

Prof. dr hab. inż. Jan KUBIK*
Politechnika Opolska

ROLA SEMINARIÓW W KSZTAŁCENIU DOKTORANTÓW

1. Wprowadzenie

Dobłą tradycją spotkań doktorantów z wydziałów budownictwa polskich politechnik w Wiśle jest referat wprowadzający, który powinien skłonić do refleksji słuchaczy przygotowujących swoją dysertację. Wystąpienie takie, stawiające ogólne problemy metodyki kształcenia, powinno być inspirujące dla młodych adeptów nauki na studiach doktoranckich.

W działaniu naukowym nierozzerwalnie z tworzeniem i uzasadnianiem modeli związana jest konieczność weryfikacji stawianych tez. Jedną z niepoślednich ról odgrywa tu seminarium naukowe, jako forma wymiany, kształtowania myśli i poglądów. Ale najważniejsza jego rola praktyczna to weryfikacja modelu badanych zjawisk, a następnie ocena wynikających z nich następstw. Jak zmieniała się rola tej swoistej agory, miejsca wymiany poglądów od powstania politechnik do współczesnego seminarium naukowego – to temat wystąpienia.

2. Integracja nauk

Przed kilkudziesięciu laty wyniki naukowe uzyskane przez fizyków zadecydowały o powstaniu kilku nowych nauk, m.in. informatyki, inżynierii materiałowej, bioniki czy termomechaniki, dodajmy nauk, o których w czasie moich studiów nic się nie wiedziało. One po prostu nie istniały.

* Wykład wygłoszony na VII Konferencji Naukowej Doktorantów Wydziałów Budownictwa, Wisła 9-10 listopada 2006 r.

Na politechnikach dominowały natomiast rozdrobnione specjalizacje techniczne, wynikające z potrzeb przemysłu, jak: budownictwo, mechanika, technologia chemiczna czy elektrotechnika. Na budownictwie podstawą była mechanika budowli i wynikające z niej metody projektowania konstrukcji, natomiast wszystkie sprawy cieplne należały do energetyki, przepływy masy to była domena inżynierii chemicznej – nie było nawet fizyki budowli, nie wspominając o informatyce czy bionice. Nauki techniczne były ściśle poszufladkowane.

Później przyszedł czas integracji – wyspy zmonopolizowanej tematyki i naukowej szczególności zanikły. Mamy coraz bardziej totalną naukę i technikę. Co ciekawsze, jedności klasycznych nauk technicznych, która wynikała jako zastosowanie XIX-wiecznej fizyki do rozwiązywania problemów techniki, jakoś nie dostrzegano. Najpierw rozwijały się oddzielnie mechanika, przepływy ciepła i masy oraz elektrotechnika. Elementy wspólne miały charakter incydentalny, jak np. uwzględnianie efektów rozszerzalności cieplnej i pęcznienia materiałów w mechanice konstrukcji. Z czasem rozwój nowych technologii materiałów zmusił do działań integracyjnych. W mechanice pierwszym sygnałem tych zmian była teoria pól sprzężonych, a szczególnie termosprężystość, gdzie wyniki polskiej szkoły termosprężystości W. Nowackiego były jedną z przyczyn powstania termomechaniki. Istotnie, z tego zbioru szczególnych subdyscyplin zlokalizowanych wokół mechaniki powstała termomechanika. Stanowi ona wspólne forum do badań wzajemnych powiązań mechaniki z energetyką procesów, przemianami fazowymi, a ostatnio też przepływami elektrycznymi i in. Wspólnym mianownikiem tych odległych zagadnień stała się termodynamika procesów nieodwracalnych. Dochodzi więc do łącznej analizy problemów, które traktowano dotychczas oddzielnie. W efekcie otrzymujemy pełne opisy procesów wytwarzania czy też destrukcji materiałów budowlanych. Okazują się one bardziej złożone niż problemy mechaniki konstrukcji. Kolejnym impulsem przeobrażeń są problemy informatyki, która weszła przebojem we wszystkie działy techniki i technologii. W mechanice powstała mechanika komputerowa, która jest podstawową w obliczeniach inżynierskich.

Z przytoczonych faktów wynika konieczność innego spojrzenia na kształcenie na wyższym poziomie technicznym. Przybywa faktów i metod do przyswojenia przez studentów, a ubywa czasu, a najczęściej też i chęci solidnego kształcenia. Będzie to więc kształcenie bardziej ogólne, uniwersalne, dające szansę absolwentowi na modyfikację umiejętności w życiu zawodowym, w którym wielokrotnie musi zmienić kwalifikacje. On się po prostu musi nauczyć elastycznie zmieniać swoje kwalifikacje. Szkieletem powinno być dobre wykształcenie matematyczne, stanowiące podstawę modelowania zjawisk fizycznych, a co ważniejsze zastosowanie tych modeli przy rozwiązywaniu problemów techniki i technologii. Odbiega to

od postrzeganej rzeczywistości, gdzie kształcimy na bieżące potrzeby przemysłu i budownictwa, a powinniśmy kształcić na niesprecyzowane nawet potrzeby przyszłości. To wszystko prawda, tylko brak recept jak dobrze kształcić.

