

Czyjeś zakłócenie czyimś sygnałem



Rozmawiamy z prof. JANUSZEM BOGUSZEM – pracownikiem badawczo-dydaktycznym Wydziału Inżynierii Lądowej i Geodezji WAT, zasiadającym w ścisłych władzach Międzynarodowej Asocjacji Geodezji, laureatem nagrody im. prof. Barana

DAMIAN CZEKAJ: Spośród najnowszych pana artykułów mocno zaciekał mnie ten dotyczący huraganów.

JANUSZ BOGUSZ: Ma pan na myśli materiał, który ukazał się w piśmie „GPS Solutions” jako wynik naszej – współautorką była dr hab. inż. Anna Kłos – współpracy z geodezyjnym ośrodkiem naukowym z Uniwersytetu w Luksemburgu. Zresztą w jej ramach badaliśmy również zmiany poziomu oceanów, co jest istotne w kontekście współczesnych zmian klimatycznych. We wspomnianym artykule zaproponowaliśmy nową metodę śledzenia ścieżki huraganów z wykorzystaniem stacji permanentnych GNSS. Pokazaliśmy też, przede wszystkim służbom zarządzania kryzysowego, że trasę przejścia huraganu można przewidzieć z kilkugodzinnym wyprzedzeniem. Daje to czas na reakcję – ostrzeżenie czy ewakuację.

Artykuł skupia się na huraganach, które uderzyły w wybrzeża Stanów Zjednoczonych. Czy wypracowane rozwiązanie łatwo byłoby przenieść na teren Polski?

Tak, metoda jest uniwersalna i może zostać zastosowana w dowolnym miejscu na świecie. Warunkiem koniecznym jest oczywiście dostępność danych ze stacji permanentnych GNSS. Inną

sprawą jest czułość samego systemu nawigacji satelitarnej na tego typu zmiany – w tym przypadku atmosferyczne. Ale obecnie testujemy również czułość na zmiany hydrosferyczne, jak susze czy powodzie. Dlatego właśnie wykonywaliśmy testy na huraganach o najwyższej kategorii w tzw. skali Saffira-Simpsona. W Polsce, i całe szczęście, mamy na razie do czynienia co najwyżej z orkanami, których predykcją z powodzeniem zajmują się meteorolodzy. Notabene nasza metoda została przedstawiona jako uzupełniająca istniejące już sposoby.

Meteorologia GNSS nie jest jedynym obszarem pana zainteresowań.

W moich dokonaniach naukowych pojawia się wiele wątków. Nie uważam tego za mankament, ale swego rodzaju uniwersalność czy może interdyscyplinarność. Zauważam bowiem, że w tym kierunku zmierza współczesna nauka. Badania na najwyższym światowym poziomie realizowane są w dużych, interdyscyplinarnych zespołach.

Podoba mi się model niemiecki rozwijania nauki oparty na ciągłej mobilności, gdzie „permanent position” otrzymuje dopiero profesor o uznanym dorobku światowym. Znajomy niemiecki profesor geodezji powiedział mi kiedyś, że uniwer-

sytet – a za tym idzie miejsce zamieszkania – zmieniał już pięć razy. W Polsce taki model póki co nie ma racji bytu, więc wraz z zespołem staramy się jak najbardziej rozwijać współpracę międzynarodową z różnymi jednostkami. Poza wspomnianym już Uniwersytetem w Luksemburgu mogę wymienić: uniwersytety w Bonn, w Hamburgu, w Strasburgu, w Trieście, Beira Interior w Portugalii, Jet Propulsion Laboratory NASA, Deutsche GeoForschungsZentrum, Centre National d’Études Spatiales czy Royal Observatory of Belgium. Oczywiście nie zapominamy również o niwie krajowej. W nauce mimo pewnej rywalizacji dominuje jednak współpraca. Mam nadzieję, że przyniesie to jeszcze więcej liczących się publikacji, bo po to właśnie naukę się rozwija.

No dobrze, czym więc konkretnie się pan zajmował?

Zaczynałem swoją przygodę z nauką – zawsze określałem to jako przygodę, bo nauka to pasja – od obserwacji grawimetrycznych. Przez wiele lat byłem odpowiedzialny za działanie laboratorium pływowego w Astronomiczno-Geodezyjnym Obserwatorium Politechniki Warszawskiej w Józefosławiu, mam też swój wkład w opracowanie geoidy astronomicznej przez IGIG w latach 2003–2004. Później



prowadziłem analizy geodezyjnych szeregów czasowych – najpierw zmian pozycji stacji permanentnych nawigacyjnych systemów satelitarnych, potem również misji grawimetrycznych GRACE czy GOCE. W międzyczasie był, jak pan zauważył, epizod z analizami zmian zawartości pary wodnej w troposferze czy zmianami poziomu oceanów. Ponadto zajmuję się zagadnieniami związanymi z badaniem wiarygodności kolejnych realizacji ziemskiego układu odniesienia oraz badaniem czułości systemu GPS na sygnały środowiskowe.

A najnowszy projekt? Niedawno otrzymał pan dofinansowanie z Narodowego Centrum Nauki w ramach konkursu OPUS.

