

Wojciech URBAŃSKI\*

## **AKTUALNE ZAGADNIENIA NAUCZANIA MASZYN ELEKTRYCZNYCH ZGODNIE Z PROCESEM BOŁOŃSKIM ORAZ KRAJOWYMI RAMAMI KWALIFIKACJI**

W artykule poddano analizie zagadnienia organizacyjne i dydaktyczne nauczania dyscypliny MASZYNY ELEKTRYCZNE we współczesnym, zmienionym środowisku prawnym. Idee Procesu Bolońskiego istotnie wpłynęły na plany studiów na uczelniach technicznych, szczególnie dotyczy to dydaktyki zaawansowanych przedmiotów realizowanych w cyklu wykładowym oraz poprzez uczestnictwo studentów w ćwiczeniach rachunkowych, pracach laboratoryjnych i projektowych. Konieczność głębokiego przeglądu form i treści nauczania dodatkowo została narzucona obligatoryjnym dostosowaniem całości politechnicznego kształcenia do przepisów ogólnoeuropejskich, zdefiniowanych w systemie Krajowych Ram Kwalifikacji. Niestety na konieczne zmiany metod i organizacji pracy polskich uczelni nakłada się na drastyczne obniżenie umiejętności posługiwania się narzędziami matematyki i fizyki przez kolejne roczniki maturzystów, ubiegających się o indeksy politechnik. Zgłoszony pod obrady SME 2012 referat jest pewnego rodzaju przewodnikiem dla służb odpowiedzialnych za wdrożenie nowoczesnych programów PB oraz KRK.

Otwierany jesienią kolejny rok akademicki 2012/13 będzie z pewnością przełomowy dla całej społeczności wyższych uczelni w Polsce. Po wielu latach przygotowań, jako obligatoryjne, zostają wdrożone nowe zasady organizacji toku nauczania na wszystkich jego kierunkach, stopniach i formach kształcenia. Reforma krajowego szkolnictwa uniwersyteckiego w sposób zasadniczy wpłynie na metody przygotowania, realizowania i rozliczania wszelkich relacji z jego klientami, czyli studentami oraz doktorantami. Będzie miała także zasadniczy wpływ na sposób oceny każdej placówki przez Państwową Komisję Akredytacyjną.

Poprzednia kadencja ministra nauki i szkolnictwa wyższego (2007–2011) była czasem prac nad przygotowaniem kompleksowej reformy dydaktyki – łącznie wypracowa-

---

\* Politechnika Warszawska, Instytut Maszyn Elektrycznych, pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa, Wojciech.Urbanski@ee.pw.edu.pl

wano bądź znowelizowano aż osiem ustaw i 92 rozporządzenia. Ten ogromny dorobek legislacyjny wdrażany jest obecnie przez uczelnie i instytucje naukowe. Pomyślnie aplikacje pozwolą krajowemu szkolnictwu wyższemu na wpisanie się w budowany od 1999 roku Europejski Obszar Szkolnictwa Wyższego (*European Higher Education Area*). Program ujednolicania systemów edukacyjnych zwyczajowo nazywany jest Procesem Bolońskim (*Bologna Process*). Polska włączyła się w proces realizacji Procesu Bolońskiego podejmując m.in. działania zmierzające do powszechnego stosowania Suplementu do Dyplomu, rozwijając trójstopniowy system studiów i system punktów kredytowych ECTS, powołując Państwową Komisję Akredytacyjną, promując mobilność w ramach programów Sokrates/Erasmus, Erasmus Mundus, umów międzynarodowych itp.[4]. Nowa Ustawa PRAWO O SZKOLNICTWIE WYŻSZYM w pełni uwzględnia zalecenia Procesu Bolońskiego.

Z punktu widzenia szkolnictwa technicznego i reprezentowanych przez uczestników Sympozjum Maszyn Elektrycznych specjalności najważniejszym dokumentem opracowanym w ostatnich latach jest „Ramowa struktura kwalifikacji i umiejętności absolwentów w ramach Europejskiego Obszaru Szkolnictwa Wyższego” (*Qualification Framework for EHEA*). Została ona przyjęta przez Konferencję Ministrów Edukacji krajów uczestniczących w Procesie Bolońskim w Bergen w 2005 roku.

Aktualna sytuacja szkolnictwa wyższego, a szerzej nauki w Polsce jest trudna, o czym przekonują często publikowane dane statystyczne [2]. Według ekspertyzy Polskiej Akademii Nauk wydatki na badania i rozwój w Polsce wyniosły 0,64% PKB (rok 2009), gdy średnia europejska to 1,9%, USA przeznacza na te cele zaś 2,8%, a Japonia aż 3,5% swojego PKB. Także notowania szkół wyższych w rankingach (pomijając niejednoznaczne kryteria wszelkich porównań) są dla Polski niekorzystne. Przykładem służyć może Ranking SCImago Research Group z 2010 roku, w którym Uniwersytet Jagielloński zajął 362 pozycję, Uniwersytet Warszawski 446, a najwyżej notowana szkoła techniczna – Politechnika Warszawska – pozycję 501.

