



METROLOGIA

Biuletyn Informacyjny Głównego Urzędu Miar

Wydanie jubileuszowe w 90. rocznicę utworzenia GUM

maj 2009





Szanowni Państwo

Rok 2009 jest dla polskiej administracji miar rokiem jubileuszowym, w którym przypada dziewięćdziesiąta rocznica ogłoszenia Dekretu o miarach, podpisanego przez Naczelnika

Państwa Józefa Piłsudskiego, Prezydenta Ministrów Ignacego Jana Paderewskiego oraz Ministra Przemysłu i Handlu Kazimierza Hącię.

Głównym zadaniem powołanego do życia Głównego Urzędu Miar było przede wszystkim ujednoczenie systemu miar w Polsce, w związku z istniejącymi różnymi systemami na terenach byłych trzech zaborów. Równoległe z powstaniem Głównego Urzędu Miar powstawały okręgowe i obwodowe urzędy miar, które obecnie tworzą rządową administrację miar.

Na przestrzeni dziewięćdziesięciu lat administracja miar w Polsce przechodziła szereg przekształceń, czego konsekwencją były nie tylko zmiany struktur organizacyjnych, ale także zmiany nazw instytucji: Główny Urząd Miar, Centralny Urząd Jakości i Miar, Polski Komitet Normalizacji i Miar, Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości. Dopiero ustawa z dnia 3 kwietnia 1993 r. o utworzeniu Głównego Urzędu Miar przywróciła Urzędowi historyczną pierwotną nazwę oraz zakres kompetencji, jak również określiła status prawny i miejsce administracji miar w systemie administracji państwowej.

Na przestrzeni mijających dziewięćdziesięciu lat od powołania do życia Głównego Urzędu Miar, pomimo różnych trudności, metrologia w Polsce nieustannie rozwijała się i rozwija, czego dowodem jest udział Urzędu w pracach międzynarodowych organizacji metrologicznych oraz w międzynarodowych porównaniach międzylaboratoryjnych. Wszystko to byłoby niemożliwe, gdyby nie zaangażowanie pracowników administracji miar. To dzięki ich pracy metrologia w Polsce jest dzisiaj na wysokim poziomie i z nadzieją patrzymy w przyszłość mając pewność, że sprostamy zadaniom, które zostaną postawione przed administracją miar w Polsce.

W celu przybliżenia dziejów administracji miar w Polsce w ubiegłym roku staraniem Głównego Urzędu Miar została wydana publikacja obrazująca dzieje administracji miar w Polsce autorstwa Pana Andrzeja Barańskiego pt. „Główny Urząd Miar na Elektoralnej”. Także obecny numer *Metrologii Biuletynu Informacyjnego GUM* ma charakter publikacji okolicznościowej i w całości poświęcony jest historii poszczególnych dziedzin pomiarowych w Głównym Urzędzie Miar oraz polskiej administracji miar. Autorzy artykułów, to długoletni pracownicy lub byli pracownicy, którzy na łamach niniejszego wydania *Biuletynu* zechcieli się z nami podzielić swoimi, często bardzo osobistymi, refleksjami związanymi z ich pracą w Głównym Urzędzie Miar.

Pragnąc podziękować wszystkim pracownikom administracji miar w Polsce za przepracowane lata, za odpowiedzialne wykonywanie obowiązków, za ich zaangażowanie, podjęłam decyzję o zorganizowaniu obchodów jubileuszu 90-lecia Głównego Urzędu Miar i administracji miar w Polsce. Na moją prośbę Prezydent Rzeczypospolitej Polskiej, Pan Lech Kaczyński, oraz Wicepremier, Pan Waldemar Pawlak, objęli honorowy patronat nad obchodami jubileuszu. Również w dowód uznania dla pracy administracji miar w Polsce i za wkład w funkcjonowanie gospodarki naszego kraju, Prezydent Lech Kaczyński przyznał dziewięćdziesięciu pięciu pracownikom administracji miar medale za długoletnią służbę.

Janina Maria Popowska

Prezes Głównego Urzędu Miar

Wstęp

Dziewięćdziesiąta rocznica utworzenia, którą obchodzi w tym roku Główny Urząd Miar, nasuwa wiele refleksji związanych zarówno z okolicznościami tego doniosłego wydarzenia, jak i z ogromnie powikłaną, zawierającą radykalne nieraz zmiany i nieoczekiwane wydarzenia, historią Urzędu.

Powstał on w burzliwych czasach, w chwili kiedy ważyły się losy Państwa Polskiego, tuż po odzyskaniu niepodległości. Na wieczną i wdzięczną pamięć zasługują więc twórcy GUM, którzy potrafili docenić, jak wielkie znaczenie ma dla państwa porządek w dziedzinie miar, a których determinacja pozwoliła w trudnych czasach, po wielkich, niszczących Polskę wojnach osiągnąć zamierzony cel. Jak potem miało się okazać, w niewiele lat później musieli – z winy upartych najeźdźców – po raz drugi zaczynać swą pracę od początku.

Zabory i najazdy obcych mocarstw były przyczyną, że GUM mógł powstać dopiero w 1919 r., a pierwsze trzydzieści lat jego historii upłynęło w cieniu dwóch największych w dziejach wojen i niemal dosłownie w samym ich środku, a potem w ciężkich powojennych latach. I dlatego właśnie zaskakujące może wydać się to, że wiodące w dziedzinie miar i metrologii kraje dużo nas nie wyprzedziły, choć działać mogły w warunkach niepomiernie lepszych niż Polska. Niemiecki Physikalisch-Technische Bundesanstalt liczy bowiem swoją historię od 1887 r., brytyjskie National Physical Laboratory – od 1900 r., a rosyjski Instytut im. D. Mendelejewa – od 1842 r. A jeszcze bardziej zaskakujące musi być tempo, w jakim GUM, a ściślej: wszyscy, których praca złożyła się na imponujący dorobek Urzędu, potrafili nadrabiać zapóźnienia i w rezultacie zapewnić GUM-owi wysoką pozycję w światowej metrologii.

Niestety, niewiele na ten temat napisano i całkiem realna wydaje się obawa, że ta żmudna, wytrwała, a uwieńczona wartościowymi osiągnięciami praca może zostać zapomniana. I dlatego można mieć chyba nadzieję, że niniejsze jubileuszowe wydanie kwartalnika „METROLOGIA. Biuletyn Informacyjny Głównego Urzędu Miar” zostanie przyjęte z uznaniem.

Autorami wszystkich artykułów są pracownicy Głównego Urzędu Miar, emerytowani bądź czynni, którzy piszą o bardzo różnych wydarzeniach i sprawach z historii Urzędu. Obok rozpraw poświęconych historii GUM-u oraz rozwojowi niektórych dziedzin metrologii możemy przeczytać relacje o pracach, w których z wielkim zaangażowaniem uczestniczyli Autorzy, a także bardzo osobiste wspomnienia z czasów powojennej, związanej z GUM młodości.

Jako pierwszy prezentowany jest esej Pana **dr. Andrzeja Barańskiego**, byłego wieloletniego kierownika Laboratorium Niskich Napięć i Prądów, przez szereg lat adiunkta, a także znanego i cenionego historyka metrologii oraz redaktora wydawanego przez kilka lat czasopisma „Metrologia i Probiernictwo. Biuletyn GUM”. Autor opierając się na własnych badaniach omawia historię rozwoju metrologii elektrycznej w GUM. Przedstawia wydarzenia zarówno z najwcześniejszych lat Urzędu, jak też wydarzenia z okresu po drugiej wojnie światowej.

W artykule Pana **dr. Albina Czubli**, kierownika Laboratorium Czasu i Częstotliwości w Zakładzie Elektrycznym, znajdzie Czytelnik historię rozwoju pomiarów i dystrybucji czasu w Polsce, nierozłącznie związaną z dziejami GUM. Opracowanie to obejmuje okres 90 lat, wszystkie aspekty rachuby czasu oraz fakty z historii GUM.

Z kolei Pan **mgr Jerzy Pietrzykowski**, były wieloletni pracownik naukowy Zakładu Promieniowania Optycznego i kierownik Samodzielnego Laboratorium Promieniowania

Optycznego Głównego Urzędu Miar, wspominając 40 lat swej pracy w Urzędzie przedstawia równocześnie, jak rozwijała się w tym czasie jego dziedzina pomiarów. Pisze o ważniejszych zrealizowanych tematach badawczych, ważniejszych osiągnięciach, a także o współpracy międzynarodowej.

Artykuł Pani **mgr Danuty Dobrowolskiej**, kierownika Laboratorium Akustyki i Drgań Zakładu Mechaniki i Akustyki, zawiera historię rozwoju pomiarów akustycznych w GUM. Omawia najważniejsze prace, dużo uwagi poświęca też współpracy krajowej i międzynarodowej. Obejmuje on również okres prawie czterdziestu lat.

Pani **mgr Barbara Piotrowska**, emerytowany dyrektor Zakładu Masy i Siły omawia historię pomiarów masy w okresie swojej czterdziestoletniej pracy w GUM. Pisze też o rozwoju krajowej infrastruktury w tej dziedzinie. Omawia też inne wydarzenia z historii GUM. Trzeba wspomnieć, że Pani Barbara Piotrowska była również jednym z redaktorów czasopisma „Metrologia i Probiernictwo”.

Autorkami kolejnego artykułu są Pani **mgr Elżbieta Lenard**, główny specjalista i Pani **dr Jolanta Wasilewska**, kierownik Laboratorium Lepkości, Gęstości i Analizy Spektralnej Zakładu Fizykochemii. W ich szkicu przeczytamy, jak rozwijały się pomiary gęstości. Autorki sięgają przy tym do własnych wspomnień sprzed lat, a także do zapisanych niegdyś wspomnień nieżyjącego już, niestety, Pana mgr. Włodzimierza Wnukowskiego, wieloletniego, zasłużonego pracownika GUM.

Zamyka jubileuszowy numer Biuletynu szkic wspomnieniowy Pana **mgr. Jerzego Mikoszewskiego**, jednego z niewielu już pracowników, pamiętających odbudowę Urzędu po strasznych zniszczeniach w czasie Powstania Warszawskiego. Autor, wieloletni pracownik naukowy GUM, pełnił m.in. funkcję kierownika Laboratorium Siły i Twardości oraz dyrektora b. Zakładu Metrologii Ogólnej. Jest autorem 4 książek i wielu publikacji, w tym również o historii metrologii. W chwili zakończenia wojny miał zaledwie 17 lat. Okres powojennej odbudowy GUM to początek jego pracy zawodowej, równolegle odbywanych studiów i przede wszystkim czasy jego młodości. Z tego względu, w odróżnieniu od pozostałych szkiców, w jego wspomnieniach dominują przeżycia i wrażenia osobiste. Wśród opisów rzeczywistości powojennej napotykamy epizody z życia towarzyskiego pracowników GUM, a czasem wydarzenia humorystyczne.

Zapraszając do lektury, pozostaje wyrazić nadzieję, że jubileuszowe wydanie Biuletynu zyska zainteresowanie Czytelników, a także przyczyni się do utrwalenia pamięci o ludziach i wydarzeniach z historii Głównego Urzędu Miar.

dr Jerzy Borzymiński

Na początku był licznik ...

90. rocznica powołania administracji miar jest okazją do zaprezentowania retrospektywnego przeglądu metrologii elektrycznej w Głównym Urzędzie Miar.

Szybki rozwój środków produkcji w II połowie XIX wieku spowodował wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną. Kończyła się bowiem „epoka pary” a zaczynała „era elektryczności”. Tę nową postać energii coraz częściej zaczęto wszechstronnie używać do oświetlenia, napędzania maszyn i ogrzewania. Wytwarzano ją początkowo w niezawodowych elektrowniach przyfabrycznych, które produkowały prąd głównie dla własnych potrzeb a nadwyżki sprzedawały drobnym odbiorcom. W końcu XIX wieku zaczęły powstawać elektrownie zawodowe wykorzystujące różne źródła energetyczne: węgiel, gaz ziemny i koksowniczy, siłę spadku wody. W XX wiek Europa wchodziła z poważnym dorobkiem w dziedzinie wytwarzania, przesyłania i wykorzystywania elektryczności. Na tym tle powstał problem rzetelności rozliczeń między wytwórcami a odbiorcami. Pierwszy licznik¹⁾ prądu zmiennego na skalę przemysłową wyprodukowała w 1889 r. firma Ganz w Budapeszcie. I to był kamień węgielny w rozwoju metrologii elektrycznej. Za producentem węgierskim podążyli wytwórcy niemieccy, francuscy i szwajcarscy: *Siemens, Chauvin-Arnoux, Compagnie de Compteur, Landys-Gyr* i inne. Pomiary elektryczne i konstrukcja liczników stały się przedmiotem zainteresowania państwowych służb legalizacyjnych całej Europy. Następstwem tego było wprowadzenie systemu taryf za zużycie elektryczności i obowiązek legalizacji liczników.

Polska niepodległa przejmowała w 1919 roku dziedzictwo trzech zaborów z niejednorodną strukturą legalizacyjną, rozbieżnymi przepisami i odrębnymi jednostkami miar. Na obejmowanym w myśl *traktatu wersalskiego* terenie znalazły się duże okręgi przemysłowe, jak np.: warszawski, łódzki, śląsko-dąbrowski, drohobycki, częstochowski, białostocki. Oprócz niezawodowych działały tam elektrownie miejskie, trakcyjne, kopalniane i fabryczne. W użytkowaniu były liczniki różnych typów i wytwórców, wprawdzie okresowo sprawdzane we wzorcowniach licznikowych (na terenach elektrowni), ale przy pomocy często kontrowersyjnych metod pomiarowych. Stąd problematyczny cały sens tych zabiegów.

Dla nowej administracji miar było to kłopotliwe dziedzictwo, ale bogate wartościową kadrą i różnorodnością doświadczeń, a ubogie materialnie brakiem własnych pomieszczeń i wyposażenia. Zaborcy bowiem opuszczając kraj, wyszabrowali wiele urzędzeń, zostawiając nierzadko puste budynki izb legalizacyjnych. Były też i prozaiczne bariery językowe. Dziś może wydawać się to dziwne, ale wtedy stanowiły poważną trudność we wzajemnym porozumieniu. Ludność każdej dzielnicy władała wprawdzie językiem polskim, lecz pełnym regionalizmów i obcych naleciałości. Do tego dochodziła różnorodna terminologia techniczna. Przed odradzającym się państwem wyrastały gigantyczne problemy. Koniecznym było opracowanie nowego prawa o miarach, wprowadzenie systemu metrycznego, przewzorcowanie przyrządów pomiarowych, edukacja personelu, tworzenie nowej terminologii, wyposażanie i uruchamianie pracowni pomiarowych. Wśród tych rozlicznych zadań wysoką pozycję zajmował problem pierwszej pracowni elektrycznej.

Dekret o miarach z dnia 8 lutego 1919 r. powołał Główny Urząd Miar, jako instytucję sprawującą nadzór nad rzetelnością i jednolitością miar w Polsce. W tradycyjnych dziedzinach po-

¹⁾ Ilekroć w tekście wystąpi określenie „licznik” („liczniki”), chodzi o „licznik energii elektrycznej”.

miarowych, takich jak: masa, długość, kąt, pojemność i inne, początki były łatwiejsze, gdyż od razu przejmowano bogate doświadczenia – gorzej w niepoznanych.

GUM od samego początku dostrzegał problem rozliczeń zużycia elektryczności. Na przyznanych Polsce terenach pomiarów elektrycznych, w rozumieniu czynności techniczno-prawnych, nie prowadzono. Istniało wprawdzie kilka laboratoriów na politechnikach w Warszawie i Lwowie oraz w Instytucie Fizycznym, ale wyłącznie o charakterze edukacyjnym. Objęcie nadzorem legalizacyjnym liczników wymagało podjęcia różnorodnych działań legislacyjnych i technicznych, o tyle trudnych, że w oparciu wyłącznie o wzory zagraniczne. Słowem, pomiary elektryczne w strukturach administracji miar należało zorganizować od podstaw. Tak też się i stało, ale z zachowaniem oczywistych priorytetów.

Tymczasową siedzibą GUM była istniejąca do dziś kamienica czynszowa przy ul. Pięknej 66a, w której podczas pierwszej okupacji niemieckiej mieścił się Urząd Miar m.st. Warszawy. Nowo powstały GUM dzielił wspólny budynek z warszawskim okręgowym i miejscowym urzędem miar. Pierwsze lata symbiozy to okres wyczerpanego trudu organizacyjnego, któremu towarzyszyła bieżąca praca techniczna i legislacyjna. Dyrektor Zdzisław Rauszer skupił wokół siebie wybitnych specjalistów, jeszcze z czasów zaborów. Do nich dołączył dr Włodzimierz Krukowski, doradca GUM, jeden z najwybitniejszych polskich metrologów-elektryków, główny konstruktor fabryki liczników *Siemens-Schuckert*, od 1930 r. profesor Politechniki Lwowskiej. Bez jego trudu koncepcja pomiarów elektrycznych, a później realizacja pracowni byłyby niemożliwe. Tymczasem preferencje miały wagi, odważniki i inne miary, z którymi tradycyjnie był związany rynek. W pierwszej więc kolejności odpowiedni status nadano dwóm istniejącym jeszcze w czasach zaborów pracowniom: wag handlowych i długości. Ale już w 1921 r. ówczesny minister przemysłu i handlu Henryk Strassburger podjął decyzję o utworzeniu pracowni elektrycznej. Braki lokalowe i trudności kadrowe opóźniały faktyczne podjęcie działalności. Aż wreszcie w końcu roku 1921 dyr. Rauszer zatrudnił inż. Leona Fatersona, znanego metrologa-elektryka.

Upływał czas, a szczupłość pomieszczeń stała ciągle na przeszkodzie startu pracowni. Przełomowym okazał się rok 1922, gdy na siedzibę dyrekcji uzyskano jedno skromne pomieszczenie w ministerstwie przemysłu i handlu przy ul. Elektoralnej. W nowych warunkach stopniowo poszerzano stan posiadania, instalując pracownie i biura.

Trudne początki

Nad pracownią elektryczną, niestety, ciążyło tragiczne fatum. Po dwóch miesiącach pracy, niespodziewana śmierć przecięła życie inż. Fatersona, który miał być animatorem dziedziny. Niedługo potem, na jego miejsce został zatrudniony inż. Józef Rząśnicki²⁾. Ciągle jednak wyrażały nowe kłopoty: brak pieniędzy, aparatury, niedostatek personelu, niejasne szczegóły techniczne i legislacyjne. Rząśnicki pracę rozpoczął od przygotowania całego pakietu przepisów o licznikach, a za wzór posłużyły mu analogiczne dokumenty stosowane w Austrii i Szwajcarii, uznawane wówczas za najnowocześniejsze. Pierwszymi konsultantami jego projektów było kierownictwo Związku Elektrowni Polskich i autorytety profesorskie, w osobach: M. Pożaryskiego, K. Drewnowskiego i St. Odrowąża-Wysockiego oraz dyrektorzy dużych elektrowni i kierownicy wzorcowni licznikowych. Wielce owocne w tym były kontakty z dr. Krukowskim, zamieszkałym jeszcze wówczas w Norymberdze³⁾.

²⁾ Na wybór kandydata wpływ miała sugestia Krukowskiego, który był spokrewniony z Rząśnickim i przez pewien czas obaj pracowali w fabryce *Siemens-Schuckert* w Norymberdze.

³⁾ Krukowski był cenionym w niemieckim środowisku specjalistą z dziedziny pomiarów elektrycznych i miał dostęp do najnowszej wiedzy z tej dziedziny. Okresowo przyjeżdżał do Warszawy z Niemiec, gdzie pracował wówczas jako kierownik laboratorium wzorcowniczego w fabryce *Siemens-Schuckert*.

Aby skorzystać z najlepszych wzorów w organizacji pracowni, Rząśnicki odbył podróże zagraniczne do austriackiego *Urzędu Miar*, szwajcarskiego *Głównego Urzędu Miar i Wag*, a także do fabryki liczników *Siemens-Schuckert*.

Zdecydowane przyspieszenie prac nastąpiło w 1922 r., po oddaniu do użytku oficyny biurowej urzędu przy ul. Elektoralnej. W niej to, od strony „traktu corazziańskiego”, wydzielono dla pracowni elektrycznej jedno pomieszczenie – docelowo osiem (do dziś część z nich zajmuje Zakład Elektryczny). Z zagranicy sprowadzono wszystkie główne urządzenia pomiarowe i całe wyposażenie maszynowni. Niektóre elementy pracowni Rząśnicki i Krukowski zaprojektowali wspólnie, według własnej koncepcji. Po zakończeniu prac instalacyjnych uzyskano pełne możliwości prowadzenia badań liczników oraz przekładników dla potrzeb zatwierdzenia typu i legalizacji. Chociaż dziś cały trud można opisać w kilku słowach, wtedy był to wielki wysiłek i wielkie osiągnięcie.

Personel stały pracowni początkowo składał się z jednej osoby (Rząśnicki), w 1923 r. został powiększony o dwa etaty: inżyniera i elektromontera. Po 1925 r. stan zatrudnienia wzrósł o kolejnego elektromontera, a w 1929 r. o trzeciego inżyniera. Liczba pięciu etatów utrzymała się do wybuchu wojny.

Dużym osiągnięciem organizacyjnym było powołanie do życia w 1923 r. Komisji Elektrycznej, jako organu opiniującego przepisy GUM. Do tego gremium na dwuletnią kadencję byli wybierani przedstawiciele środowisk naukowych, dyrektorzy większych elektrowni, kierownicy wzorcowni licznikowych i reprezentanci przemysłu. Z ramienia GUM w jej skład wchodził inż. Rząśnicki, jako kierownik pracowni elektrycznej, od 1934 r. inż. H. Dziewulski (Ilustr. 1).

Decydującym aktem legislacji w dziedzinie pomiarów elektrycznych było rozporządzenie ministra przemysłu i handlu z dnia 15 listopada 1924 r. rozciągające *Dekret o miarach* na liczniki i „inne przyrządy miernicze służące do mierzenia energii elektrycznej”. Wprowadzenie obowiązku legalizacji liczników i przekładników natrafiło na trudności wykonawcze, spowodowane brakiem niezbędnego wyposażenia terenowych urzędów miar. W sukurs przyszedł system instytucji upoważnionych (w pewnym sensie odpowiednik dzisiejszych „laboratoriów akredytowanych”), którym objęto nie tylko liczniki i przekładniki, ale wszelkie masowo stosowane przyrządy pomiarowe. Było to istotne novum, wprowadzone na wniosek Krukowskiego i zaczęło ono funkcjonować od 1925 r.

Porządkując dziedzinę pomiarów elektrycznych ustalono okresy legalizacji i nałożono na elektrownie obowiązek czuwania nad rzetelnością wskazań liczników zainstalowanych u odbiorców. W 1924 r. ujednolicono opłaty legalizacyjne, których wysokość przez okres międzywojenny miała trend malejący. W latach 1925–1928 cała administracja miar i instytucje upoważnione zalegalizowały około 30 tys. sztuk liczników. Świadczyć to może o strategicznej randze problemu.



Ilustr. 1. Doc. inż. Hilary Dziewulski, metrolog-elektryk – ostatni dyrektor GUM w latach 1949–1958 (Zbiory Autora)

Od sukcesów do klęski

Na początku II dziesięciolecia istnienia GUM dyr. Rauszer zdecydował o nadaniu pracownikom charakteru naukowego, przy równoczesnym zachowaniu dotychczasowej działalności. Z okazji upływu pierwszej dekady istnienia GUM, w prasie fachowej pojawiło się wiele

artykułów opisujących dokonania administracji miar. W *Przeglądzie Technicznym* i *Przeglądzie Elektrotechnicznym* publikowali m.in.: Rauszer, Krukowski i Rząśnicki. Opisywali urządzenia pomiarowe zainstalowane w GUM, problemy związane z ich eksploatacją, możliwości techniczne różnych pracowni i zadania na przyszłość. Do początku drugiej dekady udało się przeprowadzić legislację bardzo wielu dziedzin działalności urzędowej. Wyposażono większość pracowni zainstalowanych w gmachu przy Elektorальной i w budynkach odziedziczonych po zaborcach oraz nowo nabytych.

W roku 1931, z inicjatywy Krukowskiego, na Politechnice Lwowskiej powstała pracownia wzorców oporu i napięcia elektrycznego, która wkrótce została przekształcona w Oddział Zamiejscowy GUM. Dawało to szansę na stworzenie tam właśnie bazy badawczej i wykształcenie przyszłej kadry dla potrzeb GUM w zakresie jednostek elektrycznych. Trzeba wiedzieć, że w tym czasie tylko nieliczne kraje posiadały instytuty prowadzące prace w tej dziedzinie. Na tak ogromny wysiłek GUM samodzielnie nie mógł sobie pozwolić, a i to do prac zaangażowano zaledwie trzysobowy zespół. Oprócz Krukowskiego zatrudniono inż. Artura Metala (późniejszego profesora politechniki) i laboranta Jana Langnera. Wyniki prac GUM nad wzorcami elektrycznymi w 1932 r. były już na tyle obiecujące, że postanowiono nawiązać kontakty z BIPM, NPL, PTR, NBS i LCIE⁴⁾. W końcu grudnia 1932 r. w BIPM dokonano międzynarodowych komparacji wzorców napięcia i oporu Niemiec, W. Brytanii, USA, Francji i Japonii. Rok później dołączyła Polska. Porównano wówczas pięć ogniw konstrukcji Krukowskiego oraz pięć ogniw *Cambridge* i *Weston*, wszystkie własności GUM. W pomiarach stronę polską reprezentował Krukowski. Otrzymane różnice między wartościami jednostek poszczególnych państw „zgadzały się dobrze z różnicami ogłoszonymi w Biuletynie BIPM”. Uzyskane wyniki stworzyły sytuację, że nie zachodziła już w Polsce potrzeba wysyłania oporników i ogniw wzorcowych do instytucji zagranicznych, celem ich wzorcowania.

Na początku lat 30. wysoki poziom pomiarów elektrycznych w GUM wyprzedzał niski stopień rozwoju krajowego przemysłu przyrządów pomiarowych. Liczniki i przekładniki wszystkich typów sprowadzano z Niemiec, Francji, Szwajcarii, Austrii, a nawet z Czechosłowacji i Węgier. Pilnym zadaniem było postawienie tamy często nierzetelnym wyrobom zagranicznym i uruchomienie produkcji krajowej. Istotnym krokiem w tym kierunku było wprowadzenie przepisów o warunkach zatwierdzenia typu liczników i przekładników oraz o warunkach ich legalizacji. Stawianie barier legislacyjnych sprzyjało wcielaniu w życie polityki państwa budowy polskiego przemysłu. W tym czasie powstało wiele zakładów, które oprócz swej podstawowej produkcji rozwijały wytwórczość przyrządów pomiarowych: *Polskie Zakłady Optyczne*, *Polskie Zakłady Elektrotechniczne Era*, *Państwowe Zakłady Tele- i Radiotechniczne*, *Fabryka Aparatów Elektrycznych K. Szpotańskiego*, *Polski Wodomiar* i inne.