Badania te dotyczą odniesienia. Pojęcie to jest dla człowieka kwestią naturalną. W każdym otoczeniu, a szczególnie w nowym, szukamy odniesienia, żeby zorientować się w przestrzeni. Do precyzyjnego określenia położenia w przestrzeni współcześnie używamy nawigacyjnych systemów satelitarnych oraz map opra-

cowanych głównie na podstawie zdjęć satelitarnych. Ponieważ smartfony dostępne są już masowo (liczba użytkowników liczona jest w miliardach), a każdy z nich standardowo jest wyposażony w urządzenia odbiorcze nawigacyjnych systemów satelitarnych, więc również skala ich zastosowań jest ogólnostanowa. Mało kto jednak zdaje sobie sprawę, że systemy te do prawidłowej pracy potrzebują również odniesienia geodezyjnego, a ściślej – ortokartezjańskiego układu geocentrycznego, w którym najpierw wyraża się współrzędne satelitów, a w konsekwencji współrzędne punktów na powierzchni Ziemi. Układ ten nazywa się ITRF (International Terrestrial Reference Frame) i jego konstrukcja należy do głównych zadań Międzynarodowej Asocjacji Geodezji (IAG – International Association of Geodesy). Realizacja ta odbywa się co kilka lat, najnowszy układ ITRF2020 zostanie oficjalnie wprowadzony w 2022 roku, ale już opublikowane zostały szeregi czasowe zmian pozycji wybranych punktów na powierzchni

JANUSZ BOGUSZ urodził się 24 maja 1971 r. w Warszawie. Ukończył jednolite studia magisterskie na Wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej (1995). Jego praca magisterska dotyczyła nawigacji satelitarnej. Na tym samym wydziale 5 lat później obronił rozprawę doktorską pt. „Badanie wpływu atmosfery na wyniki obserwacji grawimetrycznych pływów ziemskich”. Stopień naukowy doktora habilitowanego uzyskał w 2012 r. na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim za cykl publikacji pt. „Zastosowanie krótko-czasowych rozwiązań GPS do badania rezydualnych zmian deformacyjnych o charakterze dynamicznym w częstotliwościach pływowych”. W grudniu 2017 r. odebrał nominację profesorską z rąk prezydenta RP. W latach 2001–2009 był pracownikiem naukowo-dydaktycznym Wydziału Geodezji i Kartografii PW, następnie zatrudnił się na Wydziale Inżynierii Lądowej i Geodezji Wojskowej Akademii Technicznej. Obecnie pracuje na stanowisku profesora w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych. Ponadto pełni funkcje prodziekana ds. nauki i rozwoju WILiG WAT oraz zastępcy przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Lądowa i Transport” WAT. Jest również senatorem Akademii oraz członkiem Rady Bibliotecznej.

Janusz Bogusz jest specjalistą w zakresie geodezji fizycznej i geodynamiki. Jego dorobek naukowy to 13 publikacji samodzielnych oraz ponad 150 we współautorstwie, ogromna większość w języku angielskim. Jest członkiem Komitetu Geodezji PAN, pełni funkcję przewodniczącego sekcji „Geodezja i Geodynamika”. W 2015 r. został odznaczony przez ministra obrony narodowej brązowym medalem „Za zasługi dla obronności kraju”, a w 2019 r. brązowym medalem „Siły zbrojne w służbie ojczyzny”. W 2021 r. został laureatem VII edycji Konkursu o Nagrodę im. prof. Lubomira Włodzimierza Barana.

W 2019 roku w międzynarodowym głosowaniu przedstawicieli wszystkich państw członkowskich został wybrany na prezidenta Komisji 3. Międzynarodowej Asocjacji Geodezji (Commission 3. „Earth Rotation and Geodynamics” of the International Association of Geodesy), stając się jednocześnie członkiem ścisłego, 11-osobowego grona władz IAG na kadencję 2019–2023.

Ziemi, które ciągle śledzą satelity różnych systemów między innymi w celu kontroli poprawności ich działania. Analiza takich szeregów jest kluczowa do poprawnej konstrukcji układu, a co (być może) ważniejsze – do określenia jego wiarygodności. To w prosty sposób przekłada się na dokładność wyznaczenia pozycji nie tylko przez smartfony, ale przede wszystkim przez instrumenty geodezyjne, gdzie wymogi dokładnościowe sięgają pojedynczych centymetrów.

A to oznacza...

...że układ odniesienia musi być stabilny na poziomie milimetrów, a jego zmiany w czasie (jest to tzw. układ kinematyczny) – na poziomie dziesiątych części mm/rok. Co do korzyści, to nie będą one wprost dla geodetów „namacalne”. Zresztą nawet nie mogą być, bo takie są warunki konkursów NCN, w ramach których finansowane są tylko badania podstawowe, czyli poszerzające wiedzę.

międzynarodowej, którą uważam za jeden z głównych celów pracy naukowej.

Pozostając przy sprawach bieżących: niedawno został pan laureatem nagrody im. prof. Barana.

Zacznijmy od tego, że miałem ogromną przyjemność i zaszczyt znać prof. Włodzimierza Lubomira Barana. Choć właściwie, jak to mi kiedyś powiedział inny klasyk polskiej geodezji: „nieważne, kogo ty znasz, ważne, kto ciebie zna”. Mo-

przyznawaną przez Europejską Unię Nauk o Ziemi. Można powiedzieć, że ta nagroda stała się „polska”. Mimo naprawdę dużej konkurencji, bo zgłaszane są kandydatury z całego świata, pięciu polskich naukowców zostało nagrodzonych w ciągu ostatnich 6 lat. A kolejka młodych zdolnych geodetów ciągle się wydłuża. Z nieukrywaną zazdrością, ale taką pozytywną, obserwuję rozwój ośrodka naukowego na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu, gdzie prof. Jarosław Bosa praktycznie od zera wykreował rozpoznawalną światowo jednostkę.

