

Ochrona środowiska na studiach przyrodniczych

Redakcja
Jacek Krystek



Politechnika Łódzka
Monografie 2016

Ochrona środowiska na studiach przyrodniczych



Politechnika Łódzka
Monografie 2016

Recenzenci:
prof. zw. dr hab. Jerzy Bolałek
dr inż. Anna Turek

Redaktor Naukowy Wydziału Chemicznego
dr hab. inż. Agnieszka Czyłkowska

Autorką grafiki wykorzystanej na okładce jest
Jagoda Jóźwik-Pruska

© Copyright by Politechnika Łódzka 2016

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ
90-924 Łódź, ul. Wólczańska 223
tel. 42 631 29 52, 42 631-20-87
fax 42 631-25-38
e-mail: zamowienia@info.p.lodz.pl
www.wydawnictwa.p.lodz.pl

ISBN 978-83-7283-755-4

Wydanie I. Nakład 50 egz. Ark druk 8,0. Papier offset. 80 g 70 x 100

Druk ukończono w sierpniu 2016 r.

Wykonano w Drukarni Quick-Druk, 90-562 Łódź, ul. Łąkowa 11

Nr 2173

Spis treści

Elżbieta Lonc, Ewelina Kantowicz – Walidacja a ochrona środowiska – nowe wyzwanie.....	5
Anna Kalinowska – Rola studiów ochrony środowiska w przygotowaniu strategii społecznej odpowiedzialności uczelni	19
Agnieszka Wolańska-Kamińska, Natalia Ratajczyk – Kształcenie na kierunku ochrona środowiska przy wsparciu środków Unii Europejskiej – na przykładzie kierunku zamawianego ochrona środowiska na Uniwersytecie Łódzkim	33
Małgorzata Bartoszewicz – Badanie świadomości i zachowań ekologicznych mieszkańców Polski a wybrane zagadnienia i treści e-podręcznika	49
Grzegorz Krzyśko – Śpiewająco o truciznach	68
Marek Józwiak, Aneta Kozłowska – Certyfikat „Asystenta Systemu Zarządzania Środowiskowego” jako dodatkowe uprawnienia absolwenta studiów pierwszego stopnia kierunku ochrona środowiska	80
Elżbieta Kuśmierk, Ewa Chrześcijańska – Elektrochemia w ochronie środowiska.....	91
Angelina Rosiak, Joanna Kałużna-Czaplińska – Ochrona środowiska a chromatografia	111
Małgorzata Szczesio – GIS w ochronie środowiska	118

Elżbieta Lonc

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Angelusa Silesiusa
w Wałbrzychu i Uniwersytet Wrocławski

Ewelina Kantowicz

Uniwersytet Warszawski

Walidacja a ochrona środowiska – nowe wyzwanie

Wprowadzenie

Termin walidacja używany we Francji – *Validation des acquis de l'expérience* (VAE) – słownikowo znaczy: legalizacja, uprawomocnienie, zatwierdzenie. Ostatnio najbardziej rozpowszechnionym na świecie jest termin *Recognition of Prior Learning* (RPL), używany w Kanadzie i w USA oraz w organizacjach międzynarodowych. UNESCO promuje nazwę Recognition, Validation and Accreditation (RVA), a OECD – *Recognition of Non-formal and Informal Learning* (RNFIL). Choć początki rozwoju tych odpłatnych usług edukacyjnych w uczelniach sięgają końca lat 30. XX wieku, to szybki ich rozwój nastąpił dopiero w latach 70. i 80. Do polskich uczelni wprowadziła je w lipcu 2014 roku nowelizacja ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym. Nową, odpłatną usługę określa jako „potwierdzanie efektów uczenia się zdobytych poza formalną edukacją” (art. 2, ust. 1, p. 180). W ślad za nowelizacją ustawy kolejne uczelnie przyjmują uchwały Senatu, które określają: 1) zasady, warunki i tryb potwierdzania efektów uczenia się oraz 2) sposób powoływania i tryb działania komisji weryfikujących efekty uczenia się.

Możliwość poddania się procedurze walidacji poprzez potwierdzenie osiągniętych efektów kształcenia niezależnie od formy uczenia się, najwcześniej była stosowana w edukacji szkolnej na poziomie średnim, zwłaszcza o profilu zawodowym. Jej celem jest stwierdzenie na podstawie jednoznacznych dowodów oraz w trybie jasnych procedur, czy i w jakim stopniu dorosła osoba, która w kształceniu pozaformalnym i przez tzw. doświadczenie życiowe/zawodowe, opanowała określone efekty uczenia się właściwe dla określonego procesu i poziomu edukacji formalnej.

Procedura walidacji powinna być nakierowana na planowanie dalszych ścieżek rozwoju kandydata [Jałocha i Praweńska-Skrzypek 2015]. Wiadomo bowiem, że w XXI w. proces uczenia **lifelong learnig** (LLL) odbywa się przez

całe życie i obejmuje jego różne formy i okresy. W życiu dorosłym. Odbywa się w rozmaitych warunkach i w różnych sytuacjach życiowych, **life-wide learning** – LWL [Kraśniewski 2013]. Uczucie się przez całe życie jest włączone w tzw. europejski obszar uczenia się przez całe życie, w którym przyjęto kilka podstawowych zasad. Po pierwsze, proces uczenia się jest rozpatrywany przede wszystkim z punktu widzenia osoby uczącej się, a nie instytucji i osób prowadzących kształcenie. Drugą ważną przesłanką jest zasada równorzędności uczenia się w różnych formach, miejscach i okresach życia.

Definicje kształcenia formalnego, pozaformalnego i nieformalnego¹ w perspektywie europejskiej

Na szczeblu europejskim obowiązują obecnie dwa główne terminologiczne źródła odniesienia obejmujące kształcenie formalne, pozaformalne i nieformalne: dwa wydania glosariusza przygotowanego przez CEDEFOP [CEDEFOP 2008]² oraz podręcznik pt. *Klasyfikacja zajęć edukacyjnych*, opracowany przez Eurostat [Eurostat 2006]³. Definicje zawarte w tym drugim dokumencie opierają się na glosariuszu z Międzynarodowej Standardowej Klasyfikacji Wykształcenia – ISCED 1997 [UNESCO 1997]. Oprócz tego istnieje glosariusz przygotowany w ramach inicjatywy Komisji Europejskiej Badanie europejskiej terminologii dotyczącej kształcenia dorosłych w celu powszechniejszego zrozumienia i monitorowania tego sektora [NRDC 2010]. Przytoczone tu definicje kształcenia formalnego, pozaformalnego i nieformalnego opierają się na wspomnianych glosariuszach CEDEFOP (tabele 1, 2).

Zgodnie z nim **kształcenie formalne** jest definiowane jako: nauka, która odbywa się w zorganizowanym i ustrukturyzowanym środowisku (tj. w instytucji edukacyjnej, szkoleniowej lub w formie praktyki) i jest z założenia działaniem edukacyjnym (pod względem wyznaczonych celów, przeznaczonego czasu i zasobów). Nauka formalna jest ze strony osoby uczącej się zajęciem intencjo-

¹ Dorośli w systemie edukacji formalnej: polityka i praktyka w Europie. EACEA, P9 – Eurydyce, Komisja Europejska tłum. Jakub Czernik, 2011, Warszawa 2011, ISBN 978-83-62634-55-2.

² CEDEFOP, 2008, **Terminology of European education and training policy** A selection of 100 key terms Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2008. The European Centre for the Development of Vocational Training (Cedefop) zajmuje się analizą i udostępnianiem informacji o systemie, polityce i praktyce odnoszącej się do kształcenia zawodowego. Cedefop utworzono w 1975 na mocy Council Regulation (EEC) No. 337/75. Europe 123.

³ Eurostat, 2006, Europe in figures – Eurostat yearbook 2006-07 – zawiera wyczerpujący wybór danych statystycznych państw członkowskich i kandydujących do Unii Europejskiej. Większość danych odnosi się do okresu 1995-2005, a niektóre obejmują także USA i Japonię.

nalnym. Zazwyczaj prowadzi do poświadczenia kompetencji i wydania świadectwa [CEDEFOP 2008, s. 85]. **Kształcenie pozaformalne** definiowane jest jako nauka odbywająca się w ramach zaplanowanych zajęć niemających charakteru edukacyjnego (pod względem wyznaczanych celów dydaktycznych, czasu nauki lub wsparcia dydaktycznego). Nauka pozaformalna jest ze strony osoby uczącej się zajęciem intencjonalnym [CEDEFOP 2008, s. 93]. Nauka nieformalna to taka wynikająca z codziennych zajęć związanych z pracą zawodową, życiem rodzinnym lub rozrywką. Nie jest ona zorganizowana ani ustrukturyzowana pod względem wyznaczonych celów, przeznaczanego czasu lub wsparcia dydaktycznego. Nauka nieformalna w większości wypadków stanowi dla osoby uczącej się zajęcie niezamierzone [CEDEFOP 2008, s. 133].

Podręcznik Eurostatu (*Klasyfikacja zajęć edukacyjnych*) określa **edukację formalną** jako: kształcenie prowadzone w ramach systemu szkół, kolegów, uniwersytetów i innych formalnych instytucji edukacyjnych, które normalnie składa się z tzw. „drabiny” edukacyjnej w pełnym wymiarze godzin dla dzieci i młodzieży, zaczynające się zazwyczaj w wieku 5-7 lat i trwające do 20. lub 25. roku życia. W niektórych państwach wyższe partie tej „drabiny” stanowią zorganizowane programy łączące niepełny wymiar zatrudnienia z niepełnym wymiarem godzinowym udziału w zwykłym systemie szkolnym i uniwersyteckim: takie programy określa się jako „system dualny” lub za pomocą podobnych terminów [Eurostat 2006, s. 13].

Edukacja pozaformalna to z kolei każda zorganizowana i ciągła działalność edukacyjna, które nie odpowiada całkowicie powyższej definicji kształcenia formalnego. Kształcenie pozaformalne może zatem odbywać się zarówno w obrębie instytucji edukacyjnych, jak i poza nimi, mogą w nim także uczestniczyć osoby z wszystkich grup wiekowych. W zależności od kontekstu krajowego może ono obejmować programy edukacyjne zwalczające niepiśmienność dorosłych, kształcenie podstawowe dzieci nieuczęszczających do szkoły oraz kształtowanie umiejętności życiowych, zawodowych i kultury ogólnej. Programy kształcenia pozaformalnego nie muszą tworzyć systemu „drabinowego” i mogą mieć różny czas trwania [Eurostat 2006, s. 13]. Nauka nieformalna jest: intencjonalna, ale w znacznie mniejszym stopniu zorganizowana i ustrukturyzowana [...] może obejmować na przykład zdarzenia (działania) edukacyjne odbywające się w rodzinie, w miejscu pracy i w życiu codziennym każdej osoby, na zasadzie samodzielnej, ukierunkowanej przez rodzinę lub przez otoczenie [Eurostat 2006, s. 13].

Podręcznik wprowadza również termin uzupełniający: kształcenie incydentalne, określane jako niezamierzone. Kształcenie incydentalne nie jest objęte obserwacją statystyczną. Poniższe tabele zawierają podsumowanie przywołanych definicji.

Tabela 1. Koncepcja kształcenia formalnego, pozaformalnego i nieformalnego zgodnie z glosariuszem pt. Terminologia polityki europejskiej w dziedzinie edukacji i szkoleń [CEDEFOP 2008, za Dorośli w systemie edukacji formalnej: polityka i praktyka w Europie 2011]

Kształcenie formalne	Kształcenie pozaformalne	Kształcenie nieformalne
<p>Prowadzone w zorganizowanym, ustrukturyzowanym środowisku</p> <p>Przygotowane wyraźnie jako działanie dydaktyczne</p> <p>Zazwyczaj prowadzi do poświadczenia kompetencji i wydania świadectwa</p> <p>Zamierzone</p>	<p>Odbywające się w ramach zaplanowanych działań nieplanowanych jako działania dydaktyczne</p> <p>Zamierzone</p>	<p>Nie jest organizowane ani ustrukturyzowane</p> <p>Wynikające z codziennych zajęć</p> <p>Zazwyczaj niezamierzone</p>

Tabela 2. Koncepcja kształcenia formalnego i pozaformalnego, a także kształcenia nieformalnego i incydentalnego, zgodnie z podręcznikiem Klasyfikacja zajęć edukacyjnych [Eurostat 2006, za Dorośli w systemie edukacji formalnej: polityka i praktyka w Europie 2011]

Kształcenie formalne	Kształcenie pozaformalne	Kształcenie nieformalne	Kształcenie incydentalne
<p>Prowadzone w ramach formalnego systemu instytucji edukacyjnych (w tym systemu dualnego”)</p> <p>Składa się z tzw. „drabiny” edukacyjnej</p> <p>Zamierzone</p>	<p>W ramach instytucji edukacyjnych i poza nimi</p> <p>Zajęcia zorganizowane i ustrukturyzowane</p> <p>Nie musi opierać się na systemie „drabiny”</p> <p>Czas trwania może być zróżnicowany</p> <p>Zamierzone</p>	<p>Mniej zorganizowane i ustrukturyzowane niż edukacja pozaformalna</p> <p>Zamierzone</p>	<p>Niezamierzone, wyłączone z obserwacji statystycznej</p>

Uznawanie i poświadczanie wcześniejszego kształcenia pozaformalnego i nieformalnego

Uznawanie i poświadczanie kształcenia pozaformalnego i nieformalnego to jeden z pięciu priorytetów *Planu działań kształcenia dorosłych*⁴ (Komisja Europejska, 2007). Ogólnie rzecz biorąc, niemal wszystkie państwa europejskie tworzą obecnie systemy poświadczania kształcenia pozaformalnego i nieformalnego lub rozbudowują swoje istniejące systemy. Działania te postępują wraz z rozwojem krajowych ram kwalifikacji bazujących na wynikach nauczania. Jednakże większość państw staje w obliczu trudności związanych z przełamywaniem dominacji edukacji formalnej prowadzonej w tradycyjnych placówkach szkolnych, którą często uznaje się za jedyną skuteczną metodę zdobywania wiedzy, umiejętności i kompetencji koniecznych do uzyskania najważniejszych kwalifikacji krajowych, takich jak świadectwo ukończenia np. szkoły średniej II stopnia. Pomimo tych przeszkód wiele krajów w różnym stopniu wdrożyło procedury zawierające jakiś element poświadczania kształcenia pozaformalnego i nieformalnego w odniesieniu do głównych kwalifikacji formalnych.

Proces uznawania i poświadczania wcześniejszego kształcenia pozaformalnego i nieformalnego bywa niekiedy przeprowadzany przy rekrutacji do programów kształcenia formalnego i szkoleń. Tego rodzaju procedura daje dorosłym możliwość przystąpienia do programów nawet, jeśli nie spełniają oni tradycyjnych warunków przyjęcia.

Takie metody oceny, jak portfolio, demonstracje, symulacje lub obserwacje, często są stosowane w procedurach poświadczania kwalifikacji zawodowych, które istnieją tylko w systemie kształcenia ustawicznego (np. kwalifikacje cząstkowe w Republice Czeskiej). W niektórych państwach pełnią one także funkcję narzędzia poradnictwa i doradztwa. Jest tak w Zjednoczonym Królestwie (Szkocja), gdzie metodę portfolio powszechnie stosuje się jako narzędzie poradnictwa, pomagające osobom uczącym się w dokonywaniu oceny własnego rozwoju edukacyjnego i podejmowaniu właściwych wyborów w zakresie dalszej edukacji lub szkoleń. Z tego względu proces oceny nie prowadzi do uzyskania formalnych kwalifikacji ani świadectw, a jego wynik wskazuje jedynie danej osobie dalsze możliwości nauki.

Generalnie, uznawanie kształcenia pozaformalnego i nieformalnego wydaje się procesem stosowanym przede wszystkim w odniesieniu do kształcenia i szkoleń zawodowych, a nie kształcenia ogólnego lub kwalifikacji akademickich.

⁴ Według Eurostat, Labour Force Survey UE, 2011 jako osoby dorosłe przyjmowany jest wiek 25-64 lat.

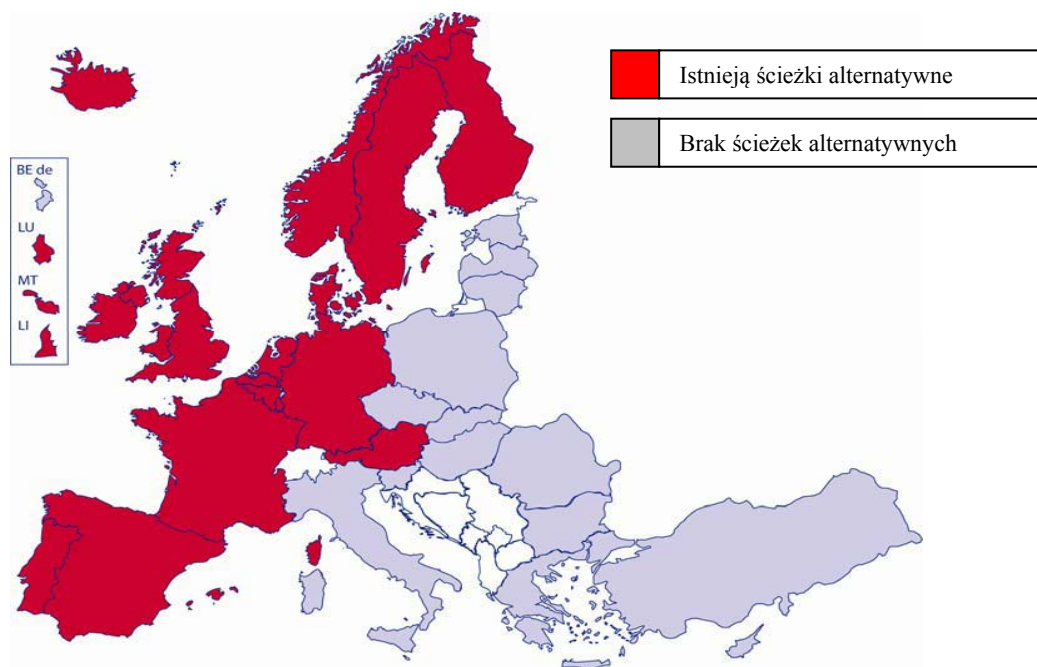
Na przykład Wspólnota Flamandzka Belgii informuje, że w propozycji procedur uznawania wcześniejszej nauki (eerder verworven kwalificaties – EVK) poczyniono wyraźne rozróżnienie na kwalifikacje akademickie i zawodowe.

Według tej propozycji: kwalifikacje akademickie to kwalifikacje, które można uzyskać wyłącznie w obrębie systemu edukacji, dające dostęp do dalszego kształcenia, zawodu i/lub umożliwiające funkcjonowanie w społeczeństwie. Kwalifikacje zawodowe to zestaw kompetencji, których dana osoba używa w ramach danego zawodu lub w kontekście społecznym w celu uzyskania wyników wymaganych do tego zawodu lub tej roli społecznej. Kompetencje te można uzyskać poprzez edukację, ale także poprzez szkolenia poza systemem edukacyjnym [EACEA 2011]. W Polsce uczelnie określają swój profil, lub profil poszczególnych kierunków i programów kształcenia, jako praktyczny (w odniesieniu do uczelni stosowany jest termin zawodowych) lub akademicki.

Dorośli w szkolnictwie wyższym

Uczenie się przez całe życie stanowi integralną część działań podejmowanych w ramach procesu bolońskiego, a jego znaczenie podkreśla się we wszystkich komunikatach wydawanych po ogłoszeniu Deklaracji Bolońskiej (1999). Ostatnio koncepcji tej nadano szczególne znaczenie w komunikacie z Leuven/Louvain-la-Neuve (2009), w którym podkreślano znaczenie wdrażania polityki uczenia się przez całe życie w sektorze szkolnictwa wyższego. Plan działań kształcenia dorosłych, zgodnie z dewizą „zawsze jest odpowiedni czas na naukę” zawiera bezpośrednie odniesienie do udziału takich osób w szkolnictwie wyższym [Komisja Europejska 2007]. W ramach celu „o krok dalej” dorośli powinni mieć zapewnioną możliwość uzyskania kwalifikacji przynajmniej o jeden poziom wyższych niż dotychczasowe. Plan ten zakłada wdrożenie działań poszerzających stojące przed dorosłymi możliwości podejmowania studiów wyższych. Jednak na tle większości krajów członkowskich Unii Europejskiej, krajowy system alternatywnych ścieżek dostępu do szkolnictwa wyższego był do niedawna dosyć sztywny (rys. 1).

Zmiana nastąpiła dopiero po nowelizacji ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym na podstawie nowelizacji art. 170 ustawy z dnia 27 lipca 2005 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz. U. z 2012 r. poz. 572 z późn. zm.) w 2012 roku oraz uchwał senatów kolejnych uczelni w sprawie potwierdzania efektów uczenia się zdobytych poza edukacją formalną przyjmowanych w 2015 roku.



Rys. 1. Alternatywne ścieżki dostępu do szkolnictwa wyższego dla kandydatów z grup niestandardowych, 2009/10 [EACEA 2011]

Dodatkowe uwagi

Cypr: Wszyscy kandydaci na studia muszą dysponować świadectwem ukończenia szkoły średniej II stopnia, ale pewna liczba studentów w wieku powyżej 30 lat może zostać przyjęta do państwowych uniwersytetów na specjalnych zasadach (np. mogą uzyskać niższe oceny na egzaminach wstępnych). Oprócz tego dodatkowe punkty (w zależności od wieku) są przyznawane kandydatom na Otwarty Uniwersytet Cypru w procesie rekrutacji.

Objaśnienia

Istnieją ścieżki alternatywne: Dostępna jest przynajmniej jedna alternatywna ścieżka dostępu do studiów wyższych (tzn. świadectwo ukończenia ogólnokształcącej lub zawodowej szkoły średniej II stopnia nie stanowi warunku koniecznego dostępu do szkolnictwa wyższego).

Brak ścieżek alternatywnych: Świadectwo ukończenia ogólnokształcącej lub zawodowej szkoły średniej II stopnia stanowi warunek konieczny podjęcia studiów wyższych.

Modularyzacja programów i zwiększenie elastyczności ścieżek kształcenia

Modularyzacja jako metoda planowania programów kształcenia i szkoleń przyczynia się do indywidualizacji i różnicowania ścieżek kształcenia. Sprzyja temu swoboda w zakresie budowania oryginalnych programów kształcenia, związanych z ochroną środowiska, w oparciu o krajowe ramy klasyfikacji, wprowadzone zarządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w 2011 r. Podział programów na kilka odrębnych modułów lub bloków umożliwia osobom

uczącym się zdobywanie różnych kompetencji we własnym tempie i stopniowe uzupełnianie kwalifikacji. Modularyzacja wspiera też proces poświadczania wcześniejszego kształcenia pozaformalnego i nieformalnego, dzięki stworzeniu możliwości uznawania odrębnych bloków jako części składowych kwalifikacji.

Podział formalnych programów dla dorosłych na moduły wprowadziło lub wprowadza wiele państw europejskich. Systematyczne wdrażanie modularyzacji można na przykład zaobserwować w Hiszpanii, we Włoszech, na Litwie, w Austrii i w Lichtensteinie. Jedną z cech charakterystycznych systemu modułowego jest to, że poszczególne moduły lub bloki mogą być samodzielnymi kwalifikacjami i natychmiast znajdować zastosowanie na rynku pracy. Istnieją też inne wzorce organizacyjne podobne do struktury modułowej, które dają możliwość progresywnego akumulowania osiągnięć edukacyjnych. Na przykład w niektórych państwach przedmioty na poziomie szkoły średniej I i II stopnia mogą być nauczane i certyfikowane oddzielnie. W Polsce, w szkołach wyższych modularyzacja programów studiów wiązała się z koniecznością ich dostosowania do Krajowych Ram Kwalifikacji.

Aktualne ramy prawne potwierdzania efektów uczenia się zdobytych poza edukacją formalną na przykładzie Uniwersytetu Wrocławskiego i Warszawskiego

Na Uniwersytecie Wrocławskim, gdzie międzywydziałowa „ochrona środowiska” jest prowadzona od 1992/1993, obecnie przez dwa wydziały: Nauk Biologicznych oraz Nauk o Ziemi i Kształtowania Środowiska, uchwałę nr 46/2015 ws. walidacji Senat przyjął już 25 marca 2015 roku ([9www.uni.wroc.pl](http://www.uni.wroc.pl)). Jest określona jako **Regulamin potwierdzania efektów uczenia się w Uniwersytecie Wrocławskim**, który normuje organizację potwierdzania efektów uczenia się zgodnie z ustawą z dnia 27 lipca 2005 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz.U. z 2012 r. poz. 572, z późn. zm.) i w szczególności określa:

1. zasady, warunki i tryb potwierdzania efektów uczenia się,
2. sposób powoływania i tryb działania komisji weryfikujących efekty uczenia się.

Regulamin definiuje efekty uczenia się jako zasób wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych uzyskiwanych w procesie uczenia się poza systemem studiów, efekty kształcenia jako zasób wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych uzyskiwanych w procesie kształcenia w systemie studiów pierwszego, drugiego i trzeciego stopnia. Potwierdzanie efektów uczenia się obejmuje

identyfikację, dokumentację, ocenę i poświadczenie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych uzyskiwanych w procesie uczenia się poza systemem studiów. Regulamin stosuje się do kandydatów na studia pierwszego stopnia, drugiego stopnia oraz jednolitych studiów magisterskich w Uniwersytecie Wrocławskim.

Potwierdzanie efektów uczenia się dotyczy przedmiotów (zajęć) i praktyk przewidzianych programami kształcenia w UWr. Uczelniana Komisja ds. Jakości Kształcenia dokonuje oceny przebiegu procesu potwierdzania efektów uczenia się. Wydziałowy/kierunkowy zespół ds. jakości kształcenia dokonuje i dokumentuje oceny przebiegu procesu potwierdzania efektów uczenia się na wydziale. Procedura potwierdzania efektów uczenia się jest przeprowadzana na wniosek „wnioskodawcy”, po uprzednim zawarciu przez niego umowy. Efekty te mogą zostać potwierdzone:

1. osobie posiadającej świadectwo dojrzałości i co najmniej pięć lat doświadczenia zawodowego;
2. osobie posiadającej tytuł zawodowy licencjata lub równorzędny i co najmniej trzy lata doświadczenia zawodowego po ukończeniu studiów pierwszego stopnia – w przypadku ubiegania się o przyjęcie na studia drugiego stopnia;
3. osobie posiadającej tytuł zawodowy magistra lub równorzędny, i co najmniej dwa lata doświadczenia zawodowego po ukończeniu studiów drugiego stopnia albo jednolitych studiów magisterskich – w przypadku ubiegania się o przyjęcie na kolejny kierunek studiów pierwszego lub drugiego stopnia, lub jednolite studia magisterskie.

