

nasza.pk.edu.pl



nasza **politechnika**

ISSN 1428-295 X

Miesięcznik Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki

nr 3 (271) III 2026



SPIS TREŚCI

TEMAT NUMERU

- 1 Drukowanie w wielu wymiarach —
Michał Pierewicz

INFORMACJE

- 8 Kronika
9 Środki z KPO pozwolą Politechnice wejść
w decydujący etap cyfrowej transformacji
10 Prof. Ryszard Tadeusiewicz
doctorem honoris causa Politechniki Krakowskiej
13 XI Europejski Kongres Samorządów
w Mikołajkach
16 Inżynieria sukcesu — *spin-off* Prodmot Sp. z o.o.
17 Rekordowa 7. edycja konkursu FutureLab PK
18 Na olimpijskim podium z naukowym wsparciem
specjalistów Politechniki
20 Innowacyjne projekty politechnicznych
kół naukowych
Bliżej szkół średnich — wiosenne targi
edukacyjne 2026

ARTYKUŁY

- 21 Jak medycyna połączyła się z techniką
i co z tego wynikało — *Ryszard Tadeusiewicz*

ROZMOWA

- 25 Innowacyjność, wiedza i odpowiedzialność —
rozmowa z dr. inż. Romanem Paruchem

ŚWIADOMA STREFA PK

- 30 W stronę uczelni relacyjno-restoratywnej —
Elżbieta Jarosińska

KALEJDOSKOP

- 32 Wenecja wczoraj i dziś
34 XVII edycja Pucharu Rektora PK
w Narciarstwie Alpejskim i Snowboardzie
35 Galeria „Kotłownia”:
Ákos Horváth „Opus magnum”
36 „Wolę róż”
Galeria „Gil”:
Projekty parku akademickiego na kampusie
w Czyżynach



WESOŁYCH ŚWIĄT WIELKANOCNYCH!

NASZA POLITECHNIKA Miesięcznik Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki Ukazuje się od 1997 roku	Kolegium redakcyjne SEKRETARZ REDAKCJI Katarzyna Tyńska REDAKTOR PROWADZĄCY Michał Pierewicz REDAKTORZY Renata Dudek Danuta Zajda WSPÓŁPRACA Marcin Bielowicz Ewa Deskur-Kalinowska Bartłomiej Krystyński Jakub Paduch Lesław Peters Joanna Skowrońska Małgorzata Syrda-Śliwa FOTOGRAFIK Jan Zych	Na I stronie okładki: XVII Puchar Rektora PK w Narciarstwie Alpejskim i Snowboardzie, 20 lutego 2026 r., Spytkowice — efektowne hamowanie Stanisława Czernika z Wydziału Architektury PK (o zawodach piszemy na s. 34). Na IV stronie okładki: Na kampusie przy ulicy Warszawskiej widać pierwsze oznaki wiosny. Zdjęcia: Jan Zych Projekt layoutu czasopisma i okładki: Monika Wojtaszek-Dziadusz Skład: Adam Bania, Wydawnictwo PK Druk: Drukarnia DjaF Nakład: 650 egz.
ISSN 1428-295 X		
Adres redakcji: Politechnika Krakowska ul. Warszawska 24 31-155 Kraków		
tel.: (12) 628 25 08		
e-mail: naszapol@pk.edu.pl		
strona: nasza.pk.edu.pl		
Za treść nadesłanych materiałów odpowiadają autorzy. Redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania skrótów i zmian redakcyjnych. Nie zwraca materiałów niezamówionych.		

Drukowanie w wielu wymiarach

MICHAŁ PIEREWICZ

Technologia wytwarzania przyrostowego

„Druk 3D” to pojęcie używane jako ogólne określenie nowoczesnych metod wytwarzania, jednak w ujęciu inżynierskim jest zbyt wąskie — odnosi się bowiem do jednego z procesów technologii przyrostowych. Wytwarzanie przyrostowe (*Additive Manufacturing*) to metoda produkcji obiektów na podstawie cyfrowego modelu poprzez stopniowe dodawanie-drukowanie materiału, warstwa po warstwie.

Technologie przyrostowe stanowią dziś ważny element trwającej rewolucji przemysłowej i zostały ujęte w strategii rozwoju Politechniki Krakowskiej jako jeden z Priorytetowych Obszarów Badawczych. Jednocześnie dostęp do nich nie ogranicza się już wyłącznie do przemysłu. Drukarki 3D stały się powszechnie dostępne, co otwiera możliwości ich szerokiego wykorzystania w badaniach naukowych, edukacji i projektach indywidualnych.

Aby w pełni wykorzystać potencjał technologii przyrostowych, kluczowe jest właściwe przygotowanie projektu cyfrowego modelu, uwzględniające specyfikę danej metody druku, właściwości urządzenia, dobór materiału oraz procesy towarzyszące. Wymaga to zmiany sposobu myślenia projektantów i stałego śledzenia innowacji w tej dynamicznie rozwijającej się dziedzinie. Ma to miejsce właśnie na Politechnice Krakowskiej.

Historia

Prace nad technologią druku 3D rozpoczęły się już w latach 80. ubiegłego wieku. Prowadziło je wielu inżynierów, którzy szukali sposobu na skrócenie czasu prototypowania. Ci, którym się udało opatentować swoje pomysły, komercjalizowali je, zakładając firmy. Przełom w dalszym rozwoju i upowszechnieniu druku 3D nastąpił dopiero na początku XXI wieku. Powód był prozaiczny: w latach 2005—2009 wygasły zastrzeżenia patentowe dotyczące wspomnianych wcześniej wynalazków. Drukarki 3D, będące do tej pory bardzo kosztownymi, skomplikowanymi, przemysłowymi urządzeniami, rozpoczęły wędrówkę „pod strzechy”. Było to możliwe dzięki wzrastającej społeczności użytkowników, zafascynowanych potencjałem tej technologii. Pasjonaci udostępniali otwarte projekty urządzeń do samodzielnego zbudowania. Powstały firmy, oferujące przystępne cenowo drukarki — kilku znaczących producentów znajduje się w Polsce. Rozpoczęło się konkurowanie nie tylko ceną, ale również szybkością i jakością druku rozmaitych materiałów oraz przyjaznością obsługi.

Druk z filamentu

Jedną z powszechnie używanych metod druku 3D jest FDM (*Fused Deposition Modelling*). Materiał w postaci



żyłki filamentu z tworzywa termoplastycznego przechodzi przez gorącą dyszę o temperaturze mogącej przekraczać nawet 350° C i w plastycznej postaci jest układany warstwami na stole roboczym. Po ostygnięciu położony materiał utwardza się i wiąże się z sąsiadującym. Istnieje wiele rozwiązań sposobu poruszania się głowicy względem stołu; przestrzeń robocza może być otwarta lub zamknięta, z kontrolowaną temperaturą wewnątrz. Drukarki mogą różnić się także liczbą głowic i sposobem podawania filamentu.

Ze względu na liniowy sposób układania ścieżki filamentu nie jest to najszybsza metoda i nie zapewnia też najwyższej jakości powierzchni. Ale niewątpliwą zaletą drukarek FDM jest ich przystępna cena, prosta i niekłopotliwa obsługa — stąd ich popularność na rynku konsumenckim. Metoda ta pozwala ponadto korzystać z szerokiej palety materiałów. Najpopularniejszym jest PLA (polilaktyd): polimer pochodzący z surowców naturalnych, a więc biodegradowalny, łatwy w użyciu i twardy, ale niestety kruchy. Większą wytrzymałość mechaniczną zapewnia PETG (politereftalan etylenu z glikolem), który jest także wodoodporny. Materiałem inżynierskim o wysokiej wytrzymałości i odporności jest ABS (mieszanka akrylonitrylo-butadieno-styrenu), ale wymaga drukarek wyposażonych w zamknięte komory, ze względu na szkodliwe opary i konieczność kontroli temperatury. Tworzywem, które pozwala drukować elastyczne przedmioty, jest TPU (poliuretan termoplastyczny): przypomina gumę i jest odporny na ścieranie. Żyłki filamentu mogą zawierać domieszki, tworzące materiały kompozytowe. Dodatek pyłu drzewnego do PLA pozwala drukować przedmioty, wyglądające i pachnące jak drewniane. Dostępne są filamenty z materiałem

Filamentowa drukarka 3D w trakcie wydruku
Fot.: Jan Zych

Technologia FDM wykorzystuje różne materiały termoplastyczne w postaci żyłki filamentu na szpulach
 Fot.: Michał Pierewicz



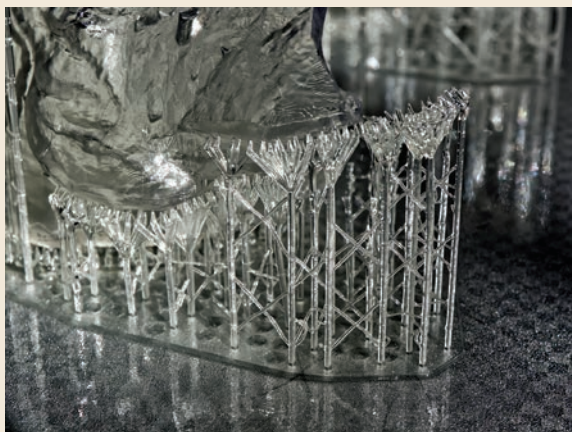
fluorescencyjnym, świecące w ciemności. Użytkownicy zaawansowanych urządzeń mogą wybrać do bardziej obciążonych mechanicznie części tworzywa wzmocnione włóknem węglowym, które zapewnią kompozytowi wysoką sztywność przy zachowaniu lekkości.

Drukarki żywiczne

Polimeryzacja kadziowa to zupełnie inny rodzaj druku 3D niż druk z filamentu. Wykorzystuje ona zjawisko utwardzania światłem płynnej żywicy światłoczułej, znajdującej się w kadzi. Aby światło znalazło się w miejscach przewidzianych do utwardzenia, można wykorzystać wiązkę laserową (w metodzie stereolitografii SLA) albo projektor (DLP — *Digital Light Processing*) lub ekran LCD (MSLA — *Masked SLA*), który jednocześnie mapuje obraz całej warstwy. Ogromną zaletą tego sposobu jest bardzo wysoka jakość detali, co sprawia, że świetnie pasuje do druku precyzyjnych modeli.

Standardowe żywice są jednak dość kruche, więc stosuje się je raczej do przedmiotów nieobciążonych mechanicznie. Do bardziej odpowiedzialnych zastosowań lepiej nadają się żywice techniczne, które mogą mieć właściwości zbliżone do ABS lub gumy. Bardzo konkretne przeznaczenie mają żywice odlewnicze, które są używane do tworzenia modeli kształtujących formy odlewnicze w protetyce lub jubilerstwie. Jeszcze bardziej specjalistyczne przeznaczenie mają żywice z fazą ceramiczną, o czym piszemy dalej.

Technologia druku żywicznego w zastosowaniach konsumenckich ma pewne wady — towarzyszą jej toksyczne



Niektóre metody druku 3D wymagają stosowania systemu podpór stabilizujących wydruk
 Fot.: Michał Pierewicz

opary, a po wydruku wymagane są dodatkowe czynności m.in. mycie i końcowe naświetlanie utwardzające.

Druk proszkowy

Najwyższa półka drukarek 3D to przemysłowe drukarki, tworzące przedmioty poprzez utrwalanie kolejnych warstw proszku. W metodzie SLS do spiekania proszku używa się promienia lasera, a bazą najczęściej jest sproszkowane tworzywo sztuczne. Najpopularniejszy jest nylon (poliamid), który nadaje się nie tylko do druku prototypów, ale nawet do krótkich serii wytrzymałych, elastycznych i odpornych chemicznie wyrobów. Właściwości nylonu pozwalają wykonać funkcjonalne mechanizmy, wykorzystujące np. giętkie zawiasy.

Używając laserów o wyższej mocy, można spiekać proszki metali: stali, stopów tytanu, miedzi, wolframu, niklu i metali szlachetnych. Różnią się one nie tylko temperaturą wymaganą do spiekania lub topienia, ale także odpornością na utlenienie. Wpływa to więc na wymagania dotyczące zarówno mocy, jak i warunków w komorze roboczej.

W metodzie DMLS (*Direct Metal Laser Sintering*) drobinny metalu są ze sobą spiekane promieniem lasera, a w metodzie SLM (*Selective Metal Melting*) są nim stapiane. Aby uchronić metal przed utlenieniem, proces ten może odbywać się w osłonie gazu obojętnego w szczelnej komorze. Po wydruku niezbędna może być dalsza obróbka cieplna, a właściwości tak wykonanych przedmiotów są zbliżone do klasycznych odlewów.

Jeszcze większe skupienie energii do topienia metalicznego proszku, a zatem szybkość i dokładność, można uzyskać, wykorzystując strumień elektronów w komorze próżniowej. Technologia EBM (*Electron Beam Melting*) pozwala na tworzenie przedmiotów z tytanu, miedzi i stopów kobaltowo-chromowych.

Druk 3D z proszku przez spiekanie lub topienie jest jednak procesem drogim. Ma tańszą alternatywę — w metodzie *Binder Jetting* do wiązania drobin proszku można użyć specjalnej żywicy, która w miejscach wymagających związania jest natryskiwana głowicą drukującą, a następnie utwardzana światłem UV. Taki sposób warstwowego wiązania spoiwem bez użycia ciepła pozwala na użycie praktycznie dowolnego sproszkowanego materiału. Mogą być to drobinny metalu, ceramiki czy po prostu piasek (wydruki z piasku są używane do produkcji form odlewniczych). Po wydruku z proszku metalicznego lub ceramicznego uzyskuje się kruchy półprodukt, który następnie jest wygrzewany, by utwardzić spoiwo. Do uzyskania pełnej wytrzymałości i wypalenia lepiszcza wymagane jest spiekanie w wysokiej temperaturze. Możliwa jest jeszcze infiltracja porowatej struktury wydruku innym materiałem, np. brązem.

Wysoka wydajność metody *Binder Jetting* pozwala na wyjście poza produkcję jednostkową, przy zachowaniu wszystkich zalet proszkowej technologii przyrostowej. Politechnika Krakowska na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Fizyki dysponuje przemysłową drukarką *Binder Jetting* firmy ExOne. Jej możliwości nie są ograniczone do druku z materiałów katalogowych. Pozwala ona także na badanie naukowe niewielkich ilości niestandardowych proszków, czemu

sprzyja stosunkowo mała pojemność zasypowa i podajnik ultradźwiękowy. Zespół kierowany przez dr. hab. inż. Janusza Mikułę, prof. PK eksperymentuje z mieszankami metali lub ceramiki o ekstremalnych właściwościach np. odporności na ścieranie. Badania obejmują również inne etapy technologii przyrostowej — tworzone są modele numeryczne, które przewidują zachowanie się wydruków w trakcie cieplnej obróbki wykańczającej. Pozwala to skompensować skurcz lub deformację już na etapie projektu cyfrowego.

Skalowanie do większego formatu

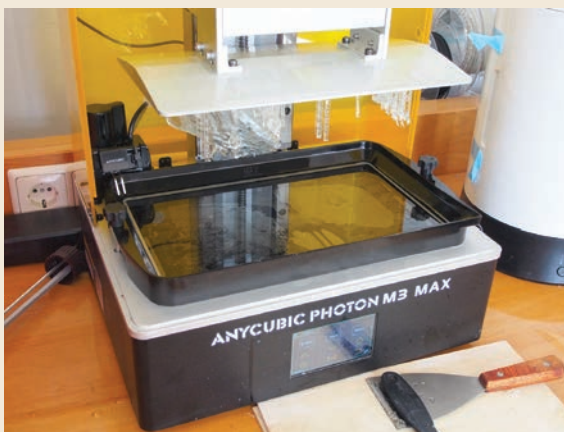
Druk 3D nie musi być ograniczony wyłącznie do przestrzeni komory drukującej, może być skalowany przestrzennie. Zwiększenie zasięgu pracy głowicy drukującej na ramieniu robotycznym lub rozbudowanie konstrukcji bramowej pozwalają na druk pełnowymiarowych silników raketowych, kadłubów łodzi czy nawet budynków.

Holenderska firma CEAD opracowała system do produkcji kadłubów łodzi technologią przyrostową. Drukowanym tworzywem jest odporny na warunki morskie wytrzymały kompozyt HDPro, wzmocniony włóknem szklanym. Pełna automatyzacja procesu druku 3D pozwala na uzyskanie jednolitego elementu o skomplikowanej budowie wewnętrznej, z licznymi komorami i wzmocnieniami, bez jakiegokolwiek przerwy technologicznej. Podczas tradycyjnego laminowania przez pracujących w szkodliwych warunkach było to niemożliwe. W efekcie drukowanie 3D skróciło czas budowy o 60–80 proc. Przewagą technologii przyrostowej nad laminowaniem jest też brak konieczności wykonania bardzo drogiej formy, co więcej — każdy kadłub może być wykonany według indywidualnego projektu.

Technologie kosmiczne są spektakularnym przykładem adaptacji technologii przyrostowych. W ten sposób już powstają silniki raketowe lub nawet kadłuby raket. W kosmicznym wyścigu liczy się każdy gram oszczędzonej masy, bo może przełożyć się na większy ładunek użyteczny. Dzięki drukowi 3D łatwiejsza jest optymalizacja konstrukcji silników raketowych, zwiększająca ich sprawność. Precyzyjne wykonanie rozbudowanych struktur pozwala na integrację w jednej części wielu funkcji. Prostsza konstrukcja zarazem zmniejsza masę i zwiększa niezawodność, obniża koszty i przyspiesza produkcję. Potencjał wykorzystania technologii przyrostowych w zastosowaniach kosmicznych nie ogranicza się jedynie do raket.

Druk 3D planowany jest do budowy księżycowych czy marsjańskich habitatów z regolitu (powierzchniowego pyłu skalnego) i syntetycznego spoiwa. Takie bazy to jeszcze sprawa przyszłości, ale na naszej planecie budownictwo w technologii przyrostowej zaczyna przyciągać uwagę swoimi możliwościami.

Można spodziewać się wręcz rewolucji architektonicznej, która zaowocuje projektami inspirowanymi formami naturalnymi lub generatywnymi. Dotychczas takie formy były rzadko stosowane ze względu na wysokie koszty budowy tradycyjnymi metodami z wykorzystaniem szalunków.



Drukarka 3D z kadzią wypełnioną żywicą fotoutwardzalną, nad nią widoczny wydruk
Fot.: Michał Pierewicz

Niskim kosztem, wynikającym z automatyzacji procesu, ma towarzyszyć znacznie większa szybkość budowania. Technologia budowania drukiem 3D nie ogranicza się przy tym do betonu. Na Uniwersytecie Maine testowany jest budynek wydrukowany z włókien drzewnych i żywicy naturalnych. Możliwe jest nawet wykorzystanie do druku 3D lokalnego materiału w postaci gliny lub odpowiedniej ziemi, co sprawia, że może być to technologia dosłownie zeroodpadowa.

Politechnika Krakowska jest jednym z liderów w Polsce w wykorzystaniu technologii przyrostowej w budownictwie. Badania prowadzone na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Fizyki przez zespół dr. hab. inż. Janusza Mikuły, prof. PK; dr. hab. inż. Michała Łacha, prof. PK oraz dr. inż. Dariusza Mierzwińskiego skupiają się na innowacyjnym wykorzystaniu geopolimerów. Jest to ekologiczny materiał z surowców odpadowych, charakteryzujący się bardzo korzystnymi właściwościami: ma wysoką odporność ogniową i chemiczną. Specjaliści z Politechniki opracowali sposób przygotowania geopolimerowej mieszanki do druku 3D. Wymagało to zastosowania domieszek, które zapewniają utrzymanie płynności mieszanki w przewodach przed głowicą drukującą, ale po jej opuszczeniu nie pozwalają na rozlewanie się. Innym wyzwaniem jest czas



Model szczęki wydrukowany na drukarce 3D — przykład wykorzystania nowoczesnych technologii w stomatologii
Fot.: Agnieszka Sysło

Dobranie właściwych parametrów wydruku 3D obiektów o skomplikowanej geometrii wymaga doświadczenia, często zdobywanego metodą prób i błędów
Fot.: Michał Pierewicz



wiązania, który musi być na tyle krótki, by utwardzenie nastąpiło przed położeniem kolejnej warstwy. Jest to interdyscyplinarna technologia wymagająca współpracy wielu specjalistów z różnych dziedzin — na przykład na Wydziale Mechanicznym doskonalona jest konstrukcja głowic drukujących i systemów podających.

Druk 3D budynków jest jeszcze pionierską technologią i brakuje dedykowanych jej metod diagnostycznych i pomiarowych, które mogą ocenić stan i bezpieczeństwo wydrukowanych konstrukcji. Badania prowadzone na Wydziale Inżynierii Lądowej przez zespół prof. Izabeli Hager dotyczą określenia parametrów wytrzymałościowych wydruków, przyczepności warstw oraz możliwości modyfikacji składu mieszanek w kierunku uzyskania niskoemisyjnych materiałów drukowanych.

Przełomem może być metoda DFOS (*Distributed Fiber Optic Sensor*), opracowywana przez interdyscyplinarny zespół dr. inż. Tomasza Howiackiego z Wydziału Inżynierii Lądowej PK. Wykorzystuje ona dane ze światłowodu zatopionego w materiale ściany. Pozwala to uzyskać dokładne informacje na temat rozkładu odkształceń mechanicznych i termicznych na całej długości pomiarowej, z rozdzielczością rzędu 1 mm, i wykrywać lokalne zagrożenia ciągłości materiału.

Projektowanie z potencjałem i wyzwaniami

Druk 3D znosi wiele ograniczeń tradycyjnych technologii i stwarza zupełnie nowe możliwości, które wymuszają zmianę filozofii projektowania. Aby w pełni wykorzystać

te możliwości, należy używać odpowiednich programów do komputerowego wspomagania projektowania CAD i wytwarzania CAM. W ten sposób powstało projektowanie do wytwarzania przyrostowego DfAM (*Design for Additive Manufacturing*). Inżynier zyskuje w nim praktycznie pełną swobodę kształtowania części z różnych materiałów, ograniczoną tylko przez dostęp do drukarki 3D i jej możliwości.

Technologia przyrostowa przynosi także korzyści logistyczne. Produkcja na miejscu skraca do minimum łańcuch dostaw i może wyeliminować konieczność utrzymywania zapasów. Zamiast nich wystarczy cyfrowa biblioteka z projektami części oraz odpowiednio wydajne drukarki 3D. Takie podejście wydaje się niezastąpione jako zabezpieczenie m.in. stacji antarktycznych lub kosmicznych.

