

## Kształcenie Nowych Kadr dla Elektroenergetyki

### **Kształcenie i upowszechnianie wiedzy z zakresu OZE oraz zasobnikowych systemów użytkowania energii elektrycznej.**

Wytwarzanie i szerokie rozpowszechnienie odnawialnych źródeł energii oraz zasobnikowych systemów użytkowania energii elektrycznej wpływa na powstanie nowych gałęzi przemysłu elektrotechnicznego i nowych gałęzi nauki. W rezultacie powstaną nowe miejsca pracy zarówno przy produkcji, jak i montażu oraz eksploatacji tych źródeł i zasobników. W tym celu niezbędne będzie wykorzystanie doświadczeń wykonawców projektu do kształcenia specjalistów w zakresie nowych technologii w produkcji i użytkowaniu rozproszonych źródeł energii. Forma kształcenia – studia wyższe oraz studia podyplomowe, ułatwią realizację projektu. Utworzone zostaną nowe miejsca pracy dla wykładowców i nowe kierunki studiów dla studentów.

Polska prowadząca spójną politykę energetyczną z Unią europejską jest zobowiązana do zmniejszania uzależnienia energetycznego od dostaw zewnętrznych, w tym zwłaszcza z poza państw UE.

Istotną zadaniem w tym procesie będzie przygotowanie specjalistów w zakresie znajomości problematyki OZE i wyposażenie ich w instrumenty umożliwiające kształcenie i doskonalenie zawodowe fachowców dla gospodarki w tym zakresie.

Doniosłą rolą w tym procesie będzie promowanie oszczędności i innowacyjności energetycznej w powszechnej świadomości społeczeństwa polskiego.

Niezależnie od powyższego należy uruchomić programy popularnonaukowe propagujące OZE w gospodarce narodowej.

### **7.2.2 Rozwój kształcenia i doksztalcania zawodowego w zakresie nowych technologii w systemach wytwarzania i użytkowania energii elektrycznej.**

#### **Syntetyczny opis.**

Planowane kierunki rozwoju energetyki polskiej wymagają dokonania zasadniczego przełomu w dziedzinie sposobu przygotowania kadry energetyków i wspomagających specjalistów z dziedzin pokrewnych: energoelektroniki automatyki i informatyki. Notowany w ostatnim okresie postęp w zakresie nowych technologii wytwarzania energii uzasadnia stwierdzenie, że sfera energetyki, będzie podlegała nieustannym intensywnym przemianom co wymaga stworzenia efektywnego systemu szkolenia o charakterze ustawicznym. Niezależnie od prowadzenia prac badawczych i wdrożeniowych w dziedzinie rozwiązań technologicznych

konieczne jest podjęcie działań zmierzających do przygotowania odpowiedniej kadry dla energetyki ze źródeł odnawialnych.

**Obecnie ani uczelnie techniczne, ani organizatorzy kursów dokształcających nie przygotowują dostatecznie profesjonalnie pracowników dla energetyki z OZE.**

Zatem badania naukowe i prace rozwojowe realizowane powinny być ściśle powiązane z niezbędnymi szerokimi przedsięwzięciami szkoleniowymi, a poszczególne projekty studialne oraz eksperymentalne w zakresie różnych rozwiązań muszą mieć swoje „oblicze dydaktyczne”, umożliwiające ich wykorzystanie w procesie szkoleniowym.

Tematyka kształcenia i dokształcania zawodowego w ramach omawianego przedsięwzięcia będzie ograniczać się do aspektów technicznych i obejmować obszary tematyczne jak: generatory, zasobniki energii, sprzęgi energoelektroniczne, sterowanie obiektowe i systemowe, nadzór i zabezpieczanie (procedury awaryjne), jakość energii i niezawodność zasilania, specjalizowane systemy informatyczne.

Charakterystyczną cechą przewidywanego systemu szkolenia i doszkalania jest jego interdyscyplinarność, co powoduje konieczność włączenie do procesu szkolenia fachowców z różnych specjalności.

