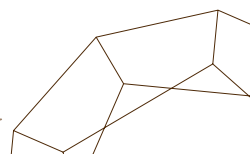




# PROFUNDERE SCIENTIAM



nr 18  
styczeń 2024

BIULETYN CENTRUM STUDIÓW ZAAWANSOWANYCH POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ



## Zobaczyć niewidzialne. Naukowcy ICTER otwierają okno na nasz wzrok

Naukowcy ICTER pozwalają zobaczyć 'niewidzialne'. To nie magia, a nauka, której owoce coraz częściej pojawiają się w odwiedzanych przez nas gabinetach okulistycznych – red. Marcin Powęska o fascynującej pracy zespołu pod kierownictwem prof. Macieja Wojtkowskiego

Misja Międzynarodowego Centrum Badań Oka (ICTER) jest klarowna – tworzyć technologie, które zrewolucjonizują diagnostykę okulistyczną i pozwolą na leczenie najtrudniejszych chorób wzroku. Jest to naprawdę spore wyzwanie, ale przysłowiowa gra jest warta świeczki, bo na jakieś zaburzenia widzenia cierpi co najmniej 2,2 miliardów ludzi na świecie (wg WHO). Coraz więcej chorób jesteśmy w stanie wyleczyć, ale pod warunkiem, że pacjent zostanie zdiagnozowany na odpowiednio wczesnym etapie, a do tego właśnie mogą przysłużyć się wynalazki tworzone w ICTER.

ICTER jest częścią Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (ICHF) i jest współfinansowane ze środków własnych ICHF, zewnętrznych grantów oraz przez Fundację na Rzecz Nauki Polskiej ze środków przyznawanych w ramach programu

Międzynarodowych Agend Badawczych (MAB). Celem programu MAB jest wzmacnianie jakości nauki w Polsce, a także przeprowadzanie badań na światowym poziomie, konkurencyjnych na wielu płaszczyznach. Badacze ICTER pracują nad przełomowymi technologiami obrazowania procesów widzenia oraz ułatwiającymi zabiegi ratujące wzrok. Badania mają charakter interdyscyplinarny i są wypadkową dziedzin takich jak biologia, chemia, fizyka czy informatyka. Na czele ICTER stoi prof. Maciej Wojtkowski.

– Szacuje się, że w ok. 90% przypadków wczesna diagnostyka schorzeń wzroku ograniczyłaby ich negatywne skutki. Dzięki zastosowaniu metody badawczej STOC-T mamy możliwość przeprowadzenia *in-vivo* badań nad terapiami farmakologicznymi

{CIĄG DALSZY NA S. 6}

### W NUMERZE

między innymi:

- *Zobaczyć niewidzialne. Naukowcy ICTER otwierają okno na nasz wzrok* – red. Marcin Powęska (s. 1, dokończenie s. 6)
- *Nieuchwytny cykl myślenia* – prof. Stanisław Janeczko (s. 1, dokończenie s. 26)
- *O dobrych praktykach służących przełożeniu transdyscyplinarnego charakteru badań na wynik ewaluacji dyscypliny* – dr hab. Agnieszka Skala-Gosk (s. 14)
- *Nowe podejście do finansowania nauki* – prof. Leon Gradoń (s. 21)
- *O przestrzeni wyobraźni* – Anna Szalwa (s. 30)
- *O działalności Centrum*

### NIEUCHWYTNY CYKL MYŚLENIA

Stanisław Janeczko

Gdy mówimy o przepływie czasu, to mówimy o czymś co wszyscy odczuwają. Gdy jednak mówimy o terażniejszości, w podziale czasu na przeszłość, terażniejszość i przyszłość, to mówimy o pojęciu abstrakcyjnym, nieuchwytnym, które nie jest bezpośrednią daną naszej świadomości. Zawsze jakby zawiera cząstkę przeszłości i cząstkę przyszłości. Gdybyśmy próbowali wyobrazić sobie czystą terażniejszość byłaby pustką, próżnią, sprzężeniem najbardziej sprzecznych i wykluczających się pojęć, wytworów naszych myśli. Jednak jest myśl i jest chwila w której zatrzymuje się cały możliwy do pomyślenia wszechświat. I pewna

{CIĄG DALSZY NA S. 26}

## DZIAŁALNOŚĆ CENTRUM STUDIÓW ZAAWANSOWANYCH PW

czyli najważniejsze wydarzenia i najbliższe plany CSZ PW

### PROFESOROWIE WIZYTUJĄCY

W 2023 roku Centrum Studiów Zaawansowanych gościło wielu wybitnych gości ze świata nauki.

W lutym 2023 prof. Artur W. Dubrawski z Carnegie Mellon University (USA) wygłosił wykład *Applied AI: Outstanding Opportunities and Challenges*.

Z okazji obchodów 15-lecia Centrum gościem specjalnym była profesor Mina Teicher z Uniwersytetu Bar-Ilan w Izraelu, która odebrała Wyróżnienie CSZ PW „Genius Cognito” i wygłosiła, przy tej okazji, wykład pt. *How does the brain work?*

W związku z organizacją dwóch międzynarodowych warsztatów, we wrześniu 2023 r. gośćmi Centrum byli m.in. Toshizumi Fukui (Saitama University), Goo Ishikawa (Hokkaido University), Marek Kossowski (South Carolina USA), Takashi Nishimura (Yokohama National University), Juan José Nuño-Ballesteros (University of Valencia), Maria Aparecida Soares Ruas (São Paulo State University), Osamu Saeki (Kyushu University), Kentaro Saji (Kobe University), Federico Sánchez-Bringas (Universidad Nacional Autónoma de México), Farid Tari (São Paulo State University), Naoki Hamada (KLab Inc.), Yuichi Ike (Kyushu University), Shizuo Kaji (Kyushu University), Kenji Kajiwara (Kyushu University), Miyuki Koiso (Kyushu University), Shigeki Matsutani (Kanazawa University), Hiroshi Teramoto (Kansai University).

### KONWERSATORIUM PW

W ramach Konwersatorium Politechniki Warszawskiej, odbyły się m.in.:

**9 maja 2023 r.** goście Centrum wysłuchali trzech odczytów specjalnych:

- Prof. Kazimierz Stępień, Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego, *Waiting for the greatest discovery in human history*
- Prof. Mina Teicher, Uniwersytet Bar-Ilan w Izraelu, *How does the brain work?*
- Prof. Maciej Wojtkowski z Polskiej Akademii Nauk, *Seeing the invisible – do we already know everything about the process of seeing?*

**6 czerwca 2023 r.** – Artur B. Chmielewski, Centrum NASA, Jet Propulsion Laboratory w Kalifornii (USA), *Odważ się robić wielkie rzeczy.*

### KONWERSATORIUM PW – TOPTECHNIKA

Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej we współpracy z Wydziałem Matematyki i Nauk Informatycznych PW, było gospodarzem wykładu pt. *Applied AI: Outstanding Opportunities and Challenges*, który wygłosił Artur W. Dubrawski, matematyk i informatyk z Carnegie Mellon University w Stanach Zjednoczonych. Spotkanie odbyło się 14 lutego 2023 r. na Wydziale MiNI PW.

Prof. Artur Dubrawski interesuje się inteligentnymi systemami, które są użyteczne i mają sens ekonomiczny, oraz szukaniem sposobów ich efektywnego budowania i wdrażania. W swojej pracy naukowiec skupia się na zastosowaniach tych systemów w świecie rzeczywistym, obecnie w obszarach zdrowia publicznego, bezpieczeństwa żywności, bezpieczeństwa jądrowego. Obejmuje to badanie nowych algorytmów uczenia maszynowego i struktur danych w celu ułatwienia modelowania probabilistycznego, analizy predykcyjnej, interaktywnej eksploracji i zrozumienia danych.

### SEMINARIUM PW

16 marca 2023 r. odbyło się Seminarium uczelniane PW pt. „Europejska Ewaluacja Instytucjonalna Politechniki Warszawskiej”, którego prelegentem był prof. Zbigniew Pakieła, pełnomocnik Rektora Politechniki Warszawskiej ds. jakości kształcenia i akredytacji.

Seminarium zorganizowano w ramach kolejnego etapu przygotowania do ewaluacji, którego istotnym elementem jest szeroka dyskusja na forum Uczelni, poświęcona zagadnieniom podlegającym weryfikacji zespołu oceniającego. Podczas seminarium zostały przedyskutowane główne wnioski wynikające z raportu samooceny, a także przedstawiono program działań prowadzonych w ramach ewaluacji.

Omawiany raport, obejmuje cztery części stanowiące odpowiedzi na 4 podstawowe pytania:

- Co instytucja chce robić? Normy, wartości, misja i cele;
- Jak instytucja chce to robić? Zarządzanie i działania;
- Skąd instytucja wie, że zmierza do wyznaczonych celów? Samowiedza w instytucji;

→ Jak instytucja zmienia się w celu doskonalenia? Zarządzanie strategiczne i gotowość do zmian.

### WYKŁADY UOD CSZ PW

W Uczelnianej Ofercie Dydaktycznej Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej w roku akademickim 2022/2023 zorganizowano 6 wykładów podstawowych oraz 14 specjalnych, także w formie laboratoriów. W wykładach uczestniczyło kilkaset osób, głównie doktorantów szkoły doktorskiej PW.

Słuchacze mieli możliwość wyboru spośród różnorodnej oferty tematycznej, zarówno kontynuacji jak i nowości:

1. *Foundations and Interpretations of Quantum Mechanics* – wykład w języku angielskim, prof. Marek Kuś;
2. *Wprowadzenie do uczenia maszyn*, prof. dr hab. inż. Władysław Homenda;
3. *Zagadki istnienia innych światów we Wszechświecie*, prof. Kazimierz Stępień;
4. *Konstrukcja uogólnionych modeli liniowych*, prof. Anna Dembińska;
5. *Modele matematyczne procesów i przemian*, prof. Stanisław Janeczko;
6. *Genetyka na co dzień*, prof. Ewa Bartnik;
7. *Propedeutyka BIM – Podstawy technologii modelowania informacji o budynku (BIM)*, dr inż. Andrzej Szymon Borkowski;
8. *Samotność w XXI wieku – jak pomagać innym i sobie, czyli znajdź swoje małe krzesło*, dr Leszek Mellibruda;
9. *Zarządzanie z bliska – co wynika ze zjawisk ostatnich lat*, dr hab. inż. Janusz Zawila-Niedzwiecki (koordynacja), wykładowcy z Wydziału Zarządzania PW;
10. *Rozmowy i Rozumowania – wykłady seminaryjne*, prof. Stanisław Janeczko;
11. *Rysunek odręczny jako narzędzie pracy inżyniera*, dr. inż. arch. Joanna Pętkowska-Hankel;
12. *Współczesne technologie półprzewodnikowe – wyzwania zintegrowanej elektroniki i fotoniki*, prof. Robert Mroczyński;
13. *Wybrane zagadnienia matematyki finansowej*, prof. Łukasz Stettner;
14. *Zarządzanie przedsiębiorstwem inteligentnym w gospodarce 4.0. Menedżerski model wsparcia transformacji cyfrowej*, prof. Mieczysław Morawski;

**15 years**  
Center for Advanced Studies  
Warsaw University of Technology  
**CAS WUT Anniversary**  
2008-2023

*To reach the limits of the possible,  
you have to dream to impossible\**

**9 V 2023**  
3:15 pm  
Senat Hall, Main Building WUT  
Pl. Politechniki 1, 00-661 Warsaw, Poland

**Programme of the 15th Anniversary  
of the Center for Advanced Studies WUT**

Presentation of achievements

Speeches by the Rector of the Warsaw University of Technology – Prof. Krzysztof Zaremba  
and the President of the Polish Academy of Sciences – Prof. Marek Konarzewski


*Seeing the invisible – do we already know everything about the process of seeing?*  
Prof. Maciej Wojtkowski, ICTER, Polish Academy of Sciences, Poland

Awarding of Distinctions „Genius of Knowledge”  
*How does the brain work?*  
Prof. Mina Teicher, Bar-Ilan University, Israel

*Waiting for the greatest discovery in human history*  
Prof. Kazimierz Stępień, Warsaw University, Poland

[www.csz.pw.edu.pl](http://www.csz.pw.edu.pl)

*\*) To reach the limits of the possible, you have to dream to impossible, René Thom*



15. *Monitorowanie wysiłku fizycznego*, dr inż. Monika Petelczyc;
16. *Współczesne techniki obrazowania geometrii obiektów przestrzennych statycznych i w ruchu*, prof. Robert Sitnik;
17. *Sztuka budowania relacji – rola pozytywnych i negatywnych emocji*, dr Leszek Mellibruda;
18. *Techniki Pracy z Wyobraźnią*, mgr Anna Szalwa;
19. *The Foundations of Computability Theory – wykład w języku angielskim*, dr hab. inż. Anna Zamojska-Dzienio;
20. *Rozmowy i Rozumowania – wykłady seminaryjne*, prof. Stanisław Janeczko.

\*) Szczegółowy wykaz archiwalnych i realizowanych przedmiotów znajduje się na stronie [www.konwersatorium.pw.edu.pl/oferta](http://www.konwersatorium.pw.edu.pl/oferta), dostępnej również ze strony Centrum – [www.csz.pw.edu.pl](http://www.csz.pw.edu.pl).

#### WYDAWNICTWA

Publikacje CSZ, w tym liczne książki naukowe, można nabyć w księgarniach Oficyny Wydawniczej PW w Gmachu Głównym i przy ul. Noakowskiego 18/20 w Warszawie.

\*) Przegląd wszystkich dotychczasowych pozycji można odnaleźć pod adresem: [www.csz.pw.edu.pl/](http://www.csz.pw.edu.pl/) Wydawnictwa.

#### HORYZONTY DYSCYPLIN NAUKI

W kwietniu 2023 r. z inicjatywy Prorektora ds. Nauki, prof. Mariusza Malinowskiego i przy koordynacji prof. Janusza Zawily-Niedźwieckiego został uruchomiony w Centrum Studiów Zaawansowanych nowy cykl seminariów pn. „Horyzonty Dyscyplin Nauki”. Ma on na celu przedstawienie osiągnięć zespołów reprezentujących poszczególne

dyscypliny nauki w Politechnice Warszawskiej. Dotychczas odbyły się 4 spotkania w formule online:

**20.04.2023** – *Trójgłos na temat sztucznej inteligencji w genomice*, dyscyplina: Informatyka techniczna i telekomunikacja, prelegenci: prof. dr hab. Dariusz Plewczyński (WMiNI), dr hab. inż. Robert Nowak (WEiTI) oraz dr hab. inż. Tomasz Gambin (WEiTI), koreferenci: Piotr Wygocki (MIM Fertility) i prof. dr hab. inż. Przemysław Biecek (WMiNI), wydarzenie poprowadził dr hab. inż. Wojciech Mazurczyk (WEiTI).

**18.05.2023** – *Rola danych i technologii geoinformacyjnych w tworzeniu infrastruktury informacji przestrzennej państwa*, dyscyplina: Inżynieria lądowa, geodezja i transport, prelegenci: dr hab. inż. Dariusz Gotlib (WGiK), dr inż. Krzysztof Bakula (WGiK) oraz dr hab. inż. Tomasz Liwosz (WGiK), koreferenci: dr inż. Anna Bober i mgr inż. Jarosław Somla z Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii.

**19.10.2023** – *Badania transdyscyplinarne na przykładzie polskich startupów/ Transdisciplinary research on the example of Polish startups*, dyscyplina: Nauki o zarządzaniu i jakości, prelegent: dr hab. Agnieszka Skala-Gosk (WZ), koreferenci: dr hab. Andrea Szalavetz z Instytutu Gospodarki Światowej w Centrum Studiów Ekonomicznych i Regionalnych w Budapeszcie oraz Eliza Kruczkowska – Dyrektor Departamentu Rozwoju Innowacji w Polskim Funduszu Rozwoju (więcej na s. 14).

**16.11.2023** – *Samoloty bezzałogowe Politechniki Warszawskiej w badaniach ekosystemów Antarktyki – Projekt MONICA*, dyscyplina: Inżynieria mechaniczna, prelegent: dr hab. inż. Mirosław Rodzewicz – prof. PW (WMEiL).

#### SYMPOZJA CENTRUM STUDIÓW ZAAWANSOWANYCH

Symposium matematyczne CBRS UW – CSZ PW – MiNI PW

W dniach 2-5 marca 2023 w Europejskim Centrum Edukacji Geologicznej UW, Korzecko w Chęcinach odbyło się „Symposium matematyczne CBRS UW – CSZ PW – MiNI PW” współorganizowane przez Centrum Badania Ryzyka Systemowego Uniwersytetu Warszawskiego, zespół Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej oraz Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej (więcej na s. 10).

**WORKSHOP on Algebraic and Analytic Singularities**

Międzynarodowe warsztaty "Workshop on Algebraic and Analytic Singularities (WAAS)" zostały zorganizowane przy współpracy Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej, Institute of Mathematics for Industry, Kyushu University, Department of Mathematics, Hokkaido University oraz Wydziału Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej. Odbływały się w dniach 18-22 września 2023 roku na Wydziale Matematyki i Nauk Informacyjnych PW. W programie warsztatów zrealizowano trzy serie Master Course. Warsztaty składały się z regularnych wykładów prowadzonych przez uczestników, wraz z kilkoma mini-wykładami dla doktorantów i studentów na temat teorii osobliwości, w tym:

- Federico Sánchez-Bringas, *Lines of curvature and asymptotic lines of surfaces*;
- Kentaro Saji, *Geometry of singular surfaces and curves*;
- Michał Zwierzyński, *Exploring Affine Invariants and Equivariants: Wigner Caustic, Centre Symmetry Set, and Beyond*.

**WORKSHOP on Mathematics for Industry**

Międzynarodowe warsztaty "Workshop on Mathematics for Industry (WMI)", *Podstawy matematyki w strukturach nanomedycyny i sensorach życia*, zostały zorganizowane przy współpracy Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej, Institute of Mathematics for Industry, Kyushu University oraz Wydziału Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej. Odbływały się w dniach 25-29 września 2023 roku na Wydziale Matematyki i Nauk Informacyjnych PW. Warsztaty składały się z regularnych prelekcji wygłaszanych przez uczestników, wraz z kilkoma mini-wykładami na temat zastosowań matematyki w naukach inżynierskich i technicznych, w tym:

- Paweł Dłotko, *Introduction to Topological Data Analysis*;
- Arimura Hidetaka, *Medical imaging signatures with topology for cancer*;
- Shunsuke Ichiki, *Singularity theory and its applications to strongly convex multiobjective optimization problems*;
- Jan Mielniczuk, *Modelling Regression Dependencies*;
- Dariusz Plewczyński, *Unveiling the Dynamic Nuclear Landscape: A Mini-Course on 3D Human Genome Modelling*.

**Procesy i przemiany w układach złożonych**

W dniach 26-29 października 2023 r. w Europejskim Centrum Edukacji Geologicznej UW, Korzecko w Chęcinach odbyły się warsztaty koncepcyjne „Procesy i przemiany w układach złożonych”. Wydarzenie, współorganizowane przez Centrum Badania Ryzyka Systemowego Uniwersytetu Warszawskiego oraz zespół Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej swoją obecnością uświetnili naukowcy z Uniwersytetu Warszawskiego, Politechniki Warszawskiej, Instytutu Chemii Fizycznej PAN oraz Max-Planck-Institut für Geanthropologie, a także studenci i doktoranci PW. Program sympozjum miał charakter multidyscyplinarny (więcej na s. 11).

**15-LECIE CENTRUM STUDIÓW ZAAWANSOWANYCH PW**

9 maja 2023 roku Centrum Studiów Zaawansowanych obchodziło jubileusz 15-lecia powstania jednostki w Politechnice Warszawskiej.

Podczas uroczystości zostało wręczone Wyróżnienie CSZ PW „Genius Cognitioni”, za wybitne osiągnięcia w nauce oraz znaczący udział w kształtowaniu Centrum Studiów Zaawansowanych PW, w formie statuetki będącej odwzorowaniem grupy rzeźbiarskiej zwanej Apoteozą Wiedzy, wieńczącej fasadę Gmachu Głównego Politechniki Warszawskiej. Wyróżnienie otrzymali: prof. Kazimierz Stępień z Obserwatorium Astronomicznego

Uniwersytetu Warszawskiego oraz prof. Mina Teicher z Uniwersytetu Bar-Ilan w Izraelu. Laureaci wygłosili odczyty, odpowiednio: *Czekając na największe odkrycie w dziejach (Waiting for the greatest discovery in human history)* oraz *Jak działa mózg? (How does the brain work?)*. Uroczystość obchodów uświetniły wystąpienia Prorektora ds. Nauki Politechniki Warszawskiej, prof. Mariusza Malinowskiego oraz Prezesa Polskiej Akademii Nauk, prof. Marka Konarzewskiego. Mieliśmy również okazję wysłuchać odczytu specjalnego pierwszego laureata Medalu Młodego Uczzonego PW, prof. Macieja Wojtkowskiego z Polskiej Akademii Nauk pt. *Widzenie niewidzialnego – czy wiemy już wszystko o procesie widzenia? (Seeing the invisible – do we already know everything about the process of seeing?)*.

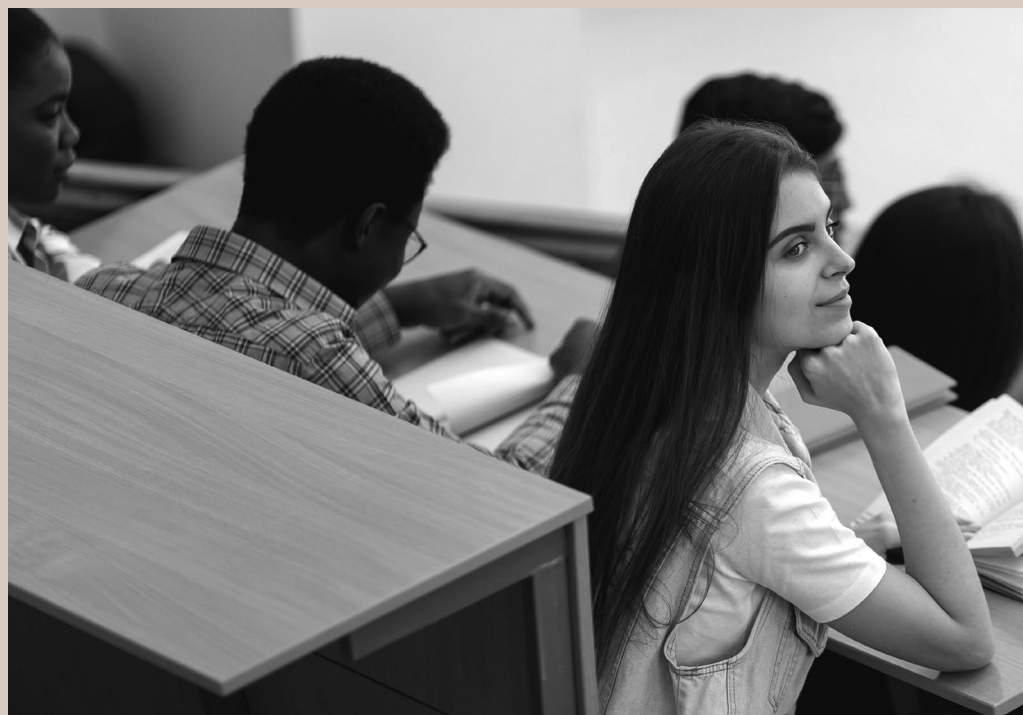
**STUDIA ID**

Program elitarnych studiów id dla najzdolniejszych studentów i kandydatów na studia jest realizowany na wcześniejszych zasadach. Pod opieką tutorów młodzi naukowcy kreują swoje indywidualne ścieżki (więcej na s. 9).

**INTERDYSCYPLINARNE SEMINARIUM STUDIÓW ID**

W ramach aktywizacji studentów realizujących indywidualny tryb studiów id, został uruchomiony cykl „Interdyscyplinarnych seminariów studiów id”.

Do poprowadzenia spotkań zapraszane są wybitne osoby świata nauki o wysokim potencjale popularyzatorskim, aktywne w dziedzinach, które





intensywnie się rozwijają i stanowią ciekawą perspektywę dla młodych naukowców.

Wśród, do tej pory zaproszonych, gości znaleźli się: prof. Marek Kordos z Wydziału Matematyki, Informatyki i Mechaniki UW, prof. Andrzej Dragan z Wydziału Fizyki UW, prof. Mariusz Malinowski z Wydziału Elektrycznego PW oraz prof. Wojciech Wróblewski z Wydziału Chemicznego PW.

#### INNOWACJE DYDAKTYCZNE

W dniu 30 marca 2023 r. odbyło się seminarium dotyczące realizacji drugiej edycji grantów dydaktycznych.