Pełne wykorzystanie potencjału wytwarzania przyrostowego wymaga zrozumienia specyfiki poszczególnych technik druku 3D i uwzględnienia ich na etapie projektowania. Ewentualne ograniczenia można obejść korektami geometrii lub ustawieniami procesu drukowania. Bardzo pomocne w tym jest coraz bardziej inteligentne oprogramowanie do projektowania, ale nie zastąpi ono doświadczenia i inteligencji projektanta, pozwalających zawczasu uniknąć problematycznych rozwiązań. Trzeba też pamiętać, że w trakcie druku 3D zachodzi wiele procesów chemicznych i cieplnych. Ich skutkiem ubocznym jest powstawanie naprężeń, które mogą doprowadzić do skurczu lub deformacji. Kontrola wymiarów jest więc bardzo ważnym etapem technologii przyrostowej. Na Politechnice Krakowskiej działają laboratoria wyposażone w odpowiedni sprzęt pomiarowy. Wiodące — w skali międzynarodowej — jest Laboratorium Metrologii Współrzędnościowej, które dysponuje najwyższej klasy instrumentami przeznaczonymi m.in. do pomiarów skomplikowanych geometrycznie kształtów. Pozwala to zweryfikować, w jakim stopniu wydrukowany przedmiot odpowiada projektowi.

Nowe możliwości

Nawet konsumenckie drukarki 3D pozwalają na druk wielokolorowy. Ale dopiero łączenie w jednym wydruku materiałów o różnych właściwościach otwiera zupełnie nowe możliwości. Stosunkowo łatwo połączyć w jednym wydruku sztywny materiał z elastycznym, nieprzezroczysty z przezroczystym, niemagnetyczny z magnetycznym.

W technologii przyrostowej można zaprojektować i wykonać „inteligentne” przedmioty, nadając im kształt i właściwości, które spowodują odpowiednią reakcję na bodźce. Druk 3D uzyskuje wtedy nowy wymiar — czasu i powstaje obiekt 4D. Przykładem takiego zastosowania są stenty, które po wprowadzeniu do naczyń krwionośnych rozszerzają się pod wpływem ciepła. Mogą być to materiały na buty lub odzież, reagujące na wilgotność i zwiększające wentylację. Przedmioty 4D mogą być zastosowane np. w kosmosie — panele fotowoltaiczne lub anteny mogą być tak wydrukowane, by po złożeniu zajmowały jak najmniej miejsca w transporcie, a na orbicie rozkładały się samoczynnie.

Warsztaty z komputerowego modelowania złączy systemów rekuperacji do druku 3D
Fot.: Ze zbiorów Interdyscyplinarnego Studenckiego Koła Naukowego FutureLab 3D Masters

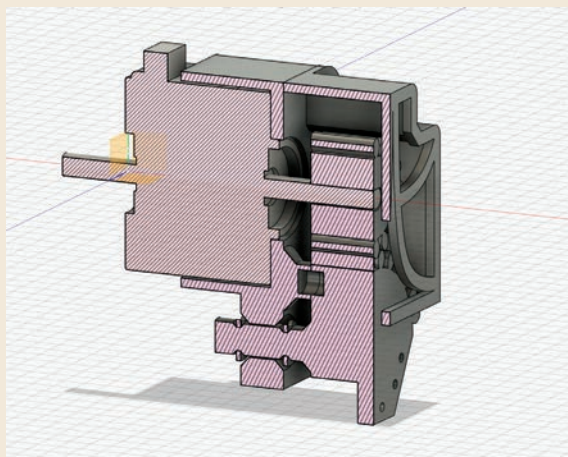


Istotny problem pojawia się jednak przy łączeniu materiałów o różnej wytrzymałości na parametry przetwórcze, takie jak temperatura materiału w trakcie procesu druku 3D, co ma miejsce przy łączeniu tworzywa oraz metalu w pojedynczym procesie. W klasycznych technikach druku 3D z metalu, opartych na spiekaniu proszków metalicznych, stosuje się bardzo wysokie temperatury przetwarzania metalu, mogące spowodować zniszczenie elementów wykonanych z większości znanych tworzyw sztucznych. Dlatego bardzo trudne jest opracowanie techniki wielomateriałowego druku 3D pełnoprawnych detali hybrydowych metalowo-polimerowych. Taki detal hybrydowy posiada jeden lub więcej elementów z tworzywa oraz jeden lub więcej elementów z metalu, wytworzonych w pojedynczym procesie druku 3D. Badania nad takimi detalami hybrydowymi są prowadzone na Politechnice Krakowskiej przez zespół dr. inż. Macieja Pilcha. Zastosowano dwie zupełnie odmienne technologie — druku 3D z wykorzystaniem fotopolimeryzacji żywic oraz elektroosadzania metalu. Dzięki temu, iż elektroosadzanie metali, w przeciwieństwie do procesu spiekania proszków metali wykorzystywanego w klasycznych drukarkach 3D do metalu, może zachodzić w pokojowej temperaturze, która nie powoduje zniszczenia elementów z tworzyw wytwarzanych z zastosowaniem fotopolimeryzacji żywic, możliwym stało się wytwarzanie detali hybrydowych, metalowo-polimerowych w pojedynczym procesie druku 3D. Dodatkowo fotopolimeryzacja żywic może zachodzić bezpośrednio w środowisku kąpeli galwanicznej, gdzie zachodzi druk 3D z metalu przez elektroosadzanie. Dzięki połączeniu tych dwóch procesów (fotopolimeryzacji i elektroosadzania) możliwym stało się więc zbudowanie stosunkowo prostej wielomateriałowej drukarki 3D do druku detali hybrydowych, metalowo-polimerowych w pojedynczym procesie druku 3D. Warto zaznaczyć, iż olbrzymią zaletą takich detali jest zmniejszony stosunek masy do wytrzymałości takiego detalu, nawet do 40 proc. Można więc opracować detale takie jak części maszyn, znacznie lżejsze od detali z litego metalu, a jednocześnie posiadające niezmienną wytrzymałościowe. Zaproponowana przez dr. M. Pilcha technika wielomateriałowego druku 3D detali hybrydowych typu metal-tworzywo w przyszłości może więc zostać zastosowana do druku 3D części maszyn, szczególnie maszyn transportowych (np. samolotów, samochodów), tam gdzie stosunek masy do wytrzymałości części ma bardzo duże znaczenie.

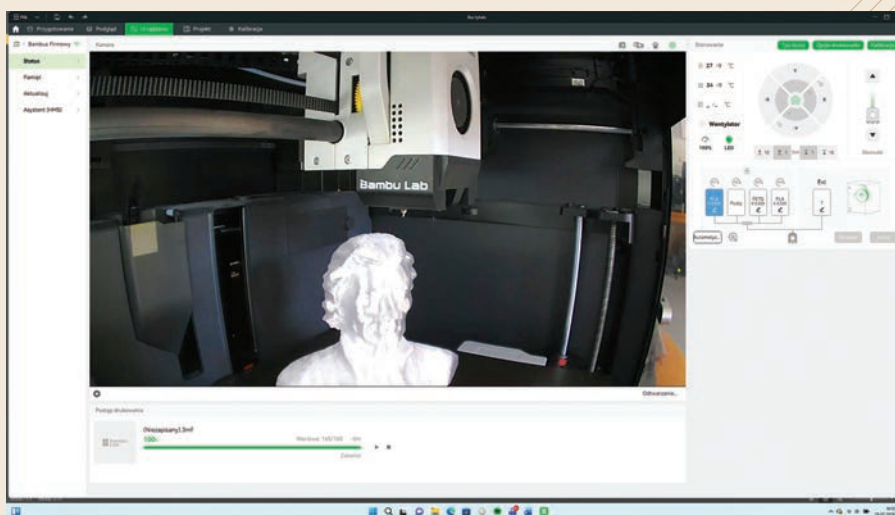
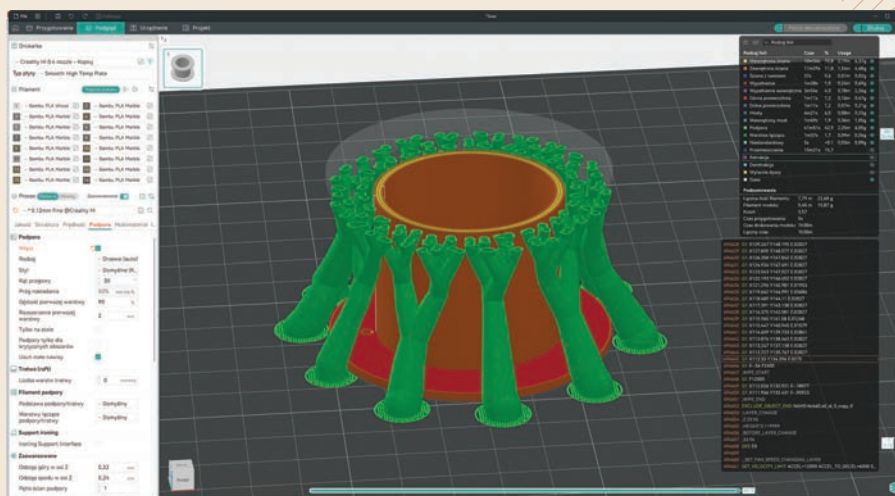
Technologia przyrostowa nie zawsze może dostarczyć produkty o docelowych parametrach, np. jakości powierzchni bądź dokładność. W takich przypadkach trzeba wspomóc się użyciem innych technologii, które pozwalają osiągnąć wymagane parametry. Może być to np. szlifowanie zbyt chropowatych powierzchni metalowych wydruków za pomocą obróbki CNC. Połączenie tych technologii wykorzystuje się np. w przypadku produkcji łopatek turbin, które muszą mieć bardzo skomplikowaną budowę wewnętrzną, z licznymi kanałami, zapewnioną drukiem 3D, a jednocześnie bardzo gładką powierzchnią zewnętrzną, precyzyjnie wykończoną obróbką mechaniczną.

Brak ograniczeń kształtu i struktury

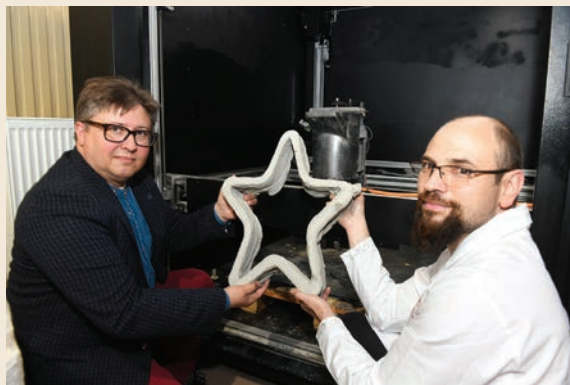
Możliwości kształtowania drukiem 3D okazały się idealne dla nowej metody projektowania generatywnego (*Generative Design*) z wykorzystaniem algorytmów. W tej metodzie projektant określa warunki brzegowe, które muszą być spełnione: jaka przestrzeń jest „dozwolona”, czyli gdzie może znaleźć się materiał; jaka przestrzeń jest „zabroniona”, czyli gdzie nie może być obecny materiał; jakie są obciążenia i gdzie będą przyłożone. Zadane są oczywiście materiał i jego właściwości oraz kryterium optymalizacji. Na podstawie tych danych algorytm generuje wstępnie propozycję bryły, która jest następnie poddana symulacjom



Technologia przyrostowa wymaga odpowiedniego oprogramowania do projektowania przedmiotów, przygotowania procesu wydruku i jego kontroli
 Graf.: Maciej Gibas



Przykład geopolimerowego wydruku 3D na tle komory roboczej drukarki 3D prezentują (od lewej): Dariusz Mierzwiński i Szymon Gądek
Fot.: Jan Zych



wytrzymałościowym. W trakcie procesu powstają kolejne generacje bryły, wzmacniane w miejscach krytycznych lub odchudzane tam, gdzie nie ma naprężeń, aż spełnione zostaną zadane warunki brzegowe. Projektant otrzymuje do wyboru wiele różnych rozwiązań, które może użyć lub wybrać do dalszych prac optymalizacyjnych według jeszcze innych kryteriów. Używane w tym procesie algorytmy generatywne tworzą elementy zadziwiająco przypominające spotykane w naturze — kości lub korzenie. Ich wewnętrzna struktura także może przypominać rozwiązania naturalne — jest ażurowa o gęstości odpowiedniej do przenoszonych naprężeń. Tam, gdzie naprężenia są mniejsze — struktura może być rzadsza, gdzie większe — gęściejsza. Ten bioniczny, bardzo wydajny sposób optymalizacji konstrukcji nie był jednak dotąd stosowany z powodu ograniczeń dotychczas używanych technologii wytwarzania. Wraz z rozszerzeniem możliwości technologii przyrostowej przedmioty zaprojektowane generatywnie są coraz częściej stosowane tam, gdzie przynosi to duże korzyści: w przemyśle kosmicznym, lotnictwie, medycynie czy sporcie wyczynowym. Można się z nimi spotkać także w architekturze — jeden z pierwszych wydrukowanych metalowych mostów ma właśnie charakterystyczną generatywną strukturę przestrzenną.

Materiały i struktury zgodne z naturą

Naśladowanie natury jest wskazane podczas projektowania elementów, które mają współpracować lub zintegrować się z żywymi tkankami. Mogą to być pracujące na zewnątrz spersonalizowane ortozy lub protezy, wydrukowane według projektu opartego na trójwymiarowym skanie. Większym wyzwaniem jest stworzenie materiałów i struktur implantów do wewnętrznego użycia. Naukowcy Politechniki Krakowskiej



Nawet w tradycyjnej mongolskiej jurcie można wykorzystać technologie przyrostowe, na pierwszym planie wydrukowany taboret, za nim oryginał
Fot.: Piotr Śliwiński

w zespole pod kierownictwem dr hab. inż. Joanny Ortyl, prof. PK z Wydziału Inżynierii i Technologii Chemicznej opracowali do tego celu innowacyjne fotoutwardzalne żywice wysokopakowane materiałem bioceramicznym. Stopień upakowania fazy ceramicznej osiąga 70 proc., wobec 40 proc. w produktach dostępnych na rynku. Po wydrukowaniu w technologii DLP i wypaleniu wydruk przypomina chemicznie i strukturalnie ludzką kość i jest planowany jako przyszły materiał do tworzenia implantów kostnych do rekonstrukcji ubytków kostnych. Biogodność strukturalna i materiałowa implantów pozwala na ich narastanie naturalną tkanką kostną, czyli na osteointegrację.

Dr inż. Monika Topa-Skwarczyńska z Wydziału Inżynierii i Technologii Chemicznej w zespole dr hab. inż. Joanny Ortyl, prof. PK prowadzi badania nad nowoczesnymi materiałami i technologią druku 3D w stomatologii. W ramach projektu LIDER XIII, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, opracowywane są innowacyjne światłoutwardzalne żywice oraz kompatybilna z nimi drukarka 3D. Projekt, którego jest kierownikiem, koncentruje się na materiałach do wykonywania tymczasowych koron i mostów stomatologicznych. Kluczowym elementem badań jest zastosowanie nowego mechanizmu fotoutwardzania oraz monomerów epoksydowych, charakteryzujących się obniżonym skurczem polimeryzacyjnym oraz brakiem toksyczności. Równolegle opracowywane są wydajne fotoinicjatory, które umożliwiają szybki i precyzyjny druk 3D o wysokiej rozdzielczości.

Naturalnym krokiem dalszego rozwoju badań jest projekt OPUS 29, finansowany przez Narodowe Centrum Nauki, w którym zakres prac zostaje rozszerzony poza materiały tymczasowe. Celem projektu jest opracowanie innowacyjnych materiałów bioceramicznych oraz technologii ich wytwarzania metodą fotoutwardzalnego druku 3D i obróbki cieplnej. W ramach tego projektu prowadzone są badania nad nową generacją ceramicznych implantów stomatologicznych, charakteryzujących się wysoką wytrzymałością mechaniczną, odpornością na degradację oraz kontrolowaną porowatością, sprzyjającą skutecznej osseointegracji. Opracowywane rozwiązania mają pozwolić na przejście od drukowanych elementów tymczasowych do w pełni funkcjonalnych, spersonalizowanych implantów stomatologicznych nowej generacji. Kolejnym etapem rozwoju biotechnologii przyrostowych jest wykorzystanie żywych komórek, które są składnikami materiałów do druku 3D. Otwiera to nowe możliwości dla medycyny np. tworzenie modeli narządów do testowania leków lub drukowanie zastępczej skóry z namnożonej tkanki bezpośrednio na rany.

Nauka technologii przyrostowych

O tym, że Politechnika Krakowska poważnie traktuje znaczenie technologii przyrostowych, świadczy unikalny kierunek studiów II stopnia *additive manufacturing* na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Fizyki PK. Podczas studiów stacjonarnych prowadzonych w języku angielskim studenci tego kierunku mogą zapoznać się z tą zaawansowaną technologią, zdobywając wiedzę z zakresu inżynierii materiałowej, inżynierii mechanicznej, fizyki oraz praktyczne

doświadczenie podczas pracy na najnowocześniejszym sprzęcie.

W wielu przypadkach jedynym sposobem na szybkie stworzenie makiety architektonicznej lub precyzyjnych modeli aerodynamicznych, działającego prototypu jest właśnie druk 3D. Studenci Politechniki Krakowskiej łatwo mogą zdobyć doświadczenie w druku 3D podczas prac w kołach naukowych, tworzących innowacyjne rozwiązania.

Innowacyjne koła naukowe

Koło Naukowe el-RAPPRO, działające przy Wydziale Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej Politechniki Krakowskiej, zostało założone w 2020 r. przez dr. inż. Zbigniewa Pilcha wraz z grupą studentów, którzy dostrzegli potrzebę stworzenia przestrzeni do realizacji ambitnych projektów technologicznych, wykraczających poza standardowy program studiów. Impulsem była rosnąca aktywność studentów w obszarze nowych technologii — szczególnie druku 3D, automatyki oraz systemów elektronicznych. W KN el-RAPPRO mogą się ich nauczyć i wdrożyć je w realnych rozwiązaniach. Efektem rozwoju koła było utworzenie przez jego członków oraz opiekunów — dr. inż. Zbigniewa Pilcha i mgr. inż. Macieja Gibasa — firmy NewPrompt Sp. z o.o. Nieocenioną pomocą była współpraca ze spółką INTECH PK, reprezentowaną przez Izabelę Paluch, która pomogła dopełnić formalności administracyjnych. NewPrompt to spółka technologiczna *spin-off*, zajmująca się wdrażaniem rozwiązań z zakresu sztucznej inteligencji, druku 3D oraz nowoczesnych narzędzi cyfrowych. Firma jest przykładem skutecznego transferu wiedzy z uczelni do biznesu — pokazuje, że działalność koła naukowego może być początkiem realnego przedsięwzięcia technologicznego o potencjale komercyjnym. Innym przykładem kompleksowego podejścia do rozwoju technologii przyrostowych oraz ich zastosowań w inżynierii materiałowej, projektowaniu przestrzennym, medycynie, sporcie, architekturze i sektorze kreatywnym jest Interdyscyplinarne Koło Naukowe FutureLab 3D Masters. Opiekunem wspieranego przez FutureLab PK koła jest dr inż. Maciej Pilch. Aktywność koła koncentruje się na prowadzeniu aplikacyjnych badań, których celem jest nie tylko opracowanie prototypowych rozwiązań technologicznych, lecz również ich weryfikacja w warunkach zbliżonych do rzeczywistych, z uwzględnieniem aspektów użytkowych, mechanicznych i środowiskowych. Realizowane projekty łączą zaawansowane metody modelowania komputerowego, inżynierię materiałową oraz eksperymentalne metody badań, co pozwala na tworzenie innowacyjnych rozwiązań o wysokim potencjale wdrożeniowym.

Jednym z kluczowych przedsięwzięć badawczych koła naukowego w obszarze druku 3D było opracowanie pierwszej wiatroodpornej, luminescencyjnej piłeczki do tenisa stołowego o innowacyjnej strukturze, a także przeprowadzenie kompleksowych badań w tunelu aerodynamicznym Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej PK w ramach projektu Futurelab. Projekt ten wykazał potencjał technologii przyrostowej w wytwarzaniu spersonalizowanego sprzętu sportowego o rozszerzonych funkcjonalnościach. Istotnym nurtem badań, prowadzonych w ramach koła, było opracowanie

technologii druku kompozytowych, luminescencyjnych wzorów na odzieży z wykorzystaniem drukarki 3D oraz żywic fotoutwardzalnych. Innym osiągnięciem FutureLab 3D Masters była adaptacja drukarki filamentowej do wytwarzania wypieków z jadalnych mas spożywczych. Szczególnie ważnym społecznie obszarem badań koła jest realizowany obecnie projekt FutureLab dotyczący opracowania innowacyjnych fotoutwardzalnych materiałów kompozytowych do druku 3D złożonych struktur ortez kończyn. Projekt ten wpisuje się w nurt medycyny spersonalizowanej i nowoczesnej ortotyki, w której kluczową rolę odgrywa szybkie dostosowanie wyrobu do indywidualnych potrzeb pacjenta przy obniżeniu kosztów jednostkowych i skróceniu czasu wytwarzania. Analiza komfortu użytkowania wykazała, że zastosowanie drukowanych struktur ażurowych umożliwia poprawę komfortu pacjenta oraz redukcję masy wyrobu przy zachowaniu wymaganej wytrzymałości mechanicznej. Równolegle w ramach działalności studenckiego koła naukowego realizowane były projekty z zakresu zastosowań druku 3D w budownictwie i architekturze zrównoważonej. Jednym z nich było wykorzystanie technologii przyrostowych do prototypowania rozwiązań konstrukcyjnych i funkcjonalnych w procesach termomodernizacji budynków. Uzupełnieniem działań w obszarze architektury adaptacyjnej był projekt dotyczący wykorzystania druku 3D do modyfikacji konstrukcji typu jurta mongolska w celu jej przystosowania do warunków klimatycznych Polski.

Politechnika wdraża technologie przyszłości

Działalność zespołów badawczych i kół naukowych Politechniki Krakowskiej potwierdza, że zarówno pracownicy, jak i studenci swobodnie korzystają z potencjału nowoczesnych technologii, takich jak technologie wytwarzania przyrostowego. Są one niezbędne do tworzenia innowacyjnych rozwiązań inżynierskich, zwłaszcza na etapie szybkiego prototypowania, personalizacji wyrobów, testowania nowych materiałów i koncepcji. Efekty tych prac są doceniane przyznaniem nagród i zdobyciem grantów na prowadzenie dalszych badań i projektów w tej przyszłościowej dziedzinie. Interdyscyplinarny charakter technologii przyrostowych sprawia, że drukarki 3D różnego typu oraz stanowiska do komputerowego wspomaganego projektowania wytwarzania przyrostowego stają się ważnym elementem praktyki badań i projektów naukowych oraz procesu dydaktycznego na całej Politechnice.



Przykład cienkościennego wydruku filamentowego
Fot.: Michał Pierewicz

- 1 II** V Mistrzostwa Politechniki Krakowskiej w Szachach zorganizowane przez Akademicki Związek Sportowy PK w Galerii PK „Gil”.
- 4 II** III Zimowy Turniej Tenisa Stołowego o Puchar Dziekana Wydziału Mechanicznego zorganizowany wspólnie przez Wydział Mechaniczny oraz Centrum Sportu i Rekreacji w hali sportowej w Czyżynach.
17. edycja Pucharu Rektora PK w Narciarstwie i Snowboardzie: zawody Wydziału Informatyki i Matematyki oraz Wydziału Inżynierii Materiałowej i Fizyki w Zawoi.
- 9–13 II** Kolejna edycja Love Data Week — międzynarodowego święta danych, w tym roku pod hasłem „Gdzie są dane?”, zorganizowana na PK przez działający w Bibliotece Zespół ds. Otwartej Nauki. Zespół przygotował materiały informacyjne i konsultacje otwarte dotyczące deponowania danych badawczych w repozytorium RODBUK i programów wspierających otwarte publikowanie na PK.
- 12 II** Uroczysta inauguracja małopolskich obchodów 250-lecia niepodległości Stanów Zjednoczonych — w wydarzeniu na Kopcu Kościuszki w Krakowie, z udziałem przedstawicieli dyplomacji USA, uczestniczył dziekan Wydziału Mechanicznego PK prof. Marek Kozieln.
- 13 II** V Konferencja „Odważne w Nauce” w Muzeum Sztuki i Techniki Japońskiej „Manggha” w Krakowie. Rozstrzygnięto konkurs „Odważne w Nauce”, wśród 12 wyróżnionych dr hab. inż. Magdalena Niemczewska-Wójcik, prof. PK, prorektor ds. nauki Politechniki Krakowskiej, otrzymała nagrodę w kategorii „Wspierająca Naukowczyni”.
- 16 II** 17. edycja Pucharu Rektora PK w Narciarstwie i Snowboardzie: zawody Wydziału Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej oraz Wydziału Inżynierii i Technologii Chemicznej w Spytkowicach.
- 18 II** Podpisanie umowy o współdzieleniu aparatury badawczej, służącej m.in. projektom z obszaru akustyki między Politechniką Krakowską i Siecią Badawczą Łukasiewicz — Instytutem Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Centrum Bezpieczeństwa Pożarowego i Akustyki.
- 20 II** Gala Nauki Polskiej w Teatrze Polskim w Warszawie, podczas której wręczono Nagrody Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, wśród laureatów znaleźli się przedstawiciele PK: dr inż. Monika Topa-Skwarczyńska z Wydziału Inżynierii i Technologii Chemicznej (za działalność naukową) oraz zespół 21 nauczycieli akademickich Wydziału Architektury PK (za działalność dydaktyczną).
- Wernisaż wystawy fotografii śp. dr. inż. Michała Marczyka — wieloletniego pracownika Wydziału Mechanicznego PK, naukowca i pasjonata fotografii, w Centrum Kultury Podgórze — Dwór Czeczów w Krakowie. Wystawa dostępna dla zwiedzających do 29 marca 2026 r.
17. edycja Pucharu Rektora PK w Narciarstwie i Snowboardzie: zawody Wydziału Inżynierii Lądowej oraz międzyuczelniany finał w Spytkowicach.
- 21 II** Turniej Tańców Polskich „O Ziarno Maku na Obwarzanku”, współorganizowany przez zespół taneczny „Maki i Powoje” oraz Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej PK w Hali Widowiskowo-Sportowej PK przy ulicy Kamiennej.
- 23 II** Posiedzenie Kolegium Rektorów Szkół Wyższych Krakowa w Auli Collegium Novum Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Wernisaż wystawy „Wolę róż”, zorganizowanej przez Fundację V Art i Związek Polskich Artystów Plastyków w Galerii PK „Kotłownia”.
- 25 II** Kolejny wykład otwarty Krakowskiego Stowarzyszenia Edukacji „Ekonomed” i PK: prof. Agnieszka Słowik, kierownik Oddziału Klinicznego Neurologii SU „Współczesne możliwości leczenia udaru mózgu”.
- 26 II** Wernisaż wystawy prac semestralnych studentów V semestru kierunku architektura krajobrazu Wydziału Architektury PK pt. „Projekty parku akademickiego na kampusie PK w Czyżynach”, w Galerii PK „Gil”.
- 27 II** Uroczystość nadania tytułu *doctora honoris causa* Politechniki Krakowskiej prof. Ryszardowi Tadeusiewiczowi w Collegium Novum UJ.

Środki z KPO pozwolą Politechnice wejść w decydujący etap cyfrowej transformacji

ZDJĘCIA:
ZE ZBIORÓW MNISW

Strategia rozwoju i powiązany z nią wieloletni plan inwestycyjny Politechniki Krakowskiej wejdą w kolejny etap realizacji dzięki środkom z Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności (KPO). Uczelnia pozyskała ponad ćwierć miliarda złotych z instrumentu „Pożyczka na cyfryzację”, z przeznaczeniem na kompleksowy projekt inwestycji w infrastrukturę teleinformatyczną. Politechnika Krakowska jest jedną z dwóch pierwszych uczelni, które zdobyły dofinansowanie z KPO, obok Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. Umowa z Bankiem Gospodarstwa Krajowego została podpisana 26 lutego w Warszawie, w obecności wicepremiera i ministra cyfryzacji Krzysztofa Gawkowskiego oraz ministra nauki i szkolnictwa wyższego Marcina Kulaska, przez prof. Andrzeja Szarata, rektora Politechniki Krakowskiej i prof. Jerzego Andrzeja Przyborowskiego, rektora Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego.

Dzięki środkom z KPO Politechnika zmodernizuje swoją infrastrukturę teleinformatyczną dla zwiększenia jej wydajności i bezpieczeństwa. Kluczowe w politechnicznym projekcie jest stworzenie międzybudynkowych połączeń światłowodowych oraz ujednoczenie sieci dystrybucyjnej wewnątrz budynków. W planach jest także budowa nowoczesnej serwerowni z systemami awaryjnego podtrzymania zasilania, klimatyzacji precyzyjnej i monitoringu. Uczelnia zakupi nowy sprzęt sieciowy, serwery oraz macierze dyskowe, aby zwiększyć moc obliczeniową oraz przestrzeń na usługi i dane. Stanowiska pracy oraz laboratoria zostaną wyposażone w nowoczesny sprzęt komputerowy. Wdrożony zostanie system zarządzania budynkami do optymalizacji zużycia mediów. Uruchomiony będzie również system do monitorowania stanu urządzeń w sieci. Projekt obejmuje też zakup niezbędnych licencji oraz aktualizację kluczowych platform. W celu wzmocnienia cyberbezpieczeństwa zostanie zakupiona usługa Security Operations Center. Całość działań ma na celu stworzenie nowoczesnej, bezpiecznej i łatwej w zarządzaniu infrastruktury IT.

— *Pozyskanie finansowania w tak bezpiecznej i atrakcyjnej biznesowo formie to wydarzenie o charakterze strategicznym dla Politechniki Krakowskiej* — mówi prof. Andrzej Szarata, rektor Politechniki Krakowskiej. — *Sięgamy po środki z KPO, aby w sposób kompleksowy i metodyczny zmodernizować infrastrukturę cyfrową naszej uczelni. To inwestycja nie tylko w sprzęt i systemy, ale przede wszystkim w jakość kształcenia, konkurencyjność badań naukowych oraz bezpieczeństwo całej wspólnoty akademickiej. Środki w wysokości ponad 254 mln złotych pozwolą nam zbudować nowoczesne i bezpieczne środowisko teleinformatyczne — od nowych sieci i serwerowni, przez rozbudowę zaplecza IT, po wdrożenie zaawansowanych rozwiązań z zakresu cyberbezpieczeństwa, zarządzania infrastrukturą i procesami administracyjnymi*



uczelni. Dzięki cyfrowym inwestycjom zmniejszymy koszty funkcjonowania i zwiększymy efektywność działania uczelni. Preferencyjne, zerowe oprocentowanie oraz długi, 20-letni okres spłaty sprawiają, że możemy prowadzić tę transformację w sposób stabilny finansowo i odpowiedzialny. Dziękuję przedstawicielom rządu oraz Banku Gospodarstwa Krajowego za zaufanie i partnerską współpracę przy realizacji tego przedsięwzięcia.

Łączna kwota pożyczki dla Politechniki Krakowskiej to 254 433 563,78 złotych. Oprocentowanie środków z KPO wynosi 0 proc. w skali roku, okres spłaty to 20 lat (okres karencji 12 miesięcy, finansowanie do 100 proc. kosztów netto, brak opłat i prowizji).

„Pożyczka na cyfryzację” jest jednym z instrumentów KPO. Mogą z niego korzystać samorządy, uczelnie, przedsiębiorcy oraz inne podmioty, realizujące projekty cyfryzacyjne. Pula środków wynosi prawie 2,8 mld złotych. Projekty, na które można przeznaczyć środki, zostały podzielone na trzy grupy: zaawansowane technologie cyfrowe, infrastruktura technologii informacyjno-komunikacyjnych ICT oraz inteligentne sieci energetyczne. ▪ |MAS|

Uroczyste podpisanie umów uczelni z Bankiem Gospodarstwa Krajowego (od lewej): minister nauki Marcin Kulasek; Katarzyna Smyk, dyrektorka Przedstawicielstwa KE w Polsce; minister cyfryzacji Krzysztof Gawkowski; Marta Postuła, wiceprezes BGK; prof. Andrzej Szarata, rektor PK oraz Jerzy Przyborowski, rektor UWM w Olsztynie



Umowę o środkach z KPO podpisali rektor PK Andrzej Szarata i wiceprezes BGK Marta Postuła

Prof. Ryszard Tadeusiewicz *doctorem honoris causa* Politechniki Krakowskiej

ZDJĘCIA: JAN ZYCH



Ryszard Tadeusiewicz

Godność *doctorem honoris causa* Politechniki Krakowskiej otrzymał wybitny uczyony, cieszący się autorytetem w środowisku naukowym w kraju i za granicą, specjalista w zakresie automatyki i robotyki, informatyki oraz biocybernetyki i inżynierii biomedycznej, rektor kilku kadencji Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie — profesor Ryszard Tadeusiewicz. Uroczystość nadania tytułu odbyła się 27 lutego w auli Collegium Novum Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Gratulacje Ryszardowi Tadeusiewiczowi *doctorowi honoris causa* PK składa rektor Andrzej Szarata

Prorektor PK Magdalena Niemczewska-Wójcik wręcza pamiątkowy medal

Uczestników uroczystego posiedzenia Senatu Akademickiego powitał rektor Politechniki Krakowskiej prof. Andrzej Szarata. Przebieg postępowania w sprawie nadania godności doktora honorowego PK przedstawił dziekan Wydziału Informatyki i Matematyki Politechniki Krakowskiej dr hab. inż. Paweł Pławiak, prof. PK.

Poinformował, że z wnioskiem o nadanie tytułu wystąpili profesorowie: Paweł Ocoń, Sławomir Grądziel, Tadeusz Tatar, Jerzy Śladek, Władimir Mituszew, Krzysztof Kluszczyński oraz Marcin Banach. Wniosek przedstawiono rektorowi PK prof. Andrzejowi Szaracie 20 grudnia 2024 r., zaś 26 lutego 2025 r. Senat PK podjął uchwałę w sprawie przeprowadzenia postępowania o nadanie tytułu *doctorem honoris causa*. Na promotora wniosku o nadanie godności Senat PK wskazał 25 marca 2025 r. prof. Błażeja Skoczenia, a o opinie zwrócił się do Politechniki Łódzkiej oraz Politechniki Gdańskiej. Recenzentami zostali — prof. Paweł Strumiłło z Politechniki Łódzkiej i prof. Bożena Kostek z Politechniki Gdańskiej. Swe poparcie Senat Politechniki Łódzkiej wyraził 18 czerwca 2025 r., a Senat Politechniki Gdańskiej — 22 października 2025 r. W wyniku przeprowadzonego postępowania Senat PK 26 listopada 2025 r. podjął decyzję o nadaniu prof. Ryszardowi Tadeusiewiczowi tytułu *doctorem honoris causa*.

Laudację wygłosił prof. Błażej Skoczeń. Podkreślił, że prof. Ryszard Tadeusiewicz należy do grona najwybitniejszych i najbardziej wpływowych naukowców w swojej dziedzinie, a jego osiągnięcia mają charakter pionierski i wywarły trwały wpływ na rozwój nauki. „Ucieleśnia wzorzec uczonego, łączącego twórczą odwagę badawczą z odpowiedzialnością za kierunki naukowo-technologicznego rozwoju współczesnego świata. Jest jednym z filarów nauk inżyniersko-technicznych w Polsce i na świecie” — mówił. Łaciński tekst dyplomu doktorskiego odczytała prorektor ds. nauki dr hab. inż. Magdalena Niemczewska-Wójcik, prof. PK. Dyplom wręczył rektor Politechniki Krakowskiej prof. Andrzej Szarata, który jako pierwszy złożył prof. Ryszardowi Tadeusiewiczowi gratulacje. Zabrzmiała pieśń „Gaudeamus igitur” w wykonaniu Akademickiego Chóru PK.

Zebrani w auli Collegium Novum mieli możliwość zapoznać się z wykładem wygłoszonym przez nowego



doktora honorowego PK. Tytuł wystąpienia brzmiał: „Jak medycyna połączyła się z techniką i co z tego wynikało”. Autor przywołał kilka faktów z wczesnej historii medycyny, przypomniał o rozwoju jej naukowych podstaw w XIX w. i XX w., opartych na osiągnięciach biochemii, ale i spostrzeżeniu, że to „mechanizm”, który można badać i, co ważne, wspomagać narzędziami technicznymi. Odnosząc się do demograficznych prognoz i obaw wynikających z faktu starzenia się społeczeństwa, ale i niepokojących statystyk o braku lekarzy i kurczeniu się dostępności do opieki medycznej, uznał, że pomoc może tylko dobre nasycenie placówek medycznych nowoczesnymi rozwiązaniami technicznymi. (Pełny tekst wykładu publikujemy na s. 21–24).

Podczas uroczystości prof. Ryszardowi Tadeusiewiczowi towarzyszyli członkowie rodziny — jego małżonka Małgorzata Tadeusiewicz, a także córka Joanna Szaleniec, zięć i wnuczek. Licznie przybyli przedstawiciele AGH: rektor prof. Jerzy Lis oraz prorektorzy obecnej kadencji, a także dziekani wydziałów i pracownicy uczelni. Obecni byli przedstawiciele krakowskich uczelni — Uniwersytetu Jagiellońskiego, Uniwersytetu Komisji Edukacji Narodowej, Uniwersytetu Rolniczego, jak również prof. Jan Ostrowski, prezes Polskiej Akademii Umiejętności, prof. Barbara Bilińska, wiceprezes Oddziału Polskiej Akademii Nauk w Krakowie i Ewa Mańkiewicz-Cudny, prezes Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT. Społeczność Politechniki Krakowskiej reprezentowali członkowie Senatu PK, m.in. dziekani i prodziekani, a także rektorzy poprzednich kadencji, profesorowie: Kazimierz Flaga, Marcin Chrzanowski, Kazimierz Furtak i Jan Kazior.

Druga część uroczystości odbyła się na Politechnice Krakowskiej. W holu budynku głównego PK przy ulicy Warszawskiej 24 odsłonięto pamiątkowy napis informujący o 48. *doctorze honoris causa* PK, po czym goście spotkali się z uhonorowanym w Sali Senackiej PK.

Ryszard Tadeusiewicz urodził się w 1947 r. w Środzie Śląskiej. Studia ukończył w 1971 r. na Wydziale Elektrotechniki Górniczej i Hutniczej w Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. Pracę doktorską pt. „Wybrane zagadnienia rozpoznawania obrazów dźwiękowych” obronił w 1975 r. (promotorem w przewodzie doktorskim był doc. Antoni Pach — twórca polskiej telekomunikacji). W 1976 r. podjął studia na Wydziale Lekarskim Akademii Medycznej w Krakowie, jednak ich nie ukończył, ale zainteresowanie medycyną przyniosło owoce na styku nauk technicznych i medycznych. Studiował również metody matematyczne i informatyczne w ekonomii. Stopień naukowy doktora habilitowanego w zakresie automatyki uzyskał w 1980 r. na podstawie rozprawy habilitacyjnej pt. „Głosowa łączność człowieka z maszyną cyfrową”. Tytuł profesora nadzwyczajnego nadano mu w 1986 r., a profesora zwyczajnego nauk technicznych — w 1991 r.

Swoją drogę zawodową rozpoczął w 1971 r. w Akademii Górniczo-Hutniczej. Na tej uczelni pracuje po dziś dzień. Był kierownikiem Samodzielnej Pracowni Biocybernetyki (1974–1982), wicedyrektorem Instytutu Automatyki,



Dziekan Wydziału Informatyki i Matematyki PK Paweł Pławiak



Laudację wygłasza Błażej Skoczeń

Ryszard Tadeusiewicz w gronie najbliższych: małżonki oraz córki i wnuczki





Pracownicy Wydziału Informatyki i Matematyki PK przekazali nowemu doktorowi honoris causa PK wyrazy uznania

Inżynierii Systemów i Telekomunikacji (1980–1988), kierownikiem Zakładu Biocybernetyki (1980–1992), kierownikiem Katedry Automatyki i Laboratorium Biocybernetyki w tej Katedrze (1997 r.). W 1996 r. powierzono mu funkcję prorektora AGH ds. nauki, a w 1998 r. został wybrany na rektora uczelni; reelekcję uzyskał w 1999 r. i w 2002 r. (urząd sprawował do 2005 r.). Jako rektor AGH został wybrany na członka prezydium Konferencji Rektorów Akademickich Szkół Polskich (KRASP) i na przewodniczącego Konferencji Rektorów Polskich Uczelni Technicznych (KRPUT).

Działalność naukową prof. Ryszarda Tadeusiewicza wyróżnia podejście interdyscyplinarne. Prowadzi badania nad cybernetycznym modelowaniem systemów biologicznych, zagadnieniami biocybernetyki i inżynierii biomedycznej, zastosowaniami sztucznych sieci neuronowych. Uważany jest za prekursora aż 6 nowych kierunków badawczych w Polsce. W dorobku ma ponad 1400 prac naukowych (publikował w periodykach naukowych w kraju i za granicą; prezentował je na ponad 300 konferencjach naukowych). Jest autorem 128 monografii naukowych i innych książek, m.in. cenionych i wznawianych podręczników, 12 książek popularnonaukowych. W przypadku 68 monografii wieloautorskich pełnił rolę redaktora.

Wniósł ogromny wkład w kształcenie nowych kadr naukowych: wypromował 76 doktorów, zrecenzował 361 rozpraw doktorskich, pełnił rolę recenzenta w 181 przewodach habilitacyjnych oraz opiniował 168 wniosków o tytuł profesora. Jest cenionym wykładowcą.

Od ponad 30 lat jest nieustrudzonym popularyzatorem nauki, swoje popularnonaukowe felietony prezentuje m.in. w prasie, w Internecie i w rozgłośniach radiowych (Radio Kraków, RMF Classic). Został wyróżniony tytułem Mistrza Mowy Polskiej (2002 r.) i Popularyzatora Nauki (2018 r.).

Angażował się w działalność licznych gremiów naukowych: zasiadał w Komitecie Badań Naukowych

I i II kadencji (1990–1997), także w późniejszej Radzie Nauki w Ministerstwie Nauki i Szkolnictwa Wyższego; był członkiem Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów (2003–2015). Jest członkiem korespondentem Polskiej Akademii Umiejętności (od 1998 r.; w 2003 r. był założycielem Komisji Nauk Technicznych i jej pierwszym przewodniczącym) oraz członkiem Polskiej Akademii Nauk (od 2002 r. — członek korespondent, od 2013 r. — członek rzeczywisty). Pełnił funkcję prezesa Krakowskiego Oddziału PAN (2010–2015). Jest członkiem zagranicznym Rosyjskiej Akademii Nauk Przyrodniczych oraz tytularnym Europejskiej Akademii Nauk, Sztuki i Literatury (Académie Européenne des Sciences, des Arts et des Letters). W 2006 r. został wybrany na przewodniczącego Poland Chapter IEEE Computational Intelligence Society — polskiego oddziału Stowarzyszenia Inteligencji Obliczeniowej. Honorowy prezes Polskiego Stowarzyszenia Sztucznej Inteligencji, wiceprezes Polskiego Towarzystwa Sieci Neuronowych, członek honorowy Polskiego Towarzystwa Informatycznego (jeden z założycieli w 1981 r.).

Laureat wielu nagród. Odznaczony: Srebrnym Krzyżem Zasługi, Medalem Komisji Edukacji Narodowej, Krzyżem Oficerskim i Krzyżem Komandorskim Orderu Odrodzenia Polski oraz Krzyżem Komandorskim z Gwiazdą OOP. Jak dotąd doktorat honorowy przyznało mu 15 uczelni, w tym Politechnika Krakowska.

Prof. Ryszard Tadeusiewicz od kilkudziesięciu lat współpracuje z Politechniką Krakowską. Wspierał uczelnię w kształtowaniu i promowaniu młodych kadr — kilku pokoleń pracowników naukowych PK, a także w inicjowaniu i rozwijaniu kierunków badawczych oraz kierunków kształcenia, m.in. w zakresie sieci neuronowych, elektrotechniki i informatyki. Jako rektor AGH przyczynił się też do wzmocnienia dobrych relacji pomiędzy obydwooma uczelniami, jednocząc środowisko akademickie. Przez wiele lat współpracował z Kolegium Redakcyjnym „Zeszytów Historycznych Muzeum PK” w trosce o upowszechnianie dorobku inżynierskiego Tadeusza Kościuszki, patrona PK.

• [R., K.T.]



Merytoryczne wsparcie PK dla samorządów wobec nowych wyzwań

XI Europejski Kongres Samorządów

Hasłem przewodnim tegorocznego Kongresu w Mikołajkach było „Samorząd w czasach niepewności — lokalne odpowiedzi na globalne wyzwania”. W poszukiwaniu tych odpowiedzi europejskim samorządowcom pomagali specjaliści Politechniki Krakowskiej, która była głównym partnerem merytorycznym XI edycji kongresu. Delegacja uczelni wzięła udział 2–3 marca w licznych dyskusjach i panelach, w czasie których dzieliła się ekspercką wiedzą i doświadczeniem, rozmawiając m.in. o cyberzagrożeniach; rozwoju regionów ze szczególnym uwzględnieniem polityki transportowej; rozwoju sztucznej inteligencji; inteligentnych miastach czy gotowości systemu edukacji na wyzwania przyszłości.

Moderatorem sesji plenarnej poświęconej roli samorządów w obliczu współczesnych kryzysów i dynamicznych zmian był rektor PK prof. Andrzej Szarata. W dyskusji udział wzięli wicepremier Krzysztof Gawkowski; Agata Wojda, prezydentka Kielc; Marcin Kuchciński, marszałek województwa warmińsko-mazurskiego; Zbigniew Wojas, wójt gminy Gdów oraz Rafał Holanowski, prezes Zarządu Supra Brokers SA.

Prof. Andrzej Szarata podkreślił, że choć Polska jest dziś jedną z największych gospodarek świata, a poziom życia w miastach znacząco się poprawił, to „wciąż jesteśmy głodni sukcesu” i nie możemy tracić tempa rozwoju. Rektor Politechniki Krakowskiej zwrócił uwagę, że wojna w Ukrainie i napięcia międzynarodowe bezpośrednio wpływają na funkcjonowanie samorządów, które są najbliżej mieszkańców i jako pierwsze reagują na kryzysy. Wicepremier i minister cyfryzacji Krzysztof Gawkowski przypomniał, że codziennie toczy się walka w cyberprzestrzeni i poinformował o inwestycjach, mających

wzmocnić system bezpieczeństwa cyfrowego państwa. Rozmówcy przyznali, że cyberbezpieczeństwo musi zostać podniesione na poziomie zarówno technicznym, infrastrukturalnym, jak i w zakresie przeszkolenia pracowników samorządowych.

Cyberbezpieczeństwo i sytuacje kryzysowe

Przeciwdziałaniu nasilającym się cyberzagrożeniom wobec samorządów poświęcono panel moderowany przez dr. Grzegorza Gancarzewicza, specjalistę w zakresie matematyki dyskretnej, algorytmów, kryptografii i sztucznej inteligencji. Omawiano sposoby współpracy pomiędzy partnerami publicznymi i prywatnymi w celu ochrony systemów krytycznych i danych.

Specyfikę zarządzania w sytuacjach kryzysowych rozwinęto w panelu moderowanym przez mgr. inż. Macieja Gibasa, uczestniczył w nim także dr inż. Daniel Kubek. Głównym wątkiem było wykorzystanie sztucznej inteligencji m.in. do automatyzacji ogłaszania alertów, ich tłumaczeń oraz ustalania kolejności realizacji zgłoszeń. Jak przyznał mgr inż. Maciej Gibas: — *Doszliśmy do wniosku, że sztuczna inteligencja nigdy nie wyprze doświadczonego specjalisty, człowieka.*

W debatach o sztucznej inteligencji nie zabrakło wątku o jej wykorzystaniu w urzędach administracji publicznej. Panel poświęcony temu zagadnieniu moderował dr inż. Paweł Jarosz. Choć nie przewiduje się jeszcze, by AI miała zastąpić urzędników, ale może mocno zmienić funkcjonowanie urzędów. Sztuczna inteligencja może być narzędziem, pozwalającym przyspieszyć procedury, lepiej analizować dane, a przez to sprawniej zarządzać usługami.



W sesji plenarnej udział wzięli (od lewej): moderator Andrzej Szarata, rektor PK; wicepremier Krzysztof Gawkowski; Agata Wojda, prezydentka Kielc; Marcin Kuchciński, marszałek województwa warmińsko-mazurskiego; Zbigniew Wojas, wójt gminy Gdów oraz Rafał Holanowski, prezes Zarządu Supra Brokers SA
 Fot.: 11 Europejski Kongres Samorządów

Nagrodę Samorządowic Roku 2025 z rąk rektora Politechniki Krakowskiej Andrzej Szarata odbiera prezydent Lubina Robert Raczyński
 Fot.: 11 Europejski Kongres Samorządów



Gospodarka

Ważny wątek partnerstwa dla gospodarki pomiędzy samorządem, lokalnym biznesem a uczelniami poruszono podczas panelu moderowanego przez prof. Agnieszkę Sobczak-Kupiec, prodziekan Wydziału Inżynierii Materiałowej i Fizyki PK oraz ekspertkę Komisji Europejskiej i MNiSW. Wzięli w nim udział przedstawiciele tych trzech sektorów z Polski i zagranicy, dyskutując o dostosowaniu programów kształcenia do potrzeb rynku pracy, wspieraniu innowacji i tworzeniu specjalnych stref ekonomicznych. Prof. Agnieszka Sobczak-Kupiec zaznaczyła: — *We współczesnych realiach Europy Środkowo-Wschodniej kluczowym wyzwaniem jest budowa skutecznego ekosystemu transferu technologii, takiego, który realnie połączy naukę, biznes i samorząd.*

O tym, jak rozwój sektora małych i średnich przedsiębiorstw może być kluczem do silnych regionów, specjaliści z Polski, Włoch i Ukrainy rozmawiali w trakcie panelu moderowanego przez dr hab. inż. Bożenę Tyliszczak, prof. PK, dyrektor Centrum Zaawansowanych Materiałów Funkcjonalnych i Technologii Biomimetycznych na Politechnice Krakowskiej. Na wstępie podkreśliła ona znaczenie MŚP: — *Współczesna konkurencyjność coraz częściej rozstrzyga się na poziomie regionów. Małe i średnie przedsiębiorstwa stanowią fundament zarówno innowacji, jak i stabilnej gospodarki i jej rozwoju.* Paneliści poruszali nie tylko temat sposobu wspierania tego rozwoju (np. poprzez ułatwienia finansowania innowacji), ale także kwestię włączenia do tego procesu potrzeb lokalnych społeczności.

Przyszłość edukacji

Nieprawdopodobny rozwój sztucznej inteligencji wywiera ogromny wpływ na pracę dydaktyczną na uczelniach. Wyzwania z tym związane były tematem debaty moderowanej przez Szymona Ossowskiego, dziekana Wydziału Nauk Politycznych i Dziennikarstwa Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. W dyskusji udział wzięli przedstawiciele administracji rządowej oraz rektorzy wiodących uczelni w Polsce. Wśród nich był rektor PK prof. Andrzej Szarata, który wskazywał, że sztuczną inteligencję należy traktować jako narzędzie wspierające studentów i proces dydaktyczny, ale wymienił też niebezpieczeństwa związane z nową technologią: — *AI może powodować u jej użytkownika*

mylne wrażenie, że wszystko wie. Tymczasem nie zawsze mamy kompetencje, by zweryfikować, czy narzędzia AI przekazują nam prawdziwe informacje. Prof. Andrzej Szarata podsumował zagrożenia: — *Korzystanie ze sztucznej inteligencji wymaga fundamentalnej wiedzy w danej dziedzinie. W przeciwnym razie staje się niebezpieczne.* Wyzwaniem dla szkolnictwa wyższego jest zatem przekonanie młodych ludzi, że muszą zrozumieć podstawy, zdobyć wiedzę, która pozwoli im znaleźć właściwe rozwiązanie danego problemu oraz umożliwi realizowanie rzeczy bardziej zaawansowanych i rozwijanie się w danej dziedzinie. Jednak rektor Politechniki Krakowskiej optymistycznie patrzy na narzędzia sztucznej inteligencji, traktując je m.in. jako wsparcie badań naukowych.

O tym, jaka powinna być rola władz państwowych wobec wyzwań przyszłości w systemie edukacji, rozmawiano w czasie panelu z udziałem dr Natalii Ryłko. Omówiono dynamicznie zachodzące zmiany technologiczne, demograficzne i społeczne. Wymagają one elastyczności polityki edukacyjnej, sprzyjającej wspieraniu kompetencji niezbędnych w przyszłości. Kluczową rolę mają władze państwowe i regionalne, które powinny wspierać innowacyjność, wyrównywać szanse rozwojowe i zapewnić najwyższą jakość programów kształcenia, dopasowanych do potrzeb rynku pracy. Jednym ze sposobów na osiągnięcie tego mają być m.in. inwestycje w cyfryzację i infrastrukturę.

Wyzwania społeczne

Specjaliści Politechniki Krakowskiej zabrali głos nie tylko w sprawach technicznych, wykazali się odpowiedzialnością także w sprawach społecznych. Lepszemu wykorzystaniu mediów społecznościowych w służbie informacji publicznej poświęcony był panel, w którym brała udział mgr Anna Chmura, kierowniczka Działu Promocji PK. Dyskusja dotyczyła polepszenia komunikacji samorządu z mieszkańcami — m.in. przez wypracowanie standardów, które ułatwią dostęp do informacji. Przedstawiono zarówno przykłady dobrych praktyk dla kanałów informacyjnych różnych jednostek, jak i sposoby mierzenia ich efektywności.

Innym ważnym społecznie tematem związanym z siecią było wykluczenie cyfrowe wśród osób starszych. O tym, jak zapobiegać temu zjawisku, dyskutowano w trakcie panelu, którego uczestnikiem był dr inż. Zbigniew Pilch. Problem wykluczenia cyfrowego seniorów narasta wraz ze zwiększaniem się zakresu usług cyfrowych, oferowanych właśnie przez samorządy. Oprócz konieczności stworzenia przyjaznego dla wszystkich użytkowników cyfrowego samorządu, dochodzi kwestia powszechnej edukacji w zakresie zapobiegania internetowym zagrożeniom.

Miasta

Rozwój miast i strategiczne decyzje, które je kształtują, były tematem panelu z udziałem wójarzy Ełku, Koszalina i Limanowej oraz dr inż. Aleksandry Ciastoń-Ciulkin. Rozmowę m.in. o wpływie kolei na rozwój miast, ekspansji na peryferiach, a także o rewitalizacji moderował dr inż. Krysztian Banet, specjalista w zakresie wayfindingu i projektowania graficznego na potrzeby transportu publicznego.

Wizji prawdziwie inteligentnych miast poświęcono panel, w którym uczestniczył mgr inż. Konrad Chwastek. Wiąże się z tym trwająca już cyfrowa transformacja administracji, która coraz bardziej korzysta z technologii Big Data, IoT i AI. Wraz z cyfrowym postępem, zwiększającym efektywność usług publicznych, nie można jednak zapomnieć o odpowiedzialności za mieszkańców. W panelu zastanawiano się więc nie tylko nad dostępnością do usług, ale i nad mechanizmami kontroli nad decyzjami podjętymi na podstawie algorytmów.

Rozwój i przyszłość transportu

Politechnika Krakowska może wykazać się wysokimi kompetencjami w zakresie transportu. Dotyczy to m.in. transportu publicznego, borykającego się z rosnącymi kosztami, którym towarzyszą coraz wyższe wymagania stawiane przez społeczeństwo. W panelu prowadzonym przez mgr inż. Konrada Chwastka, z udziałem dr inż. Saby Ny Puławskiej-Obiedowskiej, burmistrza Sulejowa i przedstawicieli organizacji pozarządowych zastanawiano się nad innowacyjnymi rozwiązaniami możliwymi do wdrożenia w transporcie publicznym. Oprócz spraw technicznych poruszono kwestię skutecznej koordynacji współpracy na poziomie lokalnym, krajowym i europejskim.

Europejska polityka transportowa, której kluczowym narzędziem integracji gospodarczej i przestrzennej jest transeuropejska sieć transportowa TEN-T, była tematem panelu z udziałem dr hab. inż. Alicji Kowalskiej-Koczwar, prof. PK. Poruszono wyzwania związane m.in. z finansowaniem inwestycji, zapewnieniem zrównoważonej mobilności i dostosowaniem infrastruktury do wymogów transformacji klimatycznej. Dr hab. inż. Alicja Kowalska-Koczwar, prof. PK dodała: — *Poruszyłam przede wszystkim kwestię rozpoznawalności projektu transeuropejskiej sieci transportowej TEN-T, a także standaryzacji przepisów w zakresie prawa budowlanego w krajach, przez które ta sieć ma przechodzić.*

Jednym ze strategicznych systemów transportu jest transport wodny. Stojącym przed nim wyzwaniom poświęcono

był panel, w którym brał udział dr inż. Andrzej Wolak. Dyskusja dotyczyła m.in. rozwoju żeglugi śródlądowej, równoważenia potrzeb gospodarki, lokalnych społeczności i ochrony środowiska.

Współpraca PK z samorządami

XI Europejski Kongres Samorządów potwierdził swoje znaczenie jako największe samorządowe wydarzenie — rekordową statystyką i najwyższym poziomem merytorycznym. W tym roku w malowniczych Mikołajkach nad brzegiem jeziora Tałty spotkało się ponad 3 tys. osób. Organizator, Fundacja Instytut Studiów Wschodnich, stworzył taką formułę wydarzenia, która pozwala na spotkanie liderów władz lokalnych i europejskich regionów, a jest przy tym otwarta na przedstawicieli administracji centralnej, świata nauki, biznesu, polityki, mediów oraz organizacji pozarządowych. Uczestnictwo Politechniki Krakowskiej w tej platformie spotkań sprzyja wymianie wiedzy i doświadczeń, prezentowania dokonań uczelni oraz nawiązywaniu kontaktów i rozwijaniu współpracy z jednostkami samorządowymi w całej Europie.

W Mikołajkach była obecna mgr Monika Firlej, pełnomocniczka rektora PK ds. współpracy z samorządami. Politechnika oferuje samorządom swoją wiedzę i innowacyjne technologie, realizując badania, szkolenia tematyczne oraz dostarczając ekspertyzy oraz nowoczesnych rozwiązań w zakresie infrastruktury, transportu, budownictwa, ochrony środowiska i cyfryzacji. Uczelnia zapewnia wsparcie w realizacji projektów zrównoważonego rozwoju, innowacyjnej gospodarki komunalnej, optymalizacji procesów zarządzania przestrzenią miejską oraz wdrażania inteligentnych technologii. Interdyscyplinarne zespoły specjalistów PK łączą wiedzę i doświadczenie w kluczowych obszarach, takich jak architektura i urbanistyka, telekomunikacja, inżynieria lądowa, mechaniczna, środowiskowa oraz energetyka, tworząc kompleksowe i praktyczne rozwiązania dla samorządów.

▪ [W.D., B.K.]



Delegacja Politechniki Krakowskiej na XI Europejskim Kongresie Samorządów w Mikołajkach
Fot.: Ze zbiorów Działu Promocji PK

Inżynieria sukcesu — *spin-off* Prodmot Sp. z o.o. przeciera szlaki studenckiej komercjalizacji na PK



Politechnika Krakowska potwierdza swoją rolę inkubatora talentów. Założony 15 stycznia *spin-off* Prodmot to dowód na to, że droga od studenckiego koła naukowego do własnej firmy technologicznej jest realna i systemowo wspierana. Nowy podmiot zajmie się projektowaniem i wdrażaniem innowacji w sektorze *automotive* i w motorsporcie.

Od bolidu do biznesu

Prodmot tworzy zespół absolwentów i studentów Wydziału Mechanicznego, którzy w ramach koła naukowego PK MechPower, pod okiem dr. inż. Adama Kota, zbudowali pierwszy elektryczny bolid Formuły Student. Wykładowcy z PK przekazali studentom wiedzę techniczną, zapewniając warunki do pracy twórczej i prototypowania oraz wsparcie merytoryczne. Dzięki finansowaniu i przestrzeniom w ramach FutureLab zespół PK MechPower mógł realizować prace badawczo-rozwojowe (B+R), które stały się źródłem specjalistycznych kompetencji założycieli nowej spółki. Jednak rozwiązywanie problemów inżynierskich to nie wszystko, z czym muszą mierzyć się przyszli start-upowcy. Udział w wydarzeniach organizowanych przez koła naukowe wiąże się także z wyzwaniem logistycznymi

i organizacyjnymi, obejmującymi pozyskiwanie funduszy i koordynację całego przedsięwzięcia. Zdobyte w ten sposób doświadczenie okazało się bezcenne przy wchodzeniu na nowy poziom działalności.

— Powstanie spółki Prodmot to dowód na to, że PK nie tylko kształci świetnych inżynierów, ale tworzy ekosystem, w którym odważne idee studentów zamieniają się w rynkowe sukcesy. To nasze politechniczne know-how w praktyce: łączymy naukę z dynamicznym segmentem nowoczesnych technologii i rynkowych kompetencji — podkreśla rektor PK, prof. Andrzej Szarata.

Ekspertskie wsparcie w drodze na rynek

Kluczowym ogniwem procesu komercjalizacji była wielomiesięczna współpraca młodych inżynierów ze spółką celową Politechniki Krakowskiej INTECH PK. Jej eksperci pomagali opracować model biznesowy, przygotować umowę założycielską spółki i przeprowadzili założycieli Prodmot przez gąszcz formalności. To doradztwo pozwoliło zamienić pasję w profesjonalny podmiot rynkowy.

— Prodmot to przykład, że studiując na Politechnice Krakowskiej, można dojść do własnej firmy i robić projekty „na serio”. Tak wygląda studiowanie z przyszłością. Cieszę się, że w INTECH PK możemy wspierać drogę od studenckiej energii do realnego start-upu — mówi Izabela Pałuch z INTECH PK.

Pomoc INTECH PK nie kończy się na założeniu spółki, kluczowy jest pierwszy rok, zdobycie przez udziałowców nowych umiejętności związanych z prowadzeniem działalności gospodarczej, rozwijanie produktów i usług oraz skalowanie działalności.

Pasja i wspólna praca

Zarząd spółki tworzą jej główni udziałowcy i założyciele — inżynierowie, których połączyła pasja i wspólna praca w kole naukowym: Krzysztof Borowczyk, Adrian Bryja, Andrzej Matuszewski, Filip Gnojek i Dominik Czupidło. Jak wyjaśnia prezes mgr inż. Krzysztof Borowczyk, absolwent Wydziału Mechanicznego, a obecnie doktorant PK: — To właśnie w zespole PK MechPower stawialiśmy pierwsze wspólne kroki. Zdobyte tam doświadczenie stanowi fundament naszej działalności. Część zespołu nieprzerwanie



Prace INTECH PK zrealizowano w ramach Zadania nr 1 „Inkubator Rozwoju” projektu niekonkurencyjnego pn. „Science4Business — Nauka dla Biznesu”, Programu Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki 2021–2027, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Działanie FENG.02.05.

angażuje się w rozwój koła, dzieląc się wiedzą i inspirując kolejne pokolenia. Teraz mamy kolejną misję — przecieramy szlak studenckich spółek spin-off i mamy nadzieję, że nasz przykład będzie wskazówką dla kolejnych podobnych inicjatyw. Dziękujemy wszystkim, którzy nas w tej drodze wspierają.

Dziś celem Prodmot jest rozwój jako nowoczesnego podmiotu projektowego. — *Koncentrujemy się na projektowaniu, prototypowaniu oraz wdrażaniu nowych technologii, odpowiadających na realne potrzeby rynku, ze szczególnym uwzględnieniem branży automotive* — deklarują założyciele.

Strategia spółki zakłada realizację mniejszych, precyzyjnych projektów w celu budowania *know-how*, by

z czasem podejmować się złożonych przedsięwzięć o dużej skali. Planowane są też wspólne z naukowcami PK realizacje projektów innowacyjnych produktów i usług. Tutaj wsparciem jest program MNiSW „Nauka dla Biznesu / Science4Business”, zadanie Inkubator Rozwoju, wspierający powstawanie akademickich spółek *spin-off* i umożliwiający przygotowanie innowacji technologicznych, które Prodmot będzie mógł komercjalizować w drodze licencji.

Rozpoczęcie działalności przez Prodmot to sygnał, że na Politechnice rodzą się realne rozwiązania biznesowe, a młodzi innowatorzy mogą liczyć na fachowe wsparcie przy transformacji swoich pomysłów w produkty i usługi.

• |R.|

Rekordowa 7. edycja konkursu FutureLab PK

TOMASZ PYTKO

Ponad milion złotych wsparcia dla studenckich innowacji, najwyższa w historii konkursu liczba zgłoszeń, 40 nagrodzonych grup projektowych i kosmicznie wysoki poziom merytoryczny! Tak w skrócie można podsumować tegoroczną, 7. już edycję konkursu na projekty studenckie FutureLab Politechniki Krakowskiej.

Rekordowe 98 wniosków projektowych, zgłoszonych w najnowszej odsłonie konkursu, jest najlepszym wynikiem w 7-letniej historii programu. Rosnący potencjał naukowy i kreatywny studentek oraz studentów Politechniki Krakowskiej sprawił, że Rada Naukowa FutureLab stanęła przed niezwykle trudnym zadaniem. Po wnikliwej analizie i wieloetapowej ocenie wyłoniono laureatów: 40 grup projektowych otrzyma kompleksowe wsparcie finansowe, organizacyjne i promocyjne.

Potencjał naukowy

Najliczniejszą grupę stanowią projekty z obszaru biomedycyny i chemii. Wspierane będą inicjatywy dotyczące ochrony zdrowia (m.in. walka z nowotworami, chorobą Alzheimera, schorzeniami serca czy zakażeniami bakteryjnymi). Nie zabraknie także projektów poświęconych nowoczesnym kosmetykom i preparatom ochronnym skóry, nasza uczelnia jest z nich dobrze znana. W obszarze zdrowia będą rozwijane także innowacje z zakresu terapii manualnej i pamięciowo-sensorycznej oraz projektowania ortez.

Tradycyjnie mocno reprezentowana jest innowacyjna mechanika. Można spodziewać się kolejnych sukcesów zespołów konstruujących roboty, łaziki, rakiety, sondy stratosferyczne, a nawet prototyp lokomotywy. Wśród laureatów znalazły się także przedsięwzięcia wspierające samorządy, wpisujące się w badania i ekspertyzy prowadzone na wydziałach, takie jak interaktywna mapa metra, diagnostyka infrastruktury



Graf.: FutureLab

kolejowej czy rozwiązania z zakresu zrównoważonej urbanistyki. Znaczną część tegorocznych inicjatyw stanowią projekty związane ze sztuczną inteligencją. Obszar ten będzie dodatkowo wzmacniany przez FutureLab poprzez dedykowane działania i programy wsparcia.

— *Doskonale zdaję sobie sprawę z ogromnego potencjału, jaki drzemie w studentach Politechniki Krakowskiej. Z satysfakcją obserwuję dynamiczny rozwój aktywności naszej młodzieży oraz opiekunów. Naszym celem jest jego uruchamianie i wspieranie młodych ludzi w rozwoju naukowym. Ponad milion złotych, które przekazujemy naszym studentom na projekty realizowane razem z FutureLab PK, to dla nas doskonała inwestycja. Inwestujemy w aktywnych młodych inżynierów i dociekliwych naukowców, których badania trafiają w praktyczne potrzeby społeczne, podejmują ambitne wyzwania naukowe i technologiczne* — mówi prof. Andrzej Szarata, rektor Politechniki Krakowskiej.



Jedna z 40 nagrodzonych grup (od lewej): Monika Firlej, dyrektorka FutureLab PK; Agnieszka Sobczak-Kupiec, opiekun naukowy projektu LipoGastro wraz z członkiniami projektu oraz Marek Bauer, prorektor ds. studenckich
Fot.: Jan Zych

Interdyscyplinarność rośnie w siłę

FutureLab PK wspiera studentów kompleksowo: od pierwszej koncepcji, przez etap prototypu, aż po wdrożenie. Zapewnia finansowanie, mentoring, konsultacje eksperckie, dostęp do laboratoriów oraz wsparcie promocyjne. Dzięki temu uczestnicy programu zdobywają doświadczenie projektowe oraz rozwijają przyszłościowe kompetencje inżynierskie i umiejętności, które są kluczowe na rynku pracy.

— *W tegorocznej edycji konkursu aż 7 projektów ma charakter interdyscyplinarny i międzywydziałowy, jest to jeden z najważniejszych kierunków rozwoju konkursu. Naszą misją jest łączenie grup i wskazywanie, w jaki sposób mogą uzupełniać się kompetencyjnie. Efektem są projekty przygotowywane i realizowane wspólnie przez różne koła naukowe* — mówi Monika Firlej, dyrektor FutureLab.

W prace 40 grup nagrodzonych w tym roku zaangażowanych jest 270 studentów ze wszystkich wydziałów uczelni. Swoje kompetencje będą rozwijać przy wsparciu 68 opiekunów naukowych i pomocniczych oraz 20 mentorów. Najwięcej studentów — aż 91 — studiuje na Wydziale Inżynierii i Technologii Chemicznej, 65 członków grup projektowych to studenci Wydziału Mechanicznego. W pozostałych projektach weźmie udział następująca liczba studentek i studentów z poszczególnych wydziałów: 43 — z Wydziału Inżynierii Lądowej, 29 — z Wydziału Inżynierii Materiałowej i Fizyki, 19 — z Wydziału Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej, 17 — z Wydziału Architektury, 10 — z Wydziału Informatyki i Matematyki, 8 — z Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki.

Warto się przyłączyć

Konkurs FutureLab to jedna z wielu ścieżek rozwoju dla zdolnych studentów Politechniki Krakowskiej. Uczelnia dofinansowuje stypendia i szkolenia studentów, wyjazdy studyjne, konferencyjne i konkursowe, zakup materiałów i narzędzi, a także doposażanie pracowni i laboratoriów, w których realizują oni swoje innowacyjne projekty. Warto dodać, że tylko w tym roku ze środków w ramach ministerialnego programu „Studenckie Koła Naukowe tworzą innowacje” pięć zespołów naukowych otrzyma wsparcie na poziomie prawie 320 tys. złotych.

Informacje o konkursie i laureatach można znaleźć na stronie: <https://futurelab.pk.edu.pl/>

Mgr Tomasz Pytko jest managerem projektowym w FutureLab PK.

Śródtytuły pochodzą od redakcji.

Na olimpijskim podium z naukowym wsparciem specjalistów Politechniki

ZDJĘCIA: ZE ZBIORÓW
ŁUKASZA FLAGI

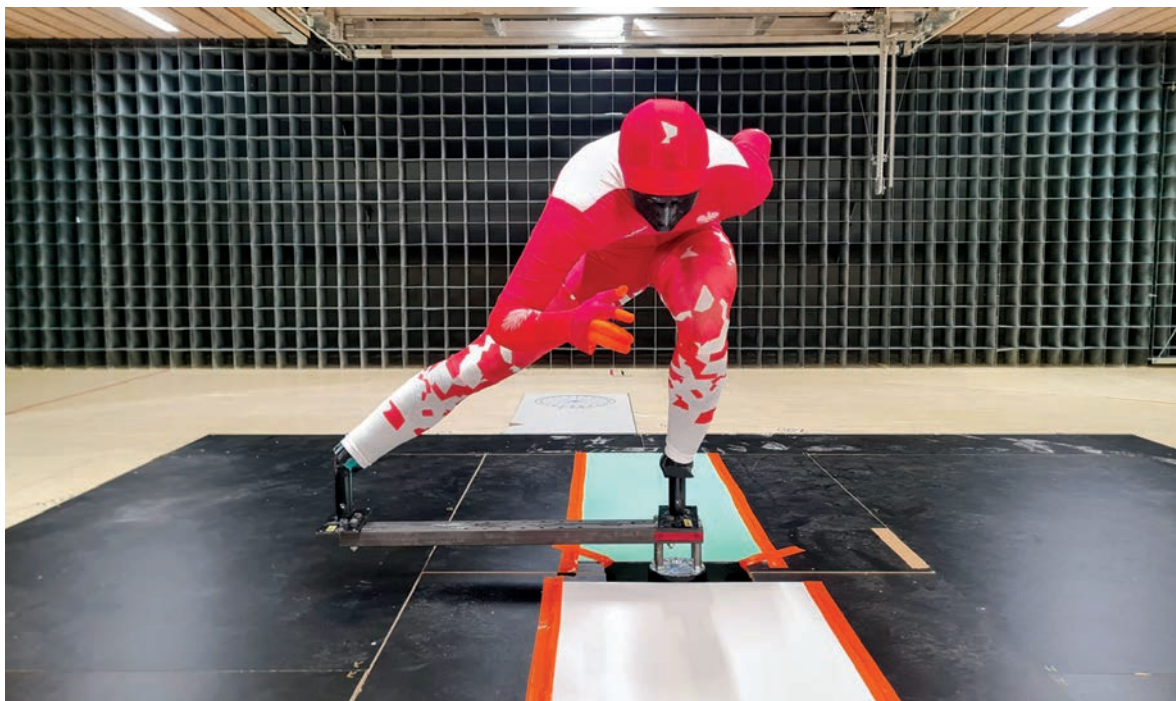
Lodowy tor Zimowych Igrzysk Olimpijskich 2026 we Włoszech był miejscem pomyślnej weryfikacji skuteczności naukowych metod badawczych, opracowanych w laboratoriach Politechniki Krakowskiej. Skorzystał z nich polski łyżwiarz szybki Władimir Semirunnij, zdobywając srebrny medal na dystansie 10 000 metrów.

Przygotowania do olimpijskiego startu objęły m.in. badania aerodynamiczne sylwetki panczenisty oraz sprzętu — kasków, gogli i kombinezonów — w Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej Politechniki Krakowskiej. Badania we współpracy z Polskim Związkiem Łyżwiarstwa Szybkiego, firmą Alone in Drag oraz Instytutem Sportu prowadził dr inż. arch. Łukasz Flaga z Laboratorium Inżynierii Wiatrowej PK. O tym, że tunel aerodynamiczny Politechniki Krakowskiej jest bardzo przydatny w sporcie, przekonano się już wcześniej podczas wspólnych projektów z firmą Alone in Drag, obejmujących m.in. opracowanie

stanowiska pomiarowego dla kolarzy torowych. Osiągnięte efekty zachęciły do współpracy z Politechniką Polski Związek Łyżwiarstwa Szybkiego.

Łyżwiarz w tunelu

Zadaniem było udoskonalenie sprzętu reprezentanta Polski w łyżwiarstwie szybkim. Aby nie zakłócać jego harmonogramu treningów w badaniach uczestniczyli „dublerzy” Władimira, w postaci trzech manekinów. Dr inż. arch. Łukasz Flaga opisuje przebieg prac badawczych: — *W pierwszym etapie projektu badawczego wykonano skan 3D Władimira w najbardziej charakterystycznych pozycjach. Następnie przeprowadzono „mobilizację”, tzn. w ramach modelu 3D wprowadzono cyfrowy szkielet oraz zmodyfikowano, czyli poprawiono elementy pozycji, takie jak położenie głowy, dłoni itd. Na bazie tych plików zaprojektowano trzy manekiny — stalowy szkielet oraz*



Model łyżwiarza w trakcie badań w tunelu aerodynamicznym Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej PK

poszczególne formy fragmentów ciała w druku 3D. Potem wykonaliśmy manekiny w skali 1:1 i umieściliśmy je na stanowisku badawczym w tunelu aerodynamicznym Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej Politechniki Krakowskiej. Najważniejszym urządzeniem pomiarowym była tu 6-składnikowa waga tensometryczna, czyli zaawansowane narzędzie do analizy obciążeń aerodynamicznych — jednoczesnego pomiaru wszystkich sześciu składowych obciążeń, działających na badany obiekt, m.in. siły nośnej, siły oporu, siły bocznej oraz momentów zginających.

Zdecydowały sekundy

Kluczowe było obniżenie oporu, stąd w tunelu aerodynamicznym Politechniki badano manekiny w kilku charakterystycznych pozycjach, ubrane w różne kombinizony, gogle i kaski. Ten ostatni element nie jest często spotykany na torach łyżwiarstwa szybkiego, ale dzięki wynikom badań w tunelu, Władimir Semirunnij zdecydował się na jego użycie w trakcie olimpijskiego biegu. Obliczenia wykazały, że optymalnie dobrany kask mógł dać różnicę czasu między 0,25 sekundy a 0,4 sekundy na kilometr. Konieczne było jednak przeprowadzenia pełnego zakresu badań, gdyż w pewnych pozycjach i zakresach prędkości efekt był negatywny. Prace badawcze prowadzone wspólnie z Alone in Drag oraz Instytutem Sportu wykorzystano także do odpracowania planów treningowych i startowych.

Zdobycie olimpijskiego medalu jest potwierdzeniem zasadności użycia naukowych metod w sporcie i zachęca do poszerzania współpracy. — Jesteśmy na nią otwarci. Mamy dobry punkt wyjścia do bardziej zaawansowanych badań już w perspektywie kolejnych igrzysk olimpijskich. Bez naukowego wsparcia trudno dziś o osiągnięcie sukcesów w sporcie, coraz więcej zawodników, trenerów i federacji to rozumie. Politechnika Krakowska współpracuje tylko w ostatnim roku w zakresie

badań aerodynamicznych m.in. z Polskim Związkiem Narciarskim, kolarzami torowymi, triathlonistami — mówi dr inż. arch. Łukasz Flaga.

Badania na miarę potrzeb

Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej, w którym prowadzone są badania dla sportowców, to unikatowy w skali światowej ośrodek badań w zakresie inżynierii wiatrowej, inżynierii śniegowej i inżynierii środowiska; badań dotyczących m.in. przewietrzania miast, transportu zanieczyszczeń, dynamicznego oddziaływania na smog, systemów wymiany i regeneracji powietrza, analiz wpływów środowiskowych i klimatycznych na konstrukcje, budynki oraz bezpieczeństwo ludzi w nich. Można tu też testować innowacyjne rozwiązania energetyki wiatrowej, rynku materiałów i produktów budowlanych oraz np. rozwiązania wspomagające motoryzację. Centrum badawcze PK jest również gotowe do podejmowania niestandardowych wyzwań inżynierskich, w tym pomagania właśnie sportowcom czy służbom ratowniczym.

• |MAS|

Łukasz Flaga w tunelu aerodynamicznym Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej PK



Innowacyjne projekty politechnicznych kół naukowych ze wsparciem MNiSW

Szósta edycja konkursu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego „Studenckie koła naukowe tworzą innowacje” została rozstrzygnięta 16 lutego. Spośród 400 zgłoszonych wniosków zakwalifikowanych do finansowania zostało 120 projektów. Wśród laureatów jest pięć projektów badawczych studenckich kół naukowych Politechniki Krakowskiej. Otrzymały one wsparcie w łącznej kwocie 318 700 złotych, a aż cztery z nich zdobyły maksymalne dofinansowanie w wysokości 70 tys. złotych.

Nagrodzone projekty z Politechniki Krakowskiej to:

1. „Nowe niekwalencyjne inhibitory EGFR: droga do pokonania oporności w leczeniu niedrobnokomórkowego raka płuca” — Koło Naukowe Chemii i Technologii Leków „Drug Design” (Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej);
2. „Dualna terapia w leczeniu chorób neurodegeneracyjnych* poprzez blokowanie aktywności cholinesteraz

oraz antagonizm receptorów serotoniny 5-HT_{2A}” — Koło Naukowe Analityki Środowiska i Substancji Bioaktywnych (Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej);

3. „Innowacyjne dronowe systemy naprawcze, wykorzystujące nowej klasy materiały fotoutwardzalne do naprawy budowli uszkodzonych w wyniku działań wojennych, w szczególności przez drony bojowe” — Interdyscyplinarne Studenckie Koło Naukowe FutureLab 3D Masters (wiodący wydział: Wydział Inżynierii Lądowej);
4. „Smart-NADES for women: naturalne rozpuszczalniki dla terapii celowanej nowotworów piersi i jajnika” — Koło Naukowe Materiałów Funkcjonalnych SMART-MAT, Sekcja BioMAT (Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki);
5. „Rozwój mobilnej badawczej stacji pomiarowej do napędów raketowych” — Koło Naukowe COSMO PK (Wydział Informatyki i Matematyki). • |J.S.|

ANNA BĄK

Blżej szkół średnich — wiosenne targi edukacyjne 2026



Podczas targów we Włoszczowie.
Fot.: Anna Bąk

Jak co roku, Politechnika Krakowska aktywnie uczestniczy w cyklu targów edukacyjnych, docierając do maturzystów i uczniów szkół ponadpodstawowych w wielu miastach Polski. Obecność uczelni na tego typu wydarzeniach to ważny element strategii promocyjnej — budowania rozpoznawalności marki Politechniki Krakowskiej jako nowoczesnej uczelni technicznej. Celem jest bezpośredni kontakt z kandydatami na studia z różnych regionów kraju oraz prezentacja politechnicznej oferty kształcenia.

Przedstawiciele PK byli już obecni na targach w Oświęcimiu, Rzeszowie, Radomsku. W marcu Politechnika zaprezentuje się m.in. podczas: Świętokrzyskich Targów Edukacyjnych (Kielce, Włoszczowa, Busko-Zdrój); 43. Międzynarodowego Salonu Edukacyjnego w Warszawie; XXVIII Ogólnopolskich Targów „Edukacja” w Katowicach oraz targów w Krośnie, Żywcu, Pszczynie i Cieszynie.

Co oferujemy podczas targów?

Stoisko PK to przestrzeń rozmowy, inspiracji. Można tu uzyskać informację o studiach — zapoznać się z ofertą kształcenia na kierunkach studiów I i II stopnia, a także dowiedzieć się więcej o zasadach rekrutacji na rok akademicki 2026/2027. Odwiedzający stoisko uczniów szkół średnich często zadają pytania o możliwość

zakwaterowania w domach studenckich, wyjazdy zagraniczne czy praktyki zawodowe, współpracę z przemysłem i biznesem. Przedstawiciele uczelni opowiadają im o atutach studiowania w Krakowie oraz możliwości rozwoju naukowego i zawodowego dzięki studiom na PK. Szczególny nacisk podczas takich spotkań kładziony jest na prezentację kierunków odpowiadających na aktualne potrzeby rynku pracy — w obszarze inżynierii, architektury, informatyki, budownictwa, transportu czy nowoczesnych technologii energetycznych.

Dlaczego targi edukacyjne są ważne?

Udział w targach edukacyjnych to świetny sposób, aby budować relacje z kandydatami i doradcami zawodowymi. Bezpośredni kontakt ze studentami oraz pracownikami PK podczas targów pozwala kandydatom na studia lepiej poznać specyfikę studiów technicznych oraz bardziej świadomie planować swoją ścieżkę kariery edukacyjnej, zawodowej. PK natomiast zyskuje wiedzę na temat potrzeb kandydatów na studia, wzmacniając wizerunek uczelni praktycznej, otwartej na potrzeby rynku edukacyjnego i rynku pracy.

Mgr inż. Anna Bąk jest pracownikiem Działu Promocji PK.

Jak medycyna połączyła się z techniką i co z tego wynikło

RYSZARD
TADEUSIEWICZ



W 2024 r. Nagrodę Nobla z fizyki otrzymali John Hopfield oraz Geoffrey Hinton za „fundamentalne odkrycia i wynalazki, które umożliwiają uczenie maszynowe za pomocą sztucznych sieci neuronowych”
Graf.: Jan Zych, AI

Medycyna jest nauką, a po części także sztuką o bardzo długim rodowodzie. Już jaskiniowcy próbowali pomagać sobie wzajemnie przy zranieniach i chorobach — inna rzecz, że robili to często nieudolnie — na przykład bijąc w bębny, żeby wypędzić chorobę albo okadzając pacjenta. Ale przynajmniej próbowali!

Ars curandi

Przekazywany z pokolenia na pokolenie zbiór sprawdzonych procedur leczenia zapoczątkowali 5 tys. lat temu Egipcjanie, gromadzący wiedzę o leczniczym działaniu różnych ziół, olejków i minerałów. Najstarszy pisany dokument na ten temat, tak zwany „Papyrus Ebersa”, napisany około 1550 r. p.n.e., zawiera opis około 700 lekarstw i 800 sposobów ich przyrządzenia¹.

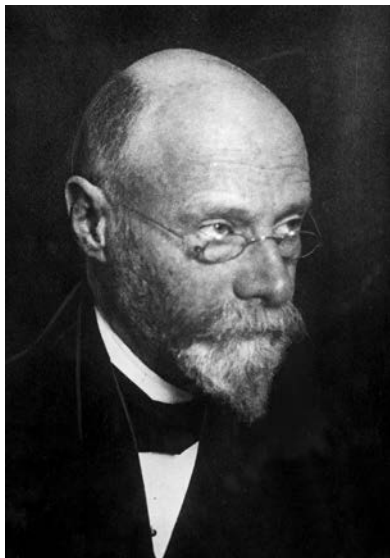
1. Zob.: J. Thorwald, „Dawna medycyna, jej tajemnica i potęga”, Ossolineum, Wrocław 1990.

W starożytnej Grecji systematyzacją procedur medycznych wstąpił się Hipokrates, który żył w latach 469–377 p.n.e. Jego osiągnięcia w zakresie systematyzacji chorób, diagnostyki i terapii zebrano sto lat po jego śmierci w postaci dzieła „Corpus Hippocraticum”. Dorobek intelektualny starożytnych Greków zachowali Arabowie, wśród nich w obszarze medycyny wyróżnił się Awicenna, żyjący w latach 980–1037, który pozostawił po sobie traktat „Kanon medycyny”².

Średniowieczna medycyna europejska była w stosunku do opisanych dokonań starożytnych Greków i średniowiecznych Arabów bardzo zacofana. Chorobę traktowano jako karę za grzechy (nie tylko własne pacjenta, ale także jego przodków), a pomoc lekarską bardzo ograniczano ze względu na brak medycznej wiedzy, ale także z powodu nieuchronności (jak wierzono) choroby. Jednak w średniowieczu wiązanie posługi lekarskiej ze służbą

2. Zob.: M. Wesoły, „Po co nam dziś Hipokrates?”, [w:] Hippokrates, „Wybór pism”, tom I, przeł.: Marian Wesoły, Prószyński i S-ka, seria: Biblioteka Antyczna, t. 41; Warszawa 2008, s. 11.

Odkrycia tych uczonych zaważyły na rozwoju medycyny (od lewej): Willem Einthoven — laureat Nagrody Nobla w 1924 r. za mechanizm rejestracji elektrokardiogramu (Źródło: Wikimedia Commons) i Wilhelm Röntgen — laureat Nagrody Nobla w 1901 r. za odkrycie nowego typu promieniowania (Źródło: Canva). Z prawej: Reprodukcja zdjęcia RTG, ukazujące dłoń Rudolfa Alberta Köllikera, uznanego anatoma; prześwietlenie wykonał W. Röntgen 23 stycznia 1896 r. na Uniwersytecie w Würzburgu, na zakończenie wykładu, na którym zaprezentował swe odkrycie naukowcom Źródło: Canva



religijną doprowadziło do powstania szpitali, co było znaczącym postępowaniem, zwłaszcza przy izolowaniu chorych, cierpiących na choroby zakaźne. Opieka nad chorymi była zwykle serdeczna (zajmowały się tym „Siostry Miłosierdzia”), chociaż niestety zwykle niefachowa.

Zasadniczą zmianę przyniosło oświecenie. Umożliwiono sekcje zwłok (wcześniej ze względów religijnych zabronione), co dało podstawy nowoczesnej anatomii, która bardzo znacząco wzbogaciła wiedzę lekarzy, a przez to także skuteczność ich działania. Pionierem w dziedzinie anatomii był Wesaliusz (Andreas van Wesele), flamandzki anatom, którego dzieło poświęcone anatomii systematycznej człowieka „De humani corporis fabrica libri septem” („O budowie ciała ludzkiego ksiąg siedem”), wydane w 1543 r. i ilustrowane około 300 drzeworytami, zapoczątkowało tworzenie naukowych podstaw medycyny³.

Z perspektywy biochemii i fizyki

Ten rozwój naukowych podstaw medycyny w XIX i XX wieku miał miejsce głównie w obszarze biochemii. Nie jest to właściwe miejsce, by wliczać niezliczone odkrycia biochemików; odkrycia, które sprawiły, że na organizm ludzki zaczęto patrzeć jak na reaktor chemiczny. Gdy pojawiała się choroba, to metodami biochemicznymi sprawdzano skład różnych substancji, występujących w organizmie.

Każdy z nas wielokrotnie przechodził biochemiczne badania krwi. Bada się też chemicznie skład moczu, rzadziej kału albo płynu mózgowo-rdzeniowego, a czasem także spermy, śliny lub pobranego sondą soku żołądkowego. Duodenoskopem można pobrać z dwunastnicy do chemicznej analizy próbki żółci oraz enzymów trawiennych trzustki. Biochemiczne analizy pozwalają stwierdzić, czy ten ogromny reaktor chemiczny, jakim jest rozważany z tego punktu widzenia ludzki organizm, działa prawidłowo. Jeśli wykryje się nieprawidłowości, zdiagnozują ich przyczynę, to można temu organizmowi pomagać.

3. Zob.: A. Wróblewski, „Burzliwe losy księcia anatomii”, „Wiedza i Życie”, 2010, nr 2, s. 63.

Jak? Oczywiście, biochemicznie! Podając tabletki do łykania, aerozole do wdychania, zastrzyki, czopki, tabletki⁴. Leki biochemiczne!

Tymczasem organizm człowieka to także ogromnie skomplikowany konglomerat różnych procesów fizycznych. Przebiegają w nim procesy: mechaniczne (ogromna liczba różnych ruchów wewnętrznych i zewnętrznych), hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne oraz zachodzą zmiany morfologiczne. Mogą być one źródłem bardzo cennych informacji, ułatwiających postawienie właściwej diagnozy. Co więcej, na te procesy fizyczne można oddziaływać (pobudzając je lub hamując) za pomocą czynników fizycznych. Możemy więc spojrzeć na organizm człowieka jak na mechanizm możliwy do badania narzędziami technicznymi oraz możliwy do wspomaganie także narzędziami technicznymi. Oba te podejścia trzeba traktować jako komplementarne, a nie konkurencyjne. Taki punkt widzenia wskazuje, że zetknięcie medycyny z techniką jest nieuchronne i w miarę starzenia się społeczeństwa stawać się będzie coraz ważniejsze.

Technika w służbie chorym

Narzędzia techniczne do udzielania pomocy pacjentowi pojawiły się już w starożytności, na przykład bardzo znaczącym ułatwieniem pracy lekarza było wynalezienie pęsety, pozwalającej na chwywanie małych przedmiotów lub na usuwanie ciał obcych z ran.

Duże wymagania względem techniki w medycynie pojawiły się wraz z rozwojem chirurgii. Początkowo do zabiegów chirurgicznych stosowano takie same narzędzia, jak do innych prac fizycznych. W miejscu przeprowadzania operacji (sal operacyjnych jeszcze nie było) pojawiły się noże, tasaki, siekiery, piły, obcęgi. Jednak specyfika pracy chirurga sprawiła, że do powszechnego użytku weszły trzy proste, ale wymagające precyzyjnego wykonania narzędzia: pinceta, skalpel i nożyczki.

Do ich wykonania potrzeba było dobrej jakości metalu i precyzyjnego wykonania, więc pośrednio ich potrzeba, a potem ich wytwarzanie przyczyniło się do

4. Por.: L. Stryer, „Biochemia”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003.

rozwoju techniki — najwcześniej w starożytnym Egipcie, co uwieczniono nawet na rzeźbionych deskach.

W średniowieczu narzędzia chirurgiczne były systematycznie doskonalone, ale bez rewolucyjnych zmian ich kształtów i funkcji. Konieczność zastosowania specjalistycznych narzędzi była szczególnie widoczna w dentyście, gdzie zabiegi prowadzone nieprzystosowanymi do tego celu narzędziami przysparzały pacjentom niepotrzebnych cierpień.

Pierwszym twórcą specjalistycznej aparatury dentystycznej był włoski konstruktor i medyk Giovanni z Arcoli. Opracował on w 1483 r. urządzenie nazwane „pelikan dentystyczny”, które było potem długo używane w różnych krajach Europy. Problemem w dentyście była też niewygodna pozycja przyjmowana podczas zabiegu przez lekarza i pacjenta. Dlatego istotnym osiągnięciem inżynierii biomedycznej było stworzenie odpowiednich foteli dentystycznych, najpierw sztywnych (1728 r. Pierre Fauchard), a potem z odchylanym oparciem i ruchomym podnóżkiem (1832 r. James Snell, 1848 r. Waldo Hanchett).

Skoro jesteśmy przy dentyście, to warto prześledzić rozwój urządzeń technicznych, przeznaczonych do usuwania próchnicy, czyli do wiercenia w zębach. Prawdopodobnie pierwsze wiertło stomatologiczne wynalazł Hipokrates. Było ono dość prymitywne, ale skuteczne.

Zasada napędzania wiertła dentystycznego za pomocą nawiniętego sznurka była stosowana przez prawie dwa tysiące lat, tylko jakość wykonania tych wiertarek się polepszała. Dopiero w 1804 r. George Fellows Harrington wynalazł wiertarkę sprężynową — i to był postęp.

W 1790 r. amerykański lekarz John Greenwood wprowadził zabieg mechanicznego borowania zęba, podłączając wiertło dentystyczne do kołowrotka używanego przez jego matkę do tkania przędzy. Ulepszył to James Beall Morrison, który w 1871 r. zastosował wiertarkę z napędem pedałowym. W 1875 r. George F. Green otrzymał patent na wiertarkę elektryczną. Oczywiście, postęp trwał dalej i dzisiejsze wyposażenie techniczne gabinetu stomatologicznego jest nieporównanie bogatsze niż to, które miał do dyspozycji dentysta w XIX wieku.

Skupiłem się na dentyście, ponieważ każdy z nas poddawał się zabiegom stomatologicznym wielokrotnie. Niemniej podobny postęp wprowadziła technika w chirurgii, ale na ogół nikt wnętrza sali operacyjnej nie pamięta, lecz warto podobnie spojrzeć na to, jak było i jak jest obecnie. O robotach chirurgicznych nie będę tu wspominał, chociaż w 2014 r. napisałem pierwszą w Polsce książkę na ich temat⁵.

Zajrzeć do wnętrza człowieka

Największy postęp wniosła technika do medycyny w zakresie aparatury diagnostycznej. Pierwszym wynalazkiem był stetoskop. Dawniej, żeby słuchać dźwięków płuc i serca pacjentów, lekarze przykładali ucho bezpośrednio do klatki piersiowej pacjenta. W 1816 r. francuski lekarz René

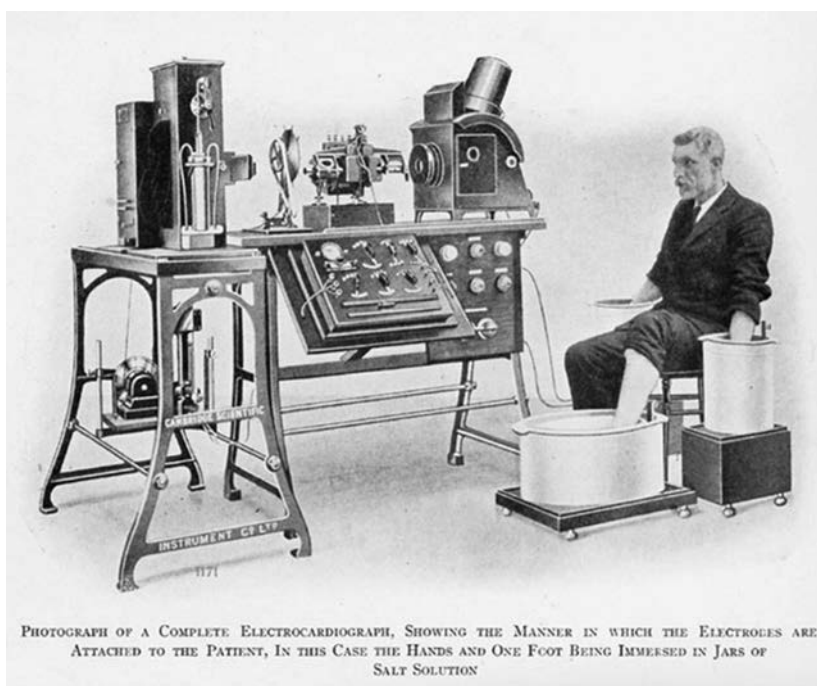
Laennec stworzył pierwszą wersję tego instrumentu, aby lepiej słyszeć dźwięki wewnętrznych narządów. Stetoskop sprawdził się doskonale.

Oczywiście, w technice dla medycyny również obowiązuje znana zasada, że lepsze jest wrogiem dobrego. Chociaż lekarze bardzo cenili stetoskop Laenneca, to w 1855 r. George Camman zaproponował stetoskop z gumowymi rurkami i z końcówkami wkładanymi do obojga uszu. Co ciekawe — większość lekarzy przez ponad pół wieku wolała używać stetoskopu Laenneca zamiast Cammana. Dopiero w czasie I wojny światowej stetoskop Cammana trafił do powszechnego użycia. Niemniej stale ktoś coś chciał w nim ulepszać i ten trend trwa nadal. W latach 1876–2000 urząd patentowy USA zanotował 318 wniosków o patenty na udoskonalenia stetoskopu.

Wyciąganie wniosków na temat wnętrza ciała człowieka oraz diagnozowanie czających się w nim chorób na podstawie osłuchiwania czy nawet opukiwania jest trudne, więc chociaż stetoskop jest standardowym wyposażeniem każdego lekarza, to marzeniem medyków od zawsze było, by móc zajrzeć do wnętrza ciała człowieka. Jak powszechnie wiadomo, jako pierwszy urządzenie pozwalające oglądać narządy wewnętrzne stworzył Wilhelm Röntgen.

Odkrycie, które stało się kluczem do niezliczonych obecnie technik obrazowania medycznego, dokonane zostało 8 listopada 1895 r. Röntgen, prowadzący wieczorem badania dotyczące tak zwanych promieni katodowych (wiązki rozprędzonych elektronów w próżniowym aparacie Lenarda), zauważył, że gdy włączał ów aparat, to rozbłyskał stojący obok ekran fluorescencyjny. Domyślił się, że w wyniku gwałtownego hamowania rozprędzonych elektronów na antykatodzie wytwarzane jest niewidzialne promieniowanie, które nazwał promieniowaniem X, a które w Polsce nazywamy promieniowaniem rentgenowskim. Dodatkowe eksperymenty pozwoliły stwierdzić, że promieniowanie X może zaczerniać klisze fotograficzne, zawinięte w czarny papier, a ponadto — gdy przechodzi przez ciało ludzkie

Badanie wykonywane pierwszym aparatem do EKG, czyli elektrokardiografem
Źródło: Wikimedia Commons



5. Z. Dobrowolski, R. Tadeusiewicz, „Robotyka urologiczna”, Wydawnictwo Letra-Graphic, Kraków 2014.

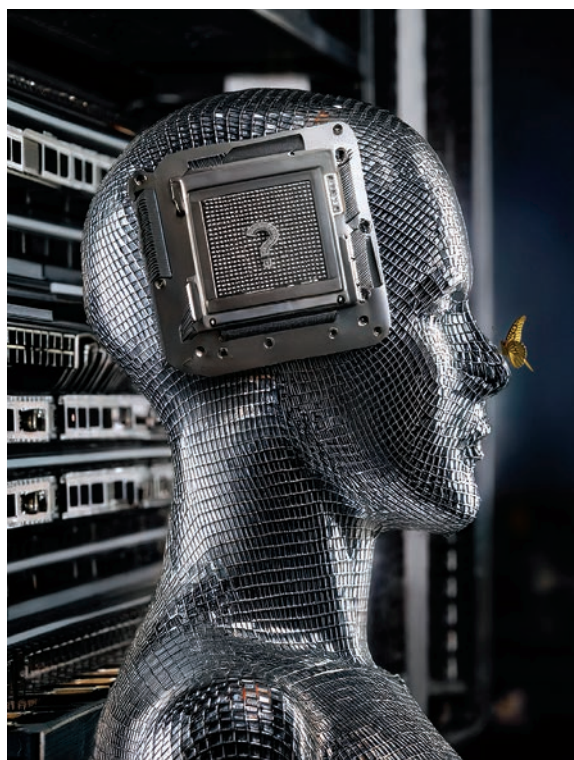


Badanie sygnałów elektrycznych ludzkiego organizmu
Graf.: Ze zbiorów Ryszarda Tadeusiewicza

— ujawnia narządy wewnętrzne (początkowo głównie kości) w postaci cieni na owej kliszy.

Jako pierwsze zdjęcie, ujawniające narządy wewnętrzne żywego człowieka, Röntgen zrobił zdjęcie ręki swojej żony Berty. Żona była przerażona, gdy zobaczyła swoje kości, ale Röntgen dzięki temu zdjęciu zorientował się, że odkrył coś bardzo ważnego dla medycyny, więc jeszcze przed końcem 1895 r. przygotował artykuł zatytułowany „O nowym rodzaju promieni” (złożył go sekretarzowi Towarzystwa Fizyczno-Medycznego w Würtzburgu 28 grudnia 1895 r.; data wskazuje, jak bardzo Röntgenowi zależało na tym, żeby ktoś go nie wyprzedził, publikując wynik podobnych badań). Nie musiał się obawiać, był bezspornie odkrywcą, a zdając sobie sprawę z tego, jak bardzo jego odkrycie przyda się w medycynie — świadomie go nie opatentował, aby pionierzy rentgenografii nie napotykali na przeszkody w tworzeniu aparatury do medycznych badań. Dzięki temu pierwsze aparaty do prześwietleń powstały już w 1896 r. Żeby przyspieszyć diagnostykę, zamiast klisz fotograficznych stosowano ekrany fluoryzujące, ale to narażało lekarzy

Graf.: Jan Zych, AI



radiologów na kumulujące się dawki promieniowania X w ich organizmach, co często kończyło się białaczką. Taki był początek drogi. Współczesna aparatura medyczna pozwala oglądać wnętrze ciała człowieka tak, jakby było ono całkowicie przezroczyste. Powstało wiele działów diagnostyki obrazowej. Problem polega na tym, że mając do dyspozycji dowolną liczbę dowolnych zobrazowań medycznych, lekarz miewa kłopot z ich właściwym wykorzystaniem i interpretacją.

Sygnały w sercu

Zajmijmy się teraz sygnałami elektrycznymi, towarzyszącymi aktywności różnych narządów. Pionierem w tym obszarze był Willem Einthoven. Zbudował on w 1901 r. pierwsze urządzenie, które mogło rejestrować prądy czynnościowe, pracującego serca, czyli sygnał EKG.

Ta pierwsza maszyna wymagała chłodzenia wodnego dla potężnych elektromagnesów, pięciu osób do obsługi i ważyła około 270 kilogramów. Zamiast elektrod zakładanych na kończyny (jak to się robi obecnie) stosowano naczynia z wodą morską, dobrze przewodzącą prąd. Einthoven jako pierwszy powiązał też zniekształcenia przebiegu EKG z chorobami serca.

Obecnie potrafimy rejestrować sygnały elektryczne praktycznie wszystkich narządów. Oto kilka przykładów:

- elektromiografia (EMG) służy do rejestracji aktywności mięśni;
- elektroencefalografia (EEG) bada aktywność mózgu,
- elektretinografia (ERG) rejestruje reakcję siatkówki oka na światło,
- elektrokocholeografia (ECochG) bada reakcję ucha wewnętrznego i nerwu słuchowego na dźwięk,
- elektrogastrografia (EGG) pozwala śledzić aktywność żołądka,
- elektroneurografia (ENG) umożliwia ocenę szybkości przewodzenia impulsów w nerwach obwodowych.

Listę różnych elektrografii można by było wydłużać, ale trzeba kończyć ten autoreferat, bo chociaż nie kończy się temat, to jednak kończy się cierpliwość Czytelników i Słuchaczy.

Na koniec chcę odpowiedzieć na pytanie, dlaczego tak wiele mojej i Państwa uwagi poświęciłem technice w medycynie?

Dawniej usługi medyczne były dostępne nielicznym, ale za to jednym pacjentem mogło się zajmować nawet kilku lekarzy. Dzisiaj na jednego lekarza przypada nawet kilkudziesięciu pacjentów. A będzie gorzej, bo ludność świata się starzeje...

Tylko dobre nasycenie placówek medycznych nowoczesnymi rozwiązaniami technicznymi, znacząco odciążającymi lekarzy od ilości pracy związanej z obsługą każdego pacjenta, może zmienić ten niekorzystny trend. Rozwijajmy więc inżynierię biomedyczną!

Artykuł stanowi zapis wykładu, wygłoszonego przez prof. Ryszarda Tadeusiewicza 27 lutego 2026 r. w Collegium Novum UJ, podczas uroczystości nadania mu godności *doctora honoris causa* Politechniki Krakowskiej.

Śródtytuły pochodzą od redakcji.

Innowacyjność, wiedza i odpowiedzialność

ROZMAWIĄŁ:
MICHAŁ PIEREWICZ

Rozmowa z dr. inż. Romanem Paruchem

Politechnika Krakowska jest nowoczesną uczelnią otwartą na wyzwania wymagające sprawnego łączenia innowacyjności, wiedzy teoretycznej i doświadczenia praktycznego. Wśród wyzwań, jakie stoją przed pracownikami, są zadania wymagające także wysokich kompetencji i odpowiedzialności za wdrożone rozwiązania techniczne. Przykładem prace zespołu Wydziału Architektury i Wydziału Inżynierii Lądowej, przeprowadzone na terenie dawnego obozu Auschwitz-Birkenau. Ich efektem było przygotowanie wyjątkowego raportu pt. „Badania nad opracowaniem metod konserwacji, zabezpieczenia i wzmocnienia konstrukcji obiektów, elementów ich wykończenia oraz ich podłoża gruntowego, z uwzględnieniem statyki i fizyki budowli, występujących na terenie Państwowego Muzeum Auschwitz-Birkenau (PMAB)”. Jego wdrożenie pozwoliło uratować od dalszej degradacji i przywrócić do zwiedzania unikatowe na skalę światową obiekty historyczne, znajdujące się na terenie obozu zagłady. O tym, jak raport powstawał i z czym musieli mierzyć się jego twórcy, rozmawialiśmy z jednym z współautorów zrealizowanego projektu badawczego — dr. inż. Romanem Paruchem, prof. PK.

Jak powstawał raport?

Obiekty znajdujące się na terenie dawnego KL Auschwitz-Birkenau wymykają się tradycyjnie rozumianym kategoriom zabytku. Okoliczności towarzyszące ich powstaniu czynią ich konserwację szczególnym wyzwaniem, wymagającym starannej oceny stanu zachowania, prawidłowego rozpoznania procesów i czynników niszczących, przeprowadzenia możliwie nieinwazyjnych, a jednocześnie dających reprezentatywne wyniki badań oraz doboru właściwych działań naprawczych. Wyniki takich innowacyjnych badań przeprowadzonych w latach 2014–2015 pod kierunkiem pracowników Wydziału Architektury PK stanowią podstawę metod konserwatorskich, stosowanych w realizacji Globalnego Planu Konserwacji w sektorze BI KL Auschwitz II-Birkenau. W latach 2022–2025 miliony odwiedzających nie tylko miały dostęp do uratowanych w ten sposób baraków murowanych, ale przede wszystkim mogły poznać w pełni realia życia w obozie dzięki udostępnieniu po raz pierwszy w historii baraków funkcyjnych tego sektora.

Prace nad tym raportem były prowadzone w ramach interdyscyplinarnego zespołu międzyuczelnianego, w którym kluczową rolę odegrała Politechnika Krakowska, reprezentowana przez dwa wydziały. Na Wydziale Architektury odpowiedzialnymi za realizację zadań byli dr inż. Stanisław Karczmarczyk, prof. PK, dr inż. Roman Paruch, prof. PK oraz dr inż. Wiesław Bereza. Ze strony Wydziału Inżynierii



Lądowej wiodącymi osobami byli: dr hab. inż. Teresa Stryżewska, prof. PK; dr hab. inż. Piotr Matysek, prof. PK oraz dr inż. Stanisław Kańka.

Projekt badawczy, zrealizowany na Politechnice Krakowskiej, stanowił część programu realizowanego przez Muzeum Auschwitz Birkenau w ramach Globalnego Planu Konserwacji w sektorze BI KL Auschwitz II-Birkenau. W jego ramach dyrekcja Muzeum, wraz z własnym muzealnym zespołem konserwatorów oraz inżynierów budowlanych, zleciła identyfikację zagrożeń i ocenę stanu zachowania dwudziestu pięciu obiektów kubaturowych, znajdujących się we wspomnianym sektorze.

Zespół pracowników Wydziału Architektury i Wydziału Inżynierii Lądowej PK współtworzył projekt realizowany przez osiem instytucji badawczych. W ramach

Barak dla więźniów na odcinku BI. Przy ścianach szczytowych widoczne tymczasowe drewniane przypory stabilizujące zdeformowane przegrody
Fot.: Bartłomiej Krcha

Wnętrze baruku dla więźniów na odcinku BI. Widoczne lokalne odkrytki przy wewnętrznych fundamentach stopowych
Fot.: Bartłomiej Krcha





Roman Paruch
Fot.: Foto Buzek-
-Garzyński

Dr inż. Roman Paruch, prof. PK jest pracownikiem Katedry Projektowania Architektoniczno-Budowlanego Wydziału Architektury Politechniki Krakowskiej. Specjalizuje się w zagadnieniach oceny stanu zachowania i zabezpieczania ustrojów nośnych obiektów zabytkowych. W głównym obszarze zainteresowań zawodowych znajduje się problematyka adaptacji historycznych obiektów budowlanych do nowej funkcji pod względem technicznym i konstrukcyjnym. Jest autorem wielu opinii, ekspertyz oraz projektów technicznych w kraju oraz poza granicami Polski.

zrealizowanego projektu badawczego opracowano założenia, plan i strategię ogółu interdyscyplinarnych prac badawczych w sektorze BI, sformułowano propozycję rozwiązań technicznych, przeprowadzono badania z zakresu architektury oraz budownictwa, materiałoznawstwa i fizyki budowli oraz sporządzono raporty częściowe wraz z raportem końcowym dla całego projektu badawczego tego sektora.

Efektom prowadzonej działalności naukowej było opracowanie przez zespół Politechniki Krakowskiej, a następnie wdrożenie przez PMAB innowacyjnych metod zabezpieczania, wzmacniania i konserwacji unikatowego, ekstremalnie wrażliwego dziedzictwa kultury, jakim są pozostałości dawnego obozu Auschwitz II-Birkenau. Prowadzenie prac w ramach Globalnego Planu Konserwacji i udostępnienie po raz pierwszy milionom zwiedzających wcześniej zamkniętych i niszczących obiektów bez opracowania wspomnianych innowacyjnych metod nie byłoby możliwe.

Jaki był przebieg prac związanych z raportem?