3. Kształcenie uniwersyteckie

Przyjrzyjmy się z kolei tradycyjnemu kształceniu uniwersyteckiemu w Austrii i Niemczech, skąd dochodziły do nas wzorce kształcenia obowiązujące w Europie w istocie od XIX wieku do dzisiaj.

Na studiach przyrodniczych, najbliższych technicznym, obowiązywała duża dowolność wyboru przedmiotów i kierunków studiów, natomiast przyjmowanym studentom proponowano najpierw kursy wprowadzające z nauk podstawowych, a więc matematyki, fizyki i chemii. Miały one dać szansę na wyrównanie poziomu słuchaczy, którzy pochodzili z różnych gimnazjów o różnych wymaganiach maturalnych. Po tym kursie przychodziła grupa przedmiotów zasadniczych, stanowiących szkielet wykształcenia uniwersyteckiego. Okres ten trwał ok. 2 lat i kończył się licencjatem.

Ostatni etap kształcenia to była specjalizacja na wykładach monograficznych. Otóż w dobrym zwyczaju uniwersytetów było, iż profesor prezentował na wykładach własne wyniki badań z uprawianej tematyki naukowej lub prezentował rozwijane akurat, a ważne rezultaty badań kolegów. Realizowała się tu podstawowa zasada nowoczesnego kształcenia uniwersyteckiego: **zasada jedności nauki i nauczania**, głosząca, iż *profesora uniwersyteckiego różni od nauczyciela gimnazjalnego to, iż prowadzi własne badania, a wyniki tych badań prezentuje na wykładzie uniwersyteckim na poziomie zaawansowanym.*

Z zakresu tego wykładu wydaje też tematy prac seminaryjnych od zupełnie elementarnych po najtrudniejsze problemy, nad którymi sam pracuje. Dyplomanci je podejmując wykonywali pracę kończącą cykl kształcenia. Wyniki przedstawiali na seminarium biegnącym w ślad za wykładem. I tu następował najbardziej zasadniczy moment – profesor *najzdolniejszym studentom podejmującym trudny, a jednocześnie oryginalne tematy proponował rozszerzone opracowanie tematu, kończące się pracą doktorską.* W następstwie po roku czy dwóch latach dochodziło do obrony prac doktorskich, które dodatkowo podejmowały i rozwiązywały trudny i oryginalny temat naukowy. Doktorzy zaś mieli tyle lat co obecnie studenci. Powie ktoś, jaki był stan wiedzy? To prawda, ale wyniki te najczęściej same się bronią, stanowiąc fragmenty klasycznej wiedzy. Warto tu zwrócić uwagę, że i obecnie istnieją obszary ekspansji

nauki, szczególnie na pograniczach. Jest wiele nierozwiązanych problemów nanomechaniki, termomechaniki czy ich zastosowań w technologii nowoczesnych materiałów budowlanych.

Zauważmy, iż opisywany system kształcenia oprócz selekcji i umiejętności wymagał dodatkowo profesorów o wybitnych osobowościach i etyce, oczywiście poza wiedzą, wyobraźnią i kompetencją. Podobne warunki stawiał najlepszym studentom – przyszłym doktorom. Zysk był oczywisty, biorąc pod uwagę tylko dwuletni okres przygotowania doktoratu.

I tu pojawia się kolejny element tego systemu – po doktoracie z błogosławieństwem uczelni szło się obowiązkowo prowadzić własną działalność zawodową. Na pożegnanie zachęcano do współpracy naukowej, przesyłania prac do periodyków naukowych itp., ale na uczelni nie było miejsca dla wiecznych doktorów. Ten system zapewnił imponujący rozwój naukowy krajom Europy w pierwszej połowie XX wieku.

4. Kształcenie na politechnikach

Powstałe po Kongresie Wiedeńskim w 1815 roku politechniki jako nowoczesne uczelnie techniczne korzystały już ze wzorów zreformowanego przez Humboldta Uniwersytetu Berlińskiego. W ich kształceniu dominował jednak element praktyczny poprzedzony przed tym studium podstawowym o charakterze matematyczno-fizycznym. W tym rozumieniu kształcenia technicznego *inżynier był osobą, która swoje umiejętności i wykształcenie z zakresu matematyki, fizyki i chemii jest w stanie wykorzystać do projektowania, wytwarzania nowych materiałów i technologii*. W tym klasycznym widzeniu roli inżyniera widać też powiązanie jego wykształcenia z uniwersyteckim.