Wydarzeniem historycznym początku drugiego dziesięciolecia stała się VIII Generalna Konferencja Miar w Paryżu (1933), w której z ramienia GUM uczestniczyli Rauszer i Krukowski. Strona polska niemal w przededniu obrad dysponowała wynikami własnych komparacji z USA, W. Brytanią, Niemcami, Francją, Japonią i ZSRR. Dla miernictwa elektrycznego była to bardzo ważna konferencja. Zobowiązywała rządy państw Konwencji Metrycznej do zastąpienia systemu jednostek *międzynarodowych*, systemem *bezwzględny*. Na zwołanym w tym roku posiedzeniu Międzynarodowego Komitetu Miar ustalono dzień 1 stycznia 1940 r., jako termin ostateczny. W deklaracji końcowej podano oficjalnie przeliczniki wzajemne tych jednostek. W związku

⁴⁾ BIPM – Biuro Międzynarodowe Miar i Wąg (w Polsce nazywane Międzynarodowym Biurem Miar); NPL – brytyjskie Państwowe Laboratorium Fizyczne; PTR, późn. PTB – niemiecki Instytut Fizyczny; ASMW – odpowiednik PTB w Niemczech Wschodnich, NBS, późn. NIST – amerykańskie Państwowe Biuro Wzorców; LCIE – francuskie Centralne Laboratorium Przemysłu Elektrotechnicznego; WNIIM – Wszechzwiązkowy Instytut Naukowo-Badawczy Metrologii im. Mendelejewa; MU – Urząd Metrologii w Bratysławie.

z tym, cały rok 1933 obfitował w publikacje o tematyce wzorców elektrycznych i technice dokładnych pomiarów. Wiele przykładów można odnaleźć w *Przeglądzie Technicznym* (Rauszer) i w *Przeglądzie Elektrotechnicznym* (Krukowski, Rząśnicki, Dziewulski i in.). Wojna przerwała prace nad wdrożeniem w życie jednostek *bezwzględnych*.

Dwudziestolecie polskiej administracji miar, obchodzone w 1939 r., było przeglądem stosunkowo wysokiego dorobku naukowego i technicznego GUM. W okresie 1919–1939 nawiązano kontakty z czołowymi instytutami metrologicznymi za granicą i dokonano porównań międzynarodowych. Pracownicy urzędu opublikowali ponad 20 prac badawczych i wiele artykułów. Wydano łącznie ponad 60 przepisów, cała administracja miar tylko w 1938 r. zalegalizowała ponad 3 mln narzędzi pomiarowych – dla porównania, w 1910 r. zaledwie 330 tys.

Jak feniks z popiołów

Wybuch II wojny światowej całkowicie załamał działalność administracji miar. Wielu pracowników w końcu sierpnia 1939 r. zostało zmobilizowanych do wojska i wzięło udział w kampanii wrześniowej. Ci, którzy pozostali na stanowiskach szybko włączyli się w nurt walki konspiracyjnej z okupantem. Niemcy po opanowaniu kraju odnieśli się z pewnym uznaniem do działalności urzędów miar, co jednak nie przeszkodziło im zamordować lub wysłać do obozów wielu pracowników. Podobnie zachowali się Rosjanie po 17 września 1939 roku. Okręgi miar warszawski i lubelski znalazły się na terenach Generalnej Guberni, katowicki i poznański włączono do Rzeszy Niemieckiej, zaś tereny okręgów wileńskiego i lwowskiego dostały się pod okupację sowiecką.



Ilustr. 2. Ruiny pracowni elektrycznej (1945). Na pierwszym planie zniszczone zespoły prądowórcze (Archiwum GUM)

W tej sytuacji GUM utracił swoje prerogatywy i stał się wyłącznie instytutem naukowym. Na swych stanowiskach pozostała dyrekcja i większość kadry. W nowych warunkach zadaniem personelu było uchronienie od zniszczeń inwentarza i zachowanie dla Polski wykwalifikowanych sił fachowych. Legalizacja liczników w Warszawie podczas okupacji niemieckiej nie ustała. Leżało to nawet w mentalności niemieckiej, a praca taka była uznawana jako niezbędna dla funkcjonowania miasta. Dzięki temu legalizatorzy zostali zaopatrzeni w specjalne Ausweisy opatrzone niemiecką „wroną”, co trochę chroniło ich przed łapankami, rozstrzelaniem lub wywózkami.

W miarę upływu czasu wojna zrujnowała cały kraj! Niemcy ustępujący przed Armią Czerwoną pozostawiali zniszczone miasta i wsie, obrabowane i zrujnowane siedziby urzędów miar. Gmach przy Elektoralnej leżał w gruzach, w takim samym stanie była większość budynków administracji miar (Ilustr. 2). Do zgliszcz i ruin wracała nieliczna dawna kadra, zabezpieczała resztki mienia przed szabrem i ostateczną dewastacją. Tak, jak po I wojnie światowej, rozpoczął się czas odbudowy, tworzenia zrębów podziału terytorialnego, odbudowy zniszczonych gmachów itp. Wysilek, jaki brała na siebie poraniona kadra był jednak wielokrotnie większy od tamtego sprzed lat, na skutek totalnego wyniszczenia biologicznego narodu i niespotykanych dotąd zniszczeń materialnych.

I znów, jak wtedy, jako jedna z pierwszych powstała pracownia elektryczna, a w istocie jej namiastka, którą stworzył na początku roku 1945 inż. Stanisław Wolf w tymczasowej siedzibie GUM w Katowicach. Śląsk był w dość szczęśliwej sytuacji, bowiem zachowało się tam wyposażenie wielu pracowni, w tym urzędu okręgowego i wzorcowni licznikowych. Potrzebą chwili było jak najszybsze przywrócenie normalnej działalności legalizacyjnej. Do końca roku 1945 odtworzono 27 punktów legalizacyjnych, w tym dwa przy warsztatach napraw liczników w *Państwowej Fabryce Aparatów Elektrycznych* (dawniej *FAE K. Szpotańskiego*) w Warszawie i w wytwórni *Pomiar* w Katowicach. Przy aktywnym udziale przedstawicieli pracowni elektrycznej, uruchomiono stanowiska do sprawdzania liczników w okręgowych urzędach miar w Katowicach i Poznaniu. Uruchomiono też stanowiska do sprawdzania przekładników i przyrządów wskazówkowych w urzędach miar w Katowicach, Poznaniu, Łodzi, Gliwicach, Jeleniej Górze i Słupsku. Do końca tego roku sprawdzono ogółem około 24 tys. sztuk liczników. Na przełomie 1945/1946 r. pracownicy GUM uczestniczyli w przygotowaniach produkcji w *Fabryce Liczników i Zegarów Elektrycznych* (obecny *PAFAL*) w Świdnicy. W październiku 1946 r. pierwszy polski licznik 1-fazowy uzyskał zatwierdzenie typu. Początkowo produkcja opierała się na starych ponemieckich zapasach; do końca 1949 r. uruchomiono wyrób wszystkich części tego licznika. W dziedzinie produkcji woltomierzy i amperomierzy GUM wspierał wytwórnię *Pomiar* i kilka mniejszych, we wstępnych badaniach typu. Jednak dużym państwowym producentem tej branży były *ZWPP ERA*, gdzie podjęto wyrób mierników tablicowych. Produkcję przekładników wznowiła wspomniana już *PFAE (d. K. Szpotański)* wg dokumentacji z lat trzydziestych w swym zakładzie mieszczącym się w Międzyzlesiu.

Do końca roku 1945 wznowiono wydawanie *Przepisów obowiązujących w miernictwie* (POM) i sprawdzono około 530 tys. różnych przyrządów pomiarowych. W tym samym roku nawiązano pierwsze kontakty z instytutami metrologicznymi za granicą: z WNIIM⁴⁾, BIPM, nieco później z NPL, NBS i z podobnymi w Czechosłowacji, Rumunii, Szwecji oraz Szwajcarii. Dyrektor Rauszer był członkiem Międzynarodowego Komitetu Miar i Wag. Z jego udziałem w 1946 r. odbyło się doniosłe posiedzenie, na którym podjęto uchwały dotyczące jednostek elektrycznych, jasności i temperatury. Ustalono datę wejścia w życie jednostek bezwzględnych na dzień 1 stycznia 1948 r. Jako pełnomocnik rządu polskiego, pod koniec tego roku, dyr. Rauszer brał udział w obradach IX Generalnej Konferencji Miar, która ustaliła nowe definicje *ampera* (A) i *kandeli* (cd). Za jednostkę ciepła przyjęto *joul* (J) – zamiast *kalorii* – omawiano przyjęcie międzynarodowej skali temperatur.

W 1949 r. GUM przeniósł się ze Śląska z powrotem do gmachu przy Elektoralnej w Warszawie. Przypadło to w roku jubileuszowym – trzydziestolecia istnienia. Bodaj jedynym akcentem okolicznościowym było wręczenie dyrektorowi albumu pamiątkowego, przygotowanego przez terenową administrację miar. Tymczasem nad instytucją zaczęły zbierać się chmury. Pierwszym gromem, jaki spadł, była zamierzona już od dawna zmiana przynależności organizacyjnej. W tym roku urząd wszedł w obce mu struktury ministerstwa handlu wewnętrznego. Kilka miesięcy wcześniej, pod naciskiem władz, powstała w urzędzie komórka PZPR. Do pracy byli an-

gażowani ludzie, o których „przydatności” decydowała przynależność ideologiczna. W tej sytuacji członkowie miejscowej organizacji partyjnej doszli do wniosku, że dyrektorem instytucji nie może być Rauszer, człowiek nie kryjący swych przekonań narodowo-demokratycznych. W atmosferze intryg i insynuacji Rauszer złożył dymisję i 30 września 1949 r. był jego ostatnim dniem pracy w GUM. Reskrypt pożegnalny, jaki wystosował do załogi okazał się jego testamentem ideowym, w którym służba prawdzie, przedkładanie interesu społecznego nad osobisty, kredytowanie zaufania nowym przełożonym – wymienił jako wartości ponadczasowe.

Raz na wozie, raz pod

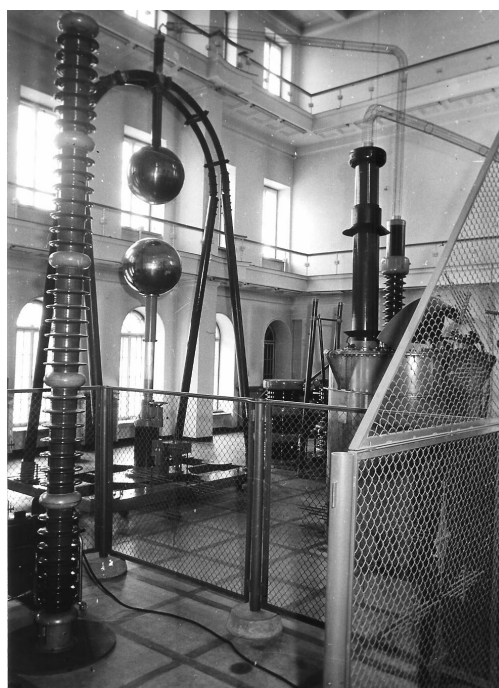
Odejście dyr. Rauszera zamyka pełen dramatyzmu czas tworzenia, martyrologii i odbudowy, a rozpoczyna blisko czterdziestoletni okres walki o przetrwanie administracji miar i zachowanie jak największej wartości z pozostawionego testamentu.



Ilustr. 3. Komparator prądu przemiennego ze stałym, firmy Elliott-Fischer; zakres: 0,5 – 5 A, 125 – 250 V, 50 – 60 Hz (1962) (Archiwum GUM)

wszedł w życie *Dekret o organach miar i narzędziach pomiarowych*, który rozszerzał zakres zadań i organizacji GUM. Odtąd urząd podlegał Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego, a kierownik instytucji, już w randze prezesa, był powoływany przez premiera. W 1958 r. Dziewulski znękanym krzyżującymi się i krępującymi samodzielnością dyrektywami, odszedł na emeryturę. Po nim instytucją kierowali już ludzie z klucza partyjnego. W 1965 r. prezesem został inż. Zygmunt Ostrowski, który rok później doprowadził do przekształcenia GUM w Centralny Urząd Jakości i Miar. Odtąd problematyka metrologiczna została zdominowana przez sterowaną centralnie jakość produkcji, według wiernie skopiowanego schematu sowieckiego. W nowych strukturach organizacyjnych pracownię elektryczną przemianowano

Po dymisji dr. Rauszera, dyrektorem urzędu został doc. inż. Hilary Dziewulski, metrolog-elektryk. Kontynuował rozpoczęte przez swego poprzednika dzieło odbudowy, doprowadzając je do końca w 1954 r. Wiele pracowni udało się wyposażyć w nowoczesną aparaturę z importu. Pracownia elektryczna otrzymała np. precyzyjny komparator prądu przemiennego (Ilustr. 3) i generator udarów do 500 kV (Ilustr. 4). Pod kierownictwem Dziewulskiego udało się instytucji jeszcze przez pewien czas samodzielnie istnieć i owocnie pracować. Dnia 19 kwietnia 1951 r.



Ilustr. 4. Generator udarów do 500 kV z iskiernikiem kulowym o średnicy 1 m, firmy Ferranti (1962) (Archiwum GUM)



Ilustr. 5. Kurs licznikowy w GUM (1965). I rząd: w środku mgr inż. Erhard Szulc – kierownik Zakładu Metrologii Elektrycznej; II rząd: 2. od lewej inż. Eugeniusz Adamowicz – kierownik Laboratorium Liczników Elektrycznych, 3. od lewej Krystian Szczerbiński – laborant (Archiwum GUM)

na Zakład Metrologii Elektrycznej (Ilustr. 5). W 1972 r. instytucja przeżyła kolejną reorganizację. Z połączenia struktur CUJiM z samodzielnie istniejącym Polskim Komitetem Normalizacyjnym powstał Polski Komitet Normalizacji i Miar, z mgr. inż. Bolesławem Adamskim na czele, dotychczasowym prezesem PKN. Po nim prezesurę przejął gen. dyw. Franciszek Szlachcic, były wicepremier i minister spraw wewnętrznych. Instytucja stała się swoistą „przechowalnią” działaczy



Ilustr. 6. Konferencja OIML. Berlin 1978. I rząd od lewej: dr Köppen (PTB), prof. Charles Panier (LCIE), dr Andrzej Barański – kierownik Laboratorium Niskich Napięć i Prądów, dr Schlesock (ASMW), tłumaczka, dr Tylor (NIST), p. Liers (ASMW), prof. Hans Bachmair, inż. dypl. Peter Solga (ASMW). II rząd od lewej: dr Diettman (PTB), dr Horst Kupsch (ASMW), XX, p. Belecki (NIST), inż. dypl. Groch (MU), inż. dypl. Kupec (MU)⁴⁾ (Zbiory Autora)



Ilustr. 7. Pion metrologii PKNiM (1973). I rząd od lewej: doc. dr Dobrosław Gubała – gł. inżynier ds. elektrotechniki i elektroniki, mgr Anna Dziuba – kierownik Laboratorium Światła i Barwy, mgr inż. Tadeusz Podgórski – wiceprezes ds. metrologii, mgr Danuta Kałużko – kierownik Zakładu Metrologii Ogólnej, prof. Aleksander Tomaszewski – kierownik Zakładu Długości i Kąta, mgr Władysław Luskiewicz – dyrektor Departamentu Administracyjno-Budżetowego, NN, doc. dr Lech Kaczyński – kierownik Zakładu Termodynamiki; II rząd: mgr inż. Albin Panasiuk – kierownik Zakładu Aparatury Laboratoryjno-Naukowej, mgr inż. Erhard Szulc – kierownik Zakładu Metrologii Elektrycznej, mgr inż. Janusz Pasierski – kierownik Zakładu Masy i Siły, dr Zbigniew Szpigiel – kierownik Laboratorium Impedancji, mgr Jan Szubert – naczelnik Wydziału Nadzoru Legalizacyjnego, mgr Zygmunt Kowalczyk – dyrektor Gabinetu Prezesa, dr Zbigniew Referowski – kierownik Laboratorium Promieniowania Jonizującego, dr Jerzy Gogolewski – kierownik Laboratorium Czasu i Częstotliwości (*Zbiory Autora*)

partyjno-rządowych. Nowy prezes nie interesował się sprawami instytucji, całą energię koncentrując na działalności kombatanckiej. Za czasów jego prezesury doszło do kolejnej zmiany organizacyjnej. *Ustawa sejmowa z dnia 8 lutego 1979 r.* rozszerzyła zakres dotychczasowych kompetencji instytucji, przy okazji zmieniając jej nazwę na Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości. Powstały trzy piony: normalizacji, jakości i metrologii o krzyżujących się kompetencjach kierowniczych. Dodatkowo w pionie metrologii istniały dwie siatki: naukowo-badawcza i techniczna. Pionem metrologii, w randze wiceprezesa, kierował wówczas mgr inż. Tadeusz Podgórski, który w tych trudnych warunkach potrafił zapewnić nie tylko przetrwanie, a nawet pewną koniunkturę dla niektórych dziedzin pomiarowych, a ponadto stworzyć warunki rozwoju kadry naukowej.

Jeszcze w latach 50. XX w. nastąpił w świecie znaczny rozwój pomiarów wielkości fizycznych metodami elektrycznymi, z wykorzystaniem elementów elektronicznych. Coraz trudniej było oddzielić „czyste” pomiary elektryczne od innych. Nastał czas, gdy pomiary te wykroczyły poza cezurę, którą dotąd wytyczał licznik.

W Polsce lat 60. i 70. powstało wiele nowych gałęzi przemysłu związanych głównie z sektorem zbrojeniowym produkującym dla potrzeb ZSRR i wszystkich krajów-satelitów. Skomplikowanej produkcji towarzyszyły różne naukowo-badawcze centra resortowe oraz wspierały ją instytuty uczelniane. Dość wymienić niektóre: *Mera-Błonie, Mera-ZSM, Elwro, Rawar, Radmor, Kombinat VIS, Warel, Zakłady Radiowe Kasprzaka, Unitra-Cemi, Unitra-Lamina*. Prawie wszystkie one w GUM poszukiwały partnera do rozwiązywania problemów metrologicznych, w szczególności związanych z wzorcowaniem urządzeń kontrolno-pomiarowych, komponentów złożonych linii

technologicznych i obiektów w ruchu ciągłym. W zaistniałej sytuacji GUM nie uchylał się od podejmowania współpracy. Powoływano nowe pracownie lub rozszerzano profil już istniejących, podejmując problematykę pomiarów elektrycznych, elektronicznych, magnetycznych, elektroakustycznych, włączając w zakres swej działalności termometrię termoelektryczną i termooporową, pomiary czasu na bazie zegarów atomowych, tensometryczne miernictwo długości, pomiary wilgotności. Wiele z nich swój rodowód wiązało z Zakładem Metrologii Elektrycznej. Od końca lat 60. prowadzono politykę promowania siatki naukowo-badawczej, stosując różne preferencje, np. dodatki za doktorat i dłuższe urlopy wypoczynkowe. Istniała rada naukowa, nadawano tytuły naukowe profesorów, docentów i adiunktów. Pracownicy uzyskiwali stopnie naukowe doktorów, doktorów habilitowanych, wyjeżdżali na staże zagraniczne do USA, RFN, W. Brytanii, Francji i ZSRR, prowadzili międzynarodową współpracę w ramach OIML, RWPG, IEC, CODATA (Ilustr. 6). Wzorce GUM uczestniczyły w komparacjach międzynarodowych. Wśród reprezentującej najwyższy poziom naukowy kadry znajdujemy nazwiska profesorów: Józefa Rolińskiego, Aleksandra Tomaszewskiego, Tomasza Plebańskiego, Krystyny Kostyrko, docentów Jerzego Jasnorzewskiego, Jerzego Gliwy-Gliwińskiego, Andrzeja Podemskiego, Andrzeja Houwalta, doktora Zbigniewa Referowskiego, które przez kilka dziesięcioleci były znane w krajowym i międzynarodowym świecie metrologów (Ilustr. 7). Niektóre prace naukowo-badawcze reprezentowały bardzo wysoki poziom. W latach 70. w Zakładzie Metrologii Elektrycznej prowadzono badania nad zjawiskiem Josephsona, magnetycznym rezonansem jądrowym, nad kompensatorem Hamona, wzorcami elektrycznymi przy prądzie przemiennym, impedancji, pojemności i indukcyjności.

W latach 70. i 80. plany kierownictwa zmierzały w kierunku utworzenia Państwowego Instytutu Metrologii (PIM), którego pilotażowym zaczątkiem w 1983 r. był powołany przy prezesie PKNMij, i przez kilka lat funkcjonujący, Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Wzorców Materiałowych (WZORMAT).



W 1990 r., po zmianach ustrojowych w kraju, nastąpiła całkowita wymiana kierownictwa Urzędu. Trzy lata później przeprowadzono rozdział dotychczasowych struktur organizacyjnych PKNMij, reaktywując GUM, ale likwidując przy tym struktury naukowo-badawcze. Zaledwie w ciągu kilku lat odeszła prawie cała (była) kadra naukowa, a z nią potencjał intelektualny gromadzony przez kilka dziesięcioleci. Brak wyrazistej wizji rozwoju, drastyczne ograniczenia funduszy, niezrozumiała polityka kadrowa, kasata form wymiany doświadczeń – w tym czasopisma *Metrologia i Probiernictwo* – i inne kroki, uniemożliwiły generowanie osiągnięć na odpowiednim poziomie. Pod koniec lat 90. GUM nie mógł już być partnerem zagranicznych instytutów metrologicznych i co gorsze, zapewnić odpowiedniego poziomu pomiarów wielu krajowym ośrodkom badawczym i obcym podmiotom, które w Polsce uruchamiały specjalistyczną produkcję. Były, i owszem, pewne osiągnięcia. Dzięki zakupom wyposażano w nowoczesną aparaturę laboratoria wzorców i związane tradycyjnie z legalizacją, jednak na zapewnienie ścieżek spójności między wzorcami różnych rzędów zabrakło funduszy. Tak było np. w przypadku liczników i wielu przyrządów z dziedziny elektrycznej. W związku z zamiarem przystąpienia Polski do UE udało się dostosować rodzime *Prawo o miarach* do jurysdykcji europejskiej, uwieńczony uchwaleniem nowej ustawy z dnia 11 maja 2001 r., z datą obowiązywania od stycznia 2003 r. W ślad za tym przygotowano cały pakiet aktów wykonawczych. Stopniowo znoszono obowiązek legalizacji i zatwierdzenia typu szerokiego asortymentu przyrządów pomiarowych, w dziedzinie elektrycznej pozostawiając wyłącznie liczniki.

Po roku 2003 korzystając z funduszy europejskich, w tym Phare 2001, udało się w ciągu kilku lat wyposażyć pracownie GUM w wysokiej klasy urządzenia, a w efekcie sukcesywnie podnieść poziom pomiarów wielu dziedzin pomiarowych. Np. w Zakładzie Metrologii Elektrycznej

po latach prób wdrożono wzorzec napięcia oparty na zjawisku Josephsona, uzupełniono brakujące wyposażenie wzorców pojemności, zapewniono łańcuchy przekazania jednostek elektrycznych od wzorców GUM, wprowadzono komputeryzację stanowisk pomiarowych, doposażono pomiary kompatybilności elektromagnetycznej, podjęto prace nad wzorcem oporu opartym o kwantowy efekt Halla. Dzięki polityce prorozwojowej poziom pomiarów wielu dziedzin w chwili obecnej zbliża się do poziomu europejskiego. W latach 2003–2005 został wprowadzony system zarządzania zgodny z normą PN-EN ISO/IEC 17025, potwierdzony uzyskaniem certyfikatu Polskiego Centrum Akredytacji. Oby troska o rozwój pozostała trwałym elementem w działalności GUM.

Patrząc z perspektywy 90 lat

Patrząc na minione 90 lat historii metrologii elektrycznej w GUM celowym wydaje się dokonanie podsumowania. Można więc powiedzieć, że:

- Geneza pomiarów elektrycznych wywodzi się od energetyki zawodowej i wiąże z potrzebą rozliczeń zużycia elektryczności za pomocą liczników. To zapotrzebowanie społeczne w Polsce niepodległej zostało urzeczywistnione przez powołanie w GUM pracowni elektrycznej i stworzenie spójnego systemu nadzoru legalizacyjnego.
- Na początku lat 30. po raz pierwszy i jedyny w dotychczasowej historii poziom pomiarów elektrycznych w GUM przewyższał zapotrzebowanie krajowe. Sytuacja ta wychodziła naprzeciw polityce rządu, której celem była budowa przemysłu polskiego.
- Przez kilkadziesiąt lat powojennych pomiary elektryczne, jak i miernictwo innych wielkości w GUM, były traktowane marginalnie i podporządkowane koniunkturalnej polityce władz.
- W latach 50. prawie wszystkie pomiary wielkości fizycznych zaczęto wykonywać metodami elektrycznymi, w wyniku czego pomiary elektryczne wykroczyły poza cezurę, którą dotąd wyznaczał licznik.
- Lata 60. i 70. to okres rozwoju krajowego przemysłu, sprzężonego z kompleksem zbrojeniowym ZSRR i jego satelitów. Partnerstwo GUM przejawiało się w rozszerzaniu działalności o nowe dziedziny, w tym wiele od elektryczności wywodzących swój rodowód: pomiary elektryczne w elektronice, magnetyczne, elektroakustyczne, termometria termoelektryczna i termooporowa, piezoelektryczne pomiary drgań, pomiary czasu na bazie zegarów atomowych i inne.
- W latach 70. i 80. dojrzała koncepcja PIM. Pilotażowo powołano OBRWM WZORMAT i na tej bazie przygotowywano przyszłe struktury instytutowe. Poziom przygotowania kadry był wtedy najwyższy w dotychczasowej historii GUM. W 1993 roku odstąpiono od koncepcji PIM. Realizując plan ograniczonego rozwoju, doprowadzono do poważnego regresu.
- Po roku 2003 programy pomocowe UE, w tym głównie Phare 2001 oraz polityka prorozwojowa, umożliwiły wyjście z zapaści, wprowadzając GUM na nową jakościowo ścieżkę.