W wyniku potwierdzenia efektów uczenia się można zaliczyć studentowi nie więcej niż 50% punktów ECTS przypisanych do danego programu kształcenia określonego kierunku, poziomu i profilu kształcenia. Liczba studentów przyjętych w wyniku potwierdzenia efektów uczenia się nie może być większa niż 20% ogólnej liczby studentów na danym kierunku, poziomie i profilu kształcenia.

Wykaz przedmiotów i praktyk objętych potwierdzaniem efektów uczenia się dziekan przedstawia do uchwalenia radzie wydziału (w przypadku ochrony środowiska będą to dwie rady wydziałów). Role i decyzje dziekanów wspomaga „Komisja weryfikująca efekty uczenia się”, w skład której mogą wchodzić przedstawiciele interesariuszy zewnętrznych współpracujących z wydziałem, w tym konkretnym przypadku z Radą Programową ochrony środowiska. Merytorycznej oceny efektów uczenia się dokonuje Zespół ds. potwierdzania efektów uczenia się, w skład którego mogą wchodzić nauczyciele akademicy

prowadzący przedmioty (zajęcia), o zaliczenie których ubiega się wnioskodawca oraz przedstawiciele interesariuszy zewnętrznych współpracujących z wydziałem.

Na Uniwersytecie Wrocławskim działają Uczelniany (UPI) i Wydziałowe WPI Punkty Informacyjne działające w sprawach związanych z potwierdzaniem efektów uczenia się. Ustalenie zakresu wnioskowanych do potwierdzenia efektów uczenia się odbywa się na podstawie analizy złożonego kompletnego wniosku. W przypadku uzasadnionych wątpliwości w zakresie posiadanych przez wnioskodawcę efektów uczenia się, zespół może przeprowadzić rozmowę z wnioskodawcą lub zarządzić przeprowadzenie egzaminu celem ustalenia wnioskowanych do potwierdzenia efektów uczenia się. Wynik egzaminu jest ustalany jako pozytywny lub negatywny. Pozytywny wynik egzaminu oznacza potwierdzenie wnioskowanych efektów uczenia się, po czym Zespół przygotowuje projekt rekomendacji w sprawie uznania efektów uczenia się, który następnie bada (analizuje) komisja w celu wypracowania własnego stanowiska w sprawie. Komisja zatwierdza projekt rekomendacji, sporządzony przez zespół do kieruje projekt rekomendacji zespołu do modyfikacji, formułując jednocześnie dla zespołu wiążące wytyczne w tym zakresie. Zmodyfikowany projekt rekomendacji podlega ponownemu badaniu komisji. Zaakceptowany przez komisję projekt rekomendacji jest podstawą do przygotowania przez WPI projektu decyzji dziekana w sprawie uznania efektów uczenia się. Dziekan bez zbędnej zwłoki wydaje decyzję w sprawie potwierdzania efektów uczenia się, której wzór określa Rektor w drodze zarządzenia.

Uzyskanie potwierdzenia efektów uczenia się jest utrwalane w dokumentacji przebiegu studiów. Wnioskodawca uzyskuje liczbę punktów ECTS, przyporządkowaną do (przedmiotów) zajęć i praktyk, które zaliczył w wyniku potwierdzenia efektów uczenia się, nie uwzględnia się ich jednak do ustalenia średniej ocen ze studiów. Organem odwoławczym od decyzji dziekana w sprawach potwierdzania efektów uczenia się jest Rektor Uniwersytetu Wrocławskiego, przysługuje mu również prawo wiążącej interpretacji postanowień Regulaminu.

Senat Uniwersytetu Warszawskiego (UW), gdzie kierunek ochrona środowiska prowadzony jest przez Międzywydziałowe Studia Ochrony Środowiska, jak i Wydział Nauk Biologicznych przyjął analogiczną uchwałę (nr 373), w sprawie potwierdzania efektów uczenia się zdobytych poza edukacją formalną 20 maja 2015 roku. Dokument składa się z dwóch części: w pierwszej określa zasady, warunki i tryb potwierdzania efektów uczenia się, w drugiej – sposób powoływania i tryb działania komisji weryfikujących efekty uczenia się. Na wstępie zdefiniowano, tak samo jak w UW, podstawowe pojęcia w odniesieniu

do obszaru szkolnictwa wyższego. Potwierdzanie efektów uczenia się poza edukacją formalną przeprowadza się na poziomie modułów kształcenia. Jego efektem jest zaliczenie określonych modułów kształcenia i zwolnienie z konieczności uczestnictwa w pełnym wymiarze zajęć dydaktycznych przewidzianych w programie. Ta procedura umożliwia także przyjęcie na studia osób poza rekrutacją formalną na podstawie zdobytego doświadczenia zawodowego podczas wykonywanej pracy i odbywania staży zawodowych. Podstawowe jednostki organizacyjne UW oraz inne jednostki prowadzące studia zgłaszają do Biura ds. Rekrutacji listę programów kształcenia, w odniesieniu do których będzie przeprowadzany proces potwierdzania efektów uczenia się. Dalsze postępowanie przeprowadza się wyłącznie na wniosek osoby zainteresowanej, czyli „wnioskodawcy”.

Wsparciem dla wnioskodawców jest **Punkt Konsultacyjny i Doradztwa Edukacyjnego dla Wnioskodawców** powołany w ramach Uniwersytetu Otwartego. W załączniku nr 1 do uchwały znajduje się Wzór zaświadczenia, stwierdzającego spełnienie przez Wnioskodawcę warunków formalnych niezbędnych do rozpoczęcia procedury potwierdzenia efektów uczenia się. Wydziały i jednostki prowadzące studia powołują **doradców ds. potwierdzania efektów uczenia się**, a następnie **Komisje Weryfikacyjne ds. Potwierdzania Efektów Uczenia się**. Organem odwoławczym od decyzji Komisji Weryfikacyjnej jest powołana przez Rektora na czas jego kadencji Uczelniana Komisja Odwoławcza. Wzór decyzji Uczelnianej Komisji Odwoławczej ds. Potwierdzania Efektów Uczenia się stanowi załącznik nr 4 do uchwały. W kolejnych dwóch paragrafach szczegółowo określono proces potwierdzenia efektów uczenia się (§ 8) oraz przebieg rekrutacji w tym trybie (§ 9).

Proces potwierdzenia efektów uczenia się wspomagany jest przez centralne systemy informatyczne UW. Wnioskodawca gromadzi wszystkie dowody poświadczające posiadanie efektów uczenia się w portfolio, następnie rejestruje się w systemie Internetowej Rejestracji Kandydatów (IRK), dokonuje opłaty rejestracyjnej i składa następujące dokumenty:

1. wniosek o potwierdzenie efektów uczenia się zdobytych poza edukacją formalną, wzór wniosku stanowi załącznik nr 5 do uchwały,
2. dokumenty potwierdzające uzyskanie określonych kwalifikacji w kształceniu formalnym, zgodnie z art. 170g Ustawy,
3. dokumenty poświadczające staż pracy,
4. podanie o przyjęcie na określony program kształcenia,
5. potwierdzenie wniesienia wymaganych opłat.

Wnioskodawca może ubiegać się o przyjęcie na kilka programów kształcenia, jednakże w wyniku procedury potwierdzenia efektów uczenia się może zostać przyjęty wyłącznie na jeden z nich. Potwierdzenie efektów uczenia się dla określonego modułu kształcenia przeprowadza się według zasad i warunków określonych przez Radę Jednostki. Jeśli moduł składa się z kilku odrębnych przedmiotów, z których każdemu przypisano określoną liczbę punktów ECTS, możliwe jest wskazanie i zaliczenie wszystkich z nich lub ich części. Łącznie liczba punktów ECTS uzyskanych w trybie potwierdzenia efektów uczenia się nie może przekraczać 50% wszystkich punktów przewidzianych w programie kształcenia dla danego poziomu i profilu kształcenia.

Końcowym efektem procesu potwierdzenia efektów uczenia się jest wystawienie ocen odnoszących się do każdego modułu kształcenia. W suplemencie do dyplomu w punkcie 4.3 wymienia się nazwy modułów kształcenia zaliczonych w procesie potwierdzenia efektów uczenia się. Dla każdego programu kształcenia, na określonym poziomie i profilu kształcenia, dla którego planowana jest **rekrutacja w trybie potwierdzenia efektów uczenia się**, są ustalane coroczne limity przyjęć w tym trybie. Limit kandydatów przyjmowanych w wyniku potwierdzenia efektów uczenia się nie może przekraczać 20% ogólnej liczby studentów na tym kierunku, poziomie i profilu kształcenia. Do ubiegania się o przyjęcie na studia są uprawnione osoby, które uzyskały – w wyniku procedury potwierdzenia efektów uczenia się – co najmniej 10 punktów ECTS przypisanych modułom kierunkowym. Komisja rekrutacyjna przyjmuje od Wnioskodawcy dokumenty i sporządza zbiorcze i indywidualne sprawozdania z wyników postępowania rekrutacyjnego w trybie potwierdzenia efektów uczenia się, stanowiącego podstawę do podjęcia decyzji o przyjęciu na studia. Decyzja o potwierdzeniu lub niepotwierdzeniu efektów uczenia się jest przekazywana kierownikowi jednostki realizującej określony program kształcenia.

W paragrafie 10. określono **opłaty**, których wysokość jest określana indywidualnie dla każdego Wnioskodawcy, w zależności od kosztu modułów kształcenia, wskazanych we wniosku przez Wnioskodawcę. Poprzez koszt modułu kształcenia należy rozumieć opłatę, którą pobiera Uniwersytet Warszawski na podstawie art. 99 ust. 1 pkt 2 Ustawy z tytułu powtarzania określonych zajęć na studiach stacjonarnych.

Analogiczny kształt i treści, jak senackie uchwały we Wrocławskim i Warszawskim Uniwersytecie ma Uchwała nr 48 Senatu Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Angelusa Silesiusa w Wałbrzychu z dn. 10 czerwca 2015 r. (www.pwsz.com.pl).

Podsumowanie

Stworzenie w 2015 r. podstaw prawnych w uczelniach, nie tylko akademickich, realizujących programy kształcenia w zakresie ochrony środowiska, na poziomie studiów licencjackich (I stopnia) i magisterskich (II stopnia), w zakresie walidacji efektów uczenia się, uzyskanych poza systemem edukacji formalnej, jest szansą, a zarazem wyzwaniem dla wielodyscyplinarnej, zwykle środowiskowej, kadry dydaktycznej. Ta nowa – odpłatna – usługa dydaktyczna może w przyszłości zrekompensować, do pewnego stopnia, studia w systemie niestacjonarnym, które na ochronie środowiska cieszą się coraz mniejszym zainteresowaniem. W obu Uniwersytetach (Wrocławskim i Warszawskim) nie są już uruchamiane, wskutek braku kandydatów, od wielu lat. Oferta walidacyjna wymaga jednak promocji zarówno w środowiskach uczelnianych, jak i zawodowych. Poza uczelnią, w kręgach biznesu, z trudem przebijają się programowe nowości, a także oferty z zakresu dydaktyki. Przeszkodą mogą okazać się nowe, realizowane od kilku lat programy kształcenia z efektami kształcenia tworzone w oparciu o krajowe ramy klasyfikacji, różne przecież od tych dobrze znanych – standardowych. Standardy, zarówno te opracowywane dla Uniwersyteckiej Komisji Akredytacyjnej, jak i Państwowej Komisji Akredytacyjnej, mogą okazać się bardzo pożyteczne w weryfikacjach modułów programowych.

Literatura

- CEDEFOP (2008), Terminology of European Education and Training Policy. A Selection of 100 Key Terms, Luxemburg: Office for Official Publications of the European Community, ISBN 82-896-0472-7.
- EACEA (2011), Dorośli w systemie edukacji formalnej: polityka i praktyka w Europie. EACEA, P9 – Eurydyce, Komisja Europejska tłum. Jakub Czernik, Warszawa 2011, ISBN 978-83-62634-55-2.
- Eurostat (2006a), Classification of learning activities – Manual [Klasyfikacja zajęć edukacyjnych – podręcznik]. Luksemburg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Eurostat (2006b), Klasyfikacja zajęć edukacyjnych.
- Jałocha B., Prawelska-Skrzypek G., (2013), *Jak zbudować i prowadzić centrum RPL w uczelni*, Uniwersytet Jagielloński. Kraków, ss. 5, 8.

- Kraśniewski A. (2013), *Dlaczego szkoła wyższa powinna włączać uczenie się przez całe życie (Lifelong Learning) do swojej misji i strategii*, prezentacja wygłoszona podczas Seminarium bolońskiego, UMK w Toruniu, 5 kwietnia 2013 r.
- Making a European Area of Lifelong Learning a Reality, Komunikat Komisji Europejskiej, COM (2001), 678, listopad 2001, za: A. Kraśniewski, *Dlaczego szkoła wyższa powinna włączać uczenie się przez całe życie (Lifelong Learning) do swojej misji i strategii*, prezentacja wygłoszona podczas Seminarium bolońskiego, UMK w Toruniu, 5 kwietnia 2013.
- NRDC (2010), Badanie europejskiej terminologii dotyczącej kształcenia dorosłych w celu powszechniejszego zrozumienia i monitorowania tego sektora.
- Uchwała nr 373, Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 20 maja 2015 r. w sprawie potwierdzania efektów uczenia się zdobytych poza edukacją formalną na Uniwersytecie Warszawskim. Monitor Uniwersytetu Warszawskiego poz. 108.
- Uchwała nr 46/2015 Senatu Uniwersytetu Wrocławskiego z dnia 25 marca 2015 r. w sp.
- UNESCO (1997), Międzynarodowa Standardowa Klasyfikacja Wykształcenia – ISCED 1997.
- Ustawa Prawo o szkolnictwie wyższym. Nowelizacja z 2014 roku, art. 2, ust. 1, p. 180.
- Walidacja efektów uczenia się uzyskanych poza systemem edukacji formalnej jako nowe wyzwanie dla polityki na rzecz uczenia się przez całe życie. www.ibe.edu.pl
- Wielki Słownik Francusko-Polski Państwowe (1983), Wydawnictwo Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Wroczyńska A., Stępień P., (2013), Spotkanie z Przewodniczącymi Wydziałowych Zespołów Zapewniania Jakości Kształcenia, Uniwersytet Warszawski, 28 listopada 2013 r.

Rola studiów ochrony środowiska w przygotowaniu strategii społecznej odpowiedzialności uczelni

Wprowadzenie

Termin „społeczna odpowiedzialność przedsiębiorstwa” CSR (od ang. *Corporate Social Responsibility*) jest określany przez zakres znaczenia tych trzech składających się nań słów, co w praktyce oznacza dostrzeżenie wielostronnych relacji zachodzących między przedsiębiorstwem i społeczeństwem. Zainteresowanie społeczną odpowiedzialnością przedsiębiorstw szczególnie pogłębia się od lat 70. XX w. w wyniku coraz wyraźniej uświadamianego spłotu kryzysu ekologicznego i kryzysu gospodarczego [Peyro 1997]. Od tego czasu coraz większa liczba przedsiębiorstw, organizacji biznesowych, organizacji społecznych czy rządowych wykazuje zainteresowanie ideą społecznej odpowiedzialności. Szczególnie w Europie koncepcja społecznej odpowiedzialności jest ściśle powiązana z ideą zrównoważonego rozwoju. Przejawia się to włączeniem zagadnień zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska w opracowywane przez przedsiębiorstwa plany działań CSR. Przyjęty przez Unię Europejską w lipcu 2001 dokument *Green Paper Promoting a European Framework for CSR* ma na celu rozpropagowanie społecznej odpowiedzialności kładącej nacisk na unikanie i niwelowanie szkód wyrządzanych w środowisku przez działalność instytucji [Green Paper 2001]. Większość obecnie uznawanych definicji odpowiedzialności społecznej opisuje ją jako koncepcję, wedle której instytucja dobrowolnie wychodząc poza podstawowe zobowiązania prawne w sferze społecznej i ochrony środowiska, uwzględnia aspekty społeczne i ekologiczne w swojej działalności. Dotyczy to także kontaktów z interesariuszami danej instytucji, czyli wszystkimi, którzy mają uzasadnione prawa i oczekiwania wobec jej działań. Interesariusz to polski odpowiednik (wprowadzony przez Prof. Stefana Kwiatkowskiego) angielskiego terminu *stakeholders* (gra słów od *stockholders* – akcjonariusze i *shareowner* – udziałowcy). Jest wiele dowodów na

to, że praktyka CSR, oprócz wartości etycznych, przynosi też firmie konkretne korzyści finansowe. Takie działania w sferze społecznej, jak organizowanie szkoleń dla pracowników, polepszanie warunków pracy czy lepsze relacje między kadrą i pracownikami mogą wpłynąć na wydajność firmy. Doświadczenie w inwestowaniu w technologie prośrodowiskowe i oszczędność zasobów naturalnych wskazuje, że dobrowolne wykraczanie poza to, co jest zobowiązaniem prawnym, może uczynić firmę bardziej konkurencyjną [Geryk 2012]. Niebagatelną rolę w upowszechnianiu idei CSR mają uczelnie wyższe, które dzięki wprowadzaniu tych zagadnień do programu studiów wpływają na podnoszenie świadomości przyszłych liderów gospodarczych i społecznych. Równocześnie można powiedzieć, że uczelnie są też swego rodzaju przedsiębiorstwami, dostarczając „usług” i „produktów”. Same tworzą swój naukowy oraz dydaktyczny kapitał, działając w różnorodnych strukturach społecznych, między którymi zachodzą złożone interakcje oraz w środowisku, z zasobów którego korzystają i wpływają. Tak to ujmując, działanie uczelni wpływa na środowisko oraz na funkcjonowanie jednostek i grup społecznych wewnątrz uczelni, a także w otoczeniu społecznym na zewnątrz uczelni [Geryk 2012]. W przypadku znaczących uczelni ich wpływ rozciąga się na całe społeczeństwo, a nawet może zaznaczać się globalnie.

Zasady CSR coraz powszechniej znajdują odbicie przy przygotowywaniu misji i strategii uczelni [Adomssent 2006; Sterling 2013]. Jako że istotą funkcjonowania każdej uczelni powinna być długofalowa strategia oparta na wcześniej wyznaczonych celach, jednym z tych celów staje się powstanie strategii dotyczącej społecznej odpowiedzialności CSR. Taką też inicjatywę zapoczątkował w 2015 r. Uniwersytet Warszawski. W ramach udziału w zespole inicjującym tworzenie Strategii CSR UW w Uniwersyteckim Centrum Badań nad Środowiskiem i Zrównoważonym Rozwojem dokonano przeglądu dotychczasowych działań, które wpisują się w ofertę CSR w odniesieniu do różnych interesariuszy. Ze względu na istotność aspektów ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju może to być przyczynkiem do dyskusji nad rolą, jaką przy przygotowaniu i realizacji strategii CSR na różnych uczelniach mogą i powinny odegrać wydziały prowadzące studia ochrony środowiska, czyli: jeśli nie my, to kto?

Czy potrzebna jest strategia CSR uczelni?

Wiele dotychczasowych doświadczeń wskazuje na to, że działalność uczelni zgodna z zasadami społecznej odpowiedzialności jest oczekiwana przez liczne grono interesariuszy, a ponadto przynosi korzyści zarówno społeczeństwu, jak

i szkole wyższej [Adomssent 2006; Geryk 2012; Kalinowska i Batorczak 2015b]. Przy przygotowywaniu strategii CSR i jej wdrażaniu ważne więc wydaje się określenie na ile uwzględnione są działania spełniające oczekiwania interesariuszy zarówno wewnętrznych, jak i w szeroko rozumianym otoczeniu poza uczelnią. Stąd też ważne jest zidentyfikowanie interesariuszy i określenie dziedzin, w których działanie uczelni odpowie na współczesne wyzwania, jakimi są ochrona środowiska i realizacja zasad zrównoważonego rozwoju. Niezbędne jest więc dla każdej uczelni sporządzenie mapy grup interesariuszy i określenie, jakie szanse dla rozwoju uczelni wiążą się z każdą z nich i jaką ponosi wobec nich odpowiedzialność [Geryk 2012]. Interesariuszy, ze względu na ich związek z uczelnią, można podzielić na tworzących społeczność akademicką i tych istniejących w otoczeniu zewnętrznym. Ci pierwsi, to w przypadku uczelni, przede wszystkim studenci różnych specjalności i stopni nauczania oraz pracownicy naukowcy, dydaktyczni i pełniący funkcje administracyjne. Interesariusze zewnętrzni to zarówno przyszli pracodawcy wypromowanych przez uczelnię absolwentów, społeczność najbliższego otoczenia uczelni, władze różnych szczebli, organizacje społeczne, instytucje samorządowe itp. Strategia CSR powinna prowadzić do wzmocnienia kierunków rozwoju działalności uczelni, której priorytetem jest zarządzanie oparte na zasadach społecznej odpowiedzialności w zakresie prowadzenia edukacji, badań, a także działań jako pracodawcy na rzecz rozwoju swoich pracowników. Szczególnym priorytetem ma być troska o ochronę środowiska i racjonalne korzystanie z jego zasobów. Dotyczy to także odpowiedzialnej współpracy z otoczeniem zewnętrznym, tak by wykorzystać potencjał dydaktyczny i ekspercki uczelni. W odniesieniu do edukacji dla zrównoważonego rozwoju oczekiwania wobec uczelni wyższych są też wyrażone zarówno w Narodowej Strategii Edukacji Ekologicznej [Narodowa Strategia 2001], jak i w Europejskiej Strategii Edukacji dla Zrównoważonego Rozwoju [Europejska Strategia 2008]. Zagadnienia składające się na różne aspekty koncepcji zarządzania uczelnią w oparciu o zasady SCR można zilustrować przykładami działań w różnych sferach działalności akademickiej.

Dydaktyka

W związku z koniecznością uwzględniania aspektów zrównoważonego rozwoju jako integralnej części koncepcji CSR istotna jest oferta dydaktyczna sprzyjająca wyposażeniu studentów w kompetencje, które ważne są w warunkach gospodarki opartej na wiedzy i wartościach społecznych. Wymaga to tworzenia

takiej oferty dydaktycznej dla studentów jako przyszłych liderów gospodarczych i społecznych, by obejmowała przedmioty poruszające zagadnienia zrównoważonego rozwoju, wiedzę o społecznej odpowiedzialności i różnych jej aspektach [Gulio Di 2006; Jones 2010]. W tym też celu studentom potrzebna jest też umiejętność stosowania procedur oraz przygotowania wskaźników zarządzania środowiskowego np. w staraniu się o certyfikat EMAS.

Edukacja i rozwój pracowników

Rozwijanie oferty dydaktycznej, zwłaszcza tej skierowanej nie tylko do studentów wydziałów kierunkowych ochrony środowiska, ale do ogółu studentów uczelni, wymaga od kadry uczelni rozwijanie kompetencji związanej z nauczaniem w duchu zrównoważonego rozwoju. Tylko tak przygotowana kadra może zrealizować wyzwanie stawiane przed szkołami wyższymi, by każdy ich absolwent był świadomy znaczenia zasad rozwoju zrównoważonego w życiu codziennym i pracy zawodowej [State of the Art. Report 2014].

Oddziaływanie na środowisko

Uczelnia wyższa w różnych przejawach swego funkcjonowania jest też sama poważnym konsumentem zasobów naturalnych jak woda i różne nośniki energii. Odpowiada również za emisję gazów cieplarnianych, produkcję ścieków i różnego rodzaju odpadów komunalnych, a także odpadów niebezpiecznych powstających w trakcie pracy laboratoriów badawczych i dydaktycznych. Oprócz oczywistego przestrzegania przepisów, w ramach CSR powinno się też dbać o dobrowolne stałe udoskonalanie systemu zarządzania środowiskowego na uczelni. Dotyczy to takich dziedzin jak optymalizacja systemu gospodarki odpadami, oszczędność wody, zmniejszanie zapotrzebowania energii, zmniejszanie wpływu na powstawanie miejskich wysp ciepła dzięki termomodernizacji budynków. Wiąże się to nie tylko z inwestycjami technicznymi, ale też z koniecznością włączenia studentów i pracowników w proces zarządzania środowiskowego na uczelni. Wymaga to m.in. szerokiej edukacji społeczności akademickiej w dziedzinie „ekologii praktycznej” przy równoczesnym stworzeniu infrastruktury do działań, np. pojemników do segregacji odpadów, parkingów dla rowerów itp. Ważne jest organizowanie innych form angażowania się społeczności akademickiej w ochronę środowiska, np. wolontariat pracowniczy i studencki. Idealnym przejawem społecznej odpowiedzialności uczelni jako

miejsca pracy byłyby też wpływ na kształtowanie postaw proekologicznych czy popularyzowanie wśród pracowników prośrodowiskowych wzorców konsumpcji [COPERNICUS-Guidelines for Sustainable Development].

Oferta uczelni skierowana do społeczności lokalnej

Uczelnia w ramach CSR ma też duże możliwości oferty edukacji dla zrównoważonego rozwoju oraz w dziedzinie ochrony środowiska skierowanej do społeczności lokalnej poza murami szkoły wyższej. To m.in. różnego rodzaju pikniki naukowe, odczyty, wystawy, udział w imprezach publicznych z okazji Dni Ziemi, inspiracja obchodów i organizacja sesji popularno-naukowych w trakcie Europejskiego Tygodnia Zrównoważonego Rozwoju itp. Na wielu uczelniach działają też regularne inicjatywy edukacyjne skierowane do społeczności pozaakademickiej, np. kursy i wykłady w ramach Uniwersytetów Otwartych, dające szanse wprowadzenia zasad ochrony środowiska i filozofii zrównoważonego rozwoju do szerokiej świadomości społecznej.

Współpraca uczelni z organizacjami społecznymi oraz władzami centralnymi i samorządowymi

Potencjał naukowy uczelni stwarza możliwości wsparcia eksperckiego dla organizacji i instytucji odpowiedzialnych bezpośrednio za ochronę środowiska i zarządzanie zasobami naturalnymi. To bardzo ważna sfera realizacji strategii społecznej odpowiedzialności uczelni, zwłaszcza w odniesieniu do najbliższego otoczenia miasta lub regionu.

Zarządzanie strategią CSR i jej znaczenie dla uczelni

Zarządzanie strategią CSR może odbywać się przy zastosowaniu różnorodnych metod. Przejawia się to w realizacji wspólnych projektów z różnymi grupami interesariuszy czy organizacji krajowych i międzynarodowych konferencji, skierowanych do przedstawicieli różnych środowisk. Szczególne znaczenie ma przygotowanie i wydawanie publikacji popularno-naukowych, opracowań eksperckich i poradników związanych z różnymi aspektami zrównoważonego rozwoju adresowanych do konkretnych grup użytkowników.

Specjalną rolę we wdrażaniu Strategii może odgrywać przystąpienie uczelni do starań o certyfikację w ramach systemu ekozarządzania i audytu w Unii

Europejskiej – EMAS – jako dobrowolne zobowiązanie do oceny wpływu uczelni na środowisko. Wiąże się to z włączeniem pracowników i studentów w proces poprawy efektów działalności proekologicznej uczelni oraz wymaga informowanie społeczności akademickiej i opinii publicznej o przebiegu poszczególnych etapów certyfikacji. Poddanie się certyfikacji EMAS służy nie tylko poprawie środowiskowego zarządzania uczelnią, ale i budowaniu jej międzynarodowego prestiżu.

