

Zadania metrologii

Mierzenie jest jedną z najstarszych czynności ludzkich. W początkowej swojej postaci była to czynność podświadoma, np. ocena odległości od przeciwnika, ocena ciężaru kamienia, którym należało rzucić, określenie temperatury jako „ciepło” czy „zimno” itp.

Z biegiem czasu, z rozwojem rękodzielnictwa i handlu, zaczęto sporządzać narzędzia do pomiaru długości, masy i czasu. W tym okresie jedynie czas miał jednostkę naturalną uznaną powszechnie. Była nią doba. Jednostki długości i masy były dowolnie ustalane w obrębie danej społeczności. Ta dowolność była powodem nieporozumień i stwarzała dogodne warunki do wszelkiego rodzaju oszustw.

Potrzebę ujednoczenia w sensie międzynarodowym jednostek miar uświadomiono sobie dopiero w osiemnastym wieku, a bezpośrednim tego powodem były niezgodności wynikłe przy wyznaczaniu wspólnych granic i pomiarze ich przez dwa zainteresowane kraje.

Uczni z czasów Rewolucji Francuskiej zaproponowali wyprowadzenie jednostki długości z naturalnej wartości, jaką jest długość południka ziemskiego. Jego czterdziestomilionowa część została „metrem” do dziś nam panującym.

Długość metra została utrwalona pod postacią odległości pomiędzy dwiema równoległymi kreskami na belce platynoirydowej. Wkrótce jednak przekonano się, że wartość tej odległości określonej jako jedna czterdziestomilionowa część południka zmienia się w zależności od dokładności pomiarów tego południka. W tych okolicznościach należało zmienić definicję metra, ustalono więc, że metr to jest odległość pomiędzy kreskami w określonych warunkach, niezależnie od długości południka.

Mając na uwadze możliwości zmian strukturalnych w belce, a co za tym idzie i zmian odległości pomiędzy kreskami, poza tym łatwość uszkodzenia wzorca materialnego, wprowadzono skomplikowany system „świadków” i wzajemnych ich porównań. Z biegiem czasu i to zaczęło dawać nie-

wystarczające, pod względem dokładności wyniki, postanowiono więc sięgnąć do interferencyjnych metod pomiaru i jednostkę długości „metr” przyjęto jako określoną ilość długości fal izotopu kryptonu jarzącego się w określonych warunkach.

Wprowadzenie długości fali świetlnej jako podstawy przy pomiarze długości podniosło znacznie dokładność pomiarów, która już teraz w wielu przypadkach przestaje być wystarczająca. Obecnie opracowywane są metody tak zwanej stabilizacji laserów, które dając promieniowanie nadzwyczaj jednorodne i jednoznacznie odtwarzalne i które w określonych warunkach mogą podwyższyć dokładności pomiarów co najmniej o dwa rzędy.

To, opisane wyżej, dążenie do osiągnięcia coraz wyższych dokładności w wyznaczaniu wartości przyjętej za jednostkę jakiejś wielkości fizycznej wywołało konieczność stworzenia obok nauki mierzenia, nowej nauki, którą jest metrologia.

W nauce mierzenia kładzie się nacisk na posługiwanie się narzędziami pomiarowymi, których dokładność powinna być dostosowana do potrzeb w danej dziedzinie produkcyjnej. Z punktu widzenia ekonomii nie wolno używać metod pomiarowych ani narzędzi o wysokiej dokładności tam, gdzie ta dokładność nie jest usprawiedliwiona potrzebą technologiczną. Jest to zasada, o której ogromnie łatwo się zapomina, a zapomnienie to drogo kosztuje gospodarke narodową.

Równie niewybaczalnym błędem jest stosowanie narzędzi o małej dokładności tam, gdzie dokładność wyników pomiaru powinna być duża.

Natomiast w nauce metrologii chodzi o to, aby ustalić określoną wartość jakiejś wielkości fizycznej, przyjmując tę wartość jako jednostkę pomiarową i móc ją odtwarzać z możliwie maksymalną osiągalną dokładnością, dla której nie zakłada się górnej granicy, albo inaczej — dolnej granicy błędu pomiaru.

To dążenie do osiągnięcia maksymalnej dokładności, tak zwanej „konserwacji jednostki”, jest zasadniczą cechą metrologii.

W ślad za dokładnością konserwacji idzie dokładność przekazywania tej jednostki etalonom państwowym, które są etalonami wtórnymi w odniesieniu do etalonów międzynarodowych.