*dr Andrzej Barański, adiunkt
emerytowany kierownik Laboratorium Niskich Napięć i Prądów
Zakładu Metrologii Elektrycznej*

Pomiary czasu i częstotliwości w Polsce i na świecie w latach 1919–2009

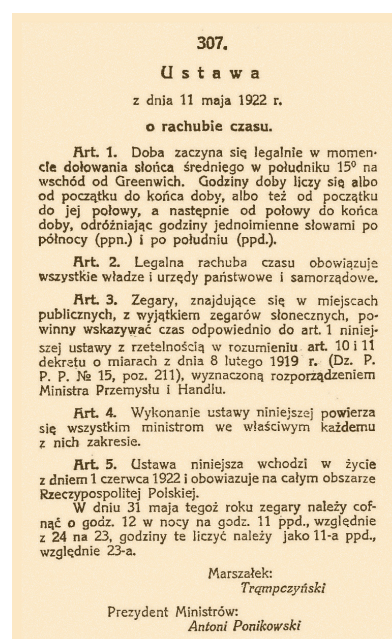
W ciągu ostatnich 90-ciu lat dokonał się ogromny postęp w dziedzinie precyzyjnych pomiarów czasu – poziom dokładności pomiarów czasu w Polsce i na świecie zmienił się o 6 rzędów wielkości: z poziomu milisekund do poziomu nanosekund. Jest to wynik ogromnego zapotrzebowania na wiarygodną i dokładną informację o czasie – początkowo głównie dla potrzeb nawigacji morskiej, czy zwykłej regulacji transportu publicznego i komunikacji, a w końcu w licznych zastosowaniach nawigacji satelitarnej, łączności przewodowej i bezprzewodowej, teleinformatyce, bezpieczeństwie operacji finansowych, energetyce i praktycznie w każdym obszarze funkcjonowania państwa i społeczeństwa. Przed Głównym Urzędem Miar, od początku jego istnienia, stało i nadal stoi zadanie wychodzenia naprzeciw tym potrzebom i dbałości o rozwój tej dziedziny.

Czas astronomiczny

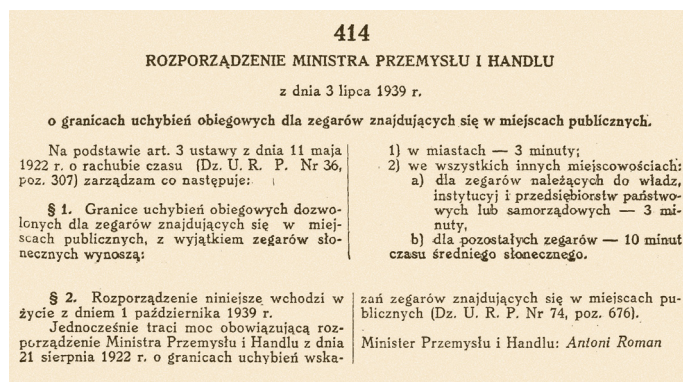
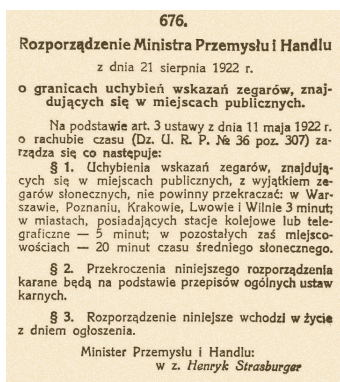
W 1919 roku, kiedy powstawał Główny Urząd Miar, podstawową jednostkę czasu, sekundę, definiowano jako 1/60 część 1/60 części 1/24 części średniej doby słonecznej – uśrednionej wartości doby słonecznej dla okresu jednego roku. Konieczność zastosowania w ówczesnej definicji sekundy pojęcia średniej doby słonecznej było konsekwencją zmiennej prędkości ruchu wirowego, jaki wykonuje Ziemia obracając się wokół swojej osi podczas trwającej rok wędrówki dookoła Słońca. Zmiany w prędkości ruchu wirowego Ziemi są skutkiem niewielkiego spłaszczenia prawie kołowej orbity Ziemi, przez co obserwowana długość doby słonecznej w ciągu roku waha się w granicach ok. ± 30 sekund w stosunku do 24 godzinnej średniej doby słonecznej.

Regulacje prawne w okresie międzywojennym Ustawa o rachubie czasu

Powiązanie rachuby czasu z obserwacjami astronomicznymi znalazło odbicie w *Ustawie z dnia 11 maja 1922 r. o rachubie czasu* (Dz. U. z 1922 r., Nr 36, poz. 307) (Ilustr. 1), w której początek doby odniesiono do „momentu dołowania słońca średniego w południku 15° na wschód od Greenwich”, i wydanych na jej podstawie rozporządzeniach (Rozporządzenia Ministra Przemysłu i Handlu o granicach uchybień wskazań zegarów w miejscach publicznych z 1922 r. i 1939 r. Dz. U. z 1922 r., Nr 74, poz. 676 i Dz. U. z 1939 r., Nr 62, poz. 414) (Ilustr. 2). Znamienne jest, że dopuszczalne granice uchybień wskazań zegarów znajdujących się w miejscach publicznych, oczywiście za wyjątkiem zegarów słonecznych, uzależnione były początkowo od lokalizacji w miastach lub ich pobliżu:



Ilustr. 1. Ustawa o rachubie czasu z 1922 r.



Ilustr. 2. Rozporządzenia o granicach uchybień wskazań zegarów, znajdujących się w miejscach publicznych z 1922 i 1939 roku

- obserwatoriów astronomicznych, zwykle wyposażonych w precyzyjne zegary niezbędne do prowadzenia dokładnych obserwacji oraz
 - stacji kolejowych i telegraficznych.
- Wiązało się to nie tylko ze sposobem dystrybucji informacji o czasie, ale i z jednym z podstawowych zastosowań zgodnego na danym obszarze czasu: zapewnienia funkcjonalności i bezpieczeństwa transportu publicznego oraz obiegu wymiany informacji. Miało to również znaczenie dla bezpieczeństwa państwa.

Precyzyjne zegary mechaniczne (wahadłowe)

W okresie pomiędzy I i II wojną światową, i jeszcze przez następnych prawie 30 lat, głównym odniesieniem dla precyzyjnych pomiarów czasu i częstotliwości były długookresowe obserwacje astronomiczne wzajemnego ruchu Ziemi, Słońca i Księżyca, a także pozostałych planet układu słonecznego. W Polsce, podobnie jak w innych krajach, zegary służyły wtedy do przechowywania informacji o czasie pomiędzy okresami, dla których znane były wyniki obserwacji astronomicznych, i ułatwiały prowadzenie precyzyjnych obserwacji astronomicznych. Początkowo były to głównie zegary mechaniczne o napędzie elektrycznym, które – w celu uzyskania wysokiej dokładności i równomierności odmierzanego czasu – wymagały stabilnych warunków pracy i zminimalizowania wpływu zakłóceń zewnętrznych, a zwłaszcza drgań i wstrząsów mechanicznych oraz zmian temperatury i ciśnienia. Osiągnano to poprzez umieszczanie zegarów na ścianach, specjalnie do tego celu budowanych, niepowiązanych z resztą budynku, potężnych betonowych postumentów sięgających nawet na kilkanaście metrów w głąb ziemi. Dodatkowo stosowano specjalizowane osłony i obudowy oraz układy kompensujące, przynajmniej częściowo, wpływ zmian temperatury i ciśnienia atmosferycznego. Stosowano także szczelne hermetyczne obudowy utrzymujące wewnątrz, w obszarze pracy wahadła i bezpośrednio powiązanej z nim części mechanicznej zegara, stałe pod- lub nadciśnienie. Brak w tamtych czasach współczesnych typowych układów elektrycznych, zasilaczy i innych elementów grzejnych o większej mocy powodował, że temperaturę w pomieszczeniach z zegarami można było utrzymywać na niezmiennym poziomie poprzez regulację liczby włączonych i wyłączonych żarówek w oświetleniu, minimalizując w ten sposób wpływ dobowych i sezonowych zmian warunków termicznych wewnątrz i na zewnątrz budynku.

Precyzyjny zegar Shortta

W najdokładniejszym zegarze mechanicznym, skonstruowanym w 1921 roku, zegarze Shortta – składającym się w istocie z dwu zegarów wahadłowych: zegara głównego, tzw. ma-

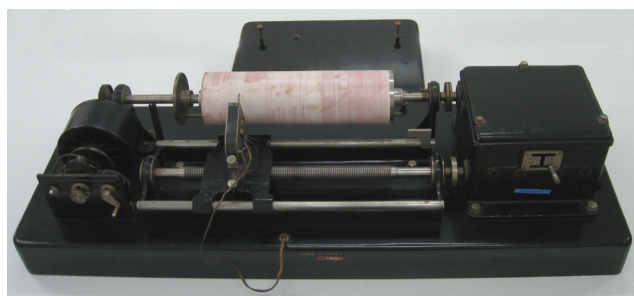


Ilustr. 3. Obecnie działający zegar Shortta w Olsztyńskim Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym. Po lewej stronie: zegar główny, pośrodku: zegar pomocniczy z układem tarcz i wskazówek, po prawej: źródło zasilania zegara i pozostałości po ręcznej pompie próżniowej (fot. Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne)

ster clock, i zegara pomocniczego, tzw. secondary lub slave clock – wahadło zegara głównego umieszczone było w szczelnie zamkniętym miedzianym cylindrze zamkniętym szklaną kopułą, z którego wypompowywano powietrze (Ilustr. 3). Osiągnano w ten sposób stan niewysokiej próżni (ok. 25 mmHg), który pozwalał na prawie swobodny ruch inwaryjnego wahadła, z minimalnym udziałem pozostałego wewnątrz powietrza. Zegar główny nie posiadał ani tarczy, ani wskazówek, gdyż miał za zadanie odmierzać jak najdokładniej pojedyncze sekundy, natomiast połączony z nim elektrycznie zegar pomocniczy, posiadający już pełny mechanizm zegarowy i układy generujące impulsy elektryczne niezbędne do prowadzenia skali czasu¹⁾ i porównywania wskazań zegarów, był synchronizowany do zegara głównego. Dzięki temu praca zegara głównego była zakłócana jedynie przez podawane co 30 s – dokładnie w momencie przejścia wahadła zegara głównego przez położenie równowagi – delikatne impulsy elektryczne, mające na celu podtrzymanie ciągłości ruchu wahadła, a jednocześnie synchronizujące ruch wahadła zegara pomocniczego. Równomierność odmierzanego czasu przez taki tandem zegarów przekraczała nawet 0,1 sekundy na rok i pozwoliła już zauważyć nieregularności w ruchu wirowym i obiegowym Ziemi dookoła Słońca.

Pierwsze precyzyjne zegary w Głównym Urzędzie Miar

Prawdopodobnie w latach 1927–28 do Głównego Urzędu Miar zostały sprowadzone i rozpoczęły pracę pierwsze precyzyjne zegary: dwa zestawy zegara Shortta (Nr 14 i drugi o obecnie nieznanym numerze) zainstalowane później – dopiero tuż po II wojnie światowej – na ścianach specjalnie do tego celu wybudowanego potężnego betonowego postumentu oddzielonego od reszty budynku. Różnice wskazań między zegarami mierzone były za pomocą chronografu poprzez pomiar przedziału czasu między generowanymi przez zegary co 1 s impulsami elektrycznymi. Chronograf był urządzeniem składającym się z:



Ilustr. 4. Chronograf – urządzenie do porównywania wskazań zegarów poprzez pomiar położenia śladów na obracającym się wałku z taśmą pozostawionych przez rysik sterowany elektrycznymi impulsami sekundowymi z zegarów. Z lewej strony znajduje się silnik synchroniczny sterowany sygnałami elektrycznymi z zegara odniesienia, a po prawej: miniaturowa „skrzynia biegów” do regulacji prędkości przesuwu rysika wzdłuż osi wałka (na zdjęciu „nowsza” wersja chronografu stosowanego w GUM po II wojnie światowej)

¹⁾ Stosowane w metrologii czasu i częstotliwości pojęcie prowadzenia skali czasu oznacza proces ciągłego odmierzania czasu za pomocą znaczników czasu od ustalonego momentu początkowego (epoki początkowej). Słowo „prowadzenie” podkreśla stałe aktywne oddziaływanie na ten proces poprzez celowe regulacje prowadzonej skali czasu.

- napędzanego silnikiem synchronicznym wałka o dokładnie znanej średnicy i z nastawianą skokowo prędkością obrotu,
 - podawanej na wałek specjalnej taśmy i
 - sterowanego mierzonymi sygnałami elektrycznymi rysika, pisaka lub iskrownika,
- co umożliwiało rejestrację na taśmie kolejnych śladów porównywanych sekundowych sygnałów elektrycznych (Ilustr. 4). Odnosząc odczytane położenia i odległości między odpowiednimi śladami na taśmie do prędkości przesuwu taśmy lub odległości między śladami pozostawionymi przez kolejne impulsy sekundowe z zegara odniesienia, można było wyznaczyć z rozdzielczością nawet do 1 ms wartość mierzonego przedziału czasu, który odpowiadał bieżącej różnicy wskazań porównywanych zegarów²⁾.

Raport z 1935 roku

W 1935 roku odbyło się posiedzenie informacyjne przedstawicieli instytucji państwowych w Polsce zainteresowanych usprawnieniem służby czasu dla swoich potrzeb. Wg zebranych wówczas informacji:

- Główny Urząd Miar w Warszawie posiadał dwa zegary precyzyjne Shortta porównywane wzajemnie i z zagranicznymi (radiowymi) sygnałami czasu,
- Biuro Pomiarowe Ministerstwa Komunikacji posiadało w Borowej Górze zegar precyzyjny Leroy³⁾, korzystający z zagranicznych sygnałów czasu,
- Państwowy Instytut Meteorologiczny posiadał w Gdyni dwa precyzyjne zegary Rieflera⁴⁾ (Ilustr. 5), pracujące pod zmniejszonym ciśnieniem, stosowane do obsługi marynarki i kontrolowane za pomocą zagranicznych sygnałów czasu,
- Państwowy Instytut Telekomunikacyjny w Warszawie przy ul. Ratuszowej posiadał zegar – kamertonowy wzorzec częstotliwości⁵⁾ (Ilustr. 6), kontrolowany za pomocą porównań z zegarami w Głównym Urzędzie Miar,
- Wojskowy Instytut Geograficzny w swoich pracach astronomiczno-geodezyjnych korzystał wyłącznie z zagranicznych sygnałów czasu.

Obserwatoria astronomiczne w Krakowie, Poznaniu, Wilnie czy Lwowie prawdopodobnie też posiadały precyzyjne zegary do prowadzenia obserwacji astronomicznych⁶⁾. Zagraniczne radiowe sygnały czasu, za pośrednictwem których porównywane były zegary w ówczesnej Polsce, kontrolowane były przez Międzynarodowe Biuro Godziny w Paryżu, które na podstawie analizy gromadzonych wyników obserwacji astronomicznych z opóźnieniem kilku miesięcy ogłaszało poprawki dla poszczególnych sygnałów czasu.

Zegary kwarcowe

Niedługo potem, bowiem już w 1938 roku, w Głównym Urzędzie Miar rozpoczął pracę pierwszy w Polsce zegar kwarcowy, skonstruowany przez Państwowy Instytut Telekomunikacyjny w Warszawie, co miało miejsce 9 lat po zbudowaniu pierwszego na świecie zegara kwarcowego w Laboratorium Bella w USA. Główną częścią pierwszych tego typu zegarów był podwójnie termostatowany kryształ kwarcu, o częstotliwości drgań własnych ok. 100 kHz, z którego sygnał był

²⁾ Współczesną odmianą urządzenia działającego na podobnej zasadzie jest chronokomparator analogowy do badania zegarów mechanicznych i elektronicznych.

³⁾ Zegar wahadłowy pracujący pod zmniejszonym ciśnieniem.

⁴⁾ Zegar wahadłowy pracujący typowo pod zwiększonym ciśnieniem.

⁵⁾ Mechanizm zegarowy poruszany jest przez drgający ciągle kamerton.

⁶⁾ Obecnie autor nie dysponuje dokładnymi informacjami na ten temat.



Ilustr. 6. Zegar kamertonowy. Zamiast ruchu wahadła, mechanizm zegarowy napędzany był podtrzymywanymi elektrycznie drganiami kamertonu o częstotliwości 100 Hz. Tego typu zegary służyły do precyzyjnych pomiarów czasu i stanowiły jednocześnie wzorzec częstotliwości, użył go również Michelson do pomiaru prędkości światła w 1882 roku (źródło: http://www.phys.cwru.edu/ccpi/Fork_clock/Fork_clock.jpg)

Ilustr. 5. Precyzyjny zegar Rieflera. Ruch wahadła podtrzymywany był elektrycznie. Okres wahań regulowano ciśnieniem powietrza wewnątrz hermetycznej obudowy zegar. Zwiększanie ciśnienia spowalniało ruch wahadła, zmniejszanie – przyspieszało (źródło: <http://www.clockvault.com/heritage/index.htm>)



przekazywany do części zegarowej sterowanej elektrycznym silnikiem synchronicznym oraz do układów generujących elektryczne sygnały czasu. Część zegarowa była z kolei złożonym mechanicznym układem wielu przekładni i kół zębatych. Dokładność najlepszych tego typu zegarów kwarcowych sięgała początkowo ok. 1 ms na dobę (1 sekunda na 3 lata), aby w coraz doskonalszych konstrukcjach, już pozbawionych mechanicznej części zegarowej, coraz mniejszych i w pełni elektronicznych, osiągnąć współcześnie poziom ok. 1 μ s na dobę (1 sekunda na 3 tys. lat) przy spełnieniu odpowiednich warunków. Zegary kwarcowe jako główne wzorce czasu i częstotliwości pracowały w Głównym Urzędzie Miar do końca lat 60. ubiegłego stulecia (Ilustr. 7 i 8). Ze względu na głośny wysoki świszczący dźwięk o częstotliwości ok. 1 kHz wydawany przez silniki synchroniczne i przekładnie mechanicznej części zegarowej, przebywanie w ich pobliżu nie należało do przyjemności.

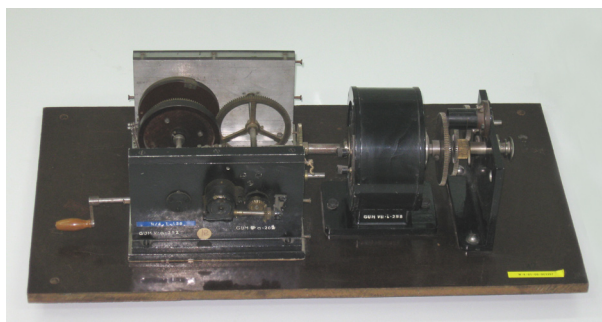
Zegary atomowe

W 1976 roku, prawie 10 lat po przyjęciu przez Generalną Konferencję Miar w 1967 roku atomowej definicji sekundy opartej na przejściach kwantowych w atomach cezu 133, w Głównym Urzędzie Miar zaczął pracę pierwszy cezowy zegar atomowy (Ilustr. 9). W kolejnych latach sukcesywnie dołączały do niego nowe zegary atomowe, na trwale potwierdzając w Polsce zmianę koncepcji odmierzania czasu. Była to bardzo istotna zmiana, ponieważ bardzo długie przedziały czasu uzyskiwane z obserwacji astronomicznych przestały być uznawane za wzorcowe, natomiast wzorcowymi przedziałami czasu stały się bardzo krótkie okresy promieniowania w atomach cezu.



Ilustr. 7. Zegary kwarcowe i urządzenia do generacji elektrycznych sygnałów czasu w Głównym Urzędzie Miar (zdjęcie wykonano prawdopodobnie w latach 60. XX w.)

Ilustr. 8. Urządzenie do generacji elektrycznych sygnałów czasu (wciągnięte na stan Głównego Urzędu Miar w 1950 roku), współpracujące z zegarem kwarcowym z mechaniczną częścią zegarową



Ilustr. 9. Pierwszy cezowy zegar atomowy w Polsce. Posiada jeszcze 24-godziną tarczę ze wskazówkami Pracował w Głównym Urzędzie Miar w latach 1976–1995

W cezowym zegarze atomowym, i praktycznie w każdym innym zegarze atomowym, źródłem wyjściowych wzorcowych sygnałów czasu i częstotliwości jest dobrze wystarzony, termostatowany, kontrolowany elektrycznie kryształ kwarcu. Realizowane w zegarach cezowych sprzężenie pomiędzy przejściami kwantowymi a drganiami elektromechanicznymi kryształu kwarcu opiera się na powielaniu częstotliwości podstawowej drgań kwarcu precyzyjnie do wartości mi-

krofalowej $9\,192\,631\,770\text{ Hz}$, a następnie na podawaniu tej częstotliwości na wnękę rezonansową tuby cezowej i wykorzystaniu zjawiska rezonansu zachodzącego w atomach cezu wewnątrz tuby cezowej w obszarze, do którego wprowadzane są atomy cezu w niższym stanie energetycznym. Im częstotliwość mikrofalowego sygnału podawanego na wnękę rezonansową jest bliższa wartości nominalnej, tym więcej atomów cezu przechodzi do wyższego stanu energetycznego i uzyskuje się silniejszy sygnał z tuby cezowej, a im jest dalsza od wartości nominalnej, tym jest sygnał słabszy. Układy wewnętrzne zegara tak sterują częstotliwością kwarcu, aby utrzymywać stan, w którym sygnał z tuby cezowej jest najsilniejszy. W ten sposób wszystkie wzorcowe sygnały uzyskiwane z przetwarzania częstotliwości generowanej przez kryształ kwarcu, uzyskują prawie dokładność i stabilność przejść kwantowych w atomach cezu. Słowo „prawie” oznacza obecnie w tym przypadku stabilność na poziomie ok. 1 ns na dobę (1 sekunda na 3 mln lat). Całkowity

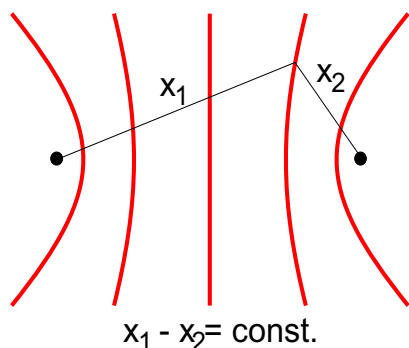
czas pracy zegara cezowego uzależniony jest głównie od wielkości źródła atomów cezu – w dostępnych komercyjnie zegarach cezowych o podwyższonej dokładności wystarcza ono obecnie na ok. 9 lat ciągłej pracy.

Porównania wskazań zegarów

Ze względu na ciągły upływ czasu, dynamiczny charakter pracy każdego zegara, a także wrażliwość zegarów na stabilność warunków zewnętrznych, zegary wymagają utrzymywania w ciągłej pracy i stałej weryfikacji wskazań. W przypadku zegarów mechanicznych wahadłowych i zegarów kwarcowych ze złożoną częścią zegarową, transport nieprzerwanie działającego zegara bez zakłócenia jego pracy był nieuzasadniony i praktycznie niemożliwy. Porównania lokalne, poprzez bezpośredni pomiar przedziału czasu między generowanymi przez zegary impulsowymi elektrycznymi sygnałami sekundowymi, również nie były wystarczające do pełnej weryfikacji poprawności pracy zegara. Dopiero ciągłe zdalne porównania międzynarodowe i krajowe zegarów pozwoliły i pozwalają do dnia dzisiejszego na aktualizowanie poprawek do wskazań precyzyjnych zegarów – wzorców czasu i częstotliwości. Do tego celu stosowano początkowo zwykle radiowe sygnały czasu, a później bardziej precyzyjne sygnały z sieci naziemnych nadajników radionawigacyjnych lub nadajników telewizyjnych, a w końcu sygnały z systemów nawigacji satelitarnej. Radiowe sygnały czasu w porównaniach zdalnych pozwalały osiągnąć poziom dokładności ok. 1 ms, co dla zegarów mechanicznych było w zupełności wystarczające. Sygnały z naziemnych systemów radionawigacyjnych, które zaczęły powstawać od czasu II wojny światowej, pozwalają już osiągnąć poziom dokładności ok. 1 μ s. Wreszcie wykorzystanie obecnie powszechnie dostępnych sygnałów z satelitarnych systemów nawigacyjnych, głównie z systemu GPS, umożliwia już osiągnięcie poziomu dokładności kilku ns, podczas gdy wykorzystanie geostacjonarnych satelitów radiokomunikacyjnych czy sieci światłowodowej pozwala osiągnąć poziom dokładności lepszy niż 1 ns.

Naziemne systemy radionawigacyjne i metoda telewizyjna

Naziemne systemy radionawigacyjne są to tzw. systemy nawigacji hiperbolicznej oparte na rozmieszczonych na całej kuli ziemskiej sieci zsynchronizowanych nadajników niskich częstotliwości (do ok. 100 kHz). Określenie „hiperboliczna” wywodzi się z faktu, że zbiór punktów, odpowiadający stałemu przesunięciu czasowemu nawigacyjnych sygnałów radiowych odbieranych z dwu różnych nadajników, tworzy na powierzchni hiperbolę (odpowiednio w przestrzeni: hiperboloidę obrotową). Stała różnica dróg radiowych sygnałów odbieranych z danej pary nadajników



Ilustr. 10. Ilustracja zasady działania nawigacji hiperbolicznej

radionawigacyjnych odpowiada stałej różnicy odległości punktów na hiperboli od jej ognisk, tj. punktów, w których znajdują się oba nadajniki (Ilustr. 10). Dla potrzeb metrologii czasu i częstotliwości wykorzystywano w przybliżeniu jednoczesną obserwację sygnału z wybranego nadajnika radiowego, czy radionawigacyjnego i pomiary fazy znacznika czasu w tym sygnale względem sygnału sekundowego z posiadanego przez laboratorium zegara. Do tego celu najszerzej był używany system nawigacji hiperbolicznej LORAN (LOng Range Aid to Navigation) – obecnie działająca wersja tego systemu nosi nazwę LORAN-C.