W realizacji zadania szkolenia i przeszkalania (doszkalania) kadry energetyków należy wziąć pod uwagę następujące zagadnienia :

1. Koordynowanie dla potrzeb szkolenia i przygotowanie dydaktyczne bazy eksperymentalnej rozwijanej w ramach programu i jej integracja w cyklu szkoleniowym.
2. Uruchomienie i przeprowadzenie programu pilotażowego, zmierzające do wytyczenia właściwego kierunku szkolenia. Ważnym nurtem tego programu byłaby seria warsztatów i seminariów, umożliwiających konfrontowanie programu z opiniami uznanych specjalistów o europejskiej i światowej renomie.
3. Opracowanie programów szkolenia dla potrzeb uruchomienia interdyscyplinarnych studiów inżynierskich z zaangażowaniem szerokiego zespołu specjalistów z znaczących polskich uczelni technicznych.
4. Zaprojektowanie i uruchomienie witryny internetowej zapewniającej pełną informację organizacyjną oraz merytoryczną dla potrzeb zarówno studiów stacjonarnych jak i przede wszystkim dla ogólnopolskiego studium doszkalającego ukierunkowanego na pracowników sektora energetycznego.
5. Uruchomienie ogólnokrajowego kształcenia ustawicznego dla kadr polskiej energetyki.

### **Cel główny i cele szczegółowe.**

**Celem głównym** jest osiągnięcie w perspektywie 5 lat znacznej liczby wykształconych i przeszkolonych fachowców zdolnych projektować, wdrażać i obsługiwać zintegrowane systemy generacji i magazynowania energii, wprowadzane na szeroką skalę do polskiej energetyki.

#### **Celami szczegółowymi są :**

- opracowanie i uruchomienie programu pilotażowego dla przyszłej kadry dydaktyczno-szkoleniowej;
- *opracowanie materiałów dydaktycznych*, w tym podręczników akademickich, jak i środków multimedialnych dla potrzeb studiów inżynierskich w zakresie nowoczesnych systemów energetyki rozproszonej;
- *szkolenie ustawiczne* w zakresie nowoczesnych systemów energetyki rozproszonej:  
studia podyplomowe, kursy specjalistyczne, seminaria, warsztaty itp.

Ważne cechy: interdyscyplinarność, integracja procesu kształcenia z eksperymentem przy wykorzystaniu technik multimedialnych.

Realizacja tych zadań umożliwi :

- opracowanie programów szkolenia kadry równoległe z pracami badawczymi nad technologiami energetyki rozproszonej w sposób najbardziej dostosowany do rzeczywistych potrzeb i wskazanych kierunków;
- przygotowanie odpowiedniej kadry dydaktycznej niezbędnej do prowadzenia programu pilotażowego oraz zajęć na studiach inżynierskich i podyplomowych w uczelniach technicznych;
- opracowanie materiałów dydaktycznych (podręczniki akademickie, skrypty, zarysy wykładów itp.) rozpowszechniane metodami tradycyjnymi oraz w Internecie (bazy danych, wirtualne eksperymenty, prezentacje laboratoryjne);
- przeszkolenie pracowników w zakładach i rejonach energetycznych z nowymi technologiami.

#### **Sposób wykorzystania:**

Wyniki realizacji powyższych zadań mogą być wykorzystane przez następujące instytucje i przedsiębiorstwa:

- Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w rozwoju nowych interdyscyplinarnych kierunków kształcenia inżynierów w uczelniach technicznych;
- Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej wspomagając nowe możliwości zatrudnienia w stosunkowo znacznie bardziej chłonnej na obsługujący personel zmodernizowanej dziedziny gospodarki;
- Ministerstwo Gospodarki w zakresie wyszkolenia kadry będącej w stanie przygotowywać programy modernizacji energetyki od strony technicznej;
- Polskie Sieci Energetyczne, Zakłady i Rejony Energetyczne, wielka liczba małych i średnich producentów urządzeń energetyki rozproszonej oraz obsługi serwisowej dzięki wyszkoleniu kadry inżyniersko-technicznej oraz utworzeniu forum wymiany informacji;
- organy samorządu terytorialnego województw i powiatów dysponujące odpowiednią kadrami, zdolną wspomagać inicjatywy gospodarcze w jednostkach samorządowych.

		<b>Rozwój kształcenia i doksztalcenia zawodowego w zakresie nowych technologii w systemach wytwarzania i użytkowania energii elektrycznej.</b>	
<b>1</b>	<b>7.1</b>	Opracowanie wzorcowych programów uzupełniających oraz materiałów źródłowych i pomocniczych do zajęć z zakresu nowych technologii wytwarzania, magazynowania i użytkowania energii elektrycznej, na poziomie szkół średnich, szkół wyższych oraz do innych celów szkoleniowych.	2 lata
<b>2</b>	<b>7.2</b>	Wprowadzenie nowego kierunku studiów na uczelniach technicznych: „Rozproszone źródła energii z zasobnikami-projektowanie, badania i eksploatacja”.	3 lata
<b>3</b>	<b>7.3</b>	Wprowadzenie do programów studiów wyższych na kierunku <i>Elektrotechnika</i> w uczelniach technicznych przedmiotu dotyczącego nowych technologii w systemach wytwarzania, magazynowania i użytkowania energii elektrycznej.	3 lata
<b>4</b>	<b>7.4</b>	Wdrożenie systemu szkolenia ustawicznego w Krajowym Systemie Doradczych Usług Pomocniczych w zakresie nowych technologii w systemach wytwarzania, magazynowania i użytkowania energii elektrycznej.	3 lata
<b>5</b>	<b>7.5</b>	System doksztalcenia kadry dydaktycznej i inżynierskiej w zakresie nowych technologii w systemach wytwarzania, magazynowania i użytkowania energii elektrycznej.	3 lata

### 7.2.3. Innowacyjne kształcenie inżynierów w systemie PBL – możliwości i ograniczenia

*Marian Kaźmierkowski* \*)

Ostatnio wiele dyskutuje się o problemach szkolnictwa wyższego, bezrobociu wśród absolwentów uczelni, niedopasowaniu kierunków kształcenia do potrzeb rynku, rankingach uczelni, etc. Również w ogłoszonej *Strategii Rozwoju Politechniki Warszawskiej do roku 2020* wśród analizy mocnych i słabych stron kształcenia wymienia się na wstępie:

- Słabe przygotowanie większości nauczycieli akademickich w zakresie innowacyjnych metod kształcenia i nauczania w jęz. angielskim,
- Brak doświadczeń związanych z przemysłem,
- Niewielki odsetek studentów zaangażowanych w prace badawcze.

Zastanawiając się jak zniwelować te słabości powinniśmy poszukiwać nowych form kształcenia inżynierów, gdyż wszyscy odczuwamy, że w zmieniającym się świecie tradycyjne kształcenie „nie nadaża” za szybkim rozwojem. Trudno jednak przesądzić co i w jakich proporcjach należy zmieniać. Na pewno nie jesteśmy w stanie przekazać studentom całej historii i rozwoju metod w obrębie dyscypliny, w której sami się kształciliśmy. Mimo że - jak stwierdza prof. Andrzej Targowski w ciekawym artykule „Różnice w kształceniu inżynierów w Polsce i w USA”, *Przegląd Techniczny 23-24/2012*: „nie ma jednej optymalnej formy kształcenia, która byłaby zalecana w każdym kraju, gdyż zależy ona od modelu i sytuacji gospodarczej oraz kultury społecznej, a także od czasu w którym zachodzi” - warto poznać zasady kształcenia innowacyjnego inżynierów w innych krajach i przyjrzeć się im.

#### **A któż będzie nauczał nauczycieli?**

Współczesne społeczeństwo generuje ciągle nowe problemy i wyzwania. Tradycyjne podejście (duża liczba wykładów, praktyka zawodowa, seminaria profesjonalne, publikacje, etc.) jest procesem zbyt powolnym! Odpowiedź lub nawet sam problem mogą być już nieaktualne, gdy znajdziemy rozwiązanie. Dzisiaj inżynier zarówno konstruktor, jak i badacz czy projektant pracuje zazwyczaj w zespole, gdyż czasy „samotników” działających w oderwaniu od świata zewnętrznego i wiedzy o tym, co w tym zakresie robią inni, raczej bezpowrotnie minęły. Ponadto musimy się pogodzić z tym, że odpowiedzi i rozwiązania aktualnych problemów nie będą znajdowane w obrębie jednej dyscypliny. Zarówno zakres prac, jak i konieczność udziału specjalistów z różnych dyscyplin (np. elektrycy, informatycy, mechanicy, etc.) zmusza do pracy zespołowej. Dlatego parafrazując pytanie Platona: „A któż będzie pilnował wartowników?” – można zapytać: „A któż będzie nauczał nauczycieli?” Jak zagwarantować, aby nauczyciele akademicki byli w stanie przekazywać studentom wiedzę na aktualnym poziomie? System kształcenia problemowego (ang. Problem Based Learning – PBL) bazujący na zajęciach projektowych stanowi próbę odpowiedzi na to ciągle aktualne pytanie! Jeśli chcemy kształcić absolwentów mających kwalifikacje i doświadczenie w rozwiązywaniu zagadnień które czekają na nich po opuszczeniu murów uczelni, jest niezwykle ważne, aby politechniki posiadały *aktywnych naukowców*, a programy studiów dużą wewnętrzną adaptacyjność i innowacyjność.