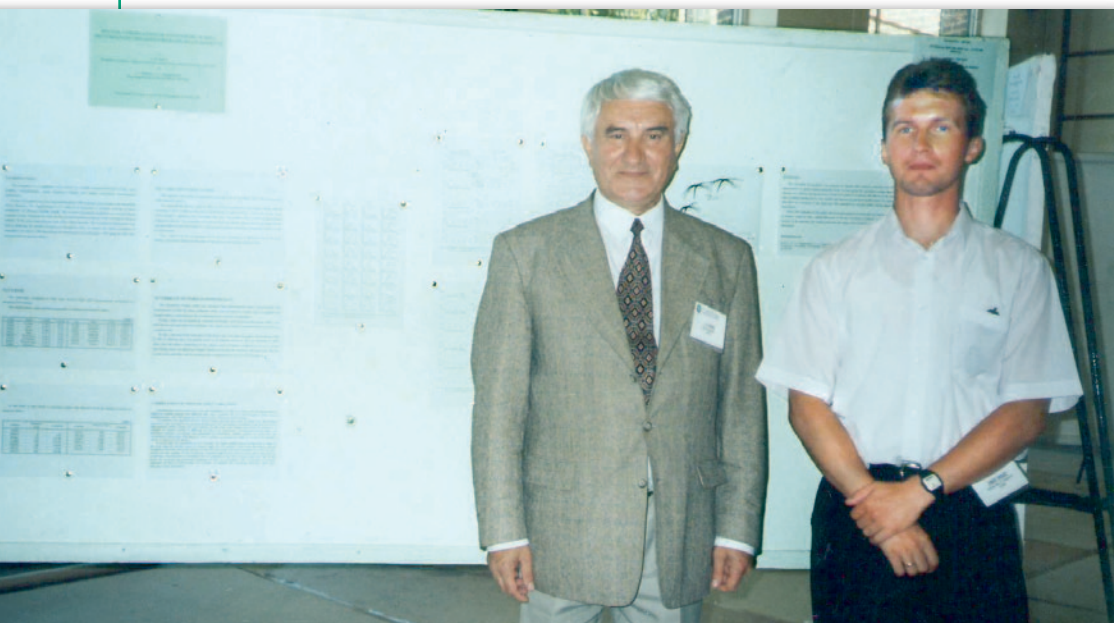
Jest pan specjalistą w zakresie geodezji fizycznej i geodynamiki. Jak wypadamy w tym obszarze nauki?

Geodezja fizyczna jest częścią geodezji, czyli nauki o badaniu kształtu i wymiarów Ziemi, zajmującą się zagadnieniami pola ciężkości Ziemi, czyli jej „fizycznością”. To część bardzo teoretyczna, choć również z aspektem praktycznym, bo rzesze geodetów wykorzystują model geoidy czy quasi-geoidy, którą na świecie zajmuje się kilkaset osób, w Polsce kilkanaście. Aczkolwiek nie mamy się czego wstydzić na forum światowym. Mamy specjalistów pracujących na Politechnice Warszawskiej,

Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu czy Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie. Dodam również nieskromnie mój zespół z Wojskowej Akademii Technicznej. Jeździmy na liczące się światowe konferencje, takie jak Zgromadzenia Ogólne Europejskiej Unii Nauk o Ziemi (EGU – European Geosciences Union) czy Amerykańskiej Unii Geofizycznej (AGU – American Geophysical Union), uczestnicząc czynnie w procesie poszerzania wiedzy naukowej, nie będąc tylko biernymi słuchaczami.

Gremia międzynarodowe związane z Międzynarodową Asocjacją Geodetów – podejrzewam, że podobnie jest z Międzynarodową Asocjacją Kartograficzną czy Międzynarodową Federacją Geodetów, choć tam nie działałem – podkreślają duże zaangażowanie naukowców z naszego kraju w odbywających się cyklicznie Zgromadzeniach Naukowych (IAG Scientific Assembly).

W tym obszarze nauki zdecydowanie przodują Amerykanie, Chińczycy i Niemcy, a nas ułokowałbym na pewno w pierwszej dziesiątce. W strukturach organizacyjnych Międzynarodowej Asocjacji Geodezji pracuje obecnie aktywnie 9 Po-



Prof. Lubomir Włodzimierz Baran i Janusz Bogusz na konferencji IUGG w Birmingham w 1999 r. Panowie stoją przy posterze Janusza Bogusza

Nie wymyślam więc nowego sprzętu czy metody pomiarowej, ale dzięki naszym badaniom w przyszłości zwiększy się wiarygodność kolejnych realizacji układu odniesienia, innymi słowy geodeci dostaną odniesienie, któremu będą mogli zaufać. No i wnioski wyciągnięte w ramach tych badań będą wzięte pod uwagę w kolejnych realizacjach, które pojawiają się co kilka lat od roku 1988.

Jako stały czytelnik Geoforum.pl zauważyłem pod informacją o rozstrzygnięciu konkursu cennie wpisany komentarz, że są to nieznaczne pieniądze, z czym się zgadzam. Ponadto zapewne nie wiedzą państwo, że z przyznanej kwoty, w moim przypadku to 768 tysięcy zł na 4 lata, od razu uczelnia zabiera 20% w postaci tzw. kosztów pośrednich związanych z obsługą techniczno-administracyjną projektu, a z pozostałej kwoty jeszcze ok. 60 tysięcy zł idzie na wszelkiego rodzaju podatki. No ale cóż, takie są zasady i jestem daleki od narzekania. Projekty NCN zapewniają mnie i mojemu zespołowi komfort finansowania wyjazdów na 2–3 konferencje rocznie, umożliwiając prezentację wyników i podtrzymywanie rozpoznawalności

że zatem inaczej: miałem ten zaszczyt, że prof. Baran znał mnie. Zawsze kulturalny, zawsze zagał rozmowę, ceniłem jego uwagi do mojej pracy. Jak się więc zapewne pan już domyślił, jest to dla mnie niesamowite wyróżnienie, tym bardziej że procedura obejmuje również opinie dziekanów wydziałów geodezyjnych w Polsce. Odbieram to jako docenienie mojej pracy w obszarze geodezji. Przepraszam kartografów – celowo kartografię pomijam nie dlatego, żeby ją deprecjonować, ale po prostu moja wiedza kartograficzna zatrzymała się na etapie studiów [celem nagrody jest popularyzacja wybitnych osiągnięć z zakresu geodezji i kartografii – red.]. Ponadto zostałem do tej nagrody nominowany przez prof. Krzysztofa Sośnicę, chyba najbardziej rozpoznawalnego międzynarodowo młodego polskiego naukowca, więc to dla mnie dodatkowy „bonus”.