Stosowanie sygnałów systemów radionawigacyjnych i sygnałów radiowych o niskich częstotliwościach wymagało w Głównym Urzędzie Miar zainstalowania na dachu budynku szeregu anten, nawet o rozmiarach sięgających kilkudziesięciu metrów, aby uzyskać odpowiedni poziom sygnału w stosunku do szumu. Ze względu na łatwiejszą dostępność sygnałów telewizyjnych, do porównań zdalnych zegarów, zwłaszcza dla potrzeb krajowych, stosowano też metodę telewizyjną, która polegała na pomiarze o określonej godzinie jednoczesnej obserwacji przez laboratorium fazy pojawienia się 10-tej linii odchylenia poziomego w sygnale telewizyjnym względem sygnału sekundowego z porównywanego zegara. Pomiar telewizyjny w Głównym Urzędzie Miar wykonywane były o godz. 13:21 UTC (o 14:21 czasu zwykłego i o 15:21 czasu letniego) i dodatkowo o godz. 20:21 UTC. „Dziwna” pora pierwszego pomiaru była spowodowana pierwotnym brakiem nadawania sygnału telewizyjnego (Programu 1 TVP) w godzinach południowych.

Na początku lat 90-tych XX. w. były również prowadzone w Głównym Urzędzie Miar próby zastosowania do porównań międzynarodowych metody telewizyjnej przy użyciu sygnału telewizji satelitarnej RAI UNO, aby przy porównaniach na większe odległości uniknąć długiego łańcucha porównań za pośrednictwem szeregu nadajników różnych sygnałów telewizyjnych. Próby te zarzucono ze względu na udostępnienie sygnałów systemu GPS do zastosowań cywilnych i szybki rozwój technik transferu czasu z wykorzystaniem sygnałów nawigacji satelitarnej.

Metoda GPS CV

W Głównym Urzędzie Miar pierwszy jednokanałowy odbiornik GPS do transferu czasu metodą obserwacji jednoczesnych satelitów systemów nawigacyjnych (metoda GPS CV) zakupiono przed 1990 rokiem, a już siedem lat później, dzięki współpracy z Obserwatorium Astrogeodynamicznym Centrum Badań Kosmicznych PAN w Borowcu, zaczął pracę wielokanałowy system do transferu czasu TTS-2, umożliwiający jednoczesną obserwację do 8-miu satelitów systemu GPS. Również w 1997 roku rozpoczęto tworzenie w Polsce rozproszonej sieci porównań atomowych wzorców czasu i częstotliwości w oparciu o wielokanałowe odbiorniki GPS. Zaowocowało to stopniowym zwiększaniem liczby polskich zegarów uczestniczących w sposób ciągły w tworzeniu międzynarodowych atomowych skal czasu TAI i UTC oraz rozpoczęciem – oficjalnie od lipca 2001 roku – wyliczania niezależnej polskiej atomowej skali czasu TA(PL)⁷⁾.

W metodzie GPS CV, dzięki zastosowaniu ścisłego harmonogramu prowadzenia jednoczesnych obserwacji satelitów systemów nawigacyjnych oraz ustaleniu ujednoliconego sposobu przeliczania surowych danych pomiarowych i formatu zapisu danych, te same dane pomiarowe z porównań lokalnego zegara w jednym laboratorium względem czasu realizowanego na danym satelicie nawigacyjnym mogą służyć do porównań z dowolną liczbą innych zegarów w innych laboratoriach porównywanych w ten sam sposób. Jedynym warunkiem jest dokonanie wspólnych obserwacji tego samego satelity o tej samej porze. W unowocześnionej wersji metody GPS CV, zwanej All-in-View, stosowanej przez Międzynarodowe Biuro Miar (BIPM) już nie jest konieczny wymóg posiadania wspólnych obserwacji satelitów, ponieważ wyniki pomiarów są odpowiednio uśredniane i interpolowane.

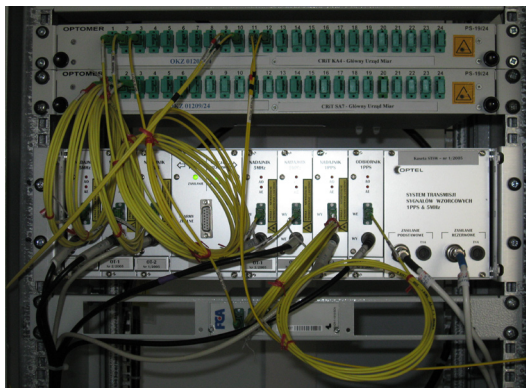
⁷⁾ Skale czasu mogą być realizowane przez fizyczne sygnały z zegara lub układu sterowanego sygnałem z zegara albo mogą być wyliczane w postaci poprawek do innych skal czasu. Niezależna polska atomowa skala czasu TA(PL) wyliczana jest aktualnie jako średnia ważona, ze wskazań polskich oraz litewskich i łotewskiego zegara, w formie „wirtualnych” poprawek do fizycznie realizowanej skali czasu UTC(PL) i skal czasu realizowanych przez poszczególne zegary.

Dzień dzisiejszy

Rok 2009 dla Głównego Urzędu Miar w dziedzinie metrologii czasu i częstotliwości to m.in.:

- członkostwo Polski w Komitecie Doradczym ds. Czasu i Częstotliwości (CCTF) Międzynarodowego Komitetu Miar (CIPM) – członkiem jest CBK PAN,
- 3 zegary cezowe i 1 maser wodorowy pracujące w Głównym Urzędzie Miar oraz 8 wzorców cezowych i 3 masery wodorowe pracujące w Polsce w innych instytucjach, uczestniczące w sposób ciągły w tworzeniu TAI i UTC oraz TA(PL),
- regionalna sieć porównań atomowych wzorców czasu i częstotliwości obejmująca również Litwę i Łotwę,
- prawie 5 lat funkcjonowania *Porozumienia o współpracy w zakresie tworzenia niezależnej Polskiej Atomowej Skali Czasu TA(PL)* (podpisanego w dniu 3 grudnia 2004 r.),
- utrzymywanie głównej państwowej skali czasu UTC(PL) względem UTC typowo w granicach ± 50 ns,
- dystrybucja czasu urzędowego poprzez serwery NTP,
- uruchomienie światłowodowych dwukierunkowych porównań zegarów atomowych na linii Główny Urząd Miar – Telekomunikacja Polska SA (Ilustr. 11),
- wdrażanie bazodanowego systemu automatycznej archiwizacji i obróbki danych pomiarowych z krajowych i regionalnych porównań atomowych wzorców czasu i częstotliwości,
- a także synchronizacja sygnałami z zegarów atomowych państwowego wzorca napięcia elektrycznego stałego i państwowego wzorca długości.

Ostatnie słowo w tym zakresie nie zostało jeszcze powiedziane. Przed Głównym Urzędem Miar, podobnie jak przed innymi głównymi krajowymi instytucjami metrologicznym, stawiane są w tej dziedzinie nowe wyzwania m.in. związane z zegarami optycznymi, rozwojem algorytmów wyliczania skal czasu, rozwojem technik światłowodowych i satelitarnych, czy coraz większym znaczeniem synchronizacji czasu w różnego typu systemach dla bezpieczeństwa, konkurencyjności i zagwarantowania odpowiedniej jakości usług.



Ilustr. 11. Światłowodowy system dystrybucji wzorcowych sygnałów czasu i częstotliwości

Podziękowania

Główny Urząd Miar dziękuje Dyrekcji Olsztyńskiego Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego za udostępnienie i wyrażenie zgody na zamieszczenie w prezentowanych materiałach zdjęć zegara Shortta. Podziękowania składam również byłym i obecnym pracownikom Laboratorium Czasu i Częstotliwości Głównego Urzędu Miar, w szczególności Pani Annie Organiściak, za cenne wskazówki, informacje i wszelką pomoc w gromadzeniu materiałów niezbędnych do powstania niniejszego artykułu.

dr Albin Czubla
kierownik Laboratorium Czasu i Częstotliwości
Zakładu Elektrycznego

Czterdzieści lat pracy w laboratorium światła i barwy GUM (1965 – 2005)

Rok 1965 nie stanowił żadnego przełomu w dziedzinie pomiarów fotometrycznych i kolorymetrycznych, jednakże dla młodego fizyka rozpoczynającego pracę było to wielkie wyzwanie połączone z wchodzeniem w tajniki metrologii. Minęło już kilkanaście lat od 1948 r., w którym IX Generalna Konferencja Miar i Wąg przyjęła nową definicję kandeli opartą na promieniowaniu ciała czarnego w temperaturze krzepnięcia platyny. Przed kilku laty zaprzestano również w GUM stosowania w fotometrii wizualnych metod pomiarowych przechodząc w pełni na metody obiektywne z odbiornikiem fizycznym. Z poprzednich lat pozostały jednakże, takie ciekawe przyrządy jak wizualny fotometr i wizualny kolorymetr Donaldsona. Pozostały publikacje naukowo-techniczne Czaplickiego [1], Rolińskiego [2], Roupperta [3] i podstawowe publikacje zwarte Oleszyńskiego [4] i Rolińskiego [5]. To wszystko pozwoliło w jakimś stopniu zrozumieć drogę, jaką przeszła fotometria i kolorymetria w ciągu kilkudziesięciu minionych lat i uzyskać solidne przygotowanie do wykonywania prac metrologicznych.

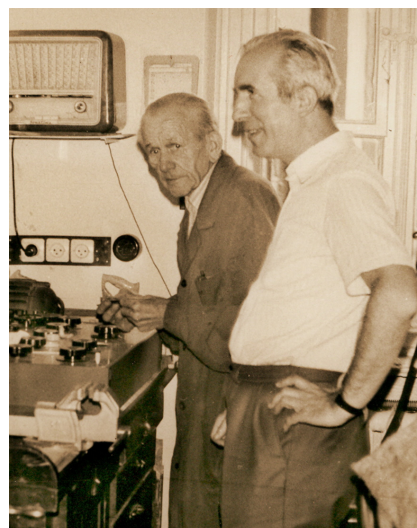
W wyżej wspomnianej pracy jej autor inż. Tadeusz Czaplicki napisał, iż „jednostka światłości może być przechowywana przy pomocy żarówek bez porównania dokładniej, niż przy pomocy wszelkich wzorców płomiennych, znanych dotychczas. Żarówki te są stale kontrolowane i porównywane”. Zatem na wiele lat żarówka stała się czymś nierozłącznym z fotometrią i kolorymetrią. Wzorce wtórne i robocze światłości i strumienia świetlnego wykonywane były na żarówkach. Samo przenoszenie jednostki miary i wykonywane komparacje były czynnościami pracochłonnymi i wymagającymi dużej cierpliwości. Żarówka-wzorzec stwarzała zawsze jakąś nić porozumienia między pracownikiem laboratorium a innymi osobami. Można by, trawestując stwierdzenie B. Chmielowskiego w najstarszej encyklopedii polskiej „Nowe Ateny”, powiedzieć, że „żarówka jaka jest, każdy widzi”. Podczas wycieczek młodzieży licealnej i innych osób w laboratorium, sam wzorzec żarówkowy budził średnie zainteresowanie, ale podanie ceny użytej do tego celu żarówki od razu to zainteresowanie zwielokrotniało.

Pierwsza konferencja naukowo-techniczna, w której uczestniczyłem, to konferencja „Postępy w dziedzinie fotometrii i kolorymetrii” w Kielcach w 1969 r. W konferencji oprócz metrologów polskich uczestniczyli także naukowcy zagraniczni, m.in. młody fizyk węgierski Janos Schanda, późniejszy wieloletni kierownik Biura Centralnego Międzynarodowej Komisji Oświetleniowej w Wiedniu, autor wielu prac z dziedziny pomiarów promieniowania optycznego. Można powiedzieć, że konferencja ta rozbudziła zainteresowanie tematyką fotometrii i kolorymetrii i ukazała, że w innych instytucjach metrologicznych tematyką tą zajmuje się dość liczne grono osób. Laboratorium Światła i Barwy zawsze było otwarte na współpracę z zagranicznymi laboratoriami i żadne wiedzy, którą można było w ramach tej współpracy uzyskać. Już w 1971 r. Laboratorium nawiązało współpracę z Instytutem Metrologicznym im. D. Mendelejewa (WNIIM)



Ilustr. 1. Autor artykułu na początku lat dziewięćdziesiątych

w Leningradzie (obecnie Sankt Petersburg). W owym czasie we WNIIM laboratoriami fotometrii, kolorymetrii i spektrometrii kierowały panie W. Kartaszewska, E. Justowa i N. Batarczukowa – autorki licznych prac dobrze znane na forum międzynarodowym. W późniejszym okresie laboratorium utrzymywało współpracę naukowo-techniczną z urzędami miar: bułgarskim, niemieckim (ASMW) i węgierskim (OMH). Szczególnie owocna była współpraca z kolegami z Węgier. L. Fillinger, G. Dezsi i G. Andor zawsze kierowali do nas serdeczną i pomocną dłoń. Ich pomoc miała tym większą wartość, że w tym trudnym czasie mieli oni możliwość kontaktu z takimi instytutami metrologicznymi, jak NBS czy BAM. Owocem każdej wizyty w OMH były nie tylko wyniki badań i wzorcowań, lecz również zachodnia literatura naukowa, szkice i rysunki techniczne.



Ilustr. 2. Z Bolesławem Wrzoskiem wieloletnim pracownikiem Laboratorium Pomiarów Światła i Barwy

Lata siedemdziesiąte i osiemdziesiąte to burzliwy rozwój technik wytwarzania odbiorników fotoelektrycznych i piroelektrycznych, a zwłaszcza półprzewodnikowych odbiorników fotoelektrycznych opartych na krzemie. W technikach pomiarowych fotoelektryczne odbiorniki selenowe dość szybko zostały zastąpione odbiornikami krzemowymi. Fotodiody krzemowe cechujące się dobrą stabilnością i liniowością nadawały się doskonale na odbiorniki wzorcowe. W wielu krajowych instytutach metrologicznych tworzono alternatywne układy przekazywania jednostek fotometrycznych oparte na odbiornikach wzorcowych. W końcu lat siedemdziesiątych Geist [6] i Zalewski [7] w NBS (obecnie NIST) opracowali metodę samokalibracji czułości widmowej fotodiod krzemowych. W ogólności metoda ta polega na określeniu wydajności przetwarzania fotonów na elektrony przy uwzględnieniu wielkości rozmaitych strat występujących w fotodiodzie. Fascynująca jest spójność logiczna i piękno fizyczne tej metody. Dalszy postęp osiągnięto konfigurując samokalibrowane fotodiody krzemowe w pewien rodzaj pułapki świetlnej, w której wiązka promieniowania ulegając wielokrotnemu odbiciu zostaje prawie w całości



Ilustr. 3. Kierownictwo GUM z wizytą w Laboratorium w 1996 r. – prezes K. Mordziński i wiceprezes Z. Kamiński



Ilustr. 5. Wizyta prezydenta AIC prof. Mitsuo Ikedy (pierwszy z prawej) sprawdzającego stan przygotowań do konferencji międzynarodowej AIC Midterm Meeting w 1998 r.

pochłonięta. Pierwszy odbiornik pułpkowy został skonstruowany przez Zalewskiego i Dudę [8] w 1983 r. Metodę samokalibracji fotodiod krzemowych oraz odbiorniki pułpkowe QED 100 i OED 200 stosowano w Głównym Urzędzie Miar już na początku lat dziewięćdziesiątych [9, 10]. Zbudowano także wzorcowe stanowisko pomiarowe do wyznaczania absolutnej czułości widmowej fotodiod krzemowych pracujące dotąd w GUM. Chciałbym jeszcze nadmienić, że miałem okazję poznać osobiście dr. Geista na V konferencji NEWRAD 94 w Berlinie i dr. Zalewskiego na VII konferencji NEWRAD 99 w Madrycie.

Odbiorniki pułpkowe o coraz ciekawszych konfiguracjach i coraz lepszych charakterystykach są nadal w centrum zainteresowania w wielu instytutach metrologicznych, a szczególnie w NIST. Opracowano tam m.in. odbiornik pułpkowy tunelowy [11]. Z kolei firma *Spectrum Detector Inc.* wypuściła na rynek radiometr pułpkowy z odbiornikiem piroelektrycznym, który może pełnić rolę absolutnego wzorca mocy promienistej w bardzo szerokim przedziale widmowym (200 nm – 15000 nm).



Ilustr. 7. Autor podczas V Krajowego Sympozjum Kolorymetrycznego w Szczyrku w maju 2001 r.



Ilustr. 4. W laboratorium Physikalisch-Technische Bundesanstalt przy wykonywaniu pomiarów radiometrem kriogenicznym w listopadzie 1997 r.

Wracając do kolorymetrii w latach siedemdziesiątych można stwierdzić, że ewenementem tych lat było intensywne poszukiwanie dobrego wzoru różnicy barw, który dawałby wyniki zgodne z oceną wizualną. Pojawiły się propozycje stosowania, co najmniej 10 różnych wzorów, często dość skomplikowanych i „egzotycznych”. Laboratorium nie pozostawało na uboczu tego stanu wzbudzenia i czynnie uczestniczyło również w badaniu przydatności tych wzorów w praktyce kolorymetrycznej [12, 13]. Sytuację w znacznej mierze uspokoiło i unormowało wprowadzenie przez Międzynarodową Komisję Oświetleniową równomiernych przestrzeni barw CIELAB i CIELUV. Ewolucja wzorów różnicy barw postępowała nadal, jednakże nie miała już ona tak burzliwego przebiegu [14].

W roku 1981 ukazała się książka „Wzory i tabele kolorymetryczne” autorstwa J. Pietrzykowskiego i N. Sobczaka [15]. Wspominam o niej dlatego, że była to praca zawierająca bardzo obszerne tabele kolorymetryczne niezbędne przy wykonywaniu obliczeń składowych trójchromatycznych i różnicy barw. Możliwość wykonywania złożonych obliczeń kolorymetrycznych wyznaczała często tempo badań w kolorymetrii. Wyliczenie składowych kolorymetrycznych filtru na podstawie pomierzonych wartości widmowego współczynnika przepuszczania przy użyciu arytmometru trwała ponad 3 godziny, a przy użyciu komputera sekundy.

Z badaniami kolorymetrycznymi nierozdzielnie związane były prace nad wytwarzaniem wzorców bieli, a później wzorców barwy. Początkowo ograniczone były one do wytwarzania wzorców bieli z MgO i $BaSO_4$ dla potrzeb laboratorium. Później jednak odpowiadając na potrzeby przemysłu zainteresowano się innymi możliwościami. Wzorce szklane opalowe (podobne do wzorców leukometrycznych i wzorców ze szkła typu MS 20) nie dawały się wytworzyć w warunkach laboratorium. Korzystając z opublikowanych prac metrologów z NIST i informacji otrzymanych od kolegów węgierskich z OMH wspólnie z mgr A. Kuszczynską opracowaliśmy wzorce odbicia ze spiekane go politetrafluoroetyleny [16, 17]. Wzorce te, rozszerzone później na wzorce o różnych stopniach szarości i barwy, stanowiły ewidentne osiągnięcie naszego laboratorium [18].

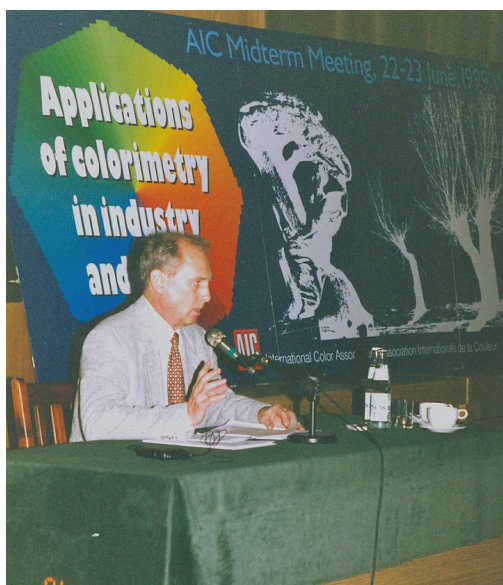
W latach dziewięćdziesiątych nastąpił również znaczny rozwój pomiarów spektrofotometrycznych. Potrzeba wzorcowania spektrofotometrycznych wzorców użytkowych i wzorców odniesienia oraz wzorcowania spektrofotometrów zwróciła uwagę laboratorium na potrzebę realizacji spektrofotometrycznych wzorców roboczych [19]. Opracowano zestawy wzorców widmowego współczynnika przepuszczania i gęstości optycznej widmowego współczynnika przepuszczania oraz wzorców do sprawdzania długości fali spektrofotometrów otrzymane ze szkieł domieszkowanych pierwiastkami ziem rzadkich. We wszystkich okręgowych urzędach miar utworzono laboratoria spektrofotometryczne wzorcujące, które zostały w późniejszym okresie akredytowane przez Polskie Centrum Akredytacji.

Rok 1979 przynosi kolejną zmianę definicji kandeli. Aktualna definicja kandeli została przyjęta na XVI Generalnej Konferencji Miar w następującej postaci:

Kandela jest światłością w danym kierunku, źródła wysyłającego monochromatyczne promieniowanie o częstotliwości $540 \cdot 10^{12}$ Hz, którego natężenie promieniowania w tym kierunku wynosi $1/683$ wata na steradian.

Definicja ta stwarza pełną spójność między jednostkami fotometrycznymi i radiometrycznymi. Źródło emitujące promieniowanie monochromatyczne o długości fali 555,016 nm w powietrzu o natężeniu promieniowania 1 W/sr ma światłość 683 cd. Nowa definicja kandeli wyraźnie wskazuje na sposób realizacji wzorca podstawowego jednostki światłości na drodze radiometrycznej poprzez zastosowanie fotometrów precyzyjnych z termostatywowanymi głowicami fotometrycznymi zawierającymi fotodiody krzemowe [20].

W kwietniu 1998 r. uruchomiono w GUM wzorec pierwotny jednostki mocy promienistej oparty na radiometrze kriogenicznym [21]. Radiometr kriogeniczny jest absolutnym radiometrem



Ilustr. 6. prof. Bogdan B. Kosmowski z Politechniki Gdańskiej prowadzi pierwszą sesję konferencji AIC Midterm Meeting w Domu Technika w Warszawie w czerwcu 1999 r.

podstawienia elektrycznego, a więc radiometrem, którego odbiornik jest ogrzewany pochłoniętą mocą optyczną oraz mocą cieplną, uzyskiwaną z grzejnika elektrycznego, co skutkuje określonym przyrostem temperatury odbiornika. Pomijając drobne różnice między procesami nagrzewania promienistego i elektrycznego można przyjąć, że mierzony widmowy strumień energetyczny jest równy mocy elektrycznej rozpraszanej w układzie grzejmym. Radiometr kriogeniczny pracuje w temperaturze bezwzględnej bliskiej 4 K, a jego niepewność odtworzenia jednostki mocy promienistej jest rzędu 0,01 %. W oparciu o radiometr można by ustanowić państwowy wzorzec podstawowy jednostki mocy promienistej, jednak spektroradiometria nie należy aktualnie do priorytetów rozwojowych GUM.

Oprócz zagranicznej współpracy dwustronnej laboratorium aktywnie uczestniczyło także w działalności organizacji międzynarodowych. W wyniku inicjatywy kierownictwa laboratorium Główny Urząd Miar w 1980 r. został przyjęty do Międzynarodowego Stowarzyszenia Barwy (International Colour Association). Kierownik Samodzielnego Laboratorium Promieniowania Optycznego Jerzy Pietrzykowski był przez wiele lat, do czasu odejścia na emeryturę, członkiem Council for Optical Radiation Measurements (CORM) – organizacji powołanej w 1972 r. z inicjatywy NBS (obecnie NIST) w celu propagowania tematyki pomiarów promieniowania optycznego i ustalania wymagań na stosowane w tej dziedzinie wzorce fizyczne.

Laboratorium wniosło także swój istotny wkład w propagację i rozwijanie tematyki pomiarów kolorymetrycznych i fotometrycznych. Przy współpracy z Polskim Komitetem Oświetleniowym i jednostkami szkolnictwa wyższego zorganizowano siedem Krajowych Sympozjów Kolorymetrycznych i międzynarodową konferencję AIC Midterm Meeting w czerwcu 1999 r. [22]. Krótka informacja o konferencji ukazała się w Biuletynie GUM [23], a piękny plakat konferencyjny ozdobił okładkę numeru 1(20) Metrologii i Probiernictwa z 2000 r. Z ramienia Polskiego Komitetu Oświetleniowego SEP autor reprezentował Polskę w Międzynarodowej Komisji Oświetleniowej (CIE) uczestnicząc w pracach kilku komitetów technicznych i w przygotowaniu kilku publikacji CIE. Znaczący jest również udział laboratorium w normalizacji skutkującej opracowaniem kilkunastu polskich norm z dziedziny kolorymetrii, techniki laserowej i jednostek miar.

Czterdzieści lat to długi okres zarówno w życiu człowieka, jak i działalności laboratorium, Praca w laboratorium z tak subtelną i niepojętą strukturą, jaką jest światło, może być fascynująca i barwna. To pewnie miał na myśli prof. dr hab. inż. Adam Fiok pisząc w dedykacji dla mnie na swojej książce następujące słowa „z wyrazami wdzięczności i życzeniami, aby nie tylko światło, ale i życie codzienne było barwne” [24].

Jerzy Pietrzykowski
emerytowany kierownik
Samodzielnego Laboratorium Promieniowania Optycznego

BIBLIOGRAFIA

- [1] Czaplicki T.: *O jednostce światłości*. Przegląd gazowniczy i wodociągowy nr 5, 1–10 (1925).
- [2] Roliński J.: *Nowa metoda spektrograficzna pomiaru zmiennych natężeń linii widmowych w jednym okresie*. PAK nr 8 (1960).
- [3] Rouppert S.: *Wyznaczenie przepuszczalności monochromatora zwierciadlanego Zeissa w części widzialnej widma*. PAK nr 19 (1962).
- [4] Oleszyński T.: *Miernictwo techniki świetlnej*. PWN. Warszawa 1957.
- [5] Roliński J.: *Komórki fotoelektryczne*. Warszawa PWT 1956.
- [6] Geist J.: *On the possibility of an absolute radiometric standard based on the quantum efficiency of silicon photodiode*. Proc. SPIE. Vol. 196. 75–83 (1979).
- [7] Zalewski E.F., Geist J.: *Silicon photodiode absolute spectral response self-calibration*. Appl. Opt. vol. 19, nr 18, 1214–1216 (1980).
- [8] Zalewski E.F., Duda C.R.: *Silicon photodiode device with 100 % external quantum efficiency*. Appl. Opt. vol. 22, nr 18, 2867–2873 (1983).
- [9] Pietrzykowski J.: *Metoda samokalibracji czułości widmowej fotodiod krzemowych i odbiorniki promieniowania typu pułapki świetlnej*. Przegląd Elektrotechniczny nr 12, 278–282 (1993).
- [10] Pietrzykowski J.: *Self-calibration silicon photodiodes and their application*. Polish Chapter of SPIE, Lasermetry, vol. 1, 61–72 (1995).
- [11] Eppeldauer G.P., Lynch D.C.: *Opto-mechanical and electronic design of a tunnel-trap Si radiometer*. J. Res. of NIST vol. 105, nr 6, 813–828 (2000).
- [12] Pietrzykowski J.: *Tolerancje pomiarów barwy i chromatyczności*. Przegląd Elektrotechniczny nr 5, 233–237 (1974).
- [13] Pietrzykowski J.: *Porównanie różnic barwy obliczonych według pięciu różnych wzorów*. Przegląd Elektrotechniczny nr 3, 133–137 (1975).
- [14] Pietrzykowski J.: *Ewolucja wzorów różnicy barw zalecanych do stosowania przez CIE*. I Krajowe Sympozjum Kolorymetryczne KSK '96, Łódź, 111–115 (1996).
- [15] Pietrzykowski J., Sobczak N.R.: *Wzory i tabele kolorymetryczne*. PKNMij, Warszawa 1981.
- [16] Kuszczynska A., Pietrzykowski J.: *Wzorce odbicia i barwy ze spiekanego politetrafluoroetyleny*. VIII Krajowa Konferencja Metrologii, Warszawa, 153–154 (1995).
- [17] Pietrzykowski J., Kuszczynska A.: *Herstellung der Farbstandards aus sinterem Polytetrafluoroethylen*. Internationale Farbtagung Farb-Info 95, Luzern, 1995.
- [18] Kuszczynska A., Pietrzykowski J.: *Polytetrafluoroethylene powder as a material for reflectance and colour standards*. Proc. SPIE vol. 4517 Lightmetry: Metrology, spectroscopy, and testing techniques using light, 108–114 (2001).
- [19] Pietrzykowski J.: *Metrological control of absorption photometers and spectrophotometers in Poland*. OIML Bulletin vol. 36, nr 4, 36 (1995).
- [20] Pietrzykowski J., Sobótko D., Szajna G., Rębecka A.: *Realizacja wzorca jednostki światłości kandel w Głównym Urzędzie Miar*. VIII Krajowa Konferencja Metrologii, Warszawa, 89–94 (1995).
- [21] Pietrzykowski J.: *Problem wzorca pierwotnego w metrologii promieniowania optycznego*. Prace Komisji Metrologii PAN, Seria: Konferencje nr 1, Podstawowe Problemy Metrologii PPM '98, 250–260 (1998).
- [22] Pietrzykowski J., Kuszczynska A., Ohanowicz-Adamska K.: *White reflection standards made of PTFE and opal glass*. AIC Midterm Meeting, 22–23 June 1999, Warszawa, 175–178 (1999).
- [23] Pietrzykowski J.: *Międzynarodowa Konferencja Kolorymetryczna AIC Midterm Meeting, 22–23 czerwca 1999 r.* Metrologia i Probiernictwo nr 1 (20), 20–21 (2000).
- [24] Fiok A.: *Telewizja. Podstawy ogólne*. WKŁ, Warszawa 1991.

Rozwój pomiarów akustycznych w Głównym Urzędzie Miar

Prace z zakresu metrologii akustycznej zapoczątkowane zostały we wczesnych latach 70-tych, kiedy formalnie Główny Urząd Miar nie istniał, a w jego miejsce – po kilku latach istnienia Centralnego Urzędu Jakości i Miar – utworzono Polski Komitet Normalizacji i Miar. Historia pomiarów akustycznych jest więc o około pół wieku krótsza niż w przypadku innych wielkości. 1 maja 1973 r. w Zakładzie Metrologicznym Elektroniki PKNiM powstało Laboratorium Pomiarów Elektroakustycznych. Tworzył je i kierował nim mgr inż. Bolesław Albiński (elektroakustyk). W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych w dziedzinie pomiarów akustycznych przeważały prace z zakresu metrologii prawnej. Przyrządy stosowane do pomiaru dźwięku: mierniki poziomu dźwięku, kalibratory akustyczne, mikrofony pomiarowe, przedwzmacniacze mikrofonowe, filtry pasmowe i audiometry były wprowadzane na rynek na podstawie tzw. „zatwierdzenia do produkcji seryjnej” – w odniesieniu do polskich producentów oraz dokumentu pod nazwą „zгода na import” – w odniesieniu do producentów zagranicznych. Wszystkie te przyrządy podlegały następnie obowiązkowi legalizacji.

Warszawa, dnia 30.IX.1974r.

Nr zgł. 1/M57/74

ŚWIADCTWO LEGALIZACJI Nr 1/M57/74

Przedmiot legalizacji: Precyzyjny miernik dźwięków impulsowych
typ 2209 nr fabr. 454326

Wytwórca: Briel - Kjaer - DANIA

Zgłoszony przez: Polski Komitet Normalizacji i Miar

ZAKRES POMIARÓW:

1. Sprawdzenie poziomu szumów własnych;
2. Określenie niedokładności dla częstotliwości odniesienia 250 Hz;
3. Określenie niedokładności przełącznika zakresów pomiarowych;
4. Określenie niedokładności skalowania;
5. Sprawdzenie charakterystyk dynamicznych;
6. Określenie niedokładności pomiaru sumy sygnałów;
7. Wyznaczenie elektrycznych charakterystyk częstotliwościowych
A, B, C, D;
8. Wyznaczenie charakterystyki częstotliwościowej w polu swobodnym.

DATA SPRAWDZENIA: 24.IX. - 27.IX.1974r.

WYNIKI SPRAWDZENIA:

1. Poziom szumów własnych: 10 dB/C/
2. Niedokładność dla częstotliwości 250 Hz: $\pm 0,2$ dB
3. Niedokładność przełącznika zakresów pomiarowych

Często- tliwość	1000 Hz										
	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30
Pozycja przełącznika dB											
Niedokład- ność dB	0	0	0	-0,1	0	0	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	-0,5

Często- tliwość	315 Hz					8 kHz				
	120	80	70	40	30	120	80	70	40	30
Pozycja przełącznika dB										
Niedokład- ność dB	0	-0,2	-0,3	-0,4	-0,3	0	0	-0,1	-0,1	-0,2

Ilustr.1. Pierwsze świadectwo legalizacji miernika poziomu dźwięku wydane przez Laboratorium Pomiarów Elektroakustycznych

Wprowadzenie w Polsce obowiązkowej kontroli metrologicznej przyrządów do pomiarów akustycznych sprawiło, że przyrządy niespełniające wymagań zostały wyeliminowane z rynku. Producenci i sprzedawcy aparatury akustycznej musieli się pogodzić z faktem, że przyrządy bez zatwierdzenia typu nie mogą być wprowadzone na rynek. Wśród specjalistów wykonujących pomiary znacznie wzrosła świadomość, jak ważna jest dokładność charakterystyk metrologicznych przyrządów używanych do wykonywania pomiarów akustycznych.

Kontrola metrologiczna akustycznych przyrządów pomiarowych była początkowo przeprowadzana w Laboratorium Pomiarów Elektroakustycznych usytuowanym w Zakładzie Metrologicznym Elektroniki (Ilustr. 1) oraz w upoważnionych do wykonywania legalizacji laboratoriach Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie i Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach. Laboratorium Pomiarów Elektroakustycznych dysponowało nowoczesnym, jak na tamte czasy, wyposażeniem firmy Bruel & Kjaer oraz kompetentną kadrą. Byli to inżynierowie elektroakustycy, absolwenci Wydziału Elektroniki Politechniki Warszawskiej oraz technicy elektronicy.

Wraz ze wzrostem liczby przyrządów do pomiarów akustycznych na rynku pojawiła się potrzeba zwiększenia w Polsce liczby laboratoriów zajmujących się ich legalizacją. Na przełomie lat 70-tych i 80-tych działalność w tym zakresie rozpoczęły Okręgowe Urzędy Miar w Gdańsku i we Wrocławiu. W latach 80-tych w Zakładach Aparatury Akustycznej SONOPAN w Białymstoku (pierwszy polski producent akustycznych przyrządów pomiarowych) oraz w Zakładach ZALMED (producent audiometrów), a także w Zakładach Naprawczych Sprzętu Medycznego utworzono punkty legalizacyjne.

W 1982 r., po śmierci inż. Albińskiego, kierownikiem Laboratorium został mgr inż. Tadeusz Wąsala. Pomimo że zadania GUM w dziedzinie akustyki były w tym okresie skupione przede wszystkim na zapewnieniu w Polsce prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych, nie zanedbano problemu spójności pomiarowej. W początkowym okresie działalności pomiary wykonywane w GUM były powiązane z wzorcami producenta wyposażenia pomiarowego – firmy Bruel & Kjaer. Na początku lat 80-tych podjęto pierwsze udane próby odtwarzania jednostki ciśnienia akustycznego poprzez wzorcowanie mikrofonów pomiarowych metodą wzajemności. Pozwoliło to na nawiązanie współpracy międzynarodowej, ograniczonej ze względu na ówczesną sytuację polityczną Polski do krajów tzw. obozu socjalistycznego. Przeprowadzono też pierwsze międzynarodowe porównania dwustronne z instytucjami metrologicznymi Bułgarii, NRD i Węgier.

Zmiany ustrojowe w Polsce po roku 1989, reaktywowanie Głównego Urzędu Miar (po rozwiązaniu PKNMij) oraz *ustawa z dnia 3 kwietnia 1993 r. Prawo o miarach* rozpoczęły nowy etap w rozwoju metrologii akustycznej w Polsce. W 1991 r. powstało Samodzielne Laboratorium Akustyki i Drgań, które przejęło wszystkie zadania związane z zapewnieniem w kraju spójności pomiarowej w dziedzinie akustyki i drgań mechanicznych. Kierownikiem Laboratorium została mgr inż. Maria Szelaż. Początkowo dość dużą część działalności Laboratorium stanowiła nadal metrologia prawna – zatwierdzenie typu i legalizacja przyrządów do pomiaru dźwięku oraz uwierzytelnienie niektórych przyrządów (obowiązkowe i nieobowiązkowe). Uwierzytelnienie przyrządów, wprowadzone w celu wykazania powiązania wskazań przyrządu z wzorcem pierwotnym jednostki miary, było niejako pierwszym krokiem w kierunku wprowadzenia wzorcowania przyrządów w miejsce ich prawnej kontroli metrologicznej.

Jednocześnie zaczęły się w GUM rozwijać i nabierać coraz większego znaczenia prace z zakresu metrologii naukowej. Ogromną rolę odegrały tu staże i szkolenia zagraniczne w National Physical Laboratory w Wielkiej Brytanii oraz w Physikalisch-Technische Bundesanstalt w Niemczech, w których uczestniczyli w latach dziewięćdziesiątych metrologi – akustycy z GUM. Wiedza uzyskana w kontaktach ze specjalistami z wiodących w dziedzinie metrologii akustycznej instytucji metrologicznych w Europie, zapoznanie się ze stosowanymi tam metodami oraz nowoczesnym wyposażeniem pomiarowym, a także z organizacją laboratoriów zostały wykorzystane w procesie budowania nowoczesnego laboratorium w GUM. Podjęto decyzję o budowie stanowiska wzorca podstawowego jednostki ciśnienia akustycznego, zweryfikowano i zaplanowano rozbudowę łańcucha powiązań w dziedzinie akustyki, rozpoczęto proces automatyzacji stanowisk pomiarowych, zaprojektowano i zbudowano komorę ciśnieniową do badania wpływu ciśnienia statycznego na wyniki pomiarów akustycznych, włączono się czynnie do współpra-

cy międzynarodowej, a także rozpoczęto prace nad wprowadzeniem w laboratorium systemu jakości.

Wraz z postępującym rozwojem kraju i towarzyszącym mu szybkim podnoszeniem się poziomu techniki, a także wraz ze wzrostem świadomości technicznej użytkowników przyrządów pomiarowych stopniowo ograniczano w Polsce listę przyrządów w dziedzinie akustyki objętych obowiązkiem prawnej kontroli metrologicznej. Dodatkowo tendencja światowa, polegająca na przeniesieniu odpowiedzialności za stan wyposażenia pomiarowego z organów państwa na użytkowników sprawiła, że dotychczasową prawną kontrolę metrologiczną zaczęto zastępować wzorcowaniem przyrządów. GUM był na te zmiany przygotowany zarówno technicznie, jak i pod względem kadrowym. Ponadto do działających już w dziedzinie akustyki Okręgowych Urzędów Miar w Gdańsku i Wrocławiu dołączył Okręgowy Urząd Miar w Łodzi, a laboratoria akustyczne Głównego Instytutu Górniczo-Hutniczego i Akademii Górniczo-Hutniczej uzyskały akredytację. W późniejszym okresie akredytację w zakresie wzorcowania mierników poziomu dźwięku uzyskały również dwa prywatne laboratoria związane z obsługą stacji kontroli pojazdów. GUM kontynuując swoją dotychczasową działalność zapewniał tym laboratoriom powiązanie z wzorcem podstawowym jednostki ciśnienia akustycznego, organizował szkolenia metrologiczne oraz porównania międzylaboratoryjne. W rezultacie nastąpił w Polsce znaczący postęp w zakresie zapewnienia rzetelności i jednolitości pomiarów akustycznych.

Obecnie jedynie mierniki poziomu dźwięku podlegają w Polsce obowiązkowi kontroli metrologicznej, ograniczonej do zatwierdzenia typu. Poza tym wszystkie przyrządy służące do pomiaru i analizy dźwięku, tj. mierniki poziomu dźwięku w zakresie częstotliwości słyszalnych, infradźwiękowych i ultradźwiękowych, filtry pasmowe stanowiące wyposażenie tych mierników, indywidualne mierniki ekspozycji na dźwięk, kalibratory akustyczne, mikrofony pomiarowe – laboratoryjne i robocze, a także przyrządy służące do pomiarów audiometrycznych, tj. symulatory ucha, sprzęgacze mechaniczne oraz audiometry są wzorcowane. Potrzeby w tym zakresie są duże i mają tendencję wzrostową. Wynikają one z jednej strony z narastających zagrożeń środowiska naturalnego i środowiska pracy przez hałas, z drugiej natomiast – z obowiązujących przepisów prawnych europejskich i krajowych. Wraz z przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej wprowadzono do prawodawstwa polskiego dyrektywy UE ukierunkowane na zwiększenie efektywności walki z hałasem. Najważniejsze z nich dotyczą:

- oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku,
- emisji hałasu do środowiska przez urządzenia używane na zewnątrz pomieszczeń,
- minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracowników narażonych na ryzyko spowodowane hałasem, a także
- hałasu wytwarzanego przez maszyny.

Warto też wspomnieć, że wszelkie pojazdy silnikowe (w tym ciągniki rolnicze i leśne oraz przyczepy), a także statki powietrzne podlegają ocenie pod kątem wytwarzanego hałasu w procesie homologacji lub certyfikacji. Realizacja postanowień dyrektyw europejskich wymaga rzetelnych i wiarygodnych pomiarów hałasu. Pociąga to za sobą konieczność powiązania wyników pomiarów hałasu z wzorcami jednostki ciśnienia akustycznego oraz określa znaczącą rolę Głównego Urzędu Miar w tym zakresie.

W całym omawianym tu okresie metrologia akustyczna w Polsce starała się nadążyć za światowym postępowaniem i być liczącym się partnerem we współpracy międzynarodowej. Bardzo ważnym momentem umożliwiającym skuteczne włączenie się Polski do międzynarodowego systemu metrologicznego była budowa w 1998 r. stanowiska wzorca podstawowego jednostki ciśnienia akustycznego (Ilustr. 2), zrealizowana dzięki przedakcesyjnym funduszom Unii Europejskiej w ramach programu PHARE Quality promotion. Wzorzec ten nie tylko zapewnił w Polsce spójność pomiarową na poziomie europejskim i światowym, ale też umożliwił udział



Ilustr. 2. Stanowisko wzorca podstawowego jednostki ciśnienia akustycznego

w porównaniach kluczowych organizowanych przez Międzynarodową Konferencję Miar (CIPM), a następnie zgłoszenie i uznanie zadeklarowanych najlepszych możliwości pomiarowych (CMC) w ramach porozumienia „Wzajemne uznawanie państwowych wzorców jednostek miar oraz świadectw wzorcowania i świadectw pomiarów wydawanych przez krajowe instytucje metrologiczne” (MRA CIPM). Budowa wzorca zapoczątkowała też trwającą do dziś współpracę ze specjalistami – akustykami z National Physical Laboratory z Wielkiej Brytanii (projektantami i wykonawcami wzorca) w zakresie odtwarzania jednostki ciśnienia akustycznego.

Od 1996 r. GUM brał aktywny udział w pracach Komitetu Technicznego ds. Akustyki, Ultradźwięków i Drgań TC AUV EUROMET (obecnie EURAMET) szybko zdobywając uznanie dla osiągnięć polskiej metrologii akustycznej na forum międzynarodowym. Uznanie wyrażało się między innymi powierzeniem pracownikowi GUM, Pani Marii Szeląg, pełnienia w latach 2001 – 2005 przez dwie kadencje funkcji przewodniczącej TC AUV.

Udział metrologów z GUM przy tworzeniu Komitetu Doradczego ds. Akustyki, Ultradźwięków i Drgań (CCAUV) Międzynarodowej Konferencji Miar (CIPM), a następnie aktywna działalność w tym Komitecie została uwieńczona w 2004 r. członkostwem GUM w CCAUV. W 2008 r. Pani Maria Szeląg, która reprezentowała GUM w CCAUV od początku działalności Komitetu do dnia Jej przejścia na emeryturę, została w szczególny sposób wyróżniona przez kie-



Ilustr. 3. Dyplom dla przedstawiciela Polski w Komitecie Doradczym ds. Akustyki, Ultradźwięków i Drgań (CCAUV) Międzynarodowej Konferencji Miar (CIPM)

rownictwo Międzynarodowego Biura Miar (BIPM). Jej wielkie zaangażowanie w tworzenie, a następnie pracę Komitetu zostało zauważone, docenione i uhonorowane przyznaniem dyplomu (Ilustr. 3).

Nie sposób nie zauważyć aktywności metrologów akustyków GUM w pracach Komitetu Technicznego ds. Elektroakustyki TC29 Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej (IEC) przy opracowywaniu nowoczesnych norm międzynarodowych dotyczących wzorców akustycznych i przyrządów do pomiaru dźwięku oraz w pracach Komitetu Technicznego *Przyrządy do pomiarów dźwięku i drgań mechanicznych* Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej (OIML) przy opracowywaniu wszystkich zaleceń OIML dotyczących badania i oceny akustycznych przyrządów pomiarowych. Doświadczenia zdobyte w ramach prac normalizacyjnych na forum międzynarodowym były następnie wykorzystywane w pracach Komitetu Technicznego KT 105 ds. Elektroakustyki i Rejestracji Dźwięku i Obrazu Polskiego Komitetu Normalizacyjnego przy tłumaczeniu norm europejskich.

Następnym liczącym się osiągnięciem polskiej metrologii akustycznej była budowa w GUM w latach 2006–2007 stanowiska oraz opracowanie metody wzorcowania aparatury akustycznej w zakresie częstotliwości infradźwiękowych. Konsekwencją tej pracy było zgłoszenie w Komitecie Technicznym TC AUV EURAMET propozycji projektu badawczego pt. „*Methods and instruments for traceable pressure calibration of acoustical measuring equipment within frequency range 0,5 Hz to 30 Hz*” (Opracowanie metody i stanowiska pomiarowego do wzorcowania aparatury akustycznej w warunkach ciśnieniowych w zakresie częstotliwości od 0,5 Hz do 30 Hz), przewidzianego do ewentualnej realizacji w ramach EMRP. Projekt cieszy się coraz większym zainteresowaniem ze względu na problem zwalczania hałasu infradźwiękowego w środowisku naturalnym.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że możliwości GUM w dziedzinie akustyki zostały potwierdzone w 2006 r. w pomyślnie zakończonym procesie akredytacji usług pomiarowych z udziałem eksperta zagranicznego.

Jak dużą rolę odgrywa i ma do odegrania w przyszłości metrologia akustyczna, szczególnie przy rozwiązywaniu problemów dotyczących ochrony środowiska naturalnego przed hałasem może świadczyć fragment listu prof. Andrew J. Wallarda – Dyrektora Międzynarodowego Biura Miar – opublikowanego w 2007 r. z okazji Światowego Dnia Metrologii, poruszającego znaczenie pomiarów w środowisku naturalnym w dobie powszechnej globalizacji. W liście tym autor pisze m.in., cyt.: (tłum. GUM)

„... Metrologia i środowisko naturalne to jednak nie jest jedynie jakość powietrza i zmiany klimatyczne, lecz dużo więcej ... Hałas jest nieodłącznym elementem naszego środowiska naturalnego. Narażenie na długotrwałe działanie hałasu, na przykład w głośnym miejscu pracy, może powodować utratę słuchu. Szumy impulsowe, takie jak dźwięk narzędzia pneumatycznego, hałas powodowany przez maszynę lub głośnych sąsiadów, mogą niektórych szczególnie irytować. Różni ludzie mają różne poziomy tolerancji hałasu, więc ta dziedzina metrologii, podobnie jak percepcja koloru, jest fascynującą mieszaniną obiektywnych pomiarów i subiektywnej reakcji indywidualnych osób. Do nas wszystkich dociera hałas pochodzący z dróg lub wywoływany przez samoloty, zatem wszyscy mamy świadomość tego, że badania hałasu wokół lotnisk mają kluczowe znaczenie przy planowaniu nowych lotnisk lub ich rozbudowy. Chociaż minimalna różnica ciśnienia akustycznego słyszalna zwykle przez ludzkie ucho wynosi około 1 dB, to przyrządy pomiarowe muszą być w stanie przeprowadzać dokładniejsze pomiary. W przypadku certyfikacji samolotów, gdzie w grę wchodzi ogromne sumy pieniędzy, różnica zaledwie 0,1 dB może zadecydować o dopuszczeniu lub nie samolotu do eksploatacji na dużym międzynarodowym lotnisku”

Danuta Dobrowolska

kierownik Laboratorium Akustyki i Drgań

Zakładu Mechaniki i Akustyki

Moje lata w Głównym Urzędzie Miar. „40 w 90”

Pięćdziesiąt lat temu, w roku 1959, w Głównym Urzędzie Miar (w 40 rocznicę jego utworzenia) rozpoczęła swą pierwszą pracę zawodową duża grupa absolwentów Wydziału Mechaniczno-Technologicznego Politechniki Warszawskiej z Sekcji Mechanika Precyzyjna. Część z nas (w tej liczbie również ja) będąc już po absolutorium, ale jeszcze przed dyplomem, została przyjęta do GUM w 1958 r., tak aby „uciec” przed mającą nastąpić akcją „nakazów pracy”. Do pracy w GUM namawiał nas i patronował naszym krokom prof. Jan Obalski [1], który łączył dwie pasje – pracę na wymienionym Wydziale PW i pracę w GUM. Cała nasza gromadka młodych magistrów inżynierów reprezentowała trzy zasadnicze specjalności, tj.: przyrządy pomiarowo-kontrolne, przyrządy optyczne i przyrządy pokładowe.

Ponieważ skończyłam tę pierwszą specjalność zostałam skierowana do Laboratorium Pomiarów Masy w Zakładzie Masy i Siły. Kierownikiem Laboratorium był wówczas mgr Tadeusz Zamłyński (fizyk), a kierownikiem Zakładu mgr inż. Antoni Richter [1]. Obaj Panowie rozpoczęli pracę w GUM przed II wojną światową, a po jej zakończeniu powrócili do pracy na krótko w Urzędzie Miar w Krakowie, następnie w Bytomiu i ostatecznie, od 1949 r. w GUM w Warszawie [2].

Zarówno przed 1939 r. jak i od 1945 r. organizowali oni laboratoria i wprowadzali nowe działy metrologiczne, np. liczników samochodowych, wag i odważników wysokiej dokładności, gęstościomierzy zbożowych, maszyn wytrzymałościowych. W wyniku ich starań już w 1945 r. powstała komórka pod nazwą „Dział Pomiarów Masy”, która w 1952 r. otrzymała nazwę Zakład Metrologiczny Masy i Siły oraz symbol III, a następnie M3. W skład Zakładu wówczas wchodziły następujące Działy przemianowane później na Laboratoria:

- Pomiarów Masy (M31), kierownik mgr Tadeusz Zamłyński,
- Wag Handlowych i Przemysłowych (M32), kierownik inż. Józef Banach [1],
- Pomiarów Siły i Twardości (M33), kierownik mgr inż. Jerzy Mikoszewski,
- Tachometrii, Taksometrów i Maszyn do Pomiarów Długości (późniejsze Laboratorium Pomiarów Prędkości M34), kierownik inż. Wiktor Sielski [1].

Taki stan organizacyjny Zakładu zastałam rozpoczynając pracę 1 lipca 1958 r. jako technik. Rok później, po obronie pracy dyplomowej, której promotorem był prof. Jan Obalski otrzymałam stanowisko metrologa w Laboratorium Pomiarów Masy M31.

Wówczas kierownikami zakładów i laboratoriów byli ludzie, którzy organizowali komórki GUM od podstaw, zarówno przed wojną jak i po jej zakończeniu, gdy w wyniku zniszczeń trzeba było zaczynać wszystko od początku. Dzięki ich ogromnemu zaangażowaniu i znajomości zagadnień my młody „narybek” zostaliśmy „zarażeni” pasją metrologii.

Zdawaliśmy sobie sprawę, że przyjęto nas tak gromadnie do GUM, bo trzeba było wychować następców pierwszego pokolenia twórców i pracowników tej ważnej dla gospodarki kraju Instytucji. Większość z nas „połknęła” bakcylię metrologii i z czasem przejęła role kierownicze, kontynuując dzieło rozwoju administracji miar w Polsce.

Zadania nie były łatwe – konieczne było wyposażenie laboratoriów GUM oraz okręgowych i obwodowych urzędów miar w nowe przyrządy i wzorce miar bardziej nowoczesne niż te, które ocalały po zniszczeniach wojennych. Potrzebne były nowe przepisy i instrukcje, tj. należało opracować wymagania dla przyrządów pomiarowych i instrukcje ich sprawdzania przy legalizacji. Budził się do życia polski przemysł, powstawały plany produkcji w kraju przyrządów

pomiarowych. Oczekiwania przemysłu i użytkowników w stosunku do Głównego Urzędu Miar były duże.

Praca nasza była pasjonująca, twórcza, ale wymagano od nas, przy długotrwałych pomiarach, ogromnej cierpliwości, rzetelności, opanowania oraz zdolności obserwacji i szybkiego notowania wskazań przyrządów. Nasi przełożeni uczyli nas analizowania zjawisk i wyników pomiarów przy sprawdzaniu wzorców miar i przyrządów pomiarowych, oceny dokładności oraz opracowywania wniosków. Umiejętności tych nie wynosi się z uczelni – zdobywa się je po pewnym okresie praktyki oraz doświadczenia zdobytego pod dobrym kierownictwem i nadzorem. Wymagano od nas także ukończenia kursów legalizacyjnych, na których zostaliśmy później wykładowcami i autorami programów. Po latach mogliśmy tego wymagać od naszych młodszych kolegów i podwładnych. Tak powstaje łańcuch przekazywania wiedzy praktycznej i dorobek instytucji, w tym przypadku naszej – obecnie obchodzącej 90-lecie swego istnienia. Pragnę wyrazić nadzieję, że tradycja przekazywania wiedzy i doświadczeń między pokoleniami pracowników zostanie utrzymana, a dorobek Instytucji będzie pomnażany.

Do ważniejszych osiągnięć Zakładu w pierwszych dwudziestu latach po II wojnie światowej można zaliczyć:

- opracowanie metody wzorcowania i sprawdzania (w tym projekt specjalnej wagi) odważników porcelanowych stosowanych w handlu, których produkcję uruchomiła w 1950 r. Fabryka Porcelany Elektrotechnicznej;
- opracowanie w latach 1950–1952 wzoru wagi legalizacyjnej 1 g do sprawdzania odważników od 1 mg do 500 mg. Później warsztaty GUM wykonały ok. 20 takich wag dla terenowych urzędów miar. Służyły one do legalizowania odważników handlowych dokładniejszych, stosowanych w aptekach i zakładach jubilerskich. Opracowano także założenia dla serii wag legalizacyjnych 5 g, 500 g i 5 kg, które wykonała Sp-nia Mechanika Precyzyjna w Warszawie. Wagi te przez długie lata stanowiły wyposażenie terenowych urzędów miar;
- opracowanie w latach 1958–1959 dokumentacji konstrukcyjnej dynamometrów kontrolnych od 500 N do 100 kN, wg której przedsiębiorstwo spółdzielcze uruchomiło produkcję dynamometrów dla potrzeb służby miar i przemysłu;
- opracowanie w latach 1963–1964 technologii wyrobu wzorców twardości Rockwella i Vickersa, które po wykonaniu stosowane były w GUM;
- opracowanie w latach 1963–1965 założeń konstrukcyjnych maszyny obciążnikowej 60 kN do sprawdzania dynamometrów kontrolnych. Maszyna wykonana przez Politechnikę Warszawską, jako pionierskie przedsięwzięcie w kraju, stanowiła wyposażenie Zakładu;



Ilustr. 1. 1970 r. w laboratorium M31, od lewej: Wojciech Kokot, Barbara Piotrowska, Krystyna Czarnocka, Antoni Majlert

- opracowanie w 1954 r. nowego sposobu sprawdzania taksometrów za pomocą drogomierza stacyjnego. Drogomierze wykonane wg tej koncepcji stosowane były przez przedsiębiorstwa taksówkowe i transportowe do sprawdzania taksometrów, szybkościomierzy i drogomierzy. Opracowano też dokumentację drogomierza przenośnego do sprawdzania taksometrów po zdjęciu ich z pojazdu; warsztaty nasze wykonały do 1966 r. ponad 70 takich drogomierzy dla obwodowych urzędów miar;
- opracowanie szeregu rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych dla wag handlowych i przemysłowych, dla których uzyskano patenty i które zostały wdrożone do produkcji.

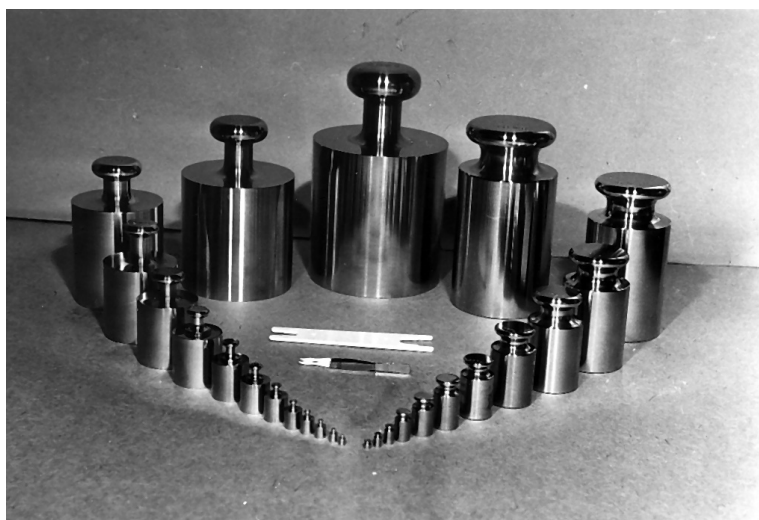
Podane przykłady opracowań nie wyczerpują całej listy prac Zakładu w omawianym okresie, oddają jedynie charakter ówczesnych potrzeb i różnorodność prowadzonych prac.

Ze względu na moją „przynależność” do Laboratorium Pomiarów Masy przez prawie cały okres czterdziestoletniej pracy w GUM, skupię się dalej, przede wszystkim, na wspomnieniach dotyczących działania Laboratorium M31.

W początkowym okresie pracy sprawdzałam wagi, wzorce masy i gęstościomierze zbożowe stanowiące wyposażenie Laboratorium oraz wagi legalizacyjne naprawiane w naszych warsztatach, należące do urzędów terenowych. Była to doskonała praktyka i pozwoliła mi wstępnie poznać stan wyposażenia urzędów. Na pełną analizę stanu wyposażenia złożyły się jeszcze ankiety i informacje zebrane podczas wyjazdów służbowych do większości urzędów krajowych. Zebrano też szczegółowe dane o wyposażeniu urzędów zagranicznych.

Tak przygotowane materiały wykorzystane zostały przy opracowywaniu planów wyposażenia urzędów terenowych we wzorce masy i wagi odpowiadające wymaganiom międzynarodowym. Celem było podniesienie dokładności pomiarów masy w kraju (nauka, przemysł, handel). Materiały te stanowiły też podstawę opracowania pierwszych w historii GUM projektów hierarchicznych układów sprawdzeń przyrządów pomiarowych. Bardzo sobie cenię pracę w powołanym do tego celu w 1962 r. Zespole Redakcyjnym pod kierunkiem mgr. Stanisława Roupperta; wiele wówczas się nauczyłam.

Podstawowe wyposażenie, które zastałam w Laboratorium M31, stanowił komplet wag tzw. metrologicznych ze zdalnym odczytem, o obciążeniu maksymalnym 2 g, 20 g, 200 g, 1 kg, 10 kg i 50 kg sprowadzony z angielskiej firmy Oertling w latach 1950–1952 (firma już nie istnieje) oraz komplety wzorców masy tzw. wzorce kopie 1 kg i wzorce podstawowe od 1 mg do 20 kg (do dzisiaj użytkowane). Komplety wag o tym samym obciążeniu, ale z odczytem bezpośrednim oraz wzorce masy od 1 mg do 20 kg tzw. główne, zostały sprowadzone dla siedmiu istniejących wtedy okręgowych urzędów miar. Wagi w OUM służyły do 1992 r., kiedy to część z nich została zmo-



Ilustr. 2. 1988 r. – nowe wzorce masy II i IV rzędu, od 1 g do 20 kg

dernizowana, a część zastąpiona nowymi. Modernizację i wykonanie nowych wag przeprowadzono w kraju według założeń i pod kontrolą Laboratorium Pomiarów Masy [3].

W roku 1952 został zakupiony w Międzynarodowym Biurze Miar (BIPM) dla Polski wzorzec masy 1 kg o numerze 51 i ustanowiony jako państwowy wzorzec miary masy. Masa tego wzorca (wykonanego w latach 1946–1948) została wyznaczona w BIPM w czasie trzech porównań wzorców państwowych z Międzynarodowym Prototypem 1 kg w latach 1948–1950. Porównania takie odbywają się co 30 do 40 lat [10]. Ostatnie porównania międzynarodowe, w których uczestniczył też polski wzorzec przeprowadzone były w latach 1990–1993. Numery wzorcom nadawane są przez BIPM, np. nr 5 ma wzorzec Włoch, nr 6 – Japonii, nr 16 – Węgier, nr 20 – USA.

W 1958 r. w Laboratorium znajdowały się, już nie użytkowane, tzw. wzorce kontrolne wykonane ze szkła, wypełnione śrutem ołowianym. Przed II Wojną Światową były stosowane w Urzędzie Miar we Lwowie jako pozostałość po zaborze austriackim – zachowane jako świadek postępu w wykonaniu i dokładności wzorców, stanowiły ciekawostkę na kursach.

Opracowany, w latach sześćdziesiątych, pierwszy projekt hierarchicznego układu sprawdzań przyrządów do pomiarów masy pozwolił określić i usystematyzować wymagania dla wzorców masy wszystkich rzędów dokładności, odważników użytkowych oraz wag do ich sprawdzania. W pierwszym okresie wprowadzono do stosowania w obwodowych urzędach miar jako wzorce III rzędu – odważniki analityczne, a jako wzorce IV rzędu – odważniki techniczne. Pozwoliło to na zwiększenie dokładności sprawdzania odważników handlowych – tzw. dokładniejszych (stosowanych aptekach i jubilerstwie) i tzw. zwyczajnych (stosowanych w handlu).



Ilustr. 3. 1994 r. – zespół laboratorium M31, na pierwszym planie Ewa Mączewska, a za nią od lewej: Barbara Sokołowska, Danuta Harasimowicz, Halina Kwiatkowska, Antoni Majlert, Hanna Durlik

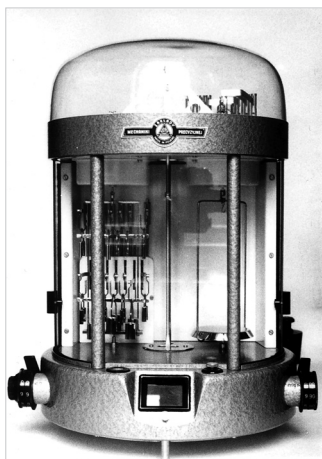
W latach 1970–1973 dla urzędów obwodowych zostały wykonane zestawy wag podróżnych (500 g, 5 kg, 20 kg), zbliżone do tzw. wag Rueprechta, stosowane w czasie prac urzędów objazdowych. Była to ciekawa forma docierania urzędów miar do użytkowników przyrządów pomiarowych. Urzędy objazdowe działały przed wojną i przez ok. 30 lat po wojnie. W warsztatach GUM wykonano naczepę samochodową wyposażoną we wszystkie przyrządy potrzebne przy

objeździe do legalizacji (projekt wg wzoru austriackiego), jednak ze względów organizacyjnych i finansowych nie kontynuowano tej formy objazdu.

Zdawaliśmy sobie sprawę, że dotychczasowe działania są niewystarczające. Biorąc czynny udział w pracach Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej (OIML) nad zaleceniami dotyczącymi wymagań dla wzorców masy i odważników użytkowych, rozpoczęliśmy badania nad wyborem materiału, konstrukcją i wykonaniem tych odważników w kraju (1971 r.).

Równocześnie w ramach RWPG opracowywane były normy na wymienione wyżej odważniki, w oparciu o wymagania OIML. Na zakończenie pracy nad normami RWPG, których autorem było nasze Laboratorium, strona polska zdecydowała i oznajmiła na ostatnim posiedzeniu roboczym w tej sprawie, że błędy graniczne dopuszczalne dla odważników w kraju zostaną wprowadzone dopiero po stworzeniu możliwości ich sprawdzenia. Było to wówczas niezwykle odważne stanowisko, ale jak pokazał czas słuszne.

Po zakończeniu prac badawczych wykonano w warsztatach Zakładu Metrologicznego Aparatury Laboratoryjno-Pomiarowej naszej Instytucji wzorce masy II, III i IV rzędu od 1 g do 10 kg w ilości 3605 sztuk w 963 kompletach. Nadzór nad wykonaniem i sprawdzenie wszystkich wzorców przeprowadziło Laboratorium M31. Ostatnia partia wzorców została przekazana urzędom okręgowym i obwodowym w 1985 r. [4]. Koszt wykonania wzorców wyniósł 4 mln



Ilustr. 4. 1975 r. – waga analityczna WA-31



Ilustr. 5. 1965 r. – waga torsyjna

PLN, a zakupu za granicą wyniósłby ok. 740 tys. USD, tj. 64 mln PLN wg ówczesnych przeliczeń. Wzorce 20 kg II, III i IV rzędu, wykonane poza naszą Instytucją w ilości 642 sztuk, zostały dostarczone urzędom w 1988 r. Nadzór nad wykonaniem i sprawdzenie tych wzorców odbyło się przy udziale Pracowni Masy Okręgowego Urzędu Miar w Gdańsku [5]. Wzorce te wykonane zgodnie z wymaganiami zaleceń OIML R20 i R33, przy zachowaniu warunków prawidłowego użytkowania, mogą służyć ok. 100 lat.

Drugim dużym, równoległym przedsięwzięciem było wykonanie w kraju – wg założeń M31, a konstrukcji inżynierów z byłych Zakładów Mechaniki Precyzyjnej w Gdańsku, przy dużej współpracy z wszystkimi terenowymi urzędami miar, a szczególnie OUM w Gdańsku – wag legalizacyjnych II rzędu (3 g, 5 kg, 25 kg) oraz IV rzędu (5 kg i 25 kg) dla wszystkich okręgowych i obwodowych urzędów miar. Są to wagi 1 klasy dokładności wg zaleceń OIML R76. Prace konstrukcyjne, modele, prototypy i część produkcji sfinansowała nasza Instytucja, a na część wykonania uzyskano fundusze z programów PHARE ówczesnej EWG. Ostatnią partię wag przekazano urzędom w 1993 r. [6].

Zrealizowanie omówionych przedsięwzięć pozwoliło na wprowadzenie w Polsce pełnych wymagań międzynarodowych dotyczących dokładności pomiarów masy w kraju (ważenia w nauce, przemyśle, handlu).

W realizacji omówionych prac brał udział podstawowy, długoletni zespół Laboratorium M31, o którym chcę tu powiedzieć. Po przedwczesnej, nagłej śmierci kierownika Laboratorium mgr Tadeusza Zamłyńskiego (1 stycznia 1961 r.), stanowisko to powierzono mnie z dniem 1 kwietnia 1961 r. Funkcję tę pełniłam do czasu objęcia stanowiska dyrektora Zakładu Masy i Siły M3, tj. do czerwca 1990 r. Z dniem 1 stycznia 1997 r. przeszłam na emeryturę i do 31 czerwca 1998 r. pracowałam na 0,5 etatu w „moim” Laboratorium.

Podstawowy, długoletni skład Zespołu Laboratorium był następujący: technik Antoni (Witek) Majlert, lata pracy w GUM i w M31 1950–2002 [1]; technik Wojciech Kokot, 1969–1979; mgr inż. Ewa Mączewska, w GUM 1971–2009, w M31 1971–2001; technik Danuta Harasimowicz, 1973–2008; inż. Halina Kwiatkowska, 1974–2007; mgr inż. Hanna Durlik, 1975–2007; technik Aleksander Harasimowicz, w GUM 1979–obecnie, w M31 1979–1989; technik Barbara Sokołowska, w GUM 1966–2000, w M31 1989–2000.

W 1990 r. kierownictwo Laboratorium M31 objęła inż. H. Kwiatkowska i pełniła tę funkcję do czasu przejścia na wcześniejszą emeryturę w 2007 r. Mgr inż. E. Mączewska była dyrektorem Zakładu M3 od 2001 r. do 2008 r. W okresie od 1997 r. do 2001 r. dyrektorem M3 była mgr inż. Barbara Lisowska (z M32), która następnie piastowała stanowisko wiceprezesa GUM (2001–2009). Współpraca całego naszego zespołu była bardzo dobra. Mam wrażenie, że było to następne pokolenie „zarażone” ideą GUM. Wszyscy byli niezwykle zaangażowani, odpowiedzialni, pełni inicjatywy i energii.

Wśród ciekawych tematów realizowanych przez nasz Zespół były takie jak:

- określenie objętości wzorców masy metodą ważenia hydrostatycznego,
- wyznaczanie gęstości powietrza w czasie porównań wzorców masy 1 kg najwyższej dokładności,
- przygotowania do przyjęcia w kraju umownej gęstości powietrza 1,2 mg/cm³ oraz umownej gęstości wzorców i odważników 8,0 g/cm³ (cel wdrożenie w Polsce zalecenia OIML R 33).

W czasie wszystkich prac konieczne było studiowanie literatury, co było możliwe dzięki zbiorom naszej biblioteki technicznej.

W tych wspomnieniach nie sposób opisać wszystkich znaczących prac – mówią o tym częściowo nasze publikacje [7, 9].

Jednak wymienić muszę jeszcze współdziałanie w uruchamianiu w kraju od 1953 r. (w nieistniejących już firmach) produkcji: wag analitycznych w Zakładach Mechaniki Precyzyjnej w Gdańsku, wag torsyjnych i Westphala-Mohra w Sp-ni Techniprot w Warszawie, wag i odważników analitycznych i gęstościomierzy zbożowych w Sp-ni Mechanika Precyzyjna w Warszawie, odważników żeliwnych i mosiężnych.

We wszystkich działaniach ceniliśmy współpracę z terenowymi urzędami miar. Okresowe spotkania organizowane w GUM lub urzędach pozwalały na wymianę myśli, informacji i koncepcji działań. My słuchaliśmy naczelników, ich potrzeb i uwag dotyczących naszych planów, oni przyjmowali naszą interpretację przepisów, zarządzeń i zamierzeń. Kontakty nasze były częste i owocne.

Dużym osiągnięciem Laboratorium M31 było zbudowanie specjalnych, najwyższej dokładności, stanowisk do odtwarzania i przekazywania jednostki masy 1 kg. Budowa pierwszego stanowiska rozpoczęta w 1990 r. pozwoliła na uzyskanie dokładności $1 \cdot 10^{-8}$ kg przy porównaniach wzorców 1 kg. Na drugim stanowisku zbudowanym w latach późniejszych (2000 r.) osiąga się już dokładność $2 \cdot 10^{-9}$ kg. Oba stanowiska wyposażone są w nowoczesne wagi i aparaturę do

pomiarów warunków zewnętrznych oraz programy komputerowe sterujące pracą wag i obliczeniami.

Wszystkie wspomniane działania i prace prowadzone były równolegle z wykonywaniem podstawowych zadań laboratoriów GUM, a więc: sprawdzono tysiące wzorców masy I rzędu z OUM, badano dla zatwierdzenia typu wagi produkcji krajowej i importowane, opracowywano przepisy, instrukcje, zarządzenia i publikacje, przeprowadzano kontrole w terenowych urzędach miar, prowadzono współpracę międzynarodową i szkolenia. Przy prowadzeniu kursów ogromną pomocą były zbiory metrologiczne GUM, zwane muzeum miar, dające dobrą lekcję historii rozwoju techniki pomiarowej.

Zbliżając się do końca wspomnień, które mogą świadczyć o fragmencie historii Instytucji, chciałabym powiedzieć kilka słów o naszej działalności społecznej, prowadzonej w środowisku zawodowym niezależnie od obowiązków służbowych.

Przed rokiem 1970 utworzyliśmy koło SIMP (Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich), dzięki czemu mogliśmy organizować seminaria [8] i jubileusze GUM (np. w 1979 r.) wtedy, gdy ówczesne kierownictwa Instytucji nie były przychylnie takiej aktywności w ramach normalnej pracy.

Oddzielny rozdział naszego życia w Instytucji stanowi okres lat osiemdziesiątych – praca w Kole Zakładowym NSZZ „Solidarność” i w Krajowej Komisji Koordynacyjnej Służby Miar NSZZ „Solidarność”. Okres gorący, pełen nadziei na lepsze jutro, a później smutek. W wielkim skrócie okres istnienia tego Koła opisany został przez dr A. Barańskiego [2].

Burzliwy czas przypadł też na lata 1989–1993, gdy podjęliśmy starania w celu przywrócenia samodzielności GUM, tj. oddzielenia od metrologii normalizacji i tzw. jakości, a także w celu przyjęcia zasady mianowania metrologów na prezesów GUM. Sytuacja bowiem w latach 1966–1993 była nienormalna, metrologię kilkakrotnie łączono z „jakością” i normalizacją, zmieniały się kierownictwa i nazwy Instytucji [2].

W wyniku tych starań wiceprezesem PKNMij do spraw metrologii w styczniu 1990 r. został dr inż. Zbigniew Referowski, dotychczasowy kierownik Samodzielnego Laboratorium Promieniowania Jonizującego [1], a w kwietniu tego roku prezesem został dr inż. Krzysztof Mordziński, były pracownik Zakładu Masy i Siły naszej Instytucji. K. Mordziński był następnie powołany na prezesa GUM od stycznia 1994 r., tj. od chwili jego odtworzenia i pełnił tę funkcję do marca 2003 r. Niestety zaistniałe okoliczności spowodowały przejście Z. Referowskiego na emeryturę w 1994 r., mimo że był „ojcem” nowej, wdrażanej wtedy ustawy *Prawo o miarach* i mógł wiele jeszcze dobrego zrobić dla metrologii.

Pragnę też wspomnieć ciekawy okres współpracy z zagranicą. Początkowo współpraca z instytucjami metrologicznymi tzw. „bloku wschodniego” dawała możliwość wymiany doświadczeń i prowadzenia wspólnych prac, z czasem jednak stała się niewystarczająca w odniesieniu do naszych potrzeb.

Z chwilą rozwiązania RWPG (1989 r.) ta współpraca w dziedzinie metrologii straciła ramy organizacyjne istniejące wcześniej, a z drugiej strony w wielu dziedzinach celowe było jej kontynuowanie, ale już na innych mniej biurokratyzowanych zasadach.

Bezpośrednio po 1989 roku włączenie się do organizacji metrologicznych Europy Zachodniej (EUROMET i WELMEC) było ze względów formalnych niemożliwe. W tej sytuacji z inicjatywy dr. Z. Referowskiego, ówczesnego wiceprezesa PKNMij, w 1991 roku utworzony został COOMET, jako organizacja państwowych instytucji metrologicznych Europy Środkowej i Wschodniej.

W ślad za zachodzącymi zmianami politycznymi i przygotowaniem się Polski do członkostwa w Unii Europejskiej otworzyły się nowe możliwości: w 1996 r. GUM został członkiem stowarzyszonego EUROMET (metrologia naukowa), a od 1998 r. stał się członkiem zwyczajnym tej

organizacji [9 – nr 1/2 (16/17) 1999 r. – „Główny Urząd Miar we współpracy międzynarodowej”, Magdalena Klarner-Śniadowska].

Laboratorium Pomiarów Masy aktywnie uczestniczyło w realizacji projektów COOMET, a później EUROMET. Funkcję korespondenta w tych organizacjach w dziedzinie masa i wielkości pochodne, po moim odejściu na emeryturę, pełniła mgr inż. Hanna Durlik.

W 1998 r. GUM został członkiem Komitetu Doradczego Masa i Wielkości Pochodne, będącego jednym z dziewięciu Komitetów Doradczych Międzynarodowego Komitetu Miar. W tym komitecie GUM był reprezentowany przez Laboratorium Pomiarów Masy, a w jego pracach i posiedzeniach brała czynny udział pani H. Durlik.

Na zakończenie moich wspomnień przywołanych w roku jubileuszu 90-lecia podpisania pierwszego w wolnej Polsce *Dekretu o miarach* i powołania GUM, pragnę przypomnieć bardzo radosną rocznicę 75-lecia GUM obchodzoną w 1994 r., gdy odzyskał on samodzielność. W roku tym ukazał się kwartalnik – Biuletyn Głównego Urzędu Miar „Metrologia i Probiernictwo” [9], który staraniem zespołu redakcyjnego, do którego miałam zaszczyt i przyjemność należeć, dał możliwość publikacji opracowań pracowników administracji miar, przedstawiania przeszłości i perspektyw naszej Instytucji. Wydawany był do 2001 r.

Wzorem dawnej tradycji, w roku 1994 zaczęliśmy prowadzić nową Kronikę GUM, w której opisywano najważniejsze wydarzenia i wpisywali się znakomici goście. Może teraz, w kolejnym roku jubileuszowym, warto powrócić do niej?

Kończąc – życzę rozwoju i powodzenia Redakcjom nowych form wydawniczych GUM.

mgr inż. Barbatra Piotrowska
emerytowany dyrektor Zakładu Masy i Siły

Bibliografia

- [1] *Słownik biograficzny pracowników Głównego Urzędu Miar*, Warszawa 2007 r., Główny Urząd Miar.
- [2] Barański A.: *Główny Urząd Miar na Elektoralnej – wyd. II*, Warszawa 2008 r., Główny Urząd Miar.
- [3] Informacja Sygnalna Nr M3/7/93, GUM.
- [4] Informacja Sygnalna Nr 6/85, GUM – M3.
- [5] Informacja Sygnalna Nr 2/88, GUM – M3.
- [6] Informacja Sygnalna Nr M3/6/93, GUM.
- [7] *Bibliografia Publikacji Pracowników Polskiej Administracji Miar 1919–1993*, Główny Urząd Miar, Warszawa 1994 r.
- [8] *Informator o Zakładzie Metrologicznym Masy i Siły*, PKNiM, Warszawa 1979 r.
- [9] *Metrologia i Probiernictwo*, Biuletyn Głównego Urzędu Miar, Nr 1, 2, 3, 1994 r. i do Nr. 23 w latach 1996–2000.
- [10] Piotrowska B.: *Odważniki. Przepisy i komentarze*. Wydawnictwa Normalizacyjne „Alfa”, Warszawa 1983 r.

Wspomnienia i fakty z dziewięćdziesięciu lat historii Laboratorium Gęstości

Laboratorium zajmujące się pomiarami gęstości cieczy i ciał stałych istnieje w Głównym Urzędzie Miar od blisko dziewięćdziesięciu lat. Powstało jako jedno z pierwszych. W ciągu tych lat zmieniły się nie tylko struktury organizacyjne, ale też instytucje – kolejno GUM, CUJiM, COBR WZORMAT, PKNMij i wreszcie znowu GUM, a laboratorium, ulokowane od kilkudziesięciu lat w pomieszczeniach nr 342, 343, 344, 345 i 346 na trzecim piętrze budynku E, kontynuuje swoją działalność, obecnie jako integralna część Laboratorium Gęstości, Lepkości i Analizy Spektralnej.

Niestrudzenie podążamy śladami Archimedesesa (ważenie hydrostatyczne, III w. p.n.e) i Hypatii z Aleksandrii (areometria, IV w.), choć współczesne stanowiska pomiarowe wyposażone są w najnowocześniejszą aparaturę. Wiele nowych przyrządów i układów pomiarowych, których działanie oparte jest na różnych zjawiskach fizycznych, pozwala wyznaczać gęstość z dokładnością spełniającą wymagania współczesnej nauki, techniki i przemysłu. Przez nasze laboratorium przewinęło się wielu znakomitych naukowców-metrologów, niektórzy odeszli już na zawsze, a wraz z nimi wspomnienia. Z dokumentów i z opowiadań naszych emerytowanych koleżanek i kolegów staraliśmy się odtworzyć fragmenty historii, dodając własne wspomnienia z ostatniego ćwierćwiecza – kolejne rozdziały działalności naszego Laboratorium.

Próbowałyśmy usystematyzować ważniejsze zdarzenia, niejako „kamienie milowe” historii pomiarów gęstości. Nasze skromne notatki nie odzwierciedlają w pełni zakresu działań i osiągnięć dziewięćdziesięciolecia, a zwłaszcza okresu przedwojennego, który możemy opisać jedynie na podstawie nielicznych zachowanych dokumentów. Znajomość powojennych dziejów pracowni również pozostawia wiele do życzenia, gdy tymczasem spośród naszych własnych doświadczeń, mnóstwa zadań i prac wykonanych od początku lat osiemdziesiątych, trudno wybrać te najważniejsze.

Lata pięćdziesiąte i sześćdziesiąte

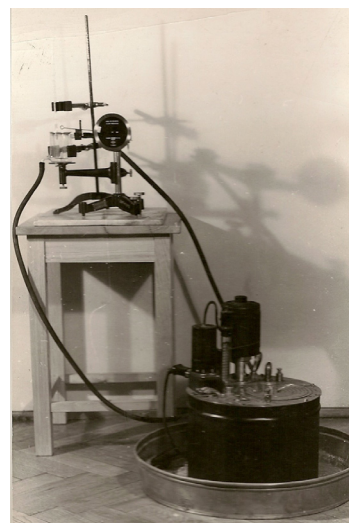
Tuż przed jubileuszem 75-lecia GUM trochę wspomnień przekazał nam nasz niezapomniany kolega mgr Włodzimierz Wnukowski. Fizyk z wykształcenia, w latach 1953–1965 zajmował się zagadnieniami pomiarów gęstości, lepkości i napięcia powierzchniowego. Jego prace w dziedzinie areometrii przyczyniły się do reformy alkoholometrii w Polsce oraz wprowadzenia nowych metod sprawdzania i wzorcowania tych przyrządów. Pracował najpierw w Laboratorium Gęstości i Lepkości, a od 1961 r. w Laboratorium Gęstości, w utworzonym wówczas pod kierownictwem dr. Tomasza Plebańskiego (tytuł profesora otrzymał w 1972 r.) Zakładzie Metrologicznym Fizyko-Chemii (tak kiedyś pisano tę nazwę) GUM. Zakład ten, oprócz densymetrii, zajmował się wiskozymetrią, polarymetrią, refraktometrią, higrometrią, pehametrią, konduktometrią, spektrografią i spektrofotometrią.

Po rozmowie tej pozostała nam następująca notatka.

„Wiosną 1945 roku, w jedynym niezniszczonym budynku G siedziby Głównego Urzędu Miar, odrodziło się, jako pierwsze, Laboratorium Areometrii. Sprawdzano w nim areometry w warunkach stosunkowo prymitywnych – bez termostatyacji, w temperaturze pokojowej. Gęstość cieczy wzorcowych wyznaczano za pomocą piknometrów (pobierając próbkę z cylindra, w którym pływał

wzorcowany areometr, po ustaleniu się temperatury) i na tej podstawie obliczano poprawki dla areometrów wzorcowych. W latach późniejszych gęstość cieczy wzorcowych wyznaczano przy użyciu wzorcowych pływaków szklanych, a następnie kwarcowych, metodą hydrostatycznego ważenia. Stosowano również metodę piknometrów bliźniaczych. Pomiar napięcia powierzchniowego, niezbędnego do wyznaczenia stosowanych wtedy tzw. stałych kapilarnych, prowadzono metodami: tensjometryczną du Nouya, kapilarną i stalagmometryczną. Powstały komplety areometrów wzorcowych (w tym: alkoholomierzy, densymetrów uniwersalnych i do olejów mineralnych) obciążonych rtęcią, o temperaturze odniesienia 15 °C, dla których poprawki wyznaczono metodą hydrostatycznego ważenia z dokładnością $\pm 2 \cdot 10^{-5}$.

Pan Włodzimierz Wnukowski przez pierwsze lata pracował w pokoju nr 346, w którym prowadzono również pomiary przy użyciu spektrografu, pH-metru, polarografu, bomby kalorymetrycznej, refraktometru, polarymetru. Laboratorium kierował wówczas dr Waldemar Leeg, który został następnie dyrektorem Zakładu V – Gęstości, Ciepła i Światła. Od 1 kwietnia 1956 r. w laboratorium tym zaczęła pracować pani Eliza Milewska. We wrześniu 1961 r. utworzono dwa osobne laboratoria: Gęstości oraz Lepkości, którymi kierowali: pan Włodek i pani Eliza. Pod koniec 1962 r. kierownikiem został pan Józef Noworyta (zastępcą – pani Irena Szymańska), a od 1 stycznia 1964 r. – pan Andrzej Koźdoń. Następnie funkcję tę pełnili: pan Marek Ziegman i pani Krystyna Wilanowska.”



Ilustr. 1. Pomiary napięcia powierzchniowego za pomocą tensometru du Nouya (obecnie w muzeum GUM).

Dziewięćdziesiąt lat alkoholometrii polskiej

Polska była jednym z pierwszych krajów, który uporządkował pomiary alkoholometryczne. Początki areometrii i alkoholometrii w Głównym Urzędzie Miar to lata 1922 – 1930. Pierwszy etap stanowiło wydanie w 1934 r. „Tablic gęstości roztworów wodno-alkoholowych”, opracowanych przez dr. Witolda Kasperowicza, inż. Tadeusza Smoleńskiego i inż. Antoniego Kwiatkowskiego



Ilustr. 2. Komplet alkoholomierzy wzorcowych z 1937 r.

i zatwierdzonych przez Komisję Alkoholometryczną przy Głównym Urzędzie Miar pod przewodnictwem dyrektora, dr. inż. Zdzisława Rauszera, ustalającą zasady dla polskiej alkoholometrii. Dane w nich zawarte posłużyły do opracowania i wydania praktycznych tablic alkoholometrycznych dla temperatury odniesienia 15 °C. Zadanie to wykonała Podkomisja Alkoholometryczna przy Głównym Urzędzie Miar pod kierunkiem zasłużonego pracownika Służby Miar, prof. dr inż. Józefa Rolińskiego, przy współudziale przedstawicieli Ministerstwa Skarbu. W latach 1936 – 1937 ukazały się m.in. tablice użytkowe do wyznaczenia mocy spirytusu, do rozcieńczania spirytusu i poprawek do wskazań alkoholomierzy, niezbędne władzom skarbowym, kontrolującym wyrób i obrót spirytusu. Najnowocześniejsze na owe czasy tablice zapoczątkowały tradycje alkoholometrii polskiej, peł-

niąc poważną rolę gospodarczą i likwidując na terenie państwa polskiego różne, odziedziczone z okresu rozbiorów i wzajemnie sprzeczne, skale.

Wszystkie dokumenty, obliczenia i protokoły spłonęły doszczętnie w Głównym Urzędzie Miar, zrujnowanym po nalocie bombowym na początku sierpnia 1944 r. i podpalonym przez okupantów w połowie sierpnia tegoż roku. W 1946 r. w ruinach budynku odnaleziono rękopis pracy pisanej w 1940 r. pt. „O metodach obliczania tablic alkoholometrycznych”, zawierającej wzory i schematy obliczeniowe i streszczenie wyników prac przy obliczaniu praktycznych tablic alkoholometrycznych. W 1947 r. ukazały się „Praktyczne tablice alkoholometryczne. Podstawy, metody i schematy obliczeń, według materiałów Podkomisji Alkoholometrycznej”, opracowane przez Zdzisława Gajewskiego, najbliższego współpracownika prof. dr. inż. Józefa Rolińskiego.

W trzydzieści lat po wydaniu pierwszej edycji tablic (1967 r.) ukazały się „Wzorcowe tablice alkoholometryczne w temperaturze odniesienia 20 °C”, autorstwa dr. Tomasza Plebańskiego i Bogumiły Ogonowskiej, oparte o podstawowe dane gęstości spirytusu podane w wydaniu międzywojennym, ale rozszerzone znacznie pod względem zakresu i dokładności, dostosowane do ówczesnych wymagań metrologii, potrzeb przemysłu, handlu i nauki oraz wiążących Polskę uchwał organizacji międzynarodowych (ISO, XII CGPM). Te z kolei tablice przyczyniły się do unifikacji alkoholometrii światowej, zakończonej opracowaniem Międzynarodowych Tablic Alkoholometrycznych, przyjętych w 1973 r. przez OIML i wdrożonych od 1976 r. do prawodawstwa europejskiego.

Lata trzydzieste

Oprócz tablic alkoholometrycznych, w latach przedwojennych wydano również tablice gęstości olejów mineralnych i poprawek do wskazań areometrów (1931 r.) opracowane przez dr Witolda Kasperowicza, pracownika naukowego i zastępcę naczelnika Wydziału Metrologicznego GUM w latach 1920–1939.

W latach trzydziestych, w Wydziale I Głównego Urzędu Miar działały pracownie, zajmujące się densymetrią (z wyłączeniem densymetrii zbóż w stanie zsypanym), badaniami areometrów oraz przepływomierzy spirytusu. Legalizowano areometry, w tym do olejów mineralnych i cukromierze, uwierzytelniano alkoholomierze i termoalkoholomierze wagowe i objętościowe, solomierze. W zbiorach „Zarządzeń administracyjnych dla urzędów miar” znajdują się liczne dokumenty, takie jak wyjaśnienia dotyczące uwierzytelniania alkoholomierzy objętościowych z podwójną skalą temperatury (w stopniach Celsjusza i Reaumura) z 1930 r. oraz uwierzytelniania alkoholomierzy objętościowych z niejednostajną podziałką z 1934 r.; „Klasyfikacja narzędzi mierniczych” z 1932 r., obejmująca alkoholomierze i termoalkoholomierze wagowe i objętościowe, cukromierze i termocukromierze, areometry i termoareometry do olejów mineralnych oraz inne areometry i termoareometry; „Instrukcja legalizacyjna dla areometrów” z 1933 r.; „Instrukcja o sprawdzaniu solomierzy, wzorcowanych w kg soli w 1 hl solanki” z 1934 r.

Lata osiemdziesiąte

W dalszej części pozwolimy sobie przytoczyć fragmenty wspomnień jednej z autorek, mgr inż. Elżbiety Lenard – zachowany w pamięci obraz laboratorium z początku lat osiemdziesiątych.

„Rok 1982, moja pierwsza praca i pierwsze zetknięcie z metrologią fizykochemiczną. Laboratorium Pomiarów Gęstości mieści się, jak już wcześniej wspomniano, w pokojach nr 343, 344, 345 i 346 na III piętrze i jest częścią Zakładu Fizyko-Chemii Centralnego Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Wzorców Materiałów COBR „WZORMAT”, kierowanego przez prof. dr. Tomasza

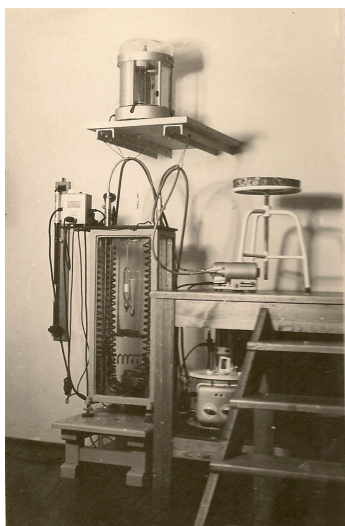
Plebańskiego. W sąsiednim pokoju nr 342 rezyduje wieloletni kierownik Laboratorium, doc. dr inż. Andrzej Koźdoń, zatrudniony wówczas w PKNMij, który, jako wybitny międzynarodowy ekspert w dziedzinie gęstości, nigdy nie odmawia nam pomocy merytorycznej. Na długich, ciężkich, solidnych, drewnianych konsolach, z odpowiednio wyprofilowanymi blatami, mieszczą się różne układy pomiarowe.

Pierwsze ze stanowisk – do pomiarów piknometrycznych – tworzą trzy połączone ze sobą NRD-owskie termostaty, z zaworem elektromagnetycznym, sterującym na podstawie sygnału z regulatora rtęciowo-toluenowego dopływem ciepłej i zimnej wody z termostatów wstępnych do termostatu głównego, w którym, w naczyniu z przelewem (wymuszonym obiegiem wody), umieszcza się piknometry kwarcowe. Temperatura, odgrywająca jak zawsze kluczową rolę w pomiarach gęstości, jest monitorowana i rejestrowana – pisak wielkiego rejestratora, stanowiącego integralną część stanowiska, zapisuje wskazania czujników termistorowych, stabilne w granicach kilku tysięcznych stopnia. Cały róg pokoju nr 344 zajmuje solidny mostek oporowy Smitha, produkcji angielskiej firmy Tinsley, współpracujący z 25 Ω czujnikami platynowymi, tymi samymi, które dzisiaj podłączamy do automatycznego mostka F700B firmy ASL. Komplet piknometrów kwarcowych, wykonane przez naszego szklarza-artystę, pana Władysława Głomba, o pojemności 10 cm³ i 50 cm³ z szybką kapilarną oraz o pojemności 50 cm³ z dodatkowym zbiorniczkiem do pomiarów w rozszerzonym zakresie temperatury (0 ÷ 60) °C, wywzorcowane rtęcią, pozwalają mierzyć gęstość cieczy z niepewnością rzędu 5 · 10⁻⁶ g/cm³. Wyniki pomiarów piknometrycznych, wykonywanych głównie przez panią Danutę Gemel, wykorzystywane do wyznaczania charakterystyk metrologicznych ciekłych wzorców gęstości, jeszcze kilkanaście lat później posłużyły panu Andrzejowi Koźdoniowi, do opracowania i opublikowania w wydawanym przez Międzynarodowe Biuro Miar (BIPM) dwumiesięcznika „Metrologii” ciekawej procedury wzorcowania kompletów piknometrów.

W skład drugiego ze stanowisk – gęstościomierza oscylacyjnego DMA 601 + DMA60, również wchodzi kaskada termostatów, połączona z regulatorem temperatury Unipan 650. Termostatyżacja zajmuje mnóstwo czasu, dokładne ustawienie temperatury nie jest łatwe, ale jej stabilność w trakcie pomiaru jest również rzędu kilku tysięcznych stopnia. Gęstościomierz jest przystosowany do pomiarów w zakresie (0 ÷ 80) °C, ale wymaga wzorcowania w danej temperaturze pomiaru, za pomocą dwóch wzorców, najczęściej wody i powietrza.

W pokoju nr 343, pod wyciągiem, mieści się etalon jednostki gęstości cieczy. Unikalne stanowisko, opracowane pod kierunkiem doc. dr. inż. Andrzeja Koźdonia i przy współpracy mgr. inż. Marka Ziegmana, działa w oparciu o zjawisko maksymalnej gęstości wody w temperaturze ok. 4 °C. Obejmuje urządzenie pomiarowe do porównań gęstości wody metodą flotacyjną w temperaturze 4 °C oraz trzy zestawy destylacyjne do otrzymywania wody metodą Coxa. Woda ta, pozbawiona powietrza, o przewodności elektrycznej właściwej nie większej niż 1 μ S/cm, ma stały skład izotopowy w odniesieniu do tzw. wody oceanicznej (SMOW – standard mean ocean water), potwierdzany przez AGH w Krakowie. Termostat z regulatorem toluenowym oraz kriostat sprężarkowy, zapewniają, w specjalnie skonstruowanym zbiorniku, stabilność temperatury rzędu $\pm 0,002$ °C w zakresie (2 ÷ 6) °C. Temperatura flotacji powyżej i poniżej 4 °C mierzona jest za pomocą sond termometru kwarcowego Hewlett-Packard 2801 (stosujemy go do dzisiaj). Położenie flotujących pływaków kwarcowych określa mikrokatetometr KM6 (obecnie stosowany przy pomiarze wysokości wzniesienia kapilarnego). Stanowisko uzyskuje status państwowego wzorca jednostki gęstości cieczy w 1983 r.

W pokoju nr 345 mieści się stanowisko wzorcowe do sprawdzania alkoholomierzy kontrolnych I i II klasy. Wysoki szklany termostat, którego temperaturę steruje układ optyczny z pływakiem szklanym. Gęstość cieczy immersyjnej wyznacza się poprzez ważenie hydrostatyczne kwarcowego pływaka, napięcie powierzchniowe cieczy – za pomocą tensjometru du Nouya (dopiero w 1984 r. zakupiono przyrząd nowszej generacji). Waga hydrostatyczna, pod którą podwiesza się



Ilustr. 3. Stanowisko ważenia hydrostatycznego w pokoju nr 345, do wzorcowania areometrów

areometry, stoi na wysoko na ścianie umocowanej konsoli, tak, że stanowisko wykonującej pomiary pani Teresy Grabowskiej znajduje się na specjalnym podwyższeniu, na które wchodzi się po schodkach.

W pokoju nr 346 mieści się etalon jednostki gęstości ciała stałego, obejmujący zestaw monokrystalicznych wzorców krzemowych o masie ok. 5 g, gęstości wyznaczonej metodą ważenia hydrostatycznego i potwierdzonej metodą różnicowych pomiarów flotacyjnych oraz stanowisko do hydrostatycznych pomiarów gęstości, złożone z dwóch wag analitycznych, kompletu termometrów immersyjnych oraz wody densymetrycznej. Naczynie kwarcowe o podwójnych ściankach umieszczone na podnośniku pod stołem wagowym o specjalnej konstrukcji i mechaniczny układ podnoszenia wzorców i próbek, z wymiennymi szalkami, służy nam do dzisiaj w innym już stanowisku. Wazeniem zajmuje się pani Barbara Sokołowska, jak zawsze miła, spokojna i uśmiechnięta.

W tym samym pokoju, na przeciwległej konsoli, działa stanowisko do wyznaczania współczynników rozszerzalności cieplnej cieczy: piec dylatometryczny, o temperaturze sterowanej za pomocą regulatora Unipan 650. Ciecze, najczęściej termometryczne, umieszcza się w kwarcowym dylatometrze, zaprojektowanym i wykonanym w GUM, wzorcowanym rtęcią. Gęstość określa się mierząc masę cieczy, wypływającej z kapilary dylatometru w miarę wzrostu temperatury. Zapasowe komplety alkoholomierzy wzorcowych, densymetrów do alkoholu i uniwersalnych przechowywane są w specjalnych drewnianych statywach”.

Dalsze dzieje

Przez kolejne dziesięć lat, pod kierownictwem pani mgr inż. Krystyny Wilanowskiej, na stanowiskach tych prowadzone są dalsze prace badawczo-rozwojowe, takie jak opracowanie kolejnych ciekłych wzorców densymetrycznych (o wyższych gęstościach) oraz trzech wzorców



Ilustr. 4. 1994 r. – we trzy w pokoju nr 344, od lewej: Jolanta Wasilewska, Marie Jelińska, Elżbieta Lenard

tenzjometrycznych (napięcia powierzchniowego cieczy na granicy ciecz-gaz), wzorcowanie alkoholomierzy kontrolnych w cieczach immersyjnych o gęstościach określanych na stanowisku gęstościomierzy oscylacyjnych, badanie gęstości i napięcia powierzchniowego cieczy w szerokim zakresie temperatury (do 150 °C). Bada się nowe metody i konstruuje się nowe stanowiska pomiarowe, np. kolumny gradientowej do pomiaru małych próbek ciał stałych i cieczy (wykonano pomiary małych kryształów krzemu i ciekłych kryształów), opracowuje kolejne edycje przepisów i instrukcji metrologicznych. Włączamy się też w problematykę związaną z badaniem analizatorów wydechu.

Od 1992 r., pod kierownictwem dr inż. Jolanty Wasilewskiej, która dołączyła do grona pracowników w 1985 r., przez blisko dziesięć lat działamy we trzy, razem z mgr inż. Marie Jelińską (w laboratorium od 1987 r.). Lata te, to przede wszystkim gwałtowny rozwój działalności związanej z wzorcowaniem przyrządów pomiarowych (gęstościomierzy oscylacyjnych i areometrów) oraz wytwarzaniem materiałów odniesienia. Ze względu na nowe możliwości współpracy międzynarodowej oraz rosnące potrzeby gospodarki modernizujemy stanowiska pomiarowe. Dotychczasowe etalony jednostki gęstości cieczy i ciała stałego zostają zastąpione jednym wzorcem, wykonanym z monokryształu krzemu prostopadłością WASO 9.2. Wzorcowe stanowisko ważenia hydrostatycznego zostaje przeniesione do klimatyzowanego pomieszczenia w piwnicy. Wzbogacamy się o nowoczesną aparaturę: 1 kg komparator, termostaty, mostki do pomiaru temperatury. W 2003 r. udaje się zakupić nowy monokryształ krzemu – 1 kg kulę SILO2, nowe naczynia hydrostatyczne i wykonać automatyczne układy zawieszzeń. W 2001 r. po raz pierwszy uczestniczymy w porównaniach międzynarodowych w ramach EUROMET-u (projekt nr 627 Pomiary gęstości cieczy). Do 2003 r. zajmujemy się sprawdzaniem analizatorów wydechu – przez kilka lat temat ten prowadzi mgr inż. Małgorzata Skoczylas.

Na okres 2003–2007 Laboratorium zostaje przeniesione do Zakładu Masy i Siły, a po kolejnej reorganizacji wraca do Zakładu Fizykochemii, jako jedno z czterech tworzących Laboratorium Gęstości, Lepkości i Analizy Spektralnej.

Historia niewątpliwie dopisze dalsze karty do dotychczasowych dziejów pomiarów gęstości w Polsce. Miejmy nadzieję, że w stulecie istnienia GUM kolejne pokolenie metrologów nie będzie miało problemów z ich odtworzeniem.

mgr inż. Elżbieta Lenard

*główny metrolog w Laboratorium Gęstości, Lepkości i Analizy Spektralnej
Zakładu Fizykochemii GUM*

dr inż. Jolanta Wasilewska

*kierownik Laboratorium Gęstości, Lepkości i Analizy Spektralnej
Zakładu Fizykochemii GUM*

Bibliografia

1. *Słownik biograficzny pracowników Głównego Urzędu Miar, GUM, Warszawa 2007 r.*
2. *Tablice gęstości roztworów wodno-alkoholowych, GUM, Warszawa 1934 r.*
3. *Praktyczne tablice alkoholometryczne. Podstawy, metody i schematy obliczeń, według materiałów Podkomisji Alkoholometrycznej GUM, Bytom 1947*
4. Plebański T., Ogonowska B.: *Wzorcowe tablice alkoholometryczne w temperaturze odniesienia 20 °C, CUJiM, WNT, Warszawa 1967 r.*

Moje lata pracy w GUM

Powojenne losy przesiedleńcze z kresów południowo-wschodnich zaprowadziły moją rodzinę do Bytomia, gdzie się osiedliliśmy. W mieście tym po Powstaniu Warszawskim zebrala się duża grupa byłych pracowników Głównego Urzędu Miar, a ponadto znaleźli się tam przesiedleńcy ze Lwowa pracownicy tamtejszego Okręgowego Urzędu Miar. To niewątpliwie wpłynęło na wybór Bytomia na tymczasową siedzibę GUM. Znaczenie też miała zapewne łatwość uzyskania mieszkań, co w Warszawie – ze względu na zniszczenia – było w ogóle niemożliwe. Dyrektor Zdzisław Rauszer wystosował apel, aby wszyscy byli pracownicy GUM zgłaszali się na swoje dawne stanowiska.



Ilustr. 1. Wyrwa w elewacji budynku GUM spowodowana wybuchem bomby

W Warszawie sytuacja była bardzo zła. Gmach Urzędu został częściowo zniszczony we wrześniu 1939 r., a następnie w czasie Powstania. Największe jednak szkody spowodowało planowe niszczenie za pomocą miotaczy płomieni przez specjalne oddziały niemieckie. Skutek był fatalny – drewniane podłogi powodowały łatwe przenoszenie ognia między pomieszczeniami.



Ilustr. 2. Wypalone stropy w budynku GUM



Ilustr. 3. Zdevastowane przez niemieckie wojska wnętrze jednej z części siedziby GUM, tzw. budynku G

Zniszczeniu uległy prawie wszystkie stanowiska pomiarowe (Ilustr. 4).

Na Śląsku oprócz dyrektora Rauszera przebywał po Powstaniu naczelnik okręgu katowickiego – Stanisław Dawidowicz. W 1945 r. obaj rozpoczęli poszukiwania zastępczej siedziby dla GUM. Wybór padł na Bytom, gdyż – oprócz wspomnianych wyżej sprzyjających okoliczności – był tu duży lokal, niezniszczony, dwukondygnacyjny, doskonale nadający się na biura. Ponadto w znajdującej się obok oficynie można było ulokować warsztaty i garaż, a w budynku głównym było miejsce na pokoje gościnne. Dodatkowo: poniemiecki, dobrze wyposażony lokalny urząd miar znajdował się niedaleko, przy ulicy Dworcowej.

W Bytomiu nie było laboratoriów. Większość pomieszczeń zajmowały stanowiska biurowe i księgowość. Ale było tam moje stanowisko pracy i znalazły tam miejsce także dwie moje wagi.

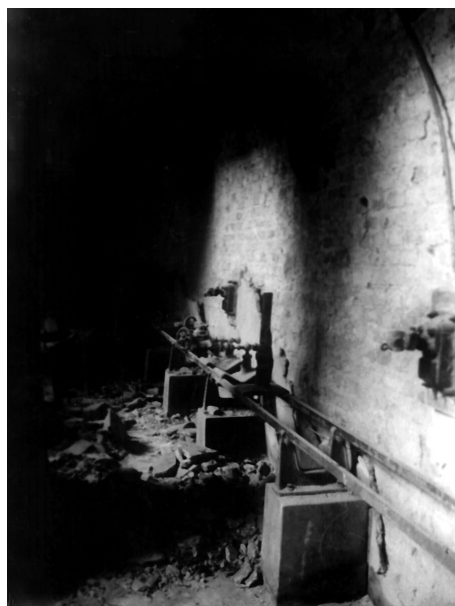
W Głównym Urzędzie Miar w Bytomiu przy ul. Dworcowej pracownikiem kadr był wtedy Andrzej Janiszek, przedwojenny pracownik administracji miar. W czasie wojny był więźniem Majdanka. Po wojnie początkowo nadzorował odbudowę, a później, po latach był kustoszem naszych zbiorów historycznych.

