

watorium. Mój szef Bernard Guinot, który przechodził do Sèvres i kompletował zespół, zaproponował mi przeniesienie się tam wraz nim. Dla mnie było to wybawienie z kłopotu i pozwoliło zająć solidną pozycję.

Po co geodeta w Międzynarodowym Biurze Wag i Miar?

Pracę zaproponowano mi właśnie dlatego, że jestem geodetą, bo w służbie czasu, którym biuro się także zajmuje, geodezja satelitarna jest jedną z kluczowych technik. Piastuję jednak stanowisko naczelnego fizyka, a od strony formalnej jestem urzędnikiem międzynarodowym. W historii BIPM jestem jedynym, jak do tej pory, obywatelem polskim zatrudnionym na stałym etacie.

BIPM to dość specyficzna organizacja.

Biuro w Sèvres jest organizacją międzynarodową (międzynarodową), eksterytorialną, o statusie podobnym do ONZ, złożoną z personelu pochodzącego z państw członkowskich. Zostałem więc urzędnikiem międzynarodowym, ze wszelkimi przywilejami, jak chociażby zakwalifikowanie do kategorii nie-rezydenta o statusie dyplomatycznym. Rozwiązało to moją sytuację jako obywatela polskiego przebywającego stale we Francji. Z pracą w Sèvres wiązały się i inne przywileje, jak samochód na numerach dyplomatycznych, zwolnienie z płacenia podatków, a nawet... mandatów. (*śmiech*)

BIPM jest więc po części urzędem i instytucją badawczą?

Tak. Zadaniem BIPM jest świadczenie usług naukowych państwu członkowskim, by zaś te usługi były na najwyższym poziomie, muszą być prowadzone badania.

Jak Biuro jest zorganizowane?

Pracuje w nim tylko około 70 osób, ale wraz z zewnętrznymi instytucjami stanowi całą machinę organizacyjną. Poza laboratoriami istnieje piramida komitetów, rada nadzorcza i sieć współpracujących z nami krajowych instytutów metrologicznych (National Metrology Institutes, NMIs), których odpowiednikiem w Polsce jest Główny Urząd Miar.

Aktem założycielskim, swego rodzaju konstytucją, do której często odnosimy się w dokumentach, jest Konwencja Metryczna z 1875 roku podpisana przez 17 krajów. Nasza władza legislacyjna to Konferencja Generalna Wag i Miar (CGPM, Conférence Générale des Poids et Mesures). Jest to zgromadzenie przedstawicieli rządów państw członkowskich, które zbiera się raz na cztery lata w Paryżu i ustala budżet oraz ogólne zarysy programu. W konferencji bierze udział 55 krajów członkowskich plus ok. 30 krajów stowarzyszonych (bez prawa głosowania).

Niżej jest CIPM (Comité International des Poids et Mesures), czyli rodzaj rady nadzorczej. To 18-osobowe ciało

zbiera się zawsze jesienią. Posiedzenie trwa tydzień, składane są wtedy raporty przygotowane przez BIPM, odbywają się przesłuchania. Członkami CIPM są wybitni metrologowie, zdarzają się nawet nobliści. W przeszłości należał do tego grona Dmitrij Mendelejew. Ciekawostką jest to, że na początku XX wieku pracowała w BIPM na kontrakcie Maria Skłodowska-Curie.

W jaki sposób odbywa się rozpoznawanie systemu miar?

W strukturze organizacyjnej BIPM niezwykle ważne są Komitety Konsultatywne (CC, Consultative Committee). Każda jednostka miar (czasu, długości, masy itd.) ma swój komitet, który składa się z najwybitniejszych ekspertów światowych. W każdym z 10 komitetów zasiada 20-30 osób. Zbierają się raz na 2-3 lata i wydają rekomendacje. Na jednym posiedzeniu zgłasza się do 10 rekomendacji. Dotyczą one z reguły spraw bardzo specjalistycznych i porządkujących obszar naszego działania, np. otwieranie nowych prac badawczych, zmiany formatu danych, ale również, a raczej przede wszystkim, zmian definicji jednostek podstawowych SI. Rekomendacje nie są poleceniami, ale są wykonywane przez wszystkie kraje członkowskie. Te najważniejsze, przejmowane przez CIPM czy CGPM, są rekomendacjami wyższego rzędu. Tak się zdarza, gdy trzeba zmienić definicję jednostki, co jest bardzo po-

JAK TO BYŁO Z CZASEM

● **3500 p.n.e.** - znany jest gnomon - najprostszy zegar, jego cień wskazuje położenie Słońca.