A w następnych latach będzie kogo nagradzać?

Obserwując dynamikę rozwoju niektórych ośrodków naukowych, nie mam co do tego wątpliwości. Proszę zwrócić uwagę np. na bardzo prestiżową nagrodę dla wybitnych młodych naukowców

laków, 10 Polaków ma status honorowego członka IAG (nadawanego od 1991 roku), co również stawia nas wysoko. A związek przyczynowo-skutkowy w tym przypadku jest prosty: najpierw trzeba mieć międzynarodowe osiągnięcia naukowe, dopiero wtedy dostaje się zaproszenie do pracy w odpowiednich gremiach. Podsumowując więc: jest dobrze, ale oczywiście zawsze może być lepiej. Jako kraj mamy potencjał, który mógłby być bardziej widoczny na świecie.

Skoro o różnych gremiach mowa, to od dwóch lat jest pan prezydentem Komisji 3. Międzynarodowej Asocjacji Geodezji.

Bardzo się cieszę, że poruszył pan ten temat, bo daje mi to możliwość wytłumaczenia, po co są tego typu gremia, często postrzegane jako towarzystwa wzajemnej adoracji. Na początek słówko „international”, które w tym przypadku należy rozumieć znacznie szerzej niż tylko „międzynarodowy”, jak sugerowałoby tłumaczenie. Naukowcy na całym świecie pracują w sposób praktycznie ciągły. Na stronie Narodowego Centrum Nauki wita nas baner z hasłem „Naukowcem jest się 7 dni w tygodniu” i rzeczywiście tak jest. W sposób ciągły powstają nowe modele, nowe metody, nowe techniki pomiarowe, powstaje nowa wiedza. Gremia naukowe nie mają jednak uprawnień do tworzenia prawa, od tego są instytucje rządowe czy samorządowe. Istnieje jednak potrzeba rekomendowania pewnych rozwiązań. Część z tych modeli czy metod znajduje swoje zastosowanie w określonym obszarze, a nie sprawdzi się w innym. Przykład

da sytuacja z ziemskim układem odniesienia, są trzy, ale tylko jeden z nich jest „international”, czyli oficjalnie rekomendowany i używany przez geodetów.

Kolejna sprawa to koordynacja. Na świecie jest wiele zespołów naukowych pracujących nad tym samym problemem i to jest normalne. Asocjacje mają za zadanie „wymuszać” współpracę np. przez tworzenie wspólnych grup roboczych. Gdy w ramach komisji utworzymy taką grupę i zaprosimy do niej naukowców z różnych ośrodków zajmujących się tym samym problemem, to upieczemy dwie pieczenie przy jednym ogniu: zainicjujemy współpracę, jednocześnie zachowując ich niezależność i afiliacje.

Tak więc, jeśli państwo zobaczą następnym razem nazwę asocjacji, służby czy innego ciała, które zawiera w sobie przymiotnik „international”, to proszę pamiętać, że jest to ciało oczywiście międzynarodowe, ale przede wszystkim umocowane przez społeczność naukowców danej dyscypliny do formułowania rekomendacji w szerokim zakresie i mające za zadanie konsolidowanie naukowców z całego świata. Takie są też zadania komisji.

A na czym konkretnie polega pana praca?

Komisja 3., której przewodniczę, zajmuje się ruchem obrotowym Ziemi i geodynamiką. W jej strukturach znajduje się 5 podkomisji, 2 wspólne grupy robocze i 1 wspólna grupa badawcza. Ja zajmuję się organizacją ich pracy, z której muszę dwa razy do roku składać sprawozdania na posiedzeniach Komitetu Wykonawczego Asocjacji, który nasze działania akcep-

tuje. Zadanie prezydenta – mianowicie uporządkowanie struktury, która była dość przestarzała. Wiązało się to z posiadaniem pewnej wizji, którą wcześniej przedstawiłem, i skoro zostałem wybrany – a głosowali przedstawiciele wszystkich krajów członkowskich zrzeszonych w Międzynarodowej Asocjacji Geodezji – chyba się ona spodobała. Na początku miałem mnóstwo pracy, wymieniłem wiele e-maili, przeprowadziłem wiele rozmów na Skype i dziś mogę powiedzieć, że zaproponowana przeze mnie struktura działa bez zarzutu.

W skład Komisji 3. wchodzi ludzie niemalże z całego świata: z Europy (ponad 58%), Ameryki Północnej (25%), Azji (8%) oraz Ameryki Południowej i Australii. Dostałem nawet pochwałę od prezydenta Międzynarodowej Asocjacji Geodezji za to, że w naszych strukturach działa najwięcej kobiet, bo ponad 25%, co, niestety, nie jest standardem. W Komitecie Wykonawczym, czyli najwyższych władzach Asocjacji, udział kobiet sięga zaledwie 5%... Na szczęście w nauce jako całości kobiety stanowią bardzo dużą siłę, a nawet mogą powiedzieć, że nauka to jedna z najbardziej sfeminizowanych sfer naszego życia.

Wróćmy na nasze krajowe podwórko. Od kilku lat nie ma już dyscypliny geodezja i kartografia.