Projekt badawczy rozpoczęliśmy pod koniec 2014 r. Najtrudniejszy etap prac terenowych na terenie Muzeum przypadł na 2015 r. W tym czasie prowadziliśmy prace badawcze oraz równocześnie przygotowaliśmy raporty częściowe, które odnosiły się indywidualnie do każdego z dwudziestu pięciu badanych obiektów. W końcu 2015 r. i na początku 2016 r. powstał raport

Stanowisko badawcze w laboratorium podczas badań oryginalnej krokwi
Fot.: Bartłomiej Krcha



końcowy. Należy podkreślić rangę działań Muzeum Auschwitz-Birkenau, a zwłaszcza pracowników Działu Konserwacji. Mieli jasno sprecyzowane cele i wymagania względem naszych działań. Dodatkowo bardzo restrykcyjnie wyznaczyli możliwości przeprowadzenia badań przy obiektach znajdujących się w sektorze BI. Wnikliwie weryfikowano każdą wykonaną wcześniej analizę techniczną, budowlaną oraz konstrukcyjną. Na podstawie naszych rekomendacji Muzeum przygotowało projekty wykonawcze i konserwatorskie, a następnie pełnym sukcesem zakończył się pierwszy pilotażowy etap prac w 2019 r. Zabezpieczono wtedy dwa pierwsze baraki więźniarskie, będące w bardzo złym stanie. Jest to warte podkreślenia, bo przeprowadzenie tak szeroko zakrojonych prac budowlanych, konserwatorskich i konstrukcyjnych w wyjątkowo wrażliwych obiektach było unikatowe w skali świata.

Obiekty, w których mieliśmy możliwość przeprowadzić własne interdyscyplinarne badania, wymykają się klasycznym definicjom obiektu zabytkowego, jak również wykraczają poza ramy obiektów, z którymi współcześni projektanci mają do czynienia w codziennej praktyce inżynierskiej. Wdrożenie przez Państwowe Muzeum Auschwitz-Birkenau i zespół konserwatorski PMAB metod zabezpieczenia, naprawy i konserwacji, przedstawionych w naszym projekcie badawczym, przetrzało ścieżkę do dalszych prac przy kolejnych obiektach. Wśród nich możemy wymienić następne baraki więźniarskie, ale i obiekty funkcyjne, takie jak kuchnia, latryny czy drewniane wieże strażnicze.

Jak wymagania Muzeum przełożyły się na metodykę badawczą?

Ocena stanu technicznego obiektów, znajdujących się na terenie PMAB, pomimo że brzmi to standardowo, wymagała od pracowników PK, realizujących projekt badawczy, innowacyjnego podejścia doświadczalnego i praktycznego, inżynierskiego. Rozpoczynając autorskie badania takiego obiektu, musimy myśleć szeroko przestrzennie i nieszablonowo. Musieliśmy znaleźć odpowiedź na kluczowe pytania: jaki jest stopień zdegradowania najważniejszych elementów konstrukcyjnych i budowlanych, jak ta degradacja wpływa na trwałość elementu, czy może być dalej zachowany albo ewentualnie jakie innowacyjne rozwiązania trzeba podjąć, żeby go zabezpieczyć. Ważne było również to, co się dzieje w przestrzeni najbliższej analizowanego elementu. Oprócz weryfikacji stanu technicznego istotnym było określenie stanu zachowania strukturalnego — materiałowego. Realizacja naszych prac badawczych było zadaniem, które wykraczało poza klasyczne podejście do oceny stanu zachowania obiektów współczesnych, a nawet zabytkowych.

Co było najbardziej innowacyjne w metodach, które pojawiły się w rekomendacjach?

Innowacyjne rozwiązania techniczne, wypracowane przez zespół PK, skupiały się w szczególności wokół zagadnień zabezpieczenia i wzmacniania zewnętrznych

ścian ceramicznych obiektów kubaturowych. Ich grubość w przeważającej części wynosiła zaledwie 12 cm. To także kwestia określenia poziomu bezpieczeństwa elementów drewnianych więźb dachowych czy nośność fundamentów betonowych lub ceramicznych. Musimy pamiętać, iż obiekty znajdujące się na terenie dzisiejszego Muzeum Auschwitz-Birkenau powstawały w warunkach wojennego deficytu materiałów budowlanych, a w szczególności w pierwszym okresie wznoszono obiekty z elementów rozbiórkowych. W przypadku obiektów zabytkowych wachlarz rozwiązań jest w znacznym stopniu ograniczony tylko i wyłącznie do zastosowania innowacyjnych rozwiązań technicznych, jeżeli chcemy zachować w jak największym zakresie autentyczność danego elementu budowlanego i jego historyczną strukturę materiałową. Wymiana uszkodzonych elementów budowlanych w obiektach znajdujących się na terenie Muzeum na całkowicie nowe nie była w ogóle brana pod uwagę.

Jakie były nietypowe metody badań i rekomendowanych napraw?

Interesującymi przykładami były wcześniej wspomniane badania drewnianej więźby dachowej oraz ścian ceramicznych. Klasyczna syntetyczna analiza statyczno-wytrzymałościowa elementów drewnianych obiektów kubaturowych na terenie Muzeum, oparta na współczesnych normach projektowych, wykazałaby, że konstrukcja nie spełnia warunków nośności i może stanowić zagrożenie dla zwiedzających. Aby poznać faktyczny stan i skorelować go z wykonanymi uprzednio syntetycznymi analizami obliczeniowymi, zespół PK musiał podejść do zagadnienia w sposób nietypowy, a zarazem innowacyjny. Za zgodą Muzeum zdemontowano wytypowane przez zespoły PK oraz Instytutu Technologii Drewna w Poznaniu, oryginalne krokwie i poddano je nieniszczącym badaniom w laboratorium Wydziału Inżynierii Lądowej. Element obciążano jedynie do określonego i wskazanego przez nas ugięcia, dbając, aby przy założonych ugięciach nie doszło do ich uszkodzenia, a tym bardziej do zniszczenia. Uzyskane wyniki określiły, jakie obciążenia realne badane krokwie są w stanie przenieść.

Badania w laboratorium oraz naszą analizę statyczno-wytrzymałościową uzupełniono o badanie rezystografem oporowym RESI około dwudziestu do dwudziestu pięciu krokwie, wybranych w każdym obiekcie kubaturowym w trakcie wcześniejszego autorskiego przeglądu. Badanie polegało na kontrolowanym nawiercaniu elementów drewnianych wiertłem o średnicy około 2 mm. Jesteśmy w stanie na podstawie pomiarów oporu wiercenia oraz prędkości posuwu wiertła określić stan zachowania struktury drewna każdego elementu.

Kolejnym wyzwaniem dla zespołu z Politechniki Krakowskiej okazały się badania zdeformowanych zewnętrznych ścian nośnych baraków więźniarskich, o grubości zaledwie jednej cegły. Posiadane przez Muzeum mapy skaningu, pokazujące precyzyjnie deformacje wszystkich ścian,



należało powiązać z badaniami materiałowymi, wykonanymi przez laboratorium Politechniki Krakowskiej, określającymi wytrzymałość materiałową oraz ostatecznie nośność samej ściany.

Celem zweryfikowania rekomendowanych w projekcie badawczym metod prostowania i wzmacniania pionowych przegród było wykonanie fizycznego modelu ściany ceramicznej w skali 1 : 1 w Laboratorium Materiałów i Konstrukcji Budowlanych PK. Badana w warunkach laboratoryjnych ściana musiała odzwierciedlać wszelkie rzeczywiste wady techniczne, które występują w obiektach kubaturowych na terenie Muzeum Auschwitz-Birkenau. Przeprowadzenie przez zespół PK badań w tym obszarze było niezwykle istotne ze względu na globalną skalę zidentyfikowanych wad na niemal każdym obiekcie kubaturowym.

W ramach naszego projektu badawczego wskazane obszary były kluczowymi, jednakże nie jedynymi, które wymagały od nas przeprowadzenia wielu nietypowych badań oraz wskazania na dalszym etapie wiarygodnych i rekomendowanych metod zabezpieczenia i wzmacniania elementów tworzących tak wysoce wrażliwą tkankę obiektów zabytkowych.

Wadliwe rozwiązania konstrukcyjno-budowlane, występujące w barakach na odcinku BI
Fot.: Bartłomiej Krcha

Jedna z form uszkodzeń, występujących na ścianach ceramicznych obiektów kubaturowych na odcinku BI
Fot.: Bartłomiej Krcha



Jak wybierano rekomendowane rozwiązania?

Interdyscyplinarne badania przeprowadzone uprzednio przez zespół PK pozwoliły, przy udziale przedstawicieli Muzeum, wypracować rekomendacje techniczne dotyczące możliwych rozwiązań techniczno-budowlanych. Dobór wybranych, a zarazem rekomendowanych rozwiązań budowlanych musiał zapewnić zachowanie w jak największej skali autentyczności materiałowej elementów tworzących obiekt przy możliwie najmniej ingerujących i niszczących czynnościach technicznych w trakcie prowadzenia prac.

Nie były to jedyne wymagania, które musiały być ujęte w przyjętych rozwiązaniach. Dobrana metoda, oprócz zachowania autentyczności strukturalnej, musiała dawać

Stanowisko badawcze prostowania ściany
Fot.: Marcin Tekieli



najwyższy poziom bezpieczeństwa milionom osób, które zwiedzają teren obecnego Muzeum Auschwitz-Birkenau.

Co było głównym źródłem problemów?

Podkreśliśmy jeden bardzo ważny aspekt historyczny: te obiekty nie miały długo przetrwać. Nie miały być dobitnym świadkiem dramatycznych wydarzeń z tamtego okresu ani cierpienia ludzi. Budynki na terenie Auschwitz-Birkenau wznoszono z bardzo niskiej jakości materiałów budowlanych, często pochodzących z rozbiórki innych budynków.

Po wyzwoleniu obozu prowadzono prace konserwacyjne i remontowe przy obiektach kubaturowych, jednakże metody techniczne i możliwości technologiczne nie były rozwinięte, jak obecnie. Rezultaty tych prac były niekiedy nietrwałe i w jakimś stopniu stały się równoległym czynnikiem wpływającym negatywnie na stan techniczny ich zachowania. Oprócz wspomnianych wad technicznych obiektów kubaturowych, pogłębio-nych wpływem czasu, czyli klasycznym starzeniem materiałowym, dodatkowo dzisiejsze Muzeum Auschwitz-Birkenau znajduje się na terenie, gdzie występują skomplikowane i zmienne warunki geologiczne. Muzeum dysponowało własnymi analizami ośrodka gruntowego, jednakże zespół PK wskazał potrzebę weryfikacji aktualnego stanu gruntów indywidualnie wokół każdego z dwudziestu pięciu obiektów ujętych w projekcie badawczym. Wykonaliśmy uzupełniające badania poprzez zagęszczenie siatki badań geotechnicznych w obszarze wybranych indywidualnie ścian zewnętrznych oraz punktów badawczych wewnątrz obiektów w ramach wykonanych odkrywek technicznych.

Uzyskane indywidualne dane geologiczne, przy zebranych informacjach materiałowych dotyczących fundamentów, wskazały na potrzebę stabilizacji warunków wodnych oraz zabezpieczenia posadowienia obiektów. Pamiętajmy, że cały teren obozu ma ogromną naturalną powierzchnię silnie narażoną na oddziaływania wody opadowej lub roztopowej. Ma to ogromne znaczenie dla warunków hydrogeologicznych, z tego powodu wskazywaliśmy potrzebę wprowadzenia lokalnych rozwiązań w formie drenażowej, indywidualnie dobranych do sytuacji wokół każdego z badanych obiektów.

Jakie były wyzwania techniczne?

Z racji swojej tragicznej historii, każda cegła, każdy fragment tynku, każdy element drewniany należy traktować indywidualnie. Przed rozpoczęciem naszych badań na terenie Muzeum zlecono firmie zewnętrznej skanowanie poszczególnych elementów konstrukcyjnych, jak i całych obiektów i na tej podstawie stworzono modele ich deformacji. Zebrano dokładne parametry geometryczne, uchwycono nawet wychylenie odspojonych tynków. Nasze badania skorelowaliśmy z przekazanymi danymi źródłowymi, aby ograniczenia techniczne nie były przeszkodą do zamierzenia projektu badawczego.

Musieliśmy zmierzyć się z bardzo szerokim spektrum materiałowym, budowlanym oraz konstrukcyjnym w ramach dwudziestu pięciu obiektów. Badaliśmy

murowane baraki więźniarskie, budynki funkcyjne (kuchnie, latryny, łaźnie), drewniane wieże wartownicze, a także otwarte zbiorniki przeciwpożarowe, jak i proste, ziemne schrony przeciwlotnicze. Każdy ustrój konstrukcyjny wymagał indywidualnie dobranych badań. Nie dopuszczaliśmy w naszych badaniach lub analizach podejścia schematycznego. Musieliśmy wypracować metody naprawcze lub wzmacniające, adekwatne dla konkretnego obiektu.

Na początku projektu musieliśmy przyjąć wstępne ramy działań badawczych, wynikające z naszego doświadczenia zawodowego, jednakże to był tylko wstęp dla naszych docelowych analiz. Wyzwaniem badawczym był zakres oraz ostateczna forma naszych analiz, a następnie wypracowanie rozwiązań technicznych, które odpowiadałyby najwyższym standardom konserwatorskim.

A co w przypadku, jeśli historyczny element nie może pełnić swej funkcji?

Taki przypadek jest zawsze rozpatrywany indywidualnie. Pierwszym rozwiązaniem jest „dublowanie” — dodanie nowego elementu, z zachowaniem oryginalnego, przy wskazaniu, że pojawił się nowy współczesny. Drugim rozwiązaniem pożądanym jest wzmacnianie, ale niewidoczne — strukturalne bądź ewentualnie wzmacnianie wewnętrzne za pomocą materiałów kompozytowych. Pomysł związany z wprowadzeniem materiałów kompozytowych był badany na PK w ramach projektu badawczego.

Jakie są perspektywy zachowania tych obiektów dzięki działaniom rekomendowanym przez Politechnikę?

Muzeum prowadzi pełną opiekę nad każdym obiektem, obejmującą zagadnienia archeologiczne, konserwatorskie, budowlane, konstrukcyjne czy hydrogeologiczne. Prace, które zostały zrealizowane na pilotażowych obiektach o numerze B-123 i B-124, jak i tych późniejszych, pozwalają udostępnić zwiedzającym w sposób bezpieczny te obiekty, jak również dają gwarancje zachowania na kolejne dziesięciolecie. Niemniej, każdy materiał z czasem ulega starzeniu. Muzeum jest tego świadome i prowadzi stały ich monitoring. Konserwatorzy regularnie weryfikują stan obiektów, co pozwala wykryć ewentualne procesy degradacji na bardzo wczesnym etapie i wdrożyć ewentualne działania naprawcze.

Przed jakim wyzwaniem stanęła Politechnika?

Podjęcie zadania w postaci projektu badawczego w Auschwitz-Birkenau w takim zakresie wymagało innowacyjnego myślenia technicznego, wiedzy praktycznej i odpowiedzialności. Realizacja zadań i badań technicznych związana była z wiedzą, z kompetencjami wszystkich członków zespołu z Wydziału Architektury oraz Wydziału Inżynierii Lądowej oraz z ich indywidualnym doświadczeniem. Takie połączenie pozwala z sukcesem przedstawić teoretyczne rozwiązania, które zostają poparte wdrożonymi innowacyjnymi badaniami, a na końcu realizacja prac budowlanych i konserwatorskich na najwyższym europejskim poziomie pozwoliła osiągnąć



pełny sukces, którego postacią są w pełni udostępnione obiekty dla zwiedzających. Politechnika Krakowska jako uczelnia udowodniła, że jest wiodącym ośrodkiem badawczym oraz wdrożeniowym. Kolejne wyzwania na pewno będą możliwe do zrealizowania w innych interdyscyplinarnych zespołach badawczych.

Jakie są osobiste refleksje?

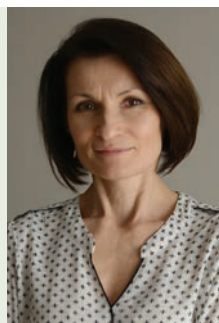
Każdy obiekt budowlany, z którym możemy pracować, odznacza się w naszym życiorysie, zarówno tym zawodowym, jak również osobistym. Czas spędzony podczas przeprowadzonych analiz i badań bezpośrednio na terenie obozu Auschwitz-Birkenau, w obiektach objętych realizacją projektu badawczego Politechniki Krakowskiej, wiązał się z ogromnym obciążeniem emocjonalnym, gdyż mieliśmy świadomość, jak tragiczny los spotykał ludzi w tym miejscu. Mając to na uwadze oraz ze względu na zakładany cel projektu badawczego, musieliśmy wypracować metody i rekomendować rozwiązania, pozwalające na zachowanie w sposób trwały na kolejne dekady świadków tych tragicznych wydarzeń.

Dziękuję za rozmowę.



Widok zewnętrzny drewnianej wieży wartowniczej, ujętej w projekcie badawczym
Fot.: Bartłomiej Krcha

Widok drewnianej więzby dachowej jednego z baraków dla więźniów na odcinku B1
Fot.: Bartłomiej Krcha

**Dr inż. Elżbieta
Jarosińska**

jest adiunktem w Katedrze Geoinżynierii i Gospodarki Wodnej PK, dyrektorem CeWSA PK, coachem / mentorem kryzysowym, a także studentką jednolitych studiów magisterskich na kierunku psychologia w SWPS w Poznaniu.
Więcej: <https://cewsa.pk.edu.pl/o-cewsa/poznajmy-sie/dr-inz-elzbieta-jarosinska>
Fot.: Maciej Chudzikiewicz

Współczesna uczelnia to żywy organizm społeczny, w którym pomiędzy członkami wspólnoty pojawiają się różnice w wartościach, stylach komunikacji, obciążeniu, aspiracjach czy poczuciu sprawiedliwości. Kluczowe pytanie nie brzmi więc „czy pojawi się konflikt?”, ale „co uczelnia z nim zrobi?”.

Obecnie coraz więcej instytucji edukacyjnych odchodzi od modeli opartych głównie na hierarchii i sankcjach, przesuwając punkt ciężkości w stronę relacji, dialogu i odpowiedzialności. Z takiego myślenia wyrasta idea uczelni relacyjno-restoratywnej. Inspiracją jest koncepcja szkoły relacyjno-restoratywnej, rozwijana w edukacji jako długofalowy, systemowy proces budowania kultury opartej na relacjach, zaufaniu i współodpowiedzialności¹.

Ramy strategiczne — „Plan równości”

W przypadku Politechniki Krakowskiej szczególnie istotne jest to, że kierunek relacyjno-restoracyjny znajduje umocowanie w dokumencie strategicznym. W „Planie równości dla Politechniki Krakowskiej na lata 2026–2030” wskazano cel operacyjny 1.4: „Budowanie uczelni jako organizacji relacyjno-restoratywnej” oraz przypisano mu działanie 1.4.1: „Utworzenie platformy dialogu dla członków społeczności akademickiej PK”². Jednocześnie przewiduje się działania wzmacniające mechanizmy wsparcia i sprawiedliwego rozwiązywania trudnych sytuacji. Jednym jest upowszechnienie mediacji w ramach postępowań wyjaśniających w przypadku dyskryminacji lub mobbingu (działanie 2.2.2). Tak sformułowane cele i działania mają znaczenie fundamentalne. Przenoszą bowiem dyskusję o relacyjności z poziomu deklaracji na poziom konkretnego instytucjonalnego zobowiązania, które można planować, wdrażać, monitorować i oceniać, opierając się na wskaźnikach. To sygnał, że nie mówimy jedynie o idei, ale o kierunku strategicznym.

Od sprawiedliwości retrybutywnej do restoratywnej

Tradycyjny (retrybutywny) model reagowania na naruszenia norm koncentruje się na ustaleniu winnego i wymierzeniu kary. W praktyce instytucjonalnej często prowadzi to do rozwiązań formalnych, które nie zawsze przywracają bezpieczeństwa psychologicznego, nie redukują napięć w zespole ani nie odbudowują współpracy. W podejściu

restoratywnym punkt ciężkości przesuwają się na: (1) rozpoznanie szkód i potrzeb; (2) włączenie stron w dialog; (3) wypracowanie elementów naprawczych oraz (4) odbudowę relacji i zaufania społecznego. Badania dotyczące praktyk restoratywnych w edukacji pokazują, że mogą one wiązać się zarówno ze spadkiem zachowań przemocowych, jak i poprawą klimatu instytucji³. Choć znacząca część dowodów pochodzi z badań szkolnych, mechanizm oddziaływania (klimat relacji, poczucie sprawiedliwości proceduralnej, partycypacja w rozwiązywaniu konfliktów) jest adekwatny w środowisku akademickim. Dotyczy to zespołów badawczych, relacji mistrz — uczeń, relacji w grupach studenckich oraz komunikacji w strukturach administracyjnych. Podejście retrybutywne bywa skuteczne w egzekwowaniu zasad, ale często wywołuje: poczucie niesprawiedliwości u jednej ze stron, utratę zaufania, rozpad współpracy czy napięcia w zespole. To oznacza, że konflikt może zostać formalnie domknięty, ale nierozwiązany.

Uczelnia jako wspólnota relacji

Praktyki relacyjno-restoratywne wymagają rozumienia uczelni jako wspólnoty relacji, a nie tylko struktury formalno-proceduralnej. W ujęciu promowanym przez European Forum for Restorative Justice (EFRJ) kluczowe jest, aby działania widoczne na zewnątrz (procedury, narzędzia, spotkania) były spójne z warstwą głębszą, czyli wartościami, przekonaniem i intencjami, które tworzą kulturę organizacyjną. W konsekwencji uczelnia relacyjno-restoratywna powinna dążyć do:

- systemowego wzmacniania dialogu i współodpowiedzialności,
- budowania środowiska bezpiecznego, w którym problemy można zgłaszać i omawiać bez obawy przed oceną i stygmatyzacją,
- wzmacniania sprawiedliwości proceduralnej (jasne zasady, realny dostęp do rozmowy i możliwość wypracowania wspólnego rozwiązania),
- traktowania konfliktu jako zjawiska rozwojowego, wymagającego struktury rozmowy, a nie wyłącznie sankcji.