W nowej siedzibie urzędu, jak wspomniałem wyżej, zostałem zaangażowany do pomiarów masy. Przełożonym moim był inż. Antoni Richter – kierownik wydziału masy, przedwojenny pracownik GUM. Pracowałem wtedy w jednym pokoju razem z Janem Sielskim, starszym panem, który jeszcze w Petersburgu był „podręcznym” mechanikiem Dymitra Mendelejewa (wielkiego chemika i metrologa). Wtedy w Bytomiu Jan Sielski remontował wrak wózka do sprawdzania taksometrów. Do pomocy miał ucznia – Edwarda Kapuściaka. Po zakończeniu remontu wózka pan Jan wykonywał z wydobytych z gruzów 1-metrowych przymiarów mosiężnych, tak zwane odważniki uchybieniowe (Ilustr. 6), niezbędne przy sprawdzaniu odważników handlowych przez terenowe urzędy miar.

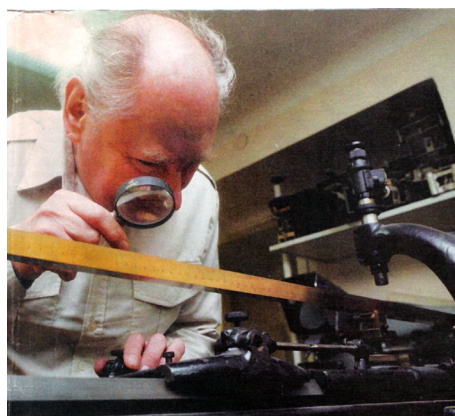
Ja miałem te odważniki sprawdzać. Stało się to powodem konfliktu między nami; okazało się bowiem, że niektóre z tych odważników na skutek wad były za lekkie i musiałem je odrzucić. Zdaniem panów Sielskich – pana Jana i jego syna, inż. Wiktora Sielskiego – była to moja wina, bo źle sprawdzałem. Kiedy próbowałem wyjaśnić panu Wiktorowi, gdzie leży prawdziwa przyczyna, usłyszałem: – Pan nie będzie nas uczył!

Potem okazało się, że to ja miałem rację, ale gdy syn powiadomił o tym ojca, usłyszałem podobną odpowiedź: – Ty, Wiktor, *mienia* nie ucz!

Pogodził nas inż. Richter i wszystko wróciło do normy.



Ilustr. 4. Zdeastowany w wyniku akcji niszczeniowej okupanta 50-metrowy komparator geodezyjny



Ilustr. 5. Autor przy kontroli przydatności 1 m przymiaru mosiężnego. Takie przymiary wydobyte z gruzów posłużyły jako materiał na odważniki

Naleciałości rosyjskie w polszczyźnie pana Jana były skutkiem tego, że prawie całe życie spędził on w Petersburgu (rodzina Sielskich – ojciec, syn i córka – przybyła do Polski w okresie międzywojennym). Nie mógł się pozbyć nawyków językowych i często powtarzał: „u nas w Pietierburgie”. Kiedy posyłał Kapuściaka do sklepu po wędliny, mówił: „Edziu, idź i kupi mi 10 dkg kielbaski szynkowej”.

Pan Jan często opowiadał swoje sympatyczne przygody, dzięki czemu poznałem Petersburg i Instytut WNIIM, choć okazja, żeby je odwiedzić nadarzyła się dużo później.

Syn pana Jana, Wiktor, przychodził do nas często i przynosił wiadomości o stanie odbudowy gmachu GUM w Warszawie. Prowadził on wykłady w Technikum w Bytomiu i kierował warsztatami precyzyjnymi GUM produkującymi aktualne stemple roczne i urzędowe, pilnie potrzebne do normalnej działalności terenowych urzędów miar. Oprócz tego w warsztatach naprawiano wydobyte z gruzów przyrządy. O fachowości inż. Sielskiego świadczy to, że został on delegowany na pewien okres w charakterze eksperta do Wytwórni Sprzętu Komunikacyjnego w Mielcu, gdzie produkowano sprzęt lotniczy.

Do pracy w urzędzie przychodziłem w południe. Nie znaczy to, że nie miałem nic do roboty. Musiałem sprawdzać odważniki i rozwiązywać zadania z fizyki i matematyki, które były przez inż. Richtera regularnie zadawane i sprawdzane. Oprócz tego byłem intensywnie szkolony. Wkrótce mój los – rozwiązywanie zadań i szkolenia – podzielili nowi koledzy: Janusz Jankowski (obecnie emerytowany profesor Politechniki Warszawskiej, wieloletni pracownik GUM), Tadeusz Maczubski (później magister fizyki i wieloletni pracownik GUM, niestety, dziś już nieżyjący) i Zdzisław Masnyk (później magister prawa i wieloletni pracownik nadzoru legalizacyjnego w GUM, też już nieżyjący).

Jestem bardzo wdzięczny swojemu szefowi, ponieważ dzięki wprawie w rozwiązywaniu zadań zdałem egzamin wstępny na Politechnikę Śląską z lokatą w pierwszej dziesiątce i lżej mi było na studiach. Dziękuję Ci, Szefie!

Opisany wyżej okres w pracy był chyba dla mnie najsympatyczniejszy. Było nas – młodych pracowników – wielu, a kierownictwo dbało o narybek. Często organizowano różne imprezy, zabawy, wycieczki do Wisły i Szczyrku. Po 1947 r. doszły zajęcia w postaci prasówek, manifestacji i innych socjalistycznych atrakcji. Partia zaczęła kontrolować i snuć intrygi – tym bardziej dokuczliwe, im bliższy stawał się czas przenosin do Warszawy (intrygi i „rozrób” było co niemiara, a sporą w nich rolę odegrał niejaki tow. Szczygieł, od którego zależała decyzja przeniesienia). Przed przeniesieniem pojechaliśmy – takie to były czasy – na „akcję żniwną” do PGR Labendy, z której to akcji mamy pamiątkowe zdjęcie całej bytomskiej załogi (Ilustr. 7).



Ilustr. 6. Tak wyglądały odważniki uchybieniowe



Ilustr. 7 „Bytomska” załoga GUM

Warto napisać parę słów o załodze. Zespół zebrał się z różnych stron Polski, w dużej części z Warszawy. Ze Śląska pochodził głównie personel pomocniczy, z czasem dołączyły do nas osoby ze Lwowa i Kresów Wschodnich. Z Rzeszowszczyzny pochodziły rodziny Jantasów (cztery osoby) i Szumilasów (trzy osoby). Cały zespół pracowników był bardzo zgodny, nawet przy rozdziale paczek żywnościowych z Ameryki, pochodzących z akcji pomocowej UNRRA.

Opowiem o samochodach, które przewiozły nas do Warszawy. Mieliśmy dwa samochody osobowe: chevroleta (tak zwaną demokratkę – te samochody były na ogół przeznaczone głównie dla ministrów) i starego opelka (z kierowcą Ślązakiem, panem Bogackim, który chwalił się tym, że przez „pięć dwadzieścia” lat był kierowcą autobusowym w Berlinie). Oprócz tego były dwa samochody ciężarowe z demobilu, które ciągle kursowały między Bytomiem a Warszawą. Ostatni kurs odbył się jesienią 1949 r. Był trudny i trochę smętny z powodu licznych awarii oraz częstych kontroli milicyjnych – w tym czasie nie można było bez zezwolenia wywozić ze Śląska mebli ani innego drobnego sprzętu. Na szczęście w końcu dojechalśmy do celu i rozpoczęliśmy nowy etap w trudnych warunkach zrujnowanego miasta.



Ilustr. 8. Prace przy odbudowie gmachu GUM

Do gmachu GUM wchodziło się wtedy nadal po pochylni od ul. Elektoralnej. Tak było przez jeszcze kilka miesięcy, ponieważ główne wejście było zniszczone i wciąż zavalone gruzem.

Panny w Warszawie przyjęły nas serdecznie i zaczęły się – jak to ujął jeden z kolegów – ballady i romanse, no i tańce w stołówce urzędu przy muzyce Glenna Millera z płyt. Tańczyliśmy wtedy swinga i boogie woogie. Poza tym cieszyliśmy się gościnnymi występami barytona, który podkochiwał się w naszej koleżance. Na co dzień studiował on architekturę i oprócz tego śpiewał w Teatrze Syrena na Litewskiej.

Przed kilku laty spotkałem naszego solistę w kurorcie w Krynicy Górskiej – przestawił się na malarstwo. Jeśli ktoś z Państwa go spotka, to proszę zrobić dobry uczynek i kupić któryś z jego obrazów – są naprawdę ładne.

Na Placu Bankowym popołudniami graliśmy w piłkę razem ze „studentami” szkoły im. Duracza (w tej szkole „produkowano” komunistycznych prokuratorów). W świetlicy Urzędu grywaliliśmy w ping-ponga. Świetlicę – niestety – po paru latach zlikwidowano i przeznaczono na Urząd Probieńczy.

W Warszawie wszystko dla nas było nowe. Miasto i stosunki – plotkarskie. Pokoje odnowione kontrastowały z pokojami zdemolowanymi, było jednak widać, że praca wre. W korytarzach stały skrzynie z nową aparaturą.

Dyrektor Rauszer zajął się wdowami i sierotami po poległych pracownikach, zapewnił im pracę i mieszkania.

Zabawną historię opisano w „Życiu Warszawy”. Dziennikarz spotkał w Ogrodzie Saskim naszą woźną, która wróżyła z kart i biadoliła, że jako nauczycielka francuskiego (!) nie może znaleźć pracy w swoim zawodzie i w ten sposób musi zarabiać na życie. Podała nawet swoje nazwisko. „Takie to czasy” – skwitował dziennikarz.

W 1949 r. moim nowym szefem został mgr Tadeusz Zamłyński, rozpocząłem też drugi rok studiów (przenieśliśmy się na Politechnikę Warszawską). Inż. Richter zajmował się teraz pomiarami siły, co wpłynęło na mój wybór specjalizacji zawodowej. Kapuściak już nie robił zakupów – zajęła się tym pani Bagińska, wdowa po woźnym poległym w czasie Powstania.

W Warszawie panowały inne zwyczaje biurowe niż w Bytomiu. Notatkę służbową nazywano tu „przypomnieniem służbowym”, a w korespondencji wewnętrznej używano skrótów nazwisk – moim skrótem było „mk”. (Więcej szczegółów Czytelnik znajdzie w interesującej książce dr. A. Barańskiego „GUM przy ulicy Elektoralnej”).

Moimi autorytetami w sprawach metrologii byli dr Jan Obalski, później profesor Politechniki Warszawskiej i prof. Józef Roliński. Przyjacielem i moim nauczycielem był Andrzej Janiszek. Później przez wiele lat blisko współpracowałem z mgr. (później dr.) Andrzejem Gizmajerem.



Ilustr. 9. Żona autora w bibliotece GUM

W latach 50. kończono odbudowę gmachu GUM, którą początkowo nadzorował dyrektor Rauszer. Wkrótce potem nadszedł okres uruchomienia laboratoriów. Pierwsze w naszym zakładzie zaczęło działać laboratorium pomiarów masy, które otrzymało nowe wagi angielskie. Uruchomiono też stołówkę (w późniejszych latach w pomieszczeniu tym znalazła się pracownia konstrukcyjna), a kierowniczką stołówki została działaczka związkowa. Śmietana była wlewa-

na do kotła w obecności dyżurnego przedstawiciela załogi, ale i tak zupka była lurowata – takie to były biedne czasy.

W tym czasie moja żona Halina pracowała w bibliotece technicznej GUM (Ilustr. 9), którą od nowa zagospodarowała i uporządkowała.

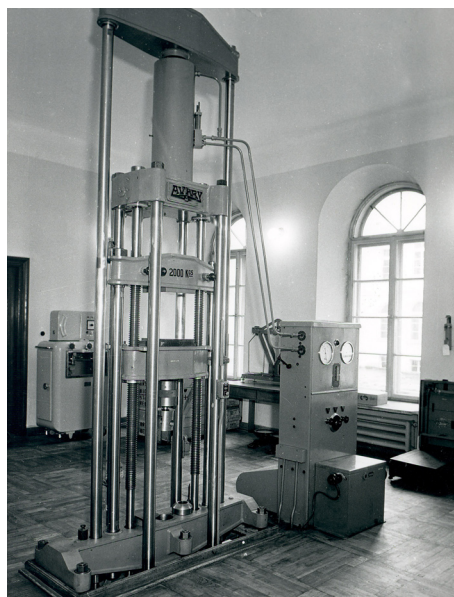
Rozmieszczanie laboratoriów było utrudnione, bowiem część gmachu zajęły mieszkania, a wschodnia część budynku mieściła Główny Urząd Pomiarów Kraju. W części budynku znajdowały się pokoje gościnne, w których mieszkalem przez kilka lat (kolejno na różnych piętrach).

Adaptację pomieszczeń i montaż urządzeń powierzono w roku 1950 Towarzystwu Miczurinowskiemu¹⁾, któremu patronowała Zofia Rokossowska, żona marszałka Konstantego Rokossowskiego.

Na ogół każdy zakład czy większe laboratorium miały na swoim etacie mechanika (tzw. złotą rączkę) do napraw i konserwacji sprzętu pomiarowego, a także do wykonywania prac pomiarowych. Mechanicy ci byli w pełni wykorzystywanymi i bardzo cennymi pracownikami. Pan Łopatowski w zakładzie I wykonywał siatki dyfrakcyjne: 700 linii na 1 mm, a pan Leon Jaroszczyk – optykę do interferometrów, a później także do laserów. Ja też miałem w swoim laboratorium „złotego” pracownika – pana Tadeusza Papisa, który początkowo pracował jako murarz przy odbudowie, a po jej zakończeniu pozostał w GUM na wiele lat, aż do śmierci. Był bardzo cennym i zdolnym pracownikiem, opanował tajniki metrologii praktycznej. Wszyscy go lubiliśmy i ceniliśmy. Cześć Jego pamięci!

Nie wymieniłem wszystkich naszych „złotych rączek”, ale bez nich nie udało się uruchomić w tak krótkim czasie wielu zrujnowanych pracowni.

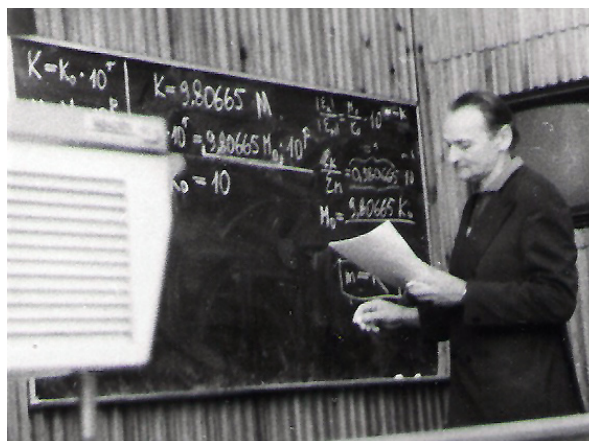
Mnie przypadło bardzo trudne zadanie uruchomienia wzorca siły 50 ton (!) (0,5 MN)²⁾. Nikt nie chciał się podjąć tej trudnej i niebezpiecznej pracy, zajęli się tym dopiero miczurinowcy pod moim nadzorem.



Ilustr. 10. Maszyna obciążnikowa 0,5 MN. Obciążniki są niewidoczne, ponieważ zasłania je podłoga

¹⁾ Miczurin – radziecki biolog genetyk, w Polsce lansowany przez władze. Dla rozpowszechniania jego błędnej teorii krzyżowania gatunków powstało Towarzystwo Miczurinowskie mające na celu zdobywanie funduszy przez działalność usługowo-gospodarczą i propagandową. ‘Miczurinowcy’ podjęli się prac montażowo-budowlanych w GUM, jednak wykonawcami byli nasi pracownicy zatrudniani poza godzinami pracy i wynagradzani z pieniędzy GUM za pośrednictwem miczurinowców, którzy pobierali solidny narzut. W tym czasie nie było przedsiębiorstwa, które podjęłoby się takich prac, a bezpośrednio nie można było ich zlecić naszym pracownikom – nie pozwalały na to przepisy. Takie były paradoksy socjalizmu, ale praca została wykonana zarówno ku zadowoleniu pracowników GUM, którzy zarobili trochę pieniędzy, jak i dyrekcji, bo wszystko było zgodne z przepisami.

²⁾ Wzorzec siły był sprowadzony z Anglii i miał dokumentację sporządzoną według norm brytyjskich. Do przerobienia dokumentacji wg PN inż. Richter zatrudnił doświadczonego konstruktora na pół etatu. Nazywaliśmy go „kokietką”. Konstruktor ten, wchodząc do pokoju, pozdrawiał nas słowami „*stawa gierojam*” i pytał, czy możemy mu pożyczyć 20 zł na kilka dni; chodził tak po kilku pokojach. Po tygodniu wędrowka powtarzała się. Nie można było zwolnić go z pracy, bo stracilibyśmy kooperantów, co uniemożliwiłoby montaż maszyny i spowodowało duże straty materialne. Kokietka miał rozległe znajomości – wtedy wszystko się załatwiało w ten sposób. On zorganizował nam urządzenia dźwigowe, działające zresztą do dziś. Kiedy dla pracowni potrzebne było odlanie pięćdziesięciu żeliwnych obciążników, a o wszystko trzeba było walczyć, Kokietka sprawnie to załatwił.



Ilustr. 11. Dr Andrzej Gizmajer w czasie wykładu

Ilustr. 12. Autor przy sprawdzaniu wzorców twardości. Obecnie wzorce sprawdza się na laserowym stanowisku z interferometrem laserowym, zbudowanym przez Politechnikę Warszawską

Także trudnym zadaniem było uruchomienie po kilkunastu latach stanowiska do 3 MN (300 ton). Efekt tych prac można zobaczyć jeszcze dziś – oba stanowiska wciąż działają.

Warsztaty GUM wykonywały przyrządy naukowe, m.in. na ekspedycje polarne, oraz wiele sprzętu dla potrzeb innych laboratoriów. (W czasie okupacji większość pracowników warsztatów była w konspiracji – tu wykonywano niektóre elementy do powstańczego pistoletu „Błyskawica”, m.in. o tym także pisze w swojej książce dr A. Barański).

Potem nastąpiły czasy „realnego socjalizmu”, ale o tym nie warto już wiele pisać. W latach 50. podlegaliśmy pod PKPG (Państwowa Komisja Planowania Gospodarczego, zwana „mincówką” od nazwiska prezesa Hilarego Minca), skąd po likwidacji tej instytucji otrzymywaliśmy w spadku zdegradowanych urzędników. Wymyślili oni, aby przy GUM stworzyć zakład produkcyjny – tak zwane Warszawskie Zakłady Aparatury Laboratoryjno-Pomiarowej, czyli WZALIP. Zapleczem konstrukcyjnym miał być nowy zakład w GUM (tak zwany ZALN), oczywiście składający się z pracowników GUM i zajmujący nasze pomieszczenia. Wywołało to nowy bałagan i zdekompletowanie laboratoriów. Dopiero październik 1956 r. spowodował oczyszczenie atmosfery.

W 1954 r. ukończyłem studia na Politechnice Warszawskiej. W GUM zostałem kierownikiem Laboratorium Pomiarów Siły i Twardości, następnie odbyłem staż w DAMG (Niemiecki Urząd Miar) w Berlinie. Laboratorium Siły od roku 1975 prowadził mgr Andrzej Gizmajer (piszący pracę doktorską), a ja zająłem się głównie wzorcami twardości dla potrzeb przemysłu. Nasza współpraca układała się dobrze, w tym czasie zaprojektowaliśmy i wykonaliśmy tensometryczne przetworniki siły wysokiej dokładności umożliwiające przeprowadzenie międzynarodowych pomiarów wzorców siły.

I tak, nie nudząc się – w latach 60. i 90. przeżyliśmy parę zmian nazw naszej instytucji – doczekaliśmy się powrotu Głównego Urzędu Miar. W międzyczasie zajmowaliśmy się jeszcze wdrożeniem układu jednostek SI. Głównym reżyserem tego przedsięwzięcia był niezapomniany Jerzy Wojciech Szamotulski (prywatnie działacz automobilkłuby, służbowo kierownik laboratorium manometrii i doradca prezesa w sprawie wdrożenia jednostek SI). Musieliśmy zrealizować przejście z jednostki siły kG na jednostkę niuton (N), co było związane z przewzorcowaniem kilku tysięcy siłomierzy.

Na ogół panuje przekonanie, że praca w GUM jest lekka i bezstresowa. Dlaczego więc tylu naszych kolegów choruje na nerwice i serce lub odchodzi w sposób nagły? Często zastanawiam



Ilustr. 13. Wycieczka licealistów w GUM

się, co jest takiego w tej pracy, że ludzie mimo niskich płac pracują tu ofiarnie po kilkadziesiąt lat. Myślę, że po prostu jest im żal porzucić stanowiska pomiarowe, które zbudowali z tak wielkim trudem i zaangażowaniem. Takie samo oddanie zaobserwowałem zresztą i w zagranicznych instytucjach metrologicznych.

Z pewnością mogę stwierdzić, że nie zmarnowałem życia, pracując w GUM. Napisałem cztery książki techniczne, ponad 50 artykułów do prasy technicznej i naukowej, uczestniczyłem w sympozjach krajowych i zagranicznych, na których wygłaszałem referaty. Poznałem wielu interesujących ludzi i zwiedziłem wiele instytucji metrologicznych w różnych krajach. Dużą satysfakcją dawało mi oprowadzanie wycieczek po zbiorach historycznych, które prowadziłem po przejściu na emeryturę.

Na Ilustr. 13 widzimy grupę licealistów z sąsiadującej z GUM szkoły, oczekującą na pana Janiszka, który po przejściu na emeryturę opiekował się naszymi zbiorami historycznymi. W następnych latach zastąpiła Go moja żona Halina, a później zbiorami zajmowałem się ja.

Pan Andrzej Janiszek był wielce zasłużonym żołnierzem i pułkownikiem AK. W uznaniu Jego zasług, sam – jako akowiec – traktowałem Go jak żołnierz oficera czynnej służby. Był dla mnie jak ojciec. Jego syn, będąc w moim wieku, zginął tragicznie. Czołem, Panie Pułkowniku!

Przy pożegnaniu pana Janiszka, gdy odchodził już ostatecznie na emeryturę, obiecałem Mu, że będę się opiekował zbiorami. Niestety, nie cały czas było mi to dane, ale zapewniam, Panie Pułkowniku, że jest wszystko w porządku – zbiory otrzymały nowe gabloty i są porządkowane.

Wraz z zespołem naszego laboratorium odwaliłmy kawał dobrej roboty. Pozostało jeszcze wiele do zrobienia, ale *ars longa, vita brevis*. Zostawiamy to młodym.



Ilustr. 14. Andrzej Janiszek, zasłużony pracownik GUM i wybitna postać w historii polskiej metrologii



Ilustr. 15. Autor przed przejściem na emeryturę

Po „wielkiej burzy” w GUM w październiku 1956 r., w latach 1966–1990 przysły do urzędu: jakość, normalizacja i inne niespodzianki. (Napiszę o tym kiedyś, jeśli zdrowie pozwoli). A my?... Posłuchaliśmy Młynarskiego i nadal robiliśmy swoje. Twardy to naród, ci gumowcy.

Na koniec opowiem o ostatnim spotkaniu z dyrektorem Rauszerem.

Zdzisław Erazm Rauszer był organizatorem polskiej administracji miar i pierwszym dyrektorem Głównego Urzędu Miar. W lutym 1948 roku w Bytomiu odbył się ostatni (przed powrotem do Warszawy) bal i ostatni jubileusz z dyrektorem Rauszerem. Tak, to był bal z orkiestrą z tańcami, bal smutny i sentymentalny. Wiedzieliśmy, że ukochany dyrektor musi odejść – obecni byli wszyscy naczelnicy okręgów i wydziałów GUM. Rauszer pokazał klasę do końca, pożegnanie było bardzo eleganckie.

To, co piszę, może wydawać się nieskładne, ale nie jest to ani pamiętnik, ani dziennik z tamtych lat. Spisałem swoje wspomnienia po wielu latach, w takiej kolejności, w jakiej podsuwała mi je pamięć, dlatego zdarzenia nie zawsze występują w nich chronologicznie. Pozostało do opisanie jeszcze wiele historii, które, jak Bóg da zdrowie, jeszcze kiedyś opiszę.

Podziękowanie

Serdecznie dziękuję dr. Jerzemu Borzymińskiemu za wszelkie sugestie i uwagi odnoszące się do niniejszego skromnego opracowania. Dziękuję również mojej wnuczce Kaji za korektę oraz wszystkim osobom, które przyczyniły się do wydania niniejszych wspomnień.

mgr inż. Jerzy Mikoszewski
emerytowany dyrektor Zakładu Metrologii Ogólnej

Uroczystość 90-lecia Głównego Urzędu Miar

W dniu 9 lutego 2009 r. odbyło się spotkanie z okazji 90. rocznicy utworzenia Głównego Urzędu Miar, którego uczestnikami byli emerytowani pracownicy i kierownictwo Urzędu. Prezentujemy kilka zdjęć z tej uroczystości.





Wydawca: Główny Urząd Miar

Prezes
JANINA MARIA POPOWSKA
tel. 581 95 45, fax 620 84 11,
e-mail: prjp@gum.gov.pl

Wiceprezes odpowiedzialny za sprawy
metrologii naukowej
WŁODZIMIERZ POPIOLEK
tel. 581 95 49, fax 620 84 11, e-mail: vprwp@gum.gov.pl

Wiceprezes odpowiedzialny za sprawy
metrologii prawnej
DOROTA HABICH
tel. 581 93 26, fax 624 25 73,
e-mail: vprdh@gum.gov.pl

Dyrektor Generalny Urzędu
ELŻBIETA SOIKA
tel. 581 93 78, fax 624 02 68, e-mail: dgu@gum.gov.pl

Redakcja: Stanowisko ds. Koordynacji Współpracy Naukowej
Jerzy Borzymiński tel. (22) 581 93 44