W seminarium wzięli udział: kierownik zespołu zarządzającego projektu IDUB prof. Małgorzata Lewandowska, członkowie Komisji Konkursowej Grantów, na czele z dyrektorem Centrum Studiów Zaawansowanych prof. Stanisławem Janeczko – przewodniczącym komisji, Wanda Borkowska (CSZ) oraz laureaci drugiego konkursu na granty dydaktyczne PW w ramach programu „Inicjatywa doskonałości – uczelnia badawcza”. Beneficjenci drugiego konkursu na granty dydaktyczne zaprezentowali efekty realizacji swoich projektów innowacji dydaktycznych, wdrożonych w roku akademickim 2022/23. Projekty tej edycji zostały zakończone seminarium sprawozdawczym – 22 listopada 2023.

Równolegle, 19 czerwca 2023 roku ogłoszono konkurs na trzecią edycję grantów dydaktycznych w Politechnice Warszawskiej. Zbieranie wniosków, wzorem poprzednich konkursów, odbywało się poprzez formularz dostępny na stronie [www.badawcza.pw.edu.pl](http://www.badawcza.pw.edu.pl) i zakończyło się 10 lipca 2023 roku. Wnioski zostały ocenione przez Komisję Konkursową. W wyniku rozstrzygnięcia trzeciego konkursu na granty dydaktyczne w PW, przyznano dofinansowanie 13 projektom. Ich realizacja przypada na rok akademicki 2023/2024 (więcej na s. 18).

#### MOBILITY PW

Kontynuację, w 2023 roku miał również program Mobility PW trwający od 1 września 2021 r. Jest on realizowany w ramach przedsięwzięcia „Inicjatywa doskonałości – uczelnia badawcza” oraz projektów SEED i PROM PW 2

na zasadach określonych wspólnym regulaminem oraz zgodnych z wytycznymi dla poszczególnych projektów. Program otworzył nowe możliwości ubiegania się o dofinansowanie mobilności naukowych doktorantów i pracowników Politechniki Warszawskiej. Jego realizacja odbywa się poprzez ogłaszanie konkursów ocenianych przez Komisję Konkursową powołaną na okres realizacji Mobility PW. Celem przedsięwzięcia, a co za tym idzie każdego z konkursów jest doskonalenie kompetencji doktorantów i pracowników Politechniki Warszawskiej poprzez udział w aktywnościach zagranicznych, a także stymulowanie wymiany doświadczeń poprzez wizyty cudzoziemców.

Finansowanie przyznawane jest najwyższej ocenionym wnioskowi, przy uwzględnieniu środków dostępnych dla poszczególnych typów aktywności. Program jest koordynowany przez Centrum Studiów Zaawansowanych. Do tej pory ogłoszono 11 konkursów i rozstrzygnięto 9. Finansowanie mobilności przyznano 128 osobom – 67 doktorantom PW, 2 doktorantom zagranicznym i 59 pracownikom PW.

5

## NAJBLIŻSZE PLANY

#### SYMPOZJUM

W 2024 roku planowane są co najmniej 3 wyjazdowe sympozja:

- marzec 2024 – „Warsztaty ścisłego myślenia”, z udziałem naukowców Politechniki Warszawskiej, Centrum Badania Ryzyka Systemowego UW oraz uczestników studiów id;
- maj 2024 – „Warsztaty koncepcyjne CBRS-CSZ”;
- wrzesień 2024 – międzynarodowe warsztaty matematyczne.

#### MOBILITY PW

W styczniu 2024 będą rozstrzygane X i XI konkurs Mobility PW. Kolejna edycja konkursów w ramach Programu zostanie uruchomiona w marcu 2024.

#### GRANTY DYDAKTYCZNE PW

W pierwszym kwartale odbędzie się seminarium monitorujące realizację projektów finansowanych w ramach 3 edycji grantów dydaktycznych 2023/2024.

„Część technologii opracowanych w ICTER jest na etapie wdrażania, choć nie byłoby to możliwe, gdyby nie wysiłki 5 różnych grup badawczych, które zajmują się tą samą tematyką z różnych perspektyw, stale wymieniając się pomysłami i wynikami, co pozwala na osiągnięcie wysokiego poziomu synergii i interdyscyplinarności”

dostarczając niezbędnych informacji na temat jakości i skuteczności proponowanych terapii chorób oczu – mówi prof. Maciej Wojtkowski, dyrektor ICTER.

Część technologii opracowanych w ICTER jest na etapie wdrażania,

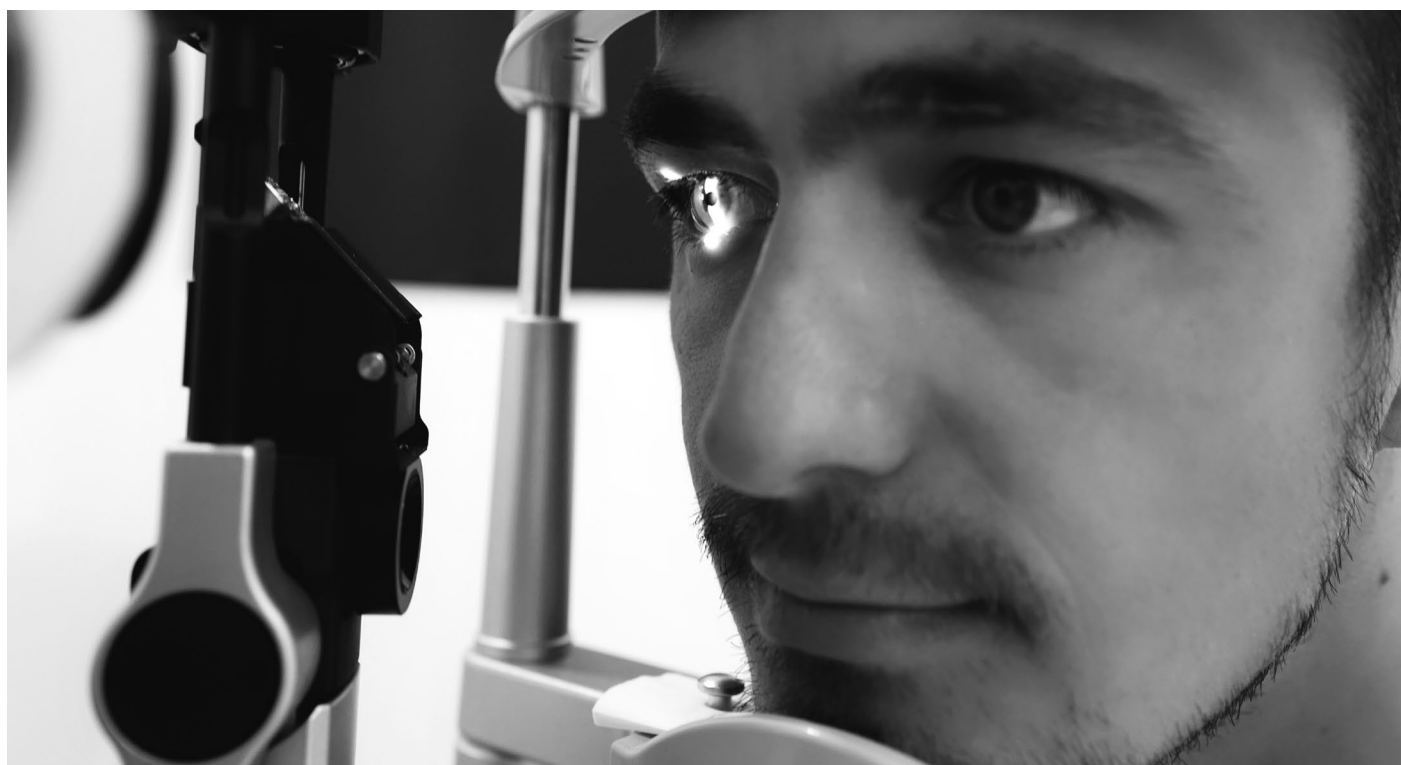
choć nie byłoby to możliwe, gdyby nie wysiłki 5 różnych grup badawczych, które zajmują się tą samą tematyką z różnych perspektyw, stale wymieniając się pomysłami i wynikami, co pozwala na osiągnięcie wysokiego poziomu synergii i interdyscyplinarności.

Przyjrzyjmy się najważniejszym projektom badawczym opracowanym w ICTER.

#### Dwufotonowy skaningowy oftalmoskop fluorescencyjny

Biochemia widzenia to skomplikowany proces, a naturalne barwniki biorące w nim udział przez długi czas były nieuchwytnie dla naukowców. Zespół prowadzony przez prof. Macieja Wojtkowskiego z ICTER stworzył innowacyjny dwufotonowy skaningowy oftalmoskop fluorescencyjny (TPEF-SLO), który pozwala na przyżyciowe obserwowanie barwników siatkówki zgromadzonych w fotoreceptorach. Projekt realizowany z naukowcami z Uniwersytetu Kalifornijskiego w Irvine oraz Politechniki Wrocławskiej może pozwolić na nieinwazyjną ocenę stanu metabolicznego siatkówki i nowe opcje terapeutyczne.

Obrazowanie fluorescencyjne ze wzbudzeniem dwufotonowym (TPE) to zaawansowana technika pomiaru czynnościowego barwników siatkówki, która może ujawnić różne cechy tej części oka, niewidoczne w innych badaniach. W porównaniu do tradycyjnych metod obrazowania opartych na jednofotonowej fluorescencji, TPE pozwala oglądać metabolity witaminy A, które biorą udział w widzeniu (estry retinolu). Obrazy uzyskane dzięki TPEF-SLO potwierdziły, że jest to satysfakcjonujący sposób oglądania barwników biorących udział w cyklu widzenia. Opisana technika rozwija się



w błyskawicznym tempie i w najbliższych latach może trafić do klinik.

#### Tomografia STOC-T do obrazowania siatkówki i naczyńiówki

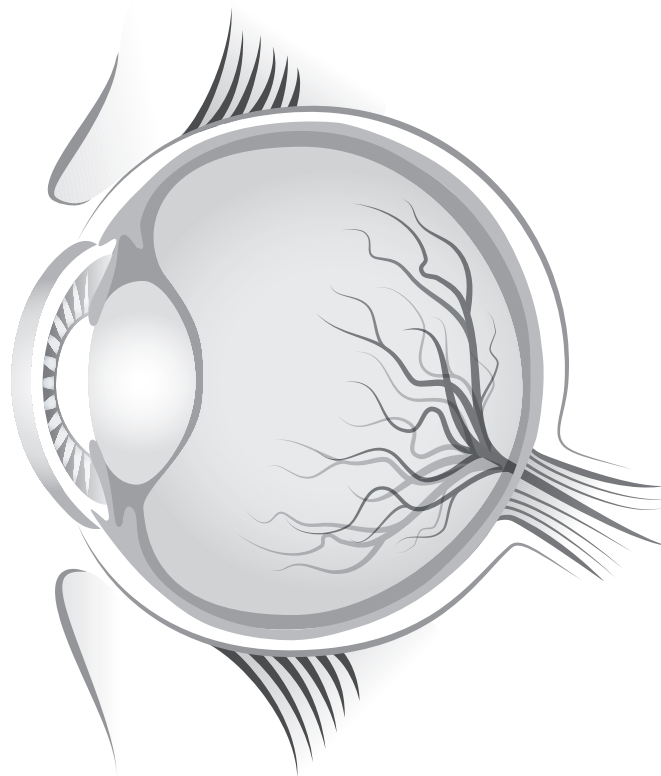
Prawdziwie przełomową technikę opracował zespół kierowany przez prof. Macieja Wojtkowskiego. Naukowiec działający obecnie w ICTER stworzył w latach 2016-2019 przestrzenno-czasową tomografię optyczną (*Spatio-Temporal Optical Coherence Tomography, STOC-T*). Ta metoda obrazowania pozwala na uzyskanie informacji z głębszych warstw tkanki niż inne porównywalne techniki, włączając tomografię optyczną OCT. Dzieje się tak dzięki usunięciu niepożądanych efektów związanych z silnym rozpraszaniem. Grupa prof. Wojtkowskiego zademonstrowała działanie STOC-T do obrazowania skóry i oka *in vivo*. Szczególnie interesująca była demonstracja obrazowania dowolnie wybranych przekrojów czołowych naczyńiówki oka, co nigdy wcześniej nikomu się nie udało.

To znaczne usprawnienie w stosunku do angiografii ICG, która jest najpopularniejszą, choć wysoce niedoskonałą metodą wizualizacji naczyń naczyńiówki. Ponadto metoda STOC-T pozwala na uchwycenie siatkówki w ułamku sekundy i zarejestrowanie całej jej głębi w niezwykle wysokiej, niespotykanej dotąd rozdzielczości z dużą stabilnością fazy rejestrowanych sygnałów. W praktyce klinicznej oznacza to, że pacjent nie zdąży nawet mrugnąć, a jego oko będzie już w pełni zobrazowane i to z dokładnością pozwalającą oglądać nawet pojedyncze komórki. Technologia STOC-T została opatentowana, przetestowana w warunkach laboratoryjnych na ochotnikach ludzkich i znajduje się na dobrej drodze do komercjalizacji.

#### Nieinwazyjna optoretinografia

Od dwóch dekad obrazy uzyskiwane za pomocą optycznej tomografii OCT są podstawą dla okulistów do diagnostyki chorób oczu i monitorowania postępów terapii dzięki wykrywaniu morfologicznych biomarkerów pato-

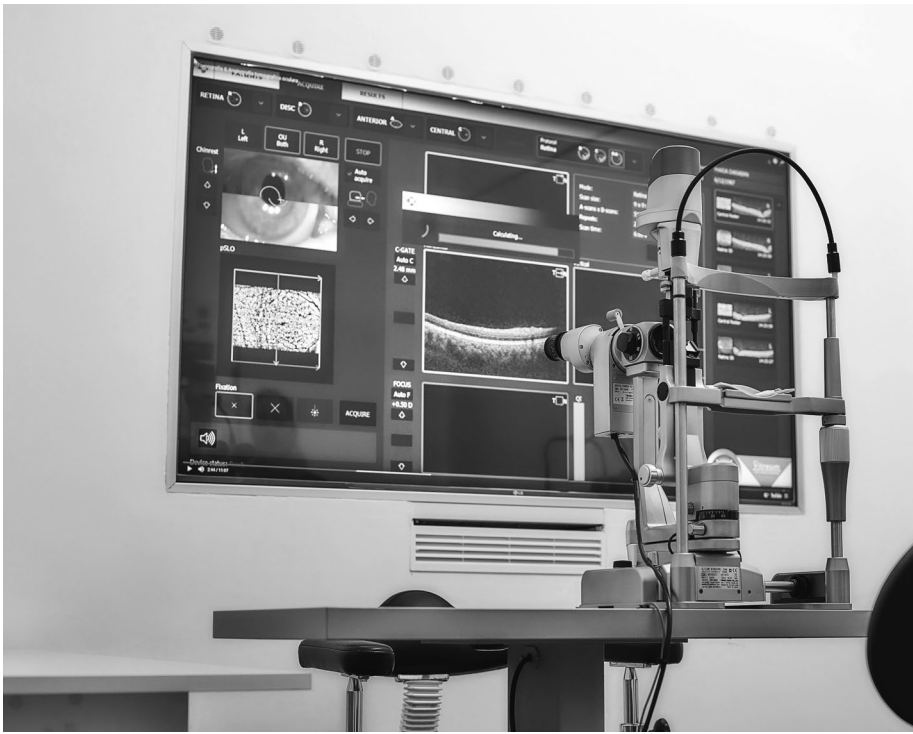
na pojedynczy impuls świetlny jest mierzona w sposób podobny do OCT. Jednak klasyczne instrumenty OCT nie są w stanie tego zrobić ze względu na zbyt małą szybkość rejestracji obrazów i niską stabilność fazową w uzyskiwanych sygnałach.



fizjologii. Ale zmiany w działaniu fotoreceptorów można wykryć na długo przed zaburzeniem morfologii siatkówki. Nowym pomysłem jest wykorzystanie nowatorskiej nieinwazyjnej techniki zwanej optoretinografią (ORG). Zgodnie z podstawowymi założeniami, w technice tej fizjologiczna odpowiedź

Zespół uczonych z udziałem dr Sławomira Tomczewskiego z ICTER skupił się opracowaniu ORG, która może mierzyć odpowiedź na bodziec migotania (flicker ORG f-ORG) za pomocą STOC-T. Dokonuje się tego przez pomiar nanometrowych zmian długości czopków reagujących na zewnętrzne oświetlenie. W ten sposób ORG rejestruje sygnały związane z procesem fototransdukcji wzrokowej – czyli procesem, w którym światło jest przekształcane w sygnały elektryczne w czopkach i pręcikach oka. Pomiary tej aktywności były już wielokrotnie wykonywane za pomocą pomiarów elektrycznych – elektoretinografii (ERG) – i okazały się kluczowe w analizie adaptacji siatkówki do światła oraz krytycznej częstotliwości migotania (CFF) między płamką a peryferiami. ERG jest jednak metodą niespecyficzną i trudną do wykonania w warunkach klinicznych (mniej niż 1% pacjentów ma wykonywany ten test), więc alternatywny sposób pomiaru aktywności

„Mimo iż mutacje powodujące śmierć fotoreceptorów są dobrze znane, rozszyfrowanie patofizjologii w obrębie siatkówki i drodze wzrokowej nie było łatwe. Wkrótce może się to zmienić...”



fotoreceptorów, taki jak f-ORG jest mile widziany przez okulistów.

#### Nowy sposób walki z retinopatią barwnikową

Międzynarodowy zespół naukowy z udziałem dr Andrzeja Foika i uczonych z Uniwersytetu Kalifornijskiego w Irvine (UCI) zbadał proces śmierci fotoreceptorów, powiązany ze zwyrodnieniami siatkówki, które są uznawane za jedną z głównych przyczyn ślepoty na świecie (niektóre o podłożu genetycznym). Mimo iż mutacje powodujące śmierć fotoreceptorów są dobrze znane, rozszyfrowanie patofizjologii w obrębie siatkówki i drrodze wzrokowej nie było łatwe. Wkrótce może się to zmienić.

Wykorzystując różne techniki diagnostyczne: elektroretinografię (ERG), pomiar odpowiedzi optomotorycznej (OMR), wywołane potencjały wzrokowe (VEP) oraz elektrofizjologię pojedynczych neuronów w pierwotnej korze wzrokowej (V1) u myszy RhoP23H/WT (zwierzęcy model retinopatii barwnikowej), naukowcy po raz pierwszy podejrzeli procesy zachodzące we wczesnym stadium retinopatii barwnikowej (RP). Technika może przyczynić się do określenia, kto jest w grupie ryzyka RP, zanim choroba zacznie się ujawniać.

#### Widzenie dwufotonowe

Widzenie dwufotonowe pozwala zobaczyć światło z zakresu bliskiej podczerwieni, mimo iż w normalnych warunkach światło o takiej długości jest

dla nas niewidoczne. Jest to możliwe przy bardzo specyficznych warunkach oświetlenia, gdy wykorzystuje się wiązki laserowe o superkrótkich impulsach. Zjawisko to zostało zaobserwowane i wyjaśnione w roku 2014 przez grupy prof. Wojtkowskiego, prof. Palczewskiego oraz prof. Kefalova z USA. Okazało się, że fotoczulą barwnik naszego oka, którym jest rodopsyna, ma bardzo wysoką wydajność kwantową w procesie absorpcji dwufotonowej. Dzięki temu skompresowana w czasie energia dwóch fotonów niskoenergetycznych (niewidzialnych dla oka) odbierana jest jako energia światła widzialnego.

Dzięki badaniom prowadzonym w ICTER udało się poszerzyć naszą wiedzę na temat właściwości optycznych siatkówki ludzkiej i gryzoni oraz jej podatności na nieliniowe procesy optyczne dwufotonowej izomeryzacji chromoforów rodopsyny i dwufotonowo wzbudzonej fluorescencji w komórkach RPE. Ponadto znaleziono praktyczne zastosowanie dla tego nowego zjawiska w postaci metody diagnostycznej nazwanej mikroperymetrią dwufotonową. Metoda ta jest rozwinięciem mikroperymetrii czyli metody badania pola widzenia, która umożliwia ocenę funkcji siatkówki w różnych specyficznych i ogniskowych miejscach.

W przeciwieństwie do tradycyjnej mikroperymetrii, która wykorzystuje bodziec widzialny, mikroperymetria dwufotonowa wykorzystuje impulsowe lasery podczerwone jako źródło promieniowania stymulującego. Osoba

badana odbiera taki bodziec jako kolorowy dzięki zjawisku widzenia dwufotonowego. Badania pola widzenia nowym urządzeniem można prowadzić w przypadku większości schorzeń siatkówki. Jak się okazało mikroperymetria dwufotonowa jest bardziej specyficzna i radzi sobie lepiej w przypadku oczu w podeszłym wieku gdy oko jest już zmętniałe.

#### Misja ICTER wciąż trwa

Nadrzędnym celem naukowym ICTER jest dogłębne zbadanie dynamiki i plastyczności ludzkiego oka, co przełoży się na opracowanie nowych terapii i narzędzi diagnostycznych. ICTER współpracuje z najbardziej prestiżowymi ośrodkami okulistycznymi w Europie i Ameryce Północnej, Instytutem Okulistyki na University College London oraz Instytutem Oka Gavina Herberta na Uniwersytecie Kalifornijskim w Irvine.

Misja ICTER jeszcze nie jest skończona – przed naukowcami jest sporo do zrobienia i wiele granic do przekroczenia. Wzrok to nasz najcenniejszy zmysł, a dzięki nowo opracowanym technologiom możemy dbać o niego jeszcze lepiej.

**Profesor Maciej Wojtkowski** – polski fizyk, specjalizujący się w optyce stosowanej, fizyce medycznej i doświadczalnej, profesor nauk fizycznych (2014). Zawodowo był związany z macierzystym Uniwersytetem Mikołaja Kopernika w Toruniu. Od 1998 do 2001 pracował naukowo także na Uniwersytecie Wiedeńskim, a w latach 2003–2005 w Massachusetts Institute of Technology. Odbywat staże naukowe na uczelniach w Wielkiej Brytanii i Australii. W 2008 r. został pierwszym laureatem Medalu Młodego Uczzonego. Od 2016 r. jest kierownikiem Zakładu Chemii Fizycznej Układów Biologicznych w Instytucie Chemii Fizycznej PAN. Jest autorem wielu patentów i zgłoszeń patentowych. Za opracowanie i wprowadzenie do praktyki okulistycznej metody tomografii optycznej z detekcją fourierowską w 2012 został wyróżniony Nagrodą Fundacji na rzecz Nauki Polskiej.



## STUDIA ID

Studia dla najzdolniejszych

„...skierowane są do kandydatów na I. i II. stopień studiów stacjonarnych, aplikujących na wybrane kierunki dostępne w ofercie wydziałów uczelni. W ramach studiów, PW oferuje studentom indywidualizację drogi kształcenia pod okiem wybitnych nauczycieli akademickich – tutorów...”

W 2022 r. na Politechnice Warszawskiej został uruchomiony program Studiów id – elitarnych, indywidualnych studiów dla najlepszych kandydatów i studentów. Są one skierowane do kandydatów na I. i II. stopień studiów stacjonarnych, aplikujących na wybrane kierunki dostępne w ofercie wydziałów uczelni. W ramach studiów, PW oferuje studentom indywidualizację drogi kształcenia pod okiem wybitnych nauczycieli akademickich – tutorów oraz gwarantuje stypendia naukowe. W trakcie całego procesu przewidziane są innowacyjne formy zajęć, wspomagające przyszłych absolwentów w najlepszym dopasowaniu do przyszłych wyzwań zawodowych. Źródłem finansowania studiów id jest ministerialny program „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza”, realizowany na Politechnice Warszawskiej.

W 2023 roku w semestrze letnim w ramach seminarium studiów id odbyły się spotkania z naukowcami, pracującymi w Centrach Badawczych POB, zajmującymi się takimi dziedzinami, jak: Sztuczna inteligencja i robotyka; Cyberbezpieczeństwo i analiza danych; Biotechnologia i inżynieria biomedyczna; Technologie materiałowe; Fizyka wysokich energii i technika eksperymentu; Konwersja i magazynowanie energii. Studenci id mieli okazję

zapoznać się z prowadzonymi przez POB-y projektami badawczymi i zainspirować się w ten sposób do własnego rozwoju naukowego.

W dniach 2-5 marca 2023 roku studenci uczestniczyli w *Symposium matematycznym*, zorganizowanym w Europejskim Centrum Edukacji Geologicznej UW, Korzecko w Chęcinach, we współpracy Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej, Centrum Badania Ryzyka Systemowego Uniwersytetu Warszawskiego oraz Wydziału Matematyki i Nauk Informacyjnych PW.

