczyniający się do promocji Polski i jej społeczności inżynierskiej. Powinniśmy to kontynuować.

Proponujemy grupowy udział polskich inżynierów w WEC23 w Pradze.

FSNT-NOT, członek-założyciel WFEO, podejmuje się zorganizowania zbiorowego wyjazdu delegacji polskiej.

Ze względu na konieczność oszacowania kosztów wyjazdu, uzależnionych od liczby uczestników delegacji oraz warunków ich zakwaterowania, prosimy o zgłoszenia uczestników Zjazdu do końca kwietnia br.

(**Malwina Wronowska, malwina.wronowska@not.org.pl, tel. 22 250 22 12**).

Wczesna deklaracja pomoże nam lepiej przygotować się do organizacji wyjazdu. Oczywiście, jest możliwość samodzielnego wyjazdu. Uważamy jednak, iż wyjazd zorganizowanej delegacji podniesie rangę udziału Polaków w kolejnym WEC.

Informacja o WEC23 jest dostępna na stronie internetowej organizatora <https://www.wec2023.com/>.

Zachęcamy też do zgłoszenia referatów (termin do 15.05.br.).



WYDAWNICTWO SIGMA-NOT 

Bądź eko

*Korzystamy
z zielonej energii*

**wybierz prenumeratę
cyfrową**

Warianty prenumeraty czasopism

PRENUMERATA cyfrowa – czasopismo wyłącznie w wersji cyfrowej dostępne na Portalu Informacji Technicznej www.sigma-not.pl, prenumerator otrzyma link aktywacyjny do zaprenumerowanego tytułu;

Pakiet PLUS – czasopismo w wersji papierowej (bez doliczanej opłaty za jej dostarczenie) oraz w wersji cyfrowej, wraz z dostępem do archiwum zaprenumerowanego tytułu na Portalu Informacji Technicznej www.sigma-not.pl; prenumerator otrzyma link aktywacyjny do zaprenumerowanego tytułu;

PRENUMERATA papierowa – czasopismo tylko w wersji papierowej (za jego dostarczenie doliczamy opłatę).



więcej informacji: 22 840 30 86, prenumerata@sigma-not.pl
portal@sigma-not.pl

Świerszcze na talerzu



Martyna Jachimowicz

Redaktor Naczelna

Komisja Europejska od 24 stycznia 2023 r. zezwoliła na wprowadzanie na rynek UE, jako nową żywność (*novel food*), częściowo odtłuszczonego proszku z *Acheta domestica* (świerszcza domowego). Ma być on dodatkiem do ściśle określonych produktów spożywczych, w określonej w rozporządzeniu ilości. Wcześniej KE dopuściła do europejskiego rynku żywności szarańczę wędrowną, chrząszcza mącznika młynarka i larwy pleśniakowca lśniącego. Choć spożywanie owadów nie jest niczym nowym, szczególnie w krajach Azji i Afryki, to dla Europejczyków jest to wciąż egzotyka. Po ogłoszeniu rozporządzenia KE, w Internecie rozpętała się burzliwa dyskusja na temat jedzenia owadów. Jakie jest bowiem uzasadnienie KE do wspomnianych decyzji. Otóż urzędujący w Brukseli politycy są zdania, że insekty stanowią „wysoce odżywcze i zdrowe źródło pożywienia z dużą zawartością białka, tłuszczu, witamin i minerałów”.

Jedzenie owadów ma też rozwiązać problem głodu na świecie. Co prawda, nie bardzo wiadomo, jak wprowadzenia tego typu żywności na rynek europejski miałyby pomóc w rozwiązaniu tych problemów, wszak w Europie niedobory raczej nie występują, a żywność często jest marnowana.

Jakie jeszcze zalety szerokiego włączenia owadów do żywności są podkreślane w medialnych przekazach? Produkcja żywności z owadów jest uzasadniana względami zarówno ekonomicznymi, jak i ekologicznymi. W hodowli insektów nie ma potrzeby wykorzystywania bardzo dużych powierzchni, tak jak w przypadku hodowli drobiu czy bydła. Zmniejsza się również zużycie wody, paszy, a także ilość wydalanych gazów cieplarnianych. I tu pojawia się kolejny argument zwolenników diety „owadziej”. Hodowla owadów, zamiast tradycyjnej hodowli zwierzęcej ma przyczynić się do „ochrony klimatu”.

Pojawiają się też wątpliwości: – *Nie znamy jeszcze odpowiedzi na pytania, jak organizm Europejczyków będzie reagował na substancje zawarte w owadach jadalnych* – podkreśla prof. Dominika Matuszek, kierownik Katedry Inżynierii Biosystemów i Procesów Chemicznych Politechniki Opolskiej. Jak podkreśliła, wartość odżywcza jadalnych owadów jest wysoka, choć nie należy zapominać, że owady mogą produkować lub gromadzić z otoczenia substancje antyodżywcze lub szkodliwe, które mogą wpływać na ograniczenie wykorzystania składników odżywczych, takich jak tiaminaza, kwas fitynowy, garbniki, szczawiany, saponiny, chinony i inne. Mogą także stanowić zagrożenie związane ze specyficzną mikroflorą obecną w owadach.

Z kolei, wiceminister rolnictwa i rozwoju wsi Krzysztof Cieciora jest zdania, że: – *Wywrócenie wartości, jeśli chodzi o dietetykę na Zachodzie staje się już poważnym elementem dyskusji* – i przekonuje: – *Będziemy bronić tradycyjnych wartości żywieniowych i wolności wyboru jedzenia*. Zaznaczył też, że spodziewa się agresywnej kampanii na rzecz spożywania owadów i produktów z nich zrobionych. Wiceminister stwierdził też, że nie będzie zakazu jedzenia produktów z owadów, ale w sklepach produkty z nich muszą być dokładnie oznaczone.

A jak kwestię zmiany nawyków żywieniowych widzą konsumenci? Według sondażu IBRiS, przeprowadzonego na początku marca dla *Rzeczypospolitej*, jedynie 1,6 proc. ankietowanych uważa, że Polacy powinni dla zdrowia zrezygnować z jedzenia mięsa, 35 proc. uważa, że powinni ograniczyć jego ilość. Najwięcej, bo aż 58 proc. jest zdania, by nie zmieniać nawyków żywieniowych. A więc na razie mięso „trzyma się mocno”. Jak będzie w przyszłości – trudno powiedzieć. Być może intensywne promocje „owadziej przysmaków” zmieni gusta konsumentów, bo produkty spożywcze z owadów można już od pewnego czasu kupować w Internecie, serwowane są też w niektórych restauracjach, a ostatnio do oferty wprowadził je jeden z hipermarketów w Warszawie (są to produkty polskiej firmy).

Pojawiają się też takie pomysły, jak zaproponowany przez Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia z Łodzi, które we współpracy z łódzkim magistratem, zachęca do założenia własnej hodowli owadów jadalnych, na klatkach schodowych w blokach, czy kamienicach.

Kontrowersje dotyczące jedzenia owadów będą zapewne jeszcze długo rozgrzewały Internet, a czas pokaże, czy tradycyjnego polskiego schabowego zastąpią smażone świerszcze.

GOSPODARKA

| | |
|---|----|
| Przyszłość polskiej energetyki | 5 |
| Polska w Kosmosie | 7 |
| Czy wodór zapewni transformację energetyczną? | 21 |
| <i>Lidia Sosnowska</i> | |
| Wodór – paliwo przyszłości | 24 |
| <i>Wywiad z prof. Janiną Molendą</i> | |

INŻYNIER

| | |
|----------------------------|----|
| Statuetki dla najlepszych | 10 |
| <i>Jerzy Bojanowicz</i> | |
| Zanim zostaną „złotymi” | 19 |
| <i>Zygmunt Jazukiewicz</i> | |

NAUKA

| | |
|---|----|
| Mobilność rzeczy, metamobilność i robotyka miękka – perspektywy i wyzwania we współczesnej robotyce | 26 |
| <i>Andrzej Katunin</i> | |

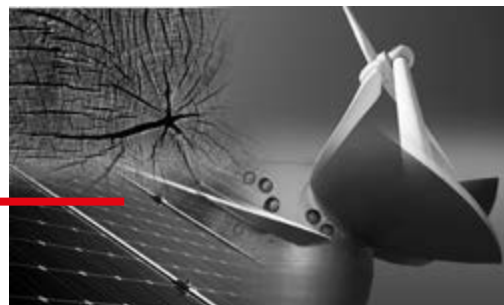
Z ŻYCIA FSNT-NOT

| | |
|--|----|
| Pamięć wybitnego twórcy techniki godnie uczczona | 16 |
| <i>Jolanta Czudak</i> | |
| Ramię w ramię z branżą | 18 |
| <i>Jolanta Czudak</i> | |

Stałe pozycje

| | |
|---|--|
| Wydarzenia | |
| Sygnaly o technice | |
| Kandydaci do tytułu Złoty Inżynier 2023 | |
| Felietony i komentarze | |
| Giełda wynalazków i projektów | |
| Szlakami turystyki industrialnej | |
| Pomniki polskiej techniki | |
| Wino dla inżyniera | |
| Efekty-defekty | |

5 PRZYSZŁOŚĆ polskiej energetyki



10 STATUETKI DLA NAJLEPSZYCH



21

Czy WODÓR zapewni transformację energetyczną?



18

Ramię w ramię z branżą

■ W AGH powstaje habitat



Habitat, czyli laboratorium do symulacji misji kosmicznych powstaje w AGH. Ma to być pierwsze w kraju takie miejsce, w którym studenci w praktyce będą testować rozwiązania w warunkach zbliżonych do misji księżycowych i marsjańskich. W symulatorze bazy kosmicznej będą testowane m.in. nowe materiały do budowy baz kosmicznych, rozwiązania z obszaru nawigacji, telekomunikacji, inżynierii biomedycznej. Habitat AGH będzie nakierowany na badanie przede

wszystkim sprzętu wykorzystywanego w misjach, w tym np. komponentów pokładowych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji, ale też np. rozwiązań stosowanych do oczyszczania wody czy odprowadzania nieczystości. W bezpiecznych warunkach laboratoryjnych analizowane będą reakcje na sytuacje stresogenne, stymulacje nowymi bodźcami dźwiękowymi i wizualnymi, sposoby adaptacji do nowych, nieznanych warunków czy odcięcie od światła dziennego. ■ mj

■ Krok bliżej do elektrowni jądrowej w Polsce

22 lutego br. podpisano umowę na prace przedprojektowe pomiędzy spółką Polskie Elektrownie Jądrowe (PEJ) a firmami Westinghouse Electric Company i Westinghouse Electric Poland. Obejmuje ona 10 podstawowych obszarów merytorycznych, m.in. opracowanie szczegółowego modelu realizacji inwestycji, przygotowanie oceny bezpieczeństwa, programu kontroli jakości oraz identyfikację potencjalnych dostawców, z naciskiem na firmy z Polski. Umowa ma pozwolić na rozpoczęcie pierwszych prac, zanim dojdzie do uzgodnienia umowy wykonawczej. Według informacji PEJ umowa zakłada też przygotowanie zasad zewnętrznego finansowania projektu, czyli wstępne oszacowanie jego wartości. Trwają intensywne prace nad modelem finansowania tej inwestycji, a Tomasz Stępień prezes PEJ zapowiedział, że *jeszcze w tym roku podpiszemy pierwszą umowę na projektowanie elektrowni*. Ten istotny dla przyszłego kształtu energetyki krajowej dokument – w obecności minister klimatu w Moskwie i ambasadora USA Marka Brzezińskiego – podpisali prezes PEJ Tomasz Stępień, prezes Westinghouse Polska Mirosław Kowalik i szef działu Energy Systems w Westinghouse David Durham. Podana została też proponowana dla rozpoczęcia budowy elektrowni jądrowej w Polsce data – rok 2026. ■ mb



■ Musk o sztucznej inteligencji

Zdaniem Elona Muska sztuczna inteligencja to jedno z największych zagrożeń cywilizacji. Musk przestrzegł przed nadmiernym rozwijaniem jej podczas odbywającego się w Dubaju World Government Summit. Według miliardera ChatGPT „zilustrował” ludziom, jak bardzo zaawansowana stała się AI”. Podkreślił też, że kiedy obecnie samochody, samoloty i medycyna muszą spełniać prawne normy bezpieczeństwa, to w przypadku AI nie ma jeszcze żadnych zasad ani przepisów utrzymujących jej rozwój pod kontrolą. CNBC natomiast przypomina, że miliardar od dawna ostrzega przed niebezpieczeństwami nieskrępowanego rozwoju AI. W jego ocenie sztuczna inteligencja jest „znacznie niebezpieczniejsza” od głowic nuklearnych. ■ mj

KOMENTUJE WALDEMAR RUKŚĆ

■ Orlen inwestuje w innowacje

Orlen planuje wdrożenie innowacyjnej technologii, która umożliwi tańsze, szybsze i bardziej ekologiczne wytworzenie półproduktów wykorzystywanych m.in. przy produkcji samochodów, leków, tworzyw sztucznych, czy też dodatków do paliw.

To efekt kolejnej inwestycji funduszu VC stworzonego przez PKN Orlen w innowacyjną polską firmę, Apeiron Synthesis. Apeiron Synthesis z sukcesem komercjalizuje, opracowaną przez naukowców z Francji i USA oraz nagrodzoną w 2005 r. nagrodą Nobla, technologię metatezy olefin (proces chemiczny wykorzystywany w przemyśle). Firma specjalizuje się w opracowywaniu oraz komercyjnym wdrażaniu na światową skalę nowatorskich, rutenowych katalizatorów stosowanych w reakcji metatezy olefin. Technologia ta to niezwykle efektywna metoda syntezy, która umożliwi skuteczną, tańszą i przyjazną środowisku produkcję zaawansowanych związków chemicznych. ■ mj



■ Ultraszybkie ładowanie

Ładowarki GaN firmy Hama zamiast z tradycyjnego krzemu zbudowano z azotku galu (stąd nazwa) – półprzewodnika używanego przy produkcji tranzystorów. Jego najważniejszą za-



letą jest możliwość uzyskania sporej mocy w obudowie o zaskakująco kompaktowych rozmiarach, prawie bez wydzielania ciepła. Jedna z nich, o mocy wyjściowej 65 W, ma rozmiar dwóch zestawionych obok siebie, minimalnie otwartych pudełek zapalek. Wyposażona jest w technologie szybkiego ładowania: Qualcomm Quick Charge 3.0 (obsługuje je pomarańczowe złącze USB-A) i Power Delivery (pomalowane na zielono) obustronne złącze USB-C. Inteligentny chip sam rozpoznaje sprzęt i dobiera prąd o właściwym napięciu, bez ryzyka uszkodzenia akumulatora. A dzięki technologii GaN ładowarka oszczędza baterię, wydłużając jej żywotność. Najbardziej widocznym efek-

tem jest zasilenie energią sprzęt mobilny od zera do stanu 60% naładowania nawet w zaledwie 30 min. (wskaźniku funkcyjny LED informuje, czy urządzenie jest aktywne, czy już zakończyło pracę). ■

■ ALEXA NA URZĄDZENIACH SONOS

Amazon Alexa będzie dostępna na urządzeniach amerykańskiej firmy Sonos z funkcją sterowania głosem w kolejnych 27 krajach, w tym w Polsce. Dzięki temu użytkownicy będą mogli jeszcze łatwiej odtwarzać ulubioną muzykę, ustawiać alarmy, sprawdzać pogodę czy sterować inteligentnymi urządzeniami w swoim domu. Nowa funkcja głosowa zostanie uruchomiona na urządzeniach Sonos w ramach bezpłatnej aktualizacji oprogramowania wiosną tego roku. Dostęp do Alexa International Version, zapewnia słuchaczom proste sterowanie głosowe, niestety w językach angielskim, francuskim, niemieckim, włoskim i hiszpańskim. W usłudze dostępne są takie funkcje, jak np.: „Powiedz, co odtwarzać” pozwalająca na łatwe sterowanie muzyką i treściami telewizyjnymi za pomocą prostych poleceń głosowych (współpracuje z Amazon Music, Spotify i Tunes oraz Amazon Prime Video i Netflix „Zaplanuj swój dzień” – ustawianie minutników i alarmów, dodawanie wydarzeń do kalendarza udostępnianemu pozostałym



domownikom. Dzięki poleceniu głosowym można też robić listy zakupów i szukać przepisów na ulubione dania, „Połącz swój dom” – korzystanie z poleceń głosowych do sterowania oświetleniem, inteligentnymi wtyczkami, termostatami czy kamerami bezpieczeństwa. Dzień będzie można rozpocząć od poproszenia Alexy o sprawdzenie pogody lub udostępnienie krótkiego podsumowania najważniejszych wiadomości. ■

Jerzy Bojanowicz

■ Monitory do zastosowań biznesowych oraz home office

Najbogatszą pod względem udogodnień wersją nowych monitorów z nowej serii P3 firmy AOC są te z przyrostkiem CW w nazwie, z płaskimi matrycami typu IPS 24” (o rozdzielczości 1920 x 1080 px) i 27” (2560 x 1440 px). Wyposażone są w kamery internetowe 5 MP ze wsparciem Windows Hello, złącza USB-C, porty Ethernet oraz wyjścia DisplayPort, do którego można podłączyć kolejny wyświetlacz (Daisy Chain), co pozwala na łatwe stworzenie konfiguracji wielomonitorowej, bez płataniny przewodów. Dzięki zastosowaniu protokołu DisplayPort Alt Mode przez złącza USB-C w monitorach można przesyłać nie tylko dane, ale też sygnał obrazu. Ponadto wspiera ono ładowanie Power Delivery z mocą 65 W, co pozwala na używanie wyświetlacza jako stacji dokującej dla laptopów.

Monitory z głośnikami 2x 5 W można pochylać w zakresie -5°–35°, obracać -180° do 180° i regulować wysokość (150 mm). ■



■ Do projekcji na „szybkich” ekranach

Pierwszy w ofercie firmy Panasonic jednocipowy projektor laserowy DLP nowej generacji PT-REQ12 (4K) zaprojektowano z myślą o uproszczeniu pracy w branży rozrywki opartej na lokalizacji. Dzięki jasności do 12 000 lm, rozdzielczości 4K i możliwości projekcji 240 Hz przy minimalnym opóźnieniu wynoszącym 6 ms lub mniejszym jest idealny dla muzeów oraz branży wynajmu scen. Hermetycznie zamknięty blok optyczny chłodzony cieczą umożliwia 20 tys. h bezobsługowej projekcji.

Quad Pixel Drive i 2-osiowa technologia przesuwania pikseli (pixelquadrupling) zapewniają głęboki, płynny i szczegółowy obraz 4K o jeszcze większej głębi. Projektor współpracuje z firmowym opcjonalnym systemem mapowania projekcji w czasie rzeczywistym. Ulepszony kontrast dynamiczny zawiera nowe układy rozpoznawania scen, które znacznie wyróżniają się między czarnymi, białymi oraz kontrastującymi kolorami i ożywiają prezentowane treści. Można go również połączyć z opcjonalnym systemem Real-Time Tracking Projection Mapping umożliwiającym projekcje na szybko poruszających się obiektach. ■

Przyszłość polskiej energetyki

W 2021 r. został opublikowany dokument „Polityka energetyczna Polski do 2040 r.”, który zakłada, że w 2040 r. ponad połowę mocy zainstalowanej polskiej energetyki będą stanowić źródła zeroemisyjne. Sprawiedliwa transformacja, budowa niskoemisyjnego systemu energetycznego oraz związana z tym poprawa jakości powietrza to trzy główne filary tego projektu. Realizacja tych celów zakłada transformację polskiego systemu energetycznego w kierunku niskoemisyjnych źródeł energii, takich jak: OZE, wodór, atom.

Na początku 2023 r. łączna zainstalowana moc polskiej elektroenergetyki przekroczyła 60 GW z czego 22 GW przypadło na odnawialne źródła energii, co stanowi ok. 36 % mocy zainstalowanej. Jednak ze względu na okresowość pracy źródeł odnawialnych spowodowaną zmiennością warunków wietrznych i słonecznych, źródła te w roku 2022 miały tylko ok. 17% udział w całej wyprodukowanej energii elektrycznej.

ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII

Na odnawialne źródła energii mające znaczenie dla polskiego systemu energetycznego składają się: energia słoneczna, wiatrowa, wodna, biogaz i biomasa.

Pod względem zainstalowanej mocy w 2022 r., energetyka słoneczna z 52% udziałem w OZE po raz pierwszy wyprzedziła wiatrową (34%), za którą niezmiennie od wielu lat jest energetyka wodna (9%). Nieco ponad 5% mocy zainstalowanej w OZE wynosi udział źródeł wykorzystujących biogaz i biomasę.



Planuje się, że w 2040 r. z OZE w Polsce będzie pochodziło 28,5% energii zużywanej w elektroenergetyce ciepłowniczej i chłodnictwie oraz transporcie.

Jeśli chodzi o fotowoltaikę, to w ostatnich latach powstało kilka dużych farm PV, zlokalizowanych głównie w Polsce północnej i zachodniej.

Największa z nich, o mocy 204 MW, zlokalizowana jest w Zwartowie (woj. pomorskie).

Na koniec 2022 r. liczba turbin wiatrowych na lądzie wynosiła 1239, a ich sumaryczna moc zainstalowana była równa 6,7 GW, przy czym największa farma wiatrowa położona w Potęgowie na granicy województw pomorskiego i zachodniopomorskiego osiągnęła moc 219 MW. O ile inwestycje w energetykę wiatrową na lądzie będą podlegać silnym ograniczeniom, to planowana jest w perspektywie kilku-kilkunastu lat budowa farm wiatrowych na morzu, których łączna moc zainstalowana ma wynosić 7,1 GW.

Hydroelektrownie są najstarszym źródłem energii odnawialnej w naszym kraju. Ich udział w mocy krajowego systemu elektroenergetycznego wynosi obecnie ok. 3,4%, a całkowita moc zainstalowana 2042 MW (z czego 1366 MW – moc elektrowni szczytowo-pompowych). W Polsce jest zlokalizowanych 18 elektrowni wodnych o mocy większej niż 5 MW. Największe z nich to: Żarnowiec, Porąbka Żar i Solina. Ostatnio wznowiono budowę dużej





elektrowni szczytowo-pompowej w Młotach w Kotlinie Kłodzkiej. Liczba małych elektrowni wodnych wynosi ok. 550, ale ich łączna moc to tylko 35 MW.

Kolejnym odnawialnym źródłem energii, o dużym potencjale rozwojowym, jest biogaz. Obecnie na terenie Polski działają 194 biogazownie rolnicze i 190 komunalnych. Udział ich mocy w OZE jest na razie niewielki i wynosi zaledwie 1,2%. W mocy całego krajowego systemu elektroenergetycznego udział ten wynosi jedynie 0,47%.

WODÓR

Plany przejścia polskiej gospodarki z węgla na wodór zostały sformułowane w „Polskiej strategii wodorowej do roku 2030 z perspektywą do roku 2040”. Obecnie produkujemy 1 300 tys. ton H_2 rocznie, ale nie jest to wodór zeroemisyjny, głównie jest to tzw. wodór szary lub czarny otrzymywany z metanu lub węgla. Do 2030 r. moc krajowych elektrolizerów produkujących wodór zeroemisyjny ma osiągnąć 2000 MW co da 500 tys. ton H_2 /rok (38% obecnej produkcji). Wodór może być kluczowym nośnikiem energii w dekarbonizacji gospodarki i głównym medium, integrującym krajowe systemy energetyczne: elektroenergetyczny i gazowy. Wodór może być pozyskiwany z wody metodą elektrolizy, gazu ziemnego lub biomasy (reforming), metodą gazyfikacji (piroliza). Niestety istnieją też bariery wykorzystania wodoru jako paliwa przyszłości, m.in. trudno go magazynować i przewozić, jest też łatwopalny, wybuchowy, bezwonny i pali się niewidocznym płomieniem, co stwarza poważne problemy w zakresie bezpieczeństwa. Poza tym wytworzenie wodoru wymaga więcej energii, niż można z niego pozyskać. Niemniej w kilku regionach Polski tworzone są lokalne strategie rozwoju gospodarczego z wodorem jako ważnym nośnikiem energii. Przykładem jest konsultowana w styczniu br. przez Samorząd Województwa Wielkopolskiego ponad 100-stronicowa „Strategia rozwoju Wielkopolski wodorowej do 2030 r.”