Członkostwo w międzynarodowych stowarzyszeniach, inicjatywach i sieciach akademickich powołanych dla wspierania realizacji zasad zrównoważonego rozwoju na uniwersytetach

W sensie odbioru społecznego duże znaczenie ma przygotowanie przez uczelnię lub przyjęcie, popieranie i nagłaśnianie krajowych i międzynarodowych dokumentów i deklaracji dotyczących różnych aspektów ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju. Dotyczy to zwłaszcza deklaracji przygotowanych przez środowiska akademickie, inspirujących i wzmagających zaangażowanie interesariuszy zewnętrznych i wewnętrznych w konkretne działania na rzecz ZR. Przykładem tego może być list skierowany przez międzynarodową koalicję organizacji uniwersyteckich do Prezydenta konferencji klimatycznej COP 21 w Paryżu w grudniu 2015 r. wzywający do pełniejszego wykorzystania potencjału naukowego uczelni wyższych w dziedzinie zmian klimatu [Kalinowska 2010; Kalinowska, Batorczak 2015a; Kalinowska i Batorczak 2015b].

Wprowadzanie w życie zasad zrównoważonego rozwoju przejawia się najlepiej poprzez realizację idei społecznej odpowiedzialności uczelni. Ponieważ jest to proces przebiegający równolegle na wielu uczelniach, nic więc dziwnego, że nasila się tendencja do współpracy w celu wymiany doświadczeń oraz opracowywania standardów działań. Przejawia się to w tworzeniu międzynarodowej sieci organizacji uniwersyteckich. Historia współpracy uczelni wyższych w dziedzinie zrównoważonego rozwoju sięga tzw. Szczytu Ziemi – Konferencji ONZ Środowisko i Rozwój w Rio de Janeiro w 1992 r. Najważniejsze inicjatywy to:

- 1993 – powstaje European University Association – inicjatywa COPERNICUS CAMPUS dla zrównoważonego rozwoju,
- 2007 – zawiązuje się COPERNICUS Alliance – *European Network of Higher Education for Sustainable Development* – europejska sieć uczelni promujących transformację edukacji wyższej w kierunku zrównoważonego rozwoju,

- 2012 – podczas Konferencji ONZ „Rio +20” – zostaje ogłoszona światowa inicjatywa The People’s Sustainability Treaty on Higher Education przyjęta też przez COPERNICUS Alliance,
- 2013 – rusza projekt University Educators for Sustainable Development (Uniwersyteccy Edukatorzy dla Zrównoważonego Rozwoju – EU4SD jednoczący sieć 55 uczelni z 33 krajów Europy,
- 2014 – UNEP ustanawia program – The Global University Partnership on Environment and Sustainability (GUPES). Globalne Partnerstwo Uniwersytetów na rzecz Środowiska i Zrównoważonego Rozwoju (GUPES) to jeden z flagowych programów edukacji Programu Środowiskowego ONZ. Zawiązana w ramach programu sieć zrzesza obecnie ponad 520 uniwersytetów z całego świata. Celem jest włączanie zagadnień ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju do programów nauczania i badań na wyższych uczelniach oraz promowanie zarządzania uczelniami zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Uczestniczenie w sieci GUPES umożliwia nawiązywanie kontaktów, wymianę doświadczeń oraz podejmowanie wspólnych projektów badawczych i edukacyjnych, umożliwia korzystania z raportów i materiałów dydaktycznych. Cennym wydawnictwem programu jest przewodnik GUPES „Greening Universities. Toolkit trnasforming universities into green and sustainable campus” z dokładnymi instrukcjami jak „zazielenić” campus, aby spełniał wymogi zrównoważonego rozwoju (Greening...).

Prace nad Strategią CSR na Uniwersytecie Warszawskim

Zespół przygotowujący projekt Strategii CSR na Uniwersytecie Warszawskim w opisie przedmiotu obszarów Strategii dotyczących zrównoważonego rozwoju korzysta z dotychczasowego doświadczenia Uniwersyteckiego Centrum Badań nad Środowiskiem i Zrównoważonym Rozwojem (UCBS). Wiele aktywności, wynikających zarówno ze Statutu UCBS, jak i prowadzonych ponadto szerzej w ramach różnych projektów, służyć może jako przykład dobrych praktyk działań na rzecz uczelni, jak i współpracy z interesariuszami zewnętrznymi.

UCBS, powołane w 1989 r. jako międzywydziałowa jednostka pod nazwą Uniwersyteckie Centrum Badań nad Środowiskiem Przyrodniczym, w 1992 r. wyszło z inicjatywą utworzenia Międzywydziałowych Studiów Ochrony Środowiska (MSOŚ). Od czasu powołania tego kierunku ma z nim wspólną Radę Naukową i prowadzi szereg zajęć w ramach specjalizacji MSOŚ „edukacja

ekologiczna”. Obecnie UCBS funkcjonuje jako jednostka ogólnouczelniana, coraz bardziej ukierunkowana na badania i edukację w dziedzinie zrównoważonego rozwoju. W wyniku takiego rozszerzenia obszaru zainteresowania w roku 2013 Senat UW zatwierdził rozwinięcie nazwy Centrum na Uniwersyteckie Centrum Badań nad Środowiskiem Przyrodniczym i Zrównoważonym Rozwojem.

„Produkt flagowy” Centrum to prowadzony od 22 lat ogólnouniwersytecki wykład interdyscyplinarny „Wybrane zagadnienia z ekologii i ochrony środowiska”. Od 6 lat wykład jest prowadzony pod hasłem „Rozwój zrównoważony w teorii i praktyce” i ma co roku inny temat wiodący, np. adaptacja do zmian klimatu, różnorodność biologiczna. Prowadzony był też cykl wykładów prezentujących osiągnięcia zawodowe absolwentów MSOŚ. Wykłady te, obowiązkowe dla studentów MSOŚ, równocześnie gromadzą studentów z innych wydziałów, doktorantów i pracowników – stanowią więc ofertę skierowaną do środowiska akademickiego. Wśród każdorazowo średnio ok. 100 słuchaczy w wykładach uczestniczą nauczyciele, licealiści i przedstawiciele administracji miejskiej, czyli „interesariusze zewnętrzni”. Liczbę korzystających powiększają użytkownicy publikacji powykładowych [Kalinowska i Lenart (red.) 2007; Kalinowska (red.) 2010; Kalinowska (red.) 2014].

Z myślą o przyszłej pracy zawodowej absolwentów prowadzone są tematy prac licencjackich i dyplomowych MSOŚ związane z edukacją i świadomością oraz praktyczną przydatnością zasad zrównoważonego rozwoju w różnych obszarach gospodarki i życia publicznego. Jest to istotny przejaw „społecznej odpowiedzialności” także wobec przyszłych pracodawców. Wspieraniu edukacji dla zrównoważonego rozwoju skierowanej do środowisk pozaakademickich służą też prowadzone przez UCBS szkolenia nauczycieli. Prowadzone są m.in. w ramach współpracy z Mazowieckim Centrum Doskonalenia Nauczycieli. Szkolenia dla nauczycieli gimnazjalnych odbywały się w ramach unijnego programu Comenius, a na zlecenie Ministerstwa Środowiska były przeprowadzone ogólnopolskie szkolenia „Edukacja dla zrównoważonego rozwoju w szkołach ponadgimnazjalnych”. Także na strony Ministerstwa Środowiska został przygotowany kurs internetowy „Jak uczyć o zrównoważonym rozwoju”.

Współpraca z organizacjami społecznymi

Zgodnie z założeniami CSR, ważnym przejawem otwarcia na potrzeby interesariuszy zewnętrznych, zwłaszcza w przypadku Uniwersytetu, jest współpraca z organizacjami społecznymi, szczególnie z działającymi w obszarze ekologii

POE (Pozarządowe Organizacje Ekologiczne). UCBS stale współpracuje z wieloma z nich przy różnych projektach. Z długoterminowych, stałych współpracy należy wymienić Instytut na rzecz Ekorozwoju (np. przygotowanie broszury „Różnorodność biologiczna a rozwój zrównoważony”). We współpracy ze Stowarzyszeniem Rozwoju Społeczno-Gospodarczego „Wiedza” UCBS opracowało przewodnik dla nauczycieli „Współczesne wyzwania ochrony przyrody a rozwój zrównoważony.” Współpraca z Federacją Uniwersytetów Trzeciego Wieku oraz Fundacją Ziemia i Ludzie zaowocowała przygotowaniem podręczników „Przyszłość, jakiej chcemy dla naszych wnuków” [Kalinowska i Batorczak 2012] oraz licznych wykładów dla Uniwersytetów Trzeciego Wieku. Dzięki tej współpracy grupa interesariuszy zewnętrznych powiększyła się także o seniorów-słuchaczy UTW na terenie całej Polski.

Udział w radach programowych i patronaty

Wartym wymienienia przejawem odpowiedzialności społecznej Uniwersytetu jest dobrowolne wykorzystanie potencjału naukowego dla dobra innych instytucji i organizacji poprzez dzielenie się wiedzą i możliwość służenia im pomocą ekspercką. Przedstawiciele UCBS są zaproszeni i uczestniczą w wielu radach programowych i naukowych. Jako przykład można wymienić członkostwo w następujących radach: Rada Banków Żywności, Rada Fundacja BOŚ, Rada Programowa Programu Szkoły dla Ekorozwoju, Mazowiecka Rada Ochrony Przyrody, a także Rada Światowej Unii Ochrony Przyrody IUCN. UCBS proszone jest też o objęcie patronatem różnych programów edukacyjnych (np. ogólnopolskiego programu dla szkół „Postaw na słońce” prowadzonego przez Fundację BOŚ), co gwarantować ma ich wysoki poziom merytoryczny.

Współpraca merytoryczna przy wspólnych projektach, organizacji wspólnych konferencji oraz wynikająca z podpisanych deklaracji współpracy

Możliwość takiej współpracy zacieśniającej kontakty uczelni z partnerami – interesariuszami zewnętrznymi dobrze ilustruje przykład wspólnie prowadzonego w latach 2013-2015 programu „Miasto idealne-miasto zrównoważone” współfinansowanego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW). Partnerzy UCBS w tym programie to takie instytucje jak Centrum Informacyjne Lasów Państwowych (CILP), Towarzystwo Urbanistów Polskich

(TUP) oraz Instytut Gospodarki Przestrzennej i Mieszkalnictwa (IGPiM). Patronat nad programem objął Polski Komitet UNESCO. Owocem programu była seria wykładów ogólnouniwersyteckich pt. Miasto idealne – miasto zrównoważone oraz ogólnopolska konferencja: Rola planowania przestrzennego w zapobieganiu zmianom klimatu w miastach. Projekt zakończył się publikacją skierowaną do architektów i urbanistów oraz władz miejskich [Kalinowska (red.) 2015].

Działania praktyczne wspierające zarządzanie środowiskowe na Uniwersytecie Warszawskim

Oprócz różnorodnych działań edukacyjnych i skierowanych na budowanie świadomości ekologicznej samej społeczności Uniwersytetu, ważnym przejawem odpowiedzialności społecznej jest praktyczne działanie związane z niwelowaniem wpływu oddziaływania uczelni na środowisko. Prowadzone przez UCBS badania wskazują, że takie działania jak segregacja odpadów czy oszczędność wody i energii są wysoce oczekiwane przez studentów i pracowników [Kawa 2014]. Między innymi dlatego UCBS zainicjowało i organizacyjnie wspomaga na kampusie Ochota (skupiającym wydziały przyrodnicze) zbiórkę makulatury, co oprócz oszczędności surowców przyniesie i zyski ekonomiczne uczelni przez zmniejszenie kosztów wywozu odpadów.

Udział w międzynarodowych sieciach uczelni dla zrównoważonego rozwoju

UCBS reprezentuje Uniwersytet Warszawski w Europejskiej Sieci Uniwersytetów na rzecz Zrównoważonego Rozwoju: *COPERNICUS Alliance*, do której to sieci UW, jako jedyna uczelnia z Polski, przystąpił w 2014 r. Od 2015 Uniwersytet Warszawski reprezentowany przez UCBS jest też członkiem sieci UNEP GUPES.

Reprezentując Uniwersytet Warszawski, jako jedną z 55 europejskich uczelni, a jedyną z Polski, UCBS uczestniczy w projekcie University Educators for Sustainable Development (Uniwersyteccy Edukatorzy dla Zrównoważonego Rozwoju) – EU4SD. Celem tego projektu, ściśle związanego z Europejską Siecią *COPERNICUS Alliance*, jest doskonalenie kompetencji wykładowców uniwersyteckich w krajach UE pod kątem prowadzenia skutecznej edukacji dla zrównoważonego rozwoju. W ramach tego projektu dokonano przeglądu dobrych

praktyk w tej dziedzinie (Raport dostępny jest na <http://www.ue4sd.eu>), a na następnym etapie powstaną stosowne materiały szkoleniowe.

Jeśli nie my, to kto? Rola studiów ochrony środowiska we wdrażaniu zasad ZR i realizacji Strategii CSR na uczelni

Wiele przykładów wskazuje, że funkcjonowanie uczelni zgodnie z duchem społecznej odpowiedzialności poprawia jakość zarządzania zespołem akademickim, kształtuje odpowiedzialne postawy absolwentów jako przyszłych pracowników i pracodawców oraz pozytywnie wpływa na postrzeganie przez otoczenie społeczne [Adomssent 2006; Geryk 2012; Kościelniak 2011]. Wszystkie te czynniki mogą zwiększać konkurencyjność uczelni, budować jej dobrą markę. Warto też podkreślić, że według europejskich kryteriów niezwykłe miejsce w realizacji idei odpowiedzialności społecznej uczelni zajmuje dbałość o środowisko i postępowanie zgodne z zasadami zrównoważonego rozwoju w każdej sferze funkcjonowania. Dotyczy to zarówno działań praktycznych optymalizujących wpływ na środowisko oraz usług eksperckich w tej dziedzinie, jak i sfery kształtowania postaw. Korzystając z doświadczenia Uniwersyteckiego Centrum Badań nad Środowiskiem i Zrównoważonym Rozwojem, można podać przydatną przy planowaniu strategii CSR „krótką listę” sprawdzonych już działań i tych, które są dopiero ambitnym zamierzeniem:

- interdyscyplinarne wykłady dla wszystkich studentów,
- tematy prac dyplomowych związane z różnymi aspektami CSR w sferze zrównoważonego rozwoju,
- publikacje i strony internetowe poświęcone realizacji zasad zrównoważonego rozwoju w różnych działach gospodarki i w życiu codziennym,
- korzystanie z zasobów różnych wydziałów i uczelni,
- współpraca z różnymi partnerami: biznesem, organizacjami społecznymi, administracją różnych szczebli,
- działania informacyjne dla całego środowiska akademickiego,
- edukacja skierowana do środowisk pozaakademickich,
- uczestnictwo w międzynarodowych inicjatywach i sieciach ZR,
- inicjowanie i udział w procedurach certyfikatów zarządzania środowiskowego, np. EMAS.

Generowanie i przekazywanie nowoczesnej wiedzy oraz pomoc w zdobywaniu kompetencji w sferze zrównoważonego rozwoju to dziedziny wysoce specjalistyczne, a zarazem interdyscyplinarne. Powstaje pytanie – kto na uczelni może

się podjąć prowadzenia edukacji w zakresie ochrony środowiska nie tylko skierowanej do studentów, ale i różnych grup interesariuszy spoza uczelni? Kto może odegrać kluczową rolę w inicjowaniu i prowadzeniu procedury EMAS dla uczelni?

Odpowiedź na tytułowe pytanie „Jeśli nie my, to kto?” jest niemal oczywista. Takie zadanie w naturalny sposób są w stanie podjąć wydziały i jednostki akademickie zaangażowane w studia ochrony środowiska. Tylko one dysponują doświadczoną kadrą dydaktyczną i ekspercką, zapleczem badawczym i kontaktami z organizacjami społecznymi oraz resortowymi instytucjami ochrony środowiska. Nasuwa się jednak kolejne pytanie – czy przy mnogości podstawowych obowiązków starczy czasu i energii na to co jest istotą CSR: „dobrowolne działanie ponad podstawowe wymagania prawne w dziedzinie społecznej i ochronie środowiska”. Pytanie, na które każdy musi odpowiedzieć sam...

Literatura

- Adomssent M. (2006), *Higher Education for Sustainability: Challenges and Obligations from a Global Perspective*, In: Adomssent M., Godemann M., Leicht A., Busch A. (eds.) (2006), *Higher Education for Sustainability*, VAS, Frankfurt am Main.
- Geryk M., (2012), *Spoleczna odpowiedzialność uczelni*, Oficyna Wydawnicza Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa.
- Gulio Di A. (2006), *Education for Sustainable Development – What Does it Mean and What Should Students Learn*, [in:] Adomssent M., Godemann J., Leicht A., Busch A. (eds.) (2006), *Higher Education for Sustainability*, VAS, Frankfurt am Main.
- Europejska Komisja Gospodarcza ONZ, *Strategia Edukacji dla Zrównoważonego Rozwoju*, (2008), Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- Jones, P., Selby, D., Sterling S. (2010), *Sustainability Education: Perspectives and practice across higher education*, Earthscan, London.
- Kalinowska A., Lenart W. (red.) (2007), *Wybrane zagadnienia z ekologii i ochrony środowiska. Teoria i praktyka zrównoważonego rozwoju*, Uniwersyteckie Centrum Badań nad Środowiskiem Przyrodniczym, Warszawa.
- Kalinowska A. (2010), *Rola studiów ochrony środowiska w upowszechnianiu międzynarodowych inicjatyw edukacyjnych ONZ*, [w:] Gabryś B., Gabryś G. (red.) *Ochrona środowiska w programach studiów przyrodniczych*, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra.

- Kalinowska A. (red.) (2011), *Wybrane zagadnienia z ekologii i ochrony środowiska. Różnorodność biologiczna w wielu odstonach*, Uniwersyteckie Centrum Badań nad Środowiskiem Przyrodniczym. Warszawa.
- Kalinowska A., Batorczak A. (2012), *Przyszłość jakiej chcemy dla naszych wnuków. O zrównoważonym rozwoju dla słuchaczy Uniwersytetów Trzeciego Wieku*, Ziemia i Ludzie, Warszawa.
- Kalinowska A. (2013), *Prawo a edukacja dla zrównoważonego rozwoju w 20 lat po Rio. Konfrontacja rzeczywistości z zapisami w Konwencjach przyjętych na Szczycie Ziem*, [w:] Galicki Z. Gubrynowicz A. (red.) (2013), *Międzynarodowe prawo ochrony środowiska XXI wieku*, Stowarzyszenie Absolwentów Wydziału Prawa i Administracji UW, Warszawa.
- Kalinowska A., Batorczak A. (2015a), *Universities for sustainability- new challenges from the perspective of the University of Warsaw*. Environmental & Socio-economic Studies 2015, 3, 1:26-34.
- Kalinowska A., Batorczak A. (2015b), *Odpowiedzialność za środowisko. Edukacja i współpraca międzynarodowa dla zrównoważonego rozwoju na Uniwersytecie Warszawskim*, UW pismo uczelniane nr 5 (75) zima 2015.s.30.
- Kalinowska A. (red.) (2015), *Miasto idealne-miasto zrównoważone. Planowanie przestrzenne terenów zurbanizowanych i jego wpływ na ograniczenie skutków klimatu*, Wydawnictwo uniwersyteckie Centrum Badań nad Środowiskiem i Zrównoważonym Rozwojem, Warszawa.
- Kawa K. (2012), *Realizacja zasad trwałego rozwoju i nastawienie pracowników administracji różnych wydziałów UW do możliwości starania się o certyfikat ekologiczny*, Praca licencjacka Uniwersytet Warszawski. MSOŚ, Warszawa.
- Kościelniak C., Makowski J. (2011), *Uniwersytet na rozdrożu*, [w:] Kościelniak C., Makowski J. (red.) *Wolność Równość Uniwersytet*, Instytut Obywatelski. Warszawa, ss. 10-15.
- Narodowa Strategia Edukacji Ekologicznej (2001), *Przez edukację do zrównoważonego rozwoju*, Ministerstwo Środowiska. Warszawa.
- Peyro E. (1997), *Informacion social y ambiente en Espana: un studio empirico*, IX Congreso. AECA, Asociacion Espanola de Cantabilidad y Administracion de Empresas. pp. 681-703.
- Sterling S. (2013), *The sustainable university. Challenge and response*, [in:] Sterling S., Larch M. and Heather L. (red.) (2013), *The Sustainable University*, Progress and prospects, Routleges, London.
- COPERNICUS – Guidelines for Sustainable Development in the European Higher Education Area. EU Education and Culture.

[http:// www.unece.org/fileadmin/DAM/env/esd/information/Copernicus.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/esd/information/Copernicus.pdf).

Green Paper Promoting a European Framework for CSR, European Communities 1995-2008,

http://ec.europa.eu/employment_social/soc-dial/car/greenpaper.htm, 19.12 2008)

Greening Universities. *Toolkit transforming universities into green and sustainable campus GUPES* http://unep.org/training/docs/Greening_Universities_Toolkit.pdf

Agnieszka Wolańska-Kamińska, Natalia Ratajczyk

Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska
Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin, Zakład Ochrony Przyrody

Kształcenie na kierunku ochrona środowiska przy wsparciu środków Unii Europejskiej – na przykładzie kierunku zamawianego ochrona środowiska na Uniwersytecie Łódzkim

Wprowadzenie

Jednym z obszarów wsparcia finansowanych ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego jest szkolnictwo wyższe i nauka. W ramach tych działań uczelnie wyższe zarówno państwowe jak i niepubliczne mają możliwość aplikowania i korzystania ze środków finansowych jako jedna z grup docelowych Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki (PO KL). W przeciwieństwie do Programów Ramowych projekty realizowane w ramach PO KL koncentrują się bardziej na działaniach na rzecz rozwoju społecznego niż na prowadzeniu badań naukowych. Przykładem takich działań jest tzw. kształcenie zamawiane – realizowane w Polsce od 2008 r. Polega ono na wspieraniu wybranych kierunków kształcenia. Formy wsparcia (finansowe i merytoryczne) kierowane są do studentów – jako kolejnej grupy docelowej PO KL. Uniwersytet Łódzki od kilku lat realizuje kierunki zamawiane m.in. na Wydziale Matematyki i Informatyki, Ekonomiczno-Socjologicznym, a od roku 2013 także na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska (BiOŚ). Celem opracowania jest analiza i podsumowanie realizacji kształcenia zamawianego na przykładzie kierunku ochrona środowiska. Projekt realizowano w ramach konkursu 1/POKL/4.1.2/2012., pn. „Absolwenci kierunku ochrony środowiska szansą dla zrównoważonego rozwoju”, na Wydziale BiOŚ UŁ.

Podstawową metodą badawczą, na której opiera się niniejsza praca jest analiza porównawcza materiałów źródłowych oraz sprawozdań z realizacji kierunku zamawianego.

Program Operacyjny Kapitał Ludzki jako źródło realizacji działania 4.1.2

Program Operacyjny Kapitał Ludzki (PO KL) został zatwierdzony decyzją Komisji Europejskiej dnia 28 września 2007 r. Służył realizacji jednego z ważniejszych celów Narodowej Strategii Spójności 2007-2013, jakim jest wzrost zatrudnienia poprzez rozwój kapitału ludzkiego i społecznego [Program Operacyjny Kapitał Ludzki].

PO KL był jedynym programem w Polsce realizowanym w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego (EFS) i zarazem największym programem, na który przeznaczano środki Unii Europejskiej na lata 2007-2013. Do końca 1 kwartału 2013 r. w ramach Programu zrealizowano ponad 39 000 projektów, a łączna pula środków na nieprzeznaczonych przekraczała 42 mld zł. Program służył przede wszystkim rozwojowi społeczno-gospodarczemu poprzez jego przyspieszenie, podniesienie poziomu zatrudnienia i większą spójność na poziomie społecznym, gospodarczym i terytorialnym. Wsparcie programu kierowane było z jednej strony do instytucji różnych struktur i szczebli (organizacje typu NGO, instytucje związane z edukacją, przedsiębiorstwa czy urzędy publiczne), z drugiej – do konkretnych grup społecznych, ze szczególnym uwzględnieniem osób niepełnosprawnych, kobiet, bezrobotnych, a także uczniów, studentów, pracowników firm, urzędników szczebla samorządowego.

Program służył do realizacji sześciu celów strategicznych:

1. podniesienie poziomu aktywności zawodowej oraz zdolności do zatrudnienia osób bezrobotnych i biernych zawodowo,
2. zmniejszenie obszarów wykluczenia społecznego,
3. poprawa zdolności adaptacyjnych pracowników i przedsiębiorstw do zmian zachodzących w gospodarce,
4. upowszechnienie edukacji społeczeństwa na każdym etapie kształcenia przy równoczesnym zwiększeniu jakości usług edukacyjnych i ich silniejszym powiązaniu z potrzebami gospodarki opartej na wiedzy,
5. zwiększenie potencjału administracji publicznej w zakresie opracowywania polityk i świadczenia usług wysokiej jakości oraz wzmocnienie mechanizmów partnerstwa,
6. wzrost spójności terytorialnej.

Realizacja głównych założeń programu była realizowana w ramach 10 Priorytetów (tabela 1). Priorytety I-IX to tzw. priorytety tematyczne, przy czym I-V należą do komponentu centralnego (wsparcie struktur i instytucji), zaś VI-IX do komponentu regionalnego (wsparcie osób i grup społecznych). Priorytet ostatni X – Pomoc techniczna służy instytucjom realizującym PO KL, właściwe zarządzanie programem i jego prawidłowe wdrażanie [Program Operacyjny Kapitał Ludzki].

