

CENTRUM METROLOGII CHEMICZNEJ

Forum współpracy polskich instytucji w zakresie edukacji metrologicznej



CENTRUM METROLOGII CHEMICZNEJ jest jednostką działającą przy Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego utworzoną przy współpracy z Głównym Urzędem Miar oraz Polskim Centrum Akredytacji.

Podstawowym celem Centrum Metrologii Chemicznej jest edukacja i upowszechnianie wiedzy w zakresie metrologii chemicznej zgodnie z aktualnie obowiązującymi dokumentami międzynarodowymi, między innymi normą ISO/IEC 17025 oraz odnośnymi dokumentami EA i ILAC.

Potrzeba ustawicznego kształcenia

Dynamiczny rozwój wielu dziedzin powoduje, że niezmiernie ważnym elementem działalności współczesnego człowieka jest konieczność ustawicznego kształcenia. Dotyczy to przede wszystkim osób czynnych zawodowo, ale również jest coraz częściej ważne dla tych, którzy zakończyli swoją aktywność zawodową. Z tego powodu organizacje edukacyjne, w tym wyższe uczelnie odgrywające istotną rolę na rynku edukacyjnym powinny dostosowywać swoją ofertę do zmieniających się wymagań. W związku z tym, dużym wyzwaniem dla środowiska akademickiego jest rozszerzenie oferty edukacyjnej tak, aby spełniała wymagania współczesnego rynku pracy i przyciągała tych, którzy poszukują możliwości podniesienia swoich kwalifikacji. Z założenia zmiany programowe studiów dziennych są stosunkowo powolne, przede wszystkim z powodów formalnych. Wszelkie zmiany programu muszą być akceptowane kolejno na poziomie Wydziału, Uczelni a potem Ministerstwa. Drugim, równie ważnym aspektem jest to, że studia dzienne z założenia muszą oferować program w dużym stopniu tradycyjny, uwzględniający zagadnienia podstawowe, bez których trudno jest wykładać przedmioty na wyższym zaawansowanym poziomie. W związku z czym konieczne jest znalezienie takiego 'medium edukacyjnego', które mogłoby szybko reagować na powstające potrzeby edukacyjne. Mocną stroną środowiska akademickiego jest duże doświadczenie dydaktyczne oraz możliwość korzystania z gotowej infrastruktury, która obejmuje wykształconą kadrę oraz pomieszczenia, często wyposażone w bardzo nowoczesne środki audiowizualne. W związku z tym wydaje się, że najlepszą formą wprowadzania nowej oferty edukacyjnej na wyższej uczelni są studia podyplomowe, które z założenia są studiami specjalistycznymi, co oznacza, że program studium może obejmować wybrany obszar wiedzy.

W ostatnich latach, czynnikiem wpływającym na rozwoju chemii analitycznej jest wzrost znaczenia wyników pomiarów chemicznych w wielu dziedzinach gospodarczej

i społecznej działalności człowieka. Podejmowanie decyzji administracyjnych lub prawnych bardzo często wymaga znajomości cech danego obiektu, na przykład składu chemicznego wody do picia, powietrza, leku czy dostępnego na rynku produktu spożywczego. Do najważniejszych decyzji w tym zakresie zaliczamy między innymi decyzje ekonomiczne, społeczne oraz polityczne, często o znaczeniu nie tylko lokalnym. Nie trzeba nikogo przekonywać, że decyzje podjęte na podstawie błędnych wyników są niezmiernie kosztowne, co oznacza, że nie warto ograniczać wysiłków i kosztów koniecznych do uzyskania poprawnych, a tym samym wiarygodnych wyników. To z kolei powoduje konieczność wprowadzenia takiego systemu, który zapewniłby otrzymywanie poprawnych i godnych zaufania wyników pomiarów chemicznych w laboratoriach analitycznych. Jednym z mechanizmów stosowanych w tym zakresie w krajach cywilizowanych jest wprowadzanie w chemicznych laboratoriach pomiarowych systemów zarządzania jakością, co z kolei powinno być potwierdzane poprzez akredytację laboratorium.

Obecnie pracownikami laboratoriów chemicznych są nie tylko chemicy o specjalności analitycznej, ale również biolodzy, geografowie, rolnicy, geolodzy tak, aby wymienić te najczęściej spotykane specjalności. Zdarza się w związku z tym stosunkowo często, że nie dysponują oni dostateczną wiedzą wymaganą przez zasady dobrej praktyki laboratoryjnej. Z tego powodu konieczne było wprowadzenie takich mechanizmów, które zagwarantują odpowiednią jakość wyników w każdym laboratorium chemicznym. Podejmowane w ostatnich latach działania są związane przede wszystkim z wdrażaniem wymagań międzynarodowej normy PN-EN ISO/IEC 17025:2005, gdzie do najważniejszych zalicza się walidację procedury pomiarowej, wyznaczenie niepewności wyniku uzyskanego za pomocą tej procedury oraz zapewnienie jego spójności pomiarowej. Te trzy elementy, walidacja, niepewność oraz spójność pomiarowa, stanowiące podstawę uzyskiwania wiarygodnych wyników wynikają bezpośrednio z podstawowych zasad metrologicznych.

Analizując komentarze absolwentów Wydziału Chemii Uniwersytetu Warszawskiego na temat satysfakcji z otrzymanego wykształcenia stwierdziliśmy, że większość z ankietowanych była zadowolona lub bardzo zadowolona. Natomiast najczęściej wymienianym przez absolwentów brakującym elementem wykształcenia były aspekty prawne związane z pracą i odpowiedzialnością chemika, przede wszystkim umiejętność korzystania z międzynarodowych norm prawnych oraz umiejętność stosowania systemów zarządzania. W zakresie pomiarów chemicznych zagadnienia prawne to przede wszystkim obszar metrologii, czyli nauki o pomiarach. Porównanie podnoszonych przez ankietowane osoby brakujących aspektów wykształcenia i realizowanego na Wydziale Chemii UW programu studiów, potwierdziło brak przedmiotów obejmujących zagadnienia prawne i zasady metrologii chemicznej, czyli tych wymaganych przez pracodawców. Z tego powodu stwierdzono, że nasi absolwenci nie dysponują pełną wiedzą umożliwiającą swobodne poruszanie się na rynku pracy. Analiza programów studiów realizowanych na wydziałach chemicznych innych uczelni potwierdziła, że jest to problem ogólnopolski, co oznacza, że specjalistyczna wiedza w zakresie metrologii chemicznej może być polem działalności edukacyjnej. Niezmiernie motywującym zbiegiem okoliczności było to, iż w roku 2001 pracownicy Zakładu Chemii Nieorganicznej i Analitycznej naszego wydziału zostali zaproszeni do współpracy w ramach europejskiego projektu badawczego TrainMiC. Nazwa projektu jest akronimem od angielskiej nazwy „Training in Metrology in Chemistry”. Projekt został zainicjowany przez Instytut Pomiarów i Materiałów Odniesienia (IRMM: *Institute for Reference Material*

and Measurements) działający w ramach Wspólnotowego Centrum Badawczego Komisji Europejskiej. Misją instytutu IRMM jest budowa infrastruktury oraz szerzenie wiedzy w zakresie metrologii chemicznej, czyli właśnie w obszarze naszych zainteresowań edukacyjnych. Podstawowym zadaniem projektu TrainMiC było opracowanie standardowego programu wykładów dla dwudniowych warsztatów lub kursu szkoleniowego w zakresie metrologii chemicznej. Projekt był realizowany przez międzynarodową grupę ekspertów i został wprowadzony nie tylko w Polsce, ale również w innych krajach europejskich: Austrii, Bułgarii, Chorwacji, Estonii, Finlandii, Niemczech, Grecji, Portugalii, Republice Czeskiej, Rumunii, Serbii, Słowenii, Szwecji. W Polsce projekt jest realizowany w ramach działalności Wydziału Chemii Uniwersytetu Warszawskiego (UW). Kilkukrotnie organizowane dwudniowe warsztaty spotkały się bardzo dużym zainteresowaniem wśród polskich chemików analityków, a uczestnikami kursów byli przede wszystkim pracownicy laboratoriów chemicznych, w tym nasi absolwenci. Poza bardzo pozytywnymi komentarzami, powtarzającą się często uwagą uczestników była prośba o możliwość uczestniczenia w szkoleniach obejmujących bardziej szczegółowe potraktowanie omawianych zagadnień i wprowadzenie zajęć praktycznych, pozwalających na sprawdzenie nabytych umiejętności poprzez realizację ćwiczeń na konkretnych przykładach.

Pierwszym efektem wynikającym z doświadczeń przy realizacji projektu TrainMiC było wprowadzenie do programu studiów Wydziału Chemii UW wykładu monograficznego połączonego z zajęciami laboratoryjnymi. Pomysł ten okazał się dużym sukcesem, zainteresowanie studentów przeszło nasze oczekiwania. To doświadczenie pozwoliło nam przypuszczać, że być może uda nam się opracować program nauczania na zaawansowanym poziomie również dla osób, które już ukończyły studia i chciałyby poszerzyć swoją wiedzę. Tak powstał pomysł na nową działalność **Poddyplomowe Studia Metrologii Chemicznej**, a to uświadomiło nam, że w tym przypadku niezbędna jest ścisła współpraca z tymi instytucjami w Polsce, które odgrywają kluczową rolę w infrastrukturze metrologicznej.

Powołanie CENTRUM METROLOGII CHEMICZNEJ (CMCh)

Ważnym etapem było nadanie opisywanym działaniom ram formalnych i stąd powstał pomysł powołania Centrum Metrologii Chemicznej (CMCh) przy Wydziale Chemii UW. Dziekan Wydziału Chemii przekonał Radę Wydziału do zasadności powołania takiego ciała, a po aprobacie Rady Wydziału powołał pełnomocnika ds. CMCh.

Podstawowym zadaniem związanym z utworzeniem CMCh było nawiązanie kontaktu i współpracy z najważniejszymi instytucjami bezpośrednio związanymi z funkcjonowaniem infrastruktury metrologicznej w Polsce, czyli z Głównym Urzędem Miar i Polskim Centrum Akredytacji.

Pierwsze oficjalne spotkanie założycielskie zostało zwołane przez Dziekana Wydziału Chemii UW w czerwcu 2003 roku. Na to spotkanie zostali zaproszeni przedstawiciele najwyższych władz Głównego Urzędu Miar oraz Polskiego Centrum Akredytacji. Poza tym udało się zaprosić szefa projektu TrainMiC, jednocześnie przedstawiciela Europejskiego Instytutu Miar (IRMM) oraz kierownika działu pomiarów chemicznych w Międzynarodowym Biurze Miar (BIPM). Udział przedstawicieli najważniejszych instytucji polskich i międzynarodowych był decydującym kryterium potwierdzającym zasadność podejmowanej inicjatywy. W czasie spotkania każda ze stron przedstawiła krótkie wystąpienie na temat roli danej in-

stytucji w budowaniu infrastruktury metrologicznej oraz odniosła się do potrzeb w zakresie edukacji w tej dziedzinie. Ostatnim etapem spotkania było uzyskanie aprobaty wszystkich obecnych stron na powołanie Centrum Metrologii Chemicznej. W ramach dyskusji uznano, że najważniejszym działaniem Centrum powinno być tworzenie i wspieranie różnorodnej oferty edukacyjnej, z tym że uczestnicy zgodzili się, że najważniejszym działaniem powinno być uruchomienie pierwszych w Polsce studiów podyplomowych w tym zakresie.

Członkowie nowo utworzonej Rady Centrum, przedstawiciele wyżej wymienionych instytucji zaproponowali również, aby do Rady Centrum powołać przedstawicieli wybranych instytutów naukowych zajmujących się pomiarami chemicznymi. W związku z tym do współpracy zaproszono przedstawicieli Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej, Państwowego Instytutu Geologicznego oraz stowarzyszenia REFMAT.

Aktualnie Centrum Metrologii Chemicznej tworzą następujące instytucje:

- założyciele Centrum Metrologii Chemicznej: Wydział Chemii Uniwersytetu Warszawskiego, Główny Urząd Miar, Polskie Centrum Akredytacji, European Commission – Joint Research Centre Institute for Reference Materials and Measurements (EC-JRC IRMM), Bureau International des Poids et Mesures (BIPM).
- instytucje aktywnie współpracujące z Centrum Metrologii Chemicznej w zakresie organizacyjnym i merytorycznym: Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Państwowy Instytut Geologiczny, Stowarzyszenie REFMAT.

Informacje o działalności **Centrum Metrologii Chemicznej** oraz o **Studium Podyplomowym Metrologii Chemicznej** są dostępne na stronie domowej Wydziału Chemii Uniwersytetu Warszawskiego www.chem.uw.edu.pl/metrologia.

Utworzenie studium podyplomowego metrologii chemicznej

Najważniejszym osiągnięciem CMCh jest uruchomienie pierwszych w Europie studiów podyplomowych dla osób zawodowo związanych z pomiarami chemicznymi i z ich interpretacją. Tematyka oraz forma poszczególnych zajęć zostały tak dobrane, aby przybliżyć słuchaczom podstawowe zagadnienia związane z wykorzystywaniem zasad metrologii w pomiarach chemicznych. Szczególną uwagę poświęcono zagadnieniom walidacji metod pomiarowych, szacowaniu niepewności oraz zapewnieniu spójności pomiarów chemicznych. Dużo miejsca poświęcono również wymaganiom normy ISO/IEC 17025. W ramach zajęć uczestnicy poznają podstawy metod statystycznych oraz uczestniczą w zajęciach komputerowych poświęconych liczeniu niepewności.

Podstawy prawne

Studium Podyplomowe Metrologii Chemicznej, uruchomione przy Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego, przy współpracy z Głównym Urzędem Miar oraz Polskim Centrum Akredytacji, działa zgodnie z następującymi aktami prawnymi:

1. Uchwała Senatu UW, nr 145 z dnia 19 kwietnia 2003 roku, w sprawie utworzenia studiów podyplomowych w zakresie metrologii chemicznej na Wydziale Chemii;
2. Regulamin Studiów w Uniwersytecie Warszawskim z dnia 20 maja 1992 roku, z późniejszymi zmianami;

3. Zarządzenie Rektora UW, nr 3 z dnia 19 marca 2003 roku, w sprawie pobierania opłat za zajęcia dydaktyczne na studiach dziennych, zaocznych, wieczorowych, eksternistycznych oraz studiach podyplomowych i innych formach kształcenia;
4. Ustawa o szkolnictwie wyższym z dnia 12 września 1992 roku, z późniejszymi zmianami.

Organizacja zajęć

- Studia Podyplomowe w zakresie Metrologii Chemicznej trwają dwa semestry i obejmują 160 godzin zajęć dydaktycznych: wykładów, seminariów.
- Zajęcia odbywają się w soboty i niedziele, w ciągu 12 sesji dydaktycznych. Większość zajęć odbywa się w gmachu Wydziału Chemii Uniwersytetu Warszawskiego. Wybrane zajęcia odbywają się w laboratoriach Głównego Urzędu Miar.
- Poszczególne przedmioty kończą się zaliczeniem, co oznacza wpis do indeksu potwierdzający aktywne uczestnictwo w danych zajęciach.
- Końcowym etapem jest przygotowanie pracy dyplomowej pod kierunkiem wybranego przez każdego uczestnika wykładowcy.

Prof. Ewa Bulska

Kierownik Centrum Metrologii Chemicznej
Wydział Chemii Uniwersytetu Warszawskiego

Tematyka zajęć realizowanych w trakcie rocznym studiów podyplomowych metrologii chemicznej

| | |
|-------------------------------------|--|
| Zasady metrologii | Podstawowe definicje; historia metrologii; zasady metrologii w pomiarach fizycznych i chemicznych; jednostki miar; infrastruktura oraz organizacje metrologiczne na poziomie narodowym i międzynarodowym. System norm i aktów normatywnych |
| Wymagania normy ISO/IEC 17025 | Historia systemów jakości w pomiarach chemicznych; wymagania normy ISO/IEC 17025; akredytacja laboratoriów – wymagania i procedury; techniki auditowania |
| Spójność pomiarów chemicznych | Definicje; hierarchia wzorców; świadectwa wzorcowania; kalibrowanie przyrządów pomiarowych; wzorce chemiczne; certyfikowane materiały odniesienia |
| Walidacja metod pomiarowych | Zasady walidacji; parametry oceny procedury pomiarowej (granica wykrywalności, zakres, odporność, dokładność, niepewność); kryteria doboru parametrów walidacji; raport walidacyjny; dobór procedury do potrzeb i wymagań |
| Niepewność pomiarów | Podstawowe definicje (np. niepewność standardowa, złożona, rozszerzona); sposoby szacowania niepewności (typ A i B); równanie modelowe; parametry wyjściowe. |
| Elementy statystyki | Wprowadzenie do statystyki: wartość średnia; odchylenie standardowe; poziom ufności; prawo propagacji; rozkłady statystyczne |
| Certyfikowane materiały odniesienia | Definicje; substancje wzorcowe; roztwory matrycowe; dobór materiałów odniesienia; wymagania stawiane producentom; zasady wykorzystania materiałów odniesienia do kalibracji, walidacji i do zapewnienia spójności pomiarowej |
| Porównania międzylaboratoryjne | Rodzaje i cele porównań międzylaboratoryjnych; badania biegłości; wartości odniesienia; wskaźniki oceny laboratoriów: parametr Z oraz En; działania korygujące |