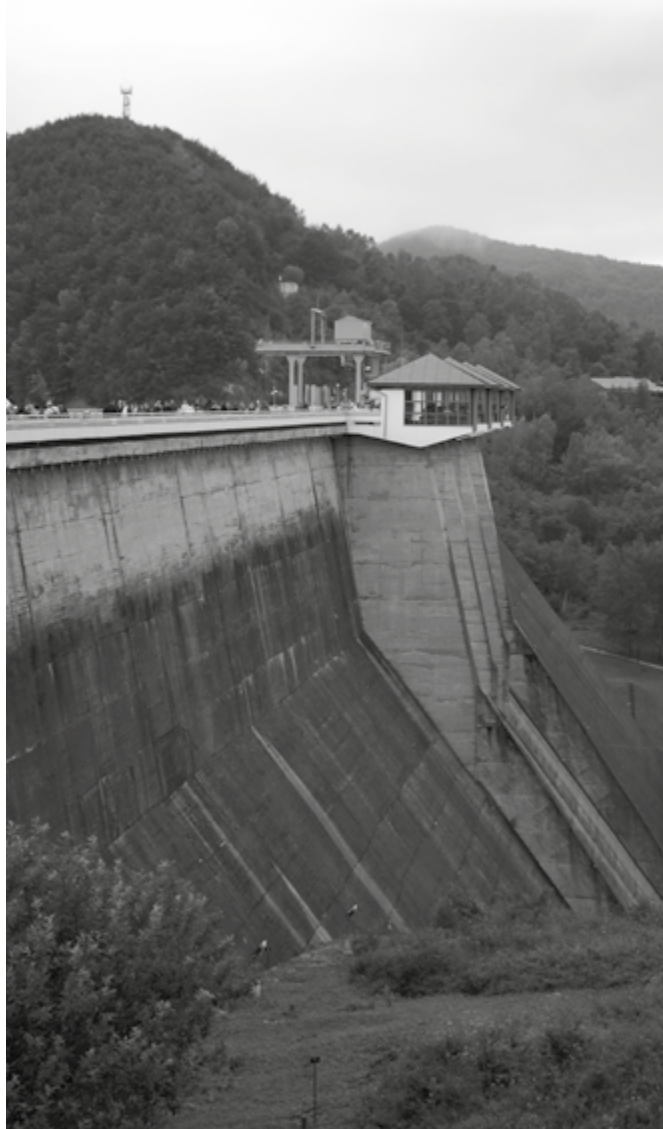
ATOM

W 2020 r. przedstawiono zmodyfikowany „Program polskiej energetyki jądrowej”. Zgodnie z dokumentem planowana jest budowa 2–3 elektrowni jądrowych z 2–3 blokami każda o łącznej mocy 6000 – 9000 MW w oparciu o duże, sprawdzone reaktory PWR generacji III+. Wybrano lokalizacje (Lubiatowo–Kopalino, Pątnów i Bełchatów) oraz dostawców technologii. W dokumencie z 2020 r. nie uwzględniono reaktorów typu SMR (małych reaktorów modułowych). Zainteresowanie technologią SMR pojawiło się dopiero na przełomie lat 2019/2020 za sprawą firm KGHM i PKN Orlen.

PODSUMOWANIE

Idealne „źródło” energii powinno wytwarzać ją w miejscu zapotrzebowania w ilościach zgodnych z aktualną (chwilową) potrzebą, z minimalną liczbą transformacji (najlepiej w formie końcowej) i z maksymalnym ograniczeniem wpływu na środowisko. Te warunki najlepiej spełnia mała (domowa) instalacja fotowoltaiczna (ogniwo na dachu – zużycie w domu), najgorzej wielkoskalowa energetyka jądrowa.

Należy stwierdzić, że wykorzystanie OZE, wodoru i energii jądrowej daje szansę na dekarbonizację polskiej gospodarki, zwiększenie niezależności energetycznej Polski oraz lepszą integrację krajowych systemów elektroenergetycznego i gazowego. Plany zapisane w oficjalnych dokumentach (PEP do 2040, SWP 2021, PPEJ 2020) są bardzo ambitne i mogą okazać się trudne do zrealizowania. ■



Opracowano na podstawie referatu wygłoszonego przez prof. dr. hab. inż. Janusza Wojtkowiaka z Politechniki Poznańskiej pt. „Przyszłość polskiej energetyki: atom, OZE, wodór” podczas Światowego Dnia Inżyniera 2023.

Polska w Kosmosie

Kosmos kojarzy się nam często z astronomią i obserwacją odległych planet i innych ciał niebieskich. Jednak ostatnio obraz ten ulega zmianie, głównie za sprawą coraz śmiej poczynającego sobie przemysłu pracującego na rzecz podboju Kosmosu. O osiągnięciach Polaków w tej dziedzinie mówi prof. dr hab. inż. Piotr Wolański, podczas obchodów Światowego Dnia Inżyniera 2023.

RYS HISTORYCZNY

Zapewne wszyscy słyszeli o Mikołaju Koperniku i jego dziele „O obrotach sfer niebieskich”. Znana jest też postać Jana Heweliusza, konstruktora największego wówczas na świecie teleskopu (50 m) i autora pierwszej mapy Księżyca. Mniej znaną postacią jest Kazimierz Siemienowicz, pionier techniki raketowej, który w XVII w. stworzył koncepcje wykorzystane współcześnie w budowie rakiet Sputnik-1 i Explorer-1. Radioizotopowe źródła energii wykorzystuje wiele sond i satelitów – w tym wypadku należy docenić osiągnięcia noblistki Marii Skłodowskiej-Curie.

Pierwsza raketa kosmiczna R-7 wykorzystywała materiał pędny złożony z ropy naftowej, jako pierwszy otrzymał Ignacy Łukasiewicz, a skroplić tlen udało się polskiemu naukowcom: Karolowi Olszewskiemu i Zygmunutowi Wróblewskiemu (uzyskali ciekły tlen). Stanisław Ulam współtworzył projekt statku kosmicznego „Orion” napędzanego wybuchami małych ładunków nuklearnych, a konstruktorem pojazdów księżycowych z misji Apollo 15-17 był Mieczysław Grzegorz (Gregory) Bekker. Warto wspomnieć, że prawo kosmiczne stworzył polski prawnik pochodzenia żydowskiego prof. Manfred Lachs.

Znaczenie tych historycznych postaci dla współczesnej eksploracji Kosmosu jest nie do przecenienia.

WSPÓŁCZESNE OSIĄGNIĘCIA

W latach 60. XX w. powstały w Polsce projekty rakiet, w tym mogącej wystrzelić sztucznego satelitę, ale w tamtych warunkach nie mogły one powstać. Konstruowane były natomiast rakiety meteorologiczne, jak np. Meteor-2, który mógł osiągnąć wysokość 105 km, a Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział w Krakowie od 1965 r. zajmuje się raketowym sondowaniem atmosfery, a od 1967 r. odbiera regularnie dane satelitarne (od 2009 r. Polska członkiem EUMETSAT). W Instytucie Lotnictwa zbudowano m.in. analizator widma fal plazmowych oraz urządzenia wysyłane w latach 70. XX w. ramach programu „Interkosmos”.

W Centrum Badań Kosmicznych PAN opracowano moduł zasilania kamery CaSSIS (*Colour and Stereo Surface Imaging System*). Kamera CaSSIS, znajdująca się na orbiterze TGO misji ExoMars krążącym wokół Marsa, przesłała w listopadzie 2016 r. pierwsze zdjęcia jego powierzchni. Firma Astronika zaprojektowała i zintegrowała mechanizm wbijający w jego powierzchnię Kreta, który w całości został wykonany w Polsce, a części wyprodukowało CBK PAN.

Ważnym wydarzeniem było przystąpienie Polski do ESA (Europejska Agencja Kosmiczna) 13 września 2012 r.



W Łukasiewicz-Instytucie Lotnictwa działa jedno z największych w Polsce „Centrum Technologii Kosmicznych” zatrudniające ponad 100 osób, które jest kierowane przez dr inż. Adama Oknińskiego, członka korespondenta Międzynarodowej Akademii Astronautycznej (IAA) z siedzibą w Paryżu.

Również w Łukasiewicz-ILOT projektowane są m.in. silniki do satelitów i rakiet kosmicznych wykorzystujące nadtlenek wodoru czy pierwsza w świecie rakiet z silnikiem detonacyjnym. Warto też wspomnieć o polskiej firmie Creotech Instruments, która przyczyniła się do sukcesu wielu misji kosmicznych.

W Kosmos wysłano już ok. 100 instrumentów/obiektów zbudowanych w Polsce. Na orbicie Ziemi umieszczono kilka polskich satelitów w tym: dwa studenckie PW-Sat (2012) i PW-Sat2 (2018) oraz dwa satelity naukowe LEM (2013) i Heweliusz (2014). Zbudowane w Polsce przyrządy naukowe dotarły do odległych rejonów Układu Słonecznego.

W 1994 r. na wydziale MEiL PW nauczanie z „Astronautyki” rozpoczęli pracownicy również innych wydziałów (EITI, GiK, CBK, WIMK a ostatnio również CAMK). W latach 1994–2003 studenci ze Studenckiego Koła Astronautycznego uczestniczyli w „Lotach Parabolicznych” organizowanych przez ESA. Na wielu polskich uczelniach funkcjonuje kierunek studiów „Lotnictwo i kosmonautyka”, co świadczy o rosnącym zainteresowaniu młodych ludzi tą tematyką.

W listopadzie ub.r. Europejska Agencja Kosmiczna wybrała kandydatów na astronautów. Jednym z nich został Pablo Álvarez Fernández, absolwent Wydziału MEiL PW, a na liście rezerwowej znalazł się dr Sławosław Uznański, absolwent Politechniki Łódzkiej. ■

Opracowano na podstawie referatu wygłoszonego przez prof. dr. hab. inż. Piotra Wolańskiego z Politechniki Warszawskiej i Łukasiewicz-ILOT pt. „Osiągnięcia polskiej kosmonautyki” podczas Światowego Dnia Inżyniera 2023.

Wiosna bez większych atrakcji

Za nami już, rozkapryszona jak mało kiedy pod względem pogody, zima. Ta astronomiczna, podobnie jak pozostałe pory roku, nie liczy się jednak z pogodą, bo wszystko uzależnione jest od przewidywalnych na stu- i tysiąclecia, wzajemnych konfiguracji naszej planety ze Słońcem.

Od grudniowego zimowego przesilenia, aż po przypadające w tym roku 21 czerwca letnie przesilenie, na północnych szerokościach Ziemi trwa systematyczne kurczenie się długości nocy i wydłużanie dni. Mniej więcej od połowy lutego do połowy maja proces ten przebiega w największym tempie, około 3 min na dobę. Wiosenna równonoc, która w tym roku przypada nocą z 20 na 21 marca o godz. 22:24 czasu jeszcze zimowego (CET) wypada w połowie tego okresu i jak zwykle potrwa do letniego przesilenia, 21 czerwca godz. 16:58 CEST. Przy okazji równonocy, czy to wiosennej, czy jesiennej, niejednokrotnie wspominaliśmy, że określenie to nie jest równoznaczne z rzeczywistym zrównaniem długości dnia i nocy, które w marcu przypada około 3–3,5 doby wcześniej, a we wrześniu o tyleż później. Podobnego problemu nie obserwujemy podczas przesileni, bowiem najdłuższy w roku dzień to właśnie ten z datą letniego, a najkrótszy z datą zimowego przesilenia.

Na główną przyczynę tego zjawiska składają się dwa czynniki. Jednym z nich jest umowny sposób określania momentów wschodu i zachodu Słońca. Zwyczajem położenia ciał niebieskich określa się podając współrzędne ich centrów. Nie ma to istotnego znaczenia w przypadku praktycznie punktowych obiektów, za jakie można uznać planety, a zwłaszcza gwiazdy. Jednak w przypadku Słońca, podobnie jak Księżycy – obiektów o kątowej średnicy około 0,5°, bardzo istotne jest, względem którego punktu tarczy określamy ich położenia, np. względem horyzontu. Położenia Słońca na ekliptyce, a więc m.in. momenty osiągnięcia punktów Barana albo Raka wyznaczamy względem centrum tarczy, natomiast za momenty wschodu czy zachodu Słońca uznajemy momenty, gdy spod horyzontu wynurza się pierwszy kraniec lub pod horyzontem znika ostatni kraniec słonecznej tarczy – to czyni tak zdefiniowany dzień o około 4 min dłuższym, gdyby nie jeszcze jedna,

równie istotna przyczyna. Jest nią optyczne zjawisko refrakcji atmosferycznej, czyli ugięcia fal świetlnych docierających do nas przez najgrubsze, tuż przy horyzoncie, warstwy atmosfery. Obydwa te czynniki, w sumie wydłużają dzień średnio o około 9 min. Tym samym, na szerokościach geograficznych Polski liczony względem rzeczywistych zrównań dni z nocą, okres dni dłuższych od nocy trwa około 191 dni, o 7 dni dłużej niż wiosna wraz z latem.

Po tych fizyczno-geometrycznych dywagacjach, zapoznajmy się z wydarzeniami wiosennych miesięcy. Za dominujące pośród nich nadal można uznać koniunkcje Księżycy z planetami, choć zachodzące w równie niesprzyjających okolicznościach, jak w poprzednich miesiącach, głównie z powodu krótkich nocy. Jednak również tym razem mamy do czynienia z seriami tych zdarzeń, po jednej w każdym wiosennym miesiącu. Podczas pierwszej z nich, od 19 do 28 marca, tylko bliska koniunkcja świecącego 11% swej tarczy Księżycy z Wenus, 24 marca w środku dnia, wieczorem jest dostrzegalna, tworząc ponad zachodnim horyzontem malowniczy widok, nawet na jeszcze niekoniecznie w pełni ciemnym niebie. Ten marcowy brak koniunkcji z Księżycem, dwiema wzajemnymi koniunkcjami postanowiły nadrobić same planety. Pierwsza z nich, 28 marca rano Merkurego z Jowiszem, staje się osiągalna dla obserwacji wieczorem krótko po zmierzchu, ponad zachodnim horyzontem, z jasnym Jowiszem nadal zaledwie 1,6° od 2-krotnie ciemniejszego Merkurego. Druga, to bliskie spotkanie Wenus z Uranem około północy 30/31 marca, z powodu Urana wymagające użycia lornetki, w pierwszych 2 godzinach nocy widoczne nawet na wysokości 20° na zachodzie.

Druga wiosenna seria koniunkcji Księżycy z planetami, od 16 do 26 kwietnia, nie zaowocuje żadnym możliwym dla obserwacji zbliżeniem. Za to trzecią, rozpoczętą 13 maja, zakończy 24 maja 2 h przed północą, całkiem dobrze widoczna przez 3 godziny, koniunkcja świecącego 1/4 tarczy



Mars na tle gromady gwiazd Ul, 2 czerwca 2023 r. po zmierzchu

Księżycy z Marsem. Do kolejnego spotkania z Marsem, na dodatek w towarzystwie Wenus dojdzie już na pograniczu wiosny i lata, kiedy 22 czerwca koniunkcjami z Wenus rano i Marsem w środku dnia, zakończy się ostatnia, głównie jeszcze wiosenna seria tych zdarzeń. W odległości kilku stopni od 12- albo 19-procentowej księżycowej tarczy, obie planety możemy obserwować przez około 2 h, zarówno 21 jak i 22 czerwca krótko po zapadnięciu zmierzchu. Warto również zwrócić uwagę na szczególną wizytę Marsa, który przechodząc na tle otwartej gromady gwiazd M44 Praesepe, czyli Ul, w konstelacji Raka, 2 czerwca wieczorem znajdzie się w samym jej centrum (patrz rysunek).

Wracając jeszcze do koniunkcji, dla porządku wypada wspomnieć o trzech takich zbliżeniach: Jowisza 12 kwietnia, Merkurego 2 maja i Urana 9 maja, ale ze Słońcem, skutkujących oczywiście niewidocznością tych planet ani na dziennym, ani na nocnym niebie. Z kolei 20 kwietnia, podczas nowiu, stanowiącego również koniunkcję Księżycy ze Słońcem, nastąpi obrączkowo-całkowite, czyli hybrydowe zaćmienie Słońca, niestety niewidoczne w Europie. Za to 2 tygodnie później, podczas pełni nastąpi półcieniowe zaćmienie Księżycy, możliwe do obserwacji krótko po zmierzchu, ale tylko przez ok. 0,5 h końcowej fazy, co jednak nie powinno specjalnie martwić, bo zjawisko to, polegające na nieznacznym przyciemnieniu blasku księżycowej tarczy, nawet w środku nocy jest słabo zauważalne.

Bliżej zainteresowanych tą tematyką, zapraszam do Gwiazdziarni Pana Jana, co-tygodniowego serwisu astronomicznego, dostępnego przez całą dobę pod adresem: www.radio.katowice.pl/gwiazdziarnia. ■

Jan Desselberger

SKUTECZNE WIERTŁO DO OBRÓBKI SUPERSTOPÓW ŻAROODPORNYCH

REKOMENDACJA OD LIDERA W BRANŻY
NARZĘDZI SKRAWAJĄCYCH



Wyzwania dla przedsiębiorstw obrabiających metale, to także nowe wyzwania dla lidera w zakresie produkcji narzędzi skrawających – Mitsubishi Materials. Japoński producent jest ceniony przez firmy z sektora przemysłowego, przede wszystkim dzięki dostarczaniu na rynek wysokiej jakości narzędzi z węgla spiekane. Wiele przedsiębiorstw głównie z branży lotniczej poznało już walory wiertel do wiercenia w superstopach żaroodpornych z serii DSAS. Przyjrzyjmy się zatem bliżej, co decyduje o wysokiej ocenie wśród klientów tych wiertel.

GDZIE ZNAJDĄ ZASTOSOWANIE WIERTŁA DSAS?

Wiertła węglkowe typu DSAS umożliwiają uzyskanie wysokiej jakości otworów podczas wiercenia w materiałach HRSA, takich jak stopy kobaltowo-chromowe, Inconel i stopy na bazie tytanu oraz niklu. Wiertła DSAS można stosować do wiercenia otworów, m.in. w elementach samolotów, silników odrzutowych, turbin gazowych i komór spalania.

KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA WIERTEL DSAS

Warto pamiętać, że twarde węgiel spiekany ma wysoką odporność na ścieranie i pęknięcia, zapewniając jednocześnie długą trwałość narzędzia. Istotny wpływ na efektywność pracy wiertła ma także wąska łysinka, która redukuje powierzchnię kontaktu i pozwala uniknąć tworzenia się warstwy umocnionej przez zgniot podczas obróbki stopów żaroodpornych. Natomiast wytrzymała, prosta krawędź skrawająca ze specjalnym zaszlifowaniem zapewnia stabilne formowanie wióra i zapobiega wykruszeniom krawędzi.

CO DECYDUJE O KONKURENCYJNOŚCI WIERTEL Z SERII DSAS?

W obróbce stopów żaroodpornych niezwykle ważną rolę odgrywa chłodziwo. Podczas wiercenia ilość doprowadzanego chłodziwa znacząco zmienia smarność i zdolność chłodzenia. Przelotowy kanał chłodziwa w serii DSAS ma standardowy, trójkątny przekrój ze względu na sprawdzoną w innych typach narzędzi skuteczność. Taki kształt zwiększa smarność, bez obniżenia sztywności wiertła. Kolejny istotny element to odpowiednia geometria zaszlifowania, która wzmacnia ostrość i trwałość oraz zapewnia zarówno stabilne tworzenie wióra, jak i odporność na wykruszenia krawędzi.

Dodatkowo serię DSAS wyróżnia również: stabilna jakość otworu, wysoka powtarzalność, bezpieczeństwo procesu, dokładność wiercenia.

Wszystkie opisane wyżej zalety potwierdzają, że wiertła DSAS z całą pewnością spełniają rygorystyczne wymagania przewidziane dla wiertel dedykowanych do pracy na superstopach żaroodpornych i gwarantują:

- Niezawodność
- Stabilność obróbki
- Wysoką jakość otworu
- Stabilność wymiarów



CYFROWA WERSJA BROSZURY INFORMACYJNEJ

Zeskanuj kod QR po więcej szczegółów na temat wiertel DSAS

mmc-hardmetal.com

Statuetki dla najlepszych



Uroczyste podsumowanie XXIX edycji plebiscytu o tytuł „Złotego Inżyniera” było *spotkaniem ludzi, którzy twardo stąpają po ziemi inżynierów ludzi, którzy w trudnych czasach okazują się nam bardzo potrzebni, zwłaszcza mądrych, którym należą się wyróżnienia* – stwierdził prowadzący red. Roman Czejarek, Honorowy Złoty Inżynier PT, inżynier elektryk po Politechnice Szczecińskiej.

Przypomniał, że wydarzenie, organizowane przez liczący 157 lat *Przegląd Techniczny*, zostało w tym roku połączone z obchodami Światowego Dnia Inżyniera dla Zrównoważonego Rozwoju, zwanego Światowym Dniem Inżyniera (SDI).

Uroczystość, która tradycyjnie odbyła się w Warszawskim Domu Technika (3.03.22), otworzyła Ewa Mańkiewicz-Cudny, prezes Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych Naczelnej Organizacji Technicznej. Poinformowała, iż w tym roku obchody Światowego Dnia Inżyniera dla Zrównoważonego Rozwoju, organizowanego pod hasłem „Innowacje inżynierskie dla bardziej przężnego świata”, rozpoczęto odsłonięciem (2.03.22) w Warszawie pomnika inż. Piotra Stanisława Drzewieckiego, twórcy ruchu stowarzyszeniowego inżynierów, budowniczego Domu Technika, który powstał w 1905 r. wybitnego inżyniera, pierwszego prezydenta Warszawy po odzyskaniu w 1918 r. niepodległego, własnego państwa.

Prezes FSNT-NOT powitała wszystkich przybyłych na uroczystość, w tym gości specjalnych Andrzeja Derę, sekretarza stanu w Kancelarii Prezydenta RP i Wojciecha Murdzka, sekretarza stanu w Ministerstwie Edukacji i Nauki, partnerów oraz reprezentujących patronów uroczystości, z którymi wspólnie organizowane są Światowe Dni Inżyniera: prof. dr. hab. inż. Teofila Jesionowskiego – przewodniczącego Konferencji Rektorów Polskich Uczelni Technicznych, rektora Politechniki Poznańskiej; prof. Jerzego Barglika, prezesa Akademii Inżynierskiej w Polsce; prof. dr. hab. inż. Michała Kleibera, przewodniczącego Polskiego Komitetu ds. UNESCO. Przypomniała, że ustanowionemu w 2019 r. SDI patronuje właśnie UNESCO.

PODKREŚLENIE ROLI INŻYNIERÓW

– *Dopiero od 4 lat Światowa Federacja Organizacji Inżynierskich wspólnie z UNESCO obchodzi Światowy Dzień Inżyniera dla Zrównoważonego Rozwoju, natomiast już 29 lat temu Przegląd Techniczny stwierdził, iż w trakcie przemian ustrojowych inżynierowie zostali nieco odsunięci na boczny tor, a przecież nikogo nie trzeba przekonywać jak ważną rolę spełnili, spełniają i będą spełniać na świecie. Nie tylko w aspekcie konstrukcji, projektowania, eksploatacji, ekologii, ale również społecznym, bo technika*



Polskie obchody Światowego Dnia Inżyniera zgromadziły wielu uczestników

„*przeorała*” nasze życie. Uznaliśmy więc, że inżynierom należy się święto. I postanowiliśmy, że będzie nim uroczystość podsumowania Plebiscytu o tytuł „Złotego Inżyniera” – powiedziała w inauguracyjnym wystąpieniu Ewa Mańkiewicz-Cudny.

– *Dziś wielu specjalistów działaczy społecznych zastanawia się co zrobić, by ograniczyć negatywne skutki złego lub niewłaściwego używania różnych rzeczy. Bo każdą można zastosować dla dobra człowieka lub tak, że będzie mu szkodliwa. I to zależy od jej twórców, ale od każdego człowieka.. Od wartości, które wyznajemy, czy potrafimy się ograniczyć? Nadszedł czas, by się nad tym zastanowić, a inżynierowie starają się, by ich*

Goście SDI: prof. dr. hab. inż. Krzysztof Zaremba, rektor Politechniki Warszawskiej; prof. dr. hab. inż. Jan Szmidt, Honorowy Przewodniczący Konferencji Rektorów Akademickich Szkół Polskich, „Diamentowy Inżynier PT”; prof. dr. hab. Maciej Żylicz, prezes Fundacji na rzecz Nauki Polskiej; prof. dr. hab. Marcin Pałys, przewodniczący Rady Głównej Nauki i Szkolnictwa Wyższego; prof. dr. hab. inż. Bogusław Smólski, przewodniczący Komitetu Elektroniki i Telekomunikacji PAN; Marek Kłoczko, prezes Krajowej Izby Gospodarczej; Stefan Kamiński, prezes Krajowej Izby Gospodarczej Elektroniki i Telekomunikacji; prof. dr. hab. inż. Sławomir Cieślak, prezes Stowarzyszenia Elektryków Polskich; prof. dr. hab. inż. Maria Kaszyńska, przewodnicząca Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa; mgr inż. Jerzy Klimczak, prezes Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego; wiceprezisi FSNT-NOT: Stefan Góralczyk i Kamil Wójcik; Jerzy Rożek, prezes mającego 118 lat WDT; Martyna Jachimowicz, redaktor naczelna PT; Zarząd Wydawnictwa SIGMA-NOT: prezes Magdalena Borek-Daruk i wiceprezes Anna Rybacka-Dybcio.

działa służyły dobru i mogły odwracać niekorzystne zjawiska, towarzyszące naszemu rozwojowi od czasów kolejnych rewolucji przemysłowych.