Tabela. 1. Priorytety PO KL w podziale na komponenty

Szczebel realizacji/ Numer priorytetu	Nazwa priorytetu
Szczebel centralny	
I.	Zatrudnienia i integracja społeczna
II.	Rozwój zasobów ludzkich i potencjału adaptacyjnego przedsiębiorstw oraz poprawa stanu zdrowia osób pracujących
III.	Wysoka jakość systemu oświaty
IV.	Szkolnictwo wyższe i nauka
V.	Dobre rządzenie
Szczebel regionalny	
VI.	Rynek pracy otwarty dla wszystkich
VII.	Promocja integracji społecznej
VIII.	Regionalne kadry gospodarki
IX.	Rozwój wykształcenia i kompetencji w regionach
X. Pomoc techniczna	

Charakterystyka poddziałania 4.1.2 w aspekcie założeń Priorytetu IV PO KL

Przesłanki Priorytetu IV PO KL nawiązywały do założeń Strategii Lizbońskiej. Jednym z celów strategicznych wymienionych w tym dokumencie jest stworzenie z Unii Europejskiej najbardziej konkurencyjnej i dynamicznej na świecie gospodarki opartej na wiedzy (GOW). Pod pojęciem GOW rozumie się gospodarkę opartą o cztery filary: otoczenie instytucjonalno-prawne, systemy innowacji, infrastrukturę informacyjną oraz edukację i szkolenie, w tym konieczność kształcenia ustawicznego [Piech 2004a; Piech 2004b]. Szczególną rolę w rozwoju GOW pełnią uczelnie wyższe. Ich znaczenie podkreśla zarówno Strategia Lizbońska, jak i dokument „Rola Uniwersytetów w Europie”. W ich rozumieniu na GOW składają się 4 współzależne elementy: tworzenie nowej

wiedzy, jej przekazywanie za pomocą edukacji i szkoleń, jej rozpowszechnianie za pomocą technologii informacji i komunikacji oraz korzystanie z niej poprzez procesy przemysłowe lub nowe usługi. Uniwersytety europejskie są kluczowymi uczestnikami tego procesu [Communication from the Commission].

Spełniając te oczekiwania, jednym z celów Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki było podniesienie jakości funkcjonowania instytucji szkolnictwa wyższego. Realizacja tego celu odbywała się poprzez Priorytet IV, który przewidywał:

- dostosowanie kształcenia do potrzeb gospodarki i rynku pracy,
- poprawa jakości oferty edukacyjnej szkół wyższych,
- podniesienie atrakcyjności kształcenia w obszarze nauk matematyczno-przyrodniczych i technicznych,
- podniesienie kwalifikacji kadr sektora badawczo-rozwojowego B + R.

Na realizację Priorytetu IV przewidziano 8,41% ogólnej sumy środków PO KL. Szczegółowe kwoty prezentuje tabela 2.

Tabela 2. Środki przewidziane na realizację Priorytetu IV PO KL 2007-2013
[Program Operacyjny Kapitał Ludzki]

Źródło	Kwota (euro)
Wkład wspólnotowy	816 311 813
Wkład krajowy	144 055 026
Ogółem	960 366 839

W ramach Priorytetu IV realizowane było Działanie 4.1 – Wzmocnienie i rozwój potencjału dydaktycznego uczelni oraz zwiększenie liczby absolwentów kierunków o kluczowym znaczeniu dla gospodarki opartej na wiedzy, w tym **Poddziałanie 4.1.2 – Zwiększenie liczby absolwentów kierunków o kluczowym znaczeniu dla gospodarki opartej na wiedzy**. W zakresie tego poddziałania były realizowane projekty konkursowe obejmujące realizację kształcenia zamawianego poprzez podniesienie atrakcyjności kształcenia na kierunkach technicznych, matematycznych i przyrodniczych. Zgodnie z uzasadnieniem realizacji tego poddziałania absolwenci takich kierunków mogą mieć duże znaczenie w rozwoju konkurencyjnej i innowacyjnej polskiej gospodarki.

Wsparciem zostały objęte [Szczegółowy opis priorytetów PO KL]:

- automatyka i robotyka,
- biotechnologia,
- budownictwo,
- chemia,

- energetyka,
- fizyka/fizyka techniczna,
- informatyka,
- inżynieria materiałowa,
- inżynieria środowiskowa,
- matematyka,
- mechanika i budowa maszyn,
- mechatronika,
- ochrona środowiska,
- wzornictwo.

Wzrost liczby absolwentów tych kierunków miał zostać osiągnięty poprzez podniesienie atrakcyjności kształcenia, w oparciu o następujące typy zadań [Szczegółowy opis priorytetów PO KL]:

- tworzenie programów stypendialnych dla studentów,
- tworzenie i wdrażanie programów wyrównawczych adresowanych do studentów I roku, obejmujących podnoszenie kompetencji niezbędnych do kontynuowania studiów,
- wdrażanie nowych lub zmienionych programów kształcenia,
- inne formy działalności dydaktycznej określane przez uczelnię jako podnoszące atrakcyjność kształcenia na kierunkach zamawianych.

Grupami docelowymi poddziałania 4.1.2 były zarówno uczelnie wyższe, które realizują kierunki zamawiane, jak i studenci wymienionych kierunków.

Instytucją odpowiedzialną za wybór projektów w poddziałaniu 4.1.2 było Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Ogólne i szczegółowe kryteria wyboru projektów do dofinansowania były każdorazowo opisywane w Planie działania oraz w bieżącej dokumentacji konkursowej.

Realizacja poddziałania 4.1.2 na przykładzie projektu „Absolwenci kierunku ochrony środowiska szansą dla zrównoważonego rozwoju”

Podstawy realizacji projektu, założenia i wymagania konkursowe

Podstawy proceduralne do złożenia wniosku na realizację projektu „Absolwenci kierunku ochrony środowiska szansą dla zrównoważonego rozwoju” stanowił Plan działania na rok 2012 PO KL [Plan działania na rok 2012 PO KL] oraz

Dokumentacja konkursowa [Dokumentacja konkursowa PO KL]. W wymienionych dokumentach określono najważniejsze założenia i wymagania konkursowe. Konkurs o charakterze zamkniętym ogłoszono w I kwartale 2012 roku przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Planowana alokacja wynosiła 200 000 000,00 PLN, z czego 170 000 000 PLN (czyli 85%) stanowiło wsparcie z EFS (Europejskiego Funduszu Społecznego), zaś 30 000 000 PLN (czyli 15%) ze wsparcia krajowego. W ramach alokacji przewidziano 5% ogólnej kwoty na proces negocjacyjny.

W planie działania wymieniono, a następnie w Dokumentacji konkursowej uściślono kryteria dostępu do konkursu. Kryteria stanowiły najważniejsze warunki przystąpienia do realizacji projektu i obejmowały następujące elementy:

1. wnioskodawca – określony jedynie jako uczelnia wyższa (zarówno publiczna, jak i niepubliczna), która z chwilą składania wniosku posiada uprawnienia do prowadzenia studiów licencjackich na kierunku wymienionym wśród kierunków zamawianych,
2. stopień studiów – do realizacji przewidziano jedynie studia I stopnia,
3. czas realizacji projektu: projekt dotyczyć miał jednego naboru na rok akademicki 2012/2013, zakończenie cyklu studiów – najpóźniej do 31.XII.2013 r.,
4. moduły obligatoryjne: realizacja zajęć wyrównawczych dla studentów I roku z przedmiotów stanowiących podstawę do kontynuowania studiów, programy stypendialne, staże u pracodawców. Moduły obligatoryjne zostały uściślone w ramach dokumentacji konkursowej. Zajęcia wyrównawcze mogły dotyczyć jedynie przedmiotów kierunkowych i nie uwzględniały zajęć z języków obcych. Odnośnie do programu stypendialnego ustalono maksymalną kwotę stypendium miesięcznego (do 1000 zł na osobę), a także liczbę stypendystów (do 50% najlepszych studentów w danym semestrze),
5. kierunek studiów: projekt mógł obejmować kierunki wymienione w niniejszym artykule w rozdziale 2 oraz dodatkowo: technologię chemiczną, inżynierię chemiczną i procesową, a także makrokierunki, kierunki unikatowe i studia międzykierunkowe związane z kierunkami wymienionymi powyżej;
6. maksymalny budżet projektu – do 20 000 000,00 PLN,
7. minimalny okres realizacji projektu – 36 miesięcy.

Dodatkowo do kryteriów dostępu dodano także obowiązkowe elementy dydaktyczne, które należało w ramach projektu włączyć do procesu kształcenia. Rodzaj sugerowanych zajęć dostosowano do kierunków studiów. Dla studiów związanych z ochroną środowiska wprowadzono konieczność przeprowadzenia

szkoleń z zakresu ekonomii i prowadzenia małej firmy oraz uwzględnienie w procesie nauczania zagadnień z zakresu ekoinnowacji, odnawialnych źródeł energii, zarządzania środowiskowego w przedsiębiorstwach oraz technologii przyjaznych środowisku. Dla studentów kierunków technicznych element obligatoryjny stanowiły szkolenia z ochrony środowiska naturalnego i rozwiązań proekologicznych w procesie produkcji.

Osobną grupę kryteriów przewidzianych w procedurze konkursowej stanowiły tzw. kryteria strategiczne, których wypełnienie zwiększało punktację w ramach oceny wniosków. Najwyższą wagę przypisano takim kryteriom jak:

1. wyróżniająca ocena Polskiej Komisji Akredytacyjnej kierunku, który będzie realizowany w procesie kształcenia zamawianego,
2. zajęcia z praktykami w danej dziedzinie,
3. mobilność międzynarodowa (staże zagraniczne),
4. działania na rzecz umożliwienia skorzystania z pełnej oferty dydaktycznej przez osoby niepełnosprawne,
5. udział jednostki aplikującej w projektach badawczych realizowanych w ramach Programów Ramowych UE.

W dokumentacji konkursowej określono dodatkowo tzw. wymagane rezultaty projektu. Oznaczało to przyjęcie konkretnych wskaźników pomiaru realizacji celu głównego i celów szczegółowych, co umożliwiło śledzenie przebiegu projektu i bieżące monitorowanie ewentualnych zagrożeń i sytuacji kryzysowych. Ze względu na cel główny – zwiększenie liczby absolwentów kierunków zamawianych, rok 2010/2011 przyjęto za bazowy, stanowiący odnośnik do wyliczenia wielkości głównego wskaźnika w projekcie.

Ocena wniosków została ustalona zgodnie z dokumentem: Zasady dokonywania wyboru projektów w ramach PO KL [Zasady dokonywania wyboru projektów w ramach PO KL].

Przy ocenie brane były pod uwagę kryteria horyzontalne, merytoryczne oraz strategiczne. Ich szczegółowy opis prezentuje tabela 5. W ramach kryteriów horyzontalnych szczególną rolę odgrywały kryteria związane z równością szans osób niepełnosprawnych oraz kobiet. Przy ocenie merytorycznej kryteria odnosiły się osobno do jakości projektu, beneficjenta i finansów. Istotną rolę odgrywało tu znaczenie projektu dla realizacji celów Priorytetu IV, dopasowanie grup docelowych, rezultaty, a także doświadczenie beneficjenta w realizacji projektów, umiejętne zarządzanie, kwalifikowalność, zasadność i racjonalność kosztów.

Tabela 3. Kryteria oceny w konkursie nr 1/POKL/4.1.2/2012

Kryteria horyzontalne
Zgodność z Prawem zamówień publicznych
Zgodność z zasadami dotyczącymi pomocy publicznej
Zgodność z zasadą równości szans i płci
Zgodność z politykami i zasadami wspólnotowymi
Zgodność z zapisami Szczegółowego Opisu PO KL
Zgodność kwoty cross finansingu z dopuszczalnym poziomem dla Działania IV
Zgodność wyliczeń kosztów pośrednich i usług z Wytycznymi w zakresie kwalifikowania wydatków w ramach PO KL
Kryteria merytoryczne
Jakość projektu: <ul style="list-style-type: none"> - uzasadnienie potrzeby realizacji projektu w kontekście realizacji szczegółowych celów IV Priorytetu PO KL - sposób wyboru grup docelowych - dobór narzędzi wykorzystanych do realizacji projektu w aspekcie potrzeb grupy docelowej - rezultaty projektu - racjonalność harmonogramu projektu
Beneficjent: <ul style="list-style-type: none"> - zarządzanie projektem - doświadczenie w zarządzaniu projektami, potencjał kadrowy i finansowy
Finansowanie projektu <ul style="list-style-type: none"> - niezbędność wydatków w kontekście osiągnięcia celów i realizacji projektu - efektywność wydatków - kwalifikowalność wydatków
Kryteria strategiczne
Udział jednostki w projektach Programów Ramowych
Działania na rzecz osób niepełnosprawnych
Wyróżniająca ocena Państwowej Komisji Akredytacyjnej
Międzynarodowa mobilność akademicka
Zajęcia z praktykami, zajęcia z przedsiębiorczości

[Dokumentacja konkursowa – Zasady dokonywania wyboru projektów w ramach PO KL]

Przesłanki projektu

Projekt pod tytułem „Absolwenci kierunku ochrony środowiska szansą dla zrównoważonego rozwoju” na kształcenie zamawiane na kierunku ochrona środowiska został złożony przez Wydział Biologii i Ochrony Środowiska

Uniwersytetu Łódzkiego w kwietniu 2013 roku. Na uzasadnienie potrzeby jego realizacji składały się poniższe argumenty.

1. Wzrastające zapotrzebowanie na pracowników z dziedziny ochrony środowiska na rynku pracy. Wynika to przede wszystkim z realizacji wiodącej współcześnie zasady zrównoważonego rozwoju uwzględniającej potrzeby i możliwości środowiska przyrodniczego w rozwoju społeczno-gospodarczym [Brundtland 1987]. Także zmieniające się prawo, strategie europejskie i programy związane są z koniecznością stworzenia tzw. „zielonych miejsc pracy”.
2. Niewystarczająca liczba absolwentów ochrony środowiska. Mimo wzrastającej z roku na rok liczby osób studiujących na kierunkach związanych z ochroną środowiska w Polsce (1104 osób w 2007 r., 1130 w 2008 r., 1439 w 2009 r., 1524 w 2010 r.) [Brundtland 1987; Szkoły Wyższe 2008; Szkoły Wyższe 2009; Szkoły Wyższe 2010; Szkoły Wyższe 2011] na europejskim rynku pracy wciąż daje się odczuć brak wykwalifikowanych specjalistów z tej dziedziny [Towards a greener labour market]. Ich obecność jest konieczna przy sporządzaniu ocen oddziaływań na środowisko, nadzorze przyrodniczym dużych inwestycji, zarządzaniu obszarami Natura 2000 wprowadzanymi na bazie dwóch unijnych Dyrektyw przyrodniczych: Ptasiej i Siedliskowej, oraz przy wdrażaniu systemów zarządzania środowiskowego ISO 14 000 czy EMAS [Poskrobko i Poskrobko 2012].

Dodatkowo na poziomie Uczelni zdiagnozowano następującą sytuację problemową:

1. wysoki odsetek osób przerywających naukę po I roku (30%);
2. niewielki odsetek osób niepełnosprawnych wśród studiujących ochronę środowiska;
3. brak praktycznego przygotowania studentów do pracy, co potwierdzają coroczne publikacje przedstawicieli kierunku na corocznych tematycznych konferencjach metodycznych [Krzywańska i in. 2001].

Powyższe przesłanki dały podstawę do podjęcia próby zwiększenia liczby absolwentów studiów dziennych I stopnia na kierunku ochrony środowiska na Uniwersytecie Łódzkim.

Założenia projektu

Biorąc pod uwagę powyższe przesłanki oraz założenia konkursowe, w tym przede wszystkim tzw. moduły obligatoryjne, w Projekcie zaplanowano realizację poniższych zadań.

1. **Zajęcia wyrównawcze** dla studentów I roku kierunku zamawianego. W ramach zadania ujęto kursy wyrównawcze z matematyki i chemii – przedmiotów stanowiących największy problem w kontynuacji nauki. Wg danych Dziekanatu Wydziału BiOŚ w latach poprzednich 89% studentów I roku Ochrony Środowiska nie zaliczyło w 1 terminie zajęć z matematyki, a 70% z chemii. Na każde z tych zajęć przewidziano 15 godzin w semestrze.
2. **Program stypendialny.** Zgodnie z dokumentacją konkursową uczestnikom kierunku zamawianego zaproponowano udział w programie stypendialnym, skierowanym do 50% ogólnej liczby słuchaczy. Wybór stypendystów oparto o ranking wyników w nauce. Zastosowano gradient wzrostu kwoty stypendium w zależności od roku studiów, w celu zwiększenia motywacji do kontynuowania nauki na latach wyższych.
3. **Umożliwienie studentom niepełnosprawnym korzystanie z pełnej oferty edukacyjnej.** Biorąc pod uwagę kryterium horyzontalne PO KL, zadanie skierowano do osób niepełnosprawnych w celu dostosowania technicznego budynków, w których odbywały się zajęcia do potrzeb osób niepełnosprawnych ruchowo. Zadanie zakładało remont podjazdu dla wózków inwalidzkich, zakup kiosku internetowego oraz dostosowanie toalety.]
4. **Dodatkowe formy wsparcia** podnoszące atrakcyjność kształcenia, w tym:
 - zajęcia z praktykami – specjalistami z dziedziny ochrony środowiska,
 - zajęcia z zarządzania czasem oraz z mobbingu w pracy – kurs adresowany do kobiet, w związku z faktem, że to najczęściej one są ofiarami mobbingu w pracy [Leymann],
 - wyjazdy studyjne w celu praktycznego zapoznania się z ekoinnowacyjnymi technologiami stosowanymi w przemyśle (nowoczesne technologie w produkcji energii, normy ISO 14 000 oraz system EMAS, nowoczesne metody gospodarowania odpadami komunalnymi, alternatywne źródła energii).
5. Wdrożenie nowoczesnych programów nauczania – analizy przestrzenne z wykorzystaniem technologii GIS. W ramach zadania przewidziano dodatkowe zajęcia z analiz przestrzennych z użyciem programów ArcGIS i ENVI w celu poznania wiodących narzędzi stosowanych w pracach ekspertów przyrodniczych.

6. Staże zagraniczne – płatne staże zagraniczne w ośrodkach naukowych dla 10 najlepszych studentów.
7. Staże u pracodawców – trwające 3 miesiące płatne staże w firmach konsultingowych, dyrekcjach ochrony środowiska, służbach ochrony przyrody, dla 50 studentów.

Oprócz zadań mających charakter bezpośredniego wsparcia dla uczestników projektu, przewidziano dodatkowe dwa zadania wspomagające: ewaluację i zarządzanie projektem.

Ewaluacja i monitoring służyły bieżącej kontroli wewnętrznej projektu, ocenie efektywności realizacji zadań. Pozwoliły na identyfikację ewentualnego ryzyka przerwania projektu i podjęcie środków naprawczych.

Zarządzaniem projektu zajmował się zespół zarządzający, w skład którego wchodził pracownicy Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska, którzy pełnili funkcje: Kierownika, Opiekuna merytorycznego, Specjalisty ds. finansowych, Specjalisty ds. obsługi studentów oraz Specjalisty ds. stypendialnych.

Zespół działał w oparciu o Umowę podpisaną z Narodowym Centrum Badań i Rozwoju jako Instytucją Pośredniczącą, Regulaminy poszczególnych zadań oraz Regulamin organizacyjny Projektu.

Wskaźniki celów, rezultatów i ich realizacja

W projekcie przyjęto jeden cel główny oraz trzy cele szczegółowe.

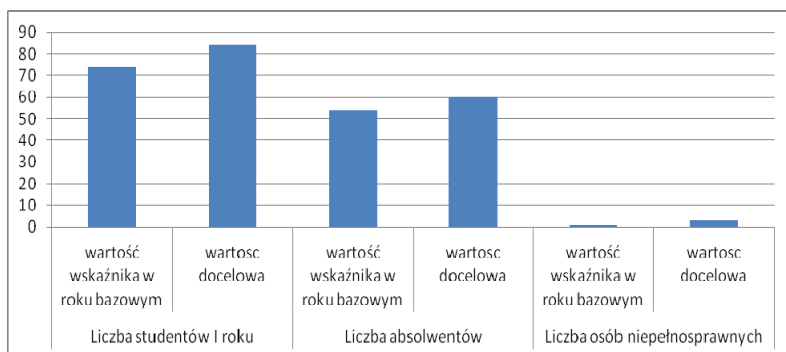
Za cel główny uznano **zwiększenie liczby absolwentów kierunku ochrona środowiska na Uniwersytecie Łódzkim o 10% w stosunku do roku bazowego 2010/2011.**

Do celów szczegółowych zaliczono:

1. zwiększenie liczby studentów I roku kierunku ochrony środowiska UŁ o 13% w stosunku do roku bazowego oraz zwiększenie liczby osób niepełnosprawnych na I roku studiów do 3 osób;
2. zwiększenie liczby studentów kontynuujących naukę II roku studiów przez wprowadzenie programu stypendialnego i wyrównywanie luk kompetencyjnych poprzez zajęcia wyrównawcze;

3. zwiększenie konkurencyjności absolwentów na rynku pracy poprzez dodatkowe formy wsparcia podnoszące atrakcyjność kształcenia (staż, wyjazdy, szkolenia) oraz poprzez nowoczesne programy nauczania (zajęcia z GIS).

Wskaźniki docelowe przyjęte w odniesieniu do roku bazowego, określono racjonalnie w oparciu o dotychczasowe 20-letnie doświadczenie Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska w prowadzeniu kierunku. Wzięto także pod uwagę ryzyko niżu demograficznego (rys. 1).



Rys. 1. Porównanie wartości wskaźników docelowych projektu z rokiem bazowym 2010/2011 [opracowanie własne]

Do każdego z wyżej wymienionych celów opisano wskaźnik jego pomiaru – jeden w stosunku do celu głównego i po kilka do celów szczegółowych, a następnie ustalono konkretną wartość wskaźników.

Realizacja projektu trwała 36 miesięcy. Wszystkie założone cele zostały osiągnięte. Szczegóły opis wskaźników wraz z ich wartością prezentuje tabela 6.

Tabela 4. Cele oraz wskaźniki realizacji projektu

Cel	Wskaźnik pomiaru celu	Wartość docelowa wskaźnika	Wartość osiągnięta wskaźnika
Zwiększenie liczby absolwentów kierunku ochrona środowiska na Uniwersytecie Łódzkim o 10% w stosunku do roku bazowego 2010/2011	Liczba absolwentów kierunku ochrony środowiska studiów licencyjnych w roku 2015	60	63
Zwiększenie liczby studentów I roku kierunku ochrony środowiska UŁ o 13% w stosunku do roku bazowego oraz zwiększenie liczby osób niepełnosprawnych na I roku studiów	Liczba studentów I roku w roku akademickim 2012/2013	84	120
	Liczba osób niepełnosprawnych na I roku studiów w roku akademickim 2012/2013	3	3

Zwiększenie liczby studentów kontynuujących naukę II roku studiów przez wprowadzenie programu stypendialnego i wyrównywanie luk kompetencyjnych	Liczba studentów, którzy otrzymują stypendia motywacyjne na I roku	42	65
	Liczba studentów, którzy rozpoczęli II rok studiów	67	71
	Liczba studentów biorących udział w zajęciach wyrównawczych z chemii	42	43
	Liczba studentów biorących udział w zajęciach wyrównawczych z matematyki	42	52
Zwiększenie konkurencyjności absolwentów na rynku pracy poprzez dodatkowe formy wsparcia podnoszące atrakcyjność kształcenia oraz poprzez nowoczesne programy nauczania	Liczba studentów, którzy ukończyli staże z Europejskiego Funduszu Społecznego (EFS)	50	50
	Liczba studentów którzy ukończyli staże zagraniczne z Europejskiego Funduszu Społecznego (EFS)	10	10
	Liczba studentów którzy ukończyli 3 miesięczne staże z Europejskiego Funduszu Społecznego (EFS)	50	50
	Liczba osób uczestniczących w zajęciach dodatkowych	67	79

[opracowanie własne]

Wybrane formy wsparcia realizowane w projekcie

Zajęcia wyrównawcze z chemii i matematyki

Studenci I roku ochrony środowiska reprezentowali zróżnicowany poziom wiedzy z matematyki, chemii i innych przedmiotów ścisłych. Niezbędne było wsparcie i podniesienie kompetencji z tego zakresu i usunięcie barier w kontynuowaniu studiów. W ramach zadania przygotowano i przeprowadzono testy kwalifikacyjne, którymi były objęci wszyscy uczestnicy Projektu. Po ocenie testów oraz weryfikacji listy przez prowadzących, na zajęcia wyrównawcze z matematyki skierowano 45 osób (25K/20M), natomiast na zajęcia z chemii – 43 osoby (22K/21M). Łącznie w zajęciach uczestniczyły 64 osoby (36K/28M). Po zakończeniu zajęć odbył się test ex-post sprawdzający postęp wiedzy studentów.

Analizując zajęcia z matematyki można stwierdzić, że forma ta przyniosła oczekiwany efekt.

Znacząco spadł odsetek osób, które otrzymały negatywną ocenę z tego przedmiotu, z 89% studentów z rocznika nieobjętego programem zajęć wyrównawczych – do zaledwie 15% na kierunku zamawianym.

Zajęcia z ekspertami

Zajęcia z ekspertami przybliżyły studentom spektrum możliwości zawodowych po skończeniu studiów. Istotny był właściwy dobór ekspertów: przekrój różnych branż i profesji, doświadczenie zawodowe i praktyka zawodu, umiejętność przekazania wiedzy i wzbudzenie zainteresowania u studentów.

Zajęcia obejmowały trzy obszary tematyczne:

1. struktura i kompetencje organów administracji państwowej,
2. działalność konsultingowa w ochronie środowiska,
3. wymogi ochrony środowiska w przemyśle lub przedsiębiorstwie.

Zajęcia z praktykami odbywały się w wymiarze 12 h na każdy z obszarów tematycznych (razem 36 h), w cyklu 3 h w tygodniu dla wszystkich uczestników Projektu, tj. 69 osób (52K/17M). Zajęcia zostały wysoko ocenione przez studentów jako przydatne na rynku pracy i zostały włączone do regularnego toku studiów.

Staż zagraniczne i krajowe

Staż dają możliwość zaangażowania studentów w realną pracę, która wiąże się ze stałymi obowiązkami, tj.: obecność, punktualność, realizowanie poleceń służbowych, wykonywanie konkretnych zadań. Warto włączyć się w wybór miejsc odbywania stażu, aby zapewnić ich jakość.

Kandydaci na staże zagraniczne mieli prawo wyboru jednostki, w której odbywali staż spośród jednostek wskazanych przez Biuro Projektu. Były to zagraniczne ośrodki naukowe współpracujące z Uniwersytetem Łódzkim. Spośród 9 wskazanych instytucji stażyści wybrali 5, w których odbyły się staże. Były to: Uniwersytet w Giessen, Uniwersytet w Ratybonie, Uniwersytet w Kilonii, Uniwersytet w Algavre, Muzeum Przyrodnicze w Madrycie. Łącznie w stażach wzięło udział 10 osób (10K).

W stażach krajowych uczestniczyło 50 studentów (43K/7M). Lista instytucji przyjmujących na staż objęła łącznie 35 jednostek, w tym: agencje i przedsiębiorstwa państwowe, urzędy administracji państwowej i samorządowej, przedsiębiorstwa usługowe i produkcyjne, instytucje naukowe, NGO-s i parki narodowe. Praca i zaangażowanie studentów zostały docenione przez przyjmujących ich pracodawców. Sami stażyści ocenili te doświadczenia jako bardzo pomocne w ich przyszłych karierach zawodowych.