Niezadowalającą pozycję krajowych uniwersytetów, zwłaszcza technicznych, poprawić mogą skuteczne działania ich kadry kierowniczej i dydaktycznej przy realizacji Procesu Bolońskiego. Właściwy byłby też przegląd treści nauczania pod kątem lepszego wykorzystania czasu studiów. Taką możliwość upatrywać należy w podniesieniu roli maszyn elektrycznych w procesie kształcenia nowoczesnych inżynierów.

MASZyny ELEKTRYCZNE to dyscyplina wykładana we wszystkich uczelniach technicznych w kraju i za granicą. Nie dzieje się tak za sprawą przypadku. Przetworniki elektromechaniczne, napotkać można praktycznie wszędzie. Rozpiętość ich mocy przekracza 9 rzędów wielkości. W dziedzinie tej odnaleźć można ciekawe, ale i trudne, problemy identyfikacji pól: elektrycznych, magnetycznych, także pochodzenia grawitacyjnego. Rozpatrywane są tu zagadnienia mechaniczne, elektroniczne, zasilania i sterowania. Badania maszyn elektrycznych zawierają zawsze istotny aspekt diagnostyczny, co dla ich eksploatorów stanowi ceną zaletę.

Oczywiście analizowana dyscyplina przysparza także pewne trudności, zarówno nauczycielom akademickim, jak i studentom. Spośród nich wymienić trzeba:

- zagrożenia BHP podczas pracy w laboratoriach przy wirujących wałach i źródłach wyższego napięcia,
- trudności wynikające z opisu ustrojów maszyn zarówno polowo, jak i obwodowo,
- kłopoty wykonania sprawozdań z pomiarów, przyjmujących charakter ekspertyz,
- częste zestawianie wyników badań empirycznych z modelami matematycznymi etc.

Wymienione trudności są dolegliwsze z roku na rok ze względu na zapaść edukacyjną, zwłaszcza ograniczanie w szkołach średnich materiału z fizyki i matematyki.

Jednym z warunków realizowania Procesu Bolońskiego jest dostosowanie przedmiotów do koncepcji kształcenia w oparciu o jego efekty [1, 3].

Podstawowym elementem nowego podejścia jest zmiana roli nauczyciela z prezentującego wiadomości, przekazującego informacje wykładowcy, na lidera wspomagającego uczenie się studenta. Tak zdefiniowana zmiana niesie za sobą również zmianę roli studenta, który, z pasywnego odbiorcy informacji i wiadomości, zamienić się musi w aktywnego uczestnika procesu kształcenia, współodpowiedzialnego za jego jakość i świadomego wiedzy, umiejętności oraz innych kompetencji jakie chce w ramach danego przedmiotu zdobyć.

Dużą trudność w definiowaniu efektów kształcenia stanowi ich właściwe odróżnienie od celów przedmiotu.

Cel przedmiotu opisuje zmianę, jaką należy osiągnąć w wyniku realizacji procesu kształcenia związanego z przedmiotem. Cele są intencjami nauczyciela, wskazują nabytą nową wiedzę odbiorców, pozyskane nowe umiejętności, określają przewidywane zmiany sytuacji życiowej oraz tworzone nowe możliwości.

Efekt kształcenia zaś to natychmiastowe i precyzyjne (mierzone po zakończeniu realizacji przedmiotu lub jego części) rezultaty wynikające z dostarczenia produktu w postaci wykładów, laboratoriów, ćwiczeń, projektów, praktyk zawodowych. Efekty kształcenia zdefiniowane dla przedmiotu nie określają tego co wykładowca ma do przekazania studentom, lecz definiują jaką wiedzę, umiejętności, kompetencje personalne oraz społeczne studenci będą demonstrować po ukończeniu kursu.

Oto kilka praktycznych wskazówek pomocnych przy wprowadzaniu przedmiotu do programu studiów:

- liczba efektów dla przedmiotu nie może być zbyt duża; doświadczenie podpowiada wybór od 5 do 9 elementów,
- przyporządkowane dyscyplinie efekty kształcenia muszą w jasny sposób odpowiadać efektom zdefiniowanym w macierzy kompetencji dla całego programu nauczania, być zgodne także z poziomami Krajowych Ram Kwalifikacji (*National Framework of Qualifications – NFQ*),
- efekty kształcenia powinny dotyczyć konkretnych oczekiwań wiązanych z wiedzą i umiejętnościami studentów po zakończeniu kursu,

- do każdego zdefiniowanego efektu kształcenia muszą pojawić się jasne kryteria jego oceny stopnia jego osiągnięcia,
- każdy efekt kształcenia powinien być ustawiony na poziomie osiągalnym dla średnio zdolnego studenta, a nie na potencjalnie najwyższym,
- efekty kształcenia dla danego przedmiotu powinny być osiągalne w zdefiniowanym przez program czasie. Nauczyciele akademicy muszą realistycznie oszacować obciążenie pracą studenta, które musi być zgodne z liczbą punktów ECTS, które zostały przewidziane dla danego przedmiotu.