Jako, że wspólnym mianownikiem i narzędziem pracy przyszłych inżynierów i magistrów wszystkich wydziałów Politechniki są nauki ścisłe, w szczególności matematyka, studenci id zostali zaproszeni do uczestnictwa w warsztatach *Workshop on Mathematics for Industry* (25-29 września 2023 roku), zorganizowanych wspólnie przez Kyushu University (Japonia), Centrum Studiów Zaawansowanych oraz Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej, z udziałem zagranicznych gości i prelegentów. Oprócz regularnych prelekcji, zostały przedstawione mini-wykłady na temat zastosowań matematyki w naukach inżynierskich i technicznych. W ramach kolejnych warsztatów *Workshop*

*on Algebraic and Analytic Singularities* (18-22 września 2023 roku) odbyły się trzy serie Master Course dla doktorantów i studentów na temat teorii osobliwości.

Wraz z początkiem semestru zimowego 2023/2024, studenci kontynuujący uczestnictwo w programie Studia id, rozpoczęli realizację indywidualnych planów studiów, które opracowali wspólnie z tutorami, wybranymi przez studentów spośród przedstawicieli kadry naukowej Politechniki Warszawskiej. Dzięki indywidualnym planom studiów studenci mają możliwość rozszerzenia edukacji o przedmioty spoza swojego wydziału i kierunku studiów, rozwijając w ten sposób własną ścieżkę naukową, zgodną z osobistymi zainteresowaniami, pod opieką dydaktyczną tutorów. Centrum Studiów Zaawansowanych w ramach poszerzenia oferty edukacyjnej w programie studiów id, otworzyło dla studentów możliwość zapisów na wykłady w ramach Uczelnianej Oferty Dydaktycznej CSZ PW.

W dniach 26-29 października 2023 r. studenci id zostali zaproszeni na Warsztaty Koncepcyjne pt. *Procesy i przemiany w układach złożonych* w Europejskim Centrum Edukacji Geologicznej UW Korzecko, Chęciny. W wydarzeniu brał udział naukowiec z Centrum Badania Ryzyka Systemowego Uniwersytetu Warszawskiego, Politechniki Warszawskiej, Instytutu Chemii Fizycznej PAN, Max-Planck-Institut für Geoanthropologie, oraz zaproszeni doktoranci Politechniki Warszawskiej. Multi-dyscyplinarny program symposium, obejmujący szeroki zakres dziedzin naukowych – od nauk ścisłych, przyrodniczych po humanistyczne – stało się okazją do żywej dyskusji i konfrontacji różnych punktów widzenia, z perspektywy wielu dyscyplin naukowych, co okazało się czynnikiem inspirującym do jeszcze większej kreatywności w poszukiwaniach badawczych. W kolejnym semestrze akademickim program studiów id będzie rozwijany o nowe propozycje edukacyjne dla studentów, między innymi planowane są kolejne kilkudniowe warsztaty naukowe.

Jowita Krakowiecka

## SYMPOZJUM MATEMATYCZNE CBRS UW – CSZ PW – MiNI PW

Spotkanie współorganizowane przez Centrum Studiów Zaawansowanych PW

W dniach 2-5 marca 2023 w Europejskim Centrum Edukacji Geologicznej UW Korzecko w Chęcinach odbyło się „Sympozjum matematyczne CBRS UW – CSZ PW – MiNI PW”.

W wydarzeniu, współorganizowanym przez zespół Centrum Studiów Zaawansowanych wraz z Centrum Badania Ryzyka Systemowego Uniwersytetu Warszawskiego (Bartosz Nowacki) oraz Wydziałem Matematyki i Nauk Informatycznych PW (dr Michał Zwierzyński i mgr Marcin Zubilewicz), wzięli udział jako zespół prowadzący: prof. Wojciech Domitrz – dziekan Wydziału MiNI PW; prof. Stanisław Janeczko – dyrektor CSZ; prof. Zbigniew Lonc (MiNI PW); dr Grzegorz Łach (CBRS); prof. Barbara Roszkowska-Lech (MiNI PW); dr Sebastian Szymański (CBRS UW); prof. Anna Zamojska-Dzienia (MiNI PW). W Sympozjum uczestniczyli studenci – członkowie kół naukowych i doktoranci wydziału Matematyki i Nauk Informatycznych PW oraz przedstawiciele Centrum Badania Ryzyka Systemowego Uniwersytetu Warszawskiego.

Kierunek tego spotkania nadał wstęp w ujęciu prof. Stanisława Janeczko: „Matematyczny aspekt rzeczywistości jest niewątpliwym filarem poznania naukowego. Matematyka jest językiem fizyki ale nie tylko. Służy rozumieniu Świata we wszystkich jego przejawach i na wszystkich poziomach jego organizacji. Każda wytworzona przez umysł struktura matematyczna jeśli nie odnajduje się na danym etapie poznania, to prze ku nowym skojarzeniom i reprezentacji w nieogarnianych dotychczas obszarach doświadczeń. Znaczenie wzajemnej, twórczej inspiracji wszystkich dziedzin nauki dostrzega się w burzliwym rozwoju metod obliczeniowych w złożonych problemach dużej ilości danych, ich redundancji i dynamiki na wzór wnioskowania myślowego.

Organizujemy więc Sympozjum matematyczne przeznaczone dla szerokiego merytorycznie kręgu uczestników. Otwartych na prezentowanie własnych przemyśleń i badań z uwzględnieniem różnych specjalizacji wśród słuchaczy. Szczególny nacisk położony jest na zagadnienia złożoności systemów oraz zagadnienia z podstawowych dziedzin matematyki z odniesieniem do

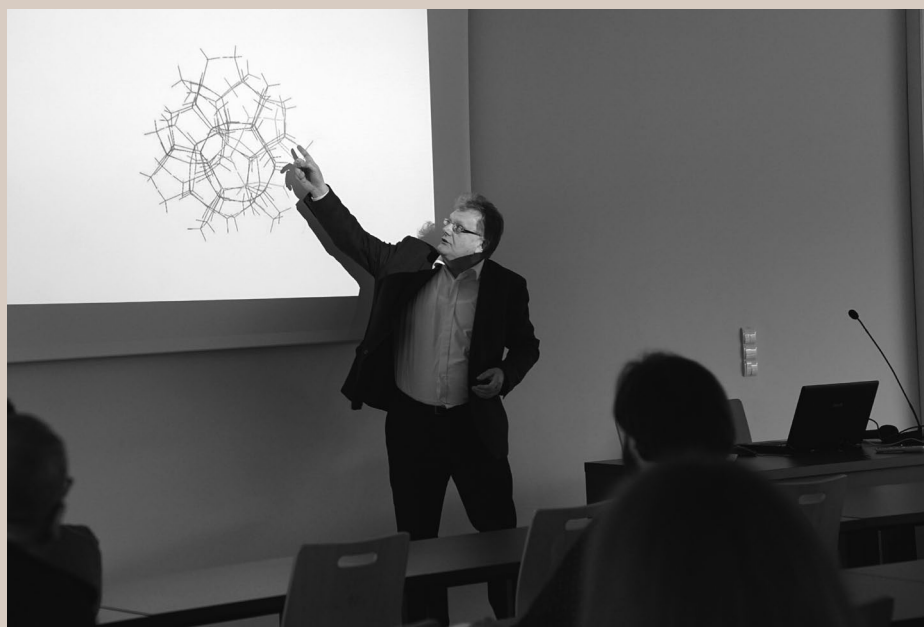


modelowania zjawisk w naukach przyrodniczych i społecznych”.

Program sympozjum obejmował 17 wykładów z różnych specjalizacji matematycznych, wzbogaconych prelekcjami z zakresu nauk humanistycznych – filozofii, archeologii i historii sztuki. Na zakończenie sympozjum odbył się konkurs na najciekawszą prelekcję, którego laureatami zostali: prof. Barbara Roszkowska-Lech (MiNI PW) z wykładem „Samotnik na nieskończonej planszy”; prof. Agnieszka Jastrzębska (MiNI PW) – „Wizja komputerowa

w praktyce – wybrane podejścia i problemy”; prof. Zbigniew Lonc (MiNI PW) – „Kryptografia wizualna”; mgr Olga Broniewska-Halder (WAPW) – „Geometryczne kompozycje treści symbolicznych w sztuce późnego średniowiecza” oraz mgr Hubert Grochowski (MiNI PW) – „Trójkąty, kwadraty i kolorowanie pakujące”.

*Jowita Krakowiecka*



## PROCESY I PRZEMIANY W UKŁADACH ZŁOŻONYCH

### Warsztaty koncepcyjne CBRS - CSZ

W dniach 26-29 października 2023 r. w Europejskim Centrum Edukacji Geologicznej Uniwersytetu Warszawskiego, Korzecko w Chęcinach odbyły się Warsztaty koncepcyjne współorganizowane przez Centrum Badania Ryzyka Systemowego oraz Centrum Studiów Zaawansowanych pod nazwą „Procesy i przemiany w układach złożonych”. To już kolejne spotkanie w interdyscyplinarnym gronie naukowców z Uniwersytetu Warszawskiego i Politechniki Warszawskiej. Celem warsztatów było pochylenie się nad kwestiami, które są identyfikowane w zakresie skutków, zagrożeń, wyzwań i kierunków w zachodzących obecnie procesach – w rozumieniu społecznym, klimatycznym, technologicznym. Program sympozjum obejmował wykłady z różnych dziedzin naukowych, od matematyczno – przyrodniczych po humanistyczne tj. archeologię, socjologię i psychologię.

Wśród omawianych tematów znalazły się m.in.:

- „Ryzyko systemowe – przegląd literatury” – Marek Trippenbach – Centrum Badania Ryzyka Systemowego, UW;
- „Topologia układów złożonych” – Stanisław Janeczko – Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych, Centrum Studiów Zaawansowanych, PW;



11

- „Dlaczego w jednych regionach Polski śmiertelność wzrosła bardziej, a w innych mniej?” – Piotr Bentkowski – Centrum Badania Ryzyka Systemowego, UW;
- „Dlaczego historia nas zaskakuje?” – Janusz Hołyst – Wydział Fizyki, PW;
- „Zespół doradczy ds. COVID-19 przy Prezesie PAN, 30/06/2020 – 31/12/2022” – Anna Ochab-Marcinek – Instytut Chemii Fizycznej PAN;
- „Dlaczego krótkie wiadomości mają siłę przebicia?” – Krzysztof Suchecki – Wydział Fizyki, PW;
- „Klasyfikacja i wyjaśnialność sztucznych sieci neuronowych – dwie strony tej samej monety” – Jacek Rogala – Centrum Badania Ryzyka Systemowego, UW;
- warsztaty koncepcyjne pt. „Procesy i przemiany w układach złożonych”, „Kryzys klimatyczny 2023” – Szymon Malinowski – Centrum Badania Ryzyka Systemowego, UW;
- „The Large Language Model Gold Rush” – Wiesław Bartkowski

- Centrum Badania Ryzyka Systemowego, UW;
- „Antropocen przed Antropoceniem: ‘wielkie’ przyspieszenia w późnym Holocenie” – Adam Izdebski – Max-Planck-Institut für Geoanthropologie;
- „Konsekwencje rozwoju AI i technologii cyfrowych dla podmiotowości i wolności” – Andrzej Nowak – Centrum Badania Ryzyka Systemowego, UW, Paweł Horodecki – Politechnika Gdańska;
- „Nam susza nie straszna” – Efektywność nowo rozpoznanego rzymskiego systemu zbierania deszczówki na obszarach z całkowitym brakiem wód powierzchniowych i gruntowych” – Fabian Welc – Centrum Badania Ryzyka Systemowego, UW, Agata Han – Centrum Badania Ryzyka Systemowego, UW.

W trakcie warsztatów nie zabrakło czasu na spotkania w mniejszych i większych grupach i ożywioną dyskusję. Aktywny udział brali w niej również młodszy członkowie świata nauki z obu uczelni.

Zespół CSZ

**WARSZTATY  
KONCEPCYJNE  
CBRS - CSZ**

Procesy i przemiany  
w układach złożonych

Zespół prowadzący:  
Janusz Hołyst (PW) – Przejścia fazowe  
Stanisław Janeczko (PW) – Procesy i przemiany  
Marek Kus (PAN) – Układy złożone  
Szymon Malinowski (UW) – Geofizyka – kondyza globalna ziemi  
Jacek Rogala (UW) – Neurobiologia  
Marek Trippenbach (UW) – Zagrożenia systemowe

Organizacja:  
Centrum Badania Ryzyka Systemowego  
Uniwersytet Warszawski  
Centrum Studiów Zaawansowanych  
Politechnika Warszawska

**26-29 X 2023**  
Europejskie Centrum Edukacji Geologicznej UW  
Korzecko w Chęcinach

# Horyzonty Dyscyplin Nauki

o nowym seminarium naukowym Politechniki Warszawskiej pod patronatem Prorektora ds. Nauki - prof. dra hab. inż. Mariusza Malinowskiego

Horyzonty Dyscyplin Nauki to nowy cykl seminariów ogólnouczelnianych, które są realizowane przez Centrum Studiów Zaawansowanych PW przy współpracy i koordynacji prof. Janusza Zawiły-Niedźwieckiego.

Seminarium ma na celu przedstawienie osiągnięć zespołów reprezentujących poszczególne dyscypliny nauki w Politechnice Warszawskiej. Do tej pory odbyły się cztery spotkania w formule online, podczas których słuchacze mieli okazję poszerzyć swoją wiedzę w zakresie zagadnień podejmowanych przez przedstawicieli dyscyplin tj.: informatyka techniczna i telekomunikacja; inżynieria lądowa, geodezja i transport; nauki o zarządzaniu i jakości; inżynieria mechaniczna.

W Centrum Studiów Zaawansowanych PW działa Rada Programowa Seminarium, w której zasiadają przedstawiciele wszystkich dyscyplin uprawianych w PW. Jej głównym zadaniem jest inicjowanie aktywności wśród członków poszczególnych dyscyplin oraz wybór zagadnień przedstawianych i dyskutowanych podczas seminariów.

Celem przybliżenia idei seminariów prof. Janusz Zawiła-Niedźwiecki zgłosił się pokrótce o niej opowiedzieć.

**Ilona Sadowska:** Skąd wzięty się pomysł na cykl seminariów Horyzonty Dyscyplin Nauki?

Janusz Zawiła-Niedźwiecki: Pomysł, a nawet jego realizacja pochodzą sprzed lat, bowiem w okresie 2014-2016 pod moim kierownictwem - jako wówczas dyrektora organizowanego właśnie Centrum Informatyzacji PW - prowadzone było seminarium naukowe PW pod nazwą „Platforma modelowania inżynierskiego i biznesowego”. Patronował mu ówczesny Prorektor ds. Nauki prof. dr hab. Rajmund Bacewicz, a wspierały: Centrum Studiów Zaawansowanych PW oraz powstałe wtedy Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii PW. Jak tamta nazwa seminarium wskazuje, zamiar był szerszy, było nim opracowanie wielofunkcyjnej platformy wymiany idei powstających w Politechnice jako odpowiedzi na dotykający wszystkie duże ośrodki naukowe problem - jak upowszechniać wewnątrz uczelni

„Okres pandemiczny dokonał radykalnej zmiany podejścia do komunikacji i organizacji pracy zespołowej. Wcześniej, raczej incydentalne i niezbyt cenione formy spotkań i współpracy zdalne czy hybrydowe stały się niemal podstawowymi, w szczególności wzmacniają możliwości współpracy między ośrodkami i zespołami naukowymi oddalonymi fizycznie od siebie...”

i poza nią wiedzę o osiągnięciach poszczególnych zespołów naukowych oraz jak integrować potencjał tkwiący w tych zespołach, a niedostatecznie znany w całej uczelni, do wyzwań interdyscyplinarnych. We wspomnianym okresie odbyło się w sumie 38 spotkań seminaryjnych (odbywały się z dużą regularnością, bo co 2 tygodnie).

Teraz, z inicjatywy obecnego Prorektora ds. Nauki prof. dra hab. inż. Mariusza Malinowskiego, powróciliśmy do organizowania seminarium, choć w innej formule i pod nazwą „Horyzonty Dyscyplin Nauki”, ale znów koordynatorem spotkań seminaryjnych jest Centrum Studiów Zaawansowanych PW. Działamy też w innej rzeczywistości organizacyjnej prowadzenia badań naukowych, ukształtowanej przez reformę nauki, dokonaną ustawami z 2018 roku. Zasadnicze wyzwania są

jednak podobne i tak jak przed kilku laty można oceniać skuteczność ich realizacji.

**IS:** Spotkania odbywają się w formule online. Czy zdalne prowadzenie seminariów otwórzy i zainspiruje inne osoby do pracy w danej dyscyplinie?

**JZ-N:** Okres pandemiczny dokonał radykalnej zmiany podejścia do komunikacji i organizacji pracy zespołowej. Wcześniej, raczej incydentalne i niezbyt cenione formy spotkań i współpracy zdalne czy hybrydowe stały się niemal podstawowymi, w szczególności wzmacniają możliwości współpracy między ośrodkami i zespołami naukowymi oddalonymi fizycznie od siebie. Także przez łatwość kontaktów *ad hoc*, wyjście poza granice i oddalenie fizyczne, ograniczenie kosztów i wreszcie zwykłą wygodę godzenia z innymi obowiązkami. Nie znaczy to,

że nie dostrzegam wad swoistej alienacji i ograniczenia relacji osobistych. Jak we wszystkim potrzebny jest umiar. W odniesieniu do spotkań seminaryjnych daje się dostrzec oczekiwanie formuły hybrydowej, a nie tylko zdalnej, bo jednak kontakt bezpośredni jest bardzo ważny zwłaszcza dla prelegentów, których pozytywnie motywuje chociażby kontakt wzrokowy i widoczne wtedy reakcje słuchaczy bezpośrednio obecnych na spotkaniu.

Odpowiadając wprost na pytanie, mam wrażenie, że forma zdalna stwarza możliwość uczestnictwa niejako na próbę, tzn. żeby łatwo zapoznać się z nową problematyką, nowym ujęciem, nowym zespołem, nowym naukowcem. Przez to jest atrakcyjna. Oczywiście statystycznie zapewne częściej rezultat

takiej próby będzie negatywny, ale te pozytywne wyjątki powinny być cenne.

IS: Idea seminariów powinna skupiać jak największe grono naszej uczelni, a może nie tylko. Wydaje się, że tylko wtedy stanie się ono żywą platformą wymiany idei, wiedzy oraz osiągnięć. Jaką formę promocji uważa Pan za adekwatną do seminariów?

JZ-N: Warto zwrócić uwagę na dwa zakresy promocji. Pierwszym jest promowanie samego seminarium biorąc pod uwagę jego wyżej wskazaną wartość. Odnośnie do tego zakresu liczę na członków Rady programowej seminarium i ich aktywne oddziaływanie na pracowników ich dyscyplin naukowych, począwszy od rady naukowej każdej dyscypliny, a skończywszy na doktorantach tej dyscypliny oraz

studentach ostatnich lat kierunków kształcenia z dyscypliną związanych. Szersze promowanie seminarium powinno być zadaniem Biura komunikacji i promocji PW, chodzi o promowanie poza uczelnią tak zapowiedzi spotkań seminaryjnych, jak i treści wystąpień oraz wniosków z dyskusji.

Drugim zakresem promocji jest oddziaływanie samych prezentacji prelegentów poszczególnych spotkań seminaryjnych. Zależy ono zasadniczo od uczestników spotkań, to taki „marketing szepcany” sięgając do terminologii nauk o zarządzaniu, w której to dyscyplinie naukowej działam. Wiadomo, że to wyjątkowo skuteczna forma upowszechniania opinii, która dodatkowo w Centrum Studiów Zaawansowanych jest wspierana publikowaniem w periodyku *Profundere Scientiam* streszczeń wystąpień seminaryjnych. Ogromnie ważne jest docenianie przez prelegentów tego kanału upowszechniania ich osiągnięć.

IS: Jakie są spodziewane efekty pozytywne seminarium?

JZ-N: Wracając do idei platformy upowszechniania wiedzy o dokonaniach zespołów naukowych PW trzeba podkreślić, że same seminaria nie są wystarczające dla realizacji tej idei. Czasami zresztą naukowcy PW sygnalizują, że mają przesyt seminariów. Coś jest na rzeczy, ja sam mam co 2 tygodnie seminarium naukowe mojego zakładu, co miesiąc seminarium naukowe wydziału, do tego konferencje (część obecnie zdalne, co ułatwia udział, ale i zwiększa liczbę). Politechnika prowadzi więc i inne formy upowszechniania wiedzy o osiągnięciach oraz potencjale zespołów badawczych, np. katalogi zespołów badawczych, platforma ekspertów, informacje na stronach internetowych Instytutu Badań Stosowanych PW oraz Centrum Innowacji PW. Są to jednak formy pasywne, tzn. wymagające intencji poszukiwania informacji ze strony zainteresowanego. Zapewne przydałaby się więc jako uzupełnienie strategii ogólnej PW tzw. dziedzinowa strategia komunikacji i promocji obejmująca m.in.: osiągnięcia naukowe, potencjał zespołów naukowych itp. W jej ramach seminarium „Horyzonty...” miałyby swój udział, wyraźne umocowanie, zadania i zakres wsparcia stosownych jednostek organizacyjnych PW.

13

S E M I N A R I U M

# HORYZONTY DYSCYPLIN NAUKI

Strategia rozwoju nauki w Politechnice Warszawskiej

## Samoloty bezałogowe Politechniki Warszawskiej w badaniach ekosystemów Antarktyki - Projekt MONICA

W spotkaniu udział wezmą:

prelegent  
**RODZEWICZ Mirosław**  
Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa PW

moderator  
**MAGIER Mariusz**  
Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa PW

**16 XI 2023**  
godzina 16:15

spotkanie ONLINE  
na platformie MS TEAMS  
link dostępny na stronie >> [www.csz.pw.edu.pl](http://www.csz.pw.edu.pl)

Dyscyplina nauki:  
Inżynieria mechaniczna

[www.csz.pw.edu.pl](http://www.csz.pw.edu.pl)

Centrum Studiów Zaawansowanych  
Politechnika Warszawska



Z prof. Januszem Zarwiłą-Niedźwieckim  
rozmawiała: Ilona Sadowska

# Nauki o zarządzaniu i jakości

O dobrych praktykach służących przełożeniu transdyscyplinarnego charakteru badań na wynik ewaluacji dyscypliny – relacja z seminarium „Horyzonty Dyscyplin Nauki”

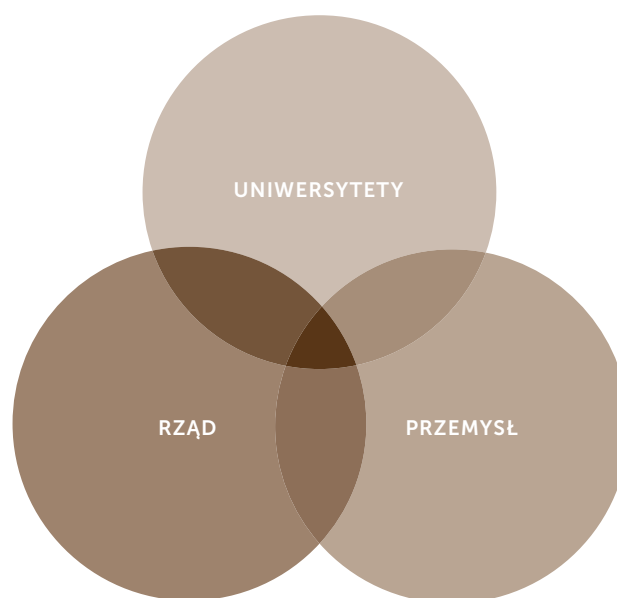
Seminaria naukowe *Horyzonty Dyscyplin Nauki* odbywają się w ramach oferty dydaktycznej Centrum Studium Zaawansowanych PW, pod patronatem Prorektora ds. Nauki i mają na celu przedstawienie osiągnięć zespołów reprezentujących poszczególne dyscypliny nauki w Politechnice Warszawskiej. Seminaria stanowią platformę wymiany wiedzy o badaniach realizowanych w Uczelni, a także są okazją do nawiązania współpracy między dyscyplinami.

W dniu 19 października 2023 r. odbyło się seminarium pt. *Badania transdyscyplinarne na przykładzie polskich startupów*. Spotkanie poprowadziła dr hab. Agnieszka Skala-Gosk z Wydziału Zarządzania PW, zaś koreferentkami były: prof. Andrea Szalavetz z Instytutu Gospodarki Światowej w Centrum Studiów Ekonomicznych i Regionalnych w Budapeszcie oraz Eliza Kruczkowska – Dyrektorka Departamentu Rozwoju Innowacji w Polskim Funduszu Rozwoju.

Na seminarium przedstawiono, dlaczego badania startupów w Polsce i w Grupie Wyszehradzkiej wpisują się w koncepcję badań transdyscyplinarnych i jak udało się zdyskontować ten fakt w kontekście ewaluacji dyscypliny nauki o zarządzaniu i jakości. Koreferentki uzupełniły ten temat o znaczenie analogicznych badań startupów prowadzonych na Węgrzech oraz o sposób i kierunki wykorzystania wyników badań „Polskie Startupy” przez instytucje państwowe programujące i realizujące wsparcie dla ekosystemu innowacji w Polsce. W tym artykule omówimy główny wątek, któremu poświęcono wystąpienie i dyskusję podczas seminarium.

