



Fundacja na rzecz
Nauki Polskiej

Laureaci Nagród FNP 2019

*Wspierać najlepszych,
aby stali się jeszcze lepsi*

W A R S Z A W A 2 0 1 9

WYPEŁNIAJĄC SWOJĄ
MISJĘ WSPIERANIA NAUKI,
FUNDACJA NA RZECZ NAUKI
POLSKIEJ PRYZNAJE CO
ROKU WYBITNYM UCZONYM
INDYWIDUALNE NAGRODY
ZA OSIĄGNIĘCIA
I ODKRYCIA NAUKOWE, KTÓRE
PRZESUWAJĄC GRANICE
POZNANIA, OTWIERAJĄ NOWE
PERSPEKTYWY BADAWCZE,
WNOSZĄ WYBITNY WKŁAD
W POSTĘP CYWILIZACYJNY
I KULTUROWY NASZEGO KRAJU
ORAZ ZAPEWNIAJĄ
MU ZNACZĄCE MIEJSCE
W PODEJMOWANIU
NAJBARDZIEJ AMBITNYCH
WYZWAŃ WSPÓŁCZESNEGO
ŚWIATA.

Nagrodę FNP mogą otrzymać: uczeni, których osiągnięcie zostało dokonane w Polsce, uczeni pracujący poza granicami Polski, którzy dokonali odkrycia naukowego potwierdzonego publikacjami afiliowanymi w polskiej jednostce naukowej oraz uczeni, których osiągnięcie dotyczyło problematyki polskiej.

Nagrody są przyznawane w czterech obszarach: nauk o życiu i o Ziemi, nauk chemicznych i o materiałach, nauk matematyczno-fizycznych i inżynierskich oraz nauk humanistycznych i społecznych. Przyznaje je Rada FNP. W roku 2019 Nagrody FNP zostały przyznane po raz dwudziesty ósmy.

Grono laureatów, łącznie z laureatami tegorocznymi, liczy obecnie 102 osoby.

Dzięki towarzyszącemu Nagrodom Fundacji zainteresowaniu środowiska naukowego i mediów, osiągnięcia laureatów Nagród FNP zyskują społeczne uznanie, przyczyniając się tym samym do promocji i budowania prestiżu polskiej nauki.

Chcielibyśmy, aby osoby laureatów, ich zaangażowanie w pracę badawczą i konsekwencja w realizowaniu powołania uczonego, stanowiły wzór i inspirację dla wszystkich pokoleń uczonych.

LAUREACI
NAGRÓD
FNP
2019

**W OBSZARZE NAUK
O ŻYCIU I O ZIEMI:**

PROF. MARCIN DRAĞ
z Politechniki Wrocławskiej

ZA OPRACOWANIE NOWEJ PLATFORMY TECHNOLOGICZNEJ
UMOŻLIWIĄCEJ OTRZYMYWANIE ZWIĄZKÓW BIOLOGICZNIE AKTYWNYCH,
W SZCZEGÓLNOŚCI INHIBITORÓW ENZYMÓW PROTEOLITYCZNYCH

**W OBSZARZE NAUK
MATEMATYCZNO-FIZYCZNYCH I INŻYNIERSKICH:**

PROF. ANDRZEJ KOSSAKOWSKI
z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu

ZA ROZWINIĘCIE TEORII KWANTOWYCH UKŁADÓW OTWARTYCH

**W OBSZARZE NAUK
HUMANISTYCZNYCH I SPOŁECZNYCH**

PROF. ANDRZEJ WIŚNIEWSKI
z Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu

ZA OPRACOWANIE KONCEPCJI INFERENCYJNEJ LOGIKI PYTAŃ



fot. Magdalena Wiśniewska-Krasifka

Prof. **MARCIN DRĄG**

Laureat Nagrody FNP 2019 w obszarze nauk chemicznych i o materiałach za opracowanie nowej platformy technologicznej umożliwiającej otrzymywanie związków biologicznie aktywnych, w szczególności inhibitorów enzymów proteolitycznych

Urodził się w 1975 roku w Świdnicy. W 1999 roku ukończył studia chemiczne na Uniwersytecie Wrocławskim. Stopień doktora uzyskał na Politechnice Wrocławskiej w 2003 roku, a habilitację na tej samej uczelni – w roku 2011. Tytuł profesora zaś w 2016 roku, w wieku 41 lat.

Od początku kariery naukowej pracuje na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej. Związany jest również z insty-

tutem Sanford Burnham Prebys Medical Discovery Institute w USA. Pracował też m.in. we francuskiej École de Chimie w Montpellier (Francja), na Politechnice Wiedeńskiej (Austria) czy na Emory University w Atlancie (USA).

Był laureatem programów Fundacji na rzecz Nauki Polskiej: START, FOCUS oraz TEAM, a także – wielokrotnie – programów Opus i Harmonia Narodowego Centrum Nauki. Kilukrotnie nagradzany był również Nagrodą Rektora Politechniki Wrocławskiej, a także Nagrodą Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Doceniono go także w plebiscycie na 30 kreatywnych osobowości Wrocławia 2018.

Na swoim koncie ma już dziewięć patentów i blisko 110 prac naukowych opublikowanych w najwyższej klasy czasopiśmie m.in. „Proceedings of the National Academy of Sciences”, „Nature Reviews Drug Discovery”, „Nature Communications”, „Nature Protocols”, „Nature Chemical Biology”, „Journal of the American Chemical Society” czy „Chemical Science”. Były one cytowane ponad 2 tys. razy, co zapewniło prof. Drągowi wskaźnik Hirscha sięgający 28.

Nagrodą Fundacji na rzecz Nauki Polskiej 2019 zostały wyróżnione osiągnięcia profesora Marcina Drąga dotyczące nowej platformy technologicznej, w której wykorzystuje się bardzo szeroką gamę nienaturalnych aminokwasów do monitorowania aktywności enzymów proteolitycznych. Platforma ta może służyć do opracowywania nowych terapii, leków czy metod diagnostycznych.

Enzymy proteolityczne (proteazy) rozcinają białka na proste elementy – peptydy i aminokwasy. Mają zasadnicze znaczenie w tak wielu różnych procesach, jak rozwój embrionalny, krzepnięcie, obumieranie komórek, rozwijanie stanów zapalnych i odporności. Pełnią więc kluczową rolę dla zdrowia lub zapadania na choroby. Ich nieprawidłowe działanie

prowadzi do powstania w organizmie stanów chorobowych: nowotworów, cukrzycy, chorób neurodegeneracyjnych, a także do replikacji oraz rozprzestrzeniania się wirusów i bakterii.

Proteazy mają zatem ogromne znaczenie w badaniach biomedycznych. Monitorowanie aktywności proteaz jest możliwe przy użyciu markerów molekularnych (znaczników) i inhibitorów, czyli związków hamujących aktywność poszczególnych proteaz. Właśnie projektowaniem i syntezą tego rodzaju związków biologicznie aktywnych, służących selektywnemu wykrywaniu i blokowaniu aktywności proteaz zajmuje się profesor Marcin Drąg.

Opracowana przez prof. Drągę technologia (Hybrydowa Kombinatoryczna Biblioteka Substratów, HyCoSuL) umożliwia zaprojektowanie i otrzymanie wysoce aktywnych i selektywnych narzędzi chemicznych w postaci substratów, inhibitorów i markerów chemicznych. Marcin Drąg wraz ze współpracownikami, łącząc chemię, biochemię i biologię molekularną, wykorzystał to podejście badawcze do zbadania wielu ważnych medycznie enzymów.

W pionierskich badaniach z wykorzystaniem HyCoSuL Laureat Nagrody FNP zidentyfikował m.in. marker elastazy neutrofilowej, która jest proteazą serynową pełniącą istotną rolę w rozwoju nowotworów, a także uczestniczy w procesie zwalczania patogenów. Uzyskany marker, który jest kilka tysięcy razy aktywniejszy w porównaniu do innych dostępnych na rynku, może być wykorzystany do selektywnej identyfikacji tej proteazy, a także monitorować jej szkodliwe działanie.

Zastosowanie technologii profesora Drągę ułatwiło też badanie mechanizmów działania enzymów z rodziny kaspaz, które odgrywają kluczową rolę w procesie programowanej

śmierci komórki (apoptozie), a także w stanach zapalnych. Dzięki apoptozie z organizmu usuwane są zużyte lub uszkodzone komórki (np. komórki rakowe). Zakłócenie tego procesu może skutkować zaburzeniem przeżywalności komórek rakowych. Biorąc pod uwagę, jak wielkim problemem są obecnie choroby nowotworowe, badania te skupiły uwagę nie tylko naukowców, ale także firm farmaceutycznych.

Zespół prof. Drągę zaprojektował także zestaw markerów fluorescencyjnych, które można wykorzystać do jednoczesnego obrazowania w neutrofilach (rodzaj białych krwinek wchodzących w skład układu odpornościowego) aż czterech proteaz serynowych jednocześnie. To ważne, bo neutrofile są pierwszą linią obrony organizmu przed infekcją. Zachwiana równowaga w ich działaniu może świadczyć o tym, że organizm nie radzi sobie z patogenami. Obecnie ta technologia jest rozwijana do wykrywania chorób neutrofilii (neutropenii) w ramach grantu TEAM-NET Fundacji na rzecz Nauki Polskiej.

Zespół profesora Marcina Drągę współpracuje obecnie z ponad trzydziestoma zespołami naukowymi z placówek akademickich z całego świata, a także z firmami biotechnologicznymi oraz farmaceutycznymi.

Technologia opracowana przez prof. Drągę może znaleźć i już znajduje wiele zastosowań we współczesnej medycynie i farmakologii. Naukowcy pracują nad narzędziami do badań wielu innych proteaz, np. proteaz z wirusa ZIKA, Dengi czy SARS, a także wielu innych uczestniczących w rozwoju chorób cywilizacyjnych. Uzyskanie nowych, selektywnych cząsteczek będzie mogło być wykorzystane do opracowywania nowych terapii czy projektowania i otrzymania leków.

Opracowywane markery, dzięki obecności grup fluorescencyjnych, będzie można z kolei wykorzystywać przede wszystkim do testów diagnostycznych, szybkiego wykrywania chorób czy podczas operacji onkologicznych.

Z prof. Marcinem Dągiem rozmawia Sławomir Zagórski

(wieloletni szef działu nauki „Gazety Wyborczej”, obecnie dziennikarz niezależny)

SŁAWOMIR ZAGÓRSKI: Co zadecydowało o Pańskim zainteresowaniu chemią?

PROF. MARCIN DĄG: Z jednej strony dobry nauczyciel chemii w liceum (pani Zofia Jóźwiak), a z drugiej, ważne dla mnie książki. Mam na myśli klasyczną *Biologię* Villego i encyklopedię Larousse’a *Ziemia, rośliny, zwierzęta*.

To wskazywałoby raczej na biologię.

Ale ja chemię zawsze łączyłem z biologią. W liceum szczególnie lubiłem chemię organiczną. Dobrze ją rozumiałem, poza tym ona miała takie praktyczne przełożenie na biologię.

W czasie studiów chemicznych na Uniwersytecie Wrocławskim w pewnym momencie spodobała mi się także kataliza. Pracę magisterską robiłem właśnie z katalizy, a więc z takiej klasycznej chemii, u niezującego już prof. Józefa Ziółkowskiego i prof. Anny Trzeciak. Ale jednocześnie brakowało mi tej biologii. Na V roku odbyłem długą rozmowę z prof. Ziółkowskim i radziłem się, co robić, bo jednak najbardziej ciekawią mnie związki biologicznie aktywne. I profesor powiedział, że w takim razie powinienem iść w tym kierunku. Naturalnym wyborem była grupa prof. Pawła Kafarskiego na Politechnice Wrocławskiej. Profesor zgodził się przyjąć mnie na doktorat i na tej uczelni jestem do dziś. Od początku pracowałem z proteazami.

Co takiego fascynującego jest w proteazach? Ot, enzymy trawiące białka w naszym przewodzie pokarmowym i tyle.

Dla mnie proteazy stały się fascynujące ze względu na to, że jest ich u ludzi aż 650. Niektórzy mówią nawet o 700 różnych

enzymów. Tylko niewielka część z nich jest odpowiedzialna za trawienie. Natomiast biorą one udział w bardzo wielu procesach życiowych, takich jak zapłodnienie, wzrost, dojrzewanie, starzenie się, a także śmierć organizmu. Proteazy kontrolują prawie wszystkie ścieżki metaboliczne. Czego się nie dotknąć, wszędzie jest jakaś proteaza.

I, co niezwykle istotne, zaburzenia w ich działaniu prowadzą do wielu chorób cywilizacyjnych. Mam na myśli przede wszystkim cukrzycę, choroby neurodegeneracyjne i nowotwory, ale także wiele innych schorzeń. Proteazy pełnią też istotną funkcję w replikacji i rozprzestrzenianiu się wirusów i bakterii. W przypadku nowotworów enzymy proteolityczne biorą udział we wzroście pierwotnego guza i w powstawaniu przerzutów. Część proteaz kontroluje apoptozę, czyli programowaną śmierć komórki. To naprawdę fascynująca grupa białek i bardzo interesujący cel z punktu widzenia medycyny.

Pan od razu zajął się medycznym aspektem działania proteaz?

Robiąc doktorat, syntetyzowałem inhibitory tych enzymów. To była taka klasyczna synteza, a potem ktoś inny mierzył aktywność tych inhibitorów.

Po obronie znów zastanawiałem się, w którym kierunku powinienem pójść. I stwierdziłem, że jeżeli chcę dalej badać proteazy, muszę je lepiej zrozumieć. A w tym celu nauczyć się biochemii, biologii molekularnej, może trochę medycyny.

Wytypowałem pod tym kątem kilka grup badawczych na świecie i wysłałem do nich moje CV z pytaniem, czy by mnie nie przyjęli na staż podoktorski. Jeden z maili skierowałem do prof. Guya Salvesena. On pracował w La Jolla w Kalifornii, zajmował się apoptozą. Proteoliza w apoptozie. To była to-powa grupa na świecie, fascynująca.

Od razu dodam, że napisałem tam bez większych nadziei. No

bo ja, chemik, próbuję dostać się do grupy, w której w ogóle nie ma chemii. Tym większe było moje zdziwienie, gdy dosłownie po 10 minutach dostałem odpowiedź od profesora Salvesena, że jest bardzo zainteresowany i że zawsze marzyła mu się współpraca z chemikiem.

Zaprosił mnie na konferencję do Słowenii. Odbyliśmy tam długą, kilkugodzinną rozmowę, po której powiedział, że przyjmie mnie do swojej grupy. Wyjechałem do Kalifornii w 2005 roku.

Pierwsze wrażenie?

Ogromny skok technologiczny. Wyjazd oznaczał dla mnie przeniesienie się z takiej prostej chemii, jaką mieliśmy tutaj, do jednego z najlepiej wyposażonych instytutów na świecie – SBP Medical Discovery Institute w La Jolla. We Wrocławiu zajmowaliśmy się kinetyką. Zrobienie kilku związków przy pomocy sprzętu, jakim dysponowaliśmy, zajmowało nam parę tygodni. Tu, to samo robiło się w niecałą godzinę. Kiedy to zobaczyłem, po prostu nie mogłem uwierzyć.

Spędził Pan w Kalifornii trzy lata.

To był świetny czas. Prof. Salvesen pozwalał mi robić własne projekty badawcze. Zawsze mówił, że jeśli będę miał jakiś ciekawy pomysł, mam iść do niego, a on będzie się starał mi pomóc.

Po pierwszym roku pracy, kiedy już miałem kilka projektów za sobą, poszedłem do jego gabinetu, by porozmawiać o nienaturalnych aminokwasach.

Co to takiego?

W przyrodzie występuje ok. 20 naturalnych aminokwasów. To cegiełki, z których zbudowane są białka. Każdy aminokwas ma na jednym końcu grupę aminową, na drugim, gru-

pę karboksylową. Łączą się one ze sobą wiązaniem peptydowym, a zadaniem proteaz jest rozkładanie tego wiązania.

Jak wspominałem, w komórce są setki różnych proteaz. Jeżeli którąś z nich chcemy zahamować, możemy użyć w tym celu inhibitora.

Ja sam, i naukowcy z innych grup, poszukiwaliśmy takich inhibitorów. Okazało się jednak, że inhibitory tworzone w oparciu o naturalne aminokwasy, są nieselektywne. Jeżeli zatem stworzymy taki inhibitor, nie hamuje on jednej tylko proteazy, ale kilka z nich. Dlatego wnioski, jakie wyciąga się z badań przy użyciu takich inhibitorów, np. na temat apoptozy, mogą być bardzo mylące.

Jako chemik, jeszcze przed wyjazdem do Kalifornii wpadłem na pomysł, żeby oszukać proteazy i podsunąć im substrat z użyciem nienaturalnych, specjalnie wytworzonych aminokwasów. A jeśli to zadziała, stworzyć w oparciu o nienaturalne aminokwasy markery tych enzymów i ich inhibitory.

Udało się?

W Polsce to było wtedy nieosiągalne podejście ze względu na koszty. Pamiętam pierwszą rozmowę z prof. Salvesenem na ten temat. Według moich obliczeń, wstępny eksperyment powinien kosztować ok. 30-40 tys. dolarów. Profesor powiedział: „Marcin, ja cię bardzo lubię, ale to jest kupa pieniędzy i nie wiem, czy zaryzykujemy”.

Na szczęście znaleźliśmy jakąś upadającą firmę, która podarowała nam trochę nienaturalnych aminokwasów. Pomógł nam też prof. Matt Bogoy, szef wielkiej grupy chemii biologicznej ze Stanford University oraz prof. Jonathan Ellman, który wówczas pracował na Berkeley.

Ostatecznie, udało mi się przeprowadzić pierwsze badania przy użyciu nienaturalnych aminokwasów. I to był wielki hit.

Okazało się bowiem, że te nienaturalne aminokwasy są czasami kilkadziesiąt czy nawet kilkaset razy lepiej od naturalnych rozpoznawane przez proteazy. Tego nikt się nie spodziewał. Biologowie uważali, że enzymy, te ludzkie, są już ewolucyjnie najwyższej zorganizowane.

Uznałem, że to bardzo obiecujący kierunek i że będę go rozwijał po powrocie do Polski.

Ten powrót był dla Pana łatwy?

Wiedziałem, że mogę dalej współpracować z grupą prof. Salvesena. Że mogę do nich wracać, kiedy tylko zechcę, korzystać z ich aparatury. Zresztą często to robię. Zawsze, kiedy ląduję w San Diego i idę do Instytutu, czuję się, jakbym wracał do domu. Wciąż prowadzimy większość projektów wspólnie. Mamy z profesorem niemal rodzinne kontakty.

W 2008 roku, po powrocie do Polski, bardzo pomógł mi grant FNP. To był grant FOCUS na stworzenie własnej grupy badawczej. Starąłem się o niego, wracając z Ameryki, także podejmując decyzję o powrocie, nie widziałem jeszcze, czy go dostanę.

Zawsze powtarzam, że to był kluczowy grant w mojej karierze. Dzięki niemu mogłem zatrudnić trzech doktorantów. Świetnych ludzi, z których dwójka jest dziś adiunktami i pracuje ze mną nadal na Politechnice. Dostałem także pieniądze na badania, no i wreszcie, dzięki FOCUSOWI, mogłem wystąpić o kolejny grant na zakup sprzętu.

Zabraliśmy się za elastazę neutrofilową. To proteaza wydzielana przez niektóre białe ciałka krwi – neutrofile – podczas stanu zapalnego. Zaangażowana jest także m.in. w rozwój nowotworu płuc.

Klasyczny substrat złożony z naturalnych aminokwasów nie bardzo się sprawdzał. Zamieniliśmy w nim aminokwasy na-

turalne na nienaturalne i okazało się, że jest niemal 10 tys. razy lepszy!

Nie mogliśmy w to uwierzyć. Kiedy moja ówczesna doktorantka Paulina Kasperkiewicz przyniosła mi pierwsze wyniki, poszedłem sam zrobić te same pomiary. Wystaliśmy to do dwóch niezależnych laboratoriów na świecie i oni potwierdzili nasze rezultaty.

Elastaza rozcinała nasz substrat z niesamowitą prędkością. Praktycznie doszliśmy do czegoś, co w biochemii nosi nazwę *diffusion limit*. To maksymalna prędkość, z jaką może pracować dany enzym. Potem z naszego nowego substratu zrobiliśmy inhibitor do badań chemicznych, a następnie, odpowiedni marker.

Inny, równoległy projekt, prowadził mój drugi doktorant – Marcin Poręba. Dotyczył on badania kaspaz, a więc proteaz zaangażowanych w proces apoptozy. Marcinowi udało się naszą metodą rozdzielić enzymy uważane dotąd za bliźniacze i zrobić dla nich selektywne narzędzia do dalszych badań. To też był taki Święty Graal.

Szybko zyskaliście uznanie na świecie?

Pierwszy raz zaprezentowałem te wyniki w 2013 roku na konferencji w RPA. I to okazało się tak wielkim hitem, że praktycznie każdy chciał, żebyśmy zaczęli badać interesujące ich enzymy z użyciem nienaturalnych aminokwasów. Byłem zszokowany, ile osób z ilu ośrodków wyraziło taką chęć.

Nie były to tylko placówki akademickie. Zgłosiło się do nas natychmiast kilka firm biotechnologicznych i farmaceutycznych. Byłem wtedy zupełnie niedoświadczony i nie wiedziałem, jak rozmawiać z ludźmi z tych firm. I tu ogromną pomoc okazał mi prof. Jim Huntington z University of Cambridge. Poświęcił mnóstwo czasu, żeby mi wytłumaczyć, jak współpracować z przemysłem. Jak negocjować, co dać, czego nie

dawać, co mówić. On mi to wszystko powiedział. Obok prof. Salvesena to jemu najwięcej zawdzięczam.

Zaczęliśmy robić takie małe projekty, ale z początku to było bardziej tak, że ja chciałem uzyskać jakieś konkretne białko, którego nie mogłem kupić, a które chcieliśmy sprofilować.

Sprofilować, to znaczy

... ustalić sekwencję aminokwasów optymalnie rozpoznawanych przez daną proteazę. My w tych sekwencjach przemyśleliśmy nienaturalne aminokwasy, które – jak wspomniałem – często okazywały się lepsze od tych naturalnych.

Niektóre firmy dawały nam ciekawy materiał biologiczny w zamian za to, że będziemy mieli wspólną publikację. Przykładem jest słynny Genentech z San Francisco. Genentech dał mi pierwszy z takich enzymów, kluczowy do moich badań, obecnie w neutrofilach proteazę NSP4.

Początkowo nie mogłem w to uwierzyć, bo nikt tak po prostu nie daje enzymów za darmo. Ale oni powiedzieli, że im się ta technologia tak podoba, że chcą z nami współpracować. Opublikowaliśmy pierwszą wspólną pracę i od tamtej pory zaczęła się nasza dłuższa przygoda badawcza.

Poznałem więcej osób z Genentech, zacząłem brać udział w kolejnych ciekawych projektach. Dziś doszliśmy do takiego etapu, że nie tylko dostajemy od nich materiał biologiczny, ale także środki na badania. To chyba pierwszy grant, jaki Genentech przyznał w Polsce. Oczywiście słowa o tych badaniach nie mogę powiedzieć – o jakie enzymy, jakie choroby chodzi.

Dla mnie to dziś najlepsza, najciekawsza lekcja współpracy z przemysłem. Jestem całkowicie wdrożony w cały projekt. Wiem o nim dosłownie wszystko. Jeżeli to się uda, będziemy współwłaścicielami patentu.

Do czego konkretnie przydaje się Pana technologia w medycynie?

Po pierwsze do diagnostyki. Nie musimy nawet widzieć pacjenta. Wystarczy nam pobrany materiał, np. krew albo mocza. Współpracujemy z prof. Wojciechem Młynarskim z Uniwersytetu Medycznego Łodzi, który zajmuje się chorobą zwaną neutropenią. Neutropenia to spadek liczby neutrofilów we krwi, który może skutkować wystąpieniem ciężkich infekcji. Opracowujemy pierwszy test diagnostyczny tej choroby w oparciu o naszą technologię. Robimy to w ramach programu TEAM-NET finansowanego przez FNP.

Zaczynamy też współpracę z Dolnośląskim Centrum Onkologii. Zamierzamy profilować próbki pochodzące od pacjentów. Będziemy badać aktywność wielu proteaz naraz. Śledzenie jednej tylko proteazy w danym momencie to za mało. I w tym momencie dochodzimy do czegoś najciekawszego, co robimy obecnie, czyli do cytometrii masowej.

Co to takiego?

To ultranowoczesna metoda diagnostyczna, która dopiero wchodzi do użytku. Marcin Poręba nauczył się jej w Stanach. Udało mi się przekonać rektora Politechniki Wrocławskiej, żeby kupił nam pierwszy w Polsce cytometr masowy za równo milion dolarów. Kupiliśmy też ultranowoczesny mikroskop umożliwiający obserwacje żywych komórek i aparaturę do robienia badań przesiewowych na proteazach.

W klasycznej cytometrii przepływowej badania opierają się na pomiarach fluorescencyjnych wyznakowanych komórek. Cytometry takie mogą przeprowadzić analizę ok. 10-15 parametrów komórkowych. Tymczasem w cytometrze masowym analizuje się widma mas atomów metali, co umożliwia badanie kilkudziesięciu, a nawet ponad 100 parametrów jednocześnie. Widma te bowiem nie nakładają się na siebie, jak to się dzieje w przypadku fluoroforów. To metoda, która po

raz pierwszy pozwala dosłownie liczyć ilość poszczególnych aktywnych enzymów znajdujących się wewnątrz komórki.

Ale uwaga, na samej diagnostyce sprawa się nie kończy. Zaczynamy współpracę z firmą, która w ogóle nie jest zainteresowana diagnostyką, ale badaniem konkretnych enzymów pod kątem poszukiwania kandydatów na leki.

Od wspomnianej konferencji w RPA upłynęło 6 lat. Od tego czasu jesteśmy dosłownie „zasypywani” enzymami z całego świata. Praktycznie każde laboratorium na świecie, które ma jakiś ciekawy, „gorący” enzym, przysyła go do nas. Współpracujemy dziś z 30 grupami badawczymi na świecie.

Interesuje się Pan także proteazami wirusowymi?

Jak najbardziej. Udało się nam zrobić superaktywny inhibitor, który może być także wykorzystywany jako marker, dla wirusa Zika. Przygotowujemy właśnie publikację, w której opisujemy markery dla wirusa Dengi i wirusa gorączki zachodniego Nilu. Pracujemy też nad SARS, MERS, nad wywoływaną przez pierwotniaka malarią. Mieliśmy także dwa projekty związane z różnymi proteazami.

Jak widać, dostajemy naprawdę bardzo ciekawe enzymy do badań. Na początku braliśmy wszystko. Teraz staramy się profilować te enzymy rodzinami, po to, byśmy mogli wykorzystać tę wiedzę do lepszego poznania konkretnej ścieżki proteolitycznej.

Osiągnął Pan bardzo wysoki poziom specjalizacji, jesteście ważnym trybem w wielu badaniach. Ale prowadząc tyle prac równoległe, nie może Pan ich robić od początku do końca. To nie jest frustrujące? Tak wygląda dziś nauka?

Tak rzeczywiście wygląda dziś nauka. I ja mam z tego bardzo dużą satysfakcję. Bo my jesteśmy całkowicie niezbed-

nym elementem, by można było dalej te badania prowadzić. Jesteśmy jedyną grupą na świecie, która ma całą tę technologię u siebie. Także ktokolwiek chciałby to robić, musi się z nami skontaktować.

Mam satysfakcję, że w 2017 roku opublikowaliśmy pracę w „Nature Protocols”, najbardziej prestiżowym czasopiśmie, w którym zamieszcza się szczegółowe protokoły badawcze. Nasz liczy 25 stron. To pierwsza tego typu praca z Polski, w której główny autor jest Polakiem.

Wielu naukowców pyta mnie, jak się robi profilowanie proteaz z użyciem nienaturalnych aminokwasów. Gościliśmy we Wrocławiu sporo ludzi ze świata, którzy przyjechali specjalnie, żeby zobaczyć, jak to robimy. Sam spędziłem na Skypie tysiące godzin, tłumacząc nasze wyniki. Ostatnio podczas konferencji usłyszałem, że niektóre laboratoria idą naszą drogą i potwierdzają, że ta technologia rewelacyjnie działa. To są topowe laboratoria na świecie i naprawdę miło usłyszeć taki komplement. Bez fałszywej skromności, wciąż jesteśmy „na tym podwórku” potentatem. Uzyskaliśmy taki poziom reputacji, że inni mnie polecają, i nawet jeśli ktoś mnie nie zna, to i tak zwraca się do nas z prośbą o profilowanie. Żeby znaleźć się w tym miejscu, przeszliśmy długą drogę.

Na początku robiliśmy taką klasyczną chemię, potem biochemię, profilowanie, a teraz doszliśmy do tego, że jesteśmy w pełni funkcjonalnym laboratorium chemii biologicznej. Na świecie jest niewiele takich laboratoriów. Robimy chemię, biochemię, biologię molekularną, a także badania na komórkach. Dochodzimy do tego, że możemy już przejść bezpośrednio do pracy z pacjentami.

Co Pana bardziej napędza? Ciekawość i rozwiązanie problemu naukowego? Czy zastosowanie tego w medycynie?

I jedno, i drugie.

Tak, ciekawość chyba napędza mnie najbardziej. A z drugiej strony możliwości zastosowania tych związków też od początku były dla mnie ważne. Wspomniany prof. Jim Huntington wielokrotnie mówił publicznie podczas konferencji naukowych, że to jest tak dobra technologia, że ona musi znaleźć jakieś zastosowanie w diagnostyce, w badaniach medycznych. Przekonywał mnie: „Marcin, ty musisz zacząć to wykorzystywać”. Prof. Huntington zgodził się być teraz naszym menadżerem od platformy technologicznej. On i prof. Salvesen, a więc moi dwaj najważniejsi mentorzy naukowcy, są teraz w Komitecie doradczym programu TEAM-NET. To prof. Huntington pokazał cały potencjał naszej technologii. Bo ja – jak wspominałem – z początku bałem się współpracy z przemysłem.

Ale tak naprawdę, w nauce najbardziej cenię sobie święty spokój do tego, żeby móc tę naukę robić. Jeśli zdobędę środki na badania, to już nic dookoła mnie nie interesuje.

No i liczy się to ciągłe przesuwanie granicy wiedzy. Szukanie nowych wyzwań. Lubię zaczynać projekty, przy których inni się zatrzymują. Takie, o których mówią: „Nie, tego się nie da zrobić”. Mamy teraz dwa takie projekty, które ja też uważałem w pewnym momencie za niemożliwe do wykonania. Wiele grup na świecie podejmowało się tego zadania i nie udawało im się. A nam się w końcu udało. To wielka satysfakcja.

Czyli jest Pan prawdziwym dzieckiem szczęścia. Ponióst Pan jakieś zawodowe porażki?

Nie za bardzo. No właśnie, wszyscy mi mówią, że jestem dzieckiem szczęścia. Albo „złote ręce” (*Gold Hands*), ale najczęściej nazywają mnie dzieckiem szczęścia.

To się jednak nie dzieje przypadkiem. Bo – jak twierdził Pasteur – szczęście sprzyja przygotowanym.

To fakt, że ja bardzo dokładnie przygotowuję się do projektów. Nigdy nie piszę ich szybko. Wiele osób, które chciały szybko coś ze mną napisać, obraziło się na mnie. Nigdy nie piszę projektów, które nazywa się *One Bottle of Red Wine*. Czyli otwieramy butelkę czerwonego wina, rozmawiamy o projekcie i piszemy go. To się zwykle nie udaje. Do dobrego projektu trzeba przeprowadzić badania wstępne. Trzeba tak to przedstawić recenzentom, że my już coś wiemy. Że wyniki tych wstępnych badań wskazują na to, iż nasza hipoteza badawcza zostanie zrealizowana. Tego nauczyli mnie Amerykanie. W efekcie, jeśli starałem się o grant, czy w FNP, czy w NCN, zawsze udawało mi się go dostać za pierwszym razem.

Z drugiej strony twierdzą, że jestem zbyt leniwy, żeby coś robić drugi raz.

Może to szczęście wynika też z tego, że ja bardzo dużo czytam, wykorzystuję każdy moment? Słucham podcastów, rozmawiam z ludźmi, staram się być na bieżąco.

A z nienaturalnymi aminokwasami było tak, że aż dziw, że nikt na to wcześniej nie wpadł. Ja zawsze dziękuję nienaturalnym aminokwasom. Po tym, jak się dowiedziałem o Nagrodzie FNP, też to zrobiłem.

Liczba możliwych kombinacji tych związków jest olbrzymia. Kiedy opisujemy jakiś związek w publikacji, to ludzie z firm pytają: „Marcin, czy wyście opublikowali wszystkie wasze najlepsze związki?”. Ja na to: „Nie. Opisywanie wszystkich najlepszych nie ma sensu, wybiera się 3-4”. I wtedy słyszę: „No właśnie, to jest ten problem, że my nie wiemy co ty masz w tej szufladzie. Bo jeżeli my nawet coś opracujemy na podstawie twoich związków, to ty zawsze możesz mieć coś lepszego albo równie dobrego.”

W Polsce da się dziś robić dobrą naukę?

Tak, bez problemu. Jestem tego przykładem.

Ale warunkiem jest jednak świetna współpraca międzynarodowa?

Amerykanie nauczyli mnie, że w nauce trzeba mieć swoją działkę, swój oryginalny pomysł. Moją działką są nienaturalne aminokwasy.

Jeśli twoje badania mają praktyczne zastosowanie w innych projektach naukowych, to ludzie będą współpracować.

Zawsze powtarzam moim młodszym kolegom i wszystkim, którzy zaczynają karierę, że nie należy iść wyłącznie śladami swojego szefa, nawet jeśli tematyka jest niezmiernie szeroka. Trzeba znaleźć coś swojego. Coś, o czym będzie można powiedzieć, np. podczas rozmowy na temat grantu: „To moje pionierskie podejście. Ja to odkryłem i chcę dalej w tym kierunku prowadzić badania”. I wtedy można je prowadzić z dowolnego miejsca na świecie.

Ma pan czas na cokolwiek innego poza nauką?

Mam. Na ryby.

Na tych rybach rozmyśla Pan dalej o chemii?

Nie. Ale czasami ciekawe pomysły przychodzą mi do głowy.

Ryby to moja największa pasja. Jeżdżę z kolegami w miejsca, gdzie jeszcze te ryby są i gdzie można odpocząć od cywilizacji. W ubiegłym roku byłem w Patagonii, w Chile. Byłem też w Mongolii. Jeżdżę na Islandię, do Rosji. Zwykle w tych miejscach nie ma Internetu. Przez pierwsze dwa-trzy dni jeszcze się trochę myśli o nauce. Trzeci albo czwarty dzień jest przełomowy i potem przestaje się o niej myśleć.



fot. Magdalena Wiśniewska-Kraśniska

Prof. **ANDRZEJ KOSSAKOWSKI**

Laureat Nagrody FNP 2019 w obszarze nauk matematyczno-fizycznych i inżynierskich za rozwinięcie teorii kwantowych układów otwartych

Urodził się w lutym 1938 roku we Lwowie. Swoją drogę naukową od początku związał z Uniwersytetem Mikołaja Kopernika w Toruniu, gdzie w latach 1955-1960 studiował fizykę, w roku 1966 obronił pracę doktorską, a w 1972 - uzyskał habilitację. W 1979 r. otrzymał tytuł profesora nadzwyczajnego.

Profesor Andrzej Kossakowski wykładał na wielu uniwersytetach zagranicznych, m.in.: w Stuttgarcie, Mediolanie, Austin w Teksasie, Essen, Leuven, Santiago de Chile, Neapolu i Tokio.

Jest jednym z twórców toruńskiej szkoły fizyki matematycznej oraz kwantowej teorii układów otwartych. Teoria ta, wraz z kwantową teorią informacji, stanowiły główne obszary badań prowadzonych w Zakładzie Fizyki Matematycznej Instytutu Fizyki UMK.

Do naukowych osiągnięć profesora Andrzeja Kossakowskiego należą również prace o teorii laserów, teorii odwzorowań dodatnich oraz cykl prac dotyczących kwantowego splątania. Jego artykuły były publikowane w czasopismach takich jak: "Physics Letters", "Communications in Mathematical Physics", "Physics Letters A", "Physical Review A". Prace prof. Andrzeja Kossakowskiego są do tej pory często cytowane.

Nagrodą Fundacji na rzecz Nauki Polskiej 2019 zostały uhonorowane osiągnięcia profesora Andrzeja Kossakowskiego w dziedzinie teorii kwantowych układów otwartych.

Mechanika kwantowa (teoria kwantów) jest jedną z fundamentalnych teorii fizycznych. Opisuje przede wszystkim świat mikroskopowy (obiekt o bardzo małych masach i rozmiarach, np. atomy, cząsteczki elementarne), ale także zjawiska makroskopowe, jak nadprzewodnictwo i nadciekłość.

Teoria kwantowych układów otwartych jest z kolei podstawowym narzędziem analizy własności układów kwantowych, które nie są izolowane, lecz oddziałują z zewnętrznym otoczeniem. Do analizy dynamiki kwantowych układów otwartych wykorzystuje się różne typy równań podstawowych. Prof. Andrzej Kossakowski jest współtwórcą jednego z takich równań, znanego dzisiaj jako równanie GKS-L, które weszło do kanonu fizyki teoretycznej.

Pierwsze rezultaty dotyczące struktury tego równania prof. Andrzej Kossakowski opisał w artykułach opublikowanych w 1972 r. Konceptje te zostały następnie rozwinięte w pu-

blikacjach, które ukazały się niemal równocześnie w roku 1976: pierwsza – autorstwa Vittoria Goriniego, Andrzeja Kossakowskiego i George’a Sudarshana, ukazała się w „Journal of Mathematical Physics”, zaś druga – Görana Lindblada – w “Communications in Mathematical Physics”.

Równanie GKS-L umożliwia modelowanie procesów, które odgrywają istotną rolę w kwantowej komunikacji, kryptografii i kwantowym przetwarzaniu danych, takich jak dekoherencja i dyssypacja. Rozwijana przez profesora Kossakowskiego w latach 70-tych XX wieku teoria układów otwartych stanowi podstawę intensywnie rozwijającej się obecnie dziedziny naukowej – kwantowej teorii informacji.

Z prof. Andrzejem Kossakowskim rozmawia Patrycja Dołowy

(dziennikarka naukowa, popularyzatorka nauki i pisarka)

Panie Profesorze, ogromnie gratuluję Nagrody Fundacji na rzecz Nauki Polskiej. To bardzo ważne wyróżnienie. Widzę, że jest Pan trochę oszołomiony, miał Pan spokojne życie, a teraz znów tyle się dzieje. Za to Pana współpracownicy są wzruszeni i dumni. Opowie mi Pan Profesor o tych dwóch zdjęciach od nich?

Pierwsze jest z 1976 roku. Są na nim Roman Stanisław Ingarden, George Sudarshan, Vittorio Gorini i ja. Drugie jest sprzed dwóch lat. Byliśmy niemal w tym samym składzie, oprócz profesora Ingardena, który już wtedy nie żył. W 1976 roku

ukazała się nasza wspólna praca dotycząca analizy dynamiki kwantowych układów otwartych. George Sudarshan i Vittorio Gorini przyjechali do Torunia. Zapoznaliśmy razem do fotografii. Natomiast w 2016 roku moi kochani współpracownicy wpadli na pomysł, żeby nasze coroczne Sympozjum Fizyki Matematycznej poświęcić 40. rocznicy tamtej pracy. Panowie przyjechali i znów byliśmy razem. Niestety prof. Sudarshan zmarł w zeszłym roku. Był od nas trochę starszy.

Nic dziwnego, że Pana współpracownicy chcieli uczcić tę rocznicę. Mówimy o pracy, w której zostało opisane równanie znane później jako GKS-L. Równanie to weszło do kanonu fizyki teoretycznej. Jak doszło do jego wprowadzenia?

Lata 70. to był czas pojawiania się wielu nowych idei. Jedną z nich była teoria laserów. Wtedy w Stuttgarcie istniała szkoła teorii laserów, na czele z Hermannem Hakenem. Należeli do niej też Wolfgang Weidlich i Hannes Risken. Cały szereg ludzi zajmował się wyprowadzaniem równań opisujących działanie lasera. Ja się zainteresowałem tylko jednym problemem. Ciekawiło mnie mianowicie, czy równania, których w swoich obliczeniach używają uczeni, są zgodne z mechaniką kwantową. Podjąłem badania dotyczące ewolucji w czasie kwantowych układów otwartych, to znaczy układów będących produktami większego układu kwantowego. Te równania *de facto* dotyczyły ewolucji w czasie macierzy gęstości. Macierz gęstości jest matematyczną reprezentacją stanu układu kwantowego. Jest operatorem o śladzie równym 1 i o wartościach własnych i nieujemnych, czyli jest operatorem nieujemnym. A więc przy ewolucji w czasie podstawowym warunkiem musi być zachowanie śladu, dodatniości i macierzy gęstości. Tym problemem się właśnie zająłem. Ewolucja całego układu jest opisana równaniem von Neumana z 1927 roku. Natomiast ewolucja produktu jest bar-

dzo złożona, gdyż zależy między innymi od historii całego układu. Naturalne pytanie, które sobie zadałem brzmiało: jak osłabić ten warunek?

Jak?

Ograniczyłem się do najprostszego przypadku, w którym efekty pamięci można pominąć i ewolucja układu opisana jest przez jednoparametrową (tym parametrem jest czas) grupę odwzorowań macierzy gęstości układu, tzw. półgrupę dynamiczną. Generator dla równania von Neumana ma bardzo prostą postać – jest wyznaczony przez hamiltonian¹ układu. Dla półgrupy pojawił się problem, jak scharakteryzować te generatory, czyli zaproponować równania, które byłyby najprostszym uogólnieniem równania von Neumana. W 1972 roku znalazłem częściowe rozwiązanie tego problemu, w szczególności badałem warunki konieczne i warunki dostateczne dla generatora półgrupy dynamicznej oraz postać generatora w bardzo szczególnym przypadku najprostszego układu kwantowego, czyli dwuwymiarowego. Napisałem wtedy trzy prace. W jednej sformułowałem problem i próbowałem skonstruować pewną klasę równań, na podstawie których mógłbym się przekonać, czy warunek, o którym mówiłem, jest spełniony. Później znalazłem warunki konieczne i dostateczne dla generatora oraz jawną postać generatora w przypadku dwuwymiarowym. To był warunek dodatniości – zupełnie oczywisty. Miałem warunki konieczne i dostateczne, ale wciąż, poza dwuwymiarowym przypadkiem, nie udawało mi się nic zrobić.

1 funkcja charakteryzująca układ fizyczny pod względem dynamicznym

Jak Pan sobie w końcu poradził?

Problem dodatniości w dwuwymiarowym przypadku można bardzo pięknie opisać geometrycznie. Robiłem mnóstwo rysunków. I miałem bardzo dużo szczęścia. Przebywałem na wyjeździe naukowym u profesora Hermanna Hakena w Stuttgarcie. Tam opowiadałem koledze, z którym siedziałem w pokoju, i który widział to, co codziennie wyrysowywałem, jakim problemem się zajmuję. Kolega powiedział, że zna kogoś, kto robi dokładnie takie same rysunki, i że musi mnie z nim poznać. To był profesor Vittorio Gorini z Mediolanu. I wkrótce Gorini zaprosił mnie do Włoch. Z pewnym trudem udało mi się wyjechać...

To chyba nie było wtedy łatwe?

Nawet trudne. Tym bardziej, że miałem wizję na jednokrotne przekroczenie granicy. A tymczasem wybierałem się ze Stuttgartu do Włoch i z powrotem. Za każdym razem się bałem, że mnie już nie wpuszczą. Spotkaliśmy się i od razu zaprzyjaźniliśmy. Okazało się, że Vittorio Gorini współpracował z George'em Sudarshanem z Austin w Teksasie. Jakiś czas później, gdy już byłem w Toruniu, George Sudarshan przyjechał do naszego instytutu. Dużo rozmawialiśmy. W 1975 roku Vittorio Gorini i ja pojechaliliśmy razem do Austin na zaproszenie Sudarshana. Wcześniej, w 1974 roku nastąpił przełom. Gorini udał się na konferencję do Marburga, gdzie dowiedział się, że ewolucja układu kwantowego musi spełniać silniejszy warunek niż warunek dodatniości – tzw. warunek kompletnej dodatniości. Matematykom ten problem był już wcześniej znany. Gorini wysłał nam artykuł na ten temat. Przed wyjazdem do Teksasu zapoznałem się z nim i wiedziałem, co to jest kompletna dodatniość. Na miejscu okazało się, że bardzo łatwo jest przeformułować warunki, które wcześniej znalazłem dla dodatniości na warunki dla kompletnej dodatniości. Zajęto

nam to jedno przedpołudnie. Podaliśmy ogólną postać generatora kompletnie dodatniej półgrupy dynamicznej dla układu n-poziomowego. Znaleźliśmy postać generatora przy nowym założeniu.

Rozumiem, że w nazwie równania są pierwsze litery waszych nazwisk, a skąd L?

To jest ciekawa i zabawna historia. Pokazuje, jak to się w ucie dzieje. U nas w Toruniu, jak już Pani wspominałem, odbywają się rokrocznie na początku grudnia, Sympozja Fizyki Matematycznej. Tamtego roku sympozjum wypadło 6 grudnia, a ja wróciłem do Polski 10 grudnia już z napisaną pracą i jej tzw. preprintem. Dowiedziałem się, że gościem na sympozjum był profesor Göran Lindblad ze Sztokholmu i mówił na podobny do mojego temat. To mnie zaciekało, wysłałem mu preprint, a po kilku dniach on przysłał mi manuskrypt swojej pracy. Manuskrypt tworzył już od jakiegoś czasu, ale w ostatniej jego wersji uwzględnił nasze wyniki. Jednym słowem, okazało się, że w dwóch różnych częściach świata nasza trójka i niezależnie on, w jednym czasie pracowaliśmy nad tym samym zagadnieniem, z podobnym rezultatem. Göran, używając innego narzędzia - matematycznego - podał nieco ogólniejsze zastosowanie tego problemu. Nasza praca i praca Lindblada ukazały się w tym samym 1976 roku, w dwóch różnych czasopismach, z różnicą miesiąca. Nasza - w maju 1976 roku w "Journal of Mathematical Physics", jego - w czerwcu w "Communication of Mathematical Physics". Dlatego dziś równanie nosi nazwę GKS-L. L od nazwiska Görana Lindblada. To były koincydencje. Lindblad, jako matematyk, wiedział o kompletnej dodatniości już wcześniej, i jej użył. My do rezultatów dochodziliśmy jako fizycy. Widać, że ta idea po prostu przez lata dojrzewała.

Co te równania właściwie opisują?

Opisują ewolucję macierzy gęstości. Teoria kwantowych układów otwartych jest podstawowym narzędziem analizy własności układów kwantowych, które nie są izolowane, ale oddziałują z zewnętrznym otoczeniem. Idea opisu układu otwartego ma wielu autorów. Najczęściej cytowani są Robert Zwanzig i Sadao Nakajima. Każdy z nich zajmował się układem otwartym opisanym przy pomocy hamiltonianu układu. Zazwyczaj opisujemy układ złożony, w którym drugim układem jest układ otoczenia (rezerwuaru). Ich idea była taka, żeby wyeliminować układ rezerwuaru. W ten sposób wyprowadzili równanie zwane dziś równaniem Zwanziga-Nakajimy. To równanie różniczkowo-całkowe, bardzo ogólne. Nie opisuje ono półgrupy. Ma bardzo skomplikowaną strukturę, bo opisuje również pamięć. Jeżeli sobie wyobrażamy, że mamy te dwa układy (układ i otoczenie), to sytuacja jest taka, że jeżeli one oddziałują, istnieje przepływ informacji między układem a otoczeniem. Czyli ono nie jest lokalne w czasie. To się nazywa właśnie pamięć w układzie. Ono jest tak skomplikowane, że nie sposób zapisać jego skończonej postaci, gdyż zawiera nieskończoną liczbę funkcji korelacyjnych otoczenia. Wiadomo było, że próby uproszczenia tego równania prowadzą do tego, że równanie przestaje być dodatnie (i kompletnie dodatnie). Z argumentów natury fizycznej było całkiem jasne, że aby otrzymać półgrupę, ten układ złożony musi być w jakimś sensie osobliwy. Jeżeli stosunek czasu charakterystycznego do czasu funkcji relaksacyjnych rezerwuaru dąży do nieskończoności, czyli ten drugi układ jest duży i mało zmieniający się, wtedy nie ma efektów pamięci.

Czyli musi zmieniać się bardzo wolno w stosunku do otoczenia?

Nasza sytuacja jest możliwa w granicy słabego oddziaływania i w granicy osobliwego oddziaływania. W takiej sytuacji równanie zredukuje się do naszego równania. W ten sposób wiadomo, że równanie, które zaproponowaliśmy, jest przybliżeniem nieuwzględniającym efektów pamięci. Czyli to jest równanie typu Markowa.

Równanie GKS-L umożliwia modelowanie procesów, które odgrywają istotną rolę w kwantowej komunikacji, kryptografii i kwantowym przetwarzaniu danych, takich jak dyssypacja i dekoherencja, czyli proces opisujący oddziaływanie obiektu kwantowego z otoczeniem. Jest to proces fundamentalny – czytamy w uzasadnieniu nagrody FNP. Rozwijana przez Pana Profesora teoria stanowi też podstawę kwantowej teorii informacji.

W drugiej połowie lat 70. Raymond Davis rozwinął matematyczną teorię granicy słabego oddziaływania i znalazł w tym przypadku postać generatora – o tej samej strukturze, co nasz generator. Te równania zostały zaproponowane i potem zaczęły mieć zastosowanie do różnych celów. Po kilku latach badania matematycznych problemów z Gorinim, razem z prof. Stanisławem Dembińskim, zajęliśmy się zastosowaniem naszych równań w teorii laserów. Badaliśmy ich zastosowanie w szczególności w odniesieniu do zagadnienia bistabilności. Skupialiśmy się na specjalnym układzie: lasera z nasycalnym absorberem, będącym uproszczonym modelem lasera barwnikowego.

Chodzi o mikroskop?

Nie. Lasery barwnikowe stosuje się między innymi w spek-

trokopii, medycynie, fotochemii. Substancją czynną jest tak zwany barwnik, pompowany optycznie przez inny laser. My zajmowaliśmy się tylko modelami. Z profesorem Dembińskim wykazaliśmy, że występuje zjawisko bistabilności. Ostatnie dziesięć lat mojej pracy współpracuję z prof. Dariuszem Chruścińskim. Zajmujemy się problematyką stanów splątanych, odwzorowań dodatnich oraz równaniem ewolucji z pamięcią będącym uogólnieniem równania GKS-L.

Czyli ten problem, który był częściowo rozwiązany bez pamięci, jest ciągle aktualny.

Zainteresowanie uwzględnieniem pamięci wróciło na nowo z chwilą, gdy pojawiła się kwantowa teoria informacji. Stany splątane stały się bardzo atrakcyjnym tematem. Wracamy do starych równań i powstaje pytanie: co się dzieje podczas ewolucji ze stanami splątanymi, skoro dziś wiemy, że w teorii kwantowej odgrywają one tak istotną rolę? Co się z nimi dzieje na skutek oddziaływania? Jeżeli nie ma pamięci, to efekty dekoherencji i dyssypacji, które uwzględniają równania nieodwracalne związane z półgrupą, raczej niekorzystnie wpływają na stany splątania. Liczba prac, które się ukazują, nie jest duża, bo też niewiele osób na świecie nad tym pracuje – koło, dziesięciu, ale przede wszystkim, ten problem jest ciągle bardzo trudny. Z prof. Chruścińskim używamy prostych modeli, na których można się temu przyglądać. Kiedy mamy równanie, w którym ewolucja zawiera pamięć, sytuacja drastycznie się zmienia i może wpływać na stan równowagi. Gdy pamięć jest wzięta pod uwagę, pojawiają się subtelne różnice, które mają duże znaczenie. Mimo, że nie mamy wciąż pełnego rozwiązania, zrobiliśmy duże postępy. Równanie, które podaliśmy, obejmuje jako szczególne przypadki prawie wszystkie znane dziś (występujące w literaturze naukowej) równania.

Jak tak Pana słucham, to myślę, że fizyka naprawdę wiele dla Pana znaczy.

Bardzo dużo. Można by powiedzieć, że właściwie wszystko. Praca jest intelektualną przygodą. Jeżeli ma się rezultaty, to jest jeszcze dodatkowa satysfakcja. Dzięki fizyce miałem szczęście spotkać na swojej drodze wspaniałych ludzi, z którymi przyjaźń trwa do dziś. Niestety Sudarshan już odszedł, ale z profesorem Gorinim nadal utrzymujemy dobre stosunki. On tu przyjeżdża co roku. Siedzimy sobie na wsi - dwaj starsi panowie. Rozmawiamy, wspominając dawne czasy. To człowiek o bardzo szerokich horyzontach. Nie nudzimy się, będąc razem.

Brzmi dobrze.

Z Gorinim jesteśmy przyjaciółmi, mimo, że nasze drogi naukowo się rozeszły. Z Sudarshanem spotykałem się często na zjazdach, mieliśmy wspólnych znajomych. Pamiętam nasze spotkanie na konferencji w Tokio po dłuższym czasie niewidzenia się. Było tak, jakbyśmy rozstali się miesiąc wcześniej. On powiedział: „Chodź pogadamy!” I tak we dwóch żeśmy przegadali całą konferencję, prawie nie byliśmy na wykładach. On też przyjeżdżał kilkakrotnie do Torunia. Ja byłem kilka lat temu w Hiszpanii na jego 75. urodzinach. Sudershan miał duże osiągnięcia w teorii pola i cząstek elementarnych, a przy tym był wielkim filozofem. Znał całą filozofię hinduską, sanskryt. Fizykę tworzą niezwykle ludzkie...

Jak się u Pana zaczęła ta naukowa przygoda? Urodził się Pan we Lwowie...

W 1938 roku, ale nie pamiętam Lwowa. Pod koniec okupa-

cji byłem już z matką pod Krakowem. Później w Krakowie. Znam to wszystko z jej opowieści. Z Krakowa pojechaliśmy na Wybrzeże. W Sopocie skończyłem szkołę średnią. Interesowałem się fizyką i matematyką. Do Torunia przyjechałem na studia w 1955 roku. I zostałem. Moja droga naukowa od początku była związana z Uniwersytetem im. Mikołaja Kopernika w Toruniu. Skończyłem studia w 1960 roku, zaproponowano mi asystenturę. Pracę doktorską obroniłem w 1966 roku, habilitowałem się w 1972, a profesorem jestem od 1979 roku. Pracowałem w Zakładzie Fizyki Statystycznej i Matematycznej kierowanym przez profesora Romana Stanisława Ingardena.

Całe życie w jednym instytucie?

Który bardzo się rozwijał. Instytut praktycznie od podstaw zbudował prof. Aleksander Jabłoński. Dziś nosi on imię Profesora. W latach 50. wykładał tu między innymi prof. Jan Rzewuski, zanim przeniósł się do Wrocławia. I prof. Jerzy Rayski, zanim przeniósł się do Krakowa. Zajmował się kwantową teorią pola. Chodziłem na jego wykłady, ale to już była końcówka jego pracy w Toruniu. W latach 70. duże ożywienie, jeśli chodzi o fizykę teoretyczną, było związane z przejściem z Wrocławia do Torunia profesora Ingardena. Trzeba pamiętać, że wcześniej był tu duży ośrodek chemii kwantowej, ale rozwój fizyki teoretycznej nastąpił właśnie dzięki Ingardenowi. Sprowadził go zresztą do Torunia sam prof. Jabłoński. I to profesor Jabłoński załatwił mi mój pierwszy naukowy wyjazd. Zaraz pod doktoracie. Do Kanady. Profesor zapytał, czy bym nie pojechał, odpowiedziałem, że bardzo chętnie. Byłem młodym człowiekiem, a żeby wyjechać, trzeba było mieć kontakty. Ale potem kolejne kontakty nawiązywałem już sam, dzięki publikacjom.

Dużo Pan wyjeżdża?

Tak, ale w naszej dziedzinie to się praktycznie zmienia jeden pokój na drugi pokój. W innym miejscu, w innym kraju. I robi się to samo – oblicza, rozmawia, z tych dyskusji się coś udaje, wyprowadza się równania, znów dyskutuje, wymienia pomysłami.

A w tym pełnym księżek pokoju w Instytucie, w którym dziś się spotkaliśmy, często Pan bywa?

Coraz rzadziej. Częściej pracuję w domu. Muszę mieć kilka księżek, parę prac, nieco papieru, do tego ołówek i trochę pomysłów.



fot. Magdalena Wiśniewska-Kraśńska

Prof. **ANDRZEJ WIŚNIEWSKI**

Laureat Nagrody FNP 2019 w obszarze nauk humanistycznych i społecznych za opracowanie koncepcji inferencyjnej logiki pytań

Urodził się w 1958 roku w Poznaniu. W 1981 roku ukończył studia filozoficzne na tamtejszym Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza. Po ukończeniu studiów związał się z Instytutem Filozofii UAM, gdzie w 1986 roku uzyskał stopień doktora. Dysertacja „Stawianie pytań: logika i racjonalność” zapewniła mu z kolei w 1991 roku stopień doktora habilitowanego, zaś w roku 1999 otrzymał tytuł profesora.

W 1995 roku rozpoczął pracę w Wyższej Szkole Pedagogicznej im. Tadeusza Kotarbińskiego w Zielonej Górze, rok później zostając dyrektorem Instytutu Filozofii tej placówki. W 1999

roku wybrano go rektorem wspomnianej uczelni. Był nim do 2001 roku, kiedy to WSP połączyła się z Politechniką Zielonogóską, tworząc Uniwersytet Zielonogórski. W Instytucie Filozofii Uniwersytetu Zielonogórskiego pracował do 2005 roku, skąd przeniósł się do Zakładu Logiki i Kognitywistyki UAM, którym kierował do 2007 roku. Do dziś tam pracuje.

Profesor Wiśniewski prowadził również badania w wielu ośrodkach zagranicznych, m.in.: Uniwersytecie Kalifornijskim, brukselskim ośrodku The Royal Flemish Academy of Belgium for Science and the Arts, w Netherlands Institute for Advanced Study in the Humanities and Social Sciences w Wassenaar czy Uniwersytecie w Cambridge.

Był laureatem programów m.in. MISTRZ Fundacji na rzecz Nauki Polskiej oraz Maestro Narodowego Centrum Nauki. Wyróżniono go również nagrodą Ministra Edukacji Narodowej i nagrodą Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Został odznaczony Złotym Krzyżem Zasługi i Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski.

Rezultaty swoich badań profesor Wiśniewski przedstawił w pięciu monografiach, z których najnowsza to *Questions, Inferences, and Scenarios (Pytania, wnioski i scenariusze)* College Publications, Londyn 2013. Ponadto opublikował około 50 artykułów, z czego większość ukazała się w prestiżowych czasopismach międzynarodowych z dziedziny logiki i filozofii analitycznej.

Nagrodą Fundacji na rzecz Nauki Polskiej 2019 zostały uhonorowane osiągnięcia profesora Andrzeja Wiśniewskiego w dziedzinie logiki pytań, a zwłaszcza opracowanie koncepcji inferencyjnej logiki pytań.

Badacz, uznawany za ojca polskiej szkoły logiki pytań,

w ostatnich trzech dekadach wniósł znaczący wkład w teorię pytań, proponując i rozwijając tzw. inferencyjną logikę erotetyczną.

Erotetyka (od greckiego erotema = pytanie) jest dziś jednym z działów logiki, który zajmuje się pytaniami jako odrębnym rodzajem zdań. Logikę formalną w badaniach nad pytaniami zaczęto stosować pod koniec lat 50. XX wieku. Pierwsze logiczne teorie pytań opracowywali różni autorzy, m.in. polski logik Tadeusz Kubiński, jednak teorie te znacznie się między sobą różniły. W kolejnych dekadach pojawiały się nowe teorie, ale brakowało zgody, zarówno co do ogólnych założeń, jak i w kwestiach szczegółowych. Dokonania profesora Wiśniewskiego są uznawane za udaną próbę wprowadzenia nowego paradygmatu w logicznej teorii pytań.

Wyróżniona Nagrodą Fundacji na rzecz Nauki Polskiej inferencyjna logika pytań – inferencyjna logika erotetyczna (Inferential Erotetic Logic – IEL) – to idea sięgająca lat 80. XX wieku, ale została ona opracowana przez Laureata w latach 90. tegoż wieku. Mówiąc najogólniej, logika ta dostarcza formalnych narzędzi umożliwiających modelowanie zjawiska powstawania pytań w procesie badawczym. Jest to logika tzw. wnioskowań erotetycznych, tj. wnioskowań, w których rolę konkluzji pełnią pytania, natomiast przesłankami są zdania oznajmujące, bądź też zdania oznajmujące i pytania. Ponieważ pytania nie są, literalnie rzecz biorąc, ani prawdziwe, ani fałszywe, poprawnych wnioskowań prowadzących do pytań nie można opisać, korzystając wyłącznie z aparatury pojęciowej logik zdań oznajmujących. IEL, wprowadzając pewne pojęcia semantyczne dotyczące tylko pytań, charakteryzuje logicznie poprawne wnioskowania erotetyczne. Opracowana przez prof. Wiśniewskiego tzw. minimalna semantyka erotetyczna (Minimal Erotetic Semantics – MiES) pozwala na oparcie inferencyjnej logiki pytań – w jej części dotyczącej

zdań oznajmujących – zarówno na logice klasycznej, jak i na logikach nieklasycznych. MiES, charakteryzując semantyczne relacje leżące u podstaw poprawności wnioskowań erotetycznych, umożliwia również ściśle doprecyzowanie wielu innych pojęć dotyczących pytań, takich jak np. trafność pytania, różne rodzaje założeń pytań, typy odpowiedzi, etc.

Istotnym elementem procesu badawczego jest przechodzenie od pytań głównych do pytań pomocniczych oraz od pytań pomocniczych – po uzyskaniu na nie odpowiedzi – do kolejnych pytań tego rodzaju. Logika pytań zaproponowana przez prof. Wiśniewskiego dostarcza tzw. erotetycznych scenariuszy poszukiwań, charakteryzujących rozkład pytania głównego na pytania pomocnicze oraz wskazujących, jakie kolejne pytania pomocnicze należy stawiać wobec uzyskania takich, a nie innych odpowiedzi na wcześniejsze pytania pomocnicze. Scenariusze erotetyczne nie są zestawami reguł heurystycznych, lecz obiektami formalnymi mającymi postać drzew, w których węzły będące pytaniami pozostają w relacji semantycznej leżącej u podstaw logicznie poprawnego wnioskowania prowadzącego od pytania do pytania.

Choć badania dotyczące logiki pytań z pozoru są rozważaniami czysto teoretycznymi, mogą mieć przełożenie na praktykę i nowe technologie. Teorie opracowane przez prof. Wiśniewskiego można bowiem stosować np. w uczeniu maszynowym, rozwijaniu sztucznej inteligencji, ulepszaniu internetowych wyszukiwarek czy skutecznej analizie baz danych. Teorie te stosują już zresztą kolejni badacze, także we współpracy z prof. Wiśniewskim, np. do analizowania słynnego Testu Turinga, w teorii dowodu, czy też w modelowaniu logicznej struktury dialogów i argumentacji.

Z prof. Andrzejem Wiśniewskim rozmawia Patrycja Dołowy

(dziennikarka naukowa, popularyzatorka nauki i pisarka)

Czy może Pan w prosty sposób opowiedzieć komuś, kto nie jest filozofem, za co otrzymał Pan Nagrodę FNP?

Problem polega na tym, że gdyby dało się o tym opowiedzieć w trzy minuty, nie byłoby powodu, by dostać za to nagrodę. Pozwoli pani, że przyjmę ton nieco wykładowy. Skąd erotetyczne? Otóż logikę pytań czasami nazywa się „logiką erotetyczną”. Erotema po grecku znaczy pytanie. Logika pytań jest jedną z tzw. logik filozoficznych, do których należą też logika deontyczna, logika epistemiczna, logika temporalna i wiele innych. Te logiki zajmują się tematyką interesującą filozofa czy metodologa, w odróżnieniu od logiki matematycznej. Standardy ścisłości w logikach filozoficznych są jednak takie same, jak w logice matematycznej.

Czyli zajmuje się Pan pytaniami?

Tak, wykorzystując w badaniach pojęcia i metody współczesnej logiki. Nie jestem w tym zresztą ani pierwszy, ani jedyny. Pierwsze takie prace pojawiły się już w latach 20. XX wieku. Przełom lat 50. i 60. to początek rozwoju logicznej teorii pytań. Jej centralne zagadnienia to: struktura pytań, rodzaje odpowiedzi na pytania, związki – syntaktyczne i semantyczne – między pytaniami a odpowiedziami, relacje „zawierania” między pytaniami. Te zagadnienia zostały później podjęte przez lingwistykę formalną. Można by o tym wszystkim długo opowiadać. Natomiast pewnie chce pani zapytać, czym jest inferencyjna logika pytań?

Na czym polega różnica?

Mówiąc najogólniej, inferencyjna logika pytań analizuje wnioskowania, w których pytania pełnią rolę przesłanek lub konkluzji. Oczywiście nie chodzi tu o badania empiryczne, a w każdym razie nie tylko o nie. Logika - jakakolwiek - nie interesuje się wszelkimi wnioskowaniami, lecz tylko tymi, które są z jej punktu widzenia poprawne. To „zainteresowanie” to przede wszystkim badanie relacji semantycznych między przesłankami a wnioskami, relacji, których zachodzenie gwarantuje poprawność wnioskowań. W przypadku wnioskowań o przesłankach i wnioskach będących zdaniem oznajmującymi taką relacją jest wynikanie. Pojęcia wynikania nie można jednak zastosować do pytań, bo te nie są ani prawdziwe, ani fałszywe. Z drugiej strony, pewne wnioskowania prowadzące od zdań do pytań, oraz od pytań i zdań do pytań, wydają się poprawne, a inne nie. Po czym to można poznać? Otóż po tym, że o pytaniu będącym wnioskiem można powiedzieć, że *powstaje* ono w oparciu o przesłanki.

Jakiś życiowy przykład?

Załóżmy, że w pokoju, w którym siedzę, jest kot i ktoś go wpuścił. Powstaje pytanie: *Kto wpuścił kota?* A teraz weźmy przykład z historii filozofii. Załóżmy, że teorie przedstawione w pismach Platona są autorstwa albo samego Platona, albo jego nauczyciela, Sokratesa. Teoria idei została przedstawiona w pismach Platona. Powstaje zatem pytanie: *Kto był twórcą teorii idei: Platon czy Sokrates?* Dalej: Przypuśćmy, że każde dzieło Platona zawiera jakieś poglądy Sokratesa. Platon napisał *Timaios*. Zatem: *Jakie poglądy Sokratesa są zawarte w Timaiosie?*

Ale pytania powstają również w oparciu o pytania i zdania oznajmujące.

Czyli?

To teraz przykład naukowy. Mam układ równań liniowych. Moje pytanie to: *Czy ten układ posiada rozwiązanie?* Wiem (jest to tzw. twierdzenie Kroneckera-Capellego), że dowolny układ równań liniowych posiada rozwiązanie wtedy i tylko wtedy, gdy rząd macierzy głównej tego układu jest równy rzędowi macierzy rozszerzonej rozważanego układu. Powstaje zatem pytanie: *Czy rząd macierzy głównej badanego układu jest równy rzędowi jego macierzy rozszerzonej?* Gdy znajdziemy odpowiedź na to pytanie, mamy odpowiedź na pytanie wyjściowe. Często jednak nie jest tak prosto.

To znów poproszę życiowy przykład.

To ja znów o kotkach. Załóżmy, że nasze pytanie sprowadziło się do: Kto wpuścił kota do pokoju: Jaś, Małgosia czy Piotruś? Wiemy, że Jaś wpuścił kota wtedy i tylko wtedy, gdy kot jest szary, natomiast Małgosia lub Piotruś wtedy i tylko wtedy, gdy kot jest rudy. Powstaje zatem pytanie...

Czy kot w pokoju jest szary czy rudy?

Tak, dokładnie tak! I teraz jeśli okaże się, że kot był szary, to mamy rozwiązanie – zrobił to Jaś. A jeśli okaże się, że kot był rudy, to jesteśmy bliżej rozwiązania, bo mieliśmy trzy możliwości, a teraz pozostają tylko dwie. Jakakolwiek odpowiedź dostaniemy, w jakiś sposób zbliżymy się do rozwiązania problemu wyjściowego.

Czy to się sprawdza też w innych przykładach niż koty?

Dam tym razem przykład kryminalistyczno-literacki. Wszyscy wiedzą, kim są Sherlock Holmes i Doktor Watson. Powiedzmy, że w jakiejś nieznaney nam powieści Conan Doy-

le'a Doktor Watson został zamordowany. Pytamy: *Kto zamordował Doktora Watsona?* Dostajemy informację, że morderca był wybitnym detektywem i ponadto bliskim znajomym Watsona. Jakie pytanie się nasuwa?

Czy to Sherlock zamordował Watsona?

To też, ale to nie ono jest optymalne. Jeśli odpowiedź będzie: *nie*, do niczego nas to nie przybliży.

Warto lepiej zapytać: *Jakich słynnych detektywów dobrze znał Doktor Watson?*, rozumiejąc to pytanie tak: *Którzy to są wszyscy słynni detektywi, których dobrze znał Doktor Watson?* Możliwe i zarazem wystarczające odpowiedzi będą dostarczać listy wymieniających wszystkie takie osoby. Jeśli Doktor Watson faktycznie został zamordowany, i to przez słynnego detektywa, którego dobrze znał, to co najmniej jedna taka lista zawiera nazwisko winowajcy. Z drugiej strony, każda lista potencjalnie przybliży nas do rozwiązania: winowajcy nie należy szukać wśród wszystkich ludzi, ale pośród osób znajdujących się na liście. Pozostaje nam teraz znaleźć „właściwą listę”, tj. prawdziwą odpowiedź na pytanie pomocnicze.

Wracając do pytania „Czy to Sherlock zamordował Watsona?”. Przypuśćmy, że na liście znajduje się Holmes. Dołączmy tę listę jako nową przesłankę. Teraz dopiero warto zapytać, czy Holmes zamordował Watsona. Odpowiedź twierdząca daje nam rozwiązanie, natomiast odpowiedź przecząca - zawęży obszar dalszych poszukiwań do pozostałych osób znajdujących się na liście.

Rzecz jasna, inferencyjna logika pytań nie jest kolekcją takich historyjek. Formułuje ona *prawa* opisujące, jakie pytania powstają w oparciu o jakie zbiory zdań, oraz w oparciu o jakie pytania i jakie zbiory zdań. Prawa te abstrahują od treści pytań czy zdań, uwzględniając tylko ich formy. Mówiąc troszeczkę dokładniej, wygląda to tak: tworzymy pewien język sztuczny, sformalizowany. W języku tym mamy formuły

reprezentujące zdania oznajmujące oraz formuły reprezentujące pytania. Wyposażamy język w semantykę i definiujemy pewne relacje między formułami – relacje ewokowania oraz implikowania erotetycznego - odpowiadające temu, co w naszych historyjkach nazwaliśmy powstawaniem pytań. Od ogólnych definicji przechodzimy do konkretów, tj. praw. Oczywiście to jest idea, która nie od razu się pojawiła. Ale to już jest zupełnie inna historia.

Proszę opowiedzieć.

W takim razie będzie wątek półośobisty. Są lata 80. I jest młody człowiek, który właśnie skończył studia. Interesuje się metafizyką. A konkretnie tym, jak są ze sobą logicznie powiązane problemy filozoficzne. To prowadzi do logiki pytań. Jego promotor, prof. Jan Such, który nie jest logikiem, ale – znakomitym! - metodologiem nauki, kontaktuje młodego człowieka z najlepszym specjalistą w kraju. To prof. Tadeusz Kubiński z Wrocławia, którego prace z logiki pytań są znane nie tylko w Polsce, ale i na świecie. Najlepszy specjalista po jakimś czasie podejmuje decyzję o, jak to kiedyś mawiano, wzięciu młodego człowieka w termin. Młody człowiek uważa, że jest coś takiego, jak powstawanie pytań i to jest ciekawe. Zastanawia się, jak to opisać. Najlepszy specjalista tego nie zrobił, ale wie, że to ważne, więc pomaga, daje wskazówki. Temat jest, jak to się mówi, „gorący” - w cudem zdobytych przez młodego człowieka (pamiętajmy, był komunizm), właśnie opublikowanym *Handbooku* logiki filozoficznej jest wyraźnie napisane, że ten problem ciągle czeka na zadowalające rozwiązanie. Więc próbuje, krok po kroku.

A co się dalej dzieje z tym młodym człowiekiem?

Robi doktorat, po pięciu latach się habilituje. Publikuje wyniki po angielsku. Jest początek lat 90. Wtedy ludzie byli ciekawi, co się działo i dzieje za - właśnie uchyloną - żelazną kurtyną. Ponadto legenda polskiej szkoły logiki była wciąż żywa. W latach 50. czy 60., jeśli ktoś się zajmował logiką, w podręcznikach zawsze spotykał polskie nazwiska: Łukasiewicz, Tarski, Leśniewski. Jeśli ktoś był logikiem z Polski, od razu dostawał kredyt zaufania. Tak to wyglądało i ciągle jeszcze wygląda. Młody człowiek wysyła swoje prace światowej klasy specjalistom w jego dziedzinie, w tym pracującym w MIT czy na Uniwersytecie Kalifornijskim. Nawiązuje bezpośrednią korespondencję, potem wyjeżdża na stypendium. Dowiaduje się, że kwestią rozkładalności pytań na pytania pomocnicze ostatnio zajmuje się – co prawda za pomocą innej aparatury pojęciowej - jeden z najwybitniejszych logików na świecie, Jaakko Hintikka. Do „konfrontacji” dochodzi w Bostonie - ciężko przerażony młody człowiek i prof. Hintikka występują na specjalnie zorganizowanej sesji poświęconej logice pytań. Każdy potem idzie w swoją stronę, ale redaktorem serii, w której opublikowana zostanie książka młodego człowieka, będzie właśnie prof. Hintikka. Co dzieje się dalej? Nie chcę zanudzać. W każdym razie młody człowiek stopniowo przestaje być młody. Łamiąc chronologię, pozwolę tu sobie jednak na dygresję. Po doktoracie, a przed habilitacją, poznałem prof. Leona Koja z Lublina. Chociaż nie byliśmy w żaden sposób związani formalnie – gdzie UAM, a gdzie UMCS – prof. Koj wiele mnie nauczył. Był on jednym z tych, którzy tworzyli logikę pytań w latach 60. Poza sprawami naukowymi było jednak coś jeszcze. Prof. Koj pokazał mi, jak powinno się traktować młodszych kolegów – a takim wtedy byłem. Życzliwie, dyskretnie pomagając, w dyskusjach nie okazując dzielącego nas przecież dystansu pozycji. Staram się w tym naśladować prof. Koja. Nie zawsze mi się to udaje, ale przynajmniej próbuję.

A jak Pan budował zespół?

Nasuwa mi się taka analogia, niech pani zgadnie o czym znowu będzie?

O kotach?

Koty to mądre stworzenia. Same sobie wybierają opiekunów. Podobnie jest ze znakomitymi studentami. Tak było z moim zespołem – w naturalny sposób, w Poznaniu, później w Zielonej Górze, ci wybitni ludzie jakoś znajdowali się sami. Mnie natomiast chodziło o to, żeby pracować z tymi, którzy po jakimś czasie będą lepsi ode mnie. I to mi się udało.

Wiem, że naukowcy nie lubią takiego pytania, ale jakie praktyczne zastosowania może mieć to, czym Pan się zajmuje. Internet? Filozofia nauki? Psychologia?

Jedną z zalet publikowania międzynarodowego, co staram się robić od lat, jest zwiększenie szansy na to, że wyniki znajdą zastosowania. I czasem te zastosowania są zupełnie niespodziewane. Zastosowania logiki pytań mogą mieć charakter miękkki. Znalazłem kiedyś w sieci artykuł, w którym proponowana jest erotetyczna teoria narracji filmowej. Autor przyznaje, że jednym ze źródeł inspiracji były moje prace. Inny przykład: w oparciu o inferencyjną logikę pytań zaczęto formalizować dyskusje scholastyczne, o istnieniu Boga, pokazując, że pewne rozważania świętego Tomasza przebiegały według schematu przewidywanego przez tę logikę. Pojęcia inferencyjnej logiki pytań są coraz częściej używane w filozofii nauki i metodologii nauk. Są też zastosowania twarde. Na przykład, opracowano nowe metody dowodowe i oparte na nich algorytmy automatycznego dowodzenia twierdzeń.

Metody dowodowe?

Tak, dwie. Mamy metodę tabel syntetycznych, której twórcą jest profesor Mariusz Urbański. Mamy też metodę dowodów sokratycznych, zaproponowaną przeze mnie i potem istotnie rozwiniętą przez prof. Dorotę Leszczyńską-Jasion.

Sokratycznych?

No tak. Sokrates to filozof znany z tego, że męczył siebie i innych zadawaniem pytań. A mówiąc poważniej, metoda dowodów sokratycznych nawiązuje do starej idei: prawdę można ustalić przez samo zadawanie pytań, bez konieczności odwołania się do jakichś zewnętrznych źródeł informacji. Wiem, brzmi to nieco egzotycznie. Weźmy jednak przykład. Pragnę ustalić, czy jakaś formuła wynika, na gruncie jakiejś ustalonej logiki, z innych formuł. Nie wiem, czy tak jest, więc zadaję pytanie samemu sobie. To pytanie staram się przekształcić w pytanie jakoś prostsze, w razie konieczności przechodzę do kolejnych pytań, coraz prostszych. Jeśli w skończonej liczbie kroków dojdę do pytania, które jest „retoryczne” w tym sensie, że tylko jedna odpowiedź na nie jest akceptowalna, mam pozytywne rozstrzygnięcie wyjściowe problemu. Dlaczego? Otóż reguły przekształcania pytań w pytania „prostsze” zostały tak dobrane, a „retoryczność” pytania końcowego została tak zdefiniowana, że można wykazać, iż istnienie kończącego się pytaniem „retorycznym” ciągu przekształceń pytania wyjściowego, przekształceń za pomocą zadanych reguł, daje nam gwarancję, że prawdziwa jest pozytywna odpowiedź na pytanie wyjściowe. W tym sensie taki ciąg pytań jest dowodem. Co ciekawe, można też pokazać, że każdy krok dowodowy, będący przecież wnioskowaniem od pytania do pytania, jest poprawny w świetle inferencyjnej logiki pytań.

Zestaw reguł przekształcania pytań w pytania, uzupełniony o charakterystykę pytań bazowych, „retorycznych”, tworzy

tw. rachunek erotetyczny. Rachunki takie zostały zbudowane zarówno dla logiki klasycznej, jak i dla wielu logik nieklasycznych.

Rachunki erotetyczne mają zwykle pewną ciekawą własność. Otóż okazało się, że dowód sokratyczny można przekształcić, algorytmicznie, w dowody w innych, jak to mówimy w logice, „formatach”: sekwentowym oraz tabelowym, czy nawet w dowód w systemie aksjomatycznym. Znaczy to, że rachunki erotetyczne są użytecznym narzędziem w tzw. *proof-search*. Rachunków erotetycznych można też używać do generowania tzw. hipotez abdukcyjnych. Wiem, że dla niespecjalisty te wyjaśnienia mogą być niezrozumiałe. To jednak są po prostu zawiłe sprawy.

Czyli inferencyjna logika pytań to w istocie zestaw „rachunków erotetycznych”?

Nie tylko. Nauki formalne, logika i matematyka, są w tej szczęśliwej sytuacji, że mogłyby się one rozwijać nawet wtedy, gdyby nie było przyrody, ponieważ informacje o tym, co się w świecie dzieje, są zupełnie nieistotne dla dowodzenia twierdzeń. W naukach empirycznych jest odwrotnie: aby coś uzasadnić, potrzebujemy informacji o świecie. Inferencyjna logika pytań, nieśmiało pukając do drzwi, oferuje tutaj nowe narzędzie: erotetyczne scenariusze poszukiwań.

Co to jest?

Gdy powiem, że są to skończone drzewa etykietowane pytaniami oraz formułami deklaratywnymi, spełniające pewne warunki, to nawet wymieniając te warunki, niewiele wyjaśnię w rozmowie takiej, jak nasza. Pozostaje mi, ponownie, przedstawić intuicje.

Wyobraźmy sobie mapę, a na niej ścieżki prowadzące od „pytania głównego” (wyrażającego rozważany problem) do

możliwych i zarazem wystarczających odpowiedzi na to pytanie. Wszystkie te ścieżki mają wspólny odcinek początkowy, kończący się pytaniem. Jest to pierwsze pytanie pomocnicze. Ma ono, jak każde, wiele możliwych i zarazem wystarczających odpowiedzi. Tutaj nasze ścieżki po raz pierwszy się rozwidlają. Rozwidleń jest tyle, ile jest możliwych i zarazem wystarczających odpowiedzi, a każde rozwidlenie zaczyna się jedną z nich. Dalej, dla każdej takiej odpowiedzi, mamy odcinek prowadzący do kolejnego pytania pomocniczego, rozwidlenie na możliwych odpowiedziach, i znów, dla każdej odpowiedzi mamy odcinek wspólny, kończący się następnym pytaniem pomocniczym, pojawia się rozwidlenie na odpowiedziach na to pytanie itd. - ten wzorec może się powtarzać. Każda z powstających tak ścieżek kończy się jakąś – możliwą i zarazem wystarczającą – odpowiedzią na pytanie główne, czyli jednym z możliwych rozwiązań naszego problemu. Skąd bierzemy kolejne pytania na ścieżce? Wskazuje je inferencyjna logika pytań – są one zawsze implikowane erotetycznie przez jakieś pytania występujące wcześniej na ścieżce, w oparciu o występujące na niej uprzednio formuły deklaratywne. Te ostatnie są czy to elementami wykorzystywanej bazy wiedzy, czy też konsekwencjami tychże wraz z odpowiedziami na wcześniejsze zapytania występujące na ścieżce.

Taką mapę – scenariusz erotetyczny – można czytać na dwa sposoby. Od góry – i wtedy pokaże ona, jakie pytania pomocnicze należy zadawać, i kiedy należy to robić. Od dołu – wtedy dowiemy się, co należałoby ustalić, i w jakiej kolejności, aby dojść do takiej-a-takiej odpowiedzi na pytanie główne. Co ciekawe, „mapy” można łączyć. Gdy dysponujemy mapą dla pytania, które w pierwotnej mapie pełni funkcję pomocniczego, mapę tę można w pewien sposób „wkleić” w pierwotną mapę. Ta operacja jest na tyle dobrze określona, że może ją wykonać komputer – i faktycznie dysponujemy oprogramowaniem, które to właśnie robi.

To się może przydać na przykład w Internecie?

Myślę, że tak. Zdarza się, że odpowiedź na zadane pytanie nie jest zawarta, *explicite* ani *implicite*, w konsultowanej właśnie bazie danych. Aby ją ewentualnie znaleźć, musimy przeszukać inne dostępne bazy. Gdy i to zawiedzie, pozostaje jeszcze jedna możliwość: informacje prowadzące do odpowiedzi są rozproszone w różnych bazach. Teraz może się przydać scenariusz erotetyczny. Czytany „od góry” wskazuje on, że potrzebna jest odpowiedź na pierwsze pytanie pomocnicze. Szukamy jej w dostępnych bazach. W zależności od tego, jaką odpowiedź znajdziemy, scenariusz podpowiada nam, jakie pytanie warto teraz zadać. Przeszukujemy dostępne zasoby pod kątem tego pytania, gdy znajdziemy odpowiedź, scenariusz podpowiada nam etc. - i tak do skutku. To oczywiście uproszczony schemat, są i inne, bardziej wyrafinowane sposoby wykorzystywania scenariuszy erotetycznych. Czas pokaże, czy podejście oparte na nich będzie owocne w wymiarze praktycznym.

Zostawmy jednak Internet i zajmijmy się ludźmi.

Czyli psychologia jednak też?

Nie tak od razu. Jest coś takiego jak kooperatywne stawianie pytań i kooperatywne odpowiadanie na pytania.

Na czym to polega?

Idzie pani do biura i chce kupić wczasy. Nie ma pani jeszcze jasności, z kim, gdzie, jak. Dobrze by było, żeby agent powiedział, jakie są opcje. Ale to trochę za mało. No to niech on powie, jakie te opcje mają zalety i wady. Tylko, że pani nie chce, żeby on opowiedział o wszystkich możliwych opcjach i wszystkich wadach i zaletach każdej z nich. Zamiast zasypywać panią lawiną informacji, powinien raczej zapytać panią o preferencje co do kierunku wyjazdu, możliwości finanso-

we, co jest niezbędne, a co nie, itd. - i zadawać te pytania w jakiejś optymalnej kolejności.

Ta rozmowa powinna się skończyć tym, że dostanie pani konkretne rekomendacje. System komputerowy też może to zrobić, jeśli wie, na czym polegają konkretne przejścia – kiedy pytanie jest pomocne – kooperatywne itd.

Inny przykład – mamy panel naukowy, na którym poszukuje się rozwiązania jakiegoś dobrze określonego problemu. Na tyle dobrze, że problem ten można wyrazić za pomocą pytania.

Okazuje się, że nikt z uczestników nie zna rozwiązania. Panel gromadzi jednak specjalistów z różnych dziedzin. Pewne istotne informacje są w posiadaniu jednego panelisty, inne drugiego, trzeciego, czwartego itd. Jak prowadzić obrady, aby te istotne informacje „spotkały się”, prowadząc do rozwiązania?

Po co o tym opowiadam? Otóż istnieją prace poświęcone tym i pokrewnym zagadnieniom, wykorzystujące inferencyjną logikę pytań, a zwłaszcza scenariusze erotetyczne. Zainteresowanym polecam publikacje prof. Łupkowskiego z naszego ośrodka.

A psychologia?

Zaskoczę panią: logika nie jest nauką o myśleniu. Widzę, że to panią zdziwiło.

Logika i psychologia rozwiodły się pod koniec XIX wieku. To, jak ludzie faktycznie myślą, jest domeną psychologii. Logika tylko dostarcza, nazwijmy to tak, normatywnych wzorców. To, czy myślenie ludzi jest z nimi zgodne, logików oficjalnie nie interesuje. Jednak nieoficjalnie – jak najbardziej, zwłaszcza ostatnio.