Podsumowanie i wnioski

PO KL jako jedyny w Polsce program Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach 10 swoich priorytetów realizuje Priorytet IV Szkolnictwo wyższe i nauka, którego celem głównym jest podniesienie jakości funkcjonowania instytucji szkolnictwa wyższego. Przesłanki tego działania leżą w założeniach Strategii Lizbońskiej, której jednym z celów strategicznych jest stworzenie z Unii Europejskiej najbardziej konkurencyjnej i dynamicznej na świecie gospodarki opartej na wiedzy (GOW). Działania na rzecz uczelni dotyczyć mają m.in. podniesienia atrakcyjności kształcenia w obszarze nauk matematyczno-przyrodniczych i technicznych, aby w konsekwencji **zwiększyć liczbę absolwentów kierunków o kluczowym znaczeniu dla GOW**. Szczegółowy opis priorytetów PO KL 2007-2013 wymienia konkretne typy projektów, takie jak tworzenie programów stypendialnych dla studentów kierunków zamawianych, tworzenie i wdrażanie programów wyrównawczych, wdrażanie nowych lub zmienionych programów lub inne formy działalności dydaktycznej określane przez uczelnię jako podnoszące atrakcyjność kształcenia na kierunkach zamawianych.

Podsumowując realizację projektu „Absolwenci kierunku ochrony środowiska szansą dla zrównoważonego rozwoju” stwierdzić należy, że:

1. realizacja projektu przyczyniła się do zwiększenia liczby absolwentów kierunku ochrona środowiska;
2. nauczanie przy wsparciu środków unijnych pozwoliło na wprowadzenie nowych, niestandardowych rozwiązań w procesie kształcenia na kierunku ochrona środowiska UŁ; niektóre z nich były kluczowe w polepszeniu jakości kształcenia;
3. efektywną formą wsparcia są zajęcia wyrównawcze, które pozwalają na wyrównanie różnic w poziomie wiedzy studentów I roku, w szczególności z przedmiotów ścisłych, tj. matematyka i chemia;
4. zajęcia z ekspertami, staże zagraniczne i krajowe wprowadzają studentów w specyfikę zawodu i przybliżają do wejścia na rynek pracy;
5. rekomenduje się stopniowe wprowadzanie opisanych działań merytorycznych do programów studiów, także po zakończeniu projektu.

Literatura

- Brundtland G.H. (1987), *Nasza Wspólna Przyszłość*, Raport Światowej Komisji ds. Środowiska i Rozwoju.
- Communication from the Commission - The role of the universities in the Europe of knowledge/* COM/2003/0058 final */
- Dokumentacja konkursowa PO KL. Priorytet IV, Działanie 4.1, Poddziałanie 4.1.2, Konkurs zamknięty nr 1/POKL/4.1.2/2012. NCBiR.
- Dyrektywa 2009/147/WE z 30 listopada 2009 w sprawie ochrony dzikiego ptactwa (Dyrektywa Ptasia).
- Dyrektywa 92/43/EWG w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory (Dyrektywa Siedliskowa).
- Krzywańska J., Olaczek R., Wolańska A. (red.) (2001), *Ochrona Środowiska na uniwersyteckich studiach przyrodniczych. Materiały IX Ogólnopolskiej Konferencji Metodycznej*, Katedra Ochrony Przyrody UŁ, Łódź.
- Leymann. H. The Mobbing Encyclopaedia. www.leymann.se/English/frame.html
- Piech K. (2004 a), e-mentor nr 4(6)/2004.
- Piech K. (2004 b), *Gospodarka oparta na wiedzy jako etap przemian społeczno-gospodarczych krajów transformacji systemowej*, W: J. Nowakowski, A. Skowronek-Mielczarek (red.), *Gospodarka, przedsiębiorstwo i konsument a wyzwania europejskie*, SGH, Warszawa.
- Plan działania na rok 2012 PO KL.
- Poskrobko B., Poskrobko T., (2012), *Zarządzanie środowiskiem w Polsce*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, wyd. I, Warszawa.
- Program Operacyjny Kapitał Ludzki zatwierdzony decyzją Komisji Europejskiej K (2007) 4547 z dnia 28 września 2007 r., zmienioną decyzją z dnia 21 sierpnia 2009 r. nr K (2009), 6607.
- Szczegółowy opis priorytetów PO KL 2007-2013 (2013), Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa.
- Szkoły Wyższe i ich finanse w 2007 r. (2008), GUS, Warszawa.
- Szkoły Wyższe i ich finanse w 2008 r. (2009), GUS, Warszawa.
- Szkoły Wyższe i ich finanse w 2009 r. (2010), GUS, Warszawa.
- Szkoły Wyższe i ich finanse w 2010 r. (2011), GUS, Warszawa.
- Towards a greener labour market –The employment dimension of tackling environmental challenges, Final report endorsed by EMCO on 10 November 2010.
- Zasady dokonywania wyboru projektów w ramach PO KL.2012, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa.

Certyfikat „Asystenta Systemu Zarządzania Środowiskowego” jako dodatkowe uprawnienia absolwenta studiów pierwszego stopnia kierunku Ochrona Środowiska

Wprowadzenie

Koniec XX wieku przyniósł ze sobą duże zainteresowanie problemami środowiska przyrodniczego. Coraz więcej organizacji zaczęło zwracać uwagę na wpływ, jaki swoją działalnością wywierają na środowisko. Przedsiębiorstwa, dążąc do zademonstrowania swoich działań w zakresie ochrony środowiska, ogłaszają swoją politykę środowiskową. Podejmują też czynności obejmujące nadzorowanie wpływu swej działalności na środowisko. Proces ten odbywa się równolegle z zaostrzającymi się regulacjami prawnymi w zakresie ochrony środowiska naturalnego, opracowywaniem nowych systemów finansowych oraz innych działań na rzecz skutecznej jego ochrony, przy ogólnym wzroście świadomości istniejących zagrożeń i konieczności skutecznego im przeciwdziałania. Zagadnienie to stanowi już teraz poważne wyzwanie dla wszystkich organizacji.

Co to jest zarządzanie środowiskowe? Zarządzanie środowiskowe oznacza taki sposób zarządzania organizacją, aby wytwarzane wyroby i świadczone usługi w jak najmniejszym stopniu oddziaływały na środowisko. U podstaw funkcjonowania systemu zarządzania znajdują się zasady ekologiczne, zapewniające ochronę i stymulację bioróżnorodności oraz ewolucyjny i adaptacyjny, zrównoważony, samopodtrzymujący się – trwały rozwój ekosystemów środowiska przyrodniczego. Głównymi komponentami tego systemu są ciągle rozwijane sprzężone systemowe przeglądy wewnętrzne i zewnętrzne bezpośrednio w organizacjach.

System zarządzania środowiskowego (SZŚ) jest częścią ogólnego systemu zarządzania organizacją, który umożliwia nadzorowanie i ocenę wpływu działalności organizacji na środowisko oraz działań mających na celu minimalizację ich negatywnego wpływu [Matuszak-Flejszman 2007]. Obejmuje całą strukturę organizacyjną i opiera się na właściwie ustanowionej polityce środowiskowej

oraz celach środowiskowych. Polega na opracowywaniu programów, przypisywaniu odpowiedzialności za konkretne zadania oraz stosowaniu sprawdzonych praktyk i procedur w zarządzaniu procesami i zasobami. Podstawą każdego Systemu Zarządzania Środowiskowego wdrożonego w organizacji jest:

- przestrzeganie przepisów prawnych,
- zapobieganie zanieczyszczeniom,
- ciągłe doskonalenie.

Doskonaleniu podlegają również same systemy. Twórcy SZŚ ciągle analizują zmiany w różnych uwarunkowaniach polityczno-gospodarczo-społecznych i udoskonalają wytyczne systemów. W 1991 roku Międzynarodowa Organizacja do Spraw Standaryzacji (ISO) utworzyła strategiczną Grupę Doradczą do Spraw Środowiska (SAGE), która w 1993 roku została zastąpiona przez Komitet Techniczny ISO/TC 207 Zarządzanie środowiskowe, który powołany został do standaryzowania światowych systemów zarządzania środowiskowego. Działalność Komitetu Technicznego TC 207 powiązana jest z innymi komitetami w ISO, a także z zewnętrznymi organizacjami. Komitet skupia 51 członków czynnych i 19 obserwatorów. Prace Komitetu wykonywane są w 6 podkomisjach, które zajmują się opracowywaniem norm narzędziowych w rodzinie ISO 14000 w zakresie:

- systemu zarządzania środowiskowego (ISO 14001 i ISO 14004),
- audytowania i badań związanych (ISO 19011 i ISO 14015),
- ekoetykietowania (rodzina norm ISO 14020),
- oceny efektów zarządzania środowiskowego (normy i raporty z rodziny ISO 14030),
- analizy cyklu życia wyrobów (normy i raporty z rodziny ISO 14040),
- aspektów ekologicznych w normalizacji produktów (ISO/TR 14062),
- komunikacji środowiskowej (ISO 14063),
- gazów cieplarnianych i zagadnień związane ze zmianami klimatu (ISO 14064, ISO 14065).

Od kwietnia 1997 roku Polska jest czynnym członkiem ISO /TC 207.

W 1992 roku w Wielkiej Brytanii został opracowany przez British Standards Institution pierwszy na świecie standard dotyczący systemu zarządzania środowiskowego – norma BS 7750. Struktura tej normy została oparta na międzynarodowej normie ISO 9000 dotyczącej zarządzania jakością. W tym samym czasie Komisja Europejska rozpoczęła prace nad przygotowaniem rozporządzenia nr 1836/1993 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 26 czerwca 1993 roku.

dopuszczającego dobrowolny udział przedsiębiorstw sektora przemysłowego Wspólnoty w systemie ekzarządzania i audytu. Była to analogiczna regulacja do normy BS 7750, ale przeznaczona dla wszystkich krajów Unii Europejskiej. Rozporządzenie zostało przyjęte w 1993 roku, a weszło w życie w roku 1995. W 1996 roku przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną (ISO) została opublikowana aktualizacja normy BS 7750, jako norma ISO 14001 Zarządzanie środowiskowe – Wymagania i wytyczne stosowania. W roku 2001 opublikowano zaktualizowane rozporządzenie dopuszczające dobrowolny udział organizacji w systemie ekzarządzania i audytu we Wspólnocie [EMAS II]. Zasadniczą zmianą było włączenie do rozporządzenia treści wymagań normy ISO 14001. Do udziału w systemie dopuszczono także organizacje nieprzemysłowe. Rozporządzenie to zaczęło obowiązywać w Polsce w momencie naszego przystąpienia do Unii Europejskiej. W roku 2004 wydano uaktualnioną wersję międzynarodowej normy ISO 14001, a polskie tłumaczenie tej normy PKN opublikował w 2005 roku. Zmiana wymagań normy znalazła również odzwierciedlenie w kształcie systemu ekzarządzania i audytu. W dniu 3 lutego 2006 roku Komisja Europejska wydała Rozporządzenie Komisji nr 196/2006 zmieniające załącznik 1 do rozporządzenia nr 761/2001 PEiR w celu uwzględnienia zmiany normy ISO 14001:2004. Ostatnia zmiana założeń systemu EMAS miała miejsce 25 listopada 2009 roku. W tym dniu opublikowano rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1221/2009 (obecnie obowiązujące) w sprawie dobrowolnego udziału organizacji w systemie ekzarządzania i audytu we Wspólnocie [EMAS III], uchylając rozporządzenie nr 761/2001.

15 września 2015 roku nastąpiła kolejna nowelizacja wymagań w normie ISO 14001:2004. Polska ma rok na przystosowanie przedsiębiorstw do nowych wymagań i przyjęcia przez PKN nowej normy [Ekzarządzanie 2010].

System zarządzania środowiskowego oparty na wymaganiach normy ISO 14001 jest dowodem, że firma minimalizuje swój negatywny wpływ na środowisko, działa zgodnie z odpowiednim ustawodawstwem i przepisami prawnymi, a także zobowiązuje się do ciągłego doskonalenia. Norma ta ułatwia każdej organizacji skuteczne zarządzanie środowiskowe, które jest częścią zintegrowanego systemu zarządzania. Norma pomaga organizacjom w osiągnięciu celów gospodarczych przy zachowaniu zgodności z zasadami ochrony środowiska. W Europie norma ISO 14001 została opublikowana przez CEN (Europejski Komitet Normalizacyjny) jako norma EN ISO 14001 i do roku 2009 wdrożono 40% wszystkich certyfikatów na świecie [Ejdys 2011]. Pierwsze miejsce z wynikiem wdrożeń 50,3% zajmują kraje Dalekiego Wschodu. Pod koniec XX wieku

znalazła uznanie w polskich przedsiębiorstwach, dzięki wdrażaniu zasad zrównoważonego rozwoju. W Polsce obowiązującą normą jest ISO 14001:2005, znana jako PN-EN ISO 14001:2005. Wydanie znowelizowanej planowane jest przez PKN na ostatni kwartał 2016 roku.

Do wsparcia wymagań zawartych w normie ISO 14001 oraz doskonalenia SZŚ w organizacjach, z serii norm ISO 14000 w Polsce obowiązują ponadto:

- PN-EN ISO 14020: 2003 Etykiety i deklaracje środowiskowe. Zasady ogólne;
- PN-EN ISO 14021:2002 Etykiety i deklaracje środowiskowe. Własne stwierdzenia środowiskowe. Etykietowanie środowiskowe II typu;
- PN-EN ISO 14024:2002 Etykiety i deklaracje środowiskowe. Etykietowanie środowiskowe I typu. Zasady i procedury;
- PN-ISO 14025:2010 Etykiety i deklaracje środowiskowe. Deklaracje środowiskowe III typu. Zasady i procedury;
- PN-EN ISO 14031:2002 Zarządzanie środowiskowe. Ocena efektów działalności środowiskowej. Wytyczne;
- PN-ISO 14050:2004 Zarządzanie środowiskowe. Terminologia;
- PN-EN ISO 14063:2009 Zarządzanie środowiskowe. Komunikacja środowiskowa, wytyczne i przykłady;
- PN-ISO 14015:2004 Zarządzanie środowiskowe. Ocena miejsc i organizacji (EASO);
- PN-EN ISO 14040:2006 Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu życia. Zasady i struktura;
- PN-EN ISO 14044:2006 Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu życia. Wymagania i wytyczne (www.pkn.pl);
- PN-EN ISO 19011:2003 Wytyczne do audytowania systemu zarządzania jakością i systemu zarządzania środowiskowego.

Celem oceny i poprawy swojego oddziaływania na środowisko, przedsiębiorstwa podejmują różnorodne działania, takie jak: przeglądy i audyty, czystsza produkcja (CP), stosowanie najlepszych dostępnych technologii (BAT), minimalizacja odpadów, podnoszenie świadomości ludzi poprzez szkolenia i inne formy.

System zarządzania środowiskowego ma również pomagać w osiągnięciu przez firmy wyznaczonych celów ekonomicznych.

Wprowadzenie systemu zarządzania środowiskowego przynosi firmie różnorodne korzyści, do których należą:

- 1) w obszarze zarządzania i finansów:
 - a) redukcja kosztów energii, surowców, usuwania odpadów;

- b) redukcja kosztów ponoszonych za zaistniałe sytuacje awaryjne;
 - c) oszczędność czasu i ludzkiego wysiłku przy wykorzystaniu umiejętności i zasobów firmy;
 - d) racjonalne skalkulowanie kosztów ubezpieczeń;
 - e) szybsze wykrywanie i usuwanie nieprawidłowości;
 - f) możliwość wprowadzania działań zapobiegawczych przed wystąpieniem szkodliwych efektów środowiskowych;
- 1) w obszarze prawno-społecznym:
- a) polepszenie wizerunku firmy w oczach klientów;
 - b) polepszenie stosunków z władzami i grupami zainteresowanymi;
 - c) spełnienie wymogów inwestorów i polepszenie dostępu do kapitału;
 - d) ułatwienia w otrzymywaniu odpowiednich zezwoleń poprzez prezentację właściwego stosunku do spraw ochrony środowiska.

Aby działania takie mogły być naprawdę efektywne i przynieść oczekiwane rezultaty powinny być prowadzone w ramach systemu zarządzania zintegrowanego z innymi działaniami zarządu przedsiębiorstwa oraz muszą dotyczyć wszystkich istotnych czynników wpływających na środowisko. Do realizacji tych celów i stałego nadzorowania działań prośrodowiskowych w organizacjach (w przedsiębiorstwach, w instytucjach rządowych i samorządowych) potrzebna jest wykwalifikowana kadra z kompetencjami i umiejętnościami potwierdzonymi certyfikatem.

Certyfikacja jest procesem, przez który muszą przejść osoby lub instytucje, aby uzyskać, najczęściej pisemne, zaświadczenie w formie certyfikatu potwierdzającego, że posiadają określoną wiedzę i umiejętności, bądź spełniają przyjęte w danej dziedzinie kryteria i wymagania. W normie ISO 14050:2004 „Zarządzanie środowiskowe. Terminologia” certyfikacja jest określana jako: „procedura, w wyniku której strona trzecia udziela pisemnego zapewnienia, że wyrób, proces lub usługa są zgodne z wyspecyfikowanymi wymaganiami. Przez „stronę trzecią” należy rozumieć osobę lub jednostkę organizacyjną uznaną za niezależną od stron zaangażowanych w rozpatrywanie zagadnienia” (ISO 14050). Jak wynika z przytoczonych wytycznych, certyfikaty powinny zostać wydawane przez niezależne jednostki certyfikacyjne, które posiadają odpowiednią akredytację do tego, aby dokonywać tzw. procesu oceny zgodności bądź, w przypadku kompetencji zawodowych, przeprowadzać egzaminy.

Kolejnym bardzo ważnym etapem wdrażania i utrzymywania systemu zarządzania środowiskowego w organizacji jest audyt wewnętrzny. Audyt polega na kompleksowej ocenie skuteczności funkcjonowania całego systemu oraz jego

dokumentacji w zgodności z normą stanowiącą podstawę systemu. Według normy PN-ISO 14001:2005 zadaniem audytu jest systematyczny, niezależny i udokumentowany proces uzyskiwania dowodu z audytu oraz jego obiektywnej oceny w celu określenia stopnia spełniania kryteriów audytu systemu zarządzania środowiskowego ustalonych przez organizację (PN-EN ISO 14001:2005). Celem audytu systemu zarządzania środowiskowego jest dostarczenie kierownictwu informacji o wynikach z audytu oraz określenie, czy wdrożony system jest zgodny z zaplanowanymi działaniami związanymi z zarządzaniem środowiskowym i czy jest właściwie wdrożony i utrzymany. Problemem związanym z przeprowadzaniem audytu systemu zarządzania środowiskowego w organizacjach jest posiadanie audytorów z niezbędną wiedzą i umiejętnościami.

W roku 2005, podczas prac nad wizją studiów „ochrona środowiska” na Uniwersytecie Jana Kochanowskiego w Kielcach, przyjęto, że kierunek i jakość kształcenia musi odpowiadać na zapotrzebowanie rynku pracy i spełniać oczekiwania pracodawców. Słuszność tego założenia potwierdziły późniejsze publikacje Figlewicza (2011) oraz Grudowskiego i Lewandowskiego (2012). Grudowski i Lewandowski (2012) wskazywali, że jakość kształcenia to stopień spełnienia wymagań dotyczących procesu kształcenia i jego efektów, formułowanych przez interesariuszy (*stakeholders*) wewnętrznych, to jest studentów, nauczycieli akademickich oraz pracowników technicznych i administracyjnych danej uczelni oraz interesariuszy zewnętrznych, czyli pracodawców, którzy nie uczestniczą bezpośrednio w procesie kształcenia, ale są zainteresowani jego efektami.

System zarządzania środowiskowego na kierunku ochrona środowiska UJK w Kielcach

Zapotrzebowanie rynku pracy na specjalistów posiadających potwierdzone certyfikatem umiejętności praktycznego opracowania i wdrożenia Systemu Zarządzania Środowiskowego według normy ISO 14001 w dowolnej organizacji stało się jedną z podstaw do uruchomienia na Uniwersytecie Jana Kochanowskiego w Kielcach kierunku ochrona środowiska ze specjalnością zarządzanie środowiskowe.

Koncepcja studiów oparta została na standardach systemów zarządzania środowiskowego wg norm ISO 14000 oraz rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) [Rozporządzenie 1221/2009]. Oba standardy, od końca lat 90. ubiegłego stulecia, są

najbardziej wiarygodnymi instrumentami zarządzania środowiskowego, dzięki którym organizacje wszelkiego typu mogą ciągle doskonalić efektywność ekologiczną, prowadząc swoją działalność w sposób skuteczny i przejrzysty.

Celem specjalizacji zarządzanie środowiskowe jest przygotowanie studentów do pełnienia roli asystenta Systemu Zarządzania Środowiskowego, a w przyszłości pełnomocnika, auditora i menadżera zarządzania środowiskowego w różnych sektorach gospodarki, urzędach, placówkach naukowych czy też instytucjach użyteczności publicznej. Na rynku było wiele firm specjalizujących się w przygotowaniu i przeprowadzaniu egzaminów certyfikujących na Asystenta systemu zarządzania środowiskowego. Wybrano Polskie Centrum Badań i Certyfikacji S.A. w Warszawie, ponieważ firma ta była i nadal jest wiodącą w Polsce organizacją z ponad 50-letnim doświadczeniem w zakresie certyfikacji systemów zarządzania, szkolenia personelu i certyfikacji osób. Prowadzi działalność w zakresie:

- organizowania systemu certyfikacji na znaki: B, Q, Eko, Ecolabel;
- certyfikowania systemów zarządzania (certyfikaty PCBC S.A. i IQNet);
- certyfikowania wyrobów;
- oceny zgodności w zakresie 10 dyrektyw;
- certyfikowania osób (certyfikaty PCBC S.A. i EOQ);
- organizowania szkoleń i doskonalenia kadr w obszarze badań, certyfikacji, akredytacji, systemów zarządzania, TQM itp.;
- badań wyrobów;
- certyfikowania gospodarstw ekologicznych (www.pcbc.gov.pl).

Polskie Centrum Badań i Certyfikacji S.A. jest także członkiem międzynarodowych organizacji działających w obszarze badań i certyfikacji, co gwarantuje uznanie nabytych przez studentów ochrony środowiska certyfikatów przez wszystkie państwa w nich zrzeszone. Należą do nich:

- EOQ (Europejska Organizacja Jakości);
- IQNet (Międzynarodowa Sieć Jednostek Certyfikujących);
- IECEE (Międzynarodowy System Certyfikacji Wyrobów Elektrotechnicznych);
- CCA (Europejski System Certyfikacji Wyrobów Elektrotechnicznych).

Przedstawiciel PCBC reprezentuje również Polskę w pracach EUEB (Komitetu Unii Europejskiej ds. Oznakowania Ekologicznego).

Obowiązujący w Ośrodku Doskonalenia Kompetencji Personelu Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji S.A. system zarządzania dotyczący certyfikacji osób oparty jest o wymagania zawarte w normie PN-EN ISO /IEC 17024 „Ocena zgodności. Ogólne wymagania dotyczące jednostek certyfikujących osoby”.

Ponadto program certyfikacji asystentów, pełnomocników i auditorów wewnętrznych systemu zarządzania środowiskowego realizowany w PCBC S.A. jest programem autorskim tej organizacji i realizowany jest zgodnie z obowiązującymi standardami międzynarodowymi w tym zakresie. Certyfikacja menadżerów i auditorów systemu zarządzania środowiskowego jest realizowana według programu European Organization for Quality (EOQ) [www.pcbc.gov.pl].

W 2008 roku podpisano umowę o współpracy pomiędzy ówczesnym Uniwersytetem Humanistyczno-Przyrodniczym (obecnie Uniwersytet Jana Kochanowskiego) i Samodzielnym Zakładem Ochrony i Kształtowania Środowiska (obecnie Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska) a Polskim Centrum Badań i Certyfikacji S.A. w Warszawie. Przedmiotem umowy było wypracowanie i przygotowanie programu, który miał być realizowany na III roku studiów licencjackich. Program ten miał zapewniać realizację kształcenia na kierunku ochrona środowiska oraz spełnić wymogi stawiane przez Polskie Centrum badań i Certyfikacji, które umożliwiły przeprowadzenie egzaminu certyfikującego i wydanie studentom, po zdaniu egzaminu, certyfikatu Asystent systemu zarządzania środowiskowego.

Wypracowano program studiów dla kierunku ochrona środowiska, który objął pierwszy i drugi z etapów szkolenia w PCPC S.A. menadżerów i auditorów systemu zarządzania środowiskowego. Cały blok składa się z 6 etapów:

- ETAP 1 – wdrażanie systemu zarządzania środowiskowego w organizacjach;
- ETAP 2 – przepisy prawne dotyczące ochrony środowiska i ich zastosowanie;
- ETAP 3 – techniki proekologiczne;
- ETAP 4 – auditor wewnętrzny systemu zarządzania środowiskowego;
- ETAP 5 – menadżer systemu zarządzania środowiskowego;
- ETAP 6 – auditor systemu zarządzania środowiskowego.

W programie nauczania został uwzględniony blok zajęć obejmujący szereg przedmiotów (tabela 1).

Tabela 1. Wykaz przedmiotów realizowanych na kierunku ochrona środowiska w ramach współpracy z PCBC S.A.

Lp.	Przedmiot	Ilość godzin wykładów		Ilość godzin konwersatoriów		ECTS
		studia stacjonarne	studia nie-stacjonarne	studia stacjonarne	Studia nie-stacjonarne	
1	Systemy zarządzania środowiskowego	30	16	30	20	5
2	Wdrażanie SZŚ w organizacjach	30	16	30	20	5
3	Metody i techniki audytu	—	—	30	20	2
4	Nakłady i efekty wdrażania SZŚ	—	—	45	30	3
5	Zarządzanie środowiskowe w nowym systemie polskiego prawa ochrony środowiska	15	10	30	20	2
6	Prawne aspekty ochrony środowiska	30	30	—	—	3
7	Praktyka zawodowa w przedsiębiorstwie wdrażającym lub posiadającym certyfikat	—	—	32	32	3

Studia z założenia mają kształcić specjalistów z zakresu ochrony środowiska, przygotowując ich do projektowania, wdrażania, utrzymywania i doskonalenia systemów zarządzania w organizacjach. Studenci po uzyskaniu zaliczenia z przedmiotu Wdrażania SZŚ w organizacjach uczestniczą również w praktykach w przedsiębiorstwach (potencjalnych pracodawców dla absolwentów) posiadających wdrożony i certyfikowany system zarządzania środowiskowego zgodny z ISO 14001 w województwie świętokrzyskim. Do przedsiębiorstw tych należą:

- Wodociągi Kieleckie Sp. z o.o. w Kielcach;
- Przedsiębiorstwo Geologiczne Sp. z o.o. w Kielcach;
- Celsa „Huta Ostrowiec” Sp. z o.o. w Ostrowcu Świętokrzyskim;
- Szpital im. Ś. Łukasza w Końskich;
- Przedsiębiorstwo Gospodarki Odpadami Sp. z o.o. w Kielcach;
- Zakład Produkcji Chemii Budowlanej „Henkel Polska” S.A. w Stąporkowie;
- Zakład Przemysłu Wapienniczego „Truskawica” S.A. w Sitkówce-Nowiny;
- Zakłady Górniczo-Metalowe „Zębiec” S.A. w Zębcu-Starachowice.