● **3000 p.n.e.** - Sumerowie dzielą dzień na 12 części.

● **2000 p.n.e.** - Babilończycy dzielą dzień na 24 godziny, a godzinę na 60 minut.

● **2000-1500 p.n.e.** - w Mezopotamii stosowane są zegary wodne.

● **45** - w Cesarstwie Rzymskim wprowadzono kalendarz juliański.

● **XIV wiek** - powstają pierwsze zegary mechaniczne.

● **1582** - bulla papieża Grzegorza XIII wprowadza kalendarz gregoriański (niweluje on opóźnienia w stosunku

do roku zwrotnikowego, które miał kalendarz juliański).

● **1656** - Christian Huygens wykonał model wahadła, którego okres nie zależał od kąta wychylenia.

● **1761** - zegar skonstruowany przez Johna Harrisona (model H4) rozwiązał główny problem nawigacji: pomiar długości geograficznej na morzu.

● **1832** - Carl Gauss zdefiniował sekundę jako 1/86 400 część średniej doby słonecznej. Sądzone wtedy, że ruch obrotowy Ziemi jest stały.

● **1884** - Międzynarodowa Konferencja ds. Południka przyjęła astronomiczny czas słoneczny średni na południ-

ku zerowym (przechodzącym przez obserwatorium w Greenwich) jako czas standardowy i rozpropagowała go jako GMT. Czas liczony był od południa (godz. 12.00).

● **1928** - powstaje pierwszy oscylator kwarcowy.

● **1929** - wprowadzenie czasu uniwersalnego UT, który odnosił się do GMT, lecz liczony był od północy; UT jest skalą czasu opartą na rotacji Ziemi. Z chwilą wynalezienia zegarów kwarcowych i atomowych okazało się, że UT nie jest skalą jednostajną. W jego miejsce wprowadzono UTO - czas uniwersalny prawdziwy, UT1, i UT2 - czas uniwersalny quasi-jednostajny.

● **1949** - w amerykańskim National Bureau of Standard powstaje pierwszy zegar atomowy, maser amoniaku, ale jest on mniej dokładny od zegarów kwarcowych.

● **1954** - zdefiniowanie czasu efemeryd (ET); wyznaczany był na podstawie ruchu orbitalnego Ziemi wokół Słońca, co miało wyeliminować wpływ nierównomierności ruchu obrotowego Ziemi.

● **1955** - Pierwszy dokładny zegar atomowy bazował na danych przejść między dwoma nadsubtelnymi poziomami stanu podstawowego atomu cezu-133, zbudował go Louis Essen w National Physical Laboratory w Anglii. To dopro-



FOT. BIPM

Pawilon główny Międzynarodowego Biura Wag i Miar

ważną sprawą, bo do tego potrzebna jest zgoda państw członkowskich. Wszystkie rekomendacje idą w dół bezpośrednio do NMI na całym świecie.

Czy właśnie wydawanie tych rekomendacji jest misją BIPM?

Naszą misją jest definiowanie, utrzymanie i rozpowszechnianie systemu SI. BIPM powstało nie dla jakichś górno-łotnych idei naukowych czy tworzenia abstrakcyjnego systemu, ale dla celów praktycznych, konkretnie handlowych. Sensem naszego działania jest to, by w życiu codziennym ludziom było łatwiej funkcjonować. Rekomendacje, o których mówię, ułatwiają handel i wymianę międzynarodową. Współczesne

społeczeństwa mogą się bardzo szybko rozwijać m.in. dzięki spójnemu wspólnemu systemowi miar. I cała nasza organizacja pracuje nad udoskonalaniem tego systemu. On przenika do tkanki gospodarczej, naukowej, handlowej całego świata.

Przypomnijmy, że powstanie GPS wiąże się ściśle z ogromnym postępem w metrologii czasu. Odpowiednie technologie i rekomendacje w dziedzinie czasu powstawały już w latach 50. i 60., gdy zaś do użycia weszły zegary atomowe, powstała atomowa skala czasu. A GPS pozwolił m.in. na rewolucję w geodezji, która przeszła od optyki do metod satelitarnych.

Jak odbywa się finansowanie działalności BIPM?