Nie muszę tu zebranych przekonywać o roli inżynierów, ale chciałabym, żeby ich twórczość była również doceniana, jak artystów, literatów i malarzy. Piękny obraz jest podpisany, a kto zrobił piękny most czy nasz gmach? Zadbajmy o to, by twórcy techniki trafili do historii, by ich dzieła były podpisywane. A polscy inżynierowie mają ogromny dorobek i przyczynili się do postępu światowego, jak np. Paweł Baran, współtwórca Internetu, czy Mieczysław Bekker, twórca pojazdu księżycowego.

Trzeba też pomóc młodym, by wybierali zawód inżyniera: twórcy, kreatywni, dający możliwości.

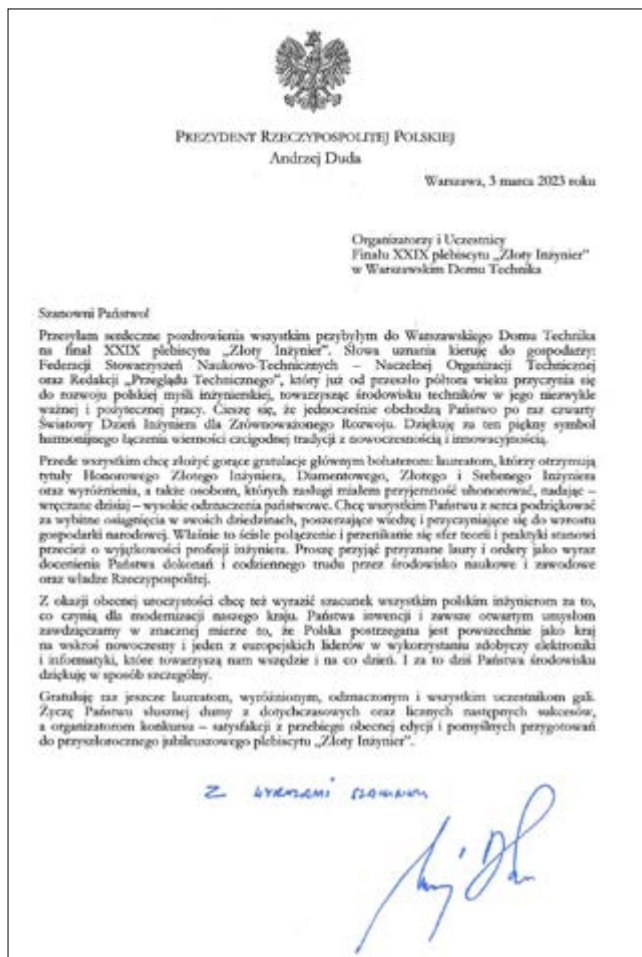
Naszym patronem jest Stanisław Staszic, który powiedział, że pomysł, idea, jest „wydumką rozumu ludzkiego dopóki nie zostanie zastosowana w praktyce”, a inżynierowie starają się to robić by zgodnie ze Staszicowskim hasłem „być narodowi użytecznym”. Ale wtedy gdy to mówił Polski nie było, dziś ją mamy. Wszyscy nasi laureaci są narodowi użyteczni – podkreśliła prezes FSNT-NOT.

Następnie minister Andrzej Dera, sekretarz stanu w Kancelarii Prezydenta Rzeczypospolitej odczytał list prezydenta do uczestników uroczystości. Kolejnym punktem programu były odznaczenia państwowe. Poprowadził go Robert Broszkowski, z Biura Odznaczeń i Nominacji Kancelarii Prezydenta RP, a odznaczenia wręczył Andrzej Dera. Za wybitne zasługi w propagowaniu i upowszechnianiu polskiej myśli technicznej, za wkład w rozwój innowacyjności polskiej gospodarki **Krzyżem Komandorskim Orderu Odrodzenia Polski** została uhonorowana Ewa Mańkiewicz-Cudny, od 2008 r. prezes FSNT-NOT, w latach 1989–2021 redaktor naczelna *Przeglądu Technicznego*, a za wybitne zasługi dla rozwoju inżynierii mechanicznej, za osiągnięcia w pracy naukowo-badawczej i dydaktycznej oraz popularyzowanie polskiej myśli naukowej na świecie **Officerskim Orderem Odrodzenia Polski – prof. dr hab. inż. Adam Wiśniewski**, były sekretarz generalny Akademii Inżynierskiej w Polsce. Związany z Wojskowym Instytutem Technicznym Uzbrojenia. Twórca jedyne polskiego patentu wojskowego wykorzystanego za granicą: pancernia reaktywnego ERAWA (Explosive Reactive Armour Wisniewski Adam) w 1986 r. testowanego na czołgach T-72, a w 1992 r. – PT-91 (dziś walczą na Ukrainie).

Ewa Mańkiewicz-Cudny podziękowała Prezydentowi RP za przyznane odznaczenia oraz Akademii Inżynierskiej w Polsce, która o nie wystąpiła. Następnie Wiesław Kołodziejski, prezes Mazowieckiego Funduszu Poręczeń Kredytowych, odczytał list Marszałka Województwa Mazowieckiego Adama Struzika.



Podczas uroczystości minister Andrzej Dera wręczył odznaczenia państwowe: Ewie Mańkiewicz-Cudny, prezes FSNT-NOT i prof. dr hab. inż. Adamowi Wiśniewskiemu, byłemu sekretarzowi generalnemu Akademii Inżynierskiej w Polsce



Listy przesłane przez Prezydenta RP Andrzeja Dudę oraz Marszałka Województwa Mazowieckiego Adama Struzika



PREZENTACJE...

Serię wykładów rozpoczął **dr. hab. inż. Mariusz Sochacki, prof. PW**, kierownik Zakładu Technologii Mikrosystemów i Materiałów Elektronicznych w Instytucie Mikroelektroniki i Optoelektroniki Politechniki Warszawskiej, który przedstawił „Wkład polskich twórców techniki w zrównoważony rozwój. Nowoczesne technologie półprzewodnikowe – optymalizacja wykorzystania energii elektrycznej”.

Zwrócił w nim uwagę na współczesne wyzwania społeczne, jakimi są zrównoważony rozwój i rosnące wymagania dotyczące systemów przetwarzania o wysokiej sprawności. Kluczową rolę ma spełnić energoelektronika, której siłą napędową jest przemysł motoryzacyjny, bo sercem samochodu elektrycznego jest przekształtnik energoelektroniczny, zbudowany z podzespołów elektronicznych wykorzystujących węgiel krzemu (SiC) albo azotek galu (GaN).

Prof. dr. hab. inż. Piotr Wolański z Instytutu Techniki Ciepłej, Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej, Sieć Badawcza Łukasiewicz-Institut Lotnictwa, Honorowy Przewodniczący Komitetu Badań Kosmicznych i Satelitarnych PAN wygłosił bardzo ciekawy referat „Osiągnięcia polskiej kosmonautyki”. Rozpoczął od historycznego rysu wkładu Polaków w rozwój badań kosmicznych. Później przeszedł do prezentacji przykładów współczesnych polskich osiągnięć w tej dziedzinie, takich jak np. opracowanie modułu zasilania kamery CaSSIS (*Colour and Stereo Surface Imaging System*) w Centrum Badań Kosmicznych PAN, która w listopadzie 2016 r. przesłała pierwsze zdjęcia powierzchni Marsa.



Jednym z punktów obchodów Światowego Dnia Inżyniera były wykłady dot. aktualnych problemów techniki

LAUREACI MAJĄ GŁOS

Laureatom 29. edycji plebiscytu o tytuł „Złotego Inżyniera Przeglądu Technicznego” dyplomy i statuetki wręczali Ewa Mańkiewicz-Cudny, Martyna Jachimowicz oraz Andrzej Dera i Wojciech Murdzek.



W oczekiwaniu na wręczenie



WYRÓŻNIENI INŻYNIEROWIE 2022:
dr. hab. inż. Artur Jerzy Badyda, prof. PW,
mgr inż. Arkadiusz Kanigowski,
mgr inż. Paweł Kapusta,
mgr inż. Jarosław Kuba,
mgr inż. Marek Stolarski



SREBRNI INŻYNIEROWIE 2022:
 prof. dr hab. inż. Anna Boczkowska,
 dr hab. inż. Andrzej Katunin, prof. PŚI,
 dr inż. Bożydar Neroj,
 mgr inż. Krzysztof Ozdarski,
 mgr inż. Roman Węgliński,
 mgr Beata Wittmann (odebrała Alicja Walecka)



ZŁOCI INŻYNIEROWIE 2022:
 dr hab. inż. Włodzimierz Adamski,
 mgr inż. Tomasz Dębicki,
 dr inż. Sławomir Jasiński,
 mgr inż. Andrzej Niechwiej,
 dr inż. Adam Ryłski,
 prof. dr hab. inż. Piotr Wolański,
 mgr inż. Lech Żak



Diaamentowy Inżynier 2022: prof. dr hab. inż. Teofil Jesionowski



Honorowi Złoci Inżynierowie 2022: mgr inż. Jan Krzysztof Ardanowski,
 mgr inż. Aleksandra Bednarek, dr Robert Perkowski

Jan Krzysztof Ardanowski, tegoroczny laureat, po odebraniu dyplomu powiedział, że o przyszłości rolnictwa, dziedziny szczególnie ważnej dla wyżywienia ludzkości i rozwiązania problemów, przed którymi stoi nasz glob, zadecyduje działalność naukowo-badawcza w rozwiązaniach, które inżynierowie są w stanie wdrażać i wprowadzać. Problemów jest wiele, ale domeną inżynierów jest rolnictwo precyzyjne, wykorzystujące dane satelitarne, drony. Istotny wpływ na produkcję żywności ma rozsądne gospodarowanie wodą, w czym pomogą hydroinżynierowie. Wiele jest też do zrobienia w bioinżynierii. Mamy dobre rolnictwo i róbmy wszystko, by go nie osłabić, bo ludzkość potrzebuje żywności.

Aleksandra Bednarek, najmłodsza osoba uhonorowana tym tytułem, krótkie podziękowanie zakończyła swoim ulubionym cytatem autorstwa Patricka Süskinda, niemieckiego pisarza i scenarzysty: *Celuj w księżyc, bo nawet jeśli nie trafisz, będziesz między gwiazdami.*

W rozmowie w kulisach powiedziała mi, że jej marzeniem jest zdobycie Korony Oceanów – pływackiego odpowiednika Korony Ziemi, czyli pokonanie 7. najważniejszych przepraw w pływaniu długodystansowym na całym świecie. – *Jednocześnie płyną 3–4 osoby w porównywalnym tempie, którym towarzyszy łódź, więc trzeba się uzbroić w cierpliwość*

i po prostu czekać na odpowiedź z zajmującej się organizacją przepływów przez Kanał La Manche Federacji (CS&PF). Pod koniec 2017 r. powiedziano mi, że mogę popłynąć w... 2021 r. I 21.07. przepłynęłam ok. 43 km w 13 godz. 18 min. Teraz czekam na odpowiedź ze Stowarzyszenia organizującego przeprawy przez Cieśninę Gibraltarską, ponad 2-krotnie węższą, ale charakteryzującą się znacznie silniejszymi prądami, od których zależy temperatura wody. Sądzę, że w 2024 r. będą mogła spróbować ją przepłynąć. Oczywiście tego jej w imieniu Czytelników PT życzę. Dodam, że po przepłynięciu kanału La Manche Aleksandra Bednarek zdobyła Triple Crown of Open Water Swimming: potrójną koronę w pływaniu na wodach otwartych, bo wcześniej przepłynęła Kanał Catalina i okrążyła wpływ wyspę Manhattan.

Robert Perkowski, stwierdził, że dla niego, menedżera, wyróżnienie jest bardzo ważne, bo inżynier to jest ktoś, który nawet jeśli chce latać między chmurami czy wlecieć między gwiazdy, to musi twardo stąpać po ziemi. Bo jego decyzje oparte są na prawach fizyki, na wszystkim, co powoduje, że realizowane przedsięwzięcia są bardziej realne. I dlatego menedżer z zacięciem inżynierskim jest po prostu lepszy.

Wojciech Murdzek swoje wystąpienie rozpoczął od gratulowania udekorowanym odznaczeniami państwowymi,



Laureaci XXIX edycji plebiscytu o tytuł Złotego Inżyniera

bo są sygnałem, że misja inżyniera i osób zajmujących się „twardszą materią” jest jak najlepiej służącą państwu. – Znacznie powiększony komponent obecności świata nauki pokazuje, że poprzeczka dla inżynierów rośnie. Bo stoją na pierwszej linii transferu wiedzy i technologii do realnego świata dotykającego każdego z nas. A ponieważ dzieją się w nim rzeczy trudne, które są wyzwaniem cywilizacyjnymi dla całego świata, więc powinni być precyzyjni i szybki, adekwatny do tych wielkich wyzwań. Potrafią to i robią inżynierowie. Społeczności międzynarodowe chcą polskich inżynierów. Będziemy potrzebni sąsiadom w gigantycznym procesie odbudowy Ukrainy, w którym wykorzystamy najnowocześniejszą wiedzę inżynierską i rozwiązania, by im pomóc. Musimy dynamicznie rozwijać swój potencjał naukowy, inżynierski, poprawiać jakość życia i funkcjonowania

naszego społeczeństwa, wzmacniając pozycję międzynarodową, powodować, by wkład w gospodarkę był wkładem nowoczesności w przyszłość. Zachęcajmy się do ciężkiej pracy na miarę naszych marzeń, podboju kosmosu, wchodzenia w świat nanotechnologii.

... I WYKŁADY

Po krótkiej przerwie na kawę prof. dr. hab. inż. Janusz Wojtkowiak, dyrektor Instytutu Inżynierii Środowiska i Instalacji Budowlanych, Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Poznańskiej przedstawił „Przyszłość polskiej energetyki: atom, OZE, wodór”. Wystąpienie oparł na załączniku opublikowanej w 2021 r. „Polityce energetycznej Polski do 2040 r.”, w której wymieniono 3 filary: sprawiedliwa



Wykłady podczas ŚDI 2023 cieszyły się zainteresowaniem

transformacja, zeroemisyjny system energetyczny i dobra jakość powietrza oraz 8 zadań szczegółowych.

Przypomniał, że w 2022 r. moc wszystkich zainstalowanych w Polsce źródeł energii elektrycznej (konwencjonalnych i OZE) po raz pierwszy przekroczyła 60 GW, z czego 22 GW (ok. 36%) mogły wytworzyć OZE, ale ze względu na warunki atmosferyczne dostarczyły tylko ok. 17%. Pod względem zainstalowanej mocy w 2022 r., energetyka słoneczna z 52% udziałem w OZE po raz pierwszy wyprzedziła wiatrową (34%), za którą niezmiennie od wielu lat jest wodna (9%). Nieco 5% przekraczają źródła wykorzystujące biogaz i biomasę. Planuje się, że 2040 r. OZE wyprodukuje w Polsce 28,5% energii. Przed-



Przedstawiciele kół studenckich

stał też kilka największych w 2022 r. farm fotowoltaicznych, wiatrowych, w tym plany dotyczące morskich farm wiatrowych oraz elektrowni wodnych i wspominał o biogazowniach, a także omówił „Polską strategię wodorową do roku 2030 z perspektywą do roku 2040 i perspektywy rozwoju energetyki jądrowej w Polsce.

Mgr. inż. Wiesław Paluszyński, prezes Polskiego Towarzystwa Informatycznego, swój krótki wykład „Sztuczna inteligencja (AI) zagrożenie czy rozwój”, rozpoczął od konstatacji, że już przygotowuje nam ekspertów – specjalistów. W prasie można przeczytać, że wchodzi do e-learningu, a ChatGPT już nakręca biznes, w USA zdobył uprawnienia medyczne. Jednak zdaniem Wiesława Paluszyńskiego: *ChatGPT nie spowodował żadnej rewolucji. Wszystkie techniki użyte przez OpenAI nie są niczym nowym. Nie jest przełomem technologicznym na miarę okiełzania atomu. Pojawił się jako usługa udostępniona masowemu odbiorcy, ale w porównaniu z wyszukiwarką Google ChatGPT ma jedną przewagę: daje jedną odpowiedź, której ufamy, co od razu czyni go bardziej godnym zaufania – „ludzkim”. Nie jest rewolucją technologiczną, bo technologie stojące za jego stworzeniem są rozwijane od kilkudziesięciu lat, czy superinteligentnym komputerem.*

Oficjalną cześć uroczystości zakończyła prezentacja rozwiązań studentów z Kół Naukowych: „Zrównoważony rozwój i transformacja oczami młodych inżynierów”. Po niej laureaci i goście udali się na spotkanie koleżeńskie. ■

Jerzy Bojanowicz

Zdjęcia: Janusz M. Kowalski

PARTNERZY



Ministerstwo
Edukacji i Nauki



Doskonała
Nauka

„Światowy Dzień Inżyniera – 3 marca 2023 r.” Ministerstwo Edukacji i Nauki (MEiN) dofinansowało w ramach programu „Doskonała nauka – Wsparcie konferencji naukowych”, którego beneficjentem została FSNT-NOT (całkowita wartość wydarzenia: 66 800 zł, wartość dofinansowania z budżetu państwa: 59 750 zł),



WYDAWNICTWO
SIGMA-NOT

Akademia Inżynierska w Polsce
Academy of Engineering in Poland

NOT
INFORMATYKA



RESTAURACJA
AVANGARDA®
WARSZAWA

Pamięć wybitnego twórcy techniki godnie uczczona

Lista dokonań wybitnego twórcy techniki, inżyniera Piotra Drzewieckiego, pierwszego prezydenta Warszawy w niepodległej Polsce, jest imponująca. Pozostawił po sobie bogatą spuściznę w każdej dziedzinie, którą się zajmował. Okazją do przypomnienia licznych zasług prezydenta stolicy w II Rzeczypospolitej było odsłonięcie jego popiersia 2 marca 2023 r., na skwerze Piotra Drzewieckiego w Parku Mirowskim w Warszawie.

Z inicjatywą uhonorowania inżyniera Piotra Stanisława Drzewieckiego wystąpiła Federacja Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych Naczelna Organizacja Techniczna, powołując Społeczny Komitet Upamiętnienia Prezydenta Warszawy Piotra S. Drzewieckiego i organizując wśród swoich członków zbiórkę środków na ten cel. Inicjatywę poparli radni Warszawy. Pomoc w jej zrealizowaniu udzieliło m.st. Warszawa.

– *Długo czekaliśmy na ten szczęśliwy moment, nie tracąc nigdy nadziei, że pewnego dnia nastąpi* – stwierdziła podczas tej wyjątkowej uroczystości, przewodnicząca Społecznego Komitetu Upamiętnienia Prezydenta, **Ewa Mańkiewicz-Cudny**, prezes Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych Naczelnej Organizacji Technicznej. – *Staraliśmy się od lat, aby proplasta ruchu stowarzyszeniowego i patron naszej organizacji miał swój pomnik w stolicy, którą zarządzał w sposób niebywale nowoczesny, w latach 1918–1921. Wcześniej był również burmistrzem stolicy i członkiem Rady Miejskiej. Nie sposób wymienić wszystkich jego zasług, w krótkim wystąpieniu, któremu prof. Marian Marek Drozdowski i prof. Lech Królikowski poświęcili wiele*

biograficznych publikacji. Dziękuję, że panowie są dzisiaj z nami i będą się mogli podzielić szczegółami z życia Piotra Drzewieckiego, człowieka wielu talentów i dokonań, który z sukcesem spełniał się w wielu rolach społecznych i zawodowych – przypomniała prezes Ewa Mańkiewicz-Cudny.

Wszechstronnie wykształcony absolwent Wydziału Mechanicznego Petersburskiego Instytutu Technologicznego i Instytutu Inżynierów Cywilnych, który ukończył w 1886 roku, związany był początkowo z przemysłem. Prowadził z powodzeniem firmę o zasięgu międzynarodowym. Jako ceniony inżynier i przemysłowiec był współzałożycielem Stowarzyszenia Techników w Warszawie, a od 1899 r. jego wieloletnim prezesem.

Po wybuchu I wojny światowej został członkiem Centralnego Komitetu Obywatelskiego i aktywnie włączył się w organizację instytucji gospodarczych i społecznych. Był prezesem m.in. Polskiego Towarzystwa Elektrycznego, Polskiego Związku Przemysłu Metalowego, działaczem Centralnego Związku Polskiego Przemysłu, Górnictwa, Handlu i Finansów. W latach 1906–1918 kierował Towarzystwem Kursów Naukowych, które przyczyniło się do reaktywacji Uniwersytetu Warszawskiego, Politechniki Warszawskiej i Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego.

Jego ogromne zasługi dla stolicy przypominał w swoim wystąpieniu **Tomasz Bratek**, wiceprezydent miasta stołecznego Warszawy, który odczytał list gratulacyjny prezydenta Rafała Trzaskowskiego skierowany do uczestników uroczystości.

– *Dla nas Warszawiaków, pierwszy prezydent stolicy w niepodległej Polsce, jest niedoścignionym symbolem gospodarza miasta, tym bardziej, że swoją funkcję sprawował w szalenie trudnym dla kraju momencie. Pamiętajmy, że był to również czas wojny polsko-bolszewickiej, kiedy sowieckie hordy dotarły, aż pod Warszawę. Budzi to szczególną refleksję dziś, gdy rosyjska armia szturmuje ukraińskie miasta* – podsumował Tomasz Bratek.

Ogromną rolę, jaką inżynier Piotr Drzewiecki odegrał w pracy na rzecz polskiej normalizacji wspominała podczas uroczystości **Teresa Sosnowska** – zastępca prezesa Polskiego Komitetu Nor-



Przewodnicząca Społecznego Komitetu Upamiętnienia Prezydenta, Ewa Mańkiewicz-Cudny, prezes Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych Naczelnej Organizacji Technicznej



Tomasz Bratek, wiceprezydent miasta stołecznego Warszawy odczytał list gratulacyjny prezydenta Rafała Trzaskowskiego skierowany do uczestników uroczystości

odegrały bardzo ważną rolę w rozwoju gospodarczym i technicznym Polski. Zawdzięczamy to wszystki prezesowi Piotrowi Drzewieckiemu, dodała Teresa Sosnowska.

Ostaniec popiersia było bardzo wzruszającym momentem dla uczestniczących w tej uroczystości potomków Piotra Drzewieckiego. W imieniu najbliższej rodziny prawnuczka **Elżbieta Wodzyńska** podziękowała członkom Społecznego Komitetu Upamiętnienia Prezydenta Warszawy Piotra S. Drzewieckiego za podjętą inicjatywę. – *Jesteśmy ogromnie wdzięczni wszystkim osobom, które przyczyniły się do powstania tego popiersia, wspaniale wykonane przez artystę **Andrzeja Franaszka**. To dzieło przybliży mieszkańcom stolicy sylwetkę mojego pradziadka, niezwykle zasłużonego dla Warszawy i Polski, a dla rodziny bardzo ciepłego, czułego i rodzinnego człowieka. To przykre, że swoje życie zakończył tragicznie. Aresztowany przez Niemców w 1942 r. więziony na Pawiaku, zmarł na zapalenie płuc w 1943 r. w więzieniu Moabit w Berlinie. Dzięki powstałemu w stolicy pomnikowi odżyje na zawsze w naszej wdzięcznej pamięci.*

malizacyjnego. Przypomniała, że z inicjatywy Piotra Drzewieckiego powstał w 1923 r. Komitet Techniczny dla normalizacji wytworów przemysłowych oraz ich dostawy, a w 1924 powołany został Polski Komitet Normalizacyjny, którego pierwszym prezesem był właśnie Piotr Drzewiecki. Stworzył tę instytucję od podstaw i sprawnie kierował Polskim Komitetem Normalizacyjnym. Wypracowywał strategię jego działania i dbał o stan finansów instytucji.

– *Nietrudno sobie wyobrazić jak ważna była normalizacja w kraju, który przez ponad 120 lat był podzielony między trzy obce mocarstwa. W tym czasie stosowano różne miary, różne waluty, różne myśli techniczne i rozwiązania techniczne. W takim momencie historycznym unifikacja i normalizacja*

Prowadzący uroczystość **Janusz M. Kowalski**, reprezentujący FSNT-NOT odczytał list gratulacyjny od Adama Struzika, marszałka województwa mazowieckiego, który podkreślił jak wielkie znaczenie dla Mazowsza i Polski miała działalność zawodowa i społeczna pierwszego prezydenta Warszawy.

Ten wybitny twórca techniki zostawił dla potomnych nie tylko wiele znaczących dokonań, jako inżynier, prezydent i działacz gospodarczy, ale także dekalog niezwykle cennych wskazówek, aby m.in. „postępować etycznie, godnie, lojalnie i słuszności bronić, a zjawiska i ludzi oceniać bez uprzedzeń, życzliwie oraz być zawsze gotowym do czynu i współdziałania”. ■

JC



Ramię w ramię z branżą

W cyfrowym świecie zdominowanym przez zautomatyzowane procesy i sztuczną inteligencję znacząco zmienia się rynek pracy. Rośnie zapotrzebowanie na specjalistów w zupełnie nowych zawodach. Wiele osób stanie przed koniecznością poszerzenia dotychczasowych kompetencji lub całkowitego przekwalifikowania zawodowego. Branżowe centra umiejętności (BCU) będą w tym bardzo pomocne.