W przeprowadzonych edycjach egzaminu na „Asystenta SZŚ” w latach 2008-2011 udział wzięło 56 osób z kierunku ochrona środowiska, co stanowiło 30% absolwentów. Na podkreślenie zasługuje bardzo dobre przygotowanie teoretyczne i praktyczne osób przystępujących do egzaminu, o czym świadczy 100% zdawalności.

W dalszych latach, w związku z rozwojem kierunku ochrona środowiska w roku akademickim 2016/2017 planowane jest uruchomienie studiów inżynierskich oraz dalsza ścisła współpraca z PCBC. Dotyczyć ona będzie podpisania w zakresie realizacji szkolenia w ramach studiów stacjonarnych i niestacjonarnych II stopnia, dającego możliwość przystąpienia do egzaminu na Pełnomocnika SZŚ i Audytora Wewnętrznego SZŚ.

Podsumowanie

Podsumowując należy stwierdzić, że zdobycie w czasie studiów dodatkowych uprawnień potwierdzonych certyfikatami uznawanymi w skali europejskiej daje szansę absolwentom uczelni wyższych na znalezienie atrakcyjnej pracy oraz motywuje ich do dalszego i szybszego rozwoju zawodowego.

W komunikatach dotyczących „procesu bolońskiego” europejscy ministrowie ds. szkolnictwa wyższego wyrazili swoje uznanie dla wkładu uczelni w opracowanie programów studiów łączących w sobie jakość akademicką z przydatnością dla trwałego zatrudnienia. W dokumencie ze spotkania w Pradze z dnia 19 maja 2001 roku zwrócili również uwagę na rozwój kształcenia przez całe życie (*lifelong learning*) (ekspercibolonscy.org.pl). Ta idea przeświecała i nadal przyświeca doskonaleniu i dostosowywaniu programu studiów do zmieniającego się w czasie zapotrzebowania rynku pracy dla absolwentów posiadającej, oprócz wiedzy teoretycznej, określone umiejętności praktyczne.

Literatura

Bryczkowska M., *Audyty jako narzędzie oceny efektywności gospodarowania w przedsiębiorstwie*, Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, Wydział Gospodarki Regionalnej i Turystyki w Jeleniej Górze, rozprawa doktorska, Jelenia Góra.

- Ejdys J., Kobylińska U., Lulewicz-Sas A. (2012), *Zintegrowane systemy zarządzania jakością środowiskiem i bezpieczeństwem pracy*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok, s. 228.
- Ekozarządzanie w przedsiębiorstwie – Podręcznik (2010) Centrum Informacji o środowisku. Warszawa.
- Figlewicz R. (2011), *Kompleksowe zarządzanie jakością kształcenia w szkolnictwie wyższym na przykładzie Wyższej Szkoły Humanistyczno-Ekonomicznej w Łodzi*, http://www.cbrk.wshe.lodz.pl/archiwalna_cbrk/rf_art1.doc (dostęp: 18.03.2016).
- Grudowski P., Lewandowski K. (2012), *Pojęcie jakości kształcenia i uwarunkowania jej kwantyfikacji w uczelniach wyższych*, *Zarządzanie i Finanse* 10 (3-1): 394-403.
- Matuszak-Flejszman A. (2007), *Systemy zarządzania środowiskowego w organizacji*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań.
- Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1221/2009 z dnia 25 listopada 2009 r. w sprawie dobrowolnego udziału organizacji w systemie ekozarządzania i audytu we Wspólnocie (EMAS).
- PN-EN ISO 14001: 2005 Systemy zarządzania środowiskowego. Wymagania i wytyczne stosowania, PKN, Warszawa 2005.
- <http://www.pcbp.gov.pl> (dostęp: 18.03.2016).
- http://ekspercibolonscy.org.pl/sites/ekspercibolonscy.org.pl/files/2001_PL_Prague.pdf (dostęp: 18.03.2016).

ELEKTROCHEMIA W OCHRONIE ŚRODOWISKA

Wprowadzenie

Elektrochemia odgrywa znaczącą rolę w naszym życiu codziennym, aczkolwiek nie jest w dalszym ciągu doceniana, mimo że w ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania metodami elektrochemicznymi, zwłaszcza w ochronie środowiska. Elektrochemiczna technologia w różnorodny sposób przyczynia się do czystszej środowiska. Dlatego też należałoby położyć większy nacisk na nauczanie elektrochemii nie tylko na kierunkach chemia i technologia chemiczna, ale również na kierunkach przyrodniczych, a zwłaszcza na ochronie środowiska.

Elektrochemia stosowana zarówno w technologii chemicznej, jak i w ochronie środowiska odgrywa istotną rolę. Zastosowanie elektrochemii w przemyśle można zauważyć w wielu dziedzinach, takich jak: baterie, ogniwa paliwowe, powłoki ochronne (metaliczne), rafinacja elektrolityczna, elektrochemiczna synteza związków organicznych, sensory, monitoring, ochrona przed korozją, wytwarzanie energii, oczyszczanie ścieków, recykling itd. [Mainier i in. 2013]. Elektrochemia umożliwia otrzymanie produktu w sposób minimalizujący oddziaływanie na środowisko, jak i również umożliwia efektywne eliminowanie zanieczyszczeń powstających w procesie produkcyjnym. Również ma zastosowanie w dziedzinach przemysłu stwarzających dużo problemów środowiskowych, tzn. w energetyce i transporcie. Elektrochemia umożliwia generowanie „czystej” energii elektrycznej w wysokosprawnych ogniwach paliwowych, jak i również jej gromadzenie w bateriach. Te źródła mocy mogą być stosowane zarówno w stacjonarnych systemach zasilania, jak i pojazdach elektrycznych.

W inżynierii środowiska coraz częściej stosuje się metody elektrochemiczne. Stosowanie metod elektrochemicznych jest korzystne w porównaniu z innymi alternatywnymi metodami chemicznymi. Do najważniejszych zalet metod elektrochemicznych należą [Paunovič 2011; Walsh 2001; Jüttner i in. 2000; Rajeshwar 1994]:

1. Są przyjazne dla środowiska – procesy oparte na elektrochemicznym utlenianiu i redukcji przeprowadza się z zastosowaniem czystych pod względem ekologicznym elektronów; często nie ma konieczności stosowania dodatkowych chemikaliów, zatem media otrzymane w wyniku tych procesów nie zawierają produktów ich przemian (nie ma konieczności ich oddzielania, unieszkodliwiania, składowania lub szukania sposobu ich wykorzystania).
2. Wszechstronność – różne organiczne, nieorganiczne i biochemiczne zanieczyszczenia mogą być unieszkodliwiane bez względu na ich postać i ładunek; produkty elektrolizy mogą być wykorzystane; można stosować różne reaktory (elektrolizery) o różnym kształcie i różne materiały elektrodowe; ponadto ten sam reaktor można stosować do różnych procesów, a objętość unieszkodliwianych substancji może zmieniać się w zakresie od mikrolitrów do milionów litrów.
3. Wydajność energetyczna – procesy elektrochemiczne zachodzą w znacznie niższych temperaturach i ciśnieniu niż procesy będące ich nieelektrochemicznymi odpowiednikami (np. spalanie, utlenianie w stanie nadkrytycznym); elektrolizery i elektrody mogą być tak projektowane, a parametry procesu można tak kontrolować, aby zminimalizować straty energii.
4. Selektywność – elektroliza może być wykonywana przy ściśle zdefiniowanym potencjale, przy którym dane związki ulegają utlenieniu lub redukcji.
5. Możliwość automatyzacji procesu ze względu na charakterystyczne parametry kontrolne procesów elektrochemicznych, takie jak potencjał elektrody i natężenie prądu.
6. Oplącalność – proste wyposażenie, proste wykonanie procesu i jego kontrola, jak również możliwość zmniejszenia zużycia energii powodują, że te procesy mogą być opłacalne.

Elektrony wykorzystywane w procesach utleniania i redukcji są tanim, czystym pod względem ekologicznym i wszechstronnym reagentem. W Tabeli 1 przedstawiono porównanie cen różnych chemicznych reagentów stosowanych w unieszkodliwianiu związków organicznych [Bresier i in. 2010].

Z drugiej strony, procesy elektrochemiczne, tak jak wszystkie inne procesy, mają nie tylko zalety, ale również wykazują pewne ograniczenia w możliwości ich wykorzystania. Należą do nich [Walsh 2001; Jüttner 2000; Dylewski 2000; Simonsson 1997]:

1. Procesy elektrochemiczne mają charakter heterogeniczny, ponieważ zachodzą na granicy faz elektroda/elektrolit; zatem na przebieg tych procesów mają wpływ

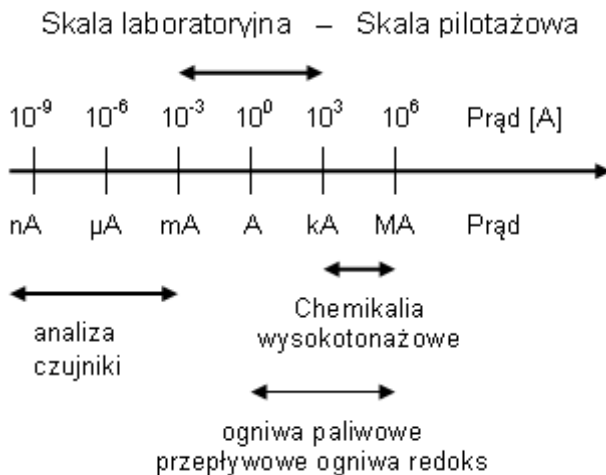
ograniczenia wynikające z transportu masy oraz wielkości powierzchni właściwej elektrody.

2. Chemiczne reakcje, korozja, adsorpcja, itd. zachodzące na powierzchni elektrody mogą powodować komplikacje procesów elektrodowych.
3. Reakcje uboczne, np. wydzielanie tlenu na anodzie i wodoru na katodzie w środowiskach wodnych, zmniejszają wydajność prądową procesu, powodując zwiększenie kosztów operacyjnych i mogą zakłócać właściwy proces przez intensywne wydzielanie gazów lub zmiany pH w przestrzeniach przyelektrodowych.
4. Ograniczona trwałość różnych elementów elektrolizera w agresywnym środowisku oraz ograniczona trwałość i aktywność materiałów elektrodowych w ich długoterminowym użytkowaniu (np. poprzez procesy korozyjne).
5. Zużycie energii w jej najbardziej uniwersalnej postaci, tzn. energii elektrycznej, która jest stosunkowo droga.
6. Brak dostatecznej liczby inżynierów z doświadczeniem w zakresie elektrochemicznej technologii stosowanej na dużą skalę lub skalę przemysłową.

Tabela 1. Porównanie przybliżonych kosztów różnych chemicznych reagentów [Bresier i in. 2010]

Reagent	Cena, £/tona równoważnika
Elektron	8
Fe – proszek	27
Zn – pył	29
Borowodorek sodu, NaBH ₄)	59
Manganian(VII) potasu, KMnO ₄	95
Dichromian(VI) sodu, Na ₂ Cr ₂ O ₇	164
Tetrahydroglinian litu, Li[AlH ₄]	417

Technologia elektrochemiczna może być stosowana na różną skalę w zależności od dziedziny, w jakiej jest wykorzystywana. Wielkość tej skali może być wyrażona np. poprzez wielkość powierzchni elektrod stosowanych w procesach elektrochemicznych lub zakres stosowanych prądów [Walsh 2001]. Wielkość stosowanych elektrod jest w zakresie od mikroelektrod o powierzchni 10^{-10} m² aż do dużych elektrod stosowanych w układach równoległych o łącznej powierzchni do 10⁴ m², np. w przemyśle chloro-alkalicznym i w ogniwach paliwowych. Powierzchnia elektrod wiąże się z wartościami stosowanych prądów, które mieszczą się w zakresie od 10⁻⁹ do 10⁶ A (rys. 1).



Rys. 1. Skala technologii elektrochemicznej [Walsh 2001]

Oczywiście, te zakresy cały czas ulegają rozszerzeniu, szczególnie w kierunku mniejszych wartości prądu i powierzchni elektrod.

Zastosowanie procesów elektrochemicznych w ochronie środowiska

Zalety metod elektrochemicznych powodują, że technologie elektrochemiczne są bardziej przyjazne dla środowiska niż nieelektrochemiczne. Uciążliwość technologii elektrochemicznych dla środowiska wynika tylko z ewentualnej zawodności aparatury lub niedoskonałości zabezpieczeń, ale biorąc pod uwagę warunki, w jakich wykonuje się procesy elektrochemiczne, te wady są obserwowane w mniejszym stopniu niż w innych procesach.

W inżynierii środowiska stosowane są następujące metody elektrochemiczne [Dylewski 2000]:

- unieszkodliwianie substancji toksycznych lub niepożądanych w ściekach, w wyniku czego ścieki te stają się nieszkodliwe dla środowiska, mogą być skierowane do innych instalacji oczyszczających (np. metodą biologiczną) lub mogą zostać wykorzystane w charakterze surowców wtórnych,

przykład: anodowe utlenianie cyjanków, fenolu, katodowa redukcja związków organicznych (np. odpady z produkcji kwasu mukochlorowego, elektrokoagulacja – usuwanie związków organicznych, będących składnikami ropy naftowej oraz środków myjących i emulsji, powstających podczas odtłuszczenia, elektroflotacja – oczyszczanie ścieków z rafinerii, przemysłu spożywczego, z kopalń (oddzielanie emulsji i usuwanie metali ciężkich);

- oddzielanie ze ścieków substancji wartościowych w postaci umożliwiającej ich wykorzystanie (zabieg ten często powoduje zmniejszenie lub usunięcie toksycznych właściwości ścieków),
przykład: katodowy odzysk metali ciężkich, oddzielanie antrachinonu i azotanu amonu;
- regeneracja mediów przemysłowych, umożliwiająca recykling, czyli wielokrotne wykorzystanie ich w określonych procesach,
przykład: regeneracja związków chromu(VI), regeneracja chloru z odpadowego chlorowodoru i kwasu solnego, regeneracja roztworów potrawiennych – chlorek żelaza(III);
- uzdatnianie niepełnowartościowych roztworów naturalnych lub odpadowych, które w wyniku tego uzdatniania stają się surowcami,
przykład: utylizacja odpadowych solanek – otrzymanie chloru, wodoru i wodorotlenku sodowego w anodowym utlenianiu w metodzie diafragmowej;
- wykorzystywanie substancji odpadowych w charakterze surowców w niektórych procesach elektrochemicznych,
przykład: przeróbka roztworu siarczanu sodu na roztwory kwasu siarkowego i wodorotlenku sodu;
- wytwarzanie metodami elektrochemicznymi środków dezynfekcyjnych i uzdatniających, stosowanych w unieszkodliwianiu substancji toksycznych w ściekach,
przykład: otrzymanie podchlorynu sodu, dwutlenku chloru, chloranu sodu, chlorynu sodu, nadtlenu wodoru, związków srebra.

Ponadto, wykorzystuje się metody:

- elektrodializy – otrzymanie wody pitnej z wód słonawych, odsalanie wody morskiej, obróbka wód popłucznych z galwanizerni;
- elektroosmozy – otrzymanie wody szczególnie czystej z wody destylowanej.

Metody elektrochemiczne w ochronie środowiska dotyczą nie tylko środowisk wodnych. Mogą być stosowane także w procesach remediacji gazów i gleby. Równie ważnym kierunkiem stosowania metod elektrochemicznych jest ich wykorzystanie w alternatywnych źródłach energii, ochronie przed korozją i analizie chemicznej.

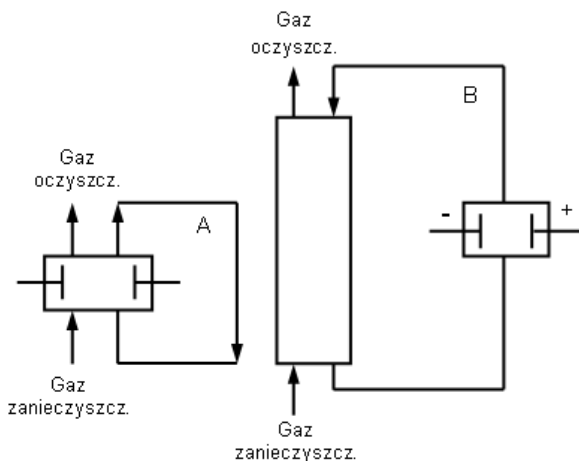
Elektroremediacja gazów

Elektroremediacja oznacza oczyszczanie gazów, ścieków i gleby poprzez elektrolizę. Zasada elektrolizy w tych środowiskach jest taka sama. W przypadku oczyszczania gazów, muszą być one najpierw rozpuszczone w roztworze wodnym poprzez absorpcję [Paunovič 2011]. Rozcieńczone gazy zawierają niewielkie ilości zanieczyszczeń (500-5000 ppm). Ponadto, wiele zanieczyszczeń występujących w powietrzu, np. CO, NO_x, NH₃ i H₂S, trudno jest unieszkodliwić poprzez utlenianie lub redukcję na elektrodzie [Janssen i Koene 2002]. Proces elektroremediacji gazów składa się na ogół z dwóch etapów: absorpcji związków gazowych w cieczy i następnie ich elektrochemicznej konwersji w mniej szkodliwe produkty [Simonsson 1997]. Proces może być wykonywany w jednym reaktorze lub dwóch różnych reaktorach (rys. 2).

Przykładem procesu elektroremediacji gazów może być:

- redukcja chloru do chlorków,
- utlenianie tlenków azotu do kwasu azotowego,
- utlenianie dwutlenku siarki do kwasu siarkowego.

Elektrochemiczne utlenianie lub redukcja może zachodzić bezpośrednio na elektrodzie lub pośrednio poprzez czynnik redoksy [Paunovič 2011; Simonsson 1997].



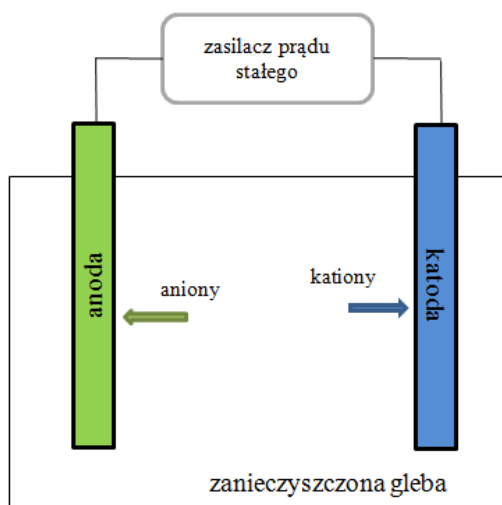
Rys. 2. Elektrochemiczne oczyszczanie gazu z zastosowaniem oddzielnej kolumny separacyjnej i elektrolizera (A) lub zintegrowanego absorbera/elektrolizera (B) [Simonsson 1997]

Elektroremediacja gleby

Związki organiczne (węglowodory, środki ochrony roślin i inne zanieczyszczenia organiczne) i substancje nieorganiczne (metale ciężkie, cyjanki) należą do podstawowych czynników degradujących glebę.

Wybór procesu remediacji gleby jest związany ze skalą i rodzajem zanieczyszczeń, wielkością powierzchni zanieczyszczonej i jej lokalizacją, właściwościami gleby, brany jest także pod uwagę czynnik ekonomiczny (dostępne środki finansowe i techniczne) oraz względy społeczne [Mizera 2007]. W przypadku zanieczyszczeń związkami ropopochodnych stosuje się remediację ekstrakcyjną. W obecności zanieczyszczeń nieorganicznych stosuje się remediację elektrokinetyczną (elektroreklamacja, elektroremediacja) lub fitoremediację (np. fitoekstrakcja, fitostabilizacja, ryzofiltracja, fitoewaporacja).

Proces elektroremediacji znalazł także szerokie zastosowanie przy usuwaniu z gleby metali ciężkich (rys. 3).



Rys. 3. Schemat usuwania zanieczyszczeń nieorganicznych z gleby metodą elektrochemiczną [Nowak]

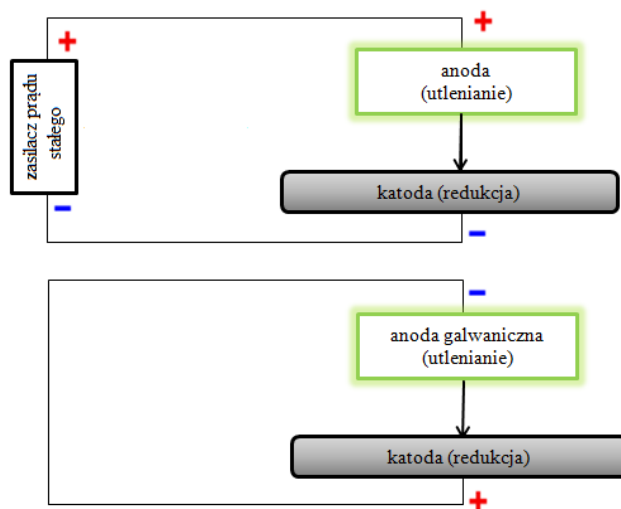
Metoda elektrokinetyczna remediacji gleby jest metodą in situ, w której wykorzystuje się pole elektryczne wytwarzane przez przepływ prądu stałego w glebie, a elektrody są umieszczane bezpośrednio w obszarze zanieczyszczonej [Paunović 2011]. Wskutek działania tego pola, zanieczyszczenia – metale ciężkie, migrują w kierunku odpowiednich elektrod, gromadzą się na nich, a następnie razem z nimi bezpiecznie usuwane są z gleby [Krzyżak 2013].

Transport jonów w glebie odbywa się na zasadzie dyfuzji, elektroosmozy, elektroforezy i migracji jonowej. Główną zaletą elektroremediacji gleby w porównaniu z innymi metodami remediacji jest brak konieczności kanalizowania lub niszczenia obszaru zanieczyszczonej gleby. Metale, które osadzają się na katodzie, mogą być odzyskane w postaci użytecznej, dlatego elektroremediacja jest w tym przypadku rodzajem recyklingu metali.

Elektrochemia w ochronie przed korozją

Metody elektrochemiczne mają także szerokie zastosowanie w ochronie przed korozją. Elektrochemiczna ochrona przed korozją polega na takiej zmianie potencjału elektrodowego na granicy metal-środowisko, która powoduje zahamowanie lub ograniczenie szybkości roztwarzania metalu. W zależności od kierunku przesuwania potencjału metody ochrony elektrochemicznej dzieli się na [Surowska 2002]:

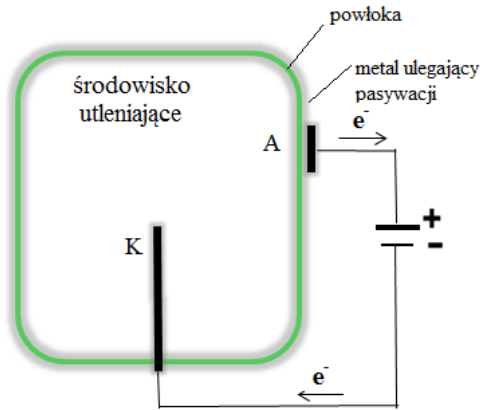
- a) ochronę katodową (elektrolityczna – zewnętrzne źródło napięcia, galwaniczna inaczej protektorowa – kontakt chronionej konstrukcji z protektorem, czyli metalem o niższym potencjale w środowisku korozji) (rys. 4),



Rys. 4. Ochrona katodowa przed korozją [Markiewicz i Stochaj 2010]

- b) ochronę anodową (rys. 5) polegającą na połączeniu wszystkich elementów chronionej konstrukcji w jeden zamknięty obwód elektryczny, w którym chroniony metal jest anodą; na jego powierzchni zachodzą reakcje utleniania,

które prowadzą do wytworzenia produktów stałych w formie zwartych warstw nalotowych, np. warstw tlenków, dobrze przylegających do powierzchni metalu i nie tworzących roztworów stałych z metalem i z utleniaczem, dzięki czemu korozja zostaje zahamowana (pasywacja).



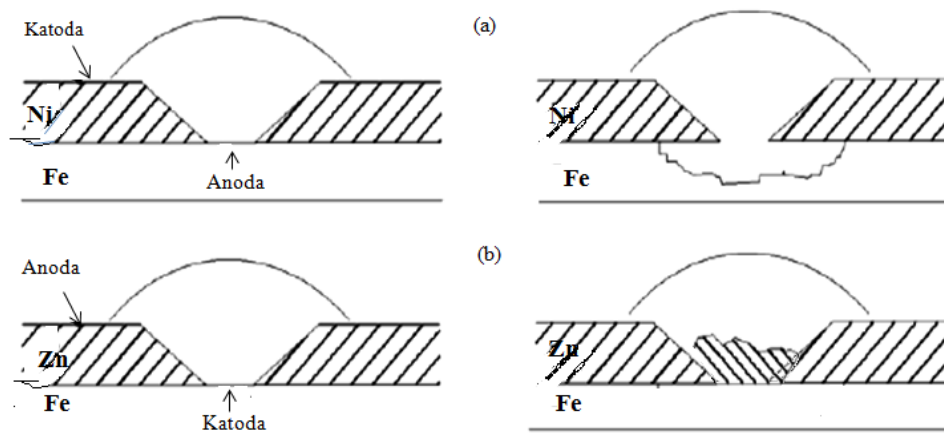
Rys. 5. Ochrona anodowa przed korozją [Markiewicz i Stochaj 2010]

Inną metodą ochrony przed korozją, w której znajduje zastosowanie elektrochemia, są powłoki ochronne (rys. 6). Jako powłoki ochronne mogą być stosowane powłoki z czystych metali lub stopów metali, nakładane na podłoże metalowe, rzadziej niemetalowe. Najczęściej stosowane metale to cynk, cyna, aluminium, miedź i mosiądze, ołów, nikiel, kadm, chrom, metale szlachetne (złoto, srebro, platyna). Powłoki ochronne mogą być nakładane różnymi metodami, również metodą elektrochemiczną – galwaniczną.

Osadzanie elektrolityczne (galwaniczne) polega na osadzaniu metalu lub stopu na innym metalu lub stopie w wyniku redukcji prądem elektrycznym na katodzie jonów metali do postaci atomowej [Surowska 2002]. Otrzymane powłoki mogą mieć budowę jednowarstwową lub wielowarstwową.

Zaletami powłok galwanicznych są [Surowska 2002]:

- duża równomierność grubości na płaskich elementach;
- możliwość otrzymywania powłoki o żądanej grubości;
- mała porowatość otrzymywanych powłok;
- duża czystość nakładanych powłok;
- dość dobra przyczepność.