Niestety, zmiany w systemie szkolnictwa wyższego i nauki mocno uderzyły w geodezję i kartografię. Całe geodezyjne środowisko naukowe powinno teraz uderzyć się w pierś – nie byliśmy jednomyślni co do tego, gdzie zlokalizować

Proszę zwrócić uwagę na bardzo prestiżową nagrodę dla wybitnych młodych naukowców przyznawaną przez Europejską Unię Nauk o Ziemi. Można powiedzieć, że ta nagroda stała się „polska”. Mimo naprawdę dużej konkurencji, bo zgłaszane są kandydatury z całego świata, pięcioro polskich naukowców zostało nagrodzonych w ciągu ostatnich 6 lat. A kolejka młodych zdolnych geodetów ciągle się wydłuża.

z geodezji fizycznej: na stronie Międzynarodowego Centrum Globalnych Modeli Ziemi (<http://icgem.gfz-potsdam.de/calc>) znajduje się 178 dostępnych modeli pola grawitacyjnego, z których możemy sobie, np. dla obszaru Polski, wyznaczyć 178 różnych modeli geoidy czy quasi-geoidy. Który z nich jest najlepszy? Nie ma jednoznacznej odpowiedzi na to pytanie i nigdy nie będzie, można jednak formułować pewne sugestie. Podobnie wyglą-

tuje. Oczywiście na bieżąco uzgadniamy z przewodniczącymi kierunki rozwoju i prac ich grup. Po więcej szczegółów na temat poszczególnych struktur zapraszam na stronę IAG (<https://www.iag-aig.org/>).

Jakie cele pan sobie stawiał, aspirując do stanowiska prezydenta?

Przez kilka lat byłem przewodniczącym jednej z podkomisji działającej w ramach Komisji 3., więc kandydując na to stanowisko, z góry wiedziałem, jakie bę-

wał geodezję i kartografię, wyszły co najmniej trzy propozycje, w związku z czym nasz głos po prostu się nie przebił, być może nie został potraktowany poważnie. Na usprawiedliwienie mogę tylko powiedzieć, że dyskusje o tym, gdzie zakwalifikować geodezję i kartografię, trwają nie od lat, ale od dziesięcioleci. Proszę zauważyć, że większa część nauki związanej z geodezją lokalizuje się w naukach o Ziemi. Zdaję sobie

jednak sprawę z tego, że wykonawstwo geodezyjno-kartograficzne to klasyczne zastosowania inżynierijno-techniczne, podobnie jak geodezyjne działania dla administracji publicznej. O ile decyzja o likwidacji dyscypliny naukowej geodezja i kartografia praktycznie nie ma żadnego wpływu na badania naukowe, gdyż nową klasyfikację dyscyplin oparto na klasyfikacji OECD, czyli na tym, co obowiązywało już dawno na świecie, to ma ona swoje konsekwencje przede wszystkim w procesie kształcenia. Już zauważamy tendencje do likwidacji kierunków „geodezja i kartografia” i tworzenia „inżynierii geoprzestrzennej” czy „geoinformacji”, tendencje, które prawdopodobnie z biegiem czasu będą się nasilać.

Czasami słyszy się, że środowisko powinno walczyć o przywrócenie dyscypliny.

Opowiadam się zdecydowanie za, choć jestem też realistą i uważam, że obecnie jest to mało prawdopodobne. Pamiętając o błędzie, o którym mówiłem przed chwilą, dzisiejsze rozmowy w środowisku naukowym idą w kierunku złożenia do ministra edukacji i nauki petycji o zmianę nazwy dyscypliny naukowej z „inżynieria lądowa i transport” na „inżynieria lądowa, geodezja i transport”, która pozostałaby w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych. Dyskutowaliśmy o tym na ostatnim posiedzeniu Komitetu Geodezji PAN. Mam nadzieję, że ta inicjatywa się powiedzie, należy jednak pamiętać, że w wyniku reformy z 2018 roku ze 102 dyscyplin naukowych zostało 44 (plus 3 artystyczne), więc takich petentów jak my minister będzie miał co najmniej kilkudziesięciu.

To zapytam przewrotnie. Skoro raczej nie ma co liczyć na samodzielność, może trzeba iść w kierunku jeszcze większej integracji?

Ale ja uważam, że już teraz geodezja jest nauką interdyscyplinarną. Proszę zauważyć, że jeśli chodzi o obecną strukturę dziedzin i dyscyplin naukowych, to geodeci mogą się zidentyfikować oczywiście w dyscyplinie „inżynieria lądowa i transport” (dziedzina nauk inżynierijno-technicznych), ale również w dyscyplinie „nauki o Ziemi i środowisku” (dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych), „geografia społeczno-ekonomiczna i gospodarka przestrzenna” (dziedzina nauk społecznych), a nawet „informatyka” czy „informatyka techniczna i telekomunikacja” (obie – dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych).

A geodezja ma również powiązania z geofizyką, inżynierią środowiska, górnictwem i energetyką, inżynierią kosmicz-

ną i satelitarną, meteorologią czy naukami prawnymi. Na świecie najlepsze publikacje w zakresie badania kształtu Ziemi – ukazujące się np. w „Geophysical Research Letters”, „Journal of Geophysical Research” czy „Journal of Geodesy” – to publikacje łączące w sobie pomiary geodezyjne i modelowanie geofizyczne. Polecam państwu stronę Globalnego Geodezyjnego Systemu Obserwacyjnego (GGOS – Global Geodetic Observing System, www.ggos.org), gdzie w wyczerpujący sposób przedstawiono, czym jest geodezja, jakie produkty geodezja wytwarza oraz kto i w jaki sposób może je wykorzystywać. Bardzo ciekawie pokazano tam sprzężenie zwrotne pomiędzy informacją geodezyjną płynącą do innych dyscyplin a korzyściami, jakie geodezja od nich otrzymuje. Znajduje się tam również ogromna wiedza na temat skomplikowanego schematu połączeń geodezji z innymi dziedzinami nauki. To świetne źródło informacji ogólnych.

Czy brak samodzielnej dyscypliny nie będzie skutkowało z czasem likwidacją Komitetu Geodezji PAN?

Reforma Polskiej Akademii Nauk to temat bardzo delikatny. Pomysły na reformę PAN pojawiają się od wielu lat, niestety, większość z nich nie jest z PAN konsultowana. Są to autorskie wizje polityków, które w większości spotykają się z oporem środowiska związanego z PAN, gdyż nikt nie lubi być ignorowany. Z raportów przedstawianych Komitetowi Geodezji przez jego przewodniczącego prof. Jana Kryńskiego wynika, że nasz Komitet jest wysoko oceniany w strukturach Polskiej Akademii Nauk. Co więcej – po najnowszych wyborach weszło mnóstwo młodych ludzi, a przypominam, że członkami mogą być tylko osoby z minimum stopniem naukowym doktora habilitowanego, więc raczej likwidacja nam nie grozi. Natomiast jeśli będzie wola polityczna utworzenia nowej struktury PAN i połączenia Komitetu Geodezji z innymi, to, niestety, z bólem serca, ale będziemy musieli się tej decyzji podporządkować. Obecnie nie ma jednak takich skonkretyzowanych pomysłów.

Ostatnio Sekcja Geodezji i Geodynamiki KG PAN, której jest pan przewodniczącym, bardzo krytycznie wypowiedziała się o nowym rozporządzeniu ws. osnow.

No tak, trochę ten projekt skrytykowaliśmy i główny geodeta kraju, którego działalność notabene oceniam wysoko, za to się pewnie na nas lekko zdenerwował (*śmiech*). Ale przechodząc do meritum: najważniejszy zarzut polegał na zatarciu różnicy pomiędzy osnową fundamentalną, bazową i szczegółową, które mają zupełnie inne cele. W po-

równaniu z poprzednim rozporządzeniem zniknęły zagadnienia „przeniesienia” i „realizacji” układu odniesienia, jak również pojęcie „wpasowania” osnowy bazowej do osnowy fundamentalnej. Zastąpiło go pojęcie „wyrównania”, co skutkować będzie nałożeniem warunku skali, a to jest niezgodne z rekomendacjami międzynarodowymi w tej kwestii, np. podkomisji EUREF (European Reference Frame). Podnieśliśmy również zagadnienie osnowy zintegrowanej, ale nie takiej w rozumieniu potocznym (pozioma + pionowa), tylko w rozumieniu definicyjnym (pozioma + pionowa + gravimetryczna + magnetyczna). Ponadto projekt rozporządzenia pomijał niemal kompletnie zagadnienia związane z wiarygodnością metrologiczną osnow podstawowych, nie zawierał konkretnych wymagań i zaleceń, jak instrumenty służące do pomiarów mają być wzorcowane i komparowane. Dla nas – jako naukowców zajmujących się tematyką układów odniesienia oraz geodezji fizycznej i satelitarnej – są to kwestie podstawowe.

Żeby być konstruktywnym, zaproponowaliśmy współpracę przy tworzeniu nowego projektu, bo po to gremia typu komitetów PAN są powoływane. Jednak odpowiedzi ze strony GGK nie było. Doceńmy natomiast chęć konsultowania projektów rozporządzeń ze środowiskiem naukowym, gdyż takich działań u poprzednich GGK nie zauważałem. Przez wiele lat KG PAN o żadne opinie merytoryczne na temat aktów prawnych nie był proszony, a przecież skupia specjalistów w zakresie niemalże wszystkich zagadnień związanych z geodezją i kartografią.

Karierę naukową rozpoczął pan na WGiK PW. Jak zapamiętał pan te lata?

Politechnikę Warszawską zawsze wspominałem i będę wspominał z ogromnym sentymentem. Jest to nie tylko moja Alma Mater, ale również miejsce pracy przez 13 kolejnych lat po ukończeniu studiów. Spotkałem tam wielu wyjątkowych ludzi, wybitnych profesorów, świetnych kolegów, którzy odcisnęli swoje piętno na ukształtowaniu mnie jako naukowca. Nigdy nie zapomnę wykładów profesorów Janusza Śledzińskiego, Kazimierza Czarneckiego czy Marcina Barlika, których późniejsze wskazówki były dla mnie – młodego naukowca rozpoczynającego karierę – bezcenne. Oczywiście największy wpływ na moją karierę wywarł prof. Jerzy B. Rogowski, w którego zespołem miałem zaszczyt kilkanaście lat pracować, człowiek wielkiego spokoju i ogromnej wiedzy, jeden z pionierów nawigacji satelitarnej w Polsce. Na WGiK napisałem i obroniłem rozprawę doktorską, rozpocząłem pracę na stanowisku adiunkta,

przez kilka lat pełniłem funkcję zastępcy dyrektora Instytutu Geodezji Wyższej i Astronomii Geodezyjnej. W pewnym momencie stwierdziłem jednak, że doszedłem do ściany, przez którą nie byłem w stanie się przebić, co z czasem zaczynało się coraz bardziej kłócić z moją ambicją. Podziękowałem więc za współpracę i odszedłem, ale w zgodzie, więc dziś z osobami, które na WGiK pracują – włącznie z obecnym dziekanem dr. hab. inż. Januszem Walo, moim kolegą z nieistniejącego już IGWiAG – mam bardzo dobry kontakt.

Jak to się stało, że z PW trafił pan na WAT?

Moja współpraca z Wojskową Akademią Techniczną rozpoczęła się dużo wcześniej, niż zdecydowałem się na zmianę miejsca pracy. Stało się to za sprawą prof. Kazimierza Czarneckiego, który był wykładowcą obu uczelni i poszukiwał osoby do prowadzenia zajęć

której inteligencją, zapał i determinacją niezwykle sobie cenię.