**Transdyscyplinarne podejście badawcze – zarys teoretyczny**

Klasyczna, potrójna helisa innowacji (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995) obrazuje model kreowania systemów innowacji przez uczelnie, rząd i przemysł (Rys. 1).



↑ Rys. 1 Model potrójnej helisy innowacji (na podstawie: Etzkowitz & Leydesdorff 1995)

Na skutek globalnych przemian następuje przejście w stronę poczwórnej helisy, gdzie dodatkowym elementem modelu staje się społeczeństwo. Ramy poczwórnej helisy innowacji nakreślają interakcje między uniwersytetami, przemysłem, rządem, społeczeństwem i środowiskiem, w warunkach gospodarki opartej na wiedzy. To implikuje nowy charakter relacji pomiędzy społeczeństwem i nauką, która powinna, w większym stopniu niż dotychczas, odpowiadać na potrzeby społeczne (Morawska-Jancelewicz, 2016). Koncepcja transdyscyplinarności harmonizuje cztery wymiary nowego modelu innowacji i ich wzajemne powiązania (Leurs et al., 2023) (Rys 2).

Badania transdyscyplinarne (ang. *transdisciplinary research*) oznaczają podejście badawcze, które wspiera wzajemną wymianę wiedzy między naukowcami a społeczeństwem, co ma prowadzić do integracji różnych podejść do rozpatrywanych zagadnień (Jahn et al., 2012). Transdyscyplinarność wykracza poza granice dyscyplin nauki i wypełnia lukę między nauką a praktyką po to, by rozwiązywać realne problemy społeczne (Network for Transdisciplinary

Research). Stokols i inni (2013) zdefiniowali transdyscyplinarne podejście badawcze jako zintegrowany proces, w ramach którego naukowcy i praktycy, zarówno z dyscyplin akademickich, jak i pozaakademickich, wspólnie pracują nad opracowaniem i wykorzystaniem nowatorskich podejść koncepcyjnych i metodologicznych, które syntetyzują i rozszerzają specyficzne dla danej dyscypliny aplikowalne teorie, metody i strategie, w celu uzyskania innowacyjnych rozwiązań konkretnych problemów naukowych i społecznych. W związku z tym, jeśli podzielimy proces badawczy na trzy główne etapy:

- projektowanie badań,
- realizację badań,
- rozpowszechnianie i wdrażanie wyników badań,

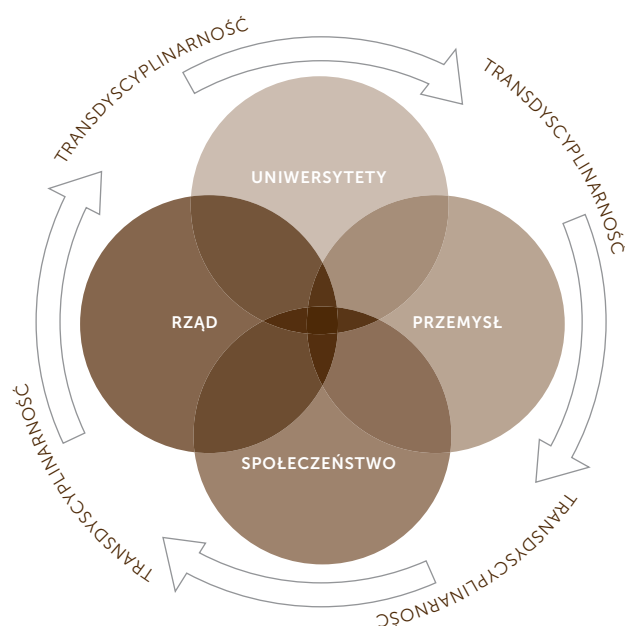
to w kontekście transdyscyplinarności chodzi o to, aby na każdym etapie zachodziła współpraca naukowców z zewnętrznymi partnerami na zasadach współtworzenia (ang. *co-creation*): od wspólnego sformułowania i rozumienia problemu badawczego, poprzez generowanie nowej wiedzy aż po współpracę przy jej praktycznym zastosowaniu

„Startupy oferują innowacyjne rozwiązania oparte na zaawansowanych technologiach, podnoszą efektywność procesów biznesowych, usprawniają produkcję przemysłową, wspomagają procedury medyczne, a przy okazji są wizytówką i świadectwem efektywnego ekosystemu innowacji w kraju swojego pochodzenia”

(Bergmann et al., 2021; Schöpke, et al., 2018; Bergmann, 2012).

W ostatnich latach transdyscyplinarność zyskuje na znaczeniu, ponieważ uzasadnia wymianę wiedzy między społecznościami naukowymi i nienaukowymi oraz oferuje systematyczne podejście do rozwiązywania problemów społecznych (Fam et al., 2020).

Przykładowo, Raport Komisji Europejskiej z 2018 r. dostarcza wskazówek w jaki sposób europejska nauka może skuteczniej angażować interesariuszy społecznych, rzucając przy okazji nowe światło na przyszły kierunek europejskiej polityki finansowania nauki (Mazzucato, 2018). Wielu autorów podkreśla, że istnieje pilna potrzeba szerszego wsparcia i włączenia praktyk



↑ Rys. 2 Model poczwórnej helisy innowacji (na podstawie: Carayannis & Campbell, 2009 oraz Leurs et al., 2023)

transdyscyplinarnych do głównego nurtu badań naukowych (Wienni Baptist & Rojas-Castro, 2020; Ahrend & Podann, 2021), zwłaszcza w kontekście debaty o roli uniwersytetów w warunkach ‘postnormalnej nauki’ (Funtowicz & Ravetz 1993).

Podsumowując, transdyscyplinarne podejście badawcze oznacza sytuację, w której interesariusze prowadzonych badań są w nie zaangażowani na jak najwcześniejszym etapie. Mogą nimi być zarówno objekty badań, jak i strony trzecie, które dzięki nowej wiedzy osiągają korzyści lub realizują swoje cele.

**Jak przeżyliśmy transdyscyplinarność badań na kryterium wpływu?**

Choć startupy to stosunkowo mała grupa przedsiębiorstw (w Polsce szacuje się ją na około 5 tys. podmiotów), wzbudzają one duże zainteresowanie i emocje – nie tylko wśród przedsiębiorców i inwestorów, ale i naukowców, a nawet polityków. Startupy oferują innowacyjne rozwiązania oparte na zaawansowanych technologiach, podnoszą efektywność procesów biznesowych, usprawniają produkcję przemysłową, wspomagają procedury medyczne, a przy okazji są wizytówką i świadectwem efektywnego ekosystemu innowacji w kraju swojego pochodzenia. Nie istnieje jedna powszechnie przyjęta definicja startupu, ale przyjmuje się, że są to organizacje innowacyjne, ambitne, szybko rosnące, potencjalnie skalowalne biznesowo i powszechnie wykorzystujące zdobyte zaawansowane techniki (Skala, 2019). Polowanie na ‘jednoróżce’ – czyli startupy wycenione na ponad 1 mld dolarów – trwa co najmniej od dekady (Aldrich & Ruef, 2018).

W 2015 r. powstała fundacja „Startup Poland”, której celem jest podejmowanie i wspieranie inicjatyw służących rozwojowi ekosystemu startupowego w Polsce. Jednym z pierwszych takich działań było podjęcie partnerstwa z zespołem Politechniki Warszawskiej, w celu przeprowadzenia pierwszych, ogólnopolskich i kompleksowych badań startupów. Od 2015 r. wyniki tych badań są rokrocznie publikowane w formie raportu „Polskie Startupy” i można je bezpłatnie pobrać ze strony internetowej fundacji <sup>1</sup> (Rys. 3). W 2017 r. dodatkowo przeprowadzono badanie startupów w krajach tzw. Grupy Wyszehradzkiej.

<sup>1</sup> <https://startuppoland.org/raporty/>

Badania „Polskie Startupy” realizowane przez Politechnikę Warszawską we współpracy z fundacją miały charakter transdyscyplinarny, ponieważ zaangażowały interesariuszy już na etapie projektowania badań i stawiania hipotez badawczych, w ich wyniki zostały szeroko rozpowszechnione przez fundację i posłużyły wsparciu ekosystemu przedsiębiorczości innowacyjnej w Polsce – o czym szerzej w dalszej części tekstu.

Nawiązując do kwestii ewaluacji dyscyplin naukowych, badania nad startupami znacząco przyczyniły się

technologiczne i programy akceleracyjne, a także same startupy. W opisie wskazano także zmiany, jakie dokonały się w publicznych programach wsparcia dzięki wiedzy pozyskanej z badań, np.: zwiększono nacisk na programy akceleracyjne typu *scale-up*<sup>2</sup>, mocniej zadbano o dostęp do wiedzy i edukacji dla założycieli startupów, wdrożono pakiety ustaw dla firm inwestujących w prace badawczo-rozwojowe, zakończono proces legislacyjny Prostej Spółki Akcyjnej, podjęto prace nad zbliżeniem rynku zamówień publicznych dla startupów i inne.

## „...choć dostępne są różne metody i narzędzia do prowadzenia badań transdyscyplinarnych, struktury dla ich wsparcia na uniwersytetach są skromne, a świadomość ich znaczenia – symboliczna”

do uzyskania kategorii ‘A’ przez dyscyplinę nauk o zarządzaniu i jakości w Politechnice Warszawskiej, ponieważ uzyskały wysoki wynik w tzw. ‘kryterium trzecim’ ewaluacji (zwanym też ‘kryterium wpływu’). Istnieją trzy główne elementy tzw. ‘opisu wpływu’, czyli dokumentacji potwierdzającej oddziaływanie nauki na funkcjonowanie społeczeństwa i gospodarki:

- osiągnięcia naukowe,
- charakterystyka wpływu,
- dowody wpływu.

W ramach osiągnięć naukowych wskazano publikacje naukowe, które powstały w związku z badaniem, co było najprostszym zadaniem. Charakterystyka wpływu zawierała opis działalności liderów badania, wskazywała bezpośrednich i pośrednich beneficjentów wpływu – w tym przypadku były to instytucje publiczne odpowiedzialne za rozwój ekosystemu innowacji w Polsce, fundusze inwestycyjne typu *venture capital* oraz inne organizacje otoczenia biznesu np. parki

Najtrudniejszym elementem w dokumentacji są tzw. dowody wpływu. W tym wypadku zdecydowano się przedstawić pięć dowodów:

1. opis podsumowujący 5-letnie zaangażowanie i funkcję dr hab. Agnieszki Skali w badaniu startupów w Polsce,
2. broszurę programu „Start In Poland” – był to flagowy, 5-letni program wsparcia startupów w Polsce z budżetem 2,8 mld zł na lata 2016-2021. W broszurze powoływano się na wyniki badań uzasadniając dobór instrumentów polityki publicznej<sup>3</sup>;
3. raport z realizacji programu rządowego „Scale Up”, opracowany przez Polską Agencję Rozwoju

<sup>2</sup> *Scale-up, najprościej mówiąc, jest to startup na zaawansowanym etapie rozwoju, charakteryzujący się bardzo silnym wzrostem liczby użytkowników, transakcji i (w wersji optymistycznej) przychodów*

<sup>3</sup> [https://startup.pfr.pl/media/filer\\_public/47/22/47227d0e-8e5f-4f96-b911-7da6e755877d/broszura\\_start\\_in\\_poland\\_pl.pdf](https://startup.pfr.pl/media/filer_public/47/22/47227d0e-8e5f-4f96-b911-7da6e755877d/broszura_start_in_poland_pl.pdf)

Przedsiębiorczości – była to jedna z inicjatyw realizowana w latach 2016-2018 w ramach programu „Start in Poland”, której celem było wsparcie współpracy startupów z korporacjami; w programie wzięło udział prawie 70 dużych firm i blisko 300 startupów<sup>4</sup>;

4. relację z posiedzenia senackiej Komisji Gospodarki Narodowej i Innowacyjności 15.02.2017, na której prezeska fundacji prezentuje wyniki naszego badania;
5. relację z konferencji pt. *Startup w Polsce*, która odbyła się w Sejmie RP 19 października 2016 r.<sup>5</sup> z inicjatywy Związku Przedsiębiorców i Pracodawców, podczas której kierująca badaniami dr hab. Agnieszka Skala zaprezentowała kluczowe wyniki badań.

Wnioski i rekomendacje dla planujących badania kwalifikujące się do wykazania w kryterium trzecim ewaluacji dyscypliny. Truizmem jest stwierdzenie, że warto uwzględnić element transdyscyplinarności w planowanych badaniach, a zwłaszcza w zakresie:

- współtworzenia na etapie projektowania badań,
- rozpowszechniania i promocji wyników,
- realnego wpływu na problematykę społeczno-gospodarczą.

W praktyce ważne jest, aby świadomie i na bieżąco współtworzyć i gromadzić dokumentację „wpływu”, zwłaszcza o obiektywnym charakterze, przykładowo:

- udział w konferencjach wielostronnych,
- pobudzanie cytowań poprzez rozpowszechnianie danych,
- prace popularyzatorskie i eksperckie.

Na koniec pragnę polecić Czytelnikom ten tekst jako inspirację dla projektowanych zadań badawczych. Jak wiadomo, pewnych rzeczy nie da się przewidywać – tak jak my nie mogliśmy mieć pewności ponad dekadę temu, że rząd uruchomi w perspektywie kilku lat olbrzymie środki na wsparcie ekosystemu startupów w Polsce, Prezydent RP zorganizuje konkurs startupowy w swoim Pałacu, a o startupach będą debatować

<sup>4</sup> [https://startup.pfr.pl/media/filer\\_public/c3/e6/c3e61da5-3d36-4882-a3a0-79de2e8aa94b/raport\\_scale\\_up\\_grudzien\\_2018.pdf](https://startup.pfr.pl/media/filer_public/c3/e6/c3e61da5-3d36-4882-a3a0-79de2e8aa94b/raport_scale_up_grudzien_2018.pdf)

<sup>5</sup> <https://youtu.be/SshxLxUe4BY?si=bHr-MDU5f0D3S29n>





↓ Rys. 3 Kolejne edycje raportów „Polskie Startupy” w latach 2015-2023

komisje senackie. Mieliśmy naprawdę sporo szczęścia, że podjęliśmy tematykę badawczą, która w krótkim czasie zyskała duże znaczenie społeczne i gospodarcze.

Z drugiej strony, chociaż dostępne są różne metody i narzędzia do prowadzenia badań transdyscyplinarnych, struktury dla ich wsparcia na uniwersytetach są skromne, a świadomość ich znaczenia – symboliczna. Instytucjonalizacja transdyscyplinarności jako zasady badawczej, obejmująca kompleksowe wsparcie i integrację interesariuszy badań na poziomie merytorycznym i strukturalnym, jest wciąż przed nami. Podczas gdy niektóre uniwersytety podjęły już pewne kroki (np. publikacja o inicjatywach podjętych przez politechnikę tworzące alians ENHANCE: Leurs et al., 2023), wciąż istnieje potrzeba szerszego przyjęcia i włączenia praktyk transdyscyplinarnych do głównego nurtu polityki badawczej (Vienni Baptista & Rojas-Castro, 2020; Ahrend & Podann, 2021). Natomiast z całą pewnością możemy się spodziewać silniejszego akcentu na transdyscyplinarność w instytucjach i programach finansujących naukę, na co warto przygotować się już dziś.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Ahrend, C., & Podann, A. (2021). *Institutionalisierung*. In: *Handbuch transdisziplinäre Didaktik*, Transcript Verlag, 141-150.
- [2] Aldrich, H. E., & Ruef, M. (2018). *Unicorns, gazelles, and other distractions on the way to understanding real entrepreneurship in the United States*. *Academy of Management Perspectives*, 32(4), 458-472.
- [3] Bergmann, M. (2012). *Methods for transdisciplinary research: a primer for practice*. Campus Verlag.
- [4] Bergmann, M., Schöpke, N., Marg, O., Stelzer, F., Lang, D. J., Bossert, M., ... & Sußmann, N. (2021). *Transdisciplinary sustainability research in real-world labs: success factors and methods for change*. *Sustainability Science*, 16, 541-564.
- [5] Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. (2009). *Mode 3' and 'Quadruple Helix': toward a 21st century fractal innovation ecosystem*. *International Journal of Technology Management*, 46(3-4), 201-234.
- [6] Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1995). *The Triple Helix—University-industry-government relations: A laboratory for knowledge based economic development*. *EASST review*, 14(1).
- [7] Fam, D., Clarke, E., Derwort, P., Klaniecki, K., Kater-Wettstädt, et al. (2020). *Interdisciplinary and Transdisciplinary Research and Practice: Balancing Expectations of Universities as 'Problem Solvers'*. *Higher Education Quarterly*, vol. 74(1), 19-34.
- [8] Funtowicz, S. O., & Ravetz, J. R. (1993). *Science for the post-normal age*. *Futures*, 25(7), 739-755.
- [9] Jahn, T., Bergmann, M., & Keil, F. (2012). *Transdisciplinarity: Between mainstreaming and marginalization*. *Ecological economics*, vol. 79.
- [10] Leurs I., Rostek k., Wieck K., Backhaus J., Messana J.O., (2023). *Transdisciplinary research for sustainable development: diverse and best-practice at european technical universities*, Foundations of Management, forthcoming.
- [11] Mazzucato, M. (2018). *Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union. A problem-solving approach to fuel innovation-led growth*, Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- [12] Morawska-Jancelewicz, J. (2016). *Model poczwórnej helisy jako narzędzie wdrażania strategii inteligentnych specjalizacji*. *Studia i Prace WNEiZ US*, (46/1), 107-116.
- [13] Network for Transdisciplinary Research: td-net, <https://transdisciplinarity.ch/en>, read on 16-10-2023.
- [14] Pineo, H., Turnbull, E. R., Davies, M., Rowson, M., Hayward, A. C., Hart, G., Johnson, A. M., & Aldridge, R. W. (2021). *A new transdisciplinary research model to investigate and improve the health of the public*. *Health promotion international*, 36(2), 481-492. <https://doi.org/10.1093/heapro/daaa125>.
- [15] Schöpke, N., Stelzer, F., Caniglia, G., ... & Lang, D. J. (2018). *Jointly experimenting for transformation? Shaping real-world laboratories by comparing them*. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, vol. 27 (S1), 85-96.
- [16] Skala A. (2019). *Digital Startups in Transition Economies*, Palgrave Macmillan, Cham: Springer International Publishing.
- [17] Stokols D., Hall K., Vogel A. (2013) *Transdisciplinary public health: definitions, core characteristics, and strategies for success*. In Joshu D. and McBride T. D. (eds), *Transdisciplinary Public Health: Research, Methods, and Practice*. Jossey-Bass Publishers, San Francisco, USA, pp. 3-30.
- [18] Vienni Baptista, B., & Rojas-Castro, S. (2020). *Transdisciplinary institutionalization in higher education: a two-level analysis*. *Studies in Higher Education*, vol. 45(6), 1075-1092.

**Dr hab. Agnieszka Skala-Gosk, prof. uczelni** – badaczka i mentorka kolejnych ‘pokoleń’ startupów w Polsce. Kierownik Zakładu Przedsiębiorczości i Innowacji na Wydziale Zarządzania Politechniki Warszawskiej. Absolwentka SGH w Warszawie oraz alumni pierwszej edycji *Lean Launchpad Educators Program* na Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley. Jest też współzałożycielką Szkoły Przedsiębiorczości Innovation Nest SPIN, która od 2011 r. edukuje przedsiębiorców w duchu Lean Startup. Współpracuje z przedsiębiorstwami, inkubatorami i akceleratorami w zakresie przedsiębiorczości i innowacji. Specjalizuje się w innowacyjnych modelach biznesowych. Jest autorką monografii: *Digital Startups in Transition Economies* (2019). Jako członek Rady Programowej Fundacji Startup Poland zainicjowała i współtworzyła coroczne badanie „Polskie Startupy” (2015-2018). Obecnie współtworzy system mentoringu dla startupów w ramach europejskiego konsorcjum ENHANCE. Agnieszka Skala-Gosk pełni liczne funkcje na Wydziale i w Uczelni. Jest laureatką wielu nagród, m.in. nagrody indywidualnej JM Rektora PW I i II stopnia za osiągnięcia naukowe (2019 i 2021) oraz nagrody zespołowej JM Rektora PW I stopnia za osiągnięcia dydaktyczne (2018). Jest ceniona przez swoich studentów, którzy często podkreślają pasję i zaangażowanie, z jaką prowadzi zajęcia.

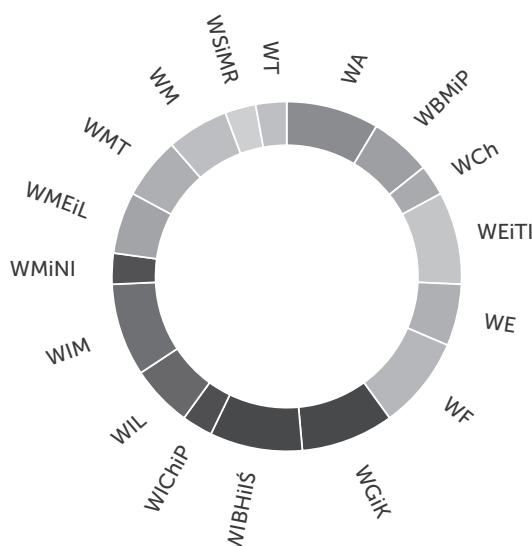
# Granty dydaktyczne Politechniki Warszawskiej

Program Grantów Dydaktycznych PW szansą na poprawę jakości kształcenia i równoważenie potrzeb dydaktycznych środowiska akademickiego

Program Grantów Dydaktycznych jest realizowany w Politechnice Warszawskiej od ponad dwóch lat, w ramach projektu „Inicjatywa doskonałości – uczelnia badawcza”. W tym czasie odbyły się trzy edycje konkursów, które wyłoniły najlepsze pomysły i zespoły projektowe. Komisja Konkursowa grantów przyznała finansowanie 35 projektom spośród 212 zgłoszonych, na łączną kwotę 3 283 869,30 PLN. Były one, lub nadal są, realizowane na 17 wydziałach Politechniki Warszawskiej, których udział ilościowy, w odniesieniu do wszystkich przyznanych grantów, prezentuje rys. 1.

Idea tego programu służy równoważeniu priorytetów rozwojowych Uczelni. W świetle przyjętych założeń proces przyznawania grantów przyczynia się do budowania funkcjonujących w sposób ciągły mechanizmów doskonalenia kadry, aktywizowania udziału studentów w zajęciach i promowania innowacyjnych ogólnouczelnianych praktyk. Mechanizm konkursowy pozwala wyłaniać najciekawsze koncepcje, promować inicjatywy powstające w różnych zespołach, ale przede wszystkim reagować na bieżące potrzeby społeczności akademickiej stale uaktualniając wytyczne dla zgłaszanych projektów. Program daje szansę sfinansowania całkowicie nowych przedsięwzięć dydaktycznych, modernizowania infrastruktury, restrukturyzowania i racjonalizowania oferty dydaktycznej oraz unowocześnienia istniejących programów studiów, metod kształcenia czy form realizacji zajęć. Przegląd grantów, którym przyznano finansowanie od początku realizacji programu prezentujemy w tabeli. Ponad połowa z nich została zakończona w zakresie finansowanym grantem, ale zgodnie z założeniami programu efekty tych projektów są długofalowe i stale implementowane w procesach dydaktycznych realizowanych na uczelni.

Koncepcja Grantów Dydaktycznych Politechniki Warszawskiej przyczyniła się do powstania wielu ciekawych innowacji dydaktycznych, uruchomienia



↑ Rys. 1

nowych przedmiotów i unowocześnienia starych. Do oferty włączono unikatowe laboratoria dydaktyczne, dzięki którym międzywydziałowe zespoły mogą realizować zajęcia dla studentów na najwyższym poziomie.

Takim przykładem jest Laboratorium Monitoringu Przemieszczeń i Deformacji pod kierownictwem dr hab. inż. Janiny Zaczek-Peplinskiej, prof. PW, które zacznie działać w semestrze letnim 2024. Celem projektu jest stworzenie nowych treści programowych w ramach nowego przedmiotu *Monitoring i analiza przemieszczeń oraz deformacji*, zajęcia wspólne dla studentów dwóch różnych specjalności na dwóch Wydziałach PW (WGIK i WIBHiŚ) oraz uruchomienie nowoczesnego, unikalnego w skali kraju i zagranicy laboratorium dydaktycznego. Studenci będą mogli w nim samodzielnie wykonać pomiary, przeprowadzić analizy a tym samym nabyć praktyczne umiejętności w zakresie monitoringu konstrukcji, z wykorzystaniem instrumentów geodezyjnych oraz czujników geotechnicznych. Laboratorium będzie też wykorzystywane w ramach przedmiotów: *Pomiary Specjalne, Geodezyjna Obsługa Budowy* (II stopień, kierunek: GiK, specjalność GIP), *Monitoring Przemieszczeń Obiektów Zagrożonych* oraz *Geodezja*

*Inżynierijno-Przemysłowa* (I stopień, kierunek: GiK).