Jak to badać? Można eksperymentalnie. Dostępne są też tzw. dane korpusowe – zapisy dialogów, argumentacji, udzielanych wyjaśnień etc. Czasami to jednak nie wystarcza. Aby sprawdzić, czy, a jeśli tak, to na ile, normatywne wzorce „posługiwania” się pytaniami, dostarczane przez inferencyjną

logikę pytań, są zgodne z tym, jak ludzie faktycznie rozumują, opracowaliśmy w Poznaniu korpus rozumowań erotetycznych. Jest on dostępny w sieci. Pewnie spyta Pani, jaki jest stopień zgodności normatywnego wzorca z rzeczywistością rozumowań?

Jaki?

Miejscami sięga 60%. To dużo. Przypominam: logika nie jest nauką o procesach myślowych. Dobrze jest jednak wiedzieć, że nie zajmujemy się artefaktami. Oczywiście wiedzieć nieoficjalnie.

Czy to, czym Pan się zajmuje, to w końcu nauki humanistyczne czy ścisłe?

Odpowiem anegdotą. Na studiach byliśmy poddawani szkoleniu wojskowemu. Zawsze na początku dnia był apel. W jednym rzędzie stali chłopacy, w drugim dziewczyny. Jedna z koleżanek była w zaawansowanej ciąży. Na hasło: *w szeregu równaj*, stanęła. Wystawała z przodu. Kapitan się strasznie zdenerwował, kazał jej wstąpić do tyłu. Patrzy: z tyłu też wystaje. I tak znowu, i znowu. Dużo czasu mu zajęło, żeby zrozumieć zjawisko. To dokładnie w tej chwili mamy w polityce naukowej. Idea, że wszystko da się zaszufładować, że wszystko jest jednoznaczne. Jedni logicy pracują na wydziałach matematycznych, inni na informatyce, jeszcze inni – na wydziałach humanistycznych. Ostatnio wielu logików przeszło do jednostek, w których uprawia się kognitywistykę. Natomiast wracając do naszego kapitana i jego obsesji porządkowania: w tej chwili mamy zamknięty katalog dyscyplin. W jakiej szufladce znajduje się kognitywistyka?

W lingwistycznej?

Otóż nie, nawet nie tam. Została umieszczona w szufladce „nauki o komunikacji i mediach”, wraz z medioznawstwem, bibliologią i informatologią. Być może dlatego, że oficjalna polska nazwa kognitywistyki to nauka o poznaniu i komunikacji społecznej. To trochę tak, jakby połączyć psychologię z geologią – w końcu nazwy są podobne, tu i tam „logia”. Tak więc odpowiedź na pani pytanie brzmi: jestem medioznawcą i/lub specjalistą od komunikacji społecznej. Oficjalnie.

LAUREACI
NAGRÓD
FNP

1992 - 2010

NAUKI HUMANISTYCZNE I SPOŁECZNE

- 1992** Prof. Marian Biskup, Instytut Historii PAN, Toruń
- 1994** Mgr Roman Aftanazy, em. pracownik Biblioteki Zakładu Narodowego im. Ossolińskich
- 1995** Prof. Teresa Michałowska, Instytut Badań Literackich PAN, Warszawa
- 1996** Prof. Jerzy Gadomski, Uniwersytet Jagielloński
- 1997** Prof. Andrzej Paczkowski, Instytut Studiów Politycznych PAN, Warszawa
- 1998** Prof. Janusz Sondel, Uniwersytet Jagielloński
- 1999** Prof. Mieczysław Tomaszewski, Akademia Muzyczna, Kraków
- 2000** Prof. Jan Strelau, Uniwersytet Warszawski
- 2001** Prof. Stefan Swieżawski, prof. em. Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego
- 2002** Prof. Lech Leciejewicz, Instytut Archeologii i Etnologii PAN, Uniwersytet Wrocławski
- 2003** Prof. Jerzy Szacki, prof. em. Uniwersytetu Warszawskiego
- 2004** Prof. Jadwiga Staniszkis, Uniwersytet Warszawski
- 2005** Prof. Karol Myśliwiec, Zakład Archeologii Śródziemnomorskiej PAN, Warszawa
- 2006** Prof. Piotr Sztompka, Uniwersytet Jagielloński
- 2007** Prof. Karol Modzelewski, Uniwersytet Warszawski

- 2008** Prof. Stanisław Mossakowski, Instytut Sztuki PAN, Warszawa
- 2009** Prof. Jerzy Strzelczyk, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
- 2010** Prof. Anna Wierzbicka, Australian National University, Canberra

NAUKI PRZYRODNICZE I MEDYCZNE

- 1992** Prof. Ewa Kamler, Instytut Ekologii PAN, Warszawa
- 1993** Prof. Wiesław Jędrzejczak, Wojskowa Akademia Medyczna, Warszawa
- 1994** Prof. Krzysztof Selmaj, Akademia Medyczna, Łódź
- 1995** Prof. Stanisław J. Konturek, Akademia Medyczna, Kraków
- 1996** Prof. Aleksander Koj, Uniwersytet Jagielloński
- 1997** Prof. Ryszard Gryglewski, Uniwersytet Jagielloński
- 1998** Prof. Andrzej Szczeklik, Uniwersytet Jagielloński
- 1999** Prof. Maciej Żylicz, Uniwersytet Gdański
- 2000** Prof. Leszek Kaczmarek, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, Warszawa
- 2001** Prof. Maciej Gliwicz, Uniwersytet Warszawski
- 2002** Prof. Mariusz Jaskólski, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
- 2003** Prof. Roman Kaliszan, Akademia Medyczna, Gdańsk

- 2004** Prof. Janusz Limon, Akademia Medyczna, Gdańsk
- 2005** Prof. Zofia Kielan-Jaworowska, Instytut Paleobiologii PAN, Warszawa
- 2006** Prof. Mariusz Z. Ratajczak, Pomorska Akademia Medyczna w Szczecinie; University of Louisville, USA
- 2007** Prof. Włodzimierz J. Krzyżosiak, Instytut Chemii Bioorganicznej PAN, Poznań
- 2008** Prof. Jacek Oleksyn, Instytut Dendrologii PAN w Kórniku
- 2009** Prof. Andrzej Koliński, Uniwersytet Warszawski
- 2010** Prof. Tomasz Guzik, Uniwersytet Jagielloński

NAUKI ŚCISŁE

- 1992** Prof. Aleksander Wolszczan, Pennsylvania State University, USA, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
- 1993** Prof. Stanisław Woronowicz, Uniwersytet Warszawski
- 1994** Prof. Zbigniew Ryszard Grabowski, Instytut Chemii Fizycznej PAN, Warszawa
- 1995** Prof. Adam Sobiczewski, Instytut Problemów Jądrowych, Warszawa
- 1996** Prof. Bohdan Paczyński, Princeton University, USA
- 1997** Prof. Tomasz Łuczak, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

- 1998** Prof. Lechosław Latos-Grażyński, Uniwersytet Wrocławski
- 2000** Prof. Bogumił Jeziorski, Uniwersytet Warszawski
- 2001** Prof. Ludomir Newelski, Uniwersytet Wrocławski
- 2002** Prof. Andrzej Udalski, Uniwersytet Warszawski
- 2003** Dr Marek Pfützner, Uniwersytet Warszawski
- 2004** Prof. Wojciech J. Stec, Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN, Łódź
- 2006** Prof. Tomasz Dietl, Instytut Fizyki PAN, Warszawa
- 2007** Doc. dr hab. Andrzej L. Sobolewski, Instytut Fizyki PAN, Warszawa
- 2008** Prof. Ryszard Horodecki, Uniwersytet Gdański
- 2009** Prof. Józef Barnaś, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Instytut Fizyki Molekularnej, Poznań
- 2010** Prof. Tadeusz Marek Krygowski, Uniwersytet Warszawski

NAUKI TECHNICZNE

- 1993** Prof. Kazimierz Sobczyk, Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa
- 1995** Prof. Maksymilian Pluta, Instytut Optyki Stosowanej, Warszawa
- 1997** Prof. Antoni Rogalski, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

- 1998** Prof. Leszek Stoch, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
- 1999** Dr hab., prof. PG, Zdzisław Kowalczuk, Politechnika Gdańska
- 2000** Prof. Jan Węglarz, Politechnika Poznańska
- 2001** Prof. Michał Kleiber, Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa
- 2002** Prof. Adam Proń, Politechnika Warszawska, Komisarjat Energii Atomowej (CEA) w Grenoble
- 2004** Prof. Krzysztof Matyjaszewski, Carnegie Mellon University, USA, Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN, Łódź
- 2005** Prof. Roman Słowiński, Politechnika Poznańska
- 2006** Prof. Leon Gradoń, Politechnika Warszawska
- 2007** Prof. Andrzej Nowicki, Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa
- 2008** Prof. Andrzej Jajszyk, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
- 2009** Prof. Bogdan Marciniec, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

**L A U R E A C I
N A G R Ó D
F N P**

**o d 2 0 1 1
r o k u**

NAUKI O ŻYCIU I O ZIEMI

- 2011** Prof. Jan Potempa, Uniwersytet Jagielloński, University of Louisville, USA
- 2012** Prof. Krzysztof Palczewski, Case Western Reserve University w Cleveland, USA
- 2013** Prof. Andrzej K. Tarkowski, Uniwersytet Warszawski
- 2014** Prof. Tomasz Goslar, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
- 2016** Prof. Jan Kozłowski, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
- 2017** Prof. Piotr Trzonkowski, Gdański Uniwersytet Medyczny
- 2018** Prof. Andrzej Dziembowski, Instytut Biochemii i Biofizyki PAN w Warszawie

NAUKI CHEMICZNE I O MATERIAŁACH

- 2011** Prof. Elżbieta Frąckowiak, Politechnika Poznańska
- 2012** Prof. Mieczysław Mąkosza, prof. em. Instytutu Chemii Organicznej PAN
- 2013** Prof. Sylwester Porowski, Instytut Wysokich Ciśnień PAN
- 2014** Prof. Karol Grela, Uniwersytet Warszawski i Instytut Chemii Organicznej PAN w Warszawie
- 2015** Prof. Stanisław Penczek, Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN w Łodzi
- 2016** Prof. Marek Samoć, Politechnika Wrocławska
- 2017** Prof. Daniel Gryko, Instytut Chemii Organicznej PAN w Warszawie
- 2018** Prof. Andrzej Gałęski, Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN w Łodzi
- 2019** Prof. Marcin Drąg, Politechnika Wrocławska

NAUKI MATEMATYCZNO-FIZYCZNE I INŻYNIERSKIE

- 2011** Prof. Maciej Lewenstein, Institut de Ciències Fotòniques (ICFO), Castelldefels, oraz Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats, Barcelona
- 2012** Dr hab., prof. UMK, Maciej Wojtkowski, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
- 2013** Prof. Marek Żukowski, Uniwersytet Gdański
- 2014** Prof. Iwo Białynicki-Birula, Centrum Fizyki Teoretycznej PAN
- 2015** Prof. Kazimierz Rzążewski, Centrum Fizyki Teoretycznej PAN
- 2016** Prof. Józef Spątek, Uniwersytet Jagielloński
- 2017** Prof. Andrzej Trautman, Uniwersytet Warszawski
- 2018** Prof. Krzysztof Pachucki, Uniwersytet Warszawski
- 2019** Prof. Andrzej Kossakowski, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

NAUKI HUMANISTYCZNE I SPOŁECZNE

- 2011** Prof. Tomasz Giaro, Uniwersytet Warszawski
- 2012** Prof. Ewa Wipszycka, Uniwersytet Warszawski
- 2013** Prof. Jan Woleński, Uniwersytet Jagielloński
- 2014** Prof. Lech Szczucki, Instytut Filozofii i Socjologii PAN w Warszawie
- 2015** Prof. Jerzy Jedlicki, Instytut Historii im. Tadeusza Manteuffla PAN w Warszawie
- 2016** Prof. Bogdan Wojciszke, SWPS Uniwersytet Humanistycznospołeczny, Wydział Zamiejscowy w Sopocie
- 2017** Prof. Krzysztof Pomian, CNRS w Paryżu i Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
- 2018** Prof. Timothy Snyder, Uniwersytet Yale
- 2019** Prof. Andrzej Wiśniewski, Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu

WYDAWCA:

Fundacja na rzecz Nauki Polskiej

ul. I. Krasickiego 20/22, 02-611 Warszawa

tel.: 22 845 95 01

www.fnp.org.pl

AUTORZY WYWIADÓW:

Patrycja Dołowy, Sławomir Zagórski

KOREKTA:

Elżbieta Marczuk

ZDJĘCIA:

Magdalena Wiśniewska-Krasińska

OPRACOWANIE TYPOGRAFICZNE:

Studio Polkadot

DRUK:

Drukarnia CIS