Na WAT jest pan zastępcą przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Lądowa i Transport”. Czy w łonie Rady dochodzi do tarć między przedstawicielami „starych dyscyplin”?

Akurat nasza rada jest specyficzna, ponieważ obecnie ma wśród członków jedynie przedstawicieli dawnej dyscypliny naukowej „geodezja i kartografia”, dopiero w niedługim czasie zostanie uzupełniona o przedstawicielkę „transportu” i przedstawicieli „budownictwa”, ale to perspektywa minimum roku. Gdybym natomiast miał trochę poteoretyzować, to szczerze powiem, że nie bardzo widzę pola do tarć, o których pan mówi. Według przepisów ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* Rady Dyscyplin Naukowych (niewymienione zresztą z nazwy), jeśli już się powołuje (bo nie ma takiego obowiąz-

Obecnie na naszym Wydziale wyraźnie ukształtowały się zespoły badawcze związane z fotogrametrią i teledetekcją, geodezją satelitarną, GIS oraz geodezją fizyczną. To nasze geodezyjne obszary wiodące. Nie mogę oczywiście – jako prodziekan zajmujący się sprawami nauki – zapominać o zespołach naukowych związanych z budownictwem, jak np. eksploatacji obiektów infrastruktury, mechaniki gruntów, materiałów budowlanych, fizyki budowli i hydrotechniki czy konstrukcji żelbetonowych i stalowych. Swoje zadanie prodziekana realizuję, m.in. wspierając i motywując pracowników.

Z kolei rozwój rozumiany jest nie tylko przez pryzmat nauki i dydaktyki, ale przede wszystkim współpracy z otoczeniem gospodarczym i administracyjnym. To też istotny aspekt naszej pracy. Trzeba przyznać, że Akademia wspiera nas fi-



Pierwsze posiedzenie nowego Komitetu Wykonawczego IAG w 2019 r. w Montrealu. Prof. Janusz Bogusz szósty z prawej

z astronomii geodezyjnej, czym się wtedy zajmowałem. Moje wizyty na WAT często związane były również z dyskusjami na tematy naukowe, stąd wiedziałem, jakie badania tam się prowadzi. Gdy więc dojrzała we mnie decyzja o zmianie miejsca pracy, WAT był wyborem niejako oczywistym. I tu ogromna zasługa prof. Mariusza Figurskiego, który zaoferował mi niby niewiele, ale z drugiej strony bardzo dużo: komfort pracy. Przez kilka lat tworzyliśmy bardzo zgrany i dynamicznie rozwijający się zespół, który szybko zdobył renomę nie tylko w Polsce, ale również za granicą. Na WAT wypracowałem trójkę doktorów, 30 magistrów oraz 16 inżynierów. Mam teraz świetnie funkcjonujący zespół na czele z dr. hab. inż. Anną Kłos,

ku), to tylko w celu przejęcia uprawnień senatu uczelni w kwestii prowadzenia postępowań o nadanie stopni naukowych doktora lub doktora habilitowanego. Profesury według nowej ustawy proceduje Rada Doskonałości Naukowej. Oczywiście większość uczelni w swoich statutach dołożyła radom dodatkowe obowiązki, statut WAT na przykład narzuca RDN 22 zadania, jednakże cel główny jest wyraźnie sformułowany. W kwestiach związanych z postępowaniami awansowymi oczywiście prowadzone są dyskusje, w trakcie których może również dochodzić do tarć, ale wszystkim nam w radzie przyswieca jeden cel, a mianowicie rozwój dyscypliny naukowej „inżynieria lądowa i transport”.

Ponadto na WILiG WAT pełni pan funkcję prodziekana ds. nauki i rozwoju.

nansowo i organizacyjnie. Wspomnę tu stypendia rektora za najwyższej punktowane publikacje, Uczelniane Granty Badawcze, nagrody za działalność naukową, dydaktyczną i organizacyjną, wsparcie wnioskodawców i kierowników projektów naukowych, Dział Prawny itd.

W 2019 roku wraz z dziekanem płk. prof. Michałem Kędzińskim opracowaliśmy założenia polityki naukowej Wydziału z systemami motywacyjnymi w postaci Wydziałowych Strumieni Finansowania Nauki, Dziekańskich Grantów Habilitacyjnych czy Dziekańskich Grantów Inicjujących Habilitację, gdyż zdajemy sobie sprawę, że ten element ścieżki kariery naukowca od lat przysparza największych problemów. Opłacamy otwarty dostęp do publikacji naukowych

pracowników Wydziału, promujemy mobilność. Niestety, pandemia pokrzyżowała nam wiele planów, w tym wszystkie staże naukowe i wyjazdy konferencyjne. Ponadto zapewniamy pełne wsparcie administracyjne prowadzonych na Wydziale projektów: od etapu wniosku, poprzez realizację, po sprawozdanie końcowe. Zresztą dotyczy to wszelkich formalności, np. przetargowych – pracownicy naukowcy nie muszą się tym w ogóle przejmować.

A cel na najbliższe miesiące?

Walczymy o minimum kategorię naukową B+, bo według obowiązujących przepisów dopiero ona daje możliwości nadawania stopni naukowych oraz prowadzenia kształcenia w Szkole Doktorskiej. Nie trzeba chyba nikomu tłumaczyć, jak ważny jest napływ młodych ludzi. Jest też aspekt finansowy: subwencja uzależniona będzie od kategorii naukowej. No i oczywiście B+ to pełne możliwości w zakresie kształcenia na wszystkich kierunkach, a nie tylko na kierunkach praktycznych. Rok 2022, w którym zostaną ogłoszone wyniki ewaluacji jakości działalności naukowej za lata 2017–2021, będzie istotny dla wielu polskich uczelni.

w kilka sekund. Proszę zwrócić uwagę, jak na przestrzeni lat zmieniło się zastosowanie systemu GPS – wykorzystywany jest już nie tylko do pozycjonowania.

A te inne zastosowania?

Meteorologia GNSS jest już standardem, to samo można powiedzieć o radio-okultacji. Ostatnio czytałem o metodzie wyznaczania zmian poziomu oceanów za pomocą anteny GPS, ale umieszczonej do góry nogami i obserwującej sygnały odbite od wody, a przecież zawsze nas uczono, że efekt interferencji fal wtórnych to coś najgorszego, jeśli chodzi o zakłócenia sygnału GPS.

Kiedyś podczas prezentacji jednego z wybitnych światowych geodetów zauważyłem takie hasło: „someone’s noise can be someone’s signal” (czyjeś zakłócenie może być czyimś sygnałem). Idziemy w tym kierunku. W geodezji fizycznej dużą nadzieję przywiązuje się do misji GOCE Follow-On Europejskiej Agencji Kosmicznej – to pierwszy satelita, który będzie wyposażony w grawimetr kwantowy. Być może jest to droga do geoidy „centymetrowej”, ale w pełnym tego słowa znaczeniu, to znaczy o jednocen-

Jednak prawdziwą rewolucją koncepcyjną (ale nie „science fiction”) jest dla mnie geodezja relatywistyczna, idea zaproponowana przez Alberta Einsteina, a do geodezji przeniesiona przez szwedzkiego geodetę Arne Bjerhammara w latach 50. ubiegłego wieku. Za pomocą bardzo stabilnych zegarów można wyznaczać potencjał siły ciężkości (jak wiadomo, obecnie nie dysponujemy urządzeniami mierzącymi potencjał, tylko jego pochodne), a więc również wskazywać położenie powierzchni stałego potencjału i mierzyć odległości między nimi. Czyli używając terminologii geodezyjnej – wykonywać niwelację precyzyjną na dowolne odległości, nawet interkontynentalne. Pierwsze testy wykonali już Niemcy i wyniki są obiecujące, w Polsce zresztą też przez krótki czas nad tym pracowano. Szkoda, że w tym przypadku akurat technologia nie nadąża za teorią, ciągle nie mamy wystarczająco stabilnych zegarów, gdyż potrzebujemy około 10^{-19} sekundy, co odpowiada błędowi wyznaczenia różnicy wysokości 1 mm.

Na koniec zapytam o marzenia naukowe.

Dzisiaj z kosmosu możemy obserwować każdy element „systemu Ziemia”. Nowe generacje satelitów nawigacyjnych zapewniają coraz dokładniejsze pozycjonowanie, za pomocą InSAR mamy „zeskanowany” już cały świat, cywilne satelity teledetekcyjne lub nawet roje mikrosatelitów niedługo zaoferują zdjęcia o rozdzielczości kilkucentymetrowej, a superszybkie komputery dzięki nowoczesnemu oprogramowaniu opracują to w kilka sekund.

Jakie widzi pan kierunki rozwoju geodezji na świecie?

Od wielu lat tak naprawdę decydują o tym elektronicy, mechanicy i informatycy, bo rozwój geodezji jest związany z nowymi, zaawansowanymi technikami, przede wszystkim satelitarnymi i komputerowymi, ale również myślę tutaj o sprzęcie pomiarowym. Geodezja jest jednym z tysięcy obszarów, które ogromnie zyskały na zastosowaniu różnego rodzaju technik satelitarnych. Dzisiaj z kosmosu możemy obserwować każdy element „systemu Ziemia”. Nowe generacje satelitów nawigacyjnych zapewniają coraz dokładniejsze pozycjonowanie, za pomocą InSAR mamy „zeskanowany” już cały świat, cywilne satelity teledetekcyjne lub nawet roje mikrosatelitów niedługo zaoferują zdjęcia o rozdzielczości kilkucentymetrowej, a superszybkie komputery dzięki nowoczesnemu oprogramowaniu opracują to

tymetrowej dokładności w dowolnym miejscu na Ziemi, a nie co kilkadziesiąt czy kilkaset kilometrów. Zresztą unifikacja systemów wysokości i precyzyjny Międzynarodowy Ziemi System Wysokości (IHRIS – International Height Reference System) jeszcze dłużej w geodezji będą wyzwaniem.

W pana wypowiedzi pojawiło się modne we współczesnej nauce słowo „kwantowy”.

Geodezja kwantowa też już jest teraz. Kupiony przez Instytut Geodezji i Kartografii absolutny grawimetr kwantowy pracuje w Obserwatorium Geodezyjno-Geofizycznym Boro-wa Góra jako siódmy na świecie. IAG półtora roku temu powołała do życia projekt „Novel Sensors and Quantum Technology for Geodesy” mający na celu integrację teorii fizycznych i praktyki geodezyjnej.

Nie wiem, co na ten temat sądzą inni naukowcy, ale gdybym ja miał zdefiniować takie marzenia, odpowiedziałbym tak: Marzeniem naukowca powinno być zostawienie po sobie takiego dorobku, nie tylko w postaci artykułów naukowych, ale również np. zespołu naukowego, żeby informacja o nim nie umarła wraz z nim, a wręcz przeciwnie: żyła jak najdłużej. Dodam jeszcze, że zawsze ciekawił mnie związek geodezyjnych badań naukowych z szeroko rozumianą informatyką: wielkie i szybkie komputery, miliardy operacji na sekundę, jak np. analityka big data czy symulacje. Bardzo lubię programować, choć umiem to robić tylko w stopniu podstawowym, mogę nawet powiedzieć, że mnie to relaksuje. Wiem, nie jest to całkiem normalne (*śmiech*), ale mam też zwyczajne hobby: uwielbiam sport, bardzo lubię gotować i majsterkować.

Rozmawiał Damian Czekaj