W tej dziedzinie wymagania dokładności są zróżnicowane i zależne od rozwoju naukowo-technicznego w danym państwie, od wymagań jego przemysłu i od jego możliwości finansowych.

Jak dotychczas osiągane dokładności odtwarzania wartości jednostek niektórych wielkości są:

dla długości $\pm 1 \cdot 10^{-8}$ (po uzyskaniu ustabilizowanego lasera i zastosowaniu go do pomiaru długości spodziewana jest dokładność $1 \cdot 10^{-10}$),

dla masy	$\pm 2 \cdot 10^{-9}$,
dla czasu	$\pm 1 \cdot 10^{-13}$,
dla ampera	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$,
dla temperatury	$\pm 1 \cdot 10^{-5}$,
dla światłości	$\pm 1 \cdot 10^{-3}$ itd.

Dlaczego takie, z pozoru zawrotne, dokładności są potrzebne? Na to pytanie można sobie odpowiedzieć, jeśli się uświadomi, że każde kolejne przekazanie jednostki etalonom niższych rzędów, a później narzędziom pomiarowym, jest obciążone coraz większym błędem, gdy tymczasem potrzeby w dziedzinie dokładności pomiarów niektórych gałęzi przemysłu i bezpieczeństwa publicznego (np. badanie ruchu zapór wodnych) stale wzrastają.

Stąd dążenie do możliwie największych dokładności wyjściowych.

Rozwój handlu, najpierw wewnętrznego, a później międzynarodowego, spowodował konieczność prawnego uregulowania wzajemnych stosunków pomiędzy sprzedającym a kupującym, a jednym z głównych elementów takiego zabezpieczenia było „zapewnienie rzetelnej miary”.

Początek tendencji sprzedającego do fałszowania miary na niekorzyść kupującego ginie w pomrokach dziejów. Jeżeli chodzi o Polskę, to pierwsze znane nam akta prawne pochodzą z początku XVI wieku. Zmierzały one do zapewnienia rzetelnej miary, ale sądząc z częstych wznowień tych rozporządzeń, niewielki miały wpływ na podniesienie uczciwości w handlu.

Prawdziwie zcentralizowaną instytucję dla zabezpieczenia jednostek miar i ich jednolitości na całym obszarze Polski stworzył Zdzisław Rauszer w roku 1919. Instytucja ta, pod nazwą Głównego Urzędu Miar w Warszawie, przy ulicy Elektoralnej 2, miała, przez podległe sobie urzędy prowincjonalne, tj. okręgowe urzędy miar i obwodowe urzędy miar, czuwać nad rzetelnością miar, głównie długości, masy i objętości, jak również przeprowadzać okresowe sprawdzanie przyrządów pomiarowych i kontrolować te przvrządy w czasie ich pracy.

Z czasem zakres działalności Głównego Urzędu Miar znacznie się powiększył. Doszły jeszcze jednostki różnych wielkości fizycznych, których konserwacja nie była konieczna z punktu widzenia prawnego, natomiast stała się konieczna z uwagi na potrzeby techniki i tu, w początkowym okresie, jednym z poważniejszych klientów Głównego Urzędu Miar była geodezja.

Laboratorium pomiaru długości i czasu obsługujące potrzeby geodezji zostało zorganizowane przez geodetę Mikołaja Kowal-Miedźwiedzkiego, a prace nad rozwojem tego laboratorium do roku 1939 były prowadzone, również przez geodetów, Antoniego Kwiatkowskiego, Jerzego Niewiarowskiego oraz Igora Dejmicza.

Okres wojenny zatrzymał wspaniały rozwój metrologii geodezyjnej, a całkowite zniszczenie Głównego Urzędu Miar przypada na powstanie 1944 roku. Po wojnie, również pod kierunkiem Zdzisława Rauszera przystąpiono do odbudowy Administracji Miar, a udział w odbudowie laboratoriów długości, czasu i kąta wzięli Igor Dejmicz, Ludwik Zajdler, Wiesław Opalski i Jerzy Jasnorzewski.

Wiek emerytalny jednych pracowników i powołanie na bardziej ekspozowane stanowiska innych pracowników był przyczyną obniżenia dokładności porównań wzorców geodezyjnych, co spowodowało przejęcie metrologii geodezyjnej przez Instytut Geodezji i Kartografii.

Na mocy porozumienia między Prezesami Centralnego Urzędu Jakości i Miar oraz Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii powstała filia IGIK w CUJiM przy ulicy Elektoralfnej 2.

W filii tej pracują: Maria Dobrzycka, Jan Cisak, Adam Mazur przy doradztwie Jerzego Jasnorzewskiego. Wymieniony zespół trzech osób rozwija z wielkim powodzeniem metrologię geodezyjną, a wszystkie ich czynności, prócz charakteru naukowo-technicznego mają również charakter prawny przez opracowywanie odpowiednich przepisów dotyczących normalizacji narzędzi wysokiej dokładności stosowanych przy pomiarach geodezyjnych.

Osobnym rozdziałem jest rozwój metrologii w zasięgu międzynarodowym. Działalność jej jest oparta na dwóch Konwencjach Międzypaństwowych, a mianowicie Konwencji Metrycznej z 1875 roku oraz Konwencji Metrologii Prawnej z 1956 r.

Organami wykonawczymi tych Konwencji są Międzynarodowe Biura, organami wnioskującymi są Międzynarodowe Komitety, a organami ustawodawczymi są Międzynarodowe Generalne Konferencje, które mają charakter dyplomatyczny. Językiem oficjalnym obu Konwencji jest język francuski.

Międzynarodowe Biuro Miar (Bureau International de Poids et Mesures) ma bardzo dobrze wyposażone laboratoria i jedynym ich zadaniem jest prowadzić badania zmierzające do konserwacji z jak największą dokładnością wartości jednostek różnych wielkości fizycznych i przekazywanie tych jednostek etalonom państwowym.

W zasadzie laboratoria Międzynarodowego Biura Miar powinny bezwzględnie przodować w świecie w dziedzinie dokładności pomiaru i metod pomiarowych, i tak było do niedawna. Jednakże teraz, przy tak burzliwym rozwoju nauki i techniki, są częste wypadki, że poszczególne państwowe laboratoria są w niektórych dziedzinach lepiej wyposażone niż laboratorium międzynarodowe i ich personel może mieć wyższe kwalifikacje naukowe. W takich wypadkach konserwacją określonych jednostek między-

narodowych zajmuje się zespół laboratoriów stojących na najwyższym poziomie.

Co do Międzynarodowego Biura Metrologii Prawnej (Bureau International de Metrologie Légale), to w odróżnieniu od poprzedniego, w założeniu nie posiada swego laboratorium. Zadaniem jego jest koordynacja prac poszczególnych państw zmierzających do opracowania międzynarodowych przepisów legalizacyjnych dla używanych w handlu międzynarodowym narzędzi pomiarowych.

Mysłą przewodnią tych przepisów jest wyeliminowanie nieporozumień spowodowanych rozbieżnością wyników pomiaru tej samej wartości wielkości stanowiącej przedmiot handlu.

Rozbieżności te w swojej cenie dochodzą w skali państwowej do setek milionów złotych w złocie.

Przedstawiono na I Seminarium na temat metrologii geodezyjnej

Rękopis złożono w Redakcji w grudniu 1973 r.

ЕЖИ ЯСНОЖЕВСКИ

ЗАДАЧИ МЕТРОЛОГИИ

Резюме

В статье кратко описано развитие исследований в области определения и унификации единицы измерения, начиная с примитивных понятий и методов и кончая сегодняшним днём, когда применяются новейшие достижения науки. Необходимость проведения измерений и создания единой международной системы единиц измерения, а также необходимость достижения всё больших точностей при хранении и передаче этих единиц, создали предпосылки для появления новой науки метрологии.

В статье описаны развитие и организация метрологии в Польше, а в особенности геодезической метрологии; текущие работы в этой области и задания на будущее, а также организация и юридические основы деятельности метрологии в международном масштабе (Метрологическая конвенция и Конвенция юридической метрологии).

JERZY JASNORZEWSKI

TASKS OF METROLOGY

Summary

This paper briefly describes the progress of investigations on establishing and unifying the units of measure, from the primitive conceptions and methods, till now, when the latest conquests of science are applied. Need for measuring and establishing the unified international system of measure units and need for attaining larger and larger accuracy in keeping and transferring these units necessitated the creation of a new sphere of science — metrology.

The progress and organization of metrology in Poland, especially the geodetic metrology, its routine works, tasks for the future, organization and also the legal basis of activity of metrology in an international sphere (Metric Convention and Legal Metrology Convention) are described.