Starania o utworzenie takiego ośrodka podjął Zespół Szkół Naftowo-Gazowniczych im. Ignacego Łukasiewicza w Krośnie wraz ze Stowarzyszeniem Naukowo-Technicznym Inżynierów i Techników Przemysłu Naftowego i Gazowniczego (SITPNIg) w Krakowie oraz z partnerami UM Krosno, Akademią Górniczo-Hutniczą, PKN ORLEN – Oddział PGNiG Sanok.

– *Utworzenie Branżowego Centrum Umiejętności wspólnie ze Stowarzyszeniem Naukowo-Technicznym Inżynierów i Techników Przemysłu Naftowego i Gazowniczego, to była inicjatywa dyrektorki Zespołu Szkół Naftowo-Gazowniczych im. Ignacego Łukasiewicza w Krośnie, pani Joanny Kubit, która jest członkiem naszego stowarzyszenia* – informuje **Janusz Pudło**, sekretarz generalny SITPNIg. – *Jak tylko Fundacja Rozwoju Systemu Edukacji na zlecenie Ministerstwa Edukacji i Nauki ogłosiła konkurs dotyczący utworzenia i wsparcia funkcjonowania 120 branżowych centrów umiejętności, od razu w pierwszej turze, która trwała do 15 grudnia, złożyliśmy nasz wniosek. Przeszliśmy pozytywnie weryfikację formalną i czekamy teraz na wyniki oceny merytorycznej i na decyzję o przyznaniu środków na budowę BCU.*

Kwota przeznaczona na dofinansowanie przedsięwzięć w tym konkursie wynosi ponad 1.400 mln zł, w podziale na 120 dziedzin od 9 do 16 mln zł. BCU pełnić będą cztery podstawowe funkcje: edukacyjno-szkoleniową, integrująco-wspierającą, innowacyjno-rozwojową i doradczo-promocyjną.

– *Ta idea wpisuje się doskonale w nasze oczekiwania i zamierzenia* – zaznacza **Joanna Kubit**, która od 15 lat, jako pierwsza kobieta w 75-letniej historii Zespołu Szkół Naftowo-Gazowniczych im. Ignacego Łukasiewicza w Krośnie, kieruje tą placówką. – *Przyznam, że powierzenie tej funkcji, osobie z wykształceniem humanistycznym, budziło w owym czasie sporo kontrowersji. Czas pokazał, że dobrze sobie poradziłam z tym wyzwaniem i przez te wszystkie lata intensywnie zgłębiałam tajniki tej niełatwej branży. Niektórzy żartują, że z moim zaangażowaniem, już samodzielnie mogłabym dokonywać odwiertów w poszukiwaniu złóż ropy i gazu. Coś w tym jest, bo całym sercem oddałam się tej pracy, stając się również aktywnym członkiem SITPNIg, z którym nasza szkoła od lat efektywnie współpracuje.*

Pojawiła się teraz dodatkowa szansa, aby specjaliści z branży i uczelni partnerskich, związanych ze stowarzyszeniem pomagali w zawodowym kształceniu uczniów i uzupełnianiu kwalifikacji osobom dorosłym, które staną przed koniecznością poszerzenia swoich kompetencji. W sektorze poszukiwawczo-wydobywczym, wykorzystującym najnowsze zdobycze techniki, zaszły w ostatnich latach ogromne zmiany. Dostęp do tej wiedzy w BCU będzie dla wszystkich zainteresowanych ogromnym ułatwieniem.

– *W kształceniu zawodowym dokładnie o to chodzi, aby wokół szkoły branżowej zgromadzić fachowców z danej dziedziny i stworzyć niejako profesjonalny klaster z udziałem stowarzyszenia, wyższych uczelni i specjalistów związanych z określonym*

sektorem gospodarki – wylicza dyrektorka szkoły. – *Do tej pory to była ogromna bariera, ponieważ do takiego kształcenia nie można było delegować profesjonalistów, bez ukończenia przez nich dwuletniej szkoły pedagogicznej. Fachowcy zatrudnieni w firmach poszukiwawczych i wydobywczych nie mieli na to czasu. Wreszcie to wszystko się zmienia. Z edukacji w takim Branżowym Centrum Umiejętności będą mogli korzystać również uczniowie. Ośrodek będzie do tego doskonale przygotowany i wyposażony pod względem technicznym i technologicznym.*

Branżowe Centra Umiejętności, to z założenia rozwinięte technologicznie ośrodki kształcenia i egzaminowania w danej branży, mające zapewnić wsparcie istniejącym placówkom edukacyjnym i umożliwić tworzenie nowych. Podstawowym zadaniem BCU będzie rozwój szkolnictwa zawodowego. W każdej ze 120 dziedzin określonych na potrzeby konkursu powstanie 1 centrum w kraju. O jego lokalizacji zdecyduje dana branża, przy czym BCU będą tworzone przy szkołach kształcących w zawodach lub centrach kształcenia zawodowego. Dzięki zaangażowaniu branż projekty te połączą w jeszcze większym stopniu biznes z edukacją zawodową i zapewnią trwałą współpracę pomiędzy branżami, szkołami zawodowymi i uczelniami.

– *Liczymy bardzo, że w ramach naszego partnerstwa z SITPNIg otrzymamy środki z programu przygotowanego przez MEiN i wybudujemy takie supernowoczesne centrum edukacyjno-szkoleniowe dla całego sektora. Będziemy w nim działać ramię w ramię ze stowarzyszeniem. W sytuacji kiedy energetyka podlega obecnie tak wielkim przemianom, jest to duża szansa dla naszej branży. Profil kształcenia musi być dostosowany to zachodzących zmian i potrzeb rynku. Dzięki współpracy ze stowarzyszeniem, które uczestniczyło w opracowaniu autorskiego programu nauczania, w Zespole Szkół Naftowo-Gazowniczych wprowadzono niedawno nowy przedmiot, jakim jest magazynowanie wodoru w kawernach solnych.*

Janusz Pudło podkreślił że Stowarzyszenie widzi w BCU również szansę na wzrost zainteresowania studentów, młodych pracowników branży poszukiwawczo-wydobywczej tą formą kształcenia oraz na zachęcenie ich do wstąpienia w szeregi SITPNIg. Pierwsze deklaracje w tej sprawie już zaczynają się pojawiać wśród młodego pokolenia.

– *Musimy myśleć o tym, żeby kadry, które szkoła dostarcza dla przemysłu, były przygotowane do tej nowej roli jak najlepiej* – zapewnia **Joanna Kubit**. – *Branżowe centrum stwarza w tym zakresie olbrzymie możliwości. Z niecierpliwością czekamy na wyniki pierwszej tury tego konkursu. Jeśli rozstrzygnięcie będzie dla nas szczęśliwe, zabierzemy się natychmiast do pracy, żeby je zbudować i wyposażyć w nowoczesne technologie do eksperymentowania m.in. z elektrolizerami, pompami ciepła i odnawialnymi źródłami energii. To ma wielkie znaczenie dla gospodarki i transformacji energetycznej.* ■

Jolanta Czudak

Zanim zostaną „złotymi”

Ciekawym uzupełnieniem finału plebiscytu Złotego Inżyniera i obchodów Światowego Dnia Inżyniera była prezentacja dwóch czołowych w Polsce politechnicznych studenckich kół naukowych.

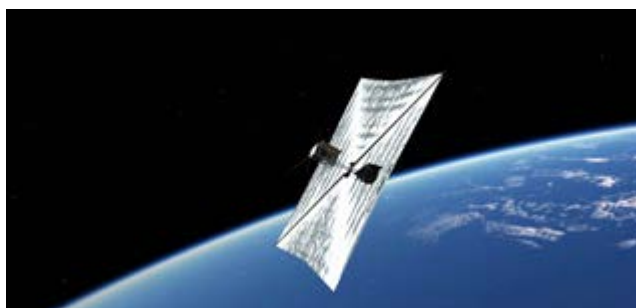
PASJONACI KOSMOSU

Studenckie Koło Astronautyczne Politechniki Warszawskiej to jedno z niewielu kół naukowych w Polsce, które potrafiło wpłynąć na przyspieszenie pertraktacji w celu podpisania przez Polskę i Europejską Agencję Kosmiczną traktatu o członkostwie stowarzyszonym (PECS – *Plan for European Cooperating States*), 27 kwietnia 2007 r. – między innymi dzięki ogólnopolskiej akcji zbierania podpisów pod listem otwartym do Ministra Gospodarki RP.

Prezes studenckiego Koła, Kajus Zieliński mówi: - *Koło działa na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa. To największe koło na Politechnice Warszawskiej – liczba członków ok. 100. Założycielem jest prof. Piotr Wolański w 1996 r. Pierwszym osiągnięciem był łazik Skarabeusz – pierwszy studencki łazik marsjański w Polsce. Poza taką działalnością konstrukcyjną Koło zajmuje się popularyzacją nauki i uczestnictwem w targach i konferencjach, również zagranicznych. Zarząd koordynuje działalność Koła, współpracuje ściśle z zespołem promocji żywo redagującym materiały w mediach społecznościowych. Działalność dzieli się na cztery nurty w sekcjach: Rakietowej, Robotycznej, Balonowej i PW Sat.*

Alicja Kwitek przedstawiła sekcję rakietową. Pierwszą rakieta była Amelia, dwa lata później powstała Amelia II, dwustopniowa, następnie rakietka H 1, jednostopniowa, która pokonała barierę dźwięku z prędkością 2,7 Macha, później rakietka TuCan, która na niewielkim pułapie potrafiła wykonać 8 eksperymentów, następnie – Grot ustanowiła rekord wysokości osiągając 18,5 km. Wreszcie – rakietka hybrydowa Twardowsky, przygotowana na konkurs Spaceport America Cup 2020. Hamownię, na której badali silnik tej rakiety, również zbudowali członkowie Koła. Silnik przeszedł pozytywnie test statyczny w 2020 r. Rakietka sterowana Fok rozwijana jest w dwóch iteracjach: pierwsza odbyła cztery próby lotne, w drugiej zastosowano technologię rozpoznawania obrazu w świetle widzialnym i podczerwonym. Przygotowuje się dalszy rozwój – wysokość 18,5 km już nie zadawała, Grot poleciał na wysokość 30 km. Problemem, jaki musi pokonać jest ograniczenie wysokości lotu na polskich poligonach.

Sekcja robotyczna zajmuje się robotami mobilnymi i marsjańskimi. Jest to pokłosie innych robotów, konstruowanych już od 2008 r. Poza łazikami sekcja zajmuje się też specjalistycznymi robotami podwodnymi, m.in. Trytonem, który stał się podstawą pracy doktorskiej jednego z członków. Roboty mobilne tego typu przygotowuje się na University Rover Challenge i European Rover Challenge. Jeden z robotów wziął udział w analogowej misji marsjańskiej, na pustyni Yutah w USA. Drużyna robotyczna składa



Projekt PW Sat 2 – idea żagla deorbitującego

się ze studentów pierwszych lat studiów inżynierskich. Już na tym etapie zaczynają zyskiwać doświadczenie poprzez pracę nad konkretnymi projektami. Zdobyć 4 miejsca w Challenge w Yutah to jest bardzo duże osiągnięcie. Tu liczyła się nie tylko sprawność konstrukcyjna, ale również podejście naukowe. Przygotowano urządzenia do badań prowadzonych przez łaziki z dziedziny spektrometrii, telewizji wielospektralnej czy tomografii. Fascynacja łazikami marsjańskimi zaczęła się od pierwszego, Skarabeusza w 2010 r. Łazika Syriusz II grupa nazywa dzieckiem pandemii, gdyż powstał w okresie, kiedy nie można było wziąć udziału w University Rover Challenge w USA. Wykorzystują nowe pomysły konstrukcyjne, jak koła mogące się ustawiać prostopadle do osi pojazdu i w ten sposób zmieniać kierunek, technologie 3D i nowe materiały. Jednym z pomysłów są minilażiki, a więc modele do testowania rozmaitych rozwiązań i rodzajów aktywności. Nowym wyzwaniem są drony, na razie na etapie koncepcyjnym do przenoszenia małych ładunków i do zdjęć terenu. Wydarzeniem 2022 r. był nie tylko międzynarodowy konkurs robotyczny w Kielcach, na którym odnieśli sukcesy, ale także wyprawa samochodowa na konkurs do Turcji.

Sekcja balonowa, przedstawiona przez Tomasza Misia, ma swoją genezę w 2010 r. kiedy to skonstruowano kamerę do badań na wysokościach stratosferycznych, która miała za zadanie obserwować statycznie punkt na powierzchni ziemi z wysokości. Doświadczenie zdobyte przy tym projekcie postanowiono wykorzystać do sporządzenia jednostki odpowiedzialnej za loty balonowe na terenie całego kraju. Do tej pory wykonano 18 lotów na wysokości 17–30 tys. m. Balony do 4 kg pozwoliły na umieszczenie przeróżnych aparatów do badań atmosfery, testów komponentów satelitarnych. Loty „lekkie” to loty długotrwałe nawet do kilku tygodni. Sekcja bierze udział w międzynarodowych programach badawczych stratosfery. Jednym z zadań w tych



Załoga EXO17 z łazikiem Ares II na Mars Society Desert Research Station

Ekipa Politechniki Poznańskiej
po zawodach SAE Aero Design
2018 w Los Angeles,
na których zdobyła
3 złote medale



programach jest zbieranie pyłów i meteorytów docierających do atmosfery ziemskiej. Wydział Biologii Uniwersytetu Warszawskiego potwierdził, że próbki zebrane w ten sposób nie przypominają żadnych zbieranych na powierzchni ziemi. Inny eksperyment z pomocą specjalnej kamery polegał na badaniu szerokopasmowego promieniowania UV pod chmurami i nad chmurami, uzupełniając dane zbierane ze sztucznych satelitów. Innym ciekawym eksperymentem jest badanie zorzowego promieniowania kilometrowego, czyli procesu wychwytywania przez ziemskie pole magnetyczne „wiatru słonecznego”. Dotąd takie badania prowadzono zwykle z satelitów.

Sztandarowym projektem koła jest PW Sat. Jego cel to zwalczanie problemu ...śmieci kosmicznych. Pierwszy satelita koła został wyniesiony w 2013 r. Był to pierwszy w ogóle polski satelita z zaprojektowanym w Kole ogonem deorbitacyjnym. W 2018 r. na orbitę wystrzelono satelitę ze specjalnym żaglem, o niezwykle wyrafinowanej konstrukcji i działaniu, który zadebiutował z sukcesem w 2021 r. W ten sposób znacznie zwiększa się opór aerodynamiczny satelity, który przyspiesza obniżanie orbity. W przygotowaniu jest kolejny satelita PW Sat 3 z nowym napędem raketowym napędzanym butanem i własnym systemem łączności. Jednym z zadań będą zdjęcia Ziemi. Z projektem wiążą się także prace przejściowe studentów, inżynierskie, wyjazdy na konferencje zagraniczne, szkolenia w Europejskiej Agencji Kosmicznej, artykuły naukowe oraz szkolenia w branży kosmicznej w kraju.

Poprosiliśmy Tomasza Aleksandra Misia – już doktoranta związanego z Kołem o kilka uwag nt. codzienności pracy koła: – *Pracujemy w warsztatach wykonując podstawowe prace fizyczne, a więc nie obce nam jest doskonalenie umiejętności rzemieślniczych i inżynierskich. Program, jaki przyjmują sekcje sporządzany jest albo pod kątem zawodów, gdzie konieczne jest wykonanie jakiejś pracy inżynierskiej w postaci pojazdu, który wykona czynności określone regulaminem albo wynika z pomysłów studentów. To jest owoc zainteresowań i zapoznawania się z tym, co jest publikowane aktualnie w prasie naukowej. Projekt zaczyna się od burzy mózgów i dyskusji, np. tak powstawały projekty balonowe – z publikacji o mikrometeorytach. Później następuje analiza możliwości, jakie dają takie zjawiska i stopniowo dochodzimy do szczegółowych decyzji. Studenci z pierwszych lat, o słabym jeszcze przygotowaniu teoretycznym uczą się jednocześnie i korzystają z pomocy starszych. Przychodzi czas na bardziej specjalistyczne szkolenia. W badaniach balonowych trzeba się przygotować do rozwiązywania takich problemów jak zagrożenie przegrzaniem lub zamrożeniem. W przypadku łazików jest zagadnienie współdziałania różnych podzespołów i doboru elementów gotowych. Ważne są jednocześnie szkolenia ze specjalnych oprogramowań, które są tu stosowane. Większość członków koła jest z naszego Wydziału Mechaniczno-Energetycznego i Lotnictwa, ale są też osoby o innych specjalnościach. Zbiega się tu wiele różnych kompetencji, dzięki czemu programy mogą być wzbogacane o wiele innowacyjnych elementów i kompleksowość projektów. Część naszych absolwentów tworzy start-upy, tworzy początki polskiego przemysłu kosmicznego. Praca w kole jest dobrą rekomendacją nie tylko do praktyk w dobrych firmach, ale także do późniejszej pracy zawodowej w przemyśle kosmicznym, nie tylko w Polsce. Dbamy o system rekrutacyjny do Koła; prowadzimy*

akcję informacyjną, każdy musi mieć otwartą drogę do nas, ale też zachęcamy tych, którzy w trakcie wywiadów wykazują szczególne predyspozycje do takiej działalności. Kandydat wykonuje następnie tzw. projekt rekrutacyjny.

POZNAŃSKIE LATAJĄCE OCZY

Akademicki Klub Lotniczy Politechniki Poznańskiej zaprezentował „Bezpilotowe statki powietrzne dla zrównoważonego rozwoju”, przedstawioną przez Antoniego Napierałę i Adama Bibera, który zarysował profil Koła: – *Zajmujemy się zarówno konstrukcjami, jak i oprzyrządowaniem samolotów, m.in. o pionowym starcie i lądowaniu. W obszarze naszych zainteresowań są też zagadnienia aerodynamiki i technologii lotniczych. Przygotowujemy się do zawodów studenckich, ale nie tylko. Laserowe formowanie powierzchni, statki powietrzne autonomiczne i manualne, obróbka laserowa CNC to przykładowe nurty naszych zainteresowań. Modele startują w zawodach na całym świecie, m.in. w USA i Brazylii czy Teknofest w Turcji. Część grupy właśnie wyjeżdża na zawody w Florydę. Wśród członków koła są laureaci nagród Ministerstwa Edukacji i Nauki za dorobek innowacyjny. Startujemy także w zawodach organizowanych przez firmy taki jak Boeing czy NASA. W 2018 r. wygraliśmy zawody jednej z kategorii – Regular w USA. W zawodach Regular i Mikro, w których startujemy chodzi o optymalizację konstrukcji, o masę samolotu by była jak najmniejsza w stosunku do masy ładunku. Od lat już nie stosuje się tu silników spalinowych, lecz elektryczne. Materiały, z jakich korzystamy też określa regulamin. Wykorzystujemy m.in. nowoczesne tworzywa jak laminaty węglowe i kompozyty. Współpracujemy nad tym z Uniwersytetem Technicznym w Dreźnie.*

Antoni Napierała omówił trzy projekty nad jakimi pracuje Koło: jednym z nich jest unikalny system naziemnego i powietrznego autonomicznego monitorowania lotniska. Częstym zjawiskiem jest zanieczyszczenie pasa startowego. System pozwala zaoszczędzić czas, pracę i paliwo pojazdów obsługi oczyszczającej pasy startowe. Nie tylko bada nawierzchnię, ale też usuwa automatycznie, bezobsługowo zanieczyszczenia. Składa się z platform latającej i naziemnej. Od niedawna Koło dysponuje własnym, twardym pasem do testów lotniczych, co jest ogromną pomocą.

Inny projekt – system Wide ma na celu wyszukiwanie uszkodzonych na określonym obszarze. Dron o pionowym starcie i lądowaniu po wyszukaniu osoby rannej lub zaginionej może jej zrzucić np. apteczkę. Może ratować ludzi na wyprawach górskich, na wojnach, w gospodarce miejskiej i leśnej zlokalizuje śmiecie. Z tym dronem „śmieciowym” odnieśli sukces na ubiegłorocznych zawodach Teknofest przy aplauzie samego głównego inżyniera i twórcy Bayraktara. ■

jaz.

Czy wodór zapewni transformację energetyczną?

Postępująca degradacja środowiska naturalnego i zagrożenie zmianami klimatycznymi skłaniają do poszukiwania rozwiązań, które powstrzymają ten proces. Jednym z kierunków działań jest zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, m.in. przez produkcję energii z wykorzystaniem technologii przyjaznych dla środowiska. Wielkie nadzieje wiązane są z wodorem, nazywanym nawet paliwem przyszłości.

Paliwa kopalne nie zapewnią nam neutralności klimatycznej, a poza tym ich zasoby są ograniczone. Z kolei wytwarzanie energii z wiatru i słońca podlega wahaniom, dlatego źródła odnawialne (poza elektrowniami wodnymi) są nieprzewidywalne. W tej sytuacji wykorzystanie wodoru jako paliwa wydaje się najlepszym rozwiązaniem. Ten najczęściej występujący we wszechświecie pierwiastek może zastąpić gaz ziemny, węgiel, czy ropę, czyli obecnie stosowane paliwa w energetyce, przemyśle, chemii, czy w sektorze transportu.

Sama produkcja wodoru nie jest niczym nowym w światowym przemyśle. To produkt uboczny powstający w branży chemicznej czy paliwowej. Jednak aż 95 proc. światowej produkcji to tzw. wodór szary, wytwarzany metodą reformingu gazu ziemnego. W wyniku tego powstaje dwutlenek węgla (ok. 10 kg na 1 kg wodoru). Rzecz w tym zatem, aby produkować wodór przyjazny dla środowiska. Najlepszym rozwiązaniem jest pozyskiwanie go w elektrolizerach zasilanych energią z OZE (tzw. zielony wodór) lub przez taką samą reakcję, ale zasilaną energią z elektrowni jądrowej (tzw. fioletowy wodór). Wciąż otwartym tematem jest też sposób magazynowania i przesyłu wodoru. To wyzwanie dla naukowców i inżynierów, ponieważ pierwiastek ten m.in. przenika przez wiele materiałów. Pokonanie tych przeszkód otworzy drogę do szerokiego wykorzystywania wodoru w transporcie, energetyce i ciepłownictwie.



Solaris Urbino



Solaris Bolzano

W KIERUNKU KOMERCJALIZACJI

Na całym świecie trwają prace badawcze, które pozwolą pokonać powyższe bariery i wykorzystać w gospodarce ten wysokoenergetyczny pierwiastek.

Osiągnięciami w tej dziedzinie może pochwalić się przemysł motoryzacyjny. Przykładem może być wodorowy samochód Mirai koncernu Toyota. Nie wymaga on czasochłonnego ładowania baterii. Dzięki wodorowym ogniwoom paliwowym wytwarza energię potrzebną do zasilania silnika na bieżąco

w czasie jazdy. Energia elektryczna powstaje na skutek reakcji chemicznej tlenu z wodorem. Francuski start-up Hopium zaprezentował już samochód na wodór i zamierza w niedalekiej przyszłości rozpocząć jego seryjną produkcję. W ubiegłym roku Deutsche Bahn i Siemens Mobility pokazały Mireo Plus H, pociąg napędzany wodorem oraz naczepę do przechowywania wodoru. Także Polska ma się czym pochwalić. Firma Solaris produkuje autobusy wodorowe. Urbino 12 hydrogen.

Są sprzedawane zarówno w Polsce, jak i w Europie. W kontekście środowiskowym największy atut tych pojazdów to fakt, że produktem ubocznym ich eksploatacji jest jedynie woda!

ZIELONY ŁĄD W EUROPIE

Uchwalona przez Unię Europejską redukcja emisji gazów cieplarnianych o 55 proc. do 2030 r. i osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 r. wymusza konieczność szybkiego rozwoju alternatywnych źródeł energii. Zgodnie z opublikowaną przez Komisję Europejską w 2020 r. „Strategią wodorową dla neutralnej klimatycznie Europy” to właśnie wodór ma być paliwem, które całkowicie zmieni unijną energetykę. Oczywiście celem jest produkcja zielonego wodoru m.in. przez wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych.

PRZEMYSŁ WODOROWY W POLSCE

Nasz kraj jest jednym z największych światowych producentów tego surowca (trzecim w Europie). Rocznie powstaje u nas milion ton wodoru (na świecie około 70 mln ton). Wykorzystywany jest głównie w przemyśle chemicznym, rafinerijnym i spożywczym. Z danych za 2020 r. wynika, że liderem na tym rynku jest Grupa Azoty, dalej plasują się Orlen, Lotos i Jastrzębska Spółka Węglowa. W Polsce wytwarzany jest tzw. wodór szary pochodzący z surowców kopalnych. Potencjał zatem mamy, ale potrzebne są działania, które pomogą w stworzeniu nowoczesnego i przyjaznego dla środowiska przemysłu wodorowego.