Wdrożenie nowej idei kształcenia opartej na efektach kształcenia niesie ze sobą zmianę koncepcji prowadzenia przedmiotu już na etapie wstępnym. Nauczyciel nie rozpoczyna od zadania sobie pytania czego będzie uczył, ale od tego jakie, w swoim przedmiocie, chce osiągnąć efekty w zakresie wiedzy, umiejętności i postaw. Dopiero w następnej kolejności pojawia się potrzeba dopasowania treści programowych do określonych uprzednio efektów.

Następstwem pytań wynikających z efektów kształcenia, zadanych w fazie przygotowań do prowadzenia przedmiotu, muszą być konkretne decyzje dotyczące treści programowych, narzędzi dydaktycznych i ewaluacyjnych.

Jako konkretne wsparcie dla pedagogów kształtujących program dyscypliny MASZYNY ELEKTRYCZNE oraz pokrewnych (np.: Wibroakustyka maszyn i urządzeń elektrycznych, Badanie mikromaszyn, Metody projektowania maszyn i urządzeń, Układy zasilania i regulacji maszyn elektrycznych, Badanie i diagnostyka maszyn i aparatów elektrycznych) może służyć klucz odpowiedzi na pytania sprawdzające spójność wewnętrzną programów. Oto one:

- A1:** *czy wszystkie zaplanowane treści programowe znalazły odzwierciedlenie w efektach kształcenia?*
- A2:** *czy wszystkie zdefiniowane efekty kształcenia mają źródło w treści programu?*
- B1:** *czy zaplanowane narzędzia dydaktyczne są odpowiednie dla osiągnięcia założonych efektów kształcenia?*
- B2:** *czy użycie zaplanowanych narzędzi nie przyniesie dodatkowych niezapisanych jeszcze efektów kształcenia?*
- C1:** *czy mechanizmy oceny studentów wspomagają osiągnięcie efektów kształcenia?*
- C2:** *czy każdy efekt kształcenia jest w dostatecznym stopniu sprawdzany?*
- D1:** *czy liczba przydzielonych dyscyplinie punktów ECTS odpowiada nakładowi pracy studenta, niezbędnej dla osiągnięcia wyznaczonych efektów kształcenia?*
- D2:** *czy nakład pracy studentów jest adekwatny do osiąganych efektów kształcenia?*

Aby sprawdzić stopień przydatności MASZYN ELEKTRYCZNYCH do realizowania zadań nakładanych na uczelnie techniczne poddano szczegółowej analizie zapisy dokumentów KRK przygotowanych do wdrożenia przez Wydział Elektryczny Politechniki Warszawskiej. Wybrano najbardziej popularny kierunek studiów stacjonarnych pierwszego stopnia, tj. ELEKTROTECHNIKĘ. Już **cel ogólny kształcenia** został zdefiniowany tak, że właściwie wszelkie działania dydaktyczne

oparte o teorię i praktykę konstruowania i wykorzystania maszyn elektrycznych bardzo ułatwiają jego osiągnięcie. Brzmi on następująco: *Przygotowanie absolwenta do konstruktywnej działalności w obszarze szeroko rozumianej elektrotechniki, obejmujące wiedzę teoretyczną w stopniu umożliwiającym rozwijanie działalności naukowej i innowacyjnej oraz wiedzę praktyczną w zakresie projektowania, konstrukcji i eksploatacji urządzeń, systemów i procesów, w tym z wykorzystaniem zaawansowanych narzędzi informatycznych.*

Efektów kształcenia na kierunku ELEKTROTECHNIKA Wydziału Elektrycznego PW wyróżniono 93. Przegląd dostarczył dowodów, iż MASZYNY ELEKTRYCZNE są znakomitym narzędziem w ich osiąganiu przez studentów i to w stopniu pełniejszym niż w przypadku innych dyscyplin, np.: instalacji elektrycznych, techniki świetlnej czy elektrotermii. Poniżej przytoczono przykłady konkretnych efektów i ich pokrycia w ramach nauczania maszyn elektrycznych:

### WIEDZA

- **pełne odniesienia do efektu kształcenia:**
  - *ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu Elektrotechniki, w szczególności maszyn elektrycznych.*
- **szerokie odniesienia do efektu kształcenia:**
  - *ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu Elektrotechniki, dotyczącą przetwarzania energii elektrycznej.*
- **drugoplanowe odniesienia do efektu kształcenia:**
  - *ma szczegółową wiedzę obejmującą zagadnienia powiązane z Elektrotechniką w zakresie Mechaniki.*
- **brak odniesienia do efektu kształcenia:**
  - *ma podstawową wiedzę dotyczącą ochrony własności intelektualnej.*

### UMIEJĘTNOŚCI

- **pełne odniesienia do efektu kształcenia:**
  - *potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary, symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.*
- **szerokie odniesienia do efektu kształcenia:**
  - *ma przygotowanie niezbędne do pracy w środowisku przemysłowym oraz zna zasady bezpieczeństwa związane z pracą.*
- **drugoplanowe odniesienia do efektu kształcenia:**
  - *potrafi zaproponować ulepszenia istniejących rozwiązań technicznych.*
- **brak odniesienia do efektu kształcenia:**
  - *nie istnieją takie efekty kształcenia.*

## KOMPETENCJE PERSONALNE I SPOŁECZNE

- **pełne odniesienia do efektu kształcenia:**
  - *potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.*
- **szerokie odniesienia do efektu kształcenia:**
  - *potrafi samodzielnie i krytycznie planować proces samokształcenia, w tym uzupełniania wiedzy i umiejętności o charakterze interdyscyplinarnym.*
- **drugoplanowe odniesienia do efektu kształcenia:**
  - *potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji zadań.*
- **brak odniesienia do efektu kształcenia:**
  - *nie istnieją takie efekty kształcenia.*

Tabela 1. Rola przedmiotu MASZYNY ELEKTRYCZNE w nauczaniu ELEKTROTECHNIKI  
Table 1. The aim of ELECTRICAL MACHINES subject in ELECTROTECHNICS teaching

Stopień spełniania efektów kształcenia:	Pełne odniesienie	Szerokie odniesienie	Drugoplanowe odniesienie	Brak odniesienia	Σ
WIEDZA	3 (5,0%)	12 (20,0%)	26 (43,3%)	19 (31,7%)	60
UMIĘTNOŚCI	4 (15,4%)	7 (26,9%)	15 (57,7%)	0	26
KOMPETENCJE	1 (14,3%)	1 (14,3%)	5 (71,4%)	0	7

Walory dydaktyczne nauczania maszyn elektrycznych, jak wcześniej wskazano, trudne są do przecenienia. Niestety bez promowania ich na właściwych forach w dalszym ciągu dochodzić będzie do marginalizowania tej dyscypliny. Taką platformą mogłyby być czasopisma opiniotwórcze środowiska akademickiego. Niestety zaprzestano wydawania kwartalnika Dydaktyka Szkoły Wyższej, do dyspozycji pozostają zatem roczniki Studiów Dydaktycznych, należałoby próbować także promować tę ideę na łamach Spraw Nauki, Forum Akademickiego czy w Głosie Nauczycielskim.

## LITERATURA

- [1] CHMIELECKA E., *Autonomia programowa uczelni. Ramy kwalifikacji dla szkolnictwa wyższego*, Warszawa, MNiSW, Oficyna Drukarska Jacek Chmielewski, 2010.
- [2] KOWALIK S., *Epitafium dla polskiej nauki*, Stal. Metale & Nowe Technologie, Katowice, ELAMED, 2012, nr 3–4, 72–73.
- [3] *Standardy i wskazówki dotyczące zapewnienia jakości kształcenia w Europejskim Obszarze Szkolnictwa Wyższego*, Helsinki, Europejskie Stowarzyszenie na Rzecz Zapewnienia Jakości w Szkolnictwie Wyższym, PPGK KART, 2005.
- [4] URBĄŃSKI W., *System Zapewniania Jakości Kształcenia. Wydział Elektryczny. Politechnika Warszawska*, Warszawa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2011.

PRESENT ISSUES REGARDING TEACHING ELECTRICAL MACHINES  
ACCORDING TO THE BOLOGNA PROCESS  
AND NATIONAL FRAMEWORK OF QUALIFICATIONS

In the article presented below issues, concerning organization and teaching of the ELECTRICAL MACHINES subject in a contemporary, changing legal environment were discussed. Concepts of the Bologna Process (BP) indeed influenced education plans in technical colleges, especially advanced subjects which are being taught in later years of college education and have a fundamental impact on the student's knowledge, skills and social demeanor. The need for detailed review of the structure and content of lectures, laboratory and design classes was additionally imposed with a compulsory adaptation of polytechnic education to all-European regulations, defined in the system of National Framework of Qualifications (NFQ). Unfortunately the required changes in methods and organization of Polish colleges result in a drastic reduction in the ability to employ the use of psychics and mathematics by subsequent years of graduates. This paper can be an advice to university teachers on how modern BP as well as NFQ programs should be implemented.