Rys. 6. Schemat przebiegu korozji powłok galwanicznych:
a) powłoki katodowej, b) powłoki anodowej [Surowska 2002]

Alternatywne źródła energii

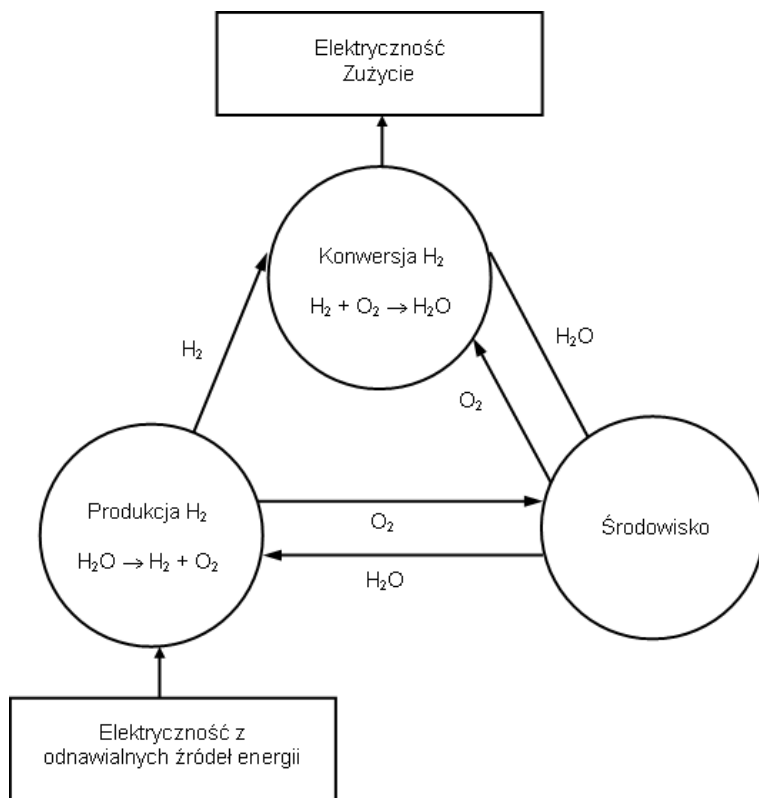
Termiczne spalanie paliw kopalnych w zakładach energetycznych i ich wykorzystanie w środkach transportu stanowi poważne zagrożenie dla środowiska. W wyniku spalania paliw kopalnych są uwalniane do atmosfery takie zanieczyszczenia, jak: CO_2 , NO_x , SO_2 i pyły. Dlatego w wielu krajach rozważa się wykorzystanie wodoru jako paliwa przyszłości. Wodór produkowany z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii może stanowić alternatywę dla paliw kopalnych, których zasoby są ograniczone.

Układy energetyczne, w których wodór odgrywa główną rolę, są określane mianem gospodarki wodorowej (*hydrogen economy*) [Paunovič 2011]. Głównym kierunkiem rozwoju gospodarki wodorowej jest taka organizacja światowego systemu energetycznego, w którym wodór będzie produkowany z dostępnych odnawialnych źródeł energii i konwertowany na energię elektryczną w ogniwach paliwowych, a następnie będzie wykorzystywany zamiast paliw kopalnych w transporcie, sektorze komunalnym, przemysłowym i innych. Gospodarka wodorowa jest interdyscyplinarną dziedziną, w której wiodącą rolę odgrywa:

- elektrochemia (badania reakcji wydzielania wodoru i tlenu w różnych środowiskach, gromadzenie wodoru);
- materiałoznawstwo (wytwarzanie zaawansowanych materiałów elektrodowych do wydzielania/utleniania wodoru lub wydzielania/redukcji tlenu);

- nauka o polimerach (rozwój membran polimerowych jako stałych elektrolitów stosowanych w wodorowych elektrolizerach lub ogniwach paliwowych).

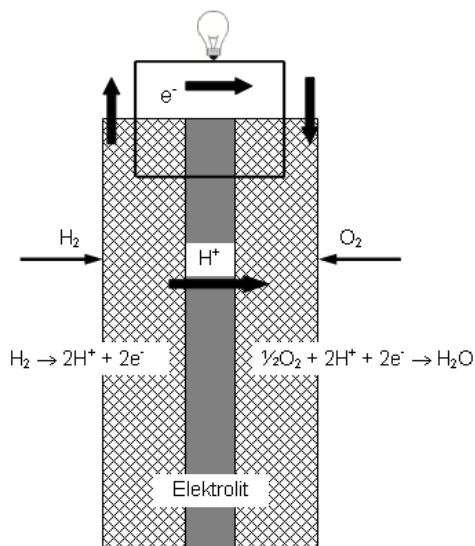
Jako paliwo, wodór ma wiele zalet w porównaniu z paliwami kopalnymi, ale przede wszystkim jest przyjazny dla środowiska (rys. 7) [Paunovič 2011].



Rys. 7. Obieg materii w produkcji i konwersji wodoru [Paunovič 2011]

Na rys. 7 przedstawiony jest obieg materii w produkcji/konwersji wodoru. Źródłem w produkcji wodoru jest woda, i również woda jest produktem konwersji wodoru na energię elektryczną lub produktem spalania. Tlen z atmosfery zużywany w ogniwach paliwowych jest uwalniany z elektrolizera wodorowego i wraca z powrotem do atmosfery. To oznacza, że wodór wykazuje odnawialny charakter jako paliwo. Z drugiej strony, odnawialny charakter wodoru powoduje, że jest on przyjaznym dla środowiska paliwem.

W ogniwach paliwowych zasilanych wodorem następuje bezpośrednia konwersja energii chemicznej na elektryczną (rys. 8) [Simonsson 1997].



Rys. 8. Zasada działania ogniwa paliwowego z protonowo przewodzącą membraną [Solid State Ionics and Electroceramics Research Group 2013]

Ogniwa paliwowe zazwyczaj są klasyfikowane na podstawie rodzaju stosowanego elektrolitu. Najczęściej badane są następujące ogniwa [Simonsson 1997; Ciszewski 2004]:

- alkaliczne ogniwa paliwowe (AFC);
- ogniwa paliwowe z kwasem fosforowym (PAFC);
- ogniwa paliwowe z elektrolitem polimerowym (PEMFC);
- ogniwa paliwowe z elektrolitem ze stopionych węglanów (MCFC);
- ogniwa paliwowe z elektrolitem stałym tlenkowym (SOFC).

Charakterystyczne parametry podstawowych typów ogniw są podane w tabeli 2.

Tabela 2. Charakterystyka podstawowych typów ogniw paliwowych [16]

Typ ogniwa	Elektrolit	Temperatura pracy, °C	Zalety	Wady
PAFC	wodny roztwór H_3PO_4	150-210	duże gęstości prądu, duża wydajność	wrażliwość na CO_2
PEMFC	membrana polimerowa	80-100	duże gęstości prądu, długi czas pracy	wrażliwość na CO_2
MCFC	stopione węglany	600-700	duża wydajność	niestabilność elektrolitu
SOFC	ZrO_2/Y_2O	1000-1100	długi czas pracy, niska cena	wysoka temperatura pracy, mała wydajność

Obecnie największe zainteresowanie w aspekcie wykorzystania ogniw paliwowych do wytwarzania energii elektrycznej w zakładach energetycznych i dla transportu, obserwuje się w przypadku ogniw MCFC i SOFC, ale również rozważane są ogniwa PAFC i PEMFC.

Elektroanaliza

Elektrochemia stwarza ogromne możliwości analizy nie tylko substancji toksycznych dla środowiska naturalnego, ale również innych substancji, które są uwalniane do środowiska i wywierają na nie wpływ. Szczególnie po wprowadzeniu bardziej czułych metod pulsowych, metody elektroanalizy zaczęto coraz powszechniej stosować w analizie przemysłowej i środowiskowej, np. w analizie farmaceutyków czy próbek biologicznych. Wynika to z ich zalet, takich jak: duża selektywność, czułość, dokładność i precyzja oraz niska granica wykrywalności w porównaniu z innymi metodami analitycznymi (tabela 3).

Tabela 3. Granice wykrywalności najbardziej rozpowszechnionych metod analitycznych [Elektroanaliza w ochronie środowiska naturalnego 1992]

Metoda	Granice wykrywalności, mol/l
Metody miareczkowe	$10^{-2} - 10^{-6}$
Molekularna spektrometria absorpcyjna	$10^{-5} - 10^{-6}$
Molekularna spektrofotometria fluorescencyjna	$10^{-7} - 10^{-8}$
Atomowa spektrofotometria absorpcyjna	$10^{-6} - 10^{-7}$
Atomowa spektrofotometria fluorescencyjna	$10^{-7} - 10^{-8}$
Spektroskopia optyczna i emisyjna	$10^{-5} - 10^{-6}$
Neutronowa analiza aktywacyjna	$10^{-9} - 10^{-10}$
Potencjometria z elektrodami jonoselektywnymi	$10^{-4} - 10^{-5}$
Polarografia klasyczna	$10^{-5} - 10^{-6}$
Polarografia fali prostokątnej i pulsowa różniczkowa	$10^{-7} - 10^{-8}$
Inwersyjna woltamperometria anodowa z użyciem wiszącej kropli	$10^{-7} - 10^{-9}$
Inwersyjna woltamperometria anodowa z użyciem elektrod z błoną rtęciową	$10^{-9} - 10^{-10}$

Nie wymieniono metod chromatograficznych, gdyż ich czułość zależy od sposobu detekcji.

Do nowoczesnych metod analizy elektrochemicznej należą m.in. [Elektroanaliza w ochronie środowiska naturalnego 1992; Farghaly i in. 2014; Cygański 2004]:

- 1) woltamperometria inwersyjna
 - anodowa (ASV)

- katodowa (CSV)
 - adsorpcyjna (AdSV)
 - potencjometryczna (PSA)
- 2) woltamperometria cykliczna (CV)
 - 3) woltamperometria pulsowa
 - normalna pulsowa (NPV)
 - różnicowa pulsowa (DPV)
 - 4) woltamperometria zmiennoprądowa prostokątna (SWV)
 - 5) potencjometria z wykorzystaniem elektrod jonoselektywnych
 - 6) czujniki i biosensory.

Na szczególną uwagę zasługują metody woltamperometryczne, ponieważ wykazują szereg zalet w porównaniu z innymi metodami analitycznymi. Należą do nich [Farghaly i in. 2014]:

1. Analiza śladowych ilości różnych związków ze względu na połączenie wymagań dotyczących dużej czułości i dokładności.
2. Możliwość zwiększenia czułości i selektywności poprzez modyfikację klasycznych woltamperometrycznych technik (modyfikowane mikro- i ultraelektrody).
3. Woltamperometria może być sprzężona z różnymi technikami separacyjnymi, takimi jak: HPLC, metoda przepływowej analizy wstrzykowej (FIA), czy elektroforeza kapilarna (CE), co umożliwi analizę różnych związków w złożonych mieszaninach.
4. Można analizować także mętne i zabarwione roztwory, w których nie mogą być stosowane inne metody analizy chemicznej; nie ma konieczności oddzielania substancji pomocniczych występujących w próbkach np. leków, co znacznie ułatwia przygotowanie próbki do analizy.
5. Mała objętość próbek wystarcza do wykonania analizy.
6. Metody woltamperometrii inwersyjnej umożliwiają oznaczanie związków na poziomie poniżej $\mu\text{g/l}$.
7. Niewielki koszt analizy oraz duża czułość i selektywność powodują, że metody te są często stosowane do oznaczania małych stężeń analitów bez wcześniejszego przygotowania (zateżnienia) próbki.
8. Woltamperometria inwersyjna jest metodą prostą, pozwalającą zaoszczędzić czas, i selektywną zwłaszcza w jednoczesnym oznaczaniu kilku śladowych substancji.
9. Elektrochemiczne metody (zwłaszcza woltamperometria zmiennoprądowa prostokątna) jest bardzo czułą i szybką metodą analityczną, ze względu na

możliwość stosowania dużych szybkości polaryzacji, wykorzystywaną w przypadku związków ulegających akumulacji na powierzchni elektrody w wyniku adsorpcji.

10. Krótkie czasy analizy w metodach elektrochemicznych powodują, że są one szczególnie przydatne w rutynowych analizach analitów w różnych próbkach.

Metody elektroanalityczne wykorzystuje się nie tylko do oznaczania różnych związków, ale także do badania szybkości i charakteru procesów elektrodowych tych związków oraz określania mechanizmu procesów. Ma to szczególne znaczenie, ponieważ procesy przeniesienia elektronu z udziałem związków, np. mających właściwości antyutleniające (leki), są podobne do procesów zachodzących w żywych komórkach [Ziyatdinova i Budnikov 2015] oraz w przypadku badania cyklu trucizna-środowisko-źródło-człowiek [Elektroanaliza w ochronie środowiska naturalnego 1992].

Metody elektroanalityczne są również wykorzystywane w badaniach korozyjnych. Umożliwiają określenie w krótkim czasie charakterystycznych parametrów korozji, takich jak potencjał korozyjny czy prąd korozji, które mogą być wykorzystane w określaniu podatności danego materiału na korozję w danym środowisku [Kuśmierk i Chrześcijańska 2012]. Ponadto, metody elektrochemiczne, zwłaszcza metoda elektrochemicznej impedancji spektroskopowej, pozwala określać trwałość powłok ochronnych stosowanych jako zabezpieczenie przed korozją [Lasia 2014; Trzaska i Trzaska 2010].

Istotną rolę w ochronie środowiska odgrywają również czujniki chemiczne, wśród których ważną grupę stanowią czujniki elektrochemiczne, w których elektroda jest wykorzystywana jako element przetwarzający [Paunovič 2011; Farghaly i in. 2014]. Ze względu na stosowaną metodę elektrochemiczną, czujniki elektrochemiczne można podzielić na: potencjometryczne, amperometryczne, woltamperometryczne i konduktometryczne [Paunovič 2011]. Ponadto, istotną rolę odgrywają elektrochemiczne detektory często stosowane w kombinowanych technikach analitycznych, takich jak chromatografia i elektroforeza kapilarna.

Elektrochemia w dydaktyce

W zasadzie stało się już tradycją, że elektrochemia na uczelniach wyższych jest nauczana jako część chemii fizycznej, i głównie kładzie się nacisk na termodynamiczny aspekt przedmiotu. Takie podejście do nauczania elektrochemii

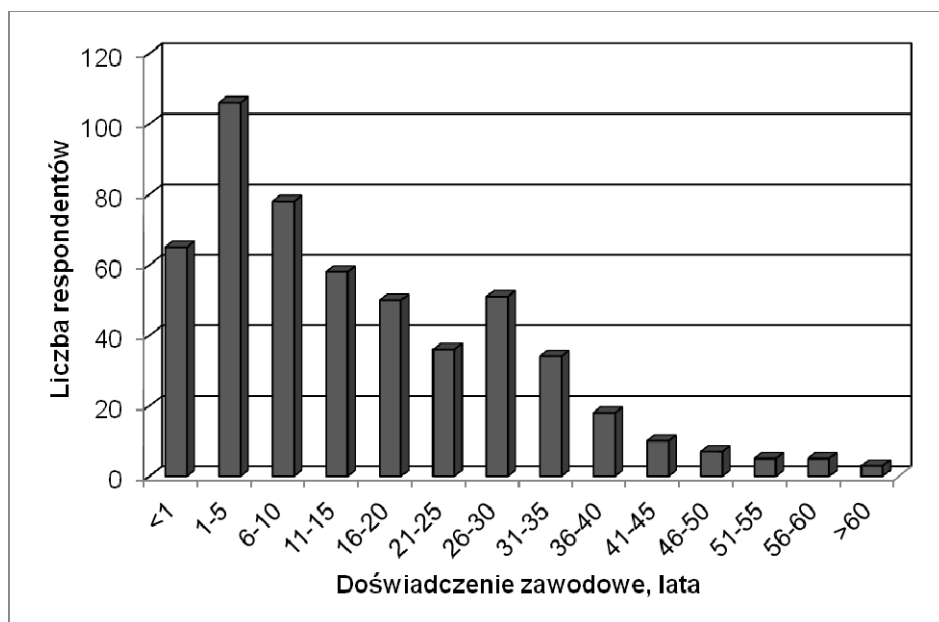
zmienia się, i na uczelniach zagranicznych naukowcy zajmujący się chemią, materiałoznawstwem i inżynierią chemiczną wykładają oraz przygotowują zajęcia laboratoryjne z zakresu współczesnej elektrochemii [Walsh 2001]. W niektórych artykułach postuluje się, aby nauczanie elektrochemii, a właściwie przekazywanie wiedzy dotyczącej podstaw elektrochemii, jak i technik stosowanych w elektrochemii, odbywało się poprzez przekazywanie wiedzy na temat zastosowania elektrochemii w przemyśle. Bardzo ważne jest wypełnienie luki pomiędzy nauką laboratoryjną a technologią przemysłową.

W ostatnich 20-30 latach można zauważyć znaczący wzrost liczby publikacji naukowych z zakresu elektrochemii, ale większość z nich dotyczy podstaw kinetyki reakcji elektrodowych, elektroanalizy i technik laboratoryjnych, które są oczywiście bardzo ważne dla elektrochemii przemysłowej i inżynierii elektrochemicznej [Walsh 2001]. Natomiast w ostatnich 10 latach można zaobserwować wzrost liczby publikacji naukowych dotyczących praktycznych aspektów wykorzystania elektrochemii w różnych gałęziach przemysłu, jak chociażby w zakresie stosowania ogniw paliwowych czy fotowoltaiki.

Nauczanie elektrochemii powinno odbywać się na zasadzie szkolenia modułowego w zakresie różnych aspektów inżynierii elektrochemicznej w ramach regularnych studiów, nie tylko na kierunkach przyrodniczych, ale również technologicznych. Ponadto, na uczelniach zachodnich oferuje się różne krótkie kursy, np. podyplomowe, dla przedstawicieli przemysłu [Walsh 2001; Fergus 2012]. Dostępność takich kursów podyplomowych, które są ważne zarówno dla przemysłu, jak i uczelni, jest kluczowa dla dalszego rozwoju nauki w zakresie elektrochemii środowiskowej. Takie kursy stanowiłyby uzupełnienie już wykładanych przedmiotów z zakresu korozji, powierzchniowej obróbki materiałów i technik laboratoryjnych stosowanych w elektrochemii.

Elektrochemia uważana jest za trudny przedmiot, zarówno przez studentów, jak i wykładowców [Walsh 2001; Rollnick i Mavhunga 2014; Ying 2003; De Jong i Treagust 2002]. Zazwyczaj studenci zapoznają się z elektrochemią w ramach chemii fizycznej w ciągu pierwszych trzech lat studiów, nie tylko u nas w kraju, ale również na uczelniach europejskich, a także w USA i Chinach [Mainier 2013; Ying 2003; De Jong i Treagust 2002]. Nauczanie elektrochemii przeciętnie obejmuje ok. 14-16 godzin. W ramach uzupełnienia wiedzy z dziedziny elektrochemii, studenci wykonują 2 lub 3 doświadczenia laboratoryjne. Taki zakres nauczania nie jest wystarczający, biorąc pod uwagę wszechstronność wykorzystania elektrochemii. A mimo to oficjalne programy nauczania elektrochemii należą do rzadkości. Zatem pozostaje pytanie postawione przez prof.

Jeffrey'a Fergusa (wykładającego na Uniwersytecie Auburn w USA): jak naukowcy i inżynierowie opracowujący nowe elektrochemiczne produkty uczą się elektrochemii, która jest dla nich niezbędna? [Fergus 2012]. Takie pytanie zadano 500 członkom ECS (the Electrochemical Society). Okazało się, że mniej niż połowa respondentów (ok. 45%) brała udział w formalnych kursach elektrochemii lub chemii elektroanalitycznej. Natomiast większość respondentów (55%) brała udział w kursach pokrewnych, takich jak chemia lub korozja, które obejmowały elektrochemię, ale przeciętnie w połowie liczby tych kursów elektrochemia stanowiła mniej niż 10%. Te wyniki odzwierciedlają elektrochemiczną edukację na świecie, ponieważ odpowiedź pochodzi w 46% od osób edukowanych w USA i w 54% od osób, które uzyskały edukację poza USA. Ponadto, wyniki te odzwierciedlają również bieżące programy nauczania oraz programy stosowane w przeszłości, ponieważ w badaniu brały udział osoby z zerowym doświadczeniem zawodowym, jak i osoby z doświadczeniem nawet ponad 60-letnim (rys. 9).



Rys. 9. Doświadczenie zawodowe osób biorących udział w ankiecie na temat edukacji elektrochemicznej (The Electrochemical Society, styczeń 2012) [Fergus 2012]

W grupie osób z doświadczeniem zawodowym krótszym niż 5 lat, 51% brało udział w kursach z zakresu elektrochemii, a 43% respondentów z większym niż 5-letnie doświadczenie (43%) sugerowało, że zakres nauczania elektrochemii

powinien ulec zwiększeniu. Tym niemniej, część osób zajmujących się elektrochemią uzyskała wykształcenie w innych dyscyplinach, z niewielką lub żadną formalną edukacją z zakresu elektrochemii.

Podsumowanie

Metody elektrochemiczne odgrywają istotną rolę zarówno w technologii chemicznej, jak i w ochronie środowiska. W technologii chemicznej, procesy z zastosowaniem metod elektrochemicznych pozwalają otrzymywać różne produkty w sposób minimalizujący oddziaływanie na środowisko. W ochronie środowiska, metody elektrochemiczne wykorzystuje się do eliminowania zanieczyszczeń już wytworzonych w różnych gałęziach gospodarki oraz do monitoringu środowiska. Coraz większe znaczenie zyskuje elektrochemia w chemicznej analizie oraz w generowaniu „czystej” energii elektrycznej.

Biorąc pod uwagę wszechstronne wykorzystanie elektrochemii w różnych dziedzinach życia, bardzo ważne jest wprowadzenie elektrochemii jako oddzielnego przedmiotu do programu studiów nie tylko na kierunkach chemia czy technologia chemiczna, ale również na kierunkach przyrodniczych, a zwłaszcza na ochronie środowiska. Również wymiar godzinowy takiego przedmiotu powinien być odpowiednio rozszerzony, tak aby było możliwe wykształcenie wykwalifikowanych inżynierów elektrochemików, których brak odczuwa się w przemyśle. Należy również zwrócić uwagę, aby nauczanie elektrochemii nie dotyczyło tylko aspektów teoretycznych, ale było podparte przykładami praktycznego zastosowania.

Literatura

- Bresier P.M., Ponce de León C., Walsh F.C. (2010) *Electrochemical Approaches to Environmental Treatment and Recycling*, chapter in *Electrochemistry*, edited by J.M. Feliu-Martinez and V.C. Payáa, vol. 1, p. 340, *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*.
- Ciszewski A. (2004), *Podstawy inżynierii elektrochemicznej*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań.
- Cygański A. (2004), *Podstawy metod elektroanalitycznych*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.

- De Jong O., Treagust D. (2002), The teaching and learning of electrochemistry, Chapter 14 in *Chemical Education Towards Research-Based Practice*, Kluwer Academic Publishers, London.
- Dylewski R. (2000), *Metody elektrochemiczne w inżynierii środowiska*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- Elektroanaliza w ochronie środowiska naturalnego, praca zbiorowa (1992), Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Farghaly O.A., Abdel Hameed R.S., Abu-Nawwas A-A.H. (2014), *Analytical application using modern electrochemical techniques*, International Journal of Electrochemical Science 9, 3287-3318.
- Fergus J.W. (2012), *How do we learn electrochemistry?*, The Electrochemical Society Interface 21(1), 55-56.
- Janssen L.J.J., Koene L. (2002), *The role of electrochemistry and electrochemical technology in environmental protection*, Chemical Engineering Journal 85, 137-146.
- Jüttner K., Galla U., Schmieder H. (2000), *Electrochemical approaches to environmental problems in the process industry*, Electrochimica Acta 45, 2575-2594.
- Krzyżak J. (2013), *Wspomagana fitostabilizacja metali ciężkich w glebach*, praca doktorska wykonana w Politechnice Wrocławskiej, Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska, Wrocław.
- Kuśmierk E., Chrzęścińska E. (2012), *Badanie wpływu korozyjności na metale i stopy*, Praca wykonana w ramach Grantu Prezydenta Miasta Łodzi na lata 2011-2012, Oficyna Wydawnicza MA, ISBN 978-83-923517-9-5, Łódź.
- Lasia A. (2014), *Electrochemical impedance spectroscopy and its applications*, Springer, New York.
- Mainier F.B., Monteiro L.P.C., Rocha A.C.M., Mainier R.J. (2013), *Industrial electrochemical: a new teaching approach*, American Journal of Engineering Research 2(8), 58-64.
- Markiewicz M., Stocha P. (2010), *Ochrona katodowa zbiorników za pomocą anod galwanicznych*, Nafta-Gaz 6, 493-499.
- Mizera A., (2007), *Gleba. Mechanizmy jej degradacji oraz metody rekultywacji*, GreenWorld – Ochrona Środowiska i Ekologia 1-6.
- Nowak A., *Elektrochemia w Ochronie Środowiska: Elektroremediacja gleby zanieczyszczonej jonami miedzi (II)*, Politechnika Gdańska, Katedra Technologii Chemicznej; http://www.technologia.gda.pl/dydaktyka/index/1/eos_tos/pdf/cw1_Elektroremediacja_Cu.pdf
- Paunović P. (2011), *Environmental electrochemistry – importance and fields of application*, Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering, 30(1), 67-74.

- Rajeshwar K. (1994), *Electrochemistry and the environment*, Journal of Applied Electrochemistry 24, 1077-1091.
- Rollnick M, Mavhunga E. (2014), PCK of teaching electrochemistry in chemistry teachers: A case in Johannesburg Gauteng Province, South Africa, *Educacion Quimica* 25(3), 354-362.
- Simonsson D. (1997), *Electrochemistry for a cleaner environment*, Chemical Society Reviews, 26, 181-189.
- Solid State Ionics and Electroceramics Research Group, Fuel Cells for Sustainable Energy – Science meets social responsibility, California Institute of Technology, 2013; <http://addis.caltech.edu/research/FCs%20for%20sustain%20energy.html>
- Surowska B. (2002), *Wybrane zagadnienia z korozji i ochrony przed korozją*, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin.
- Trzaska M., Trzaska Z. (2010), *Elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna w inżynierii środowiska*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Ying Y. (2003), Using problem-based teaching and problem-based learning to improve the teaching of electrochemistry, *The China Papers* 42-47.
- Walsh F.C. (2001), *Electrochemical technology for environmental treatment and clean energy conversion*, *Pure and Applied Chemistry* 73(12), 1819-1837.
- Ziyatdinova G., Budnikov H. (2015), *Electroanalysis of antioxidants in pharmaceutical dosage forms: state-of-the-art and perspectives*, *Monatshefte für Chemie – Chemical Monthly* 146, 741-753.