Krokiem w tym kierunku było przyjęcie przez rząd w listopadzie 2021 r. „Polskiej strategii wodorowej do roku 2030 z perspektywą do 2040 r.” (PSW) przedłożonej przez ministra klimatu i środowiska. Określa ona główne cele rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce oraz kierunki działań potrzebnych do ich osiągnięcia. Z informacji przekazanych *Przeglądowi Technicznemu* przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska (MKiŚ) wynika, że strategia wpisuje się w globalne, europejskie i krajowe działania zmierzające do budowy gospodarki niskoemisyjnej. Jej przyjęcie umożliwi szybszy rozwój gospodarki wodorowej, na który składa się produkcja, przesył, dystrybucja oraz wykorzystanie wodoru w priorytetowych sektorach gospodarki: energetyce, ciepłownictwie, transporcie i przemyśle.

CELE POLSKIEJ STRATEGII

Priorytety zawarte w PSW to wdrożenie technologii wodorowych w energetyce i ciepłownictwie, wykorzystanie wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie, wsparcie dekarbonizacji przemysłu, produkcja wodoru w nowych instalacjach, sprawny i bezpieczny przesył, dystrybucja i magazynowanie wodoru oraz stworzenie stabilnego otoczenia regulacyjnego. Według Ministerstwa Klimatu i Środowiska realizacja strategii przyczyni się do wzmocnienia konkurencyjności polskiego przemysłu oraz pozwoli zaplanować transformację gospodarki, w kierunku zmierzającym do neutralności klimatycznej.

Kierunki wskazane w strategii są podstawą programu przygotowywanego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej „Wodoryzacja Gospodarki”, który będzie stawiał na rozwój niskoemisyjnej i zeroemisyjnej gospodarki przez wsparcie przedsięwzięć wdrażających technologie wodorowe wraz z infrastrukturą techniczną, służącą do wytwarzania, magazynowania, transportu oraz wykorzystania wodoru. Chodzi o tworzenie nowej oraz modernizację istniejącej infrastruktury.

REGULACJE WSPIERAJĄCE PRODUKCJĘ WODORU NISKOEMISYJNEGO

W opinii MKiŚ rozwój technologii wodorowych, m.in. niższe koszty uzyskiwania energii z odnawialnych źródeł energii, czy ich większy udział w miksie energetycznym, powinny przeło-

żyć się na niższe koszty wytwarzania wodoru odnawialnego. Biorąc pod uwagę rosnące koszty opłat za emisję gazów cieplarnianych, w przyszłości wodór odnawialny stanie się realną ekonomiczną alternatywą dla uzyskiwania energii z paliw kopalnych. Jednak początkowo konieczne będzie wsparcie państwa. Obecnie w ministerstwie klimatu prowadzone są prace nad założeniami ustawy, która będzie wspierała wytwarzanie wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego w modelu podobnym do kontraktu różnicowego. Mechanizm polega na dopłatach dla producentów, którzy oferują najniższą cenę wytwarzania wodoru niskoemisyjnego, przy czym punktem odniesienia jest koszt wytwarzania wodoru metodą tradycyjną (np. poprzez reforming parowy). Pozwoli to na wprowadzenie na rynek odpowiedniej ilości wodoru odnawialnego i niskoemisyjnego, a docelowo, po wykształceniu się konkurencji i w wyniku rozwoju technologii doprowadzi, do sytuacji, gdy wodór odnawialny będzie tańszy od wytworzonego z paliw kopalnych.

Jednocześnie w MKiŚ trwają prace nad pakietem legislacyjnym „Konstytucją dla wodoru”. W jej skład wejdzie m.in. *Ustawa o zmianie ustawy Prawo energetyczne oraz niektórych innych*

Solaris: wodór będzie paliwem napędzającym rozwój elektromobilności

Od kilku lat na całym świecie obserwujemy rosnące zainteresowanie pojazdami z ogniwem wodorowym. Szczególnie szybko rozwija się pod tym względem rynek europejski. Nasz Solaris Urbino 12 hydrogen (12-metrowy autobus), miał swoją premierę w 2019 roku. Od tego momentu model ten znalazł już nabywców w wielu krajach. Blisko 100 wodorowych Solarisów jeździ we Włoszech, Niemczech, Holandii, Austrii, Szwecji oraz Polsce. Kolejne ponad 100 zostanie dostarczonych na przestrzeni najbliższych miesięcy i rozpocznie kursy w miastach m.in. Hiszpanii, Francji, Czech i Słowacji. W odpowiedzi na wzrastające zainteresowanie technologią wodorową, zdecydowaliśmy się w ostatnim czasie na rozbudowanie naszej oferty, aby jeszcze lepiej odpowiadać na zapotrzebowanie przewoźników. Pod koniec 2022 roku portfolio Solarisa uzupełnił pojazd przegubowy Urbino 18 hydrogen. Pierwsze dostawy wodorowego przegubowca rozpoczną się na przełomie 2023 i 2024 roku.

Także polskie miasta widzą potencjał tej technologii. Przewiduje się, że w kraju w najbliższych latach będzie jeździć kilkaset autobusów wodorowych. Na przykład Metropolia Śląska deklaruje zakup 20 takich pojazdów, podobnie jak Wałbrzych i Rybnik, Kraków – nawet 150. Tę wodorową rewolucję rozpoczął Konin, wynajmując na 4 lata w lipcu 2022 roku pierwszy autobus wodorowy w komunikacji miejskiej w Polsce – Solaris Urbino 12 hydrogen. W październiku ubiegłego roku do Konina dołączyły kolejne polskie miasta: Lublin oraz Poznań. Stolica Wielkopolski zdecydowała się na zakup aż 25 autobusów wodorowych marki Solaris.

Wszystko wskazuje na to, że rynek autobusów wodorowych będzie się dynamicznie rozwijał, a sam wodór stanie się paliwem napędzającym rozwój elektromobilności. Według danych urzędowych, w krajach europejskich do 2022 roku zarejestrowano już ponad 350 użytkowanych autobusów wodorowych oraz prawie 250 stacji tankowania wodorem.

Autobusy wodorowe posiadają wszystkie zalety napędu elektrycznego – a więc bezemisyjną, cichą i nie powodującą wibracji jazdę – przy jednocześnie większym zasięgu i relatywnie szybkim tankowaniu. Co więcej, jedynym produktem reakcji chemicznej zachodzącej w ogniwie wodorowym jest para wodna. Solaris Urbino hydrogen, napędzany właśnie ogniwem wodorowym, oferuje zasięg co najmniej 350 kilometrów, w każdych warunkach. Pozytywnym jest też to, że rośnie liczba stacji tankowania wodoru. Obecnie w całej Europie powstaje kolejnych ponad 150 stacji.

Przyszłością transportu publicznego są bez wątpienia autobusy bezemisyjne, a technologia wodorowa jest doskonałym, przyjaznym dla środowiska rozwiązaniem, uzupełniającym elektromobilną ofertę. Napęd taki ma więc wielki potencjał, aby przyczynić się do rozwoju neutralnego dla klimatu publicznego transportu miejskiego.

Marianna Błażejczyk,
E-mobility Development and External Communications Specialist,
Solaris Bus&Coach

Polskie Doliny Wodorowe



Źródło: Agencja Rozwoju Przemysłu

Kierunek „Zielone Azoty”

Grupa Kapitałowa Grupa Azoty jest największym producentem wodoru w Polsce. Nasze moce wytwórcze to około 450 tys. ton wodoru rocznie. Obecnie produkowany przez Grupę Azoty wódór jest konsumowany na potrzeby własne. Nie-wielkie jego ilości są sprzedawane odbiorcom przemysłowym w Kędzierzynie i Puławach.

Wódór produkowany w Grupie Azoty jest wytwarzany z gazu ziemnego i wykorzystywany w procesie syntezy amoniaku. Prowadzimy analizy ekonomiczne i techniczne dotyczące produkcji energii elektrycznej z odnawialnych źródeł, co w dalszej perspektywie ograniczy ślad węglowy naszej produkcji oraz pozwoli produkować tzw. zielony wódór.

Warto wskazać, że strategia Grupy Azoty na lata 2021–2030 z kluczowym projektem „Zielone Azoty” zawiera wiele elementów dotyczących rozwoju gospodarki wodorowej i projektów z tego obszaru.

W najbliższych latach będziemy inwestować w niskoemisyjny wódór oraz – w drugiej kolejności – w nowe instalacje do jego produkcji ze źródeł odnawialnych, które również są w obszarze naszych zainteresowań. Grupa Azoty jest aktywnym członkiem trzech dolin wodorowych (Dolnośląskiej Doliny Wodorowej, Śląsko-Małopolskiej Doliny Wodorowej, Zachodniopomorskiej Doliny Wodorowej), gdzie pozycjonujemy się w roli producenta oraz dostawcy wodoru. Jednym z naszych projektów z tego obszaru jest nowe Laboratorium Paliw Alternatywnych w Grupie Azoty ZAK. Będzie ono pierwszym w tej części Europy oferującym specjalistyczne badania i wykonywanie kompleksowych analiz wodoru dla branży automotive. Będzie również kluczowym ogniwem dopuszczającym paliwo wodorowe do użytku. W obiekcie, obok laboratorium analityki wodoru z pracownią fizykochemiczną, powstanie również pracownia analiz metali oraz niezbędne zaplecze dla obu działów. Zakończenie budowy obiektu nastąpi w bieżącym roku.

W naszej flagowej inwestycji „Polimery Police” jedną z najważniejszych instalacji technologicznych będzie Instalacja PDH. Procesy w niej zachodzące nastawione są na produkcję propylenu o jakości polimerowej, czyli o czystości propylenu min. 99,6 proc. Aby otrzymać propylen o wymaganej jakości przeprowadzana jest reakcja odwodornienia propanu – prostego, nasyconego węglowodoru. W wyniku reakcji powstaje mieszanina, z której uzyskiwane są następnie dwa strumienie: ciekły bogaty w celowo otrzymywany propylen oraz gazowy zawierający znaczne ilości wodoru. Ten gazowy strumień wodorowy poddany zostaje oczyszczeniu z niepożądanych substancji i finalnie otrzymywany jest wódór o wysokiej czystości wynoszącej 99,99 proc.

Mamy konkretne plany na wykorzystanie wodoru o tak wysokiej czystości. Znajdzie on wiele zastosowań wewnątrz kompleksu Polimery Police oraz poza nim. Między innymi – w Grupie Azoty Police przygotowujemy się do przyjęcia znacznego strumienia wodoru z PDH, co pozwoli nam znacząco zredukować emisję CO₂ powstającą przy produkcji amoniaku oraz zredukować zużycie gazu ziemnego.

dr Grzegorz Kądziałowski
wiceprezes zarządu Grupy Azoty

ustaw, której projekt został przedłożony do rozpatrzenia przez Stały Komitet Rady Ministrów.

DOLINY WODOROWE

Jednym z działań w obszarze dekarbonizacji przemysłu jest powstawanie Dolin Wodorowych, które mają być aktywatorem gospodarki wodorowej w regionach. To w nich będą prowadzone projekty badawcze, wdrożeniowe oraz inwestycyjne, które przyczynią się do współpracy pomiędzy lokalnymi, krajowymi i zagranicznymi podmiotami.

Za działania związane z ich powoływaniem odpowiada Agencja Rozwoju Przemysłu. Zainicjowała powstanie czterech projektów oraz współorganizowała dwa kolejne. A w sumie do tej pory powstało 8 dolin. Swoim zasięgiem pokrywają niemal cały obszar Polski.

– *Dolina wodorowa to koncept na współpracę horyzontalną i wertykalną, która ma umożliwić transformację energetyczną w oparciu o zielone technologie i wódór m.in. przez dekarbonizację energochłonnego przemysłu, wykorzystanie zielonej energii z OZE do produkcji wodoru oraz wdrożenie demonstratorów technologii wodorowych* – wyjaśnia Szymon Płoński z ARP. Dodaje, że w dolinę wodorową są zaangażowane różnorodne podmioty od administracji rządowej, przez samorządową, firmy MŚP, duże przedsiębiorstwa i spółki skarbu państwa, uczelnie i instytuty badawcze po think-tanki oraz organizacje pozarządowe. Doliny są to swego rodzaju organizacje do zadań specjalnych, tworzące sprzyjające warunki do współpracy biznesu z nauką i administracją dla uruchomienia pierwszych demonstratorów i regionalnego rynku wodoru. – *Mają za zadanie oprócz przewycięzania wyzwań kreacji rynku, którego jeszcze nie ma, także mobilizować inwestycje prywatne w zieloną transformację zgodną z ESG (Environmental, Social and Corporate Governance), w modelu sektor publiczny wyklada środki np. unijne, krajowe, regionalne, natomiast prywatni inwestorzy dokładają kolejne* – tłumaczy Szymon Płoński.

Wódór produkowany lokalnie np. w Oławie pod Wrocławiem, będzie mógł być wykorzystywany zarówno przez sektor transportu (odbiorcy tacy jak miasto Wrocław czy Oława użytkujący autobusy wodorowe produkowane w Polsce) jak i przez przemysł chemiczny np. w Brzegu Dolnym, czy Kędzierzynie Koźlu, albo przez lokalnego producenta amoniaku czy metanolu. Odbiorcą może być też ciepłownia, wykorzystująca silniki kogeneracyjne spalające wódór (100 proc., albo w domieszce – np. 30 proc.).

Z ELEKTROWNIĄ ATOMOWĄ W TLE

Realizacja strategii wodorowej nabrała nowego, większego znaczenia w obliczu agresji Rosji na Ukrainę. Jednym z jej następstw jest kryzys energetyczny w Europie. Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego stało się priorytetem.

Warto jednocześnie zauważyć, że inwestycje w rozwój innowacyjnych technologii wodorowych są kosztowne. Dużym wyzwaniem jest zatem zapewnienie odpowiedniego finansowania dla projektów wspierających wodoryzację gospodarki. Kolejnym wyzwaniem – w ocenie ministerstwa klimatu – jest rozwój mocy OZE. Położenie geograficzne Polski nie zapewnia nam dużego potencjału wytwarzania odnawialnych źródeł energii. Dlatego szczególnego znaczenia nabierają działania zmierzające do budowy elektrowni atomowej. Energia z tego źródła zapewni stałą poziom produkcji, a przekierowana na wytwarzanie wodoru w procesie elektrolizy, zapewni powstanie niskoemisyjnego wodoru.

Wódór jako paliwo, które zapewni Europie transformację energetyczną to gorący temat. Będziemy do niego wracali. ■

Lidia Sosnowska

Wodór – paliwo przyszłości

Opracowanie metod otrzymywania wodoru z naturalnych zasobów niebędących paliwami kopalnymi, a przy tym spełniających kryteria ekonomiczne, to dla energetyki wodorowej największe obecnie wyzwanie – uważa prof. Janina Molenda, prezes Polskiego Stowarzyszenia Wodoru i Ogniw Paliwowych, kierownik Katedry Energetyki Wodorowej, z Wydziału Energetyki i Paliw Akademii Górniczo-Hutniczej.



Wodór uważany jest za paliwo, które może zrewolucjonizować energetykę. Z czego to wynika?

Wodór jako nośnik energii – przypomnę, że nie występuje on w przyrodzie w postaci wolnej – ma kilka szczególnie korzystnych cech. Przede wszystkim reagując z tlenem uwalnia znaczną ilość energii (143,1 MJ/kg), przy czym do środowiska nie trafiają żadne zanieczyszczenia. Jedynym produktem reakcji jest woda. Poza tym wykazuje predyspozycje do bezpośredniego przetwarzania energii reakcji z tlenem na energię elektryczną w ogniwach paliwowych. Może być stosowany jako paliwo w silnikach o spalaniu wewnętrznym i turbinach. Istnieją możliwości wytwarzania go metodami bezemisyjnymi i niskoemisyjnymi.

Jednak, aby stał się paliwem przyszłości musimy pokonać ograniczenia dotyczące m.in. jego bezpiecznego magazynowania i przesyłu.

Rozwój metod przechowywania wodoru w aspekcie zastosowań stacjonarnych, czy w transporcie oraz stworzenie bezpiecznej technologii przesyłania wodoru, to rzeczywiście ważny problem energetyki wodorowej. Obecnie stosowane metody to magazynowanie w butlach ciśnieniowych o zaawansowanych materiałowo rozwiązaniach technologicznych – istnieją już butle o ciśnieniu 800 atm – oraz zbiornikach kriogenicznych w przypadku wodoru ciekłego. Z tym, że ta ostatnia technologia jest ekonomicznie nieopłacalna z uwagi na konieczność utrzymywania niskiej temperatury i strat związanych z intensywnym parowaniem wodoru.

Dla wielkoskalowych, stacjonarnych zastosowań rozważa się możliwość magazynowania wodoru w podziemnych tworach geologicznych takich jak kawerny w złożach skał porowatych przykrytych warstwą nieprzepuszczalną, nieeksploatowane szyby naftowe, komory w pokładach solnych oraz sztuczne zbiorniki.

Technologia wodorowa coraz śміiej wkracza do branży transportowej, co niesie ze sobą kolejne wyzwania.

Magazynowanie wodoru dla zastosowań w transporcie samochodowym, w przeciwieństwie do jego stacjonarnych

zastosowań, wymaga zmaksymalizowania gęstości wodoru zarówno na jednostkę masy, jak i objętości. Prowadzone są intensywne badania nad magazynowaniem wodoru w strukturach krystalicznych ciał stałych.

Opracowanie materiałów efektywnie magazynujących wodór jest czynnikiem, który zadecyduje o sukcesie ekonomicznym zastosowania wodoru do napędu samochodów.

W aktualnie stosowanych technologiach samochodów elektrycznych z ogniwami paliwowymi wodór jest magazynowany w butlach ciśnieniowych, wykonanych ze specjalnych materiałów nieprzepuszczalnych dla wodoru (gęsty polimer), oraz o specjalnej konstrukcji wytrzymałej na wysokie ciśnienia rzędu

700–800 atm (kompozyty z włókien węglowych i szklanych). Natomiast tankowanie odbywa się w czasie porównywalnym do czasu tankowania samochodów z silnikiem spalinowym, co jest istotną zaletą w stosunku do czasu ładowania samochodów z bateriami litowymi.

Polska to jeden z większych producentów paliwa wodorowego na świecie, ale powstaje ono w procesie reformingu gazu ziemnego, czego skutkiem ubocznym jest produkcja dwutlenku węgla.

W podobny sposób powstaje większość światowej produkcji wodoru. Obecnie na skalę przemysłową jest on wytwarzany głównie na potrzeby przemysłu chemicznego, do syntezy amoniaku i metanolu, a także w przemyśle petrochemicznym. Całkowita roczna produkcja światowa wodoru to około 2 proc. całkowitego zużycia energii z surowców pierwotnych. Około połowa produkowanego wodoru wytwarzana jest z gazu

Opracowanie materiałów efektywnie magazynujących wodór jest czynnikiem, który zadecyduje o sukcesie ekonomicznym zastosowania wodoru do napędu samochodów.

ziemnego, jedna trzecia z płynnych paliw węglowodorowych, jedna piąta z węgla, a tylko 4 proc. uzyskiwane jest w wyniku elektrolizy wody.

W kontekście rosnących cen paliw kopalnych, a także zatrucia środowiska świat zwraca swoją uwagę na rozwój technologii wodorowej, ale w kierunku pozyskiwania ekologicznego tzw. „zielonego wodoru”.

Opracowanie metod otrzymywania wodoru z naturalnych zasobów niebędących paliwami kopalnymi, a przy tym spełniających kryteria ekonomiczne, to dla energetyki wodorowej największe obecnie wyzwanie. Pozyskiwanie wodoru z wody wydaje się najbardziej obiecującą metodą. Niezbędna do tego celu energia powinna pochodzić z innych źródeł niż spalanie paliw kopalnych. Może to być energia elektryczna wytwarzana w elektrowniach wodnych, solarnych lub wiatrowych, ciepło wytwarzane w reaktorze jądrowym lub kolektorze słonecznym. Cechą energii ze źródeł odnawialnych jest jej niestabilność w czasie, wytwarzanie energii z wiatru i słońca podlega wahaniom, dopasowanie odnawialnych źródeł energii do popytu stanowi poważny problem. Pojawiają się dodatkowe wyzwania związane z przesyłaniem energii odnawialnej z farm wiatrowych lub słonecznych na dalsze odległości do użytkowników końcowych. Infrastruktura gazu może być odpowiednia dla przyjęcia nadmiarowej ilości energii elektrycznej przekonwertowanej do postaci gazu w przypadku, gdy podaż energii ze źródeł odnawialnych będzie większa niż moc sieci lub zapotrzebowanie na energię elektryczną.

Wciąż istnieje przepaść między obecnymi możliwościami technologicznymi produkcji, magazynowania i wykorzystania wodoru a prawdziwie konkurencyjną energetyką wodorową.

Wodór ma potencjał, aby stać się paliwem przyszłości, ale jakie są realne szanse, że stanie się alternatywą dla paliw kopalnych w najbliższej przyszłości? Jakie warunki muszą być spełnione?

Stworzenie gospodarki opartej na wodorze i elektryczności wymaga dopracowania odpowiednich technologii. Potrzeby badawcze szeroko pojętej gospodarki wodorowej można sklasyfikować w trzech obszarach:

- dywersyfikacja źródeł pozyskiwania wodoru, tak by koszt uzyskiwanego paliwa był porównywalny z kosztem paliw uzyskiwanych z kopalni (ropy naftowej, gazu ziemnego, węgla),
- rozwój metod magazynowania wodoru w aspekcie zastosowania w transporcie oraz stworzenie bezpiecznej technologii przesyłania wodoru,
- energetyczne wykorzystanie wodoru w ogniach paliwowych dla wysokoefektywnej generacji elektryczności.

Technologie wodorowe są już dziś bardzo zaawansowane, ale nie stanowią konkurencji dla technologii wytwarzania energii z paliw kopalnych pod względem kosztów i niezawodności. Wciąż istnieje przepaść między obecnymi możliwościami technologicznymi produkcji, magazynowania i wykorzystania wodoru a prawdziwie konkurencyjną energetyką wodorową. Należy jednak podkreślić, iż mimo wielu aspektów „energetyki wodorowej” kluczem do sukcesu tej idei jest rozwiązanie fundamentalnych zagadnień materiałowych. Konieczny jest jakościowy przełom w badaniach podstawowych, zrozumieniu zjawisk i mechanizmów oddziaływania

wodoru z materia, które doprowadzą do opracowania nowych funkcjonalnych materiałów dla technologii wodorowych, które zwiększą wydajność i obniżą koszty.

Łatwopalność wodoru, wysoka lotność i przenikalność przez materiały to cechy bardzo niekorzystne, niesprzyjające bezpiecznemu użytkownikowi. Jest to jednak problem, z którym nauka potrafi sobie poradzić. Niezbędne jest także opracowanie standardów zabezpieczeń oraz zasad użytkowania wodoru na co dzień. Niezmiernie ważnym zadaniem jest edukacja społeczeństwa w zakresie celowości wprowadzania i zalet technologii wodorowych.

Czy Polska jako kraj ma potencjał – naukowy, techniczny, organizacyjny – aby zrealizować założenia europejskiego prawa klimatycznego (osiągnąć neutralność klimatyczną do 2050 r. i zredukować emisję gazów cieplarnianych o 55 proc. do 2030 r.) dzięki rozwojowi produkcji wodoru zielonego.

W Polsce prace badawczo-rozwojowe w zakresie ogniw paliwowych nie zostały podjęte w dostatecznej skali. Może to w przyszłości prowadzić do konieczności zakupów gotowych, drogich urządzeń z ogniwami paliwowymi różnych kategorii. Tematyka ta, tak gwałtownie rozwijająca się w świecie, jest u nas niedoceniana, pomimo iż mamy znaczący potencjał naukowo-badawczy w dziedzinie technologii wodorowych i ogniw paliwowych zintegrowany przez Polskie Stowarzyszenie Wodoru i Ogniw Paliwowych (www.hydrogen.edu.pl).

Niemniej jednak należy podkreślić, że prezentowane stanowisko i analizy przeprowadzone przeze mnie i opublikowane kilka lat wcześniej, zostały wykorzystane w dokumencie „Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 z perspektyw do 2040”, w szczególności odnośnie zaplecza i tradycji naukowo-badawczych dla wyrafinowanych technologii materiałów ceramicznych. Zwróciłam uwagę na spore osiągnięcia w zakresie projektowania materiałów funkcjonalnych dla wysokotemperaturowych i niskotemperaturowych ogniw paliwowych oraz magazynowania wodoru oraz na fakt, iż mamy w Polsce specjalistów w zakresie wszystkich zagadnień dotyczących konstrukcji ogniw paliwowych – począwszy od opracowania materiałów elektrodowych, elektrolitu i interkonektorów, oraz technologii otrzymywania cienkowarstwowych tworzyw ceramicznych, modelowania przepływów masy i energii poprzez konstrukcję i uszczelnienie stosu aż do zagadnień związanych z testowaniem efektywności i czasów życia ogniw. Brak jest jednak polskiego programu w zakresie materiałowych technologii wodorowych i ogniw paliwowych.