W modelu relacyjno-restoratywnym uczelnia staje się tym, co praktykuje na co dzień. Jeśli codziennością jest dialog, jasność zasad, życzliwa komunikacja i możliwość naprawy powstałych szkód, to powstaje kultura bezpieczeństwa. Jeśli codziennością jest strach przed konsekwencjami, unikanie rozmów i formalizm, to rośnie napięcie i polaryzacja. Szkoła relacyjno-restoratywna to przede wszystkim kultura organizacyjna, a nie zestaw technik do stosowania „w trudnych przypadkach”. Trwałość jej wdrożenia jest

1. Zob.: European Forum for Restorative Justice (EFRJ) (2025); *on-line*: https://www.euforumrj.org/sites/default/files/2025-05/guiding_principles_to_foster_a_relational_and_restorative_school_environment_digital.pdf

2. Zob.: Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki (2025), „Plan równości dla Politechniki Krakowskiej na lata 2026–2030”, *on-line*: <https://bip.malopolska.pl/api/files/4009930>

3. Zob.: E. Lodi, L. Perrella, G.L. Lepri, M. L. Scarpa & P. Patrizi, „Use of restorative justice and restorative practices at school: A systematic literature review”; *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(1), 96; *on-line*: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/1/96>

zależna od głębokości osadzenia wartości w języku, przekonaniach, sposobie uczenia się i współpracy całej społeczności. To podejście na uczelni oznacza m.in.:

- uznanie, że relacje są elementem jakości akademickiej (a nie tematem „miękkim”),
- traktowanie konfliktu jako zjawiska rozwojowego, które może uczyć dialogu,
- budowanie przestrzeni do rozmowy, zanim sprawy staną się kryzysem,
- konsekwentne łączenie standardów (jasne zasady) z troską o godność stron.

W takim ujęciu uczelnia jest postrzegana jako złożony ekosystem społeczny, któremu sprzyjają pozytywne relacje, dobra komunikacja, wzajemne zrozumienie oraz konstruktywne rozwiązywanie konfliktów⁴.

Platforma dialogu — od idei do wdrożenia

Działanie dotyczące utworzenia platformy dialogu, zapisane w „Planie równości dla PK”, ma potencjał, by stać się rdzeniem modelu relacyjno-restoratywnego. Aby platforma dialogu miała charakter realnie systemowy, warto zaprojektować ją jako infrastrukturę organizacyjną, obejmującą:

- 1. Wartości i standardy codzienności** — oparte na szacunku, dialogu, odpowiedzialności, naprawie szkód, partycypacji, czyli to np. jak prowadzimy spotkania, jak rozmawiamy o błędach, jak udzielamy informacji zwrotnej, jak komunikujemy decyzje. Bez tego wartości pozostają jedynie deklaracją.
- 2. Platformę dialogu** — realny system rozmowy opartej na stałej infrastrukturze komunikacyjnej uczelni. Może ona obejmować: regularne, moderowane spotkania dialogowe (np. raz w miesiącu na poziomie jednostek); jasne kanały zgłaszania problemów (anonimowe i jawne); krótkie rozmowy wyjaśniające (*restorative chats*), zanim konflikt eskaluje; zasady bezpieczeństwa rozmowy (poufność, szacunek, brak karan za zgłoszenie); mechanizm informacji zwrotnej, bowiem brak odpowiedzi osłabia zaufanie. To swego rodzaju „układ odpornościowy” uczelni: umożliwia wczesną interwencję, ogranicza eskalację konfliktu i sprzyja wspólnemu rozwiązywaniu problemów.
- 3. Mediacje** — dostępny i naturalny sposób rozwiązywania sporów, również tych codziennych (tj. napięcia w zespołach, spory o role, komunikację, granice itp.). Uczelnia może wprowadzać mediację na kilku poziomach: mediacje formalne (w sprawach trudnych, wielowątkowych); mediacje krótkie (konflikty komunikacyjne, nieporozumienia); mediacje rówieśnicze (po przeszkoleniu studentów / doktorantów); kręgi rozwiązywania problemów, angażujące szerszą grupę (np. cały rocznik lub katedrę) w poszukiwaniu wspierających rozwiązań.
- 4. Kompetencje dialogu** — poprzez edukację i rozwój kadr w kluczowych obszarach, tj. komunikacji w konflikcie, rozpoznawania emocji i potrzeb, deeskalacji,

udzielania informacji zwrotnej czy rozmów naprawczych. W podejściu restoratywnym polega to na budowaniu zdolności wspólnoty do „naprawiania relacji”, zamiast przerzucania konfliktów wyłącznie na procedury.

- 5. Przywództwo „with”** — zarządzanie bez niszczenia relacji. Podejście „with people (z ludźmi)”, polega na tworzeniu warunków do wspólnego wypracowania sensownych ustaleń zamiast narzucania swoich rozwiązań „to people” (do ludzi) albo ich wyręczenia „for people” (dla ludzi)⁵. Uczelnia relacyjno-restoratywna potrzebuje liderów, którzy potrafią łączyć jasność zasad z ciekawością perspektyw, nie uciekają od decyzji, ale budują współodpowiedzialność. To szczególnie ważne w środowisku akademickim, gdzie autonomia i godność są kluczowe, a narzucanie rozwiązań często wywołuje opór lub „ciche wycofanie”.

Mediacja jako praktyka proaktywna i reaktywna

W modelu relacyjno-restoratywnym mediacja jest filarem. Łączy dwa porządki: 1) reagowanie (reaktywne) — kiedy doszło do sporu, eskalacji i krzywdy oraz 2) zapobieganie (proaktywne) — kiedy budujemy kompetencje dialogu, zanim konflikt wybuchnie. Umożliwia stronom wyrażenie emocji, potrzeb i oczekiwań; stwarza warunki do wzajemnego wysłuchania i zrozumienia odmiennych perspektyw; traktuje konflikt jako zjawisko naturalne i rozwojowe, będące okazją do nauki i budowania porozumienia. Wdrażanie mediacji przynosi korzyści wszystkim grupom: studenci rozwijają asertywność, empatię oraz umiejętność rozwiązywania problemów, co wpływa na ich dobrostan psychiczny i poczucie przynależności do instytucji. Kadra naukowa i administracyjna zyskuje narzędzia do efektywniejszego zarządzania konfliktami (np. w zespołach badawczych lub w relacji mistrz — uczeń), co przekłada się na mniejszą liczbę dni nieobecności i lepszy klimat pracy. Kadra zarządzająca może zyskać styl zarządzania „z ludźmi”, angażując ich w procesy decyzyjne zamiast jednostronnie narzucać rozwiązania.

5. T. Wachtel (2013), „Defining restorative. International Institute for Restorative Practices”, *on-line*: <https://www.wrpp.ie/resources/Information/Defining%20Restorative.pdf>

Uczelnia relacyjno-restoratywna inwestycją w przyszłość

Transformacja uczelni w kierunku modelu relacyjno-restoratywnego jest procesem długofalowym, wymagającym zmiany paradygmatu zarządzania — z kontroli i kary na dialog i współodpowiedzialność. Nie zastępuje prawa ani procedur. Sprawia, że procedury nie są jedynym sposobem reagowania na trudne sprawy. Decyzję, by budować uczelnię jako organizację relacyjno-restoratywną, jak zapisano w „Planie równości dla PK na lata 2026–2030”, należy rozumieć jako inwestycję w budowanie silnej i odpornej na kryzysy wspólnoty akademickiej.

4. A. Dopierała, „Szkoła Relacyjno-Restoratywna: między teorią a praktyką budowania wspierającego środowiska szkolnego”, *Psychologia Wychowawcza*, 2025, 73(31), 184–200; dostępny: DOI: 10.5604/pw.2534

Wenecja wczoraj i dziś

Fotograficzny zapis doświadczenia architektury

Podczas Biennale
Architektury w Wenecji,
w tle Arsenał
Fot.: Maciej Skaza



Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej i Włoski Instytut Kultury w Krakowie zaprosiły miłośników sztuki i kultury Italii na wystawę poświęconą miastu ikonie, Wenecji. Ekspozycję można było podziwiać od 22 stycznia do 13 lutego w siedzibie Instytutu przy ulicy Grodzkiej. Wernisaż wystawy uświetnił wykład prof. Angela Maggiego z Uniwersytetu Iuav w Wenecji, specjalisty w zakresie historii architektury i fotograficznej reprezentacji architektury.

Podczas wernisażu
wystawy, Angelo Maggi
(z prawej) w rozmowie
z Andrzejem Szarą,
rektorem PK;
na drugim: planie
Maciej Skaza (z lewej)
i Matteo Ogliari,
dyrektor Włoskiego
Instytutu Kultury
w Krakowie
Fot.: Jan Zych



Goście wernisażu
wysłuchali wykładu
Agela Maggiego.
Fot.: Jan Zych



Na wystawie zaprezentowano 39 fotografii, które powstały w trakcie szkolenia „Wenecja wczoraj i dziś. Historia, teraźniejszość i perspektywy. Wyzwania Biennale Architektury”, zorganizowanego przez Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej w 2025 r. Dla uczestników kursu — studentów, ale i prowadzących zajęcia — fotografia stała się narzędziem uważnej refleksji nad architekturą: jej materialnością, światłem, rytmem i przemijaniem. Obok rozpoznawalnych, charakterystycznych weneckich zabytków na zdjęciach pojawiły się zatem fragmenty codzienności, detale i perspektywy, które zwykle umykają szybkiemu spojrzeniu.

Powstał swoisty reportaż — zapis podróży, widoków i spojrzeń skupionych na wyjątkowej, rozpoznawalnej na całym świecie przestrzeni miasta. Jak każdy zapis, także i ten naznaczony jest emocjami autorów, ich relacjami z miejscem i czasem, z tym, co pozostaje często niewypowiedziane, poza kadrem, gdzieś w krótkiej chwili pomiędzy skupieniem uwagi a mniej lub bardziej świadomym naciśnięciem spustu migawki — równie ulotnej jak sam przedmiot obserwacji. Wystawa stanowiła ważny element dydaktycznego procesu, w którym bezpośrednie doświadczenie miejsca





Wybrane zdjęcia z wystawy „Wenecja wczoraj i dziś...”. Autorzy prac (od lewej):

Bartosz Dendura i Karolina Listoś (obie prace)



Marta Łukasik, Weronika Siorek i Klara Walczak



Karolina Nożownik i Maciej Skaza

i świadoma percepcja przestrzeni stawały się fundamentem myślenia projektowego. To jeszcze jeden przykład inicjatywy, wykraczającej poza ścisłe ramy kształcenia na politechnicznych wydziałach.

Zajęcia ze studentami prowadzili nauczyciele akademicy Wydziału Architektury PK: dr inż. arch. Bartosz Dendura, dr inż. arch. Marta Łukasik, mgr inż. arch. Anna Marek-Żaak oraz dr inż. arch. Maciej Skaza.

Autorami pokazanych na wystawie prac są studenci, którzy wzięli udział w szkoleniu: Dominika Bekier, Agnieszka Bełzowska, Aleksandra Bogacz, Kacper Burek, Aleksandra

Chmura, Katarzyna Folta, Małgorzata Gońka, Karolina Heil, Julia Kościelniak, Bartosz Legutko, Julia Leniar, Karolina Listoś, Maja Łukowska, Magdalena Nowotarska, Karolina Nożownik, Weronika Siorek, Weronika Skórska, Klara Walczak, Maciej Wdowiak oraz Zuzanna Załazińska.

Dr inż. arch. Maciej Skaza jest adiunktem w Katedrze Projektowania Architektonicznego na Wydziale Architektury Politechniki Krakowskiej, pełnił funkcję kuratora wystawy „Wenecja wczoraj i dziś — Biennale Architektury w Wenecji w 2025 r.”.

XVII edycja Pucharu Rektora PK w Narciarstwie Alpejskim i Snowboardzie

W tegorocznym cyklu zawodów narciarskich wzięło udział kilkudziesięcioro pracowników Politechniki Krakowskiej. Frekwencja świadczy o niestabnym zainteresowaniu sportami zimowymi. Była to również świetna zabawa i okazja do zacieśniania więzi.

Zawody rozgrywano od 23 stycznia do 20 lutego. Rywalizacja toczyła się tradycyjnie na stoku kompleksu Beskid w Spytkowicach oraz na Mosornym Groniu w Zawoi w dwóch konkurencjach — w slalomie (czterokrotnie) oraz w slalomie gigancie (pięciokrotnie).

Najlepszą zawodniczką w obydwu tych konkurencjach (jeśli brać pod uwagę czas netto przejazdu) w 17. edycji Pucharu Rektora PK okazała się Agata Pawłowska-Salach (z Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki). W grupie mężczyzn w slalomie zwyciężył Filip Robotycki

(administracja centralna), zaś w slalomie gigancie — Jacek Husakowski (także pracownik administracji centralnej). Wyniki w klasyfikacji generalnej (czas z uwzględnieniem przelicznika wiekowego Salomona) przedstawiają się następująco: w grupie kobiet pierwsze miejsce zajęła Marta Tomczyk (Centrum Sportu i Rekreacji), drugie miejsce — Karolina Robotycka (administracja centralna), a trzecie miejsce — Anna Pudełko (z Wydziału Informatyki i Matematyki); w grupie mężczyzn — na pierwszym miejscu uplasował się Filip Robotycki (administracja centralna), drugi był — Jacek Husakowski (administracja centralna), a trzeci — Tomasz Węgiel (Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej).

W klasyfikacji drużynowej najwięcej punktów zdobyli reprezentanci administracji centralnej (1530), wyprzedzając Wydział Architektury (1464) i Wydział Inżynierii Lądowej (1194). W zawodach snowboardowych zwycięzcą okazał się Mariusz Twardowski.

Tradycyjnie odbyły się międzyuczelniane zawody drużynowe z udziałem reprezentacji Akademii Górniczo-Hutniczej, Uniwersytetu Jagiellońskiego, Politechniki Gdańskiej, Ośrodka Przetwarzania Informacji z Warszawy oraz dwóch zespołów Politechniki Krakowskiej. Najlepszy okazał się zespół „A” Politechniki Krakowskiej w składzie: Karolina Robotycka, Agata Pawłowska-Salach, Filip Robotycki i Jacek Husakowski.

Nad przebiegiem 17. edycji zawodów pieczę sprawowała Rada Koordynatorów Pucharu Rektora. Wydarzeniu patronował rektor PK prof. Andrzej Szarata. Poszczególnym zawodom w cyklu patronowali: kanclerz PK Agnieszka Kostecka-Stec, koordynator ds. kształcenia pozawydziałowego dr inż. Otmar Vogt oraz dziekani wszystkich wydziałów Politechniki Krakowskiej. Głównym koordynatorem zawodów był mgr Jacek Majka z Centrum Sportu i Rekreacji PK.

• |R.|

Filip Robotycki — zwycięzca w klasyfikacji generalnej mężczyzn



Uczestnicy zawodów, Spytkowice, 20 lutego 2026 r.



Ákos Horváth

OPUS MAGNUM



2-19 lutego 2026 r.

Ukończył studia w 1983 r. na Uniwersytecie w Veszpré, na Węgrzech; w 1990 r. uczył się w pracowni artysty szkła László Heftera oraz szkolił się u malarza Farsanga Sándora. Twórca grafiki użytkowej, form przemysłowych i wnętrz. Jest uznanym artystą sztuk projektowych na Węgrzech, w Europie i na świecie (Los Angeles, Perth, Rio de Janeiro). Od 2021 r. przez trzy lata uczył scenografii na Uniwersytecie Sztuk Teatralnych i Filmowych w Budapeszcie. Od 2008 r., przez 15 lat pracował jako dyrektor artystyczny w Sunward Games, tworząc serie gier komputerowych. Od 2017 r. ponownie zaczął pracować nad niezależną grafiką. W ostatnich latach zajmuje się również *box artem*, dzięki swemu doświadczeniu ilustratora, w tych pracach zawsze podporządkowuje formę treści. Uczestniczył w międzynarodowych konkursach i projektach artystycznych i jest laureatem wielu nagród i wyróżnień w USA, Kanadzie i na Węgrzech.

Wystawa „Opus magnum” pokazuje dorobek artysty od lat 90. XX wieku, aż po najnowsze grafiki i instalacje. • |D.Z.]



Czarny fortepian (pastel)
Ołtarz wojenny,
Marzenie Casanovy
(pastel)

Wolę róż

23 lutego – 18 marca 2026 r.

Joanna Banek,
„Podróże”
(olej na płótnie)



Wystawa prac 40 artystów z pięciu Okręgów ZPAP: kieleckiego, krakowskiego, rzeszowskiego, toruńskiego i gliwicko-zabrzańskiego. Uczestniczkami wystawy i jej kuratorkami były Joanna Banek i Krystyna Malinowska, które we wstępie do katalogu przybliżyły historię koloru różowego, wyodrębnionego z czerwieni na przełomie XVII i XVIII wieku. Stąd wiemy, że róż stał się filarem pop-artu, a jak twierdzą niektórzy, to nie kolor — to ideologia.

Trzeba zobaczyć, jak poradziło sobie 40 artystów, bo nie tylko panie podjęły temat, bowiem jak każdy kolor ma odcinienie, tak i róż pokazał swoje. •|D.Z.|



ANNA STANIEWSKA

Projekty parku akademickiego na kampusie PK w Czyżynach

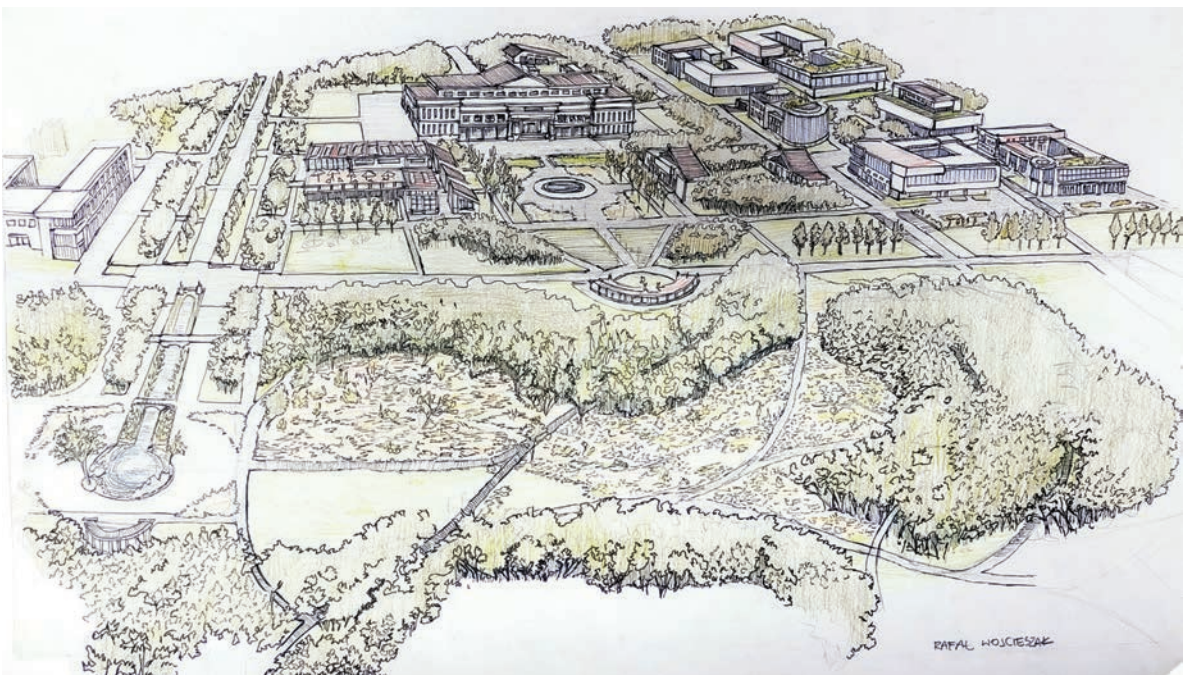
23 lutego – 18 marca 2026 r.

Wystawa prezentuje projekty studentów V semestru kierunku architektura krajobrazu, przedstawiające koncepcje „Parku Akademickiego” jako nowoczesnego, ogólnodostępnego parku w sercu kampusu PK, na południe od pasa dawnego lotniska Rakowice-Czyżyny. Przygotowane projekty wpisują się w długofalową wizję rozwoju uczelni oraz toczące się prace planistyczne dotyczące tego obszaru, ze szczególnym naciskiem na rolę zieleni i błękitno-zielonej infrastruktury w odpowiedzi na wyzwania klimatyczne. Wystawa ukazuje, jak poprzez odpowiedzialne kształtowanie krajobrazu można zwiększyć komfort i jakość życia społeczności akademickiej oraz mieszkańców, łącząc tereny zielone pomiędzy budynkami przy ulicach: Życzkowskiego, Jana Pawła II i Stella-Sawickiego w spójną, przyjazną ludziom i środowisku całość.

Zajęcia z projektowania zintegrowanego dla V semestru architektury krajobrazu prowadziły: dr hab. inż. arch. Anna Staniewska, prof. PK oraz mgr inż. Agnieszka Greniuk, architekt krajobrazu, a w zajęciach z komunikacji społecznej zespół wspierała mgr inż. Anna Maj, architekt krajobrazu. Autorami wybranych do prezentacji prac są: Karina Andrzejczak, Marta Bałut, Maria Budzyk, Emilia Gacek, Liwia Kania, Marta Kijewicz, Katarzyna Pawelczyk, Agata Rezlerska, Patrycja Rożek, Izabela Rybińska, Szymon Sołtys, Rafał Wojcieszak oraz Amelia Zbrzeźna.

Dr hab. inż. arch. Anna Staniewska, prof. PK jest pracownikiem Katedry Architektury Krajobrazu Politechniki Krakowskiej.

Rys.: Rafał Wojcieszak



WIOSENNE PORZĄDKI

Wiosna zagłada, toteż: nowe wątki;
 Czas już nas goni: wiosenne porządki.
 Żona więc odkurzacz już nam podsuwa,
 Bierz się zatem, bracie, bo żona czuwał!

Dobrze, że do tego nas dziś dopinguje,
 No, a co dalej? — Ha, ja już to czuję.
 Tutaj odczuwasz wahanie, niestety,
 Usuń te bety, no wyrzuc te bety!

Gdy się zdobyło za dużo tych betów
 W porannej kolejce z tych „tanich sklepów”.
 No ale żona jest nieubłagana.
 Trzeba się ich pozbyć — woła od rana.

Ma tu jednak — Kochana — dużo racji,
 Więc tutaj potrzeba nam demokracji:
 No to, co wyrzucić, to głosujemy,
 I nie zawsze wyjdzie tak, jak my chcemy!



Fotoreportaż Jana Zycha



Nikt się nie oszczędzał w sportowej rywalizacji na stoku w Spytkowicach, w trakcie XVII Pucharu Rektora PK w Narciarstwie Alpejskim i Snowboardzie