Na wyposażeniu nowej jednostki znajdują się następujące sensory i urządzenia:

- pionowa kolumna inklinometryczna z czujnikami typu WMI (*Wall Mounted Inklinometer*) z możliwością symulacji przemieszczeń i deformacji;
- ruchomy model ściany z czujnikami inklinometrycznymi;
- pozioma kolumna z łańcuchem inklinometrycznym;
- naścienna baza rozetowa do monitoringu klasycznego i automatycznego deformacji;
- wyposażona w precyzyjne reflektory pryzmatyczne na stolikach mikrometrycznych;
- pozwalających na zadawanie określonych, niewielkich przemieszczeń;
- siatka do symulacji deformacji powierzchni konstrukcji i gruntu, do nauki pomiarów techniką naziemnego skanowania laserowego oraz monitoringu automatycznego tachimetrem skanującym;
- stanowisko naścienne dla zmotoryzowanego tachimetru precyzyjnego (*multi station*).

↓ Tab. 1 Zestawienie projektów wybranych w trzech edycjach konkursu na Granty Dydaktyczne

WYDZIAŁ	TYTUŁ PROJEKTU	KWOTA FIN.
WBMiP	Opracowanie nowego programu studiów drugiego stopnia realizowanego przy wykorzystaniu innowacyjnych technik kształcenia na kierunku Inżynieria środowiska o specjalności Instalacje i sieci sanitarne	100 000,00 zł
WA	Przeprowadzenie zajęć z przedmiotu „Międzywydziałowy projekt interdyscyplinarny BIM” o charakterze interdyscyplinarnym, wykorzystujących innowacyjne techniki kształcenia, ze szczególnym uwzględnieniem pracy grupowej i rozwiązywania problemów projektowych	99 187,50 zł
WA	Utworzenie nowego kierunku studiów magisterskich, anglojęzycznych “Urban Planning. URBS - Urban Redefinition Based Studies”	99 992,50 zł
WCh	Laboratorium Chemicznych Źródeł Prądu	100 000,00 zł
WGiK	Smart city – mroczne widmo czy nowa nadzieja?	100 000,00 zł
WF	Rozwój interdyscyplinarnego profilu kształcenia z zakresu inżynierii biomedycznej i fizyki medycznej wobec wyzwań współczesnej fizjologii sportu	99 710,00 zł
WSiMR	Przygotowanie programu nowej specjalności „Zaawansowane metody projektowania i rozwoju produktu w inżynierii mechanicznej” na studiach magisterskich na Wydziale SiMR, na kierunku Mechanika Pojazdów i Maszyn Roboczych	79 138,40 zł
WEiTI	Opracowanie nowego programu studiów drugiego stopnia na kierunku Cyberbezpieczeństwo	100 000,00 zł
WMEiL	Modernizacja i rozszerzenie oferty dydaktycznej Zakładu Aerodynamiki - nowe przedmioty i metody kształcenia	99 475,00 zł
WIM	Nowa jakość kształcenia w obszarze inżynierii tkankowej	99 705,00 zł
WGiK	Laboratorium Geoprzestrzennej Rzeczywistości Wirtualnej i Planowania w Rzeczywistości Rozszerzonej	66 125,00 zł
WM	Utworzenie nowego przedmiotu pt „Elektronika drukowana” jako przedmiotu obieralnego dla studentów II stopnia	100 000,00 zł
WGiK	Organizacja i wyposażenie Laboratorium Monitoringu Przemieszczeń i Deformacji	95 317,70 zł
WA	Przygotowanie i wdrożenie przedmiotu projektowego Projektowanie Form Strukturalnych na kierunku architektura na studiach magisterskich jednolitych	99 050,00 zł
WEiTI	Opracowanie nowego programu studiów drugiego stopnia na kierunku Inżynieria internetu rzeczy	100 000,00 zł
WIBHiIŚ	Utworzenie dydaktycznego „Laboratorium chemicznego oczyszczania ścieków ze szczególnym uwzględnieniem procesów pogłębionego utleniania (AOPs)”	99 690,00 zł
WIM	Inżynieria materiałowa w kryminalistyce	99 279,50 zł
WIBHiIŚ	Utworzenie laboratorium dydaktycznego instalacji sanitarnych na Wydziale Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska	77 383,50 zł
WICHiP	Opracowanie i uruchomienie specjalności Green Technologies in chemical engineering na studiach II stopnia na kierunku inżynieria chemiczna i procesowa	85 829,00 zł
WMEiL	Opracowanie pakietu przedmiotów stanowiących kurs energetyki wiatrowej, będącego kluczowym elementem modernizowanego programu kształcenia na kierunku Energetyka	97 750,00 zł
WMT	Rozwój metod projektowania systemów informatycznych w oparciu o metody i narzędzia z różnych dziedzin	66 035,45 zł
WMiNI	Innowacyjne nauczanie matematyki	99 590,00 zł
WIM	Projektowanie zgodnie z zasadami cyklu życia	99 970,00 zł
WF	Utworzenie stanowisk projektowych z obszaru magazynowania i przetwarzania energii elektrycznej w zgodzie z priorytetami proekologicznej infrastruktury technicznej.	99 450,00 zł
WT	Utworzenie międzywydziałowego i międzyuczelnianego laboratorium dydaktycznego symulacji i teleinformatyki bezzałogowych statków powietrznych BSP	100 000,00 zł
WE	Utworzenie dydaktycznego Laboratorium identyfikacji parametrów modeli superkondensatorów do zastosowań w mikrosieciach energetycznych w połączeniu z Odnawialnymi Źródłami Energii (OZE) oraz magazynach energii pojazdów elektrycznych	97 153,50 zł
WIBHiIŚ	Rozszerzenie interdyscyplinarnej oferty dydaktycznej w zakresie zintegrowanych procesów projektowych oraz fizycznej walidacji ich rezultatów w obszarze HVAC z wykorzystaniem innowacyjnych form kształcenia, w szczególności Student-Centred Learning (SCL)	99 612,50 zł
WBMiP	Interdyscyplinarny projekt dydaktyczny - zagospodarowanie piasku pochodzącego z oczyszczalni ścieków do wytwarzania innowacyjnych materiałów budowlanych	99 999,75 zł
WM	Modernizacja zajęć projektowo-laboratoryjnych z zakresu projektowania układów automatyki z wykorzystaniem sterowników programowalnych PLC w świetle koncepcji Przemysłu 4.0 oraz nauczania Project-Based Learning	99 590,00 zł
WF	Rozszerzenie przedmiotu Laboratorium Układów Optoelektronicznych o nowe formy kształcenia	99 000,00 zł
WIL	Poszerzenie Programu Edukacyjnego na Kierunku Budownictwo dla Studentów Polskich i Międzynarodowych	34 500,00 zł
WE	Dostosowanie oferty edukacyjnej z zakresu techniki świetlnej do strategii rozwoju Politechniki Warszawskiej	99 935,00 zł
WEiTI	Rozbudowa laboratorium Inżynierii Internetu Rzeczy w Instytucie Radioelektroniki i Techniki Multimedialnych wraz z przygotowaniem pomocy dydaktycznych dla modułów zajęć PBL dotyczących bezpieczeństwa transmisji radiowej w systemach Internetu Rzeczy	99 400,00 zł
WMT	Unowocześnienie i umiędzynarodowienie oferty dydaktycznej specjalności GPEM – innowacyjne metody kształcenia przy wykorzystaniu technologii Przemysłu 4.0	100 000,00 zł
WIL	Nowoczesna Edukacja: Wyzwania	92 000,00 zł

Eseje młodych naukowców inspirowane wykładami

## SENS ŻYCIA A PRZESTRZENIE HILBERTA

W najlepiej znanej nam wierze chrześcijańskiej sens życia można streścić następująco: życie ludzkie jest częścią boskiego planu i zostaje nam dane ze wszystkimi swoimi wadami i zaletami, aby wykorzystać je jak najlepiej i dzięki temu dostąpić życia wiecznego. Większość innych religii co do zasady przekazuje podobną ideę. Różnią się wierzenia, wartości, obrzędy, ale trzon pozostaje ten sam, to znaczy istnieje jakiś absolutny punkt odniesienia – drogowskaz, którego należy się konsekwentnie trzymać, aby ten ktoś, kto ten plan stworzył, mógł ocenić nasze życie pozytywnie. Warto zaznaczyć, że sama wiara w bogów osobowych (w szerokim sensie – rozumianych albo jako potężne i przewyższające nas na sposób czysto fizyczny, jak np. w hipotezie symulacji, albo wykraczające poza świat materialny, żyjące w wymiarze nam niedostępnym) sama w sobie nie wystarcza. Konieczne jest jeszcze wskazanie konkretnych zasad moralnych i etycznych, które stanowią fundament dla sposobu myślenia i postępowania, a które są obecne jedynie przy założeniu jakiegoś typu objawienia.

jest jakimś elementem tej przestrzeni, kombinacją rzeczy złych i dobrych, ale możemy próbować dostosować swoje życie i osobowość do rzeczy absolutnie słusznych, czyli szukać swojego rzutu na tę ‘dobrą’ podprzestrzeń, a co więcej – znaleźć go! bo przecież taki rzut istnieje i jest wyznaczony jednoznacznie, a sens życia tkwi w samym rzutowaniu, czyli zbliżaniu się do tego, co dobre.

Jeżeli jednak tę ‘dobrą’ podprzestrzeń wyjmemy, to otrzymujemy świat taki, jakim go widzą ateści, agnostycy, deiści itp. – nie wiadomo, na co rzutować. Nie znaczy to, że sens życia nie musi istnieć – a raczej, że brak jest jednoznacznego punktu odniesienia, więc *a priori* każda podprzestrzeń jest godna uwagi (wśród nich również patologiczne – na przykład taka, w której wartością jest nieuczciwość w celu osiągnięcia własnych korzyści). Widać więc, że problem robi się dwustopniowy, bo trzeba najpierw zidentyfikować podprzestrzeń absolutnie dobrych wartości – nie wiedząc, czy taka w ogóle istnieje – a dopiero potem się do niej zbliżać (ewentualnie samemu stworzyć

brzmia wzniośle, ale nie zbliżają nas do ogólnej odpowiedzi, uciekając w relatywizm. Paradoksalnie jednak może być to najlepsza odpowiedź, na jaką nas stać, bo w obrębie sposobu patrzenia na świat niezakładającego istnienia absolutu trudno jest stworzyć jakąkolwiek spójną koncepcję dotyczącą tego, czym jakiś szerszy, absolutny sens życia miałby być. Również wielu intelektualistów odrzucających ideę ‘projektu’ wątpi, czy pytanie o absolutny sens życia w ogóle jest dobrze postawione – czy raczej nie jest to jakaś natrętna, uporczywa myśl, którą należałoby całkowicie ignorować.

Aby to zobrazować, Dawkins porównuje ludzi do ciem, których instynkt pozwala wybierać właściwą drogę w oparciu o światło odbijane przez Księżyc, co działa bardzo dobrze, o ile w pobliżu nie zacznie świecić coś więcej – wtedy ćmy zaczynają odbijając się od sztucznych źródeł światła, krążyć wokół nich bezcelowo, a nawet spalać się w ich żarze. Podobnie ludzki intelekt, który sprawia, że możemy dowiedzieć się całej masy przydatnych rzeczy, czasem zwodzi nas na manowce, każe zastanawiać się nad rzeczami, których ogarnąć nie jesteśmy w stanie, i poszukiwać sensu czy celu tam, gdzie go nie ma, budując karkołomne, nieweryfikowalne teorie, których prawdziwości nie można dowieść, nawet gdybyśmy trafili w samo sedno. Z praktycznego punktu widzenia najrozsądniejsze wydaje się więc przekonanie, że to właśnie porzucenie poszukiwania sensu życia pozwala cieszyć się nim w najpełniejszej mierze.

Dlatego ludzie religijni dostają sens życia za darmo, a niewierzący nie powinni się nim zbyt przejmować, tak jak trafnie to wyraził dr Piotr Napierała, historyk i youtuber (zadeklarowany ateista zresztą), mówiąc: „życie nie ma sensu, ale i tak jest fajne”.

„Nieoczywistym narzędziem do zilustrowania, że systemy religijne w naturalny sposób określają sens życia, okazuje się przestrzeń Hilberta...”

Nieoczywistym narzędziem do zilustrowania, że systemy religijne w naturalny sposób określają sens życia, okazuje się przestrzeń Hilberta – jeśli cały świat wartości utożsamimy z taką przestrzenią i założymy istnienie boskiego projektu, to możemy wyróżnić dwie podprzestrzenie – ‘dobrą’, rozpiętą przez objawione zasady moralne danej religii i ortogonalną do niej ‘złą’, w której znajduje się wszystko, co niemoralne, nieetyczne i nieczyste. Każdy z nas

taką podprzestrzeń według własnych przekonań).

I wydaje się, że to właśnie ostatnia opcja jest najbardziej racjonalnym podejściem. Zwykle pojawiające się stwierdzenia na temat sensu życia zawierają dość banalne rady, że każdy ten sens musi odnaleźć w sobie realizując własne pasje, doceniając chwile obecne, tworząc lepszy świat, przyczyniając się do dobra ogółu – piękne i nierzadko konstruktywne idee, które

# Nowe podejście do finansowania nauki

Profesor Leon Gradoń o potrzebie nowego systemu finansowania nauki jako warunku budowania postaw przedsiębiorczych w kształceniu i badaniach<sup>1</sup>

## Wstęp

Podjęta przed laty decyzja o podwyższeniu współczynnika scholaryzacji społeczeństwa spowodowała wiele obecnych problemów szkolnictwa i nauki w Polsce. W roku 1990 mieliśmy ok. 390 tys. studiujących, a w 2005 już 1.95 mln (obecnie około 1.3 mln). Ten niespotykany w świecie wzrost skutkuje trudnościami finansowania funkcjonujących obecnie 369 (w tym 131 publicznych) wyższych uczelni. Rozbudowana liczba konsumentów funduszy budżetowych przeznaczonych na kształcenie i naukę powoduje rzeczywiste odczuwanie niedostatków finansowania dla zrealizowania podstawowych celów statutowych jednostek.

Racjonalne i obiektywne gospodarczo i społecznie ukierunkowanie sposobu finansowania nauki powinno rozpocząć ewolucyjne zmiany w liczbie i strukturach organizacyjnych jednostek.

Kolejne reformy nauki i szkolnictwa wyższego nie poprawiły w widoczny sposób (a może nawet pogorszyły) jakości nauki i poziomu absolwentów:

- plasujemy się w końcówce listy poziomu innowacyjności,
- pracodawcy twierdzą, że często absolwenci szkół wyższych nie spełniają podstawowych kryteriów jakości zawodowej,
- rynek nie jest w stanie wchłonąć tak dużej liczby absolwentów szkół wyższych zgodnie z wybranym kierunkiem wykształcenia; powoduje to podejmowanie pracy w przypadkowych miejscach i rodzi zrozumiałą frustrację.

*Komentarz:* Coraz więcej studentów kończy edukację po pierwszym stopniu i wchodzi na rynek pracy zupełnie nieprzygotowani do jego wyzwań. Większość powstałych czy przemianowanych 'akademii' i 'uniwersytetów' pozostaje zwykłymi szkołami

wyższymi, których działalność sprowadza się do przekazywania wiedzy (na różnym poziomie potrzeb rynkowych) sprawdzanej w zdefiniowanym systemie testów i w konsekwencji przyznawania dyplomów ukończenia (!) studiów. Zarządzanie nimi ma często charakter czysto administracyjny.

- rodzice narzekają, że ich dzieci nie mogą znaleźć pracy po studiach zgodnie z wykształceniem,
- podatnicy stawiają pytania jak zagospodarowane są fundusze przeznaczone na naukę z budżetu Państwa,
- wielu absolwentów kosztownych kierunków (np. medycznych) wyjeżdża zaraz po studiach do pracy za granicę.

Istotna i zdecydowana zmiana zostanie osiągnięta po głębokiej i gruntownej reformie, przy jednoczesnej poprawie gospodarki rynkowej, sprostającej wymagom konkurencji:

- rozbudowane średnie szkolnictwo zawodowe,
- stopniowa redukcja liczby szkół wyższych,
- uruchamianie kierunków studiów potrzebnych w aktualnych problemach rozwoju gospodarczego i bezpieczeństwa Kraju,
- redukcja liczby studentów,
- bon edukacyjny z możliwością umorzenia, aby każdy zakwalifikowany student mógł podjąć naukę. Stworzy to motywacyjny charakter decyzji studiowania.
- system 'płacę i wymagam' pobudzi konkurencję wyboru miejsca i kierunku studiów,
- skuteczna polityka elastyczności zatrudnienia nauczycieli akademickich (szkodliwa etatowość).

- wymuszenie zmian programu nauczania powodowane bieżącymi wyzwaniami i potrzebą konkurencyjnego rozwoju gospodarczego Kraju.

*Komentarz:* Aby studia były atrakcyjne należy zaoferować studentom program nauczania gwarantujący osiągnięcie kreatywnych postaw z możliwością łatwego dostosowania się do wymogów rynkowych. Przecież to z uniwersytetów powinny się wywodzić nowe elity i idee skutkujące rozwojem Państwa.

Należy zdawać sobie sprawę z tego, że wprowadzenie w najbliższym czasie w/w programu będzie trudne. Jesteśmy spętani ociążałością w podejmowaniu odważnych decyzji, a w tzw. wielkiej polityce liczą się słupki poparcia i to definiuje jej program. Tymczasem duża część uczniów szkół ponadpodstawowych wybiera kształcenie zawodowe i prawdopodobnie nie będzie kontynuować kształcenia na poziomie wyższym. Władze uczelni, dla wypełnienia przysługujących limitów liczbowych, na siłę poszukują kandydatów na studia w dodatkowych jesiennych naborach. Taka sytuacja wskazuje na konieczność reformy szkolnictwa wyższego.

Mając na uwadze korzyści społeczne i gospodarcze należy znaleźć równowagę pomiędzy kształceniem egalitarnym i elitarnym. To drugie jest istotną składową rozwoju ekonomicznego Kraju.

## Potrzeba określenia nowych kryteriów oceny prac badawczych

W Polsce pogarszają się okoliczności podejmowania aktywności przedsiębiorczej. Brakuje systemowego nagradzania osób decydujących się na taki krok. Jest wręcz przeciwnie, podwyższanie podatków, wymuszanie dodatkowych opłat, ciągłe i często nieuzasadnione kontrole powodują, że obywatele wybierają korzystniejsze i łatwiejsze postawy socjału. Powinnością →

<sup>1</sup> W dniu 27 kwietnia br. w siedzibie PAU, odbyła się dyskusja nad potrzebą wprowadzenia zmian w systemie finansowania badań i kształcenia. Wprowadzeniem do dyskusji była propozycja nowego podejścia do finansowania, przygotowana przez FNP i przedstawiona przez prof. Macieja Żylicza. W ciekawej i wielowątkowej wymianie poglądów przedstawiono szereg uwag i komentarzy. Jednym z wątków dyskusji była sprawa komercjalizacji badań jako ważnego elementu roli nauki na rzecz dobrostanu społeczeństwa. W tym przypadku szczególną rolę powinno odgrywać szkolnictwo politechniczne.

## „Ze strony środowiska naukowego niezbędna jest inicjatywa reformy finansowania badań przez zmianę struktur, profilowanie celów i wymagań oraz kryteriów w ocenie wyników badań...”

państwa jest pomaganiem najłabszym i potrzebującym. Tym bardziej należy stwarzać korzystne warunki dla tych, którzy dostarczają środki finansowe do budżetu, tzn. przedsiębiorców.

Zgodnie z najnowszym raportem GEM (*Global Entrepreneurship Monitor*) założeniem firmy zainteresowanych jest tylko 3% Polaków (w roku 2011 było to 23%). Jest to najgorszy wynik wśród 47 monitorowanych państw. Ten dramatyczny spadek jest bardzo niebezpieczny dla stabilności gospodarczej Kraju. Należy odwrócić ten trend, aby Polska nie stała się postkolonialnym zaściankiem.

Ze strony środowiska naukowego niezbędna jest inicjatywa reformy finansowania badań przez zmianę struktur, profilowanie celów i wymagań oraz kryteriów w ocenie wyników badań.

Konieczne jest rozróżnienie tych elementów w trzech podstawowych obszarach działalności naukowej:

- nauki inżynierskie (*engineering research*),
- nauki przyrodnicze i nauki o życiu (*science*),
- nauki humanistyczno-społeczne (*humanities and social sciences*).

Przygotowując skuteczny i weryfikujący rzeczywistość pozycję nauki w Polsce na tle nauki światowej należy opracować nowy, efektywny system oceny i finansowania badań naukowych, doceniający i promujący najlepszych. Nagradzanie jest bowiem jednym z motorów pobudzających aktywność i jak dobro powraca ze zwielokrotnioną siłą.

Nowy system finansowania nauki w obszarach dziedziny nauk technicznych powinien doprowadzić do powstania kilku elitarnych uniwersytetów technicznych. Kryteriami finansowania

takich uczelni ze środków budżetowych powinny być program i jakość kształcenia, a nie liczba studentów. Umożliwi się w ten sposób budowanie systemu mentoringu, szczególnie efektywnego w przekazywaniu wiedzy i budowania postaw przedsiębiorczych studentów uczestniczących w sposób ciągły w programie działań zespołów badawczych. Elitarny uniwersytet przedsiębiorczy wykształci liderów

niezbędna jest strategia Państwa wyznaczająca perspektywę i drogę osiągnięcia dobrobytu, w której innowacyjność, nauka i kształcenie odgrywają kluczową rolę jako immanentne składniki rozwoju nowoczesnej gospodarki:

- edukacja kreująca postawy przedsiębiorcze na wszystkich stopniach kształcenia,
- stymulowanie rozwoju prężnych małych przedsiębiorstw nastawianych na wdrażanie i rozwój nowych technologii.

Dla każdego z wymienionych wyżej trzech obszarów należy zdefiniować osobne kryteria. Jeden element procedury oceny powinien być wspólny – ostateczna ocena powinna być wynikiem dyskusji panelowej, w której recenzenci są tak samo ważnym składnikiem jak wnioskodawcy i ponoszą pełną odpowiedzialność za wynik oceny.

Osiągnięcia w obszarze nauk inżynierskich weryfikuje głównie rynek przez komercjalizację wyników badań. W pozostałych dwóch obszarach ważnym elementem oceny są publikacje i podejmowana tematyka badawcza.



biznesu potrafiących łączyć podstawową wiedzę inżynierską w konkretnej dyscyplinie z wykorzystaniem ważnych informacji z osiągnięć w pokrewnych dyscyplinach nauk przyrodniczych i humanistyczno-społecznych. Z takiej wiedzy powstają nowe innowacyjne pomysły z możliwością ich wdrożeń, a uniwersytet pozyskuje dodatkowe środki zewnętrzne na swoją działalność. Dla wprowadzenia takich zmian

*Komentarz:* Należy krytycznie podchodzić do ‘miękkich’ kryteriów oceny wyników badań podstawowych na podstawie zakumulowanej liczby publikacji, następuje bowiem gwałtowna inflacja wartości uzyskiwanych informacji zawartych zwłaszcza w naukach eksperymentalnych („mam nowe, dobre narzędzia pomiarowe – mam publikacje”). Potrzebne jest ograniczenie liczby publikacji przez nałożenie



‘cugli’ by ich znaczenie i użyteczność były dostatecznie *a priori*. Badania eksperymentalne powinny być bowiem ukierunkowane przez określenie głęboko uzasadnionej hipotezy teoretycznej. Zbieranie danych bez programu (uzyskane informacje *a posteriori*) i robienie na tej podstawie, na siłę, opisu ilościowego nazywanego czasami modelem, ma krótkotrwałe i blisko zasięgowe znaczenie. Dotarcie do prawdy jest ograniczone bowiem nie tyle przez fałsz, który jest łatwo rozpoznawalny, co przez grubą warstwę danych bez znaczenia.

W systemie edukacji w szczególny sposób należy uwzględnić ważną składową, którą jest wykształcenie akademickie, łączące nauczanie oraz badania naukowe prowadzone w warunkach konkurencji i rywalizacji. Wynikiem takich działań są elity zasilające firmy przyczyniając się do wzrostu możliwości rywalizacji rynkowej w warunkach dużej konkurencyjności. Przy wspomnianym sposobie działania, kiedy przekroczony zostanie pewien poziom wartości PKB, zaczyna się istotny wzrost nakładów na badania, również te o charakterze podstawowym.