Uważam, że konieczne jest jak najszybsze wsparcie grup badawczych aktywnie działających w tematyce wodorowej, a także zainteresowanie najlepszych uniwersyteckich ośrodków badawczych, PAN oraz produkcyjnych tematyką dotyczącą technologii wodorowych. W warstwie organizacyjnej wymaga to stworzenia narodowego programu badawczego w zakresie technologii wodorowych, gdyż to właśnie wodór jest uważany za nośnik energii przyszłości. ■

Rozmawiała Lidia Sosnowska

Mobilność rzeczy, metamobilność i robotyka miękka – perspektywy i wyzwania we współczesnej robotyce

Mobility of things, metamobility, and soft robotics – perspectives and challenges in modern robotics

dr hab. inż. Andrzej Katunin, prof. PŚ
członek Akademii Młodych Uczonych PAN

WPROWADZENIE

Robotyka, jako dyscyplina, od zawsze cechowała się bardzo wysokim stopniem innowacyjnych rozwiązań, a jej zadaniem było przede wszystkim wspomóc lub zastąpić człowieka w takich czynnościach, które dla niego są niewykonalne lub uciążliwe. Obecność robotów w naszym otoczeniu stała się powszechna. Powstały zrobotyzowane fabryki, w których ludzie sprawiają jedynie rolę dozorczy, a maszyny nie tylko wykonują pracę przy czynnościach produkcyjnych, ale również pozyskują dane, przetwarzają i analizują je, działają w sposób niemalże autonomiczny. Nie bez znaczenia jest coraz szersze wykorzystanie sztucznej inteligencji, która potrafi te maszyny „ożywić”. Brzmi futurystycznie, niczym z książek Stanisława Lema. Jednak trendy w robotyce ostatniego dziesięciolecia przechodzą najśmielsze oczekiwania i zachwycają funkcjonalnością i zdolnościami nowoczesnych systemów zrobotyzowanych. Robotyka przestaje być tylko dyscypliną naukową czy obszarem technologicznym, staje się pewnego rodzaju filozofią, która przenika nasze życie na poziomie mobilności osobistej, kształtuje krajobrazy miast, definiuje istotę naszej epoki. Nie sposób wymienić wszystkich innowacji zachodzących w robotyce, ale wśród najciekawszych znajdują się jedno z najnowszych koncepcji mobilności rzeczy (z ang. *mobility of a things*) oraz metamobilności, a także robotyka miękka, która redefiniuje postrzeganie robota jako maszyny o sztywnych członach na przegubach. O nich podyskutujemy bardziej szczegółowo.

WIZJA MOBILNOŚCI RZECZY I METAMOBILNOŚCI

Obecne kierunki rozwoju systemów mobilności jasno wskazują na ich coraz większą autonomię. Praktycznie każdy nowy samochód ma tempomat czy funkcję automatycznego parkowania, jest to autonomia, która stała się naszą codziennością. Najnowsze rozwiązania w autonomii oferują jednak znacznie więcej: pojazdy stają się samojezdne, tj. całkowicie autonomiczne bez konieczności ingerencji kierowcy w proces poruszania się. Ta technologia z powodzeniem jest wykorzystywana w kolejnictwie w postaci całkowicie zautomatyzowanych pociągów, a od kilku

STRESZCZENIE: Najnowsze osiągnięcia robotyki z systematyczną skutecznością przechodzą najśmielsze oczekiwania twórców filmów z gatunku science-fiction sprzed 20 lat. Roboty już nie są rozpatrywane jako jednostki, w kontekście Czwartej Rewolucji Przemysłowej tworzą ekosystem, który łączy świat rzeczywisty z wirtualnym, a jednostki zrobotyzowane, komunikując się, funkcjonują jako jednolity system. Zmiany dotyczą również postaci współczesnych robotów – dzięki zastosowaniu nowoczesnych materiałów mogą naśladować ruchy ludzi i innych istot żywych w sposób coraz bardziej precyzyjny i płynny, aby wspomagać nas w życiu codziennym i coraz bardziej zmniejszać dystans w interakcji człowiek-maszyna. Artykuł przedstawia najnowsze osiągnięcia i kierunki rozwoju oraz podejmuje dyskusję na temat implikacji i wyzwań w badaniach i zastosowaniach współczesnych rozwiązań w robotyce

SŁOWA KLUCZOWE: mobilność rzeczy, metamobilność, robotyka, robotyka miękka

ABSTRACT: The latest achievements in robotics with systematic effectiveness exceed the wildest expectations of science-fiction filmmakers from 20 years ago. Robots are no longer considered as units, in the context of the Fourth Industrial Revolution, they create an ecosystem that connects the real and virtual worlds, and robotic units, communicating, function as a unified system. The changes also apply to the form of modern robots – thanks to the use of modern materials, they can imitate the movements of people and other living creatures in an increasingly precise and fluid way to support us in everyday life and increasingly reduce the distance in human-machine interaction. The article presents the latest achievements and development directions and discusses the implications and challenges in research and application of modern solutions in robotics.

KEYWORDS: mobility of things, metamobility, robotics, soft robotics

lat obserwujemy doniesienia o samojezdnych samochodach ciężarowych i osobowych, intensywnie testowanych m.in. przez Teslę. Latem ubiegłego roku na ulice San Francisco wyjechały pierwsze robo-taksówki, samojezdne pojazdy o najwyższym poziomie autonomii. Coraz większa autonomia staje się obecna na morzu i w powietrzu.

Koncepcją mobilności rzeczy przenosi pojęcie autonomii ze szlaków transportowych do naszego bezpośredniego otoczenia i bynajmniej nie zastępuje, ale istotnie rozszerza te pojęcie. Mobilny może być nie tylko pojazd, ale też półka z książkami czy szafa na ubrania. Na ubiegłorocznych targach CES (Consumer Electronics Show), największych targach technologicznych na świecie, które odbyły się w styczniu w Las Vegas, rozwiązania z zakresu mobilności rzeczy zaprezentowała firma Hyundai, pokazując jak dzięki robotyce mogą przemieszczać się przedmioty,

które postrzegamy jako statyczne. Koncepcja mobilności rzeczy nie jest wyłącznie pomysłem na mobilność takich przedmiotów: dzięki odpowiedniej komunikacji i zaawansowanym technologiom mobilności powstaje autonomiczny i nieograniczony ekosystem, który może być kształtowany wedle możliwości i potrzeb.

W swoich planach Hyundai idzie o krok dalej, zapowiadając połączenie światów rzeczywistego i wirtualnego, gdzie roboty będą współpracować z ludźmi w zakresie szeroko pojętej mobilności, zaczynając od usług transportu osobistego i kończąc na całkowicie zrobotyzowanych, zdalnie sterowanych fabrykach. Poszczególne jednostki będą tworzyć sieć mobilności, łącząc przedmioty w świecie rzeczywistym z przedmiotami i zadaniami ze świata wirtualnego. Tę koncepcję twórcy nazwali metamobilnością. Wśród przykładów twórcy wymieniają m.in. pojazd, który może przekształcać się w miejsce pracy lub rozrywki czy zautomatyzowane urządzenia do transportu osobistego dla osób, chcących zachować dystans społeczny podczas podróży. Idee, stojące za koncepcjami mobilności rzeczy i metamobilności, sięgają znacznie dalej, kształtując nowy poziom autonomii w naszej codzienności.

INTRYGUJĄCE MIĘKKIE ROBOTY

Postać samych robotów też ulega ciągłej ewolucji, zmieniają się potrzeby w zastosowaniu, a właściwie rozszerza się ich zakres. Na myśl o robocie wyobrażamy sobie metalowego olbrzyma poruszającego się według precyzyjnie zaplanowanych trajektorii, które płynne bynajmniej nie są. Dotychczas nie było to potrzebne, bo roboty wykorzystywano tam, gdzie istotny był duży udźwignięcie i wydajność. Trudno wyobrazić sobie robota, który byłby w stanie osiągnąć płynność ruchów dalekowschodniego tai chi, zatańczyć jak człowiek czy rozłożyć porcelanową zastawę. Potrzeba rozwoju „delikatnych” robotów stworzyła nowy kierunek – robotykę miękką, która wykorzystuje zgoła inne materiały niż tradycyjne sztywne i twarde, powodując, że cały robot jest elastyczny i może przyjmować kształt wedle potrzeb. Rodzi to całe mnóstwo poważnych wyzwań, dotyczących chociażby układów napędzania i zasilania takich robotów, które będą w stanie sprostać dynamicznym zmianom kształtu. Rozwiązania, jak to często bywa w inżynierii, podpatrujemy w naturze. Dlatego powstające roboty często naśladują swoim kształtem i zachowaniem zwierzęta czy rośliny.

W ostatnich latach mogliśmy obserwować osiągnięcia firmy Boston Dynamics, która niejednokrotnie zaskakiwała zwinnością swoich robotów o nazwie Spot czy humanoidalnych robotów Atlas. I chociaż te roboty wyglądają jak klasyczne „sztywne” maszyny, sekret ich zwinności tkwi właśnie w rozwiązaniach z zakresu robotyki miękkiej, m.in. elastycznych stawach skoko-

wych i ścięgna, dzięki którym możliwe jest uzyskanie ruchów znacznie bardziej płynnych i precyzyjnych. Elementy robotyki miękkiej można znaleźć również w robotach humanoidalnych, takich jak Kopernik, który niedawno stanął w Centrum Nauki Kopernik w ramach obchodów 550. rocznicy urodzin słynnego polskiego astronoma.

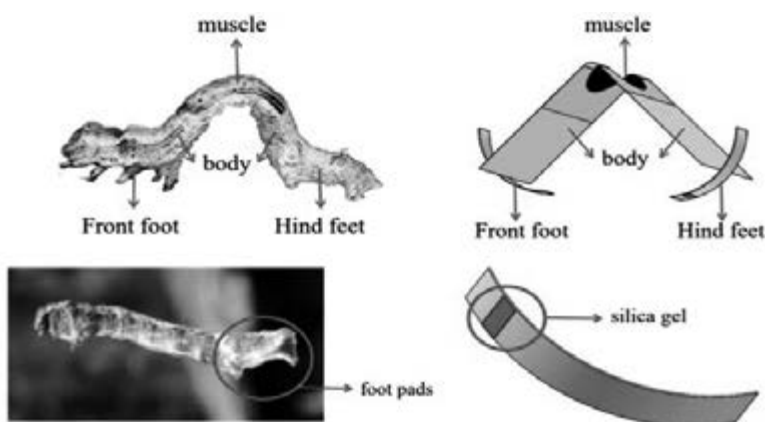
Obecność robotów w naszym otoczeniu stała się powszechna. Powstały zrobotyzowane fabryki, w których ludzie sprawiają jedynie rolę dozorczy, a maszyny nie tylko wykonują pracę przy czynnościach produkcyjnych, ale również pozyskują dane, przetwarzają i analizują je, działają w sposób niemalże autonomiczny.

Humanoidalna postać miękkich robotów to jednak wyjątek – z uwagi na powierzane zadania takie roboty często nie mają ściśle określonego kształtu i przypominają żelową masę lub bezkręgowce. I to właśnie te ostatnie stanowią inspirację dla powstających miękkich robotów zarówno w kwestii scenariuszy ruchu, jak i materiałów oraz układów sterowania. Obecnie w kilku ośrodkach na świecie prowadzone są zaawansowane badania w zakresie opracowania robotów inspirowanych ośmiornicami czy meduzami. Płynność ruchów uzyskiwana jest dzięki niekonwencjonalnym polimerom i stopom z pamięcią kształtu, natomiast najciekawsze koncepcje dotyczą ich układów sterowania. W badaniach na Massachusetts Institute of Technology (MIT) naukowcy próbują naśladować również ośrodki nerwowe bezkręgowców, które w przypadku meduz i ośmiornic mają charakter zdecentralizowany. Oznacza to, że nie posiadają one mózgow w rozumieniu pojedynczego centrum przetwarzania informacji, ośrodki nerwowe są rozproszone po całym ciele. W przypadku ośmiornicy połowa tych ośrodków znajduje się w ramionach, umożliwiając uzyskanie pewnej autonomii każdego z nich. W świetle wyzwań robotyki miękkiej zdecentralizowane układy sterowania wydają się bardzo interesującym rozwiązaniem.

Naukowcy idą jednak o krok dalej, łącząc możliwości robotyki miękkiej z medycyną, w szczególności z żywymi tkankami. Kierunek badań zajmujący się tymi zagadnieniami zyskał miano bioniki. Interesujące rozwiązania w tym zakresie opracowują naukowcy z Carnegie Mellon University, m.in. sztuczną skórę, która jest wykonana z wysoce elastycznych polimerów z mikrokanałami w środku, wypełnionymi cieczami elektroprzewodzącymi, które stanowią czujniki nacisku odwzorowujące odczuwanie dotyku i nacisku na skórę u ludzi. Wśród innych rozwiązań me-

chanicznych należy też wspomnieć o sztucznych mięśniach, rozwijanych przynajmniej w kilku ośrodkach na świecie, zajmujących się biomimetyką. Te rozwiązania stanowią nadzieję na odzyskanie sprawności dla osób z niepełnosprawnościami ruchowymi, wspomagają rehabilitację osób po urazach, a także pomagają w wykonywaniu trudnych/ciężkich prac fizycznych.

W najnowszych badaniach w tym kierunku naukowcy zaangażowali nawet żywe tkanki ludzkie do napędzania biohybrydowej zrobotyzowanej ryby. Opracowano w pełni autonomicznego robota, który był napędzany ludzkimi komórkami mięśnia sercowego. Mechaniczne oddziaływanie na poszczególne warstwy mięśnia doprowadzało do jego skracania, co przekładało się na wykonywanie ruchu przez robota. Jak wskazują twórcy,



Rys. 1. Miękki robot naśladujący calowca, wykorzystujący elastomery (na podstawie [1])



Rys. 2. Rękawica rehabilitacyjna z wykorzystaniem elementów robotyki miękkiej [2]

Obecne osiągnięcia robotyki już przeszły najśmielsze oczekiwania twórców filmów z gatunku science-fiction sprzed 20 lat. W świetle Czwartej Rewolucji Przemysłowej o robotach nie myślimy już w kontekście jednostek, ale bardziej jako o samodzielnym ekosystemie, przenikającym przez świat rzeczywisty i wirtualny, coraz bardziej integrujący się z nami, ludźmi.

jest to kolejny krok do stworzenia sztucznego serca.

Opracowywane rozwiązania z zakresu robotyki miękkiej są potrzebne w zastosowaniach, gdzie od robotów oczekuje się nie tylko najwyższej precyzji, ale również płynności wykonywanych ruchów, m.in. w chirurgii, misjach ratowniczych i interakcjach z ciałem istot żywych. Roboty, naśladujące zachowanie bezkręgowców, stanowią też świetny materiał do prowadzenia badań w zakresie zjawisk biologicznych, które trudno wykonać na organizmach żywych. Stanowią także doskonałą bazę do projektowania egzoszkieleatów wspomagających aktywność ruchową ludzi, w tym osób z niepełnosprawnościami. Dzięki robotyce miękkiej również klasyczne roboty przemysłowe, pracujące zazwyczaj w specjalnych klatkach, mogą zyskać nowe zdolności, które umożliwią zwiększenie bezpieczeństwa w interakcjach człowiek-maszyna.



Rys. 3. Prototyp egzoszkieleatu ramienia [3]

PERSPEKTYWY I WYZWANIA

Obecne osiągnięcia robotyki już przeszły najśmielsze oczekiwania twórców filmów z gatunku science-fiction sprzed 20 lat. W świetle Czwartej Rewolucji Przemysłowej o robotach nie myślimy już w kontekście jednostek, ale bardziej jako o samodzielnym ekosystemie, przenikającym przez świat rzeczywisty i wirtualny, coraz bardziej integrujący się z nami, ludźmi. Roboty zyskują coraz nowsze zdolności, a dzięki nowym rozwiązaniom materiałowym, miniaturyzacji i „zmiękczeniu” elektroniki oraz sztucznej inteligencji mogą naśladować już nie tylko ludzi, ale też inne istoty żywe, których sposób poruszania się był do niedawna bardzo trudny do naśladowania. Wciąż jednak roboty nie są w stanie osiągnąć takiej płynności i delikatności ruchów jak człowiek, jednak robotyka miękka sukcesywnie skraca ten dystans. Obecnie najważniejszymi wyzwaniami jest dalsza miniaturyzacja układów sensorycznych i wykonawczych,

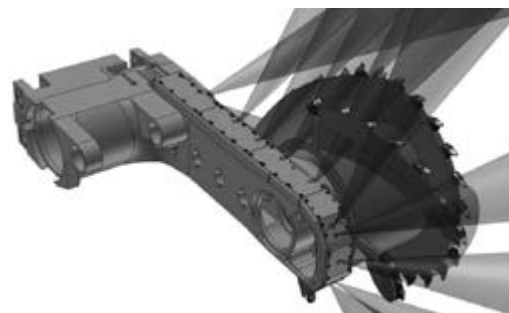
a także zwiększenie ich podatności na odkształcenia. Mimo tak ważnych osiągnięć, należy stwierdzić, że jesteśmy na początku nowej drogi w robotyce, zmierzającej ku budowie inteligentnych i ucieleśnionych maszyn, wspierających nas w naszej nowej codzienności. ■

LITERATURA

- [1] Z., Q. Li, W. Su, Y. Chen. 2022. “Dielectric Elastomer-Driven Bionic Inchworm Soft Robot Realizes Forward and Backward Movement and Jump”. *Actuators* 11, 227.
- [2] Su H., X. Hou, X. Zhang, W. Qi, S. Cai, X. Xiong, J. Guo. 2022. “Pneumatic Soft Robots: Challenges and Benefits”. *Actuators* 11, 92.
- [3] Gull M.A., M. Thoenigsen, S.H. Bengtson, M. Mohammadi, L.N.S. Andreasen Struijk, T.B. Moeslund, T. Bak, S. Bai. 2021. “A 4-DOF Upper Limb Exoskeleton for Physical Assistance: Design, Modeling, Control and Performance Evaluation”. *Appl. Sci.* 11, 5865.

Poskromić pył i metan

W 2009 r. na mapie ośrodków badawczych i konstrukcyjnych w Polsce pojawiła się nowa nazwa – KOMAG-Institut Techniki Górniczej. Jest to kolejne wcielenie centrum konstrukcyjnego polskiego górnictwa, działającego od 1950 r.



Instalacja powietrzno-wodna ramienia kombajnu ścianowego

Od tego centrum rozpoczął się rozwój sieci ośrodków badawczo-projektowych, które stworzyły i rozwinęły polski przemysł maszyn górniczych i tworzą go do dziś. Misją obecnego KOMAGU jest wprowadzenie do kopalń systemów mechanicznych, mechatronicznych, ochrony środowiska, zwalczania zagrożeń, bezpieczeństwa pracy. Powstały nowoczesne w skali światowej systemy wydobywcze. Dziś główny nurt prac dotyczy bezpieczeństwa i ekologii, w coraz trudniejszych warunkach wydobywczych w polskich kopalniach.

W 2012 r. powstało konsorcjum naukowo-przemysłowe ITG KOMAG-IW ELEKTRON w celu poprawienia warunków bezpieczeństwa w kopalniach i przemyśle, tam gdzie pojawiają się substancje niebezpieczne. Jego dziełem jest bogata seria urządzeń przeciwpyłowych i przeciwigazowych, na które uzyskano już 22 patenty.

DOŚĆ WYBUCHÓW W KOPALNIACH

Ostatnio na wystawach nagradzany jest nowy *Hybrydowy system zraszania do redukcji zapylenia i stężenia metanu typu KOMAG-HR*. Autorzy: Dariusz Prostański, Michał Siegmund, Dominik Bałaga, Marek Kalita, Michał Bidas, Andrzej Urbanek, Arkadiusz Waloszczyk.

System jest przeznaczony do redukcji zapylenia w wyrobisku podczas urabiania węgla oraz redukcji stężenia metanu uwalnianego z górotworu. Może być eksploatowany tam gdzie pracują kombajny i powstają cząstki pyłu oraz uwalnia się metan na długości całego wyrobiska. System ma dwa zintegrowane podsystemy zraszające wzdłuż całego wyrobiska ścianowego: powietrzno-wodny (kilka baterii) oraz sektorowy (dysze pod każdą sekcją grupowane w sektory). Wytworzone przez baterie powietrzno-wodne strumienie zraszające kierowane są do przestrzeni urabiania kombajnu, redukując w ten sposób pył unoszony w przepływającym powietrzu. Z kolei dysze wodne (wchodzące

w skład zraszania sektorowego) skierowane są w stronę ociosu, czyli bezpośrednio do miejsca drążenia urobku, w celu zmniejszenia stężenia metanu wydostającego się z czoła ściany podczas urabiania. Liczba baterii powietrzno-wodnych oraz liczba dysz wodnych wchodzących w składzie sektora zależy od długości ściany oraz warunków prowadzenia eksploatacji. Połączenie funkcjonalności obu podsystemów jest rozwiązaniem innowacyjnym nie stosowanym dotychczas w światowej praktyce górniczej. Baterie wyposażono w innowacyjne samoczyszczące dysze dwuczynnikiowe, zapobiegające ich zatykaniu. Stosowanie hybrydowego systemu do redukcji zapylenia i stężenia metanu typu KOMAG-HR ogranicza stężenie zapylenia wydostającego się ze strefy urabiania, zmniejszając ryzyko zachorowania na pylicę płuc. Zmniejszenie stężenia gromadzonego się metanu, poprzez intensywne zraszanie ociosu ma szczególne znaczenie w przypadku wydostających się tzw. lontów metanowych, szczególnie groźnych. O oryginalności rozwiązania świadczy między innymi zgłoszony do ochrony w UP RP wynalazek „Sposób oraz instalacja do redukcji zapylenia i usuwania lokalnych nagromadzeń metanu w wyrobisku ścianowym”, a także zastosowane patenty: *Sposób oraz instalacja zraszania powietrzno-wodnego w wyrobisku ścianowym, Samoczyszcząca dwuczynnikiowa dysza zraszająca oraz Dwuczynnikiowa dysza zraszająca*. Warto stale analizować skuteczność tych patentów i doskonalić, w obliczu serii tragicznych wybuchów, jakie dotknęły kopalnie metanowe w ostatnich latach.

DRZEWIARZE NIE BĘDĄ PYLIĆ

W licznych wytwórniach, gdzie prowadzi się obróbkę drewna, problemem jest zapylenie szkodliwe dla pracowników, ale też niebezpieczne, gdyż pył drzewny w powietrzu tworzy warunki do groźnego wybuchu. System STRATUS redukuje zapylenie powstające podczas produkcji

zrębki drzewnej oraz innych materiałów pyłących. Wykorzystano zjawisko wytwarzania kurtyny mgły wodnej oddzielającej miejsce powstawania pyłu, zabezpieczając przed jego dalszym migrowaniem. Rozwiązanie przeznaczone jest dla zakładów przerobczych: węgla, skał, odpadów oraz materiałów biodegradowalnych. Jednym z oryginalnych zastosowań systemu jest możliwość jego eksploatacji w zakładach produkcji zrębki drzewnej i płyt wiórowych. Jak wykazały badania ITG KOMAG, zastosowanie instalacji ogranicza zjawisko pylenia przy podawaniu produktu do maszyny przerobczej oraz przy zsypie zrębki już przerobionej w zakładzie Kronospan. Neutralizacja zapylenia jest szczególnie istotna przy przeróbce drewna twardego (dąb, buk), którego drobne frakcje wdychane mają działanie rakotwórcze. Działanie systemu polega na rozpylaniu kropeł wody za pomocą specjalnych dysz, wytwarzających strumienie zraszające, strącających cząsteczki pyłu unoszącego się w powietrzu. Krople wody mają odpowiednią charakterystykę wielkości oraz energii wyrzutu. Dzięki zastosowaniu strumienia płaskiego możliwe jest wytworzenie kurtyny odcinającej miejsce powstawania pyłu od środowiska zewnętrznego. W systemie zastosowano dwie kurtyny zabezpieczające przed pyleniem: poziomą odseparowującą zasyp do rębaka (lub kruszarki) i pionową zlokalizowaną wokół wysypu z przenośnika hałdującego. Zwilżony za pomocą systemu pył osiada wokół zabezpieczanych miejsc. Takie działanie powoduje ograniczenie możliwości ponownego wzbijania się pyłu, jak również zmniejsza ryzyko wystąpienia zapłonu. Zakładając, że jednocześnie w obrębie takiego miejsca pracuje kilka – kilkanaście osób na zmianę, bezpośrednio system przyczynia się do zmniejszenia narażenia na przekroczenia dopuszczalnego stężenia pyłu nawet dla kilkudziesięciu osób. STRATUS chroniony jest wzorem użytkowym: *Kurtyna zraszająca do strącania pyłu w wyrobiskach górniczych*. ■

jaz.

ABC technicznej peregrynacji

Prekursor pedagogiki pracy w Polsce, prof. Tadeusz Nowacki – w eseju opublikowanym przed siedemdziesięciu laty – napisał kapitalne zdanie: Powszechność zjawisk technicznych wymaga powszechności w rozwijaniu kultury technicznej. Rzecz w tym, że słuszność owej myśli nie gwarantuje, że znajdzie się ona automatycznie w obszarze szczególnego zainteresowania tych, do których została skierowana, czyli społeczeństwa.