Budżet wynosi około 14 mln euro i pochodzi ze składek państw członkowskich. Są z tym pewne problemy, bo od kilku lat Stany Zjednoczone nie zgadzają się na podwyższenie składki. Wiąże się to z ogólną polityką tego kraju dotyczącą organizacji międzynarodowych, takich jak UNESCO czy ONZ, a nie z zastrzeżeniami do naszej działalności. Z drugiej strony wypada zauważyć, że USA są pod względem metrologii samowystarczalne.

Kto liczy się najbardziej w BIPM?

Te kraje, które mają potężne instytucje metrologiczne, czyli: USA, Wlk. Brytania, Niemcy, Francja, Rosja, Chiny. Odbija się w tym oczywiście wielka polityka.

Jak na tym tle wygląda Polska?

Polska bierze udział w pracach trzech komitetów konsultacyjnych na dziesięć. W przeszłości Polacy pojawiali się w składzie CIPM. Najdłużej członkiem CIPM był inż. Zdzisław Rauszer (1936-52), ojciec założyciel polskiej metrologii, potem byli prof. Niewodniczański (1967-1968) i prof. Tomasz Plebański (1983-1994). Teraz nie ma nikogo i pewnie długo nie będzie, bo nasza metrologia jest w zapaści instytucjonalnej.

wadziło do przyjętej na całym świecie definicji sekundy opartej na czasie atomowym.

- **1955** - zdefiniowanie UT1 - czasu średniego uniwersalnego, czyli średniego czasu słonecznego chwilowego południka Greenwich odniesionego do chwilowej osi obrotu Ziemi.
- **1956** - nowa definicja sekundy: $1/31\,556\,925,9747$ część roku zwrotnikowego w 1900 r.
- **1958** - początek atomowej skali czasu (1 stycznia, godz. 0.00 wg czasu uniwersalnego UT2).
- **1964** - czas uniwersalny koordynowany UTC stanowi podstawę czasu cywilnego i wypiera GMT.
- **1967** - kolejna zmiana definicji sekundy, jest to czas trwania $9\,192\,631\,770$ okresów promieniowania odpo-

wiadającego przejściu między dwoma nadsubtelnymi poziomami stanu podstawowego atomu cezu 133.

- **1970** - określono skalę czasu atomowego TAI. Nie jest ona związana z ruchem obrotowym Ziemi, natomiast sekundzie SI odpowiada sekunda czasu atomowego uzyskana na obracającej się geoidzie. Czas atomowy został wyskalowany do związania z epoką 1900.0 czasu astronomicznego efemerydalnego.
- **1978** - do użytku wchodzi system nawigacji satelitarnej GPS. System bazuje na czasie GPS time wyznaczanym przez własne zegary atomowe. Różnica między TAI a GPS time jest stała i wynosi 19 sekund.
- **1972** - początek ciągłego monitorowania TAI przez Mię-

dzynarodowe Biuro Czasu (BIH) w Paryżu.

- **1972** - wprowadzenie sekundy skokowej do UTC.
- **1976** - zdefiniowanie czasów dynamicznych: ziemskiego TDT i barycentrycznego TDB opisującego ruch planet (środek tego układu znajduje się w środku ciężkości Układu Słonecznego). Od 1977 r. TDT zastąpił ET.
- **1983** - Konferencja Generalna Wag i Miar (CGPM) powiązała definicję metra z sekundą, według niej metr jest to odległość równa drodze przebytej przez światło w próżni w czasie $1/299\,792\,458$ sekundy.
- **1985** - BIPM w Sèvres pod Paryżem rozpoczyna liczenie TAI i utrzymanie UTC.
- **1991** - Zgromadzenie Generalne IUG zatwierdza

czas ziemski TT - skalę czasu będącą odniesieniem dla pozornych efemeryd geocentrycznych. Czas TT zastąpił TDT. Zgromadzenie wprowadza także definicję czasu współrzędnych geocentrycznych TCG. Jest to czas w czterowymiarowej czasoprzestrzeni - Niebieskim Geocentrycznym Systemie Odniesienia, który porusza się w przestrzeni wraz z ruchem orbitalnym Ziemi wokół barycentrum Układu Słonecznego.

- **2000** - IUG definiuje na nowo UT1.
- **2000** - Międzynarodowa Unia Telekomunikacji (ITU), agenda ONZ, rozpoczyna prace w Genewie nad redefinicją UTC w celu wyeliminowania sekundy skokowej (prze-
stępniej).■