Ochrona środowiska a chromatografia

Wprowadzenie

Zasadę zrównoważonego rozwoju jako podstawę współczesnej ochrony środowiska wprowadza w polskie ustawodawstwo art. 5 Konstytucji Rzeczypospolitej Polskiej: „Rzeczpospolita Polska (...) zapewnia ochronę środowiska, kierując się zasadą zrównoważonego rozwoju.” Dokładna definicja pojęcia pojawia się natomiast w Prawie Ochrony Środowiska z 27 kwietnia 2001 roku (tekst jednolity, Dz.U. 2013 poz. 1232, art. 3, pkt. 50). Według tej definicji rozwój społeczno-gospodarczy powinien następować „z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego pokolenia, jak i przyszłych pokoleń”.

Podstawowym założeniem zrównoważonego rozwoju jest wykształcenie takich sposobów życia i konsumpcji społeczeństwa, aby było ono jak najmniej uciążliwe dla środowiska. Można tego dokonać przez ograniczenie zużycia zasobów nieodnawialnych, przy jednoczesnym zwiększeniu zużycia surowców odnawialnych. Uwagę należy zwrócić także na zmniejszenie, a tam gdzie jest to możliwe – eliminację, emisji substancji toksycznych do środowiska. Ogromne zapotrzebowanie na energię i surowce w przemyśle to największy problem współczesnej ochrony środowiska, który należy racjonalnie rozwiązać, tak aby nowoczesna produkcja w jak najmniejszym stopniu powodowała nieodwracalne szkody w otaczającej nas biosferze. Ważne jest także odpowiednie gospodarowanie przestrzenią przez ograniczenie zmian antropogenicznych do niezbędnego minimum oraz ochrona naturalnych ekosystemów i bioróżnorodności gatunkowej w takim stopniu, aby mogły one prawidłowo funkcjonować [Siedlecka 2014].

Założenia zrównoważonego rozwoju okazują się niezmiernie ważne w przypadku coraz dynamiczniej wzrastającej produkcji chemicznej obejmującej zarówno wykorzystywane surowce i odczynniki, jak i produkty. Według prognoz Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) globalny wskaźnik wzrostu produkcji chemicznej w najbliższych dziesięcioleciach (do 2050 roku)

osiągnie nawet trzykrotnie wyższy poziom niż wskaźnik wzrostu zaludnienia [Tobiszewski i in. 2009]. Dlatego wielu naukowców pracuje nad opracowaniem nowych, zgodnych z założeniami zrównoważonego rozwoju, metod produkcji w przemyśle chemicznym oraz technik ich kontroli. Pierwsze próby ograniczenia zanieczyszczenia środowiska spowodowanego procesami produkcji opierały się na neutralizacji szkodliwych dla środowiska substancji, przez ich odpowiednie rozcieńczenie. Przez lata pojawiały się inne pomysły ograniczenia emisji tych substancji, a także próby poszukiwania alternatywnych, bardziej przyjaznych środowisku, technologii produkcji.

Zielona chemia

Na początku lat 90. amerykańscy badacze (Anastas P.T. i Warner J.C.) wprowadzili nowe pojęcie – „zielona chemia” – definiujące szereg zasad, jakimi każdy chemik i technolog powinien kierować się przy poszukiwaniu i projektowaniu produktów oraz wdrażaniu procesów chemicznych, tak aby możliwe było ograniczenie lub eliminacja używania i wytwarzania substancji niebezpiecznych [Anastas i Warner 1998]. Opracowany przez nich w 1998 roku zbiór 12 zasad zielonej chemii [Siedlecka 2014; Anastas i Warner 1998; Paryczak i in. 2005], obejmuje następujące zagadnienia:

1. Zapobieganie wytwarzaniu odpadów, gdyż łatwiej zapobiegać wytwarzaniu szkodliwych odpadów, niż później opracowywać metody ich neutralizacji i przywracania środowiska do stanu wyjściowego.
2. „Gospodarka atomami” rozumiana jako takie projektowanie produkcji i wykorzystania zasobów, aby jak największe ich ilości zostały wykorzystane i nie pozostawały w postaci odpadów.
3. Ograniczenie zużycia niebezpiecznych substancji, przez ich eliminację i zastąpienie substancjami przyjaznymi dla środowiska lub, gdy nie jest to możliwe, maksymalne ograniczenie ich życia.
4. Projektowanie bezpiecznych produktów, które w czasie użytkowania będą przyjazne dla środowiska.
5. Używanie bezpiecznych rozpuszczalników i odczynników.
6. Efektywne wykorzystanie energii, dzięki projektowaniu procesów, które można przeprowadzać w temperaturze i ciśnieniu jak najbliższej zbliżonych do otoczenia.

7. Wykorzystanie surowców ze źródeł odnawialnych mogących zastąpić, a nawet całkowicie zredukować zapotrzebowanie na surowce pozyskiwane ze źródeł nieodnawialnych.
8. Ograniczenie procesów przeprowadzania analitów w ich lotne pochodne (derywatywacji), której produktem ubocznym często są bardzo niebezpieczne dla środowiska toksyczne odpady.
9. Wykorzystanie katalizatorów i biokatalizatorów pozwalających zwiększyć wydajność oraz przyspieszyć prowadzone procesy, zmniejszając przy tym zużycie energii oraz materiałów.
10. Wprowadzenie produktów degradowalnych, które po okresie swojej użyteczności będą mogły zostać poddane biodegradacji.
11. Analityka procesowa (on-line), tak aby kontrola szybko reagowała na nieprawidłowości w procesie produkcji.
12. Zapewnienie bezpieczeństwa chemikom, technologom i inżynierom odpowiedzialnym zaprojektowanie i przeprowadzanie procesów produkcji oraz ich kontrolę.

Ponadto w kontroli procesów produkcyjnych bardzo ważne jest odpowiednie dobranie technik analitycznych, aby także one nie powodowały dodatkowego zagrożenia dla otoczenia. Dlatego też chemicy-analitycy coraz większą uwagę poświęcają zagadnieniom zielonych metod analitycznych, których podstawy opierają na 12 zasadach zielonej chemii uzupełnionych o zasadę 3R, postulującą zastąpienie (ang. *replace*) szkodliwych odczynników przez odpowiedniki przyjazne dla środowiska lub ich całkowitą redukcję (ang. *reduce*) oraz, jeśli to możliwe, ich ponowne wykorzystanie przez recykulację (ang. *recycling*) [Namieśnik 2014].

Jednym z elementów zielonej chemii jest zielona chemia analityczna, która obejmuje wykorzystanie nowoczesnych metod analitycznych w produkcji, do kontroli jakości surowców i produktów, a także do oceny stanu środowiska w monitoringu emitowanych zanieczyszczeń. Zagadnieniom tym poświęca się coraz więcej uwagi, zarówno w nowoczesnej produkcji chemicznej, jak i ochronie środowiska na całym świecie, natomiast polskimi orędownikami wprowadzenia zasad zielonej chemii analitycznej są naukowcy z Politechniki Gdańskiej, pod kierownictwem prof. Jacka Namieśnika [Tobiszewski i in. 2009; Namieśnik 2014; Płotka i in. 2012; Płotka i in. 2013]. Zwracają oni szczególną uwagę na możliwości integracji procesów i operacji analitycznych, prowadzenie pomiarów in-situ, eliminację procesów przeprowadzania analitów w lotne pochodne (derywatywacja), minimalizację zużycia energii i surowców pochodzących

ze źródeł nieodnawialnych oraz możliwość opracowania i powszechnego wprowadzenia metod bezpośrednich do kontroli prowadzonych procesów. Wskazują oni także na coraz większe postępy w miniaturyzacji i pełnej automatyzacji aparatury oraz zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa chemikom-analitykom.

Chromatografia jako zielona technika analityczna

Obecnie najpowszechniej stosowanymi technikami oznaczania organicznych zanieczyszczeń środowiska są techniki łączone, które umożliwiają rozdzielenie badanej próbki na poszczególne składniki oraz ich identyfikację i oznaczenie ilościowe [Witkiewicz i Kałużna-Czaplińska 2013]. Wśród nich prym wiodą techniki łączące chromatografię (m.in. chromatografia gazowa – GC, chromatografia cieczowa – LC, wysokosprawna chromatografia cieczowa – HPLC) z technikami spektroskopowymi (np. spektrometria mas – MS, tandemowa spektrometria mas – MS/MS, optyczna spektroskopia emisyjna – OES) [Buszewski i Krupczyńska 2003]. Metody te pozwalają na jednoznaczną identyfikację i oznaczenie ilościowe analitów na bardzo niskim poziomie z odpowiednią powtarzalnością, dokładnością i precyzją.

Od wielu lat naukowcy wykorzystujący metody chromatograficzne pracują nad ich udoskonaleniem zgodnie z przytoczonymi wyżej zasadami zielonej chemii analitycznej. Dotychczasowe prace skupiają się nad zredukowaniem zapotrzebowania na energię i odczynniki, a także eliminacją wytwarzanych w trakcie analiz odpadów. Szczególnie dotyczy to etapów procedury analitycznej poprzedzających analizę chromatograficzną, gdyż w większości przypadków nie ma możliwości bezpośredniego dozowania badanej próbki do kolumny i wymaga ona odpowiedniego przygotowania. Wciąż trwają badania nad nowymi rozwiązaniami dotyczącymi ekstrakcji i zateżnienia analitów występujących w złożonych matrycach pierwotnych, jakimi są próbki środowiskowe. W przypadku tego rodzaju próbek stosuje się cztery rodzaje proekologicznych metod ekstrakcyjnych: ekstrakcja z wykorzystaniem niewielkiej ilości rozpuszczalnika, ekstrakcji z wykorzystaniem czynników wspomagających (m.in. ultradźwięki, promieniowanie mikrofalowe), ekstrakcja z wykorzystaniem mediów przyjaznych środowisku (m.in. ciecze jonowe, woda w stanie podkrytycznym, płyny w stanie nadkrytycznym) oraz ekstrakcja bezroztwarzalnikowej (m.in. ekstrakcja za pomocą strumienia gazu, mikroekstrakcja do fazy stacjonarnej) [Tobiszewski i in. 2009; Witkiewicz i Kałużna-Czaplińska 2013]. Metody te w znacznym

stopniu zmniejszają zapotrzebowanie na odczynniki i energię oraz ograniczają ilość powstałych toksycznych odpadów.

Techniki łączone z chromatografią cieczą (LC, HPLC)

Specyfika analiz prowadzonych z wykorzystaniem chromatografii cieczowej (LC, HPLC) wymaga stosowania znacznej ilości rozpuszczalników, które stosowane są jako faza ruchoma. Ograniczenie ich zużycia można osiągnąć przez stosowanie kolumn o mniejszej długości oraz średnicy, dodatkowo z wypełnieniem o jak najmniejszej wielkości ziaren. Ważne jest także zastąpienie najbardziej toksycznych odczynników organicznych bardziej przyjaznymi dla środowiska. Obecnie trwają prace nad eliminacją acetonitrylu jako składnika fazy ruchomej na rzecz wody wysokiej czystości połączonej z odpowiednimi modyfikatorami. Jako alternatywę dopuszcza się również zastosowanie metanolu, etanolu oraz acetonu, które są dla środowiska bezpieczniejsze niż acetonitryl. Ilość toksycznych odpadów wytwarzanych w czasie analizy także można zmniejszyć – przez recykling oraz recyrkulację stosowanych rozpuszczalników z zastosowaniem odpowiednich systemów odzysku. Znaczną redukcję zużycia energii uzyskuje się przez skrócenie czasu analizy dzięki stosowaniu wyższego ciśnienia oraz podwyższonej temperatury pracy kolumny [Płotka i in. 2012; Płotka i in. 2013].

Techniki łączone z chromatografią gazową (GC)

Chromatografia gazowa łączona ze spektroskopią mas (GC-MS) to jedna z najpowszechniej stosowanych na świecie metod analitycznych. Uchodzi ona za tę bardziej ekologiczną od chromatografii cieczowej, ze względu na stosowany rodzaj fazy ruchomej, którą jest gaz nośny. Najczęściej stosuje się gazy neutralne dla środowiska, takie jak hel, argon czy wodór. Współcześnie dąży się jednak do eliminacji wykorzystania helu na rzecz wodoru, gdyż pozyskiwanie helu o wysokiej czystości jest procesem bardzo energochłonnym i kosztownym. Dlatego też w wielu laboratoriach zastosowanie znalazły już generatory wodoru. Przeprowadzenie pomiaru na aparaturze GC-MS wymaga znacznych nakładów energii, ze względu na zmiany temperatury pracy kolumny w piecu chromatografu. Aby je ograniczyć opracowano innowacyjną metodę LTM (Low Thermal Mass Technology) bezpośredniego ogrzewania i schładzania kolumny. Innym sposobem ograniczenia zużycia energii w czasie analizy próbek jest zastosowanie

chromatografii dwuwymiarowej (GCxGC), która pozwala na uzyskanie lepszej jakości wyników bez konieczności ponownego analizowania próbki. Dzięki wciąż postępującej miniaturyzacji elektroniki, także w chromatografii możliwe jest zastosowanie mniejszych komponentów oraz projektowanie miniaturowych aparatów [Płotka 2013; Buszewski i Krupczyńska 2003]. Tym sposobem w znacznym stopniu można ograniczyć energochłonność oraz zapotrzebowanie na odczynniki, a także zminimalizować wielkość próbki pobieranej do analizy. Miniaturyzacja pozwala także na budowę aparatów przenośnych i przeprowadzanie pomiarów na miejscu poboru próbki, bez konieczności ich transportu, konserwacji i przechowywania.

Podsumowanie

Zastosowanie nowoczesnych technik sprzężonych, łączących chromatografię i techniki spektrometryczne, w badaniach procesowych i kontroli zanieczyszczeń środowiska to jeden z fundamentów współczesnej chemii analitycznej. W myśl zasad zielonej chemii oraz zielonej chemii analitycznej wprowadzane są coraz bardziej przyjazne środowisku rozwiązania aparaturowe, minimalizujące zużycie energii i odczynników. Coraz większą uwagę zwraca się również na redukcję powstających odpadów oraz procedurę przygotowania próbek do analizy. Na szczególnie zainteresowanie tutaj zasługuje mikroekstrakcja do fazy stacjonarnej (SPME), jako metoda, dzięki której praktycznie nie istnieje problem toksycznych odpadów pozostałych po przygotowaniu próbki.

Literatura

- Anastas P.T., Warner J. (1998), *Green Chemistry. Theory and Practice*, Oxford University Press, Oxford.
- Buszewski B., Krupczyńska K. (2003), *Nowe rozwiązania i wyzwania w chromatografii i technikach pokrewnych u progu XXI wieku. Quo Vadis Chromatographia?* [w:] Nowe horyzonty i wyzwania w analityce i monitoringu środowiska, [red.] Namieśnik J., Chrzanowski W., Szpinek P., Centrum Doskonałości Analityki i Monitoringu Środowiskowego, Gdańsk.
- Namieśnik J. (2014), *Zielona chemia, technologia i inżynieria chemiczna – nowe opakowania dla starych treści*, WTiCh ZUT, Szczecin, 24 lutego 2014.
- Paryczak T., Lewicki A., Zaborski M. (2005), *Zielona chemia*, PAN Oddział w Łodzi, Łódź.

- Płotka J., Tobiszewski M., Sulej A., Chmiel T., Namieśnik J. (2012), *Zielona chromatografia*, XVIII Sympozjum „Standaryzacja pomiarów analitycznych – potrzeba czy konieczność”, Ślesin, 14-16 maja 2012.
- Płotka J., Tobiszewski M., Sulej A.M., Kupska M., Górecki T., Namieśnik J. (2013), *Green Chromatography, Journal of Chromatography A*, 1307, 1-20.
- Siedlecka E.M. (2014) *Ekoinnowacje w technologii i organizacji przedsiębiorstw*, Uniwersytet Gdański, Gdańsk, 2014.
- Tobiszewski M., Mechlińska A., Zygmunt B., Namieśnik J. (2009), *Green analytical chemistry in sample preparation for determination of trace organic pollutants*, Trends in Analytical Chemistry, 28, 943-951.
- Witkiewicz Z., Kałużna-Czaplińska J. (2013), *Podstawy chromatografii i technik elektromigracyjnych*, Wyd. WNT, Warszawa.

GIS w ochronie środowiska

System informacji geograficznej (GIS) jest to system umożliwiający gromadzenie, usystematyzowanie, analizę i wizualne przedstawienie danych, które są powiązane ze współrzędnymi [Urbański 2008; Magnuszewski 2012; Tomlinson 2008].

Jest to młoda, ciągle rozwijająca się dziedzina nauki. Jej główny rozwój był możliwy dzięki postępowi informatyki oraz sprzętu komputerowego, który umożliwia pracę na dużych plikach graficznych. Drugą ważną dziedziną dla GIS był oczywiście rozwój technik fotograficznych. Możliwość operowania zdjęciami satelitarnymi, lotniczymi i wykorzystaniem „scanningu laserowego” ułatwia i przyspiesza projekty GIS-owe, ale także umożliwia analizę terenów niedostępnych (m.in. z powodu wojny, zagrożeń terrorystycznych, czy ze względu na rodzaj terenu – teren górzysty, ocean itp.).

Oprogramowania GIS współpracują z różnego rodzaju danymi. Są to dane rastrowe, przede wszystkim zdjęcia satelitarne, lotnicze, skany, często historycznych, papierowych map. Wykorzystywane są także dane wektorowe, m.in. warstwy wykonane w terenie, np. poprzez pobieranie współrzędnych z miejsc poboru próbek czy digitalizacja wektorowa map rastrowych. Wykorzystuje się też często same pliki tabelaryczne.

Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGiK) (zgodnie z art. 40a ust. 2 pkt. 1 ustawy Prawo geodezyjne i kartograficzne z dnia 17 maja 1989 r., Dz.U. z 2014 r. poz. 897) udostępnia darmowe dane typu NMT, warstwy zawierające podział administracyjny [Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej].

Do projektów GIS-owych można wykorzystywać wiele programów, które obecnie obsługują już komputery osobiste. Wybór odpowiedniego programu jest bardzo ważny dla możliwości wykonania odpowiednich analiz, potrzebnych w realizowanych projektach. Trzeba pamiętać o celu danego projektu i funkcjach, jakie będą wykorzystywane w trakcie, jakie dane będą wczytywane, jakie będą wykonywane analizy na rastrach, czy będzie wykorzystywany trójwymiar.

Uwzględniając budżet prac, można wybierać w programach odpłatnych (m.in. ArcGIS, MapInfo itd.) czy programach darmowych (takich jak QGIS, GRASS itd.).

Praca chemika, biologa czy ekologa często wiąże się z pobieraniem próbek w terenie, ich analizą oraz opisem. Takie dane idealnie mogą być wykorzystane w oprogramowaniach typu GIS. Dzięki wykorzystaniu GIS w chemii, ochronie środowiska, biologii można ułatwić, usystematyzować i opracować projekt badawczy w szybszy, często łatwiejszy sposób.

Wykorzystanie GIS w ochronie środowiska ułatwia i przyspiesza pracę nad niektórymi projektami (rys. 1).



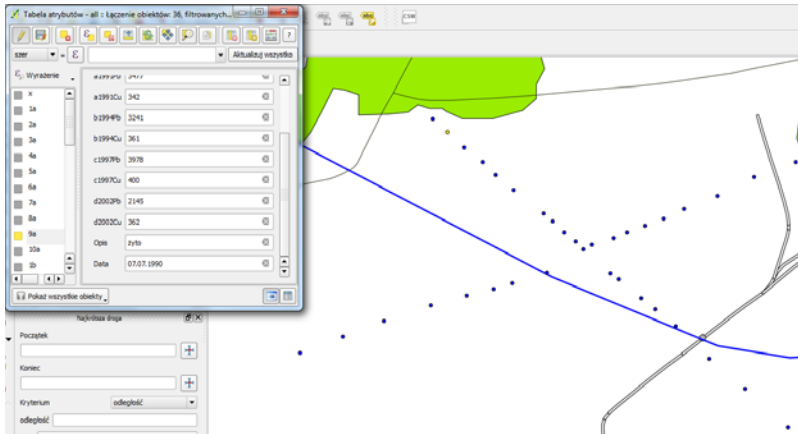
Rys. 1. Schemat zastosowań GIS w ochronie środowiska

GIS w ochronie środowiska możemy zastosować do:

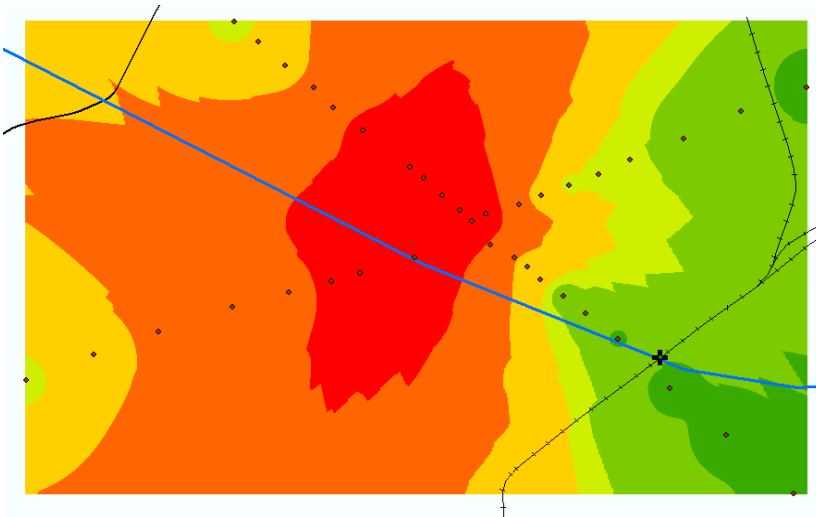
1. Gromadzenia danych z uwzględnieniem miejsca badań. Miejscom poboru próbek, np. gleby, należy wyznaczyć współrzędne geograficzne, które umożliwią analizę miejsca i jego otoczenie, z której dana próbka pochodzi. Ponieważ każda warstwa wektorowa zawiera tabelę atrybutów, można dodać w opisie datę poboru, opis miejsca, warunki atmosferyczne w trakcie poboru czy końcową analizę składu (rys. 2). Skład pobranej próbki często wynika z wpływu otoczenia, jak na przykład z obecności budowy, wysypiska śmieci, drogi, rzeki.
2. Ukształtowanie terenu.
Można wykonać analizę nasłonecznienia, różnicę w wysokości terenu, spływu wód.

3. Analizy statystyczne.

Można wykonać różnego rodzaju statystyki w tym także interpolacje. Posiadając warstwę punktową z wartością interesującego parametru można wykonać mapę rastrową interpolacyjną, umożliwiającą przybliżoną analizę w miejscach pomiędzy pobranymi punktami (rys. 3).



Rys. 2. Projekt przedstawiający miejsce poboru próbek z tabelą atrybutów z danymi dotyczącymi jednej z próbek



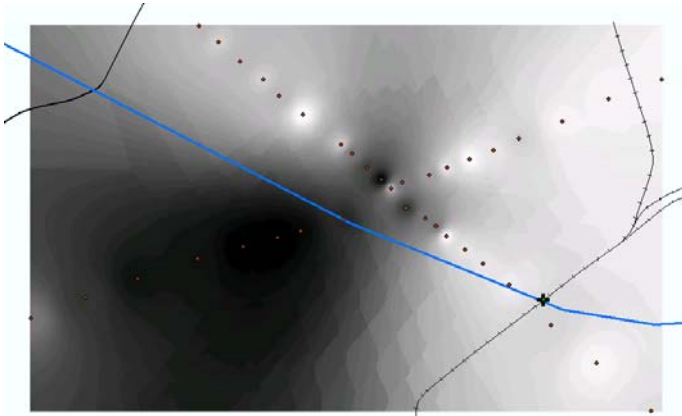
Rys. 3. Mapa interpolacyjna IDW

Oprogramowanie umożliwia analizę wyników z kilku lat, sprawdzając tendencję jakiegось zjawiska (rys. 4).



Rys. 4. Projekt przedstawia w formie wykresów dla każdej próbkę stężenie ołowiu w zależności od roku

Mając do analizy ten sam parametr, zmierzony w odstępie czasu, można także wykonać dwie mapy interpolacyjne, następnie wykonać mapę różnicową, którą w łatwy sposób można przeanalizować.



Rys. 5. Mapa różnicowa

Kształcenie w kierunku ochrony środowiska nie może się w obecnych czasach obyć bez wprowadzenia systemów informacji geograficznej. Studenci mogą w ramach zajęć terenowych, oprócz pobierania próbek i wyboru ich miejsc, pobierać dane z GPS-ów, a następnie sporządzać mapę miejsc poboru próbek. W zależności od środowiska, ukształtowania terenu czy zabudowań, typu budynki mieszkalne, gospodarcze czy zabudowania przemysłowe itp., mogą wyciągać wnioski odnośnie migracji zanieczyszczeń czy czasu trwania ewentual-

nych skażeń. Przyszli inżynierowie mogą analizować na podstawie zebranych danych najlepsze i najbardziej opłacalne rozmieszczenia budynków, zakładów produkcyjnych, czy infrastruktury drogowej. Na podstawie danych terenowych i środowiskowych mogą również wyciągać wnioski o jakości różnego rodzaju upraw na danym terenie. Tak więc umiejętności nabyte, zarówno teoretycznie, jak i w czasie zajęć terenowych i laboratoryjnych, posługiwanie się specjalistycznym sprzętem oraz prawidłowej analizy zdobytych w ten sposób danych mają niebagatelne znaczenie dla późniejszej pracy zawodowej adeptów studiów, i to zarówno w zawodach technicznych, jak i typowo rolniczych.

Badania jakości gleb województwa łódzkiego wykonywane były w Instytucie Chemii Ogólnej i Ekologicznej Politechniki Łódzkiej. W ramach projektu 201/BN/D/2005 z roku 2005 wykonywany był monitoring gleb rolniczych w województwie łódzkim pod względem ich zanieczyszczenia w pierwiastki ciężkie (kadm, ołów, nikiel) [Umowa dotacji nr 201/BN/D/2005]. W trakcie wykonywania tego projektu przedstawione zostały pierwsze analizy z uwzględnieniem metod GIS. W następnych latach dokonywano porównawczych analiz dla próbek pobranych z tych samych miejsc kilka lat później z analizą wpływu zmiany otoczenia (przede wszystkim budowy autostrady).

Obecnie, analizowany jest także skład gleby w okolicach rzek, kanałów [Kabzińska i in. 2015]. Istotnym elementem jest migracja zanieczyszczeń z wód powierzchniowych do gleb rolniczych.

Literatura

- Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej – <http://www.codgik.gov.pl/>
Kabzińska K., Szczesio M., Świętosławski J., Turek A. (2015), *Geology, Geophysics & Environment*, 41(1), ss. 25-32.
- Magnuszewski A. (2012), *GIS w geografii fizycznej* PWN, Warszawa.
- Tomlinson R.F. (2008), *Rozważania o GIS: planowanie Systemów Informacji Geograficznej dla menedżerów*. ESRI Polska, Warszawa.
- Umowa dotacji nr 201/BN/D/2005 zawarta między Wojewódzkim Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi a Politechniką Łódzką.
- Urbański J. (2008), *GIS w badaniach przyrodniczych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.

ISBN 978-83-7283-755-4