Celem kształcenia tradycyjnego jest osiągnięcie określonej wiedzy z danej dyscypliny oraz poznanie standardowych rozwiązań znanych problemów, więc wszyscy studenci danego kierunku studiują wg identycznego programu. System sprawdzał się w przeszłości, w społeczeństwie, w którym zadania i funkcje inżyniera były ugruntowane i dość dobrze sprecyzowane, a wiedza zdobyta na studiach nie ulegała tak gwałtownej dezaktualizacji.

Współczesne kształcenie PBL stawia studenta w centrum całego procesu uczenia i koncentruje się na pracy nad nierozwiązanymi, aktualnymi problemami społeczeństwa i

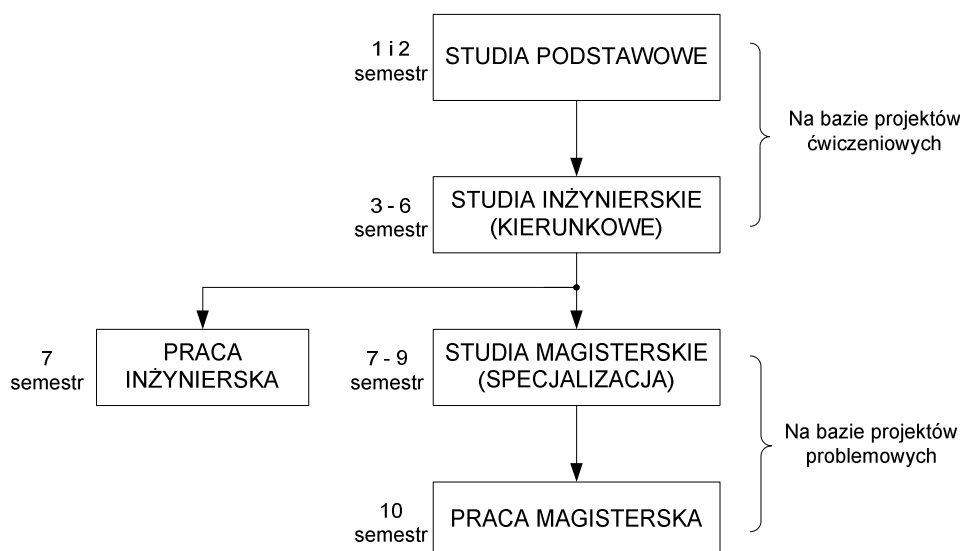
otoczenia. Przez głęboką analizę problemów studenci uczą się i stosują wiedzę teoretyczną, która jest niezbędna do rozwiązania problemu, tzn. problem definiuje przedmiot studiów, a nie odwrotnie!

Chińskie przysłowie, które brzmi: „*Powiesz mi, wkrótce zapomnę, pokażesz mi, może zapamiętam, pozwolisz dotknąć a zrozumieć, ustąpisz mi miejsca, to zadziałam*” jest mottem do organizacji kształcenia PBL na bazie grupowej pracy projektowej. Takie kształcenie jest ze swej natury interdyscyplinarne.

Do uniwersytetów, które kształcą na bazie PBL należą: Aalborg University (AAU), Dania; Maastricht University, Holandia; McMaster University, Canada; Linköping University, Szwecja; Olin College, Needham, MA, USA; Roskilde University Centre, Dania, i inne. Jednak najbardziej znany jest “Aalborg Model PBL”.

### Model PBL na Uniwersytecie w Aalborg, Dania

Uniwersytet w Aalborg, drugi co do wielkości w Danii po TU Lyngby, już od swego powstania w 1974 roku rozwija system kształcenia PBL bazującego na zajęciach projektowych (ang. *project organized study*).



#### **Rys. 1. Całe studia PBL na Uniwersytecie w Aalborg, Dania bazują na projektach semestralnych**

W programach realizowanych w Aalborgu (rys. 1) na studiach I-go stopnia (inżynierskich) projekty mają charakter ćwiczeniowo-obliczeniowy na bazie znanej wiedzy z kilku dyscyplin (know how). Natomiast na studiach II-go stopnia (magisterskich) projekty mają charakter problemowy, który polega na rozwiązywaniu zagadnień przez użycie odpowiedniej wiedzy niezależnie od wybranej specjalizacji (know why).

Aby prace projektowe stanowiły element kształcenia kierunkowego, programy muszą być zorganizowane jako *moduły tematyczne* trwające zazwyczaj jeden semestr. Każdy moduł zawiera 6 wykładów (po pół dnia), przy czym prowadzone są dwa rodzaje wykładów: ogólne, dające wiedzę podstawową, oraz zorientowane na projekt, dające podstawy teoretyczne związane z tematyką projektu. Także dodatkowo oferowane są „*short courses*” prowadzone przez zapraszanych profesorów wizytujących lub specjalistów z firm.





**Rys. 2. W „Modelu PBL w Aalborg” studenci w każdym semestrze realizują projekty w grupach 3-7 osobowych. Typowo 50% czasu przeznaczony jest na pracę nad projektem, 25% wykłady ogólne oraz 25% wykłady zorientowane na projekty**

### Rola nauczyciela

W kształceniu bazującym na pracy projektowej nauczyciel akademicki powinien posiadać umiejętność doradztwa w odniesieniu do użycia odpowiednich teorii i metod analizy. Powinien sam być dobrym badaczem i umieć motywować zespół. Ponadto musi czuwać nad terminową realizacją projektu. Można powiedzieć, że tradycyjna rola nauczyciela ulega zmianie: z *"lorda katedry"* na *"trenera z boku"*. Często prace projektowe wykonywane przez grupę studentów motywują również nauczycieli do podejmowania badań naukowych. Wiele spośród tematów projektów studenckich może i powinno bazować na aktualnych problemach badawczych nauczycieli akademickich. To oddziaływanie między kształceniem i badaniami nadaje konieczny element dynamiki wymagany w edukacji innowacyjnej.

### Opinia Dziekana z Aalborg

**Profesor Frede Blaabjerg, w latach 2004-2010 Dziekan Wydziału Inżynierii i Nauk Ścisłych Uniwersytetu w Aalborg, Dania, pytany o system PBL wyjaśnia:**

„Wśród wielu zalet modelu PBL realizowanego w Aalborg jest to, że studenci uzyskują umiejętność rozwiązywania aktualnych problemów i zagadnień, uczą się planować i dzielić pracę podczas semestru, gdyż muszą wykonać cały projekt w ciągu 15 tygodni – od analizy problemu, pomysłu rozwiązania, analizę teoretyczną, eksperymenty, do napisania raportu końcowego. Również ich umiejętności komunikacyjne zarówno pisemne, jak też oralne są doskonałe. W Aalborg mówimy, że my *„uczymy studentów jak się uczyć”* – co jest niezwykle istotne, gdyż współcześnie wiedza, szczególnie w zakresie inżynierii, dezaktualizuje się po 2-4 latach. Pracodawcy są bardzo zadowoleni z naszych absolwentów, gdyż mogą oni zacząć pracować efektywnie (zarabiać pieniądze dla zakładu) praktycznie od pierwszego dnia zatrudnienia. Jednakże wadą w stosunku do klasycznych programów kształcenia jest to, że studenci zaliczają mniej przedmiotów co jest widoczne w dokumentach egzaminacyjnych: zazwyczaj podczas jednego semestru mają 3 przedmioty po 5 ECTS. Bardzo ważnym elementem procesu kształcenia PBL jest ocena końcowa projektu, która typowo trwa 2-4 godzin. Najpierw każdy student referuje swoją część projektu, po czym komisja oceniająca (w jej skład wchodzi: opiekun projektu, nauczyciel z innej jednostki wydziału, zaproszony nauczyciel z innej politechniki i/lub specjalista z przemysłu) komentują organizację i sposób prezentacji. Następnie egzaminatorzy zadają pytania merytoryczne odnośnie tematyki

projektu, a studenci wyjaśniają (bronią). W fazie końcowej studenci odpowiadają indywidualnie na pytania komisji w celu określenia ich wiedzy i zróżnicowania ocen.”