Ten trend był szczególnie silny na przełomie wieków w uczelniach niemieckich, gdzie doszło do pierwszych prób łączenia nauki uniwersyteckiej z technicznymi zastosowaniami. Pionierem tego kierunku był wybitny matematyk Felix Klein – znany jako twórca programu algebraizacji geometrii (program z Erlangen). Pracując z Hilbertem i Minkowskim w Getyndze stworzyli unikalne warunki do rozwoju nie tylko matematyki, fizyki, ale też zastosowań, m.in. hydromechaniki, które prowadził L. Prandl. Z tych wspólnych badań i współpracy techników z fizykami i matematykami uzyskano olbrzymi postęp w zastosowaniach hydromechaniki. Powołana przez nich w 1924 roku pierwsza organizacja jednocząca matematyków i mechaników – *Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik* (GAMM) dała szansę na syntezę matematyki i fizyki z techniką. W tych warunkach ścisłej współpracy naukowej do-

szło też do zmian profilu kształcenia technicznego. Na tradycyjnych politechnikach powstały wówczas wydziały zastosowań matematyki i fizyki do rozwiązywania problemów techniki.

Trendy te zauważono też na Politechnice Lwowskiej, gdzie w latach 30. XX w. powołano studia w zakresie nauk podstawowych, zapewniające kształcenie najzdolniejszych studentów, na której wykładali również S. Banach, K. Kuratowski i in. Absolwentami tego wydziału była w znacznym stopniu powojenna elita profesorów naszych politechnik.

Warto też przy okazji zauważyć zmianę roli obieralnych władz akademickich, kiedy to w okresie istnienia Politechniki Lwowskiej (1877-1939), czyli 62 lata, prawie co roku wybierano rektora, do obecnej sytuacji, kiedy rektorzy są na stanowiskach z przerwami nawet i po 10 lat. Rektor obecnie to raczej prezes złożonego przedsiębiorstwa naukowo-wdrożeniowego, niż pierwszy spośród profesorów na uczelni – jak było we Lwowie. Podobnie z władzami wydziałów. Między tymi dwoma skrajnościami leży kompromis między tradycją akademicką a wymogami sprawnego zarządzania przedsiębiorstwem – uczelnią. Zauważmy jednak, iż we Lwowie powstawała m.in. teoria żelbetu, hipotezy wyężeńiowe czy nieliniowa mechanika, a 16 matematyków stworzyło historyczną *lwowską szkołę matematyki*.

W następstwie tych zmian doszło do przewartościowania programów politechnik na bardziej utylitarne, tym bardziej że rosnąca specjalizacja miała zbyt duży wpływ na ostatni okres kształcenia. Ta tradycja *kształcenia wąskospecjalistycznego*, nastawiona przy dyplomowaniu inżynierów na rozwiązywanie zadań praktycznych, np. elementów projektów budowli, jest dominującą do dnia dzisiejszego na uczelniach technicznych w kraju.

Widać więc, iż uniwersytecki system kształcenia nie przyjął się generalnie na politechnikach, z wyjątkiem chyba wydziałów chemicznych pokrewnych zresztą uniwersyteckim.

5. Seminaria

Współczesne seminarium fizyczne i matematyczne wprowadzili w 1834 roku na Uniwersytecie w Królewcu matematyk E. Jacoby - *ten od jacobianów* i fizyk F. Neumann. Każdy ze studentów ich seminarium musiał przygotować i zreferować pracę na następne spotkanie, na którym dyskutowano trudniejsze elementy pracy, a także prace wykonywane pod kierunkiem profesora, zawierające elementy oryginalności.

Ten sposób kształcenia zrewolucjonizował nauczanie fizyki i zaowocował grupą młodych, doskonale przygotowanych ludzi nauki, takich jak Clebsch, Kirchhoff, Voigt – uczniów Neumanna. Sposób okazał się trafny i po kilkunastu latach był podstawową formą finalnego

kształcenia absolwentów fizyki na uniwersytetach europejskich. Z czasem przeniósł się w sposób naturalny na wydziały techniczne, szczególnie przy kształceniu w zakresie hydromechaniki, termodynamiki i elektromagnetyzmu.

Należy wspomnieć tu o kilku innych historycznych osiągnięciach wynikających z seminariów. Pierwsze z nich – to słynne seminarium Minkowskiego w Getyndze w 1907 roku na temat *podstaw teorii względności*, której owocem była przestrzeń Minkowskiego i cała seria prac z fizyki współczesnej. Co ciekawsze, słuchacze tego seminarium (Courant, Weyl, Runge, Ritz, Kaluża) uzyskali później trwałe miejsce w matