

Rola i zadania chemii analitycznej w zakresie technologii chemicznej

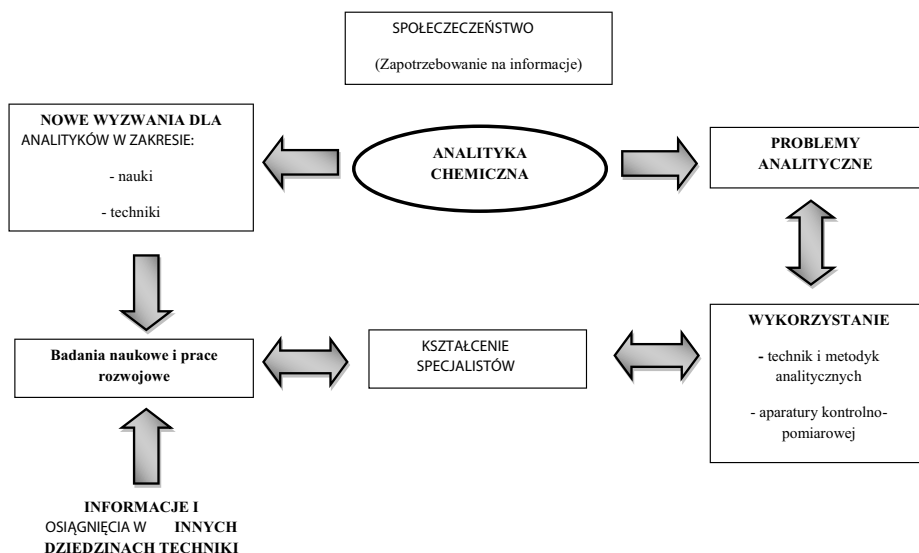
DOI: 10.15199/62.2015.2.2

Dążność do możliwie dokładnego poznania składu i procesów, które zachodzą w różnych obiektach materialnych stanowi siłę napędową do rozwoju narzędzi, którymi posługują się chemicy-analitycy w swojej pracy. Tymi narzędziami są (i) urządzenia kontrolno-pomiarowe wykorzystywane na etapie badań odpowiednio przygotowanych reprezentatywnych próbek w celu wykrycia, identyfikacji oraz ilościowego oznaczenia określonych składników, czyli analitów, (ii) procedury analityczne traktowane jako opis wszystkich etapów i operacji wchodzących w skład całego toku postępowania analitycznego, od momentu podjęcia decyzji o przeprowadzeniu badań analitycznych określonego obiektu materialnego poprzez etap pobierania reprezentatywnych próbek, ich przygotowania, aż do momentu opracowania wyników i przygotowania odpowiedniego raportu końcowego, oraz (iii) systemy kontroli i zapewnienia jakości wyników pomiarów analitycznych.

Trzeba w tym miejscu stwierdzić, że analitycy nie pracują w próżni. Zapotrzebowanie na wiarygodne informacje analityczne ciągle rośnie a wyniki badań analitycznych należy traktować jako odpowiedź na zapotrzebowanie społeczne, co obrazuje schemat przedstawiony na rys. 1.

Można wyróżnić trzy obrazy działalności człowieka, w których znaczenie chemii analitycznej jest szczególnie istotne. Chodzi o badania biochemiczne i ochronę zdrowia, ochronę środowiska oraz otrzymywanie substancji i materiałów charakteryzujących się specyficznymi (unikatowymi) właściwościami i/lub cechami.

Działalność przemysłowa związana z wytworzeniem szerokiego spektrum dóbr materialnych przyczynia się do zwiększenia intensywności antropopresji, czyli niekorzystnego oddziaływania zarówno na część



Rys. 1. Schemat obrazujący wzajemną zależność pomiędzy zapotrzebowaniem społecznym na wiarygodne informacje analityczne a pracą chemików-analityków

nieożywioną środowiska, jak i organizmy żywe. W tym kontekście należy również rozpatrywać wpływ działalności chemików odpowiedzialnych za funkcjonowanie odpowiednich instalacji technologicznych, jak i zatrudnionych w laboratoriach chemicznych o różnym profilu aktywności.

Chemia analityczna spełnia służebną rolę w stosunku do innych dyscyplin i specjalności naukowych. Uzyskane informacje analityczne stanowią podstawę do potwierdzenia hipotez i podejmowania różnych decyzji. Jako typowe przykłady można podać: (i) podejmowanie decyzji administracyjnych, (ii) podejmowanie decyzji gospodarczych, (iii) dostarczenie specjalistom z innych dziedzin naukowych argumentów na rzecz nowych koncepcji i teorii, (iv) dostarczenie niezbędnych informacji do podejmowania odpowiednich zabiegów leczniczych i naprawczych (remediacyjnych), oraz (v) wzrost świadomości środowiskowej możliwie szerokich kręgów społecznych jako efekt rozpowszechniania informacji o stanie środowiska i procesów w nim zachodzących.

Można wyróżnić trzy obszary aktywności chemików-analityków. Pierwszy obszar dotyczy działalności w zakresie wykorzy-

stywania nowych zjawisk i procesów do zadań chemii analitycznej i ich modyfikowania. Można tu wymienić opracowywanie zależności funkcyjnych między sygnałem analitycznym a ważnymi dla analityka wielkościami, przede wszystkim stężeniem lub ilością analitu, określanie rodzajów, wielkości i mechanizmów interferencji, opracowywanie procedur oznaczania dla analitów, które dotychczas nie były oznaczane, często w próbkach materiałów o nieznanym składzie i pochodzeniu. Wymienić tu można również istotną poprawę charakterystyki znanych procedur dzięki obniżeniu granic wykrywalności i oznaczalności, eliminacji błędów systematycznych i przypadkowych, znacznemu skróceniu czasu lub uproszczeniu dotychczasowych sposobów postępowania.

Drugi obszar działalności analityka to stosowanie znanych i wypróbowanych metodk analitycznych do poznania składu próbek pochodzących z niezbadanych obiektów materialnych. Współcześnie jest to szczególnie widoczne w badaniach środowiskowych. Metodyki o znanych parametrach, najczęściej wykorzystujące handlowo dostępną aparaturę, a często też zalecane przez producenta warunki prowadzenia

*Adres do korespondencji

Katedra Chemii Analitycznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, tel.: (58) 347-10-10, fax: (58) 347-26-94, e-mail: chemanal@pg.gda.pl

oznaczeń, pozwalają na wykrycie, identyfikację i ilościowe oznaczenie zanieczyszczeń w niebadanych dotychczas obiektach. Jako typowe przykłady tego typu działalności analitycznej można wymienić: (i) oznaczanie pozostałości pestycydów w glebie, materiale roślinnym lub żywności, (ii) stwierdzenie stopnia biologicznej przyswajalności ksenobiotyków przez rośliny, (iii) badanie procesów transformacji w przyrodzie, (iv) oznaczanie składników leków, oraz (v) rozwiązywanie wielu innych, bardzo użytecznych zagadnień. Spoglądając krytycznie na tego rodzaju prace, należy jednak stwierdzić, że w ogromnej większości przypadków nie wnoszą one istotnych elementów nowości naukowej do metodyki chemii analitycznej. Element nowości naukowej lub oryginalności takich badań nie leży jednak w chemii analitycznej. Prace te są ważne i bardziej interesujące dla ekologa, biologa, lekarza, rolnika, specjalisty od chemii żywności i/lub żywienia człowieka i wielu innych specjalistów, niż dla chemika analityka. Jest jednak sprawą pierwszorzędnej wagi, aby wyniki tego typu badań były w pełni wiarygodne, co wymaga, aby były one wykonywane z zastosowaniem wszystkich dostępnych współcześnie możliwości analitycznych oraz z maksymalną starannością i dokładnością. Wykorzystanie odpowiedniego systemu kontroli i zapewnienia jakości uzyskiwanych wyników pomiarowych (oprócz zasad dobrej praktyki laboratoryjnej) jest tu nieodzowne.

Trzecim wreszcie obszarem działania analityków są rutynowe pomiary wykonywane najczęściej wg ściśle ustalonych (przyjętych w normach, standardach, zaleceniach i innych dokumentach) metodyk i procedur analitycznych. Pomiary takie wykonywane są seryjnie przez laboratoria przemysłowe w wielu dziedzinach przemysłu, w ramach inspekcji ochrony środowiska, w stacjach agrochemicznych, stacjach sanitarno-epidemiologicznych, w klinicznych laboratoriach w szpitalach i przychodniach medycznych, zlecane przez instytucje inspekcji handlowej dopuszczające dany towar do obrotu handlowego oraz wiele innych ośrodków i laboratoriów. Codzienna praca analityków w takich laboratoriach rzadko wnosi nowe elementy w metodyce analizy chemicznej, ma jednakże ogromną wagę dla zapewnienia właściwego komfortu i standardu życia w danym regionie.

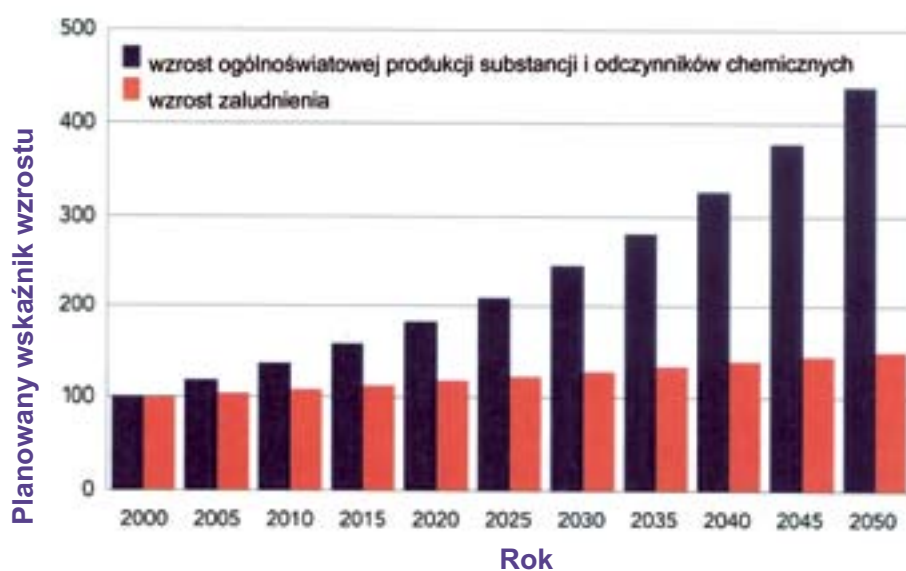
Analitycy zaangażowani w tego typu badania mają najbliższy kontakt z przeciętnym obywatelem, którego nie interesuje technika i metoda analityczna, ale zależy mu, aby uzyskany wynik był rzetelny i odpowiadał standardowym wartościom uznanym przez krajowe lub międzynarodowe gremia. Ponieważ poziom tych usług jest bardzo ważny, badania analityczne muszą być wykonywane z najwyższą starannością i odpowiedzialnością. Tego typu pomiary analityczne

powinny być wykonywane w laboratoriach akredytowanych, zapewniających najwyższą wiarygodność wyników, które często są podstawą ważnych decyzji technologicznych, ekonomicznych, społecznych, politycznych, a także niekiedy naukowych. Są one też podstawą do ustalania międzynarodowych norm, standardów lub poziomów odniesienia. Jakość tych usług i ich zakres wiąże się z poziomem badań w wymienionych uprzednio obszarach działalności chemików analityków i jest pochodną ogólnego stanu chemii analitycznej w danym kraju²⁾.

Wyliczone przy założeniu, że (i) produkcja wyrobów chemicznych wzrasta o 3% w skali roku, a (ii) zaludnienie globu wzrasta w tempie 0,77%/r przedstawione na rys. 2 dane

schematycznie udział chemików-analityków w realizacji poszczególnych etapów procedury uzyskiwania wiarygodnej informacji analitycznej. W tym miejscu należy zwrócić uwagę na rolę i znaczenie odpowiednich systemów kontroli i zapewnienia jakości wyników pomiarów analitycznych. Bez ich zastosowania wyniki analityczne zamiast być źródłem wiarygodnej informacji mogą prowadzić do dezinformacji. Na rys. 4 przedstawiono schematycznie wpływ różnych czynników na jakość wyników pomiarów analitycznych.

W praktyce wykorzystuje się trzy systemy kontroli i zapewnienia jakości pracy laboratoriów analitycznych. Są to: dobra praktyka laboratoryjna (GLP), akredytacja laboratoriów wg normy EN45001 lub ISO Guide 25



Rys. 2. Wzrost zaludnienia a produkcja chemiczna¹⁾

Tabela 1. Liczba znanych związków chemicznych³⁾

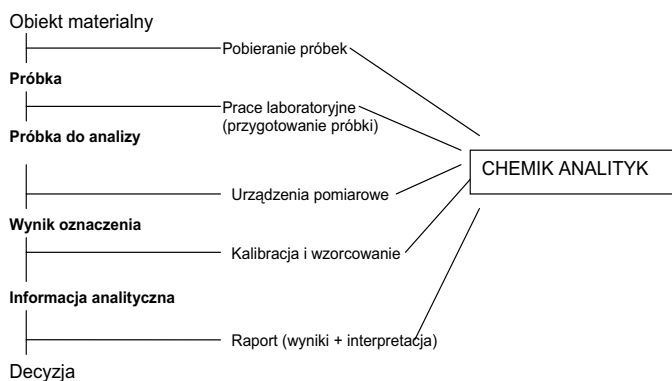
Substancje chemiczne (organiczne i nieorganiczne)	64 252 574
Znane reakcje chemiczne (jednoetapowe i wieloetapowe)	61 514 201
Związki chemiczne dostępne w obrocie handlowym	73 507 340
Związki chemiczne podlegające uregulowaniom prawnym	296 477

w sposób bezsprzeczny świadczą o wzroście stopnia chemizacji otoczenia człowieka i trudno jest myśleć o tym, że w ciągu najbliższych dekad ta tendencja ulegnie zmianie. W otoczeniu człowieka można znaleźć coraz szerszą gamę związków i substancji chemicznych. Obrazują to dane zestawione w tabeli 1. Aktualne dane na ten temat można znaleźć w *Chemical Abstract System (CAS)*³⁾.

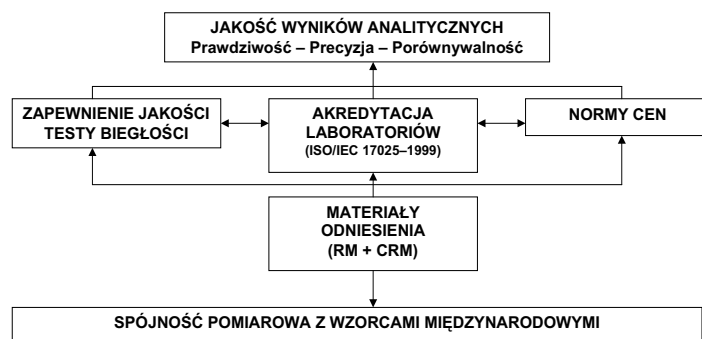
W efekcie prowadzenia badań analitycznych można uzyskać różnorodne typy informacji (tabela 2). Na rys. 3 zobrazowano

Tabela 2. Rodzaje informacji analitycznych, które można uzyskać w wyniku badań odpowiednich próbek

Informacje jakościowe	
Czy analityk występuje w próbce?	TAK/NIE
Informacje ilościowe	
Czy analityk występuje w próbce na poziomie wyższym niż dopuszczalny?	TAK/NIE
Jakie jest stężenie/iłóżść analitu w próbce?	
W jakiej formie fizycznej lub postaci chemicznej analityk występuje w próbce?	
Analityka specjacyjna: W jakiej części badanego obiektu występuje analityk?	
Analityka rozmieszczenia: Jakie są fluktuacje czasowe i przestrzenne stężenia analitu?	
Analityka powierzchni: Rozmieszczenie analitu na powierzchni badanego obiektu materialnego	



Rys. 3. Udział chemika-analityka w realizacji poszczególnych etapów procedury uzyskiwania wiarygodnej informacji analitycznej



Rys. 4. Wpływ różnych czynników na jakość wyników pomiarów analitycznych

Tabela 3. Podstawowe cechy funkcjonowania systemów zapewnienia dobrej jakości pracy laboratoriów analitycznych

System zapewnienia jakości	Krótki opis
Dobra praktyka laboratoryjna GLP (<i>good laboratory practice</i>)	Jest to najstarszy system zapewnienia jakości wyników analitycznych. Polega on przede wszystkim na uporządkowaniu dokumentacji prowadzonych badań, właściwej organizacji poszczególnych stanowisk pracy oraz wprowadzeniu sztywnych reguł postępowania w zakresie prac prowadzonych w laboratorium. System zapewnienia jakości wyników jest bardzo silnie sformalizowany i ma charakter głównie dokumentacyjny, choć w jego skład wchodzi również elementy systemu sterowania jakością pracy. System ten najczęściej wprowadzany jest w laboratoriach zajmujących się badaniem i dopuszczeniem do użytku wyrobów przemysłowych.
Akredytacja laboratorium	Warunkiem uzyskania akredytacji jest spełnienie wymagań wynikających z norm EN 45001 (lub ISO Guide 25). Efektem akredytacji powinno być uzyskanie przez poszczególne laboratoria rzetelnych i porównywalnych wyników. Laboratorium ubiegające się o akredytację musi potwierdzić swoje kompetencje w zakresie wykonywania badań określonego typu. W porównaniu z GLP akredytacja jest znacznie mniej sformalizowana i łatwiej można ją dopasować do specyfiki konkretnego laboratorium.
Certyfikacja laboratorium	Wprowadzenie tego systemu zapewnienia jakości jest związane ze spełnieniem wymagań wynikających z norm serii ISO 9000. Certyfikacją mogą być objęte zarówno laboratoria samodzielne, jak i te, które stanowią jednostki organizacyjne przedsiębiorstw produkcyjnych. W pierwszym przypadku produktem końcowym laboratorium są wyniki badań przekazywane zleceniodawcom, natomiast w drugim, produkt danego laboratorium rozumie się jako produkt końcowy przedsiębiorstwa. Aby uzyskać certyfikację, należy podnieść poziom pracy we wszystkich jednostkach organizacyjnych przedsiębiorstwa oraz podwyższyć poziom zaufania między dostawcami i odbiorcami. Prowadzi to w konsekwencji do podniesienia jakości produktu końcowego. W wyniku sporządzenia Księgi Jakości QM (<i>quality manual</i>) zostaje uporządkowana i opisana działalność danego laboratorium lub też całego przedsiębiorstwa.

oraz certyfikacja wg norm ISO serii 9000. W tabeli 3 zebrano podstawowe informacje o tych systemach zapewnienia dobrej jakości pracy laboratoriów analitycznych.

Podsumowanie

Najważniejsze wyzwanie jakie stoi przed chemikami analitykami związane jest z dążnością do dostarczenia wiarygodnych informacji o składzie chemicznym badanych obiektów materialnych i procesów, które w nich zachodzą. Dlatego też odpowiednie systemy kontroli i zapewnienia jakości danych pomiarowych muszą stanowić istotny element wykorzystywanych procedur (metodyk) analitycznych. Niestety, nie wszyscy jeszcze zdają sobie z tego sprawę. Zdarzają się takie sytuacje, że dane pomiarowe zamiast stanowić źródło informacji należy traktować jako dezinformację. A droga od dezinformacji do katastrofy jest naprawę krótka.

Otrzymano: 28-01-2014

LITERATURA

1. Raport OECE, 2001.
2. A. Hulanicki, J. Namieśnik, [w:] *Misja nauk chemicznych* (red. B. Marciniak), Wydawnictwo Nauka i Innowacje, Poznań 2011, 437.
3. <http://www.cas.org/content/counter>.