Na szczęście w orbicie naszych potrzeb o charakterze poznawczym i estetycznym wciąż pojawiają się nowe. Wśród nich i te wynikające z chęci poznania zabytków kultury materialnej obrazujących rozwój rzemiosła, przemysłu, poszczególnych dyscyplin nauki oraz gałęzi gospodarki. Dlatego odwiedzamy, m.in. np.: tereny pofabryczne, skanseny czy muzea techniki oraz miejsca związane z życiem działalnością naukowców, techników, producentów, odkrywców i wynalazców.

Przekonanie, że w znajomości naszej przeszłości leży klucz do naszej pomyślnej teraźniejszości jest coraz silniej obecne w zbiorowej świadomości. Właśnie ta myśl stanowi główne przesłanie ekspozycji „Wkład Polaków w światowe dziedzictwo techniczne i naukowe”. Można wystawę zobaczyć w Narodowym Muzeum Techniki (NMT) w Warszawie (oficjalne otwarcie ekspozycji z udziałem wicepremiera prof. Piotra Glińskiego odbyło się 17 grudnia ub.r.) Notabene na zbiory tej ważnej narodowej instytucji kultury złożyły się cenne eks-

ponaty pieczołowicie gromadzone przez wiele dziesięcioleci przez Naczelną Organizację Techniczną, która prowadziła Muzeum Techniki, obecnie przejęte przez państwo. Teraz, od 1 stycznia 2023 r., placówka ta funkcjonuje już – jak stwierdził wicepremier Piotr Gliński – oficjalnie jako państwowa instytucja kultury, współprowadzona przez Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego oraz Ministra Edukacji i Nauki (zob. <https://www.gov.pl/web/kultura/narodowe-muzeum-techniki-dziala-juz-na-100-proc-otwarto-dwie-nowe-wystawy>).

IDEA POPARCIA GODNA

Idea wykorzystania terenów przemysłowych na cele aktywnej turystyki industrialnej stanowi istotną składową szerszego pojęcia, jakim jest turystyka kulturowa. A zasługi w jej stworzeniu w dużym stopniu przypadają Polakom. Wśród nich rolę szczególną spełnił polski badacz historii kultury materialnej, historyk techniki prof. Jan Pazdur (1909–2001), podobnie jak prof. Bolesław Orłowski czy muzealnik, inż. Jerzy



Zabytkowa Huta Żelaza w Chlewickach, będąca obecnie Oddziałem Narodowego Muzeum Techniki w Warszawie



Pierwszy w świecie most z żeliwa powstał w hrabstwie Shropshire w Anglii w 1779 r – od jego nazwy Ironbridge wzięła swą nazwę osada, która tu powstała w XVIII wieku.

Jasiuk (1937–2016). W 1973 r. z udziałem przedstawicieli Polski odbyła się w Ironbridge w Anglii pierwsza międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna omawiająca możliwości wykorzystania terenów poprzemysłowych na użytek turystyki. Wzięli w niej udział, oprócz przedstawicieli krajów europejskich, także naukowcy z Kanady i USA.

W celu upowszechnienia proponowanych koncepcji turystyki industrialnej powołano Międzynarodową Komisję Konserwacji Spuścizny Przemysłowej, przekształconą w 1978 r. w The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage (TICCIH), czyli Międzynarodowy Komitet Ochrony Dziedzictwa Przemysłowego, którego członkiem współzałożycielem był prof. Jan Pazdur, współredaktor i współautor sześciotomowej *Historii kultury materialnej Polski w zarysie*, twórca idei ekomuzeów, zwanych też muzeami rozproszonymi, których jest w Polsce aktualnie dziewięć.

Członkowie Międzynarodowego Komitetu Ochrony Dziedzictwa Przemysłowego przyjęli następującą definicję pojęcia dziedzictwa przemysłowego: *dziedzictwo przemysłowe składa się z pozostałości kultury przemysłowej, które posiadają wartości historyczne, technologiczne, społeczne, architektoniczne i naukowe*. Na te pozostałości składają się budynki, maszyny, warsztaty, fabryki, huty, kopalnie oraz np. miejsca do prze-robu i oczyszczania, magazyny i składy, miejsca wytwarzania, przesyłu i zużycia energii, transport i cała jego infrastruktura, a ponadto miejsca aktywności zawodowej i społecznej związane z sensu stricto przemysłem, ale obejmujące też mieszkalnictwo, edukację i praktyki religijne (budownictwo na cele oświatowe oraz sakralne).

WARTO WIEDZIEĆ

Interesującą propozycję dla wszystkich zainteresowanych ochroną dziedzictwa materialnego przygotowała Fundacja Otwartego Muzeum Techniki (FOMT) wraz ze świdnicką Radą Federacji SNT NOT. Jest

Idea wykorzystania terenów poprzemysłowych na cele aktywnej turystyki industrialnej stanowi istotną składową szerszego pojęcia, jakim jest turystyka kulturowa.

Międzynarodowy Komitet Ochrony Dziedzictwa Przemysłowego (TICCIH) ma swe agendy w ponad 40 krajach. Do TICCIH należą zarówno indywidualni członkowie, jak i stowarzyszenia krajowe. Polski Komitet Ochrony Dziedzictwa Przemysłowego ma swą siedzibę we Wrocławiu. Współpracuje w kraju z Narodowym Instytutem Dziedzictwa oraz fundacją Ochrony Dziedzictwa Przemysłowego Śląska.

nią możliwość uczęszczania na zajęcia w ramach rocznych Studiów Podyplomowych „Archeologia i Turystyka Industrialna.” Inicjatorzy tego edukacyjnego przedsięwzięcia prowadzą nabór słuchaczy. Warunek rozpoczęcia cyklu zajęć pojedynczego kursu to zapis na studia przynajmniej grupy dziesięciu osób. Atrakcyjnym pomysłem jest, że zajęcia odbywają się w zależności od poruszanej tematyki w różnych miejscach w kraju i poza jego granicami. Na przykład „Archeologia przemysłowa” w Starej Kopalni w Wałbrzychu; „Górnictwo rudne” w Górach Sowich; „Rewaloryzacja zabytków przemysłu i techniki

i współczesne formy ochrony dziedzictwa przemysłowego i turystyki kwalifikowanej” w Wiedniu; „Kreowanie i eksploatacja produktów turystycznych w Pradze; „Energetyka wodna”, „Wodociągi” we Wrocławiu w Muzeum Odry oraz w Ochotnicy Górnej; „Górnictwo i metalurgia” m.in. w Ostrawie, „Międzynarodowy Warsztat Archeologii Przemysłowej” w Świdnicy; „Zabytek techniki jako atrakcja i produkt turystyczny”

w Świeradowie-Zdroju; „Budownictwo wodne i żegluga śródlądowa, turystyka wodna kanałów i śródlądowych dróg wodnych” – Kanał Elbląski; „Nowe idee ochrony dziedzictwa – parki kulturowe i ekomuza” w Berlinie; „Rewaloryzacja pomników techniki, zarządzanie zasobami muzeów techniki” w Augsburgu (Ballonmuseum Gersthofen, Bahnpark) oraz Monachium

(Deutsches Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik). Miarą zainteresowania zbiorami tego ostatniego z wymienionych muzeów – zwanego w popularnym już skrócie Muzeum Niemieckim – jest liczba odwiedzających go rocznie osób, która przekracza milion.

Z racji, że dzieje górnictwa – obok hutnictwa – stały się jedną z ważnych inspiracji w rozwoju i następnie upowszechnianiu idei pielęgnacji dorobku materialnego ludzkości, w kolejnym odcinku cyklu zapraszamy do wędrówki szlakiem polskich zabytków podziemnych. ■

Marek Bielski

Mosty pod Tczewem

Bardzo charakterystyczne mosty przez Wisłę pod Tczewem, to z daleka rozpoznawalne zabytki XIX-wiecznej myśli technicznej. Były wysadzane i częściowo odbudowywane, ale co przetrwało do dziś?

HISTORIA BUDOWY

Jeszcze w połowie XIX w. planowano (wówczas w państwie pruskim) m. in. budowę linii kolejowej Berlin-Królewiec. Dla tej inwestycji jednym z ważnych problemów była lokalizacja przeprawy mostowej przez Wisłę. Brano pod uwagę budowę mostu w: Gdańsku, Grudziądzu, Fordonie, Toruniu i Tczewie. Trudne uwarunkowania terenowe innych lokalizacji lub bliskość granicy rosyjskiej przesądziły o wyborze Tczewa. Do koncepcyjnego przygotowania budowy mostów przez Wisłę i Nogat oraz przeprowadzenia niezbędnej regulacji rzek powołano, dekretem królewskim z 6 lipca 1845 r., specjalną komisję z siedzibą w Tczewie.

Wielkie przedsięwzięcie wymagało zaangażowania finansów państwowych i najlepszych fachowców. Zadaniem budowy mostu obarczono doświadczonego inżyniera Carla Lentze, pełniącego w Berlinie funkcję Starszego Tajnego Radcy Budowlanego. Inżynier potraktował wyjątkowo poważnie budowę mostu. W tym celu odbył wiele podróży oglądając podobne obiekty. Jako najbardziej interesującą inspirację uznał Britannia Bridge nad cieśniną Menai w Wielkiej Brytanii, którego rurowa konstrukcja zapewniała niezbędną lekkość i wytrzymałość. Tematem skomplikowanych obliczeń zajęli się Rudolf Eduard Schinz, a wizualną oprawą mostu Friedrich August Stüler, opracowując projekty wieżyczek mostowych i portali wjazdowych.

Szeroki zakres prac przygotowawczych rozpoczęto w 1845 r. Wykupiono cegielnię w Knybawie, wybudowano młyn cementowy oraz Królewską Fabrykę Maszyn. Wkrótce inwestycja utknęła w martwym punkcie z powodu problemów finansowych państwa pruskiego oraz burzliwego przebiegu protestów społecznych (Wiosna Ludów). Po kilku latach prace wznowiono, a 27 lipca 1851 r. król Fryderyk Wilhelm IV osobiście uczestniczył w uroczystej ceremonii wmurowania kamienia węgielnego. Prace fundamentowe przeprowadzono w latach 1850–52. Rudolf Eduard Schinz zmarł przed rozpoczęciem najważniejszego etapu prac, ale w ich trakcie potwierdziła się poprawność jego obliczeń i założeń konstrukcyjnych.

NAJDŁUŻSZY W EUROPIE

Ceremonia otwarcia mostu odbyła się 12 X 1857 r. Ten niezwykle, sześcioprzęsłowy most z pięcioma parami malow-



Widok z dworca w Tczewie na most kolejowy i drogowy. (źródło: bazakolejowa.pl)



Widok od strony Tczewa

niczych wieżyczek oraz ciekawymi bramami wjazdowymi miał 837,3 m długości i był wówczas najdłuższą taką konstrukcją w Europie. Od strony Tczewa bramę zdobiła płaskorzeźba przedstawiająca sceny otwarcia mostu, a na bramie od strony Lisewa było wiele typowej dla tamtego okresu historycznej propagandy pruskiej („misyjna” działalność Krzyżaków na ziemiach litewskich). Przez most prowadziły ważne połączenia kolejowe, łączące zachód i wschód Europy (na przykład Paryż-Petersburg).

Wraz z dynamicznym rozwojem kolejnictwa przybywało dłuższych oraz cięższych składów i nowa przeprawa mostowa szybko przestała wystarczać. Podjęto decyzję o budowie kolejnego obiektu, tuż obok starego. Dzięki tej wersji pomniejszono zakres niezbędnych prac ziemnych i hydrotechnicznych. Most zbudowany w latach 1881-91 funkcjonował wyłącznie jako most kolejowy. Stary obiekt od tej pory pełnił

funkcje przeprawy drogowej. Po wielkiej powodzi w 1912 r. odsunięto wały po stronie Lisewa, a wtedy mosty zostały wydłużone o 3 przęsła i powstał wspólny portal wjazdowy do obu mostów.

W GRANICACH RP

Po zakończeniu I wojny światowej Tczew włączono w granice odbudowanej Rzeczypospolitej i to stronie polskiej przypadła administracja wielkimi obiektami mostowymi. Kilka lat później (1929) usunięto rzeźby propagandowe z portali wjazdowych. Latem 1939 r. pod pretekstem „prac remontowych” mosty zostały przez stronę polską zaminowane. Planowano na wypadek wojny ich wysadzenie, aby spowolnić niemieckie plany operacyjne. Niemcy byli świadomi znaczenia tej przeprawy i przysyłali niemieckich „turystów”, którzy w trakcie powtarzanych przejazdów dokonywali oględzin i rozpoznawania rozmieszczenia ładunków wybuchowych, a także sposobów ich podłączenia.

Już 1 września 1939 r. rano (o 4.34) nastąpił atak 3 bombowców nurkujących Ju 87-B, które uszkodziły kable detonujące. Po usunięciu uszkodzeń przez polskich saperów mosty zostały wysadzone. Pierwsza detonacja (o 6.10) zniszczyła przyczółek i bramę od strony Lisewa. Kolejny wybuch (o 6.40) zniszczył przyczółek od strony Tczewa oraz filar w nurcie Wisły, co spowolniło postępy najeźdźcy. Odpowiedzią armii hitlerowskiej był bestialski mord polskich kolejarzy w Szymankowie.

Okupant w miarę szybko odbudował most kolejowy, a zaniechano odbudowy starszego obiektu z powodu budowy mostu drogowego w Knybawie. Po kilku latach historia zatoczyła koło i 8 marca 1945 r. most kolejowy został ponownie wysadzony – tym razem przez żołnierzy niemieckich.

MIĘDZYNARODOWY ZABYTEK INŻYNIERII

Po zakończeniu wojny polscy specjaliści szybko przystąpili do odbudowy mostu kolejowego, który był szczególnie



Zniszczone mosty w kampanii wrześniowej 1939 r.



Stan techniczny mostu drogowego po zamknięciu

ważny do wzmożonej odbudowy kraju. W marcu 1947 r. zakończono prowizoryczną odbudowę tego mostu, ale zaledwie kilkanaście dni później jego konstrukcję zerwała napierająca krowa. W starszym moście przetrwały tylko 4 malownicze wieżyczki, przepadły wjazdowe portale. Szeroko zakrojoną odbudowę przeprowadzono w 1958 r. według projektu Konrada Liśkiewicza (1911–71). Do dziś przetrwały tylko 3 autentyczne przęsła najstarszego mostu. W 1991 r. most został przez American Society of Civil Engineers uznany za Międzynarodowy Zabytek Inżynierii Budowlanej i tym samym zrównany rangą

z wieżą Eiffla – jednym z najbardziej rozpoznawalnych obiektów świata!

Ze względu na zły stan techniczny most drogowy został w 2011 r. całkowicie zamknięty dla ruchu pieszego i kołowego. W lipcu 2015 r. rozpoczęto prace remontowe, ale przywrócenie mostu do stanu bezpiecznej funkcjonalności to zadanie na całe lata.

Przy okazji trudno się oprzeć spostrzeżeniu, że budowa takiego obiektu przed wielu laty i przy użyciu prymitywnych narzędzi trwała krócej niż obecnie jego wyremontowanie. ■

Oprac. Bronisław Hynowski

Znajdź Przegląd Techniczny
na Portalu Informacji Technicznej
www.sigma-not.pl



WINO DLA INŻYNIERA (273)

Chardonnay

– i co dalej?



Chardonnay jest niewątpliwie najpopularniejszym szczepem winorośli na wina białe – łatwy w uprawie, udający się w wielu różnych terroir praktycznie na wszystkich kontynentach. A wina z tego szczepu są wszechobecne, co nie znaczy jednak, że wszystkie smakują tak samo. Kalifornijskie Chardonnay, które poda Wam skąpo ubrana hostessa w kasynie w Las Vegas, będzie zupełnie inne w odbiorze niż biały burgund z tego szczepu.

Poza terroir, podstawowym źródłem różnic smakowych w winach z Chardonnay jest sposób ich starzenia. Poważne wina z tego szczepu dojrzewają w beczce, przez co nabierają nieco dębowego, waniliowego posmaku. Tak właśnie starzy się wspomniane wcześniej burgundy; wina z Chardonnay beczkują również niektórzy producenci z Nowego Świata, chociaż coraz silniejszy wydaje się nurt przeciwników beczkowania (Chardonnay bez beczki jest świeższe, co jest zaletą nie do przecenienia).

Kolejna różnica smakowa może wynikać ze sposobu fermentacji Chardonnay. Fermentacja jabłkowo-mlekowa, jaką stosują niektórzy producenci, nadaje winu z tego szczepu maślane nutki smakowe i zapachowe, natomiast fermentacja jednoetapowa prowadzi do otrzymania win o charakterze cytrusowym.

Co jeść do Chardonnay (lub inaczej: do czego Chardonnay pasuje najbardziej)? Żeby odpowiedzieć na to pytanie, trzeba przypomnieć, że wina z tego szczepu bywają zazwyczaj dość delikatne, więc łatwo mogą być zdominowane przez dania o zbyt mocnym lub bogatym smaku. Do jedzenia w towarzystwie Chardonnay warto w związku z tym wybierać potrawy, których smak może być wzmocniony przez krągły, pełen i miękki charakter tego wina.

Królestwem Chardonnay są dania z delikatnego drobiu (potrawka z kurczaka, indyka, przepiórki), królika, cielęciny, a także ryb w gęstych sosach (pstrąg, sandacz, miecznik). Można je też podawać do owoców morza, zwłaszcza wtedy, gdy do ich przyrządzenia użyto chudego masła. Chardonnay o maślanym charakterze są ponadto znakomitym uzupełnieniem makaronów w stylu włoskim, przed wszystkim tych z gęstym, śmietanowym sosem.

Starzone w beczce wino z Chardonnay powinno smakować wybornie z daniami wędzonymi lub grillowanymi, o dymnym posmaku, niestarzone pasuje do dań, których bogaty smak może zrównoważyć swoją kwasowością, a z kolei Chardonnay z beczki – do złożonych dań o bogatej strukturze. Porażką bywa natomiast łączenie mocno dębowych win z tego szczepu z lekkimi potrawami o niuansowym smaku.

Zakładam, że przynajmniej niektórzy z moich czytelników sami gotują – więc jeszcze parę wskazówek dla nich. Jeśli na stół ma trafić Chardonnay, sięgajcie przy gotowaniu po masło, śmietanę, roztopione sery, fasolę, makarony lub kasze. Nie bójcie się też używać słodkich przypraw, które odwzorowałyby smaki pochodzące z dębowych beczek (gałka muszkatołowa, cynamon, suszony imbir). No i jeszcze jedno: otwórzcie bez obaw Chardonnay do lekkich grzybów (pieczarki, maślaki, kurki i boczniki) – zwłaszcza wtedy, gdy są przyrządzane na masle. To wino będzie ponadto pasowało do potraw przygotowywanych z udziałem awokado, dyni, ale też i cebuli.

Ja mam oczywiście swoje ulubione Chardonnay – to Vina Zorzal z hiszpańskiej Navarry. Świetne, tanie wino do picia codziennego (nadal poniżej 40 zł za butelkę), bardzo świeże, niebeczkowane. Polecam je, zwłaszcza na cieplejsze dni, ale sądzę, że każde młode Chardonnay bez kontaktu z beczką w granicach cenowych >30 zł sprawdzi się na Państwa stole. A że wiosna powoli nadciąga, warto sięgnąć po taką właśnie butelkę. Na zdrowie! ■

winny maniak

- **Koło Środowiskowe SEP, Oddział SEP, Rada Regionalna FSNT NOT i Stowarzyszeń N-T w Elblągu** na konferencję pt. „Elbląscy inżynierowie – stan i osiągnięcia 1945 - 2023”.

- **Olgierd Łukasiewicz oraz Fundacja My Obywatele UE** na konferencję prasową „Nie ma niepodległości, bez europejskiej jedności!”

- **Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii CEZAMAT/Politechnika Warszawska** na konferencję „Challenges and Opportunities for Electronic and Photonic Eco-systems Resulting from the EU Chips Act”.

- **Narodowy fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej** na podpisanie umów w ramach programu „Wsparcie infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych i infrastruktury tankowania wodoru” pomiędzy Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej a Przedsiębiorstwem Komunikacji Miejskiej Spółka z o.o. Tychy oraz Przedsiębiorstwem Komunikacji Metropolitalnej Sp. z o.o. w Świerkłańcu. Umowy dotyczą planowanych budów ogólnodostępnych stacji wodoru.

- **BMP Sp. z o.o. i KGHM Polska Miedź S.A.** na XXIX Kongres Użytkowników Pomp w Legnicy.

- **Forum Rozwoju Energetyki Odnawialnej i Wydział chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu** na Kongres Rozwoju Energetyki Odnawialnej KREO 2023.

- **Krajowa Izba Gospodarcza** na prezentację projektu EU4Belarus Program.

- **Zespół Doradców Gospodarczych TOR** na szkolenie on-line pt. „Zarządzanie zmianą wprowadzaną do systemu kolejowego (CSM-RA) w pigułce”.

- **Panasonic** na webinar pt. „Jak można sterować pompą ciepła?”

- **GigaCon** na konferencję „IT w Uczelniach”.

- **Łukasiewicz- Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów** na targi AUTOMATICON 2023.

- **Targi Kielce** na XXV Międzynarodowe Targi Energetyki i Elektrotechniki oraz Odnawialnych Źródeł Energii ENEX.

- **DSR S.A.** na szkolenie pt. „Standardy w Motoryzacji”.

Prezydent KIG
Andrzej Arendarski

Zdjęcie: KIG

Kobiety w biznesie

Dzień Kobiet w ostatnich latach stał się okazją nie tylko do składania życzeń, ale również do publikacji rozmaitych statystyk związanych z kobietami. Tego dnia media szeroko publikują dane dotyczące wynagrodzeń, najczęściej wykonywanych zawodów, odsetka kobiet na stanowiskach menedżerskich czy zasiadających w parlamencie. Przytacza się również inne ciekawe dane, jak np. odsetek kobiet wśród naukowców oraz inżynierów – tutaj Polska nie ma się czego wstydzić. Dane Eurostatu pokazują, że – pomijając małe kraje nadbałtyckie – wśród dużych krajów UE jesteśmy tutaj europejskimi liderami. Okazją do szerszego skomentowania tych danych będzie obchodzony w czerwcu *Międzynarodowy Dzień Kobiet w Inżynierii*.

W kontekście publikowanych z okazji Dnia Kobiet statystyk pojawia się również wiele – mniej lub bardziej sensownych – pomysłów na to, jak wyrównywać szanse kobiet i mężczyzn np. na rynku pracy. Jako że mamy rok wyborczy, nic dziwnego, że do życzeń z okazji Dnia Kobiet z pełną żarliwością dołączyli politycy – w tym również rząd. Co więcej – premier Morawiecki obiecał uruchomienie wartego miliard złotych rocznie programu na wsparcie prowadzenia działalności gospodarczej wśród kobiet. Dodam tylko, że przedsiębiorczość kobiet to temat szczególnie bliski Krajowej Izbie Gospodarczej. Realizowaliśmy m.in. program, który przez świadczenie usług szkoleniowych oraz udzielanie grantów pomógł wielu paniom stawić pierwsze kroki w biznesie.

Dzięki bezpośredniemu kontaktowi mogliśmy bliżej przyjrzeć się motywacjom, którymi kierują się przyszłe biznesmenki. Badania prowadzone w ramach programu pokazały m.in., że dla większości kobiet bardziej istotne jest bezpieczeństwo prowadzonej działalności gospodarczej, niż szybki zysk obciążony dużym ryzykiem. Uczestniczki badania wyraziły również przekonanie, że można mówić o pewnej specyficznej przedsiębiorczości kobiet (choćażby z uwagi na społeczną rolę kobiety w społeczeństwie) i oczekiwały stworzenia rządowej strategii służącej rozwojowi przedsiębiorczości kobiet w Polsce, uwzględniającej np. zmiany w systemie ubezpieczeń społecznych czy zdrowotnych.

Dlatego wracając do zapowiedzi miliarda złotych rocznie na przedsiębiorczość kobiet – pieniądze są oczywiście ważne, ale jeśli myśli się na poważnie o zwiększeniu udziału kobiet, nie tylko w biznesie, ale również innych obszarach z tradycyjnie przeważającym udziałem mężczyzn, warto może najpierw zacząć od przełamywania stereotypów i wprowadzania rozwiązań systemowych (np. przyjaznych przepisów ubezpieczeniowych). Nie wspominając już o ułatwianiu warunków prowadzenia działalności, w tym prawa gospodarczego. Jak pokazuje praktyka – to chyba znacznie trudniejsze niż „sypnięcie” kolejnym miliardem przed zbliżającymi się wyborami. ■

Hydraulik polski



Niedawno minęła 40. rocznica śmierci Adama Tadeusza Troskoleńskiego, hydromechanika, jednego z wielkich polskich inżynierów XX w. Warto tę postać przypomnieć. Należał do pokolenia inżynierów, których aktywność zawodowa rozpoczęła się wraz z odrodzeniem Polski w 1918 r. Był wychowankiem nie mniej wybitnej postaci – prof. Michała Broszko, twórcy teorii ruchu burzliwego, na Politechnice Lwowskiej. Stamtąd wyszła cała plejada znakomitych uczonych i konstruktorów budowli wodnych oraz urządzeń hydromechanicznych. Pole aktywności prof. Troskoleńskiego jest niezwykle obszerne: od prac teoretycznych (jak Hydromechanika i Hydraulika) przez działanie w Głównym Urzędzie Miar i publikację unikalnej na świecie kompleksowej monografii tego typu – *Pomiary wodne, do teorii i praktyki modelowania hydraulicznego*. Mechanika płynów jest trudną nauką, gdyż na dynamikę cieczy i gazów mają wpływ właściwie wszystkie zjawiska fizyczne występujące w przyrodzie. Dlatego zarówno prof. Troskoleński, jak i Broszko bardzo wcześnie zainteresowali się modelowaniem opartym na teorii podobieństwa dynamicznego. Dla uzyskania tego podobieństwa konieczny jest odpowiedni dobór wielkości fizycznych. Warunki wiążące układy podobne fizycznie nazywane są kryteriami podobieństwa i wymagają równości pewnych wielkości bezwymiarowych (liczb) będących funkcjami parametrów układu – niezmienników podobieństwa. Prof. Troskoleński opublikował pionierskie prace o podobieństwie dynamicznym maszyn wirowych (głównie pomp i turbin) i stworzył m.in. koncepcję laboratorium Warszawskiej Fabryki Pomp, a Broszko już w 1950 r. zbudował na Politechnice Gdańskiej pierwsze w kraju laboratorium modelowania hydromechaniki i turbin wodnych. Obu łączyło jeszcze jedno: zgromadzili ogromną wiedzę praktyczną. Broszko, przed pracą na Politechnice Lwowskiej uzyskał dyplom inżyniera... elektryka na Uniwersytecie Technicznym w Monachium i zaliczył kierownicze funkcje w kilku renomowanych firmach w Niemczech i Hiszpanii jako konstruktor i projektant. Prof. Troskoleński właściwie przez całe życie zawodowe związany był z przemysłem jako doradca lub projektant. Obaj panowie zapisali heroiczną kartę w Powstaniu Warszawskim, a potem w gehennie niemieckich obozów jenieckich i koncentracyjnych, w trakcie której Troskoleński uniknął śmierci tylko dzięki szczęśliwemu zbiegowi okoliczności. W ciągu życia zawodowego opublikował ponad 230 prac (!), w tym wiele pionierskich, zwłaszcza serię o przyrządach hydrometrycznych. Osobną zasługą Profesora jest cykl rozpraw na temat...słowotwórstwa. Był w gronie techników najwybitniejszym autorem polskiej semantyki i symbolistyki naukowej oraz polskiej terminologii technicznej, autorem słowników i m.in. wspaniałego dzieła O twórczości. Piśmiennictwo naukowo-techniczne. Być może natchnęła go w tym prześmiewcza humoreska Juliana Tuwima Ślusarz (naprawdę chodziło o hydraulika). I z nią się często polski hydraulik kojarzy, bo wszyscy ją znamy ze szkoły. Kojarzy się też z przystojnym gasterbeiterem, który ochoczo konkuruje w żmudnych i prymitywnych usługach na zachodzie Europy. Warto nieco zmienić ten obraz. ■

Zygmunt Jazukiewicz

Kazimierz Ruszniak



Mgr inż. Kazimierz Ruszniak – mechanik, energetyk, absolwent Wydziału Mechanicznego, Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej (1984). Jest współzałożycielem i wieloletnim szefem firmy Energoremont Sp. z o.o. Całe swoje życie zawodowe zajmuje się przemysłowymi wymiennikami ciepła: remontami, dostawami, oprzyrządowaniem serwisowym.

Zespół inżynierski zorganizowany w Energoremont Sp. z o.o. znany jest z wdrożenia kilkunastu unikalnych technologii serwisowania wymienników ciepła w przemyśle. Szczególnie z najnowszej technologii Cobra™, do bezinwazyjnego usuwania zużytych rur ze skraplaczy pary i ich utylizacji.

Obecnie technologie te, przy wdrażaniu w energetyce niemieckiej i francuskiej, otrzymują bardzo wysokie noty. Od 33 lat specjalistyczna firma Energoremont Sp. z o.o. konsekwentnie gromadzi wiedzę związaną z trwałością rurowych wymienników, ich wszelkimi problemami ruchowymi. Dzieli się nią ze swoimi kontrahentami.

Zakres działania firmy opiera się na czterech podstawowych branżach: elektrowniach i elektrociepłowniach, przemyśle celulozowym i papierniczym, cukrowniach i przemyśle spożywczym, chemicznym, petrochemicznym i w koksowniach. Kazimierz Ruszniak – znany jest z cytowania klasyka „nie ma takiej rury na świecie której nie można odetkać” zastrzegając, że gdyby jednak ktoś taką rurę znalazł to prosi o telefon do Krasnegostawu.

Spełnieniem marzeń kandydata jest obecne zaplecze i wyposażenie firmy, dające możliwość produkcji wymienników na najwyższe parametry ciśnienia i temperatury stosowane w przemyśle.

Tomasz Okruszko



Prof. dr hab. inż. Tomasz Okruszko w 1992 r. uzyskał tytuł doktora inżyniera na Politechnice Warszawskiej, a w 2005 r. stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych. W 2016 r. uzyskał tytuł profesora w dziedzinie nauk technicznych. Obecnie pełni funkcję prorektora ds. nauki w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Zainteresowania naukowe prof. dr hab. inż. Tomasza Okruszko koncentrują się wokół zagadnień hydrologii i gospodarki wodnej. Zagadnienia hydrologiczne dotyczą głównie roli czynnika wodnego w ochronie lub restytucji mokradł, natomiast w gospodarce wodnej bada możliwość wykorzystania modeli hydrologicznych w planowaniu wodno-gospodarczym.

Jest autorem lub współautorem ponad 150 prac naukowych, w tym 57 indeksowanych w bazie Web of Science. Był członkiem międzynarodowego zespołu, który, w oparciu o badania prowadzone przez 8 lat w Europie i Azji, wyjaśnił w artykule w Nature (2013) przyczyny spadku bogactwa gatunkowego w wyniku zmian trofii ekosystemów, wskazując na rolę przystosowania roślin do niedoboru fosforu. Wraz z gleboznawcami i fitoscjologami stworzył spójną i uznaną przez praktyków metodykę postępowania ze zdegradowanymi mokradłami. Zapropnowana metoda jest wdrażana na dużych obszarach w trzech parkach narodowych. Jest przewodniczącym Regionu Europy Środkowo-Wschodniej Global Water Partnership – organizacji pozarządowej o zasięgu globalnym wdrażającej zintegrowane gospodarowanie zasobami wodnymi oraz członkiem komitetów redakcyjnych Hydrological Sciences Journal i Ecohydrology and Hydrobiology. Przewodniczy Komitetowi Gospodarki Wodnej PAN. Jest członkiem Zespołu Doradczego przy Prezesie PAN w sprawie kryzysu klimatycznego. Zasiadał w radach naukowych czterech parków narodowych (Biebrzańskiego, Narwiańskiego, Słowińskiego oraz Kampinoskiego). W BPN był przewodniczącym Rady (dwie kadencje). Pełnił lub pełni obowiązki członka rad naukowych IGF PAN i IMGiW PiB.

Uczestniczy w działaniach na rzecz przywracania bagien w Polsce.

Rafał Pietrasina



Mgr inż. Rafał Pietrasina jest absolwentem Wydziału Metalurgii Akademii Górniczo Hutniczej w Krakowie o specjalności „przeróbka plastyczna metali”. Po studiach w 1993 r. rozpoczął pracę jako technolog w Fabryce Pił i Narzędzi w Wapienicy. Później był kierownikiem zmiany i kierownikiem jakości ISO 9001 w Hucie Jedność w Siemianowicach Śląskich. Posiada uprawnienia audytora wewnętrznego oraz audytora wiodącego ISO:9001. W latach 1997–2001 był związany z firmą Espol Sp. z o.o. jako kierownik oddziału Tychy odpowiedzialnym za logistykę oraz transport paliw.

Spółka o polskim kapitale, Espol sp. z o.o. powstała w 1994 r. Wraz z Anwim S.A. stworzyła grupę kapitałową, która zajmowała się logistyką oraz transportem paliw. Tyski oddział Espol sp. z o.o. został otwarty w listopadzie 1996 roku. Klientami spółki były największe międzynarodowe firmy operujące na polskim rynku paliwowym. W latach 2001–2013 był członkiem zarządu, a ostatecznie prezesem zarządu w firmie Espol Sp z o.o. W 2013 r. nastąpiło połączenie spółek Espol i Anwim, wskutek czego całokształt działalności tzn. zarówno logistyka i transport oraz hurtowa i detaliczna sprzedaż paliw znalazły się w jednej spółce, czyli Anwim S.A. Rafał Pietrasina obecnie pełni funkcję prezesa zarządu Anwil S.A.

Przez ostatnie 10 lat nastąpił dynamiczny, bezprecedensowy na polskim rynku rozwój, utworzonej przez Anwim S.A., sieci stacji paliw MOYA. Marka powstała w 2009 r. od czterech stacji w nowych barwach. Dziś sieć składa się z ponad 400 stacji, a plany rozwoju określają pułap minimum 500 punktów do końca 2024 r. Obecnie Anwim S.A. jest jednym z większych, niezależnych graczy na polskim rynku paliw. Spółka jest wiarygodnym partnerem dla hurtowych odbiorców paliw, partnerów franczyzowych, inwestorów i instytucji finansowych, którzy w szerokim zakresie współpracują z GK Anwim. Co więcej, spółka, która dostrzeża potrzebę transformacji energetycznej i zwrot w stronę ekologii oraz zrównoważonego rozwoju ma przed sobą szerokie perspektywy dalszego rozwoju.

■ jmk

■ hp

■ hp

95 lat SITPChem

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego wydało z okazji 95-lecia swojej działalności bardzo oryginalną książkę, składającą się z dwóch części. W pierwszej, bogato ilustrowanej fotografiami i reprodukcjami dokumentów, zatytułowanej „Przemysł chemiczny w Polsce w życiu Jerzego Paprockiego”, który zmarł 21 sierpnia 2017 r., opisano Jego życie zawodowe i działalność w SITPChem od 1950 r. Był współtwórcą ważnych dla całego środowiska inicjatyw i wytrwale realizował najważniejsze przedsięwzięcia związane z budową oraz rozwojem krajowego przemysłu chemicznego.



Mgr inż. Jerzy Paprocki przez 50 lat współtworzył jako autor i redaktor miesięcznik „Chemik”. W tym czasie również przygotował niemal 150 biogramów chemików nie tylko polskich, ale również europejskich i światowych. – *Publikacje te mają ogromną wartość edukacyjną w kształceniu i wychowaniu nowych pokoleń Polaków* – napisał we wstępie do książki Jerzy Klimczak, prezes Zarządu Głównego SITPChem – *wskazują bowiem na światowy kontekst dokonani, śmiałość i konsekwentną realizację twórczych zamierzeń i planów, co w efekcie złożyło się na rozwój cywilizacyjny Polski i świata.*

Drużyna książka to „Kalendarium chemików polskich”, autorstwa Jerzego Paprockiego. Z Jego inicjatywy od stycznia 2009 r. ukazywał się na łamach „Chemika” nowy cykl comiesięcznych krótkich notek biograficznych pod tytułem „Kalendarium Chemików – polskich i europejskich”. We wstępie do pierwszej publikacji napisano: *Wszechstronny rozwój cywilizacyjny, społeczny i gospodarczy świata tworzyli i tworzą przede wszystkim ludzie. Dotyczy to również tak ważnych dziedzin nauki i techniki, jakimi są chemia i przemysł chemiczny...*

Rozpoczynamy cykl comiesięcznych krótkich notek biograficznych poświęconych ludziom – twórcom chemii i przemysłu chemicznego, szczególnie tym, którzy już odeszli, bo o nich pędzący świat coraz łatwiej i szybciej zapomina.

Ostatnie Kalendarium ukazało się w „Chemiku” nr 11-12 z 2016 r. Noty biograficzne zajmują blisko 500 stron w książce liczącej 819 stron. Są w niej także rozdziały o chemikach polskich w czasie II wojny światowej oraz o chemikach w Powstaniu Warszawskim.

BH

BĄDŹ EKO
czytaj
Przeгляд Techniczny
ON-LINE
2023

Szczegóły na: www.sigma-not.pl

PRZEGLĄD TECHNICZNY



Miesięcznik Federacji SNT-NOT; Nr 3 (5545), marzec 2023 r., Indeks 372447

SIEDZIBA REDAKCJI:

Warszawa, ul. Ratuszowa 11
tel. komórkowy: 600 945 947
e-mail: redakcja@przeglad-techniczny.pl

INTERNET: <http://www.przeglad-techniczny.pl>**ADRES DO KORESPONDENCJI:**

03-450 Warszawa, ul. Ratuszowa 11

REDAKTOR NACZELNY:Martyna Jachimowicz (e-mail: m.jachimowicz@sigma-not.pl)**ZASTĘPCA REDAKTORA NACZELNEGO:**

Zygmunt Jazukiewicz

PUBLICYSŒCI: Marek Bielski, Jerzy Bojanowicz, Jolanta Czudak-Tomaka, Bronisław Hynowski, Zygmunt Jazukiewicz, Henryk Piekut, Lidia Sosnowska, Józef Trziona, Erwin Halentz (korespondent w Niemczech, Berlin).

REDAKTOR GRAFICZNY: Waldemar Rukść**RADA NAUKOWO-PROGRAMOWA:**

Ewa Mańkiewicz-Cudny (FSNT-NOT) – przewodnicząca, Włodzimierz Adamski (ProCAx), Adam Baryłka (PSRiBS), Anna Bogdan (PZITS), Janusz Bujnowski (SIPwK), Tomasz Chmielewski (SIMP), Waldemar Jaskółowski (SITP), Wojciech Jędruch (TKP), Zbigniew Matuszczak (PZSWiR), Grzegorz Miodoński (SITG), Wacław Muzykiewicz (SITMN), Dawid Mysza (STOP), Jerzy Pieczora (SWP), Ludmiła Pietrzak (SGP), Marian Stani (PRCB), Stanisław Szafran (SITPNIg), Michał Szota (SPWiR), Adam Tarniowy (SITPChem.), Krzysztof Woliński (SEP), Janusz Dyduch (SITK), Tadeusz Moskalik (SITLiD), Wiesław Skóra (SITR), Bronisław Wesołowski (SITSpóź.), Bronisław Hynowski (TKiHT), Bogdan Tatarowski (POLALARM), Ryszard Chmielowiec (STP w Wlk. Bryt.), Henryk Paszkowski (PSRWN), Piotr Wudarczyk (SWTP).

ZDJĘCIE NA OKŁADCE: Mitsubishi Materials**NUMER ZAMKNIĘTO:** 16.02.2023 r.**SEKRETARIAT FSNT-NOT:** tel. 22 250 22 10

WYDAWCA: SIGMA-NOT Sp. z o.o. Wydawnictwo Czasopism i Książek Technicznych, ul. Ratuszowa 11, 03-450 Warszawa
tel.: 22 818 09 18, 22 818 98 32; fax: 22 619 21 87

PORTAL: <http://www.sigma-not.pl>Informacje: e-mail: informacja@sigma-not.pl**PREZES:** mgr inż. Magdalena Borek-Daruk

tel.: 22 818 09 18, fax: 22 619 21 87

DZIAŁ REKLAMY I MARKETINGU: ul. Ratuszowa 11

03-450 Warszawa, tel./fax: 22 827 43 65

e-mail: reklama@sigma-not.pl**SKŁAD I ŁAMANIE:** Studio DTP Wydawnictwa SIGMA-NOT

Aleksandra Olszewska

DRUK, OPRAWA: Zakład Poligrafii i Kolportażu Wydawnictwa

SIGMA-NOT Sp. z o.o.

NAKLAD: do 2500 egz. (w tym wersja cyfrowa)

Materiałów nie zamówionych nie zwracamy. Zastrzegamy sobie prawo ich skracania, adiustacji oraz zmiany tytułów.

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść reklam i ogłoszeń.

Wersja pierwotna czasopisma – wersja papierowa.

Autor za publikację artykułu w czasopiśmie naukowym *Przeгляд Techniczny* otrzymuje 5 pkt. zgodnie z rozporządzeniem MNiSW z dn. 22.02.2019 r. w sprawie ewaluacji jakości działalności naukowej.

Zaprenumeruj *Przeгляд Techniczny!*

PONAD 10 mln gospodarstw domowych nie jest podłączonych do kanalizacji. Niestety, od 80–90% powstających w nich ścieków trafia do środowiska. Ma temu zapobiec zmiana w prawie, która wprowadziła obowiązek kontroli nieruchomości przez gminy. Mają one na to 2 lata począwszy od sierpnia 2022 r. – ostrzega portalsamorzadowy.pl. Za niewywiązywanie się z obowiązku kontroli samorządom i mieszkańcom grożą kary – tym pierwszym do 50 tys. zł, a drugim – do 5 tys.

Już 10 lat temu problem miały rozwiązać przydomowe oczyszczalnie. Niestety, są znacznie droższe niż 5 tys. zł. It's the economy, stupid!, jak mawiał Bill Clinton. ■

EMERYCI brytyjcy uciekają do Polski. Od listopada 2012 r. do listopada 2020 r. liczba osób, które w Polsce pobierają brytyjskie emerytury zwiększyła się ponad trzykrotnie – z 1717 do 5398. – donosi Investing Review w relacji wp.pl. Jest to najwyższy wzrost w liczbach bezwzględnych w Europie. Za ten wzrost częściowo mogą odpowiadać Polacy, którzy wrócili do kraju po nabyciu prawa do brytyjskich emerytur. Brytyjcy emeryci rezygnują już z Australii, USA, Kanady, RPA i Włoch. Portal nie informuje, gdzie mają uciec emeryci polscy. ■

UCZNIOWSKIE kolczyki, tatuaże i dredy zainteresowały Rzecznika Praw Obywatelskich i kuratorów oświaty. Czy polska szkoła nadmiernie ingeruje w prywatność i ogranicza wolność? – rozważa portaldlaedukacji.pl. W 2022 r. tylko do Kuratorium Oświaty w Warszawie wpłynęły 3 skargi, 23 wnioski oraz 10 pism z prośbą o interwencję w sprawie przepisów określających wygląd uczniów. Takie skargi pojawiają się w całej Polsce. Zdaniem Doroty Skrzypek, mazowieckiego wicekuratora oświaty, szkolne statuty są często mało precyzyjne. Przeciwnego zdania jest RPO: „Szczegółowe uregulowania w tym względzie postrzegane są jako nadmierna, nieproporcjonalna i niekonieczna ingerencja w sferę wolności i prywatności, dla której nie ma podstawy ustawowej”.

Największą ingerencją w sferę wolności jest sama szkoła, co zgłaszamy do RPO. Skandaliczne meblowanie ludziom głów siłą ma niestety podstawę ustawową. ■

NOWA strategia Unii Europejskiej ma na celu m.in. ograniczenie wycinki drzew o 25%. Europejski Zielony Ład do 2030 r. ograniczy dostępność surowców naturalnych, będzie też stale kontrolował ich zakup. Priorytetem stało się więc opracowanie nowatorskich i bardziej ekologicznych rozwiązań. Polska firma The True Green, będąca częścią grupy Green Lands podjęła pracę nad wykorzystaniem konopi w przemyśle meblarskim, jako pierwsza w Europie. Konopia białobrzaska jest uprawiana i już od końca lat 60. ubiegłego wieku do produkcji wysokobiałkowej paszy dla zwierząt, oleju konopnego, różnego rodzaju tkanin czy lin. Wiele wskazuje więc na to, że konopie mogą w najbliższych latach stać się substytutem dotychczas stosowanych odmian drewna – mniema zielonagospodarka.pl

Hola, hola – uprawy na meble zamiast spożywczych? Jasne, że w UE nie będzie tolerancji dla tak bezczelnego lekceważenia głodu na świecie. ■

ŁOPATA śmigła z wyeksploatowanej turbiny wiatrowej posłużyła w Szprotawie w pow. żagańskim jako element nośny kładki na rzece. – To pierwsza taka budowla w naszym kraju – nie kryje dumy burmistrz Szprotawy Mirosław Gąsik. Kładka udogodni komunikację pieszą i rowerową pomiędzy wschodnią i północną częścią miasta. Pomysłodawcą budowy kładki jest właściciel lokalnej firmy, zajmującej się recyklingiem metali i materiałów kompozytowych, zachęcony unijną dotacją i współpracą z naukowcami z Politechniki Rzeszowskiej.

Tylko patrzeć, jak wraży przeciwnicy wiatraków zgłoszą konieczność pilnej budowy kładek kompozytowych. Za dotacją z UE. ■

jaz.

Warunki prenumeraty na 2023 r.

Prenumerata roczna w wersji cyfrowej (nowość)

obejmuje dostęp do wersji cyfrowej przez Portal Informacji Technicznej.

Promocyjna cena „W prenumeracie taniej”

312,00 zł brutto dotyczy wyłącznie prenumeraty całorocznej zamówionej bezpośrednio w Wydawnictwie SIGMA-NOT.

Prenumerata roczna w wersji papierowej

12 wydań papierowych – **312 zł brutto** + koszty wysyłki 36 zł

Promocyjna cena „W prenumeracie taniej” dotyczy wyłącznie prenumeraty całorocznej zamówionej bezpośrednio w Wydawnictwie SIGMA-NOT.

Prenumerata roczna w wersji PLUS

12 wydań papierowych + wersja cyfrowa *Przeglądu Technicznego* + roczny dostęp do internetowego archiwum czasopisma w Portalu Informacji Technicznej

(www.sigma-not.pl), który obejmuje publikacje od 2004 r., z możliwością szybkiego przeszukiwania tematycznego – **474,00 zł brutto**, cena obejmuje koszty dostawy.

W przypadku zamówień prenumeraty na inny okres cena jednego egzemplarza wynosi **28,00 zł brutto**.

W sprawie zamówień prosimy o kontakt

z **Zakładem Kolportażu**

tel. **22 840 35 89**,

prenumerata@sigma-not.pl

PORTAL INFORMACJI TECHNICZNEJ

<http://www.sigma-not.pl/>

Klikając na ten adres łatwo nas zaprenumerujesz!

PRODUCENT DOMOWYCH GAZOMIERZY MIECHOWYCH I REDUKTORÓW



JAKOŚĆ, TRWAŁOŚĆ I BEZPIECZEŃSTWO

kompaktowe wymiary gazomierza
i reduktora umożliwiające montaż
w małych szafkach gazowych



Gazomierze typu BK

- wielkość: G1,6 ... G6 (0,016 ... 10,0 m³/h)
- przyłącze gwintowane: G1 1/4"
- dostępne rozstawy króćców: 130 lub 250 mm
- kompaktowa budowa – niewielkie wymiary
- wysoka dokładność pomiaru i długotrwała stabilność metrologiczna
- niezawodność działania i bezpieczeństwo użytkowania
- cicha praca
- maksymalne ciśnienie robocze: 10 kPa (wykonanie wysokotemperaturowe T₁=650°C)
- zakres temperatury otoczenia i gazu: -25°C ... +55°C

Reduktory typu MR10

- zakres temperatur pracy: od -30°C do +60°C
- przyłącza: wlot DN 15 nakrętka G 3/4", wylot DN 25 nakrętka G 1 1/4"
- automatyczne lub ręczne odblokowywanie
- wysoka dokładność redukcji
- bardzo dobre dynamiczne parametry przy zmianach obciążenia
- stabilność działania
- montaż reduktora w dowolnej pozycji
- nielimitowany okres eksploatacji,
- nie wymagany przegląd okresowy i konserwacja
- wykonanie opcjonalne dla zabudowy w małych szafkach

GAZOMIERZE:

- miechowe
- laboratoryjne
- rotorowe
- turbinowe
- ultradźwiękowe

SYSTEMY INTELIGENTNEGO OMIAROWANIA

REDUKTORY CIŚNIENIA GAZU

JAKOŚĆ GAZU:

- analizatory
- chromatografy

SERWIS

Gazomierze rotorowe

RABO



Gazomierze turbinowe

SM-RI-X



Chromatografy

EnCal 3000





XVI Międzynarodowe Targi Wynalazków i Innowacji



INTARG[®]

24-25.05.2023

Katowice/ Międzynarodowe Centrum Kongresowe



**WYNAŁAZKI, INNOWACYJNE
PRODUKTY I ROZWIĄZANIA
DLA PRZEMYSŁU, ŚRODOWISKA, ZDROWIA,
MEDYCYNY, SPORTU ORAZ ŻYCIA CODZIENNEGO**

Współgospodarz:



KATOWICE
dla odmianny

Główny Honorowy Patron Międzynarodowy i Partner:



Honorowy Patron Międzynarodowy:



Organizatorzy:



Wsparcie międzynarodowe:



www.intarg.pl