Dopóki nie zostanie wytworzony podobny mechanizm, pozostaniemy w zakłętym kręgu, w którym głównym żądaniem uzasadniającym podniesienie jakości badań będzie wzrost wartości środków budżetowych przeznaczonych na naukę.

Klasycznym przykładem gospodarki innowacyjnej są Stany Zjednoczone. Tam powstaje najwięcej nowych technologii, a uniwersytety są w czołówce światowej wg dowolnych kryteriów rankingowych. Podobny model działania przyjęły ‘azjatyckie tygrysy’. W państwach tych wspaniale rozwijają się gospodarki, a uniwersytety tych państw zajmują wysokie pozycje w rankingach jakości badań i kształcenia studentów.

Kraje europejskie nie osiągnęły podobnego poziomu aktywności innowacyjnej. Najlepiej w Europie wypadają kraje skandynawskie, a Polska zajmuje 24 miejsce w tej klasyfikacji. Obserwując aktywność naukową i tematykę podejmowanych badań widać w niej często proste naśladownictwo i zaściankowość. System wyrzuca na zewnątrz tych ambitnych i przedsiębiorczych,

którzy szukają swojego miejsca poza nauką lub w zagranicznych laboratoriach badawczych.

Rozwój innowacyjności pobudzany jest głównie przez umiejętny transfer rozwiązań, powstałych w wyniku badań naukowych, do biznesu. Źródeł innowacyjności można poszukiwać w wynikach badań podstawowych i stosowanych.

#### Wyzwolenie i kształtowanie postaw przedsiębiorczych

Zgodnie z danymi Eurostatu, gospodarka Polski rozwija się stabilnie i jest szóstą największą gospodarką Unii Europejskiej. Bardzo wysoko oceniany jest jej potencjał rozwojowy dzięki szczególnej aktywności przedsiębiorców.

Tempo rozwoju może być jeszcze większe pod warunkiem wzrostu udziału składowej, którą jest innowacyjność, przede wszystkim w istniejących i powstających małych i średnich przedsiębiorstwach. Zarządzane są one przez dobrze wykształconych menedżerów z dużym doświadczeniem zarządzania, zdobyłym m.in. za granicą. Struktura



działań przedsiębiorstw, mimo niekwestionowanych sukcesów, nie jest korzystna w perspektywnym rozwoju gospodarczym. Stanowi bowiem głównie komponent w systemie dostaw produktów dla dużych zagranicznych partnerów. Redukuje się w ten sposób istotny element niezależności gospodarczej. Niezbędna jest polityka kreowania i wzmacniania pozycji własnych marek produkcyjnych opartych na oryginalnych rozwiązaniach. Firmy potrzebują istotnego wsparcia w tym względzie ze strony instytucji naukowych. Oryginalne marki produktów powstają w wyniku rozwiązań innowacyjnych, które należy odróżnić od ważnych, ale o mniejszym znaczeniu rozwiązań związanych z postępem technicznym, czy też zwykłymi nowinkami technicznymi. Dla kreowania postaw innowacyjnych potrzebni są autentyczni liderzy.

Szeroko pojęty rynek przejmuje nowe rozwiązania, powstające w wyniku działań przedsiębiorczych aktywnych jednostek wykazujących:

- kreatywność,
- innowacyjność,
- umiejętności wykorzystania pomysłu i nadarzającej się okazji,
- dostrzeganie i wykorzystanie szans,
- odwagę podejmowania ryzyka.

Siłą napędową innowacyjnej gospodarki, decydującej o poziomie rozwoju ekonomicznego, są głównie nauki inżynierskie inspirowane i rozwijane dzięki osiągnięciom badawczym z obszaru nauk przyrodniczych i o życiu, wspomagane wynikami badań nauk humanistyczno-społecznych.

Zdaję sobie sprawę, że front omówionych zmian jest bardzo szeroki i trudny do realizacji ze względów politycznych, społecznych i środowiskowych. Niemniej jednak wierzę, że da się stopniowo wprowadzać te zmiany. Trzeba znaleźć właściwy element rozpoczynający z sukcesem ten proces (Arhimedes - „dajcie mi punkt podparcia, a poruszę Ziemię”).

Moim zdaniem wprowadzenie nowych kryteriów oceny i finansowania uczelni technicznych może być takim punktem podparcia. Nowy, spójny system finansowania powinien wymusić zmiany programowe i strukturalne prowadzące do powstania uniwersytetu przedsiębiorczego (UP). Hasłowo oznacza to uczelnię mieszczącą się w obecnym systemie edukacyjnym, której działanie prowadzić będzie do kształtowania postaw przedsiębiorczych studentów i absolwentów. Można ewentualnie

rozważyć utworzenie w miarę szybko pilotażowej uczelni o tym charakterze. Przekształcanie wybranych szkół w uniwersytety o charakterze przedsiębiorczym (UP).

Cele UP

- Badania - innowacje i partnerstwo,
- Rozwój - intensywne kontakty na poziomie gospodarczym z otoczeniem biznesowym.

Droga do celu - przez organizację odpowiedniej struktury na poziomie dydaktycznym i badawczym oraz stworzenie odpowiednich kryteriów oceny jednostek i zespołów badawczych wymuszających jakościowe zmiany.

Wyniki realizacji celów

- napędzanie innowacji i stymulowanie ducha przedsiębiorczości wśród studentów, pracowników naukowych i absolwentów współpracujących z Uczelnią,
- komercjalizacja wyników badań przez poprawę poziomu ich gotowości technologicznej i transformacji wiedzy dla finalnego produktu.

Jednym z ważniejszych elementów umożliwiających realizację celów jest dostosowanie do tego struktury UP.

Struktura organizacyjna

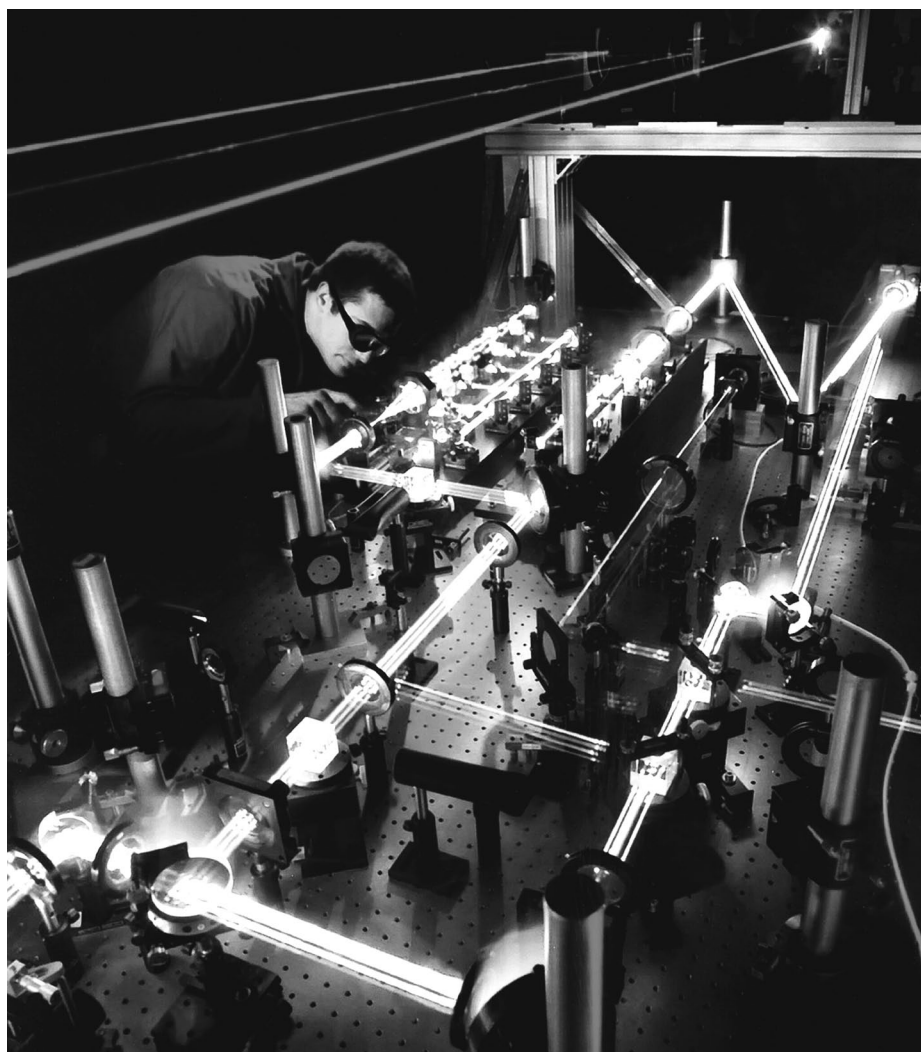
1. Kształcenie

- Struktura wydziałowa, odpowiedzialna za kształcenie na poziomie przeddyplomowym (*undergraduate*). Program tych studiów powinien być nastawiony głównie na przedmioty praktyczne, przygotowujące bezpośrednio do zawodu po zakończeniu I stopnia.
- Szkoły (kolegia) organizujące kształcenie i badania na poziomie II i III stopnia, integrujące nauki inżynierskie wg stosowanych metod i narzędzi: chemiczna, mechaniczna, budowlana, elektryczna, informatyczna i inne wynikające ze specyfiki gospodarki i obecnej struktury Uczelni.

2. Badania

- Podstawową jednostką badawczą jest specjalistyczne Laboratorium Badawcze (LB).

Na poziomie LB kształtuje się poziom naukowy Uczelni (intensywność),





którego wynikiem są rozwijane metody, narzędzia i nowe osiągnięcia badawcze udokumentowane patentami i publikacjami. Na poziomie LB powstają start-up'y oraz spin-off'y.

→ Wyższym stopniem integracji są multi- oraz interdyscyplinarne Centra Badawcze (CB). Ich celem jest opracowywanie rozwiązań służących programom gospodarczym i socjalnym Kraju (ekstensywność). Związane są one ze strategią Państwa.

#### Fundamenty tworzenia postaw przedsiębiorczych

Postawy przedsiębiorcze łatwiej budować na fundamencie klasycznego kapitalizmu, którego idee stworzył Adam Smith, ilustrując tę koncepcję w podstawowych dziełach: *Teoria uczuć moralnych* i *Badania nad naturą i przyczynami bogactwa narodów*. Bogactwo bierze się bowiem z pracy i oszczędności, a nie z zasiłków zniechęcających do przedsiębiorczości, a etyka nie leży poza gospodarką, lecz jest jej wewnętrzną zasadą. W teorii Adama Smitha, na którą od ponad dwustu lat powołuje się wielu ekonomistów, społeczeństwo stanowi zbiór racjonalnych jednostek, które w swoim działaniu kierują się zasadą własnej korzyści (*homo oeconomicus*), w zbiorze dostępnych danych i informacji optymalizują swoje postępowanie. Te zasady racjonalności w działalności gospodarczej ujawniają się w stanie zupełnej wolności i przenoszone są zwykle na działalność zbiorowości.

Nie jestem ekonomistą, ale jako inżynier jestem przekonany, że podstawowe zasady wynikające z wolnorynkowej koncepcji ekonomicznej Adama Smitha są wciąż aktualne i fundamentalne

na poziomie tworzenia programu działań przedsiębiorstwa. Oparcie się na nich daje przedsiębiorcy poczucie bezpieczeństwa i pełnej klarowności działań, a przez to budzi zaufanie współpracowników. Współcześnie w niektórych środowiskach kontestuje się tę filozofię. Reguły działania giełdy i rynków finansowych zaburzają te zasady, wprowadzając do systemu nieprzewidywalne, sterowane z zewnątrz spekulacyjne zdarzenia. Nowe nurty, uzupełniające niepewność rynkową, są przedmiotem tzw. ekonomii behawioralnej. Szczegółowe dyskusje na ten temat zostawiłbym specjalistom.

Tymczasem mamy zanik struktur wolnorynkowych zamienionych w neo-feudalizm, wynikający z pazerności korporacyjnej. Takie niekorzystne, globalne zmiany są niestety łatwiejsze przez pogłębianie próżni aksjologicznej w zagubionym społeczeństwie ponowoczesnym. Utrudnia to m.in. tworzenie wspólnot podejmujących się realizacji postawionego celu. Postawy przedsiębiorcze powinny wynikać z postaw konserwatywnych, rozumianych w ich esencji jako poczucie wdzięczności wobec świata, a prawdziwa wolność zakorzeniona jest w tradycji. Zarządzanie przedsiębiorstwem musi uwzględniać wszystkie kategorie podmiotów uczestniczących w jego działalności, gdzie wszyscy czują się odpowiedzialni za wszystkich.

Trudno spodziewać się systemowego programu zmian zainicjowanego przez polityków. Możliwe to będzie przez inicjatywy środowiskowe. Wprowadzenie w programach grantowych agend finansujących naukę projektów wymagających nowego podejścia do badań, których wyniki powinny być w zdefiniowanej perspektywie

komercjalizowane, uzdrowi zwłaszcza nauki inżynierskie i profile badań w naukach przyrodniczych. Ukierunkowanie finansowania, kryteria i wymogi spełniające postawy przedsiębiorcze, wymuszą zmiany organizacyjne i dydaktyczne w uczelniach. Zmiany te przyciągną młodych zdolnych, którzy obecnie wybierają studia zagraniczne.

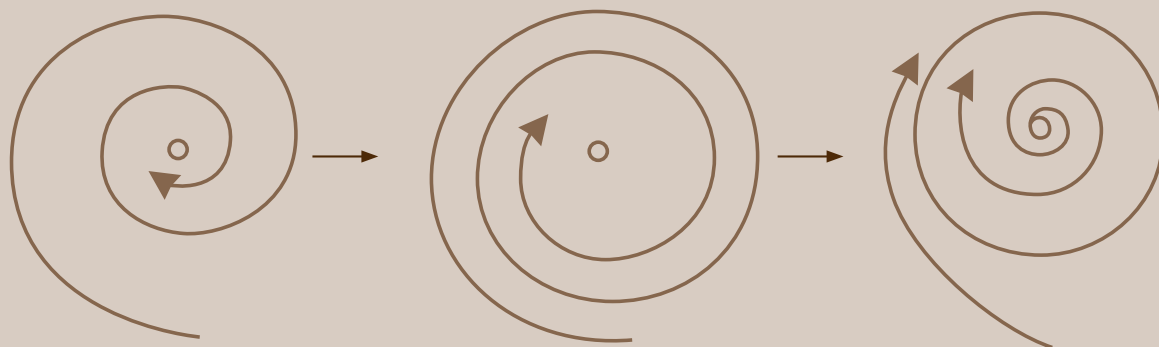
Nowe nastawienie społeczne do takich działań jest już zauważalne. Obserwuje się nowe trendy w szkolnictwie ponadpodstawowym, gdzie ok. 60% uczniów wybiera kształcenie branżowe. Wzrasta prestiż fachowości. To zdrowy odruch rodziców rozumiejących, że efektywne szkolnictwo zawodowe jest kluczowym elementem nowoczesnej gospodarki i w konsekwencji 'bogactwa narodów'. Na takiej bazie rozwinie się silna klasa średnia, odporna na niezdrowy gospodarczo korporacjonizm.

Aktywność klasy średniej jest źródłem odbudowania społeczeństwa obywatelskiego. Postawy republikańskie stabilizują system społeczny, czyniąc go bardziej odpornym na wszelkie zaburzenia. Dla wprowadzenia niezbędnych zmian w kształceniu i badaniach przez nowe kryteria oceny i finansowania niezbędna jest mobilizacja środowiska akademickiego!

**Dedykacja:** „Profesorowi Stanisławowi Janeczce w podziękowaniu za wieloletnią współpracę naukową i inspirujące dyskusje o istocie nauki i nauczania, Autor”

*Część powyższego tekstu ukazała się w PAU-zie Akademickiej nr 565 i 567 (październik 2023)*

{ **Profesor Leon Gradoń** – specjalista w zakresie inżynierii biomedycznej oraz inżynierii chemicznej i procesowej. Absolwent inżynierii chemicznej na Politechnice Warszawskiej (1969) oraz matematyki na Uniwersytecie Warszawskim (1975). W 1990 otrzymał tytuł profesora nauk technicznych. Zawodowo związany z Politechniką Warszawską. Od 1999 do 2005 pełnił funkcję dziekana Wydziału Inżynierii Chemicznej i Procesowej. Przewodniczy Radzie Naukowej Centralnego Instytutu Ochrony Pracy. Był stypendystą Japan Society for Promotion of Sciences oraz Fundacji Fulbrighta w Cincinnati, wykładat jako visiting professor na uczelniach w USA, Japonii, Austrii, Holandii i Szwecji. Jest autorem lub współautorem licznych publikacji naukowych, w tym kilkunastu monografii i podręczników akademickich, a także kilkudziesięciu patentów oraz wdrożeń przemysłowych. Posiada tytuł Cummins Inc. Endowed Professorship (USA). Jest laureatem Nagrody Naukowej im. Mariana Smoluchowskiego przyznanej przez Gesellschaft für Aerosolforschung. Otrzymał także Nagrodę Premiera I-stopnia za prace wdrożeniowe oraz Nagrodę Fundacji na rzecz Nauki Polskiej za „Wyjaśnienie podstawowych procesów transportu w układach dwufazowych i ich wykorzystanie do opracowania nowych konstrukcji filtrów wgłębnych”. Był wiceprzewodniczącym Komitetu Inżynierii Chemicznej i Procesowej Polskiej Akademii Nauk, powoływany w skład rad i komitetów doradczych różnych organizacji i instytucji (m.in. Narodowego Centrum Badań i Rozwoju) oraz czasopism naukowych. W 2016 roku został wybrany na przewodniczącego Rady Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, na czteroletnią kadencję. }



↑ Rys. 1.

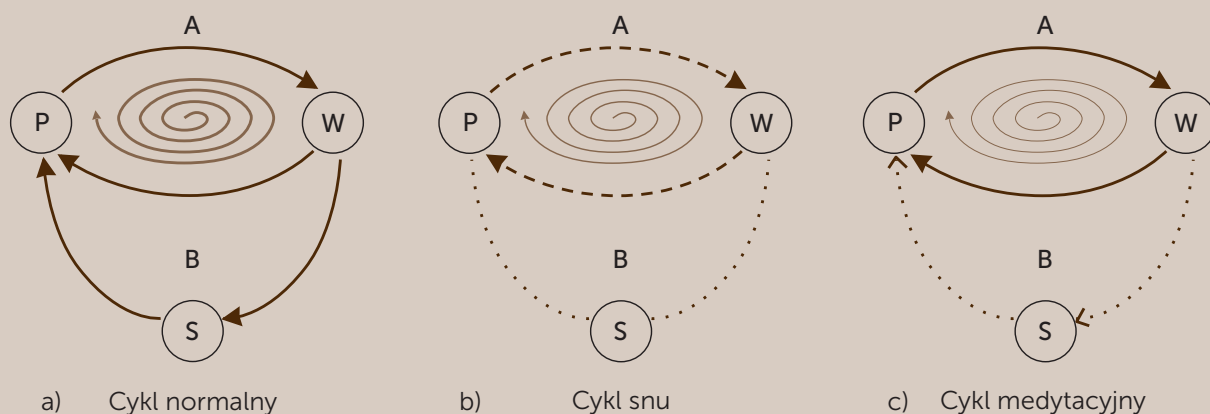
część tego zjawiska dzieje się w mózgu, dlatego jest możliwe zbliżenie się do jego iluzorycznej istoty.

Postrzeżenie jednostkowe, interpretacja bodźców zewnętrznych tego samego obiektu czy zdarzenia, różne dla różnych chwil i konfiguracji nazywamy iluzją. Gdyby nie było możliwości wzajemnego porównywania postrzeżeń, to iluzja pozostała by czymś rzeczywistym (czyli rzeczywistą iluzją) – trwałym, wspólnym dla wielu w naszym odbiorze świata.

Struktura tego ‘uzgodnionego’ świata iluzji, w którym wychowaliśmy się i w którym żyjemy (dzięki zmysłom, czyli rzeczywistości sensorycznej) jest dla nas tak oczywista i prawdziwa, że trzeba by wielkiego wysiłku aby dopuścić choćby hipotetycznie inny świat iluzji. Negowanie iluzorycznego i dogmatycznego podziału na przedmiot i podmiot budzi powszechny sprzeciw i poczucie zagrożenia. Jakież próby obalenia tego dogmatu na gruncie nauki nie przyniosły rezultatu. Największą iluzją dla świata nauki jest czas, który w rzeczywistości sensorycznej nieubłaganie płynie w jednym kierunku. Nadchodzi z przyszłości, pojawia się

w teraźniejszości i odchodzi w przeszłość. Zdarzenia zdarzają się i pojawiają. Są lokalizowane w przeszłości, teraźniejszości lub przyszłości. Jeśli wydarzyły się w przeszłości to możemy obserwować je same lub ich skutki. Jeśli przewidujemy ich wydarzenie się w przyszłości, to w pewien sposób moglibyśmy oddziaływać na ich przebieg. Tak jak cały sensoryczny świat, tak również takie pojmowanie czasu jest iluzją dla nauki. Jak pisze Einstein (*Correspondence Albert Einstein – Michele Besso, 1903 – 1955*, Paris, 1972), „Dla nas, fizyków z przekonania, różnica między przeszłością, teraźniejszością i przyszłością jest złudzeniem, choć przyznać trzeba, że złudzeniem uporczywym”. Utrzymywał on, że czas jako ewolucja, sekwencja nieodwracalnych zdarzeń jest nierzeczywisty, jest iluzją, a nauka nie powinna zależeć od istnienia jakiegokolwiek obserwatora. Jednak negacja czasu, to co najmniej dwie negacje: następstwa elementów jakiejś sekwencji oraz synchronizmu dwóch i więcej sekwencji. W tym niezwykle żarliwym dążeniu fizyków do zrozumienia praw rządzących światem to co pojmowalne, utożsamiało się z tym co niezmiennie (włączające czas jako stacjonarny

parametr), ze strukturą matematyczną niezmienniczą względem działań grup symetrii i przekształceń i w ten sposób wyeliminowaną iluzoryczną strukturą czasu. W dziejach kilkuset lat nowożytnej nauki następowało eliminowanie lub trywializowanie czasu: „wszystko co różne i zmienne, winno być sprowadzone do tego, co jednakowe i stałe” (E. Meyerson, *Identity and reality*, New York 1962). W ten sposób pokonując czas można przewidzieć przyszłość rozwoju jakichś zdarzeń i procesów w stacjonarnym rozwiązaniu (przybliżonym) jakiegoś prawa fizyki – równania napisanego przy pomocy nieskończenie małego odcinka czasu zegarowego (czyli chwili teraźniejszej). W próbach tworzenia czegoś w postaci ‘sztucznej inteligencji’ eliminuje się czas lub sprowadza do sekwencji następujących po sobie zdarzeń. Rozumienie udziału umysłu w tym procesie jest również dalece nieadekwatne podstawowym koncepcjom poznania naukowego. Nie dziwi zakłopotanie Stephena Hawkinga (R. Penrose, *Makroświat, mikroświat i ludzki umysł*, Prószyński i S-ka, 1997), „Osobiście zawsze czuję się zakłopotany, kiedy uczeni, a zwłaszcza fizycy teoretyczni mówią o świadomości.



↑ Rys. 2.

„Osobiście zawsze czuję się zakłopotany, kiedy uczeni, a zwłaszcza fizycy teoretyczni mówią o świadomości. Świadomość nie jest cechą, którą może mierzyć zewnętrzny obserwator. Gdyby jutro przed naszymi drzwiami pojawił się mały zielony człowieczek, nie potrafilibyśmy stwierdzić, czy jest robotem, czy istotą świadomą...”

Stephen Hawking

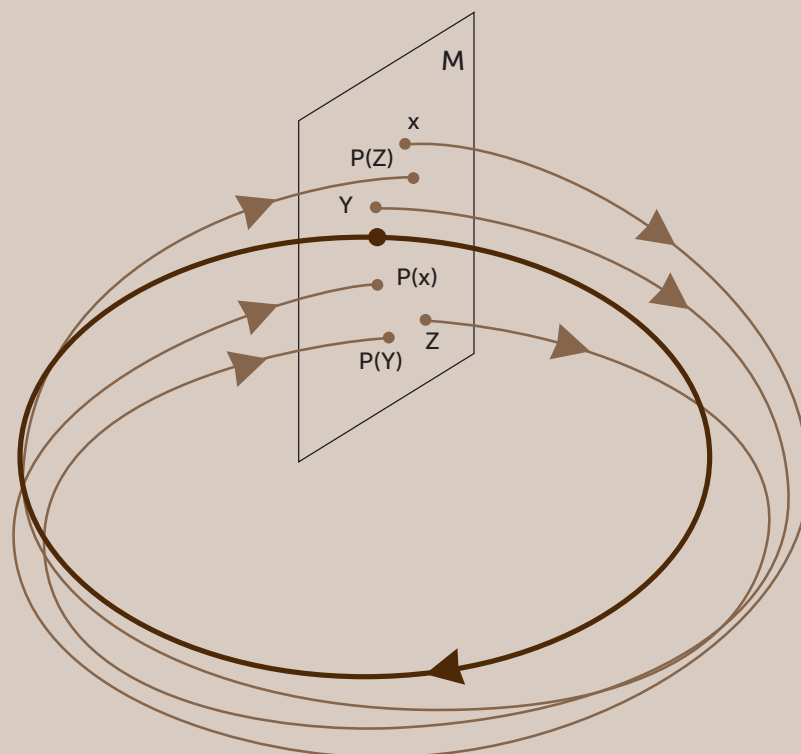
Świadomość nie jest cechą, którą może mierzyć zewnętrzny obserwator. Gdyby jutro przed naszymi drzwiami pojawił się mały zielony człowieczek, nie potrafilibyśmy stwierdzić, czy jest robotem, czy istotą świadomą”.

Iluzja tożsamości osobowej lub społecznej rozumiana również jako świadomość (lub rozwinięta jaźń) zmienia się z wiekiem, inny jest świat dziecka lub dorosłego człowieka, czy starca. Dlatego przyjmowanie, że jest coś takiego jak świat wspólny dla (wszystkich ludzi, epok, czy kultur) wszystkich obserwatorów, badaczy, zwykłych ludzi czy struktur ożywionych jest abstrakcją pozbawioną rzeczywistości. Wszyscy ci obserwatorzy przekazują sobie poprzez cały wszechświat informacje za pośrednictwem sygnałów. Fundament współczesnej nauki to obiektywny sens tej komunikacji z pominięciem jej związku ze zjawiskiem życia czy istotą czasu i zastąpienie jej jedynym rzeczywistym światem, trwałym pozaczasowym światem matematyki? Jednak, czy to jest jedyna droga i tak osiągnięta prawda absolutna? Jak wielu uważa, nawet jeśli taka prawda istnieje, to dla ludzkiego umysłu jest nieosiągalna. Według Hermana Weila (*Philosophy of Mathematics and Natural Science*, Princeton, N.J. 1949) „Uczeni

popęniliby błąd ignorując fakt, że formuła teoretyczna nie jest jedyną drogą do zrozumienia zjawisk życia: stoi przed nami otworem inna droga,

droga zrozumienia go od wewnątrz [...] O sobie samym, o moich własnych aktach postrzegania, myślenia, decydowania, czucia i robienia czegoś mam bezpośrednią wiedzę, całkowicie odmienną od teoretycznej wiedzy, która wyraża w symbolach paralelne procesy mózgowe. Owa wewnętrzna świadomość samego siebie jest podstawą zrozumienia moich bliźnich, których spotykam i uznaję za istoty tego samego gatunku, z którymi łączę mnie czasem tak silna nić porozumienia, że dzielę z nimi radość i smutek”. Droga rzeczywistości sensorycznej, której podstawowym źródłem uzyskiwania informacji są zmysły, a więc słuch, dotyk, smak, węch lub wzrok, a interpretacja uzyskanych informacji wykorzystuje intelekt, wspomagany użyciem metod wypracowanych przez naukę i filozofię, nie jest jedyna a może nawet nie jest uznawana za najlepszą. Głównie dlatego, że wszystko, łącznie z obserwatorem, w sposób fundamentalny powiązane jest ze sobą i stanowi fragment większej całości. Nowa droga to akceptacja tej relacji i stanowienia jedności z większą całością. W której główną metodą zdobywania informacji o innych rzeczach jest zdobywanie jej tak samo jak o sobie samym, poprzez ‘samoobserwację’. Czas ma zupełnie inną naturę. Przeszłość, teraźniejszość i przyszłość istnieją równocześnie dla

{27}



↑ Rys. 3

# „Spośród różnych narządów i instrumentów człowieka najbardziej zadziwiającym i tajemniczym jest właśnie ten narząd – narząd myślenia...”

każdego zdarzenia (które jest) splecione w pewnym prawie okresowym cyklu – ‘elemente czasu’, generującym rozgałęzienie bodźców. Bazą dla zjawiska czasu jest kontinuum bifurkacyjne, którego elementarne zdarzenia są czysto losowe, zapewniające również splątanie cząstek na poziomie modelu kwantowego.

Bardzo interesujące jest obserwować zmagania H. Bergsona (*Materia i Pamięć, Vis-a-vis Etiuda*, Kraków, 2015) ze zjawiskiem czasu, który to przy założeniu nieskończonej podzielności chwili – odcinka prostej rzeczywistości, dochodzi do wielu sprzeczności; „[...] w jakiz sposób przeszłość, która wedle założenia przestała istnieć, mogłaby się zachowywać sama przez się? Czyż nie ma tu prawdziwej sprzeczności? Odpowiadamy, że zagadnienie polega dokładnie na tym, by wiedzieć, czy przeszłość przestała istnieć, czy też po prostu przestała być tylko użyteczną. Określa się samowolnie terażniejszość jako to, co jest, podczas gdy terażniejszość jest po prostu tym, co się dzieje. Nic nie jest mniej niż chwila obecna, jeżeli rozumieć przez to niepodzielną granicę, oddzielająca przeszłość od przyszłości. Skoro myślimy o tej terażniejszości jako być mającej, to jeszcze jej nie ma; a gdy o niej myślimy jako o istniejącej, ona już przeszła. Jeżeli przeciwnie, rozważa się terażniejszość konkretną i rzeczywistość przeżywaną przez świadomość, można powiedzieć, że ta terażniejszość w znacznej części składa się z bezpośredniej przeszłości. W najkrótszym dla możliwego postrzeżenia światła ułamku sekundy mieszczą się tryliony drgań, z których pierwsze oddzielone jest od ostatniego niezmiernie podzielonym odstępem”.

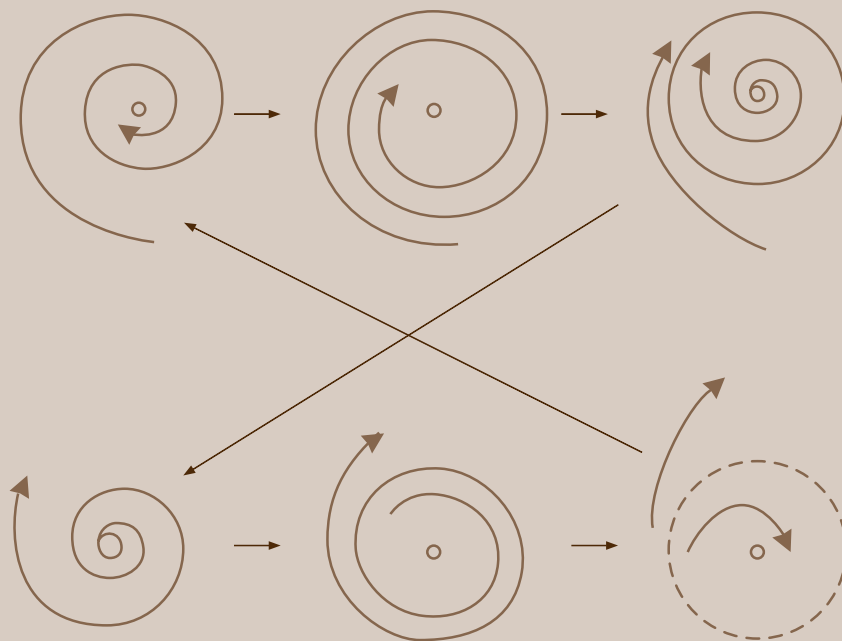
Także wpleciony w ten proces definiowany pewien stan, który również moglibyśmy nazwać wyobraźnią; „Postrzegamy, praktycznie biorąc, przeszłość jedynie, czysta terażniejszość jest tylko nieuchwytnym postępem

(progres) przeszłości, wgrzyżającym się w przyszłość. Świadomość rozjaśnia więc swoim światłem, w każdej chwili, tę część bezpośrednią przeszłości, która pochylona nad przyszłością pracuje nad jej urzeczywistnieniem i przyłączeniem siebie do niej. Zajęta jedynie tym, aby w ten sposób kreślić nieokreśloną przyszłość”.

Koncepcje, wizje, konstrukcje myślowe projektowane na świat doznań, głównie sensorycznych, przez podmiot poznający są efektem myślenia tego podmiotu – efektem działania jego ‘narządu myślenia’.

Spośród różnych narządów i instrumentów człowieka najbardziej zadziwiającym i tajemniczym jest właśnie ten narząd – narząd myślenia. W swoim wykładzie o języku i informacji Carl Friedrich von Weizsacker (*Jedność Przyrody*, PIW, Warszawa 1978) formułuje wątpliwość w możliwość jego poznania: „Czy narząd myślenia, dany

nam, byśmy mogli obcować z rzeczywistością, może znieść to bez szkody, gdy go zastosujemy do niego samego? Czy można znać siebie samego? Stonoga, zapytana, w jakiej kolejności stawia nogi, zaczęła się nad tym zastanawiać – i odczuła się chodząc”. Pozostałe narządy i przedłużające je instrumenty wypełniają swoje określone funkcje wydające się służebne wobec narządu myślenia. Większość instrumentów (narzędzi) jakie człowiek używa są przedłużeniami jego ciała. Jednak narząd myślenia jest zupełnie czymś innym. Jego możliwości przedłużania to otchłań świata wyobraźni, pamięci i doznań. Utworzony (stworzony) przez czas i sprzężony z czasem (teraźniejszość myślenia) posiada, obok absorbenta potoku danych sensorycznych terażniejszości, jeszcze dwa swoje ‘skrzydła’ pamięć i wyobraźnię. Jakkolwiek nieporównywalna z innymi to każda chwila terażniejszości w każdym aspekcie zdarzeń świata materialnego zewnętrznego wobec jakiegokolwiek podmiotu poznającego i wewnętrznego poprzez samopoznanie uniwersalnych własności narządu myślenia, jest cyklem granicznym. Ten cykl na każdym poziomie realizacji zdarzenia w formie infinitymalnej generuje ‘element’ rozgałęzienia – bifurkacji. Czas jest to kontinuum takich elementów, kontinuum bifurkacyjne cykli granicznych, których reprezentacja na każdym poziomie zachodzenia i postrzegania zdarzeń dostarcza podstawowych cech czasu sensorycznego, sekwencyjności



↑ Rys. 4



↑ Rys. 5

zdarzeń i aktu przejścia w liniowej sekwencji.

Narząd myślenia aktywuje się poprzez swój podstawowy cykl graniczny (J.E. Marsden, M. McCracken, *The Hopf Bifurcation and Its Applications*, Applied Math. Sci., Vol. 19, New York, Springer 1976). Jego występowanie i działanie opisywane jest przy pomocy tzw. 'bifurkacji narodzin stabilnego cyklu granicznego na rysunku 1. Stan stacjonarny – stabilne ognisko traci stabilność i pojawia się stabilny cykl okresowy.

To miękkie wzbudzenie oscylacji odbywa się pomiędzy (pra)aktywnymi obszarami, tworzącej się od początku, centralnej, 'mózgowej' struktury organizującej żywego organizmu.

Tutaj istota czasu (poprzez sprzężenie zwrotne) realizuje się jako stabilny cykl graniczny działający w dobrze określonych obszarach mózgu organizujących element pamięci P i element wyobraźni W. Ten element W w odpowiednim obszarze mózgu pojawia się jako zmodyfikowane, poprzez dane sensoryczne wzgórze S, odbicie aktualnego elementu pamięci. Narząd myślenia w swojej pełnej aktywności realizuje dwa cykle graniczne; cykl A działający w przestrzeni biologicznej określonej przez pamięć P i wyobraźnię W i sprzężony

z nim cykl B (tzw. Cykl normalny (Rys. 2a)) włączający, razem z pamięcią i wyobraźnią sensoryczny obszar mózgu S. W czasie snu narząd myślenia prowadzony jest głównie przez cykl A w swojej podstawowej aktywności, tzw. Cyklu snu (Rys. 2b). Możliwe są różne fazy i formy działania narządu myślenia, jedną z nich opisuje cykl medytacyjny (Rys. 2c).

Oba cykle działają poprzez swoje odwzorowanie Poincare P określone na transwersalnym cięciu M potoku, Rys. 3. Z tym, że każda oscylacja cyklu B realizuje rozgałęzienie-bodziec w centralnym systemie nerwowym.

Opis kognitywistycznych własności myślenia zadany jest, w modelu analitycznym, linearyzacją odwzorowania Poincare, nazywaną operatorem monodromii. Wartości własne tego operatora na każdym etapie oscylacji określają własności potoku stanów myślowych.

Powrót do stanu wyjściowego narodzin cyklu granicznego następuje poprzez bifurkację narodzin niestabilnego cyklu granicznego wraz z punktowym stabilnym stanem stacjonarnym, powstające z niestabilnego ogniska w reżimie wyjściowym Rys. 4.

Reprezentacja topologiczna cyklu granicznego w obszarowej parametryzacji

mózgu (A. Wróbel, *Mózg a świadomość*, *Profundere Scientiam*, No. 11, 2014, p. 10-14), czyli działanie cyklu w obszarach pamięci P, wyobraźni W i aktywności danych sensorycznych S, zachodzi w strukturalnie stabilnej relacji. Ta relacja to powierzchnia homeostatyczna zadana jedną ze stabilnych osobliwości definiujących morfologię zjawiska myślenia w przestrzeni kontrolnej określonej przez dwa parametry aktywności mózgu; poziom aktywności zmysłów i poziom aktywności umyśłu.

Cykl A w konkretnej uproszczonej reprezentacji parametrycznej jest zadany normalną postacią równania Van der Pola. Podniesiony do pełnej homeostazy cykl B przedstawiony jest na powierzchni 'powolnej' rysunku 5. Wzmagający się udział wpływów sensorycznych S jest wielkością rozstrzępającą dla wewnętrznej struktury pamięci i wyobraźni. Cykl normalny (podstawowy na rysunku 5) zawsze otacza punkt osobliwy podniesienia do strukturalnie stabilnej powierzchni (dowolnego wymiaru) stanów stacjonarnych. Można zauważyć, że zawsze konieczny w cyklu impuls (skok na wyższy płat powierzchni) 'ożywienia' wyobraźni W realizuje dany życiu infinitesimalny element teraźniejszości.

**Profesor Stanisław Janeczko** – profesor na Wydziale Matematyki i Nauk Informatycznych Politechniki Warszawskiej, Dyrektor Centrum Studiów Zaawansowanych PW. Wcześniej dyrektor Instytutu Matematycznego PAN oraz Międzynarodowego Centrum Matematycznego imienia Stefana Banacha. Jego główne zainteresowania naukowe to geometria i topologia symplektyczna, metody matematyczne w naukach przyrodniczych i społecznych, teoria osobliwości. Wielokrotnie gościł jako profesor wizytujący w kluczowych ośrodkach naukowych na całym świecie. Był i pozostaje aktywnym członkiem licznych organizacji naukowych oraz redakcji.

# O przestrzeni wyobraźni

Refleksja nad wartością myślenia dywergencyjnego w pracy badawczej

„Obserwator winien odgrywać aktywną rolę w postrzeganiu świata i kreatywnym rozwijaniu swoich mentalnych obrazów. Powinien mieć zdolność zmieniania ich i wprowadzania poprawek, by dopasować je do zmieniających się potrzeb”

*Obraz miasta, Kevin Lynch*

Niniejszy esej poświęcony jest zagadnieniu wyobraźni w kontekście procesu twórczego jakim jest praca naukowa. Dlaczego i w jaki sposób warto ją rozwijać? Co dzieje się, kiedy przestrzeń wyobraźni zostaje zaniedbana?

‘Wyobraźnia’ i ‘twórczość’ często błędnie traktowane są jako pojęcia synonimiczne. Choć są blisko ze sobą związane, to nie są tożsame i nie zawsze łatwo je od siebie oddzielić. Niemniej jednak, istnieje między nimi symbiotyczny związek, co oznacza, że wzajemnie wpływają na siebie i często współwystępują – i tak dzieje się podczas realizacji zadania badawczego lub próby znalezienia rozwiązania dla konkretnego problemu, przed którym staje badacz lub badaczka. Wielu naukowców i projektantów przez wieki poszukiwało inspiracji w przestrzeni wyobraźni i to właśnie dzięki niej narodziły się nowe, najbardziej rewolucyjne rozwiązania. Wspomnieć tu można chociażby przykład teoretyka Richarda Feynmana, który w dziedzinie fizyki korzystał ze zdolności do wyobrażania sobie abstrakcyjnych koncepcji, a następnie przekształcał je w intuicyjne rysunki.

Wyobraźnia jest przestrzenią mentalną, w której tworzą się, samoistnie lub w sposób kontrolowany, obrazy i narracje o różnym stopniu wyrazistości.

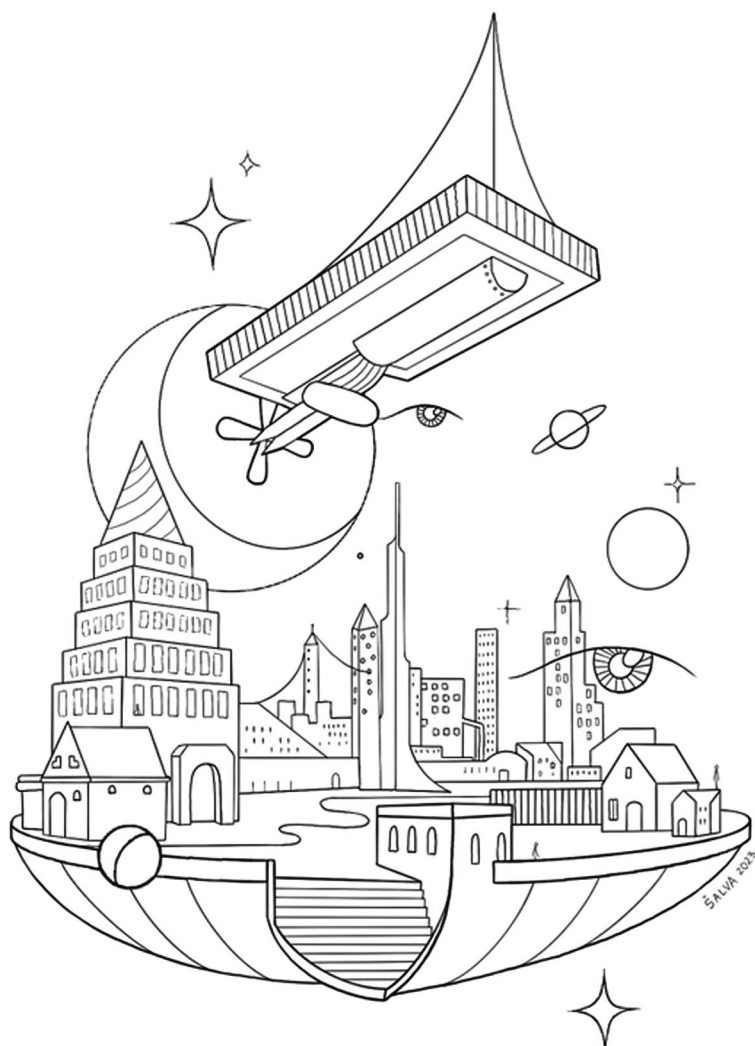
Zależy to od konstrukcji empirycznej i psychologicznej indywidualnej jednostki. Zasadniczo, wyobraźnia możliwa jest dzięki determinantom takim jak pamięć i zmysły. Fascynujące jest to, że mimo istnienia wielu kolektywnych archetypów i wzorców, te konstrukcje myślowe są niepowtarzalne i niezwykle różnorodne w ludzkich umysłach. Wyobraźnia stanowi przestrzeń, w której rodzą się te nietypowe pomysły, natomiast myślenie dywergencyjne jest procesem, który pozwala na ich

dalsze rozwijanie i wykorzystywanie. Wspólną cechą obu tych pojęć jest elastyczność i zdolność określana jako myślenie poza schematem, czyli ‘out of the box’.

Zagadnienie wyobraźni jest przedmiotem badań psychologii i kognitywistyki. Wybitnym znawcą fenomenu jest współczesny badacz Stephen Kosslyn, który koncentruje się na analizie procesów tworzenia i manipulacji obrazów umysłowych. Warto wspomnieć także koncepcję Philipa Nicholasa Johnsona-Laird’a, znaną jako ‘teoria mentalnych reprezentacji’. Zakłada ona, że ludzie korzystają z wyobrażeń, aby przetwarzać informacje i rozumieć rzeczywistość. Johnson-Laird podkreśla, że modele mentalne są elastyczne i dynamiczne, co oznacza, że mogą ulegać zmianie w zależności od kontekstu i potrzeb. Badania obu naukowców przyczyniły się do głębszego zrozumienia roli wyobraźni w funkcjonowaniu człowieka i jej znaczenia w procesach myślenia w kontekście wnioskowania i rozumowania, wpływając na dziedziny psychologii społecznej, neurokognitywistyki i percepcji wizualnej.

W kontekście pracy badawczej, niezależnie od wyboru dyscypliny naukowej, wyobraźnia i myślenie dywergencyjne pozwalają na eksperymentowanie z tworzeniem nowych pytań badawczych i alternatywnych ścieżek. To z kolei umożliwia eksperymentowanie z tworzeniem hipotez, planów

„Wyobraźnia jest przestrzenią mentalną, w której tworzą się, samoistnie lub w sposób kontrolowany, obrazy i narracje o różnym stopniu wyrazistości... możliwa jest dzięki determinantom takim jak pamięć i zmysły...”



eksperymentów, projektowaniem narzędzi badawczych oraz wizualizowanie abstrakcyjnych koncepcji teoretycznych. Niejednokrotnie udało się udowodnić, że pracując nad formułowaniem i rozwiązywaniem problemów korzystne jest wchodzenie w nieracjonalne rzeczywistości, aby tam poszukiwać inspiracji lub odpowiedzi.

Myślenie dywergencyjne można stymulować wykorzystując metody opracowane przez różnych twórców, takich jak Edward de Bono, Taiichi Ohno i wielu innych. Są to techniki takie jak matryca morfologiczna, metoda '5 razy daczego', technika 'sześciu kapeluszy', odmiany burzy mózgów, takie jak 'philips66', '6-3-5', 'metaplan', 'technika kruszenia' oraz inne strategie myślenia lateralnego czy asocjacyjnego.

Kiedy jednostka nie wykorzystuje w pełni swojego potencjału, pozostając w obrębie dawno nieweryfikowanych przekonań i utartych schematów myślenia, można mówić o zaniedbywaniu swojej przestrzeni wyobraźni. Taki stan może prowadzić do stagnacji lub regresu na wielu poziomach, nie tylko w dziedzinie uprawianej dyscypliny

naukowej. W rezultacie odbija się to na prowadzonych badaniach, a co za tym idzie, utraty motywacji, umiejętności odkrywania i generowania nowej wiedzy. Jak z resztą wiemy z praktyki i obserwacji – naukowcy, którzy ograniczają się jedynie do znanych już sobie od dawna schematów myślowych, stają się nierozpoznawalni.

Aby uchronić się przed tym zjawiskiem, istnieje kilka skutecznych kroków. Po pierwsze, czytanie zróżnicowanej gatunkowo literatury jest jednym z najbardziej oczywistych bodźców, które mogą pobudzać rozwijanie potencjału i dostarczać inspiracji. Po drugie, kontakt z naturą i eksploracja dzieł sztuki mogą zaktywizować wrażliwość, a dzięki temu dostarczyć inspiracji i pomóc w rozwijaniu wyobraźni. Po trzecie, poza wymienionymi technikami i metodami istnieją sposoby takie jak intuicyjne szkicowanie, prowadzenie dziennika myśli, tworzenie muzyki oraz aktywność fizyczna, chociażby taniec intuicyjny, czy inne formy świadomej pracy z ciałem, w tym sport. Dodatkowo, współpraca z osobami o różnych specjalizacjach może stymulować wyobraźnię i prowadzić do

interdyscyplinarnych odkryć. Dzięki tym działaniom można aktywnie uchronić się przed ograniczeniem wyobraźni i zachować otwartość i świeżość umysłu tak ważną w tworzeniu nowych pomysłów i rozwiązań.

Ostatecznie, wyobraźnia stanowi narzędzie, które pozwala na kształtowanie przyszłości, wykraczanie poza oczywistość i zrozumienie rzeczy, które istnieją obecnie lub mogą zaistnieć. Warto zwrócić uwagę, docenić tę subtelną przestrzeń, a następnie dopuścić ją do swojego procesu projektowego i badawczego. To właśnie w niej jest źródło zmieniającego się świata. Przestrzeń wyobraźni jest miejscem, gdzie myślenie dywergencyjne staje się realne i namacalne. Myślenie dywergencyjne jest jak klucz do zamkniętych drzwi, otwierający nieograniczone perspektywy w pracy badawczej i projektowej, w każdej dyscyplinie naukowej. Opisane procesy z pewnością nie pozostają kwestią wrodzonego talentu i można je wypracować lub stymulować za pomocą konkretnych metod opracowanych przez różnych autorów. Szerszą wiedzę na ten temat można zdobyć z publikacji takich jak *Metody i techniki pobudzania kreatywności* pod redakcją Anny Kosieradzkiej, *30 modeli mentalnych* autorstwa Petera Hollinsa czy *Twórcza moc myślenia* Kurta Tepperweina.

**Anna Szalwa** – doktorantka Wydziału Architektury PW, ale również uznana artystka zajmująca przede wszystkim rysunkiem, animacją, grafiką i performancem. Absolwentka Akademii Sztuk Pięknych im. Eugeniusza Gepperta – dyplom w 2019 r. na Wydziale Grafiki i Sztuki Mediów. Laureatka wielu nagród i wyróżnień m.in. stypendium Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego za wybitne osiągnięcia (2018). Jej prace można było oglądać na licznych wystawach zbiorowych i pokazach indywidualnych, w tym podczas wystawy *Przestrzenie Iluzji* zorganizowanej przez Centrum Studiów Zaawansowanych. Od kilku lat prowadzi także zajęcia dydaktyczne i warsztaty.

## SIŁA NAUKI - GRANICE POZNANIA

Ludzie od wieków próbują odpowiedzieć na pytanie dotyczące sensu życia. Szukanie odpowiedzi na ten fundamentalny problem jest nieodłączną częścią ludzkiego doświadczenia. Choć nie ma jednoznacznego rozwiązania, to każdy z nas może znaleźć własne spojrzenie na sens życia i odkryć głębsze znaczenie w swoim istnieniu.

Sens życia nie jest czymś, co można znaleźć na zewnątrz, ale raczej czymś, co tkwi w nas samych. „Szczęśliwe życie zależy od jakości twoich myśli” (Marek Aureliusz). To nie jest konkretny cel do osiągnięcia czy rezultat, ale raczej sposób, w jaki decydujemy się żyć i przekształcamy nasze doświadczenia w coś wartościowego. Może to być poszukiwanie pasji, spełnianie się w miłości, nauce lub twórczości, czy też oddawanie się służbie innym ludziom. Każdy ma swoje własne cele i wartości, które nadają sens życiu.

Jednym z najważniejszych aspektów jest zdolność do znalezienia znaczenia nawet w najtrudniejszych chwilach. Można stwierdzić, że wszystko, co dzieje się w życiu ma głębszy cel.

Sens życia może wynikać również ze związku z otaczającymi ludźmi. Jesteśmy bowiem istotami społecznymi i potrzebujemy bliskości, relacji i współpracy z innymi. Możemy zatem znaleźć sens w dawaniu i otrzymywaniu miłości, w tworzeniu więzi i budowaniu trwałych relacji. Współpraca

„...odczuwanie sensu życia jest subiektywnym doświadczeniem, które zależy od indywidualnych przekonań, wartości i celów”

i solidarność z innymi mogą przynieść poczucie spełnienia i znaczenia.

Niektórzy ludzie znajdują również istotę swojego życia w duchowości lub w wierzeniach religijnych. Religia może oferować zestaw wartości, etykę i przekonania, którymi kierują się na co dzień. Poprzez praktykowanie wiary osoby religijne często znajdują poczucie celu i głębokiego spełnienia. Wizja wiecznego szczęścia po śmierci powoduje bowiem, że celem człowieka staje się dążenie do pewnych zachowań tak, aby to życie po śmierci sobie zapewnić.

Szukanie sensu istnienia za pomocą nauki jest również jednym z wielu podejść, które ludzie wykorzystują, aby zrozumieć głębsze pytania dotyczące życia i jego znaczenia. „Wiedza to potęga” mawiał Francis Bacon. Nauka umożliwiła zgłębianie tajemnic natury, wszechświata i samego człowieka. Może ona dostarczać człowiekowi wgląd w złożoność i harmonię świata oraz ukazywać, jakie jest miejsce i rola

człowieka w tej ogromnej sieci życia. Oferuje narzędzia do zbadania i zrozumienia prawidłowości, które rządzą światem przyrody. Poprzez badania, eksperymenty i analizę danych naukowych, można zgłębiać zagadnienia związane z pochodzeniem, ewolucją, funkcjonowaniem mózgu, materią, energią i wieloma innymi dziedzinami wiedzy. Te odkrycia mogą inspirować ludzi do zadawania dalszych pytań i poszukiwania głębszych odpowiedzi. „Prawdziwa wiedza – to znajomość przyczyn” (Francis Bacon).

Mój sens życia tkwi w motywacji do pracy, dążeniu do osiągnięcia godnego życia oraz wierze w Boga. Praca daje mi możliwość rozwijania umiejętności, realizacji celów i odnalezienia spełnienia. Dążę również do zapewnienia sobie i moim bliskim warunków życia, które pozwolą nam osiągnąć szczęście i komfort. Jednocześnie, moja wiara w Boga daje mi poczucie sensu i pewności, że istnieje wyższy cel i znaczenie dla mojego życia. Wiara dyktuje warunki i przykazania, które wyznaczają sposób mojego postępowania.

Ostatecznie, odczuwanie sensu życia jest subiektywnym doświadczeniem, które zależy od indywidualnych przekonań, wartości i celów. To, co jest wartościowe dla jednych ludzi, może nie mieć takiego samego znaczenia dla innych. Ważne jest, abyśmy pozwolili sobie na eksplorację i refleksję, aby odkryć najlepszą drogę w życiu dla siebie mając pokorę wobec niezwykłości istnienia.

„...Szczęśliwe życie zależy od jakości twoich myśli... To nie jest konkretny cel do osiągnięcia czy rezultat, ale raczej sposób, w jaki decydujemy się żyć i przekształcamy nasze doświadczenia w coś wartościowego...”



## CZY SENS ŻYCIA MA CHARAKTER SPOŁECZNY?

W tej pracy zamierzam bronić tezy, że sens życia człowieka ma charakter społeczny. Rozumiem tutaj sens życia jako przypisywany konkretnemu, jednostkowemu życiu człowieka. Punktem wyjścia rozważań jest definicja życia podana przez W. Tatarkiewicza w „O szczęściu”. Filozof twierdzi, że życie człowieka to tyle, co ogół zdarzeń, na które wpłynął i które na niego wpłynęły. Są to zdarzenia zarówno wewnątrz osoby, jak i na zewnątrz niej.

Teraz należy się pochylić nad pojęciem sensu życia. Dwa stanowiska godne uwagi, które często pojawiają się w rozważaniach nad sensem życia, to ujęcie teleologiczne i aksjologiczne. Stanowisko teleologiczne mówi, że życie jest o tyle sensowne, o ile służy jakiemuś celowi. Wobec tego podejścia istnieją jednak kontrprzykłady. Jednym z nich jest wyobrażenie człowieka podporządkowanego swe życie czemuś nikczemnemu. Zazwyczaj nie chcemy mówić, że ideologiczni zbrodniarze mieli sensowne życie. By móc oceniać cele, musimy pochylić się nad pojęciem z zakresu wartości i przejść na stronę stanowiska aksjologicznego, z którym osobiście się zgadzam. Sens życia jest więc związany z wartościami, dzięki którym jest to sens, a nie tylko cel.

Warto też wziąć pod uwagę, że życie może być sensowne, gdy niekoniecznie dążymy do wyznaczonego celu. Przykładowo życie mnicha, który realizuje wartości będąc w określonym stanie, a nie za sprawą konkretnego działania.

Zauważmy, że wiele zdarzeń w życiu człowieka ma społeczny charakter. Jest to dość oczywista obserwacja. Wszystkie zdarzenia, kluczowe dla sensowności czyjegoś życia, mają charakter społeczny. Weźmy zdarzenia wykraczające poza życie psychiczne danego człowieka. Jeśli wpływają one na sensowność życia, to muszą dotyczyć pewnych wartości. Wydaje się jasne, że jeśli mają aksjologiczny charakter, to są związane z innymi ludźmi. Gdy bowiem pomyślimy o zdarzeniach nieangażujących innych ludzi, to są to między innymi zjawiska przyrodnicze. Wartości są jednak sprawą ludzką, oddzielną całkowicie od sfery zjawisk naturalnych. Oczywiście możemy powiedzieć ‘przejście huraganu Katrina było złem’. Tego typu wypowiedzi należy jednak traktować jako skróty myślowe. Gdyby



bowiem huragan zdarzył się w innym, odludnionym miejscu, trudno mówić, że byłby tym samym zdarzeniem – wynikałby wtedy z całkowicie odmiennych czynników i miałby całkowicie różną lokalizację, byłby już innym huraganem. Gdyby jednak huragan pozostał na miejscu, a ludzie zostaliby ewakuowani, nie można by było mówić, że zdarzyło się coś złego. Widzimy więc, że nie można mówić, że zdarzenia naturalne są z natury złe – ich ‘zło’ może polegać tylko na tym, że skorelowane są z bólem lub śmiercią.

Należy rozważyć jeszcze zdarzenia, które odbywają się w indywidualnej psychice. By wykazać społeczny charakter sensu życia, należy pokazać, że każde zdarzenie, które ma znaczenie dla sensu życia i dzieje się w indywidualnej psychice, ma charakter społeczny. Jeśli uznaliśmy, że sens życia polega na jakimś stosunku do wartości, to interesujące nas zdarzenia będą polegały na ustosunkowywaniu się w jakiś sposób do tych wartości. Jeśli te wartości mają być na tyle poważne, by stanowić podstawę sensu życia, muszą być na tyle istotne i angażujące

człowieka, że jego decyzja jest istotnym posunięciem w życiu psychicznym, także z jego własnej perspektywy. Tego rodzaju wartości i postawy wobec nich są przekazywane w procesie edukacji i uspołeczniania. Widzimy więc, że i ta kategoria zdarzeń jest ściśle związana z rzeczywistością społeczną.

Dowiedliśmy więc, że każde zdarzenie, mające znaczący wpływ na sens życia człowieka, ma istotny aspekt społeczny, z czego wynika teza ze wstępu. Warto dodać jeszcze jedno: z powyższych rozważań wynika, że poczucie sensowności życia jest sprawą zupełnie oddzielną od samego sensu życia. Dlatego więc poczucie bólu, nawet tak silne, że odbiera chęć dalszego trwania, nie ma wpływu na sam sens życia.

## SENS ŻYCIA

Pochylając się nad tematem pracy od razu doświadczam trudności w ujęciu semantycznym tej frazy. O ile samo słowo 'życie' kojarzy się niestety z przeżyciem albo podtrzymywaniem funkcji życiowych, o tyle we frazie 'sens życia' wchodzi w nowy wymiar znaczeniowy. Inaczej jest ze słowem 'sens'. Dla mnie samo to słowo jest nośnikiem głębi, istoty, spójności. Wyraz naszej tęsknoty za czymś szlachetniejszym i większym aniżeli tylko wypełnianie obowiązków i optymalizowanie decyzji pod kątem tego co bardziej dla nas korzystne. Czym wobec tego jest 'sens życia'?

Sens życia rozpatrzę na trzech płaszczyznach: przyczyny, sensu, celu. Dlaczego przyczyna? Otóż może być tak, że poznanie siebie, poznanie świata materialnego i niematerialnego, jednoznacznie i bardzo głośno pobudzają wewnętrzny głos: „Ja chcę się temu przeznaczyć. Ja chcę się temu poświęcić”. Chyba najlepiej to widać w dobruze rozeznanej miłości albo powołaniu. Gdy człowiek ofiarne odpowie na to wezwanie, to może przynieść wielkie owoce, te widoczne i te niewidoczne.

Płaszczyzna sensu, to kategoria codzienności, kategoria postępowania w ustalony sposób, hojność w szafowaniu swoim czasem dla rzeczy naprawdę ważnych. Nie są to wielkie decyzje, przez które chwieją się fundamenty ziemi, ale małe wybory zmieniające przede wszystkim nas, bo „granica między dobrem a złem przechodzi przez serce każdego człowieka”. Przypuszczam, że gdzieś w głębi każdy pragnie żyć właśnie tym sensem, by zawsze w ich wnętrzu było więcej światła dobra, aniżeli ciemności zła.

Cel natomiast jest najtrudniejszym z trzech wymienionych. Opiera się na racjonalności jako wiedzy dokąd się zmierza, dobrowolności, czyli pełnej nieprzymuszonej akceptacji wszystkiego co przyjdzie, ale także uduchowieniu rozumianego jako zaufanie, że na końcu ścieżki znajdę tę drogocenną perłę.

Projekcja, która odpowiednio ilustruje ten rozkład sensu życia jest wyprawa na szczyt wysokiej góry. Wpierw trzeba w ogóle wyjść na szlak co nas musi zdeterminować, w pewien sposób musimy zacząć tę wędrówkę.

Następnie doświadczamy trudów przemieszczania się coraz to wyżej i wyżej, napotykamy sytuacje nieoczekiwane i wymagające, ale decydujemy się przeć naprzód. Aż wreszcie dostrzegamy ten piękny samotny szczyt, który za dnia odbija promienie słońca, a nocą przypomina jedną z gwiazd.

W ten sposób wyobrażam sobie sens życia, ale to jedynie pewna charakterystyka, opis cech tego, czego tak bardzo wszyscy jesteśmy spragnieni. Jednakże co jest istotą, która może to pragnienie ugasić?

Zauważmy, że natura ludzka jest nienasycona. Nawet w ogólnym poczuciu zadowolenia szukamy nadal jeszcze

piękniejszych, jeszcze wspanialszych chwil, by ich doświadczyć i odłożyć na kartach swojej pamięci. Dlatego sądzę, że tylko obcowanie z Prawdą Nieskończonością może prowadzić do ostatecznego uspokojenia naszego serca i ducha, a przypuszczam, że pełnią będzie dopiero wieczna komunika. W związku z tym kształtuje się pojęcie życia wiecznego. W Ewangelii św. Jana pojawia się taki werset „A to jest życie wieczne: aby znali Ciebie jedynego prawdziwego Boga, oraz Tego, którego posłałeś, Jezusa Chrystusa.” (J 17,3). Niesamowitym jest fakt, że właśnie poznanie Boga jest esencją wieczności. Czy zatem poznawanie Boga już teraz

*Szanowny Panie,*

*Na pewnych zajęciach rozważaliśmy czym jest przeszłość, przyszłość, a przede wszystkim – terażniejszość. Wspominał Pan wtedy o koncepcji, która w ogóle wykluczała istnienie terażniejszości, iż istnieje tylko to, co było i to, co będzie. Wówczas i ja i Pan wyraziliśmy swój dystans do tej myśli.*

*Natomiast w listopadzie usłyszałem tezę niezwykle przeciwną do tej, którą rozważaliśmy na zajęciach. Postuluje ona, że terażniejszość jest istotowo związana z ideą wieczności, nieskończoności. Niezwykle ujęła mnie ta idea. Sądzę nawet, że jest w niej dużo racji. Przypuśćmy bowiem, że nie powracamy już do przeszłości i ciężaru, który wraz z nią niesiemy oraz przestajemy wypatrywać przyszłości, która może napawać nadzieją, ale niestety również troską o dzień jutrzejszy. Wówczas zostaje nam to co nazywamy 'teraz'. Gdybyśmy niejako obcięli nasze życie tylko do terażniejszości, nasza historia zamieniłaby się w tożsamość, a to, co jeszcze nie nastąpiło, byłoby celebrazją tego, że po prostu jesteśmy. A czymże innym jest wieczność, jeżeli nie świadomym byciem, trwaniem, w którym nie ma miejsca na troski i lęk?*

*W związku z tym życzę Panu odnalezienia głębi terażniejszości, aby ona prowadziła nas do wieczności.*

*Bartosz Dziwirek*

nie byłoby sensem życia? Czy szukanie Go w każdej chwili, którą mamy nie byłoby ścieżką do szczytu prawdziwego szczęścia?

Na przestrzeni lat żyli i nadal żyją ludzie, którzy chcą żyć tylko dla relacji z Bogiem i to już. Nazywamy ich mnichami albo pustelnikami. Ich życie wydaje się absolutnie niepodobne do naszego, często wzbudza w nas niepokój,

jakoby postawa, którą reprezentują była przepełniona lękiem przed światem i trudami życia codziennego.

Natomiast czasami wydaje mi się, że niestety to nasze życie zawiera w sobie strach przed poznaniem Nieskończoności, a w zamian za chleb powszedni traktujemy złudne poczucie bezpieczeństwa, sławę, przyjemność i pieniądze. Przykre, ale nigdy nie jest za

późno by to zmienić, nigdy nie jest za późno na odkrycie wewnętrznej pustki, którą wypełni tylko Nieskończoność.

{Bartosz Dziwerek –  
Wydział Matematyki i Nauk  
Informacyjnych PW }

## SENS ŻYCIA A OPTIMALIZACJA

Sens życia wydaje się być zagadką, z którą każdy z nas prędzej czy później będzie chciał się zmierzyć w swojej ziemskiej egzystencji. Osobiście uważam, że jest ono pojęciem całkowicie indywidualnym, efemerycznym i fluktuacyjnym w czasie. Nie istnieje

problem równoważny minimalizacji cierpienia. W tym celu możemy zdefiniować pewną miarę matematyczną, której celem i interpretacją będzie mierzenie negatywnych aspektów życia, tudzież słownikowych strat i szkód dla jednostki.

„...Definiując cierpienie jako miarę i wykorzystując narzędzia matematyczne do jego oceny i minimalizacji, możemy podejść do życia z logiczną i analityczną perspektywą...”

obiektywna prawda o jego znalezieniu. Postaram się jednak podzielić swoim obecnym poglądem na temat życiowego celu. Zawsze lubiłem podchodzić do rozwiązywania problemów w drodze logicznego rozumowania i analitycznego myślenia, tudzież może nie dziwić mój matematyczny sposób spojrzenia na ten problem.

Słownik PWN podaje jedną z definicji słowa ‘cierpienie’ jako ponoszenie straty lub szkody. Wychodzę z prostego założenia, że każda istota, nawet niekoniecznie jednostka ludzka, ma pewną chęć wyniesienia czegoś ze swojej egzystencji. Koncept ten wydaje się zatem stać w dokładnej sprzeczności z przytoczoną definicją cierpienia, a zatem intuicyjnie uznaję cierpienie za swego rodzaju antytezę sensu życia. W myśl idei matematycznej, zwiększanie sensu w życiu można uznać za

W naukach buddyjskich funkcjonują tzw. Cztery Szlachetne Prawdy. Pierwsza z nich uznaje, że cierpienie jest nieodłączną częścią ludzkiej egzystencji. Narodziny, starzenie się, choroby i śmierć są nieuniknionymi doświadczeniami, które powodują ból i niezadowolenie. Według Buddy, uznanie tej prawdy pozwala nam stawić czoła cierpieniu z mądrością i współczuciem, a także pewną dozą spokoju płynącego z akceptacji cierpienia w życiu. Druga prawda ujawnia, że przywiązanie, pożądanie i pragnienie są podstawowymi źródłami cierpienia. Nasza nieustanna pogoń za przyjemnościami i celami materialnymi wiąże nas w cykl niezadowolenia i cierpienia. Według Buddy, porzucając przywiązania ziemskie możemy przekroczyć cierpienie i osiągnąć stan oświecenia będący ostatecznym celem duchowym.

Oczywiście na takim etapie mogliśmy rozróżnić czy cierpienie jest pojęciem odnoszącym się wyłącznie do jednostki. Czy cierpienie innych może być źródłem twojego cierpienia? Jeśli tak, to czy wyeliminowanie własnego cierpienia nie powinno nastąpić po ówczesnym wyeliminowaniu cierpienia na całej planecie? Poza planetą? W kontekście matematycznej minimalizacji można tu zdefiniować dla siebie pewne ograniczenia problemu minimalizującego funkcję cierpienia. Nauki buddyjskie sugerowałyby odrzucenie idei rozwiązania problemów, na które jednostka nie ma wpływu i skupienie się na osobistym problemie minimalizacji. Całkowite wyeliminowanie cierpienia na ziemi może być niemożliwe, ale możemy podejmować świadome decyzje w ramach naszych własnych ograniczeń.

Podsumowując, uważam, że minimalizacja cierpienia może być dobrym sposobem na nadanie życiu sensu. Definiując cierpienie jako miarę i wykorzystując narzędzia matematyczne do jego oceny i minimalizacji, możemy podejść do życia z logiczną i analityczną perspektywą. Uznając wzajemne powiązania naszych działań i iteracyjny charakter procesu, możemy dążyć do zmniejszenia cierpienia nie tylko w naszym własnym życiu, ale także w życiu innych ludzi i istot wokół nas.

{Marcin Drzewiecki –  
Wydział Matematyki i Nauk  
Informacyjnych PW }

Celem Uczelnianej Oferty Dydaktycznej Centrum Studiów Zaawansowanych PW (UOD CSZ PW) jest poszerzenie wiedzy w wybranych kierunkach, a także pomoc i inspiracja w planowanej działalności naukowej. Program oferty adresowany jest do całego środowiska akademickiego Politechniki Warszawskiej, oraz chętnych spoza Uczelni. Na propozycję UOD CSZ PW składają się m.in. cykle interdyscyplinarnych wykładów podstawowych i specjalnych.

Merytoryczną opiekę nad UOD CSZ PW sprawuje Rada Programowa Centrum, którą tworzą naukowcy z Politechniki Warszawskiej, Uniwersytetu Warszawskiego, a także Polskiej Akademii Nauk.

# Uczelniana Oferta Dydaktyczna Centrum Studiów Zaawansowanych

2023/2024

wykłady podstawowe  
(30 h)



- Z1: Modele matematyczne procesów i przemian – prof. Stanisław Janeczko (PW)
- Z2: Terapie XXI wieku – prof. Ewa Bartnik (UW)
- Z3: Układy złożone. Przypadkowość i przewidywalność – prof. Marek Kuś (PAN)
- L1: Wprowadzenie do teorii osobliwości – prof. Stanisław Janeczko (PW)

wykłady specjalne  
(15 lub 30 h)



- SZ1: Monitorowanie wysiłku fizycznego – dr inż. Monika Petelczyc (PW)
- SZ2: Podstawy rozpoznawania obrazów – dr hab. inż. Agnieszka Jastrzębska, prof. uczelni (PW)
- SZ3: Rozmowy i Rozumowania – prof. Stanisław Janeczko (PW)
- SZ4: Psychologia wpływu społecznego – jak wpływamy na innych i jak inni wpływają na nas – dr Leszek Mellibruda (Akademia Handlowa Nauk Stosowanych)
- SZ5: Jak wydobyć potencjał twórczy grupy? Techniki pracy twórczej w grupie – dr Bartłomiej Skowron (PW)
- SZ6: W poszukiwaniu teraźniejszości – mgr inż. Barbara Majerska, mgr inż. Aleksandra Przywózka (PW)
- SL1: Przedsiębiorstwo 4.0. Koncepcja-model-praktyka – prof. Mieczysław Morawski (PW)
- SL2: Rysunek odręczny jako narzędzie pracy inżyniera – dr inż. arch. Joanna Pętkowska-Hankel (PW)
- SL3: Deformanci są wśród nas, czyli psychoprofilaktyka zniekształceń osobowości – dr Leszek Mellibruda (Akademia Handlowa Nauk Stosowanych)
- SL4: Podstawy wnioskowania statystycznego dla inżynierów – prof. Anna Dembińska (PW)
- SL5: Wizyjne techniki skanowania i przetwarzania danych 3D – prof. Robert Sitnik (PW)
- SL6: Matematyka tropikalna – prof. Anna Zamojska-Dzienio (PW)
- SL7: Rozmowy i rozumowania – prof. Stanisław Janeczko (PW)

Uaktualniona lista przedmiotów znajduje się na stronie internetowej Centrum

wykłady podstawowe: [http://www.konwersatorium.pw.edu.pl/oferta/w\\_podstawowe.html](http://www.konwersatorium.pw.edu.pl/oferta/w_podstawowe.html)

wykłady specjalne: [http://www.konwersatorium.pw.edu.pl/oferta/w\\_specjalne.html](http://www.konwersatorium.pw.edu.pl/oferta/w_specjalne.html)

Biuletyn Centrum Studiów Zaawansowanych „Profundere Scientiam” online nr 1 (18)/2024; ISSN 2956-9958  
Pl. Politechniki 1, p.152-154, 00-661 Warszawa; e-mail: [csz@pw.edu.pl](mailto:csz@pw.edu.pl), [www.csz.pw.edu.pl](http://www.csz.pw.edu.pl)

Zespół redakcyjny: Małgorzata Zielińska, Wanda Borkowska, Jowita Krakowiecka, Ilona Sadowska

Opieka merytoryczna: prof. Stanisław Janeczko

Projekt graficzny: Emilia Bojańczyk / Podpunkt | Opracowanie i skład: Małgorzata Zielińska / CSZ