- **Na pytanie dlaczego system kształcenia PBL prowadzony na Uniwersytecie w Aalborg od 1974 roku nie rozpowszechnił się tak, jak można tego było oczekiwać profesor Blaabjerg odpowiada:**

„Realizacja pełnego modelu PBL na bazie projektów semestralnych w istniejących już uczelniach jest trudna, gdyż potrzebna jest baza lokalowa i laboratoryjna dla pracy zespołowej każdej grupy projektowej (Uniwersytet w Aalborg dysponuje ponad 1200 takimi pomieszczeniami przy liczbie około 14 000 studentów). Jednakże obserwuje się coraz więcej programów (curricula) bazujących na PBL. W Danii wszystkie szkoły inżynierskie prezentując swoją ofertę podkreślają ideę studiowania poprzez prace w zespołach. Również coraz więcej uniwersytetów zagranicznych stosuje semestralnie PBL. Jednak pełna kopia modelu z Aalborg jest rzeczywiście rzadko spotykana.”

### **Opinia audytorów zewnętrznych**

Specjaliści są zgodni, że PBL oferuje ciekawsze, aktywne studia, wyrabiające tak ważne umiejętności absolwentów jak:

- metodyka rozwiązywania nowych problemów,
- efektywne łączenie teorii z praktyką,
- praca w zespole,
- odpowiedzialność i terminowość,
- prezentowanie niezależnych opinii, ocena swoich własnych możliwości,
- komunikatywność zarówno pisemna jak i werbalna,
- ugruntowana podczas dyskusji w grupach projektowych wiedza.
- wewnętrzna adaptacyjność i innowacyjność programu studiów
- interdyscyplinarność
- efektywne łączenie badań z edukacją - w wielu projektach studiów magisterskich część raportu grupy jest prezentowana jako publikacja, spełniająca wysokie standardy czasopism międzynarodowych.

Ponadto w opinii audytorów zewnętrznych absolwenci kształcenia PBL z Aalborg są zdecydowanie lepiej przygotowani do: kierowania, kooperacji, pracy projektowej, rozwiązywania problemów, komunikacji społecznej oraz ogólnej wiedzy technicznej. Natomiast są słabsi aniżeli absolwenci tradycyjnego kształcenia (np. TU Lyngby) w zakresie dziedzin podstawowych i specjalistycznych. Jest to wynikiem tego, że często w ramach wykonywanych projektów studenci poświęcają dużo czasu na rozwiązanie konkretnych problemów kosztem czasu na wykształcenie ogólne i specjalistyczne.

### **Model PBL w warunkach polskich**

W Polsce pewne próby kształcenia PBL na bazie projektów jak dotychczas wprowadzono np. w Katedrze Mechatroniki na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej (prof. Krzysztof Kluszczyński), ale nie jest to realizacja całego curriculum w systemie PBL. Ogólnie przeszkodą jest ograniczona baza lokalowa naszych uczelni uniemożliwiająca organizację projektów dla wszystkich studentów, a także sposób obliczania obciążeń (pensum) pracowników dydaktycznych.

Analizując opinie niezależnych audytorów i własne doświadczenia autora można dojść do wniosku, że w systemie aktualnie obowiązujących studiów dwustopniowych – przy malejącej z powodów demograficznych liczbie kandydatów – kształcenie PBL oparte na zajęciach projektowych powinno stać się standardem na studiach II-go stopnia magisterskich. Łatwość zmian programów i współpracy z przemysłem zdynamizowałoby badania naukowe, a



projekty w naturalny sposób połączyłyby badania z procesem edukacji. Ułatwiły by także pożądane zróżnicowanie profilowe powściągając ambicje uczelni do przekształcania we wszechogarniające wszechnice.

<sup>\*)</sup> Autor od 1990 roku współpracuje z *Institute of Energy Technology*, Aalborg University (AAU), w 2004 r. otrzymał Doktorat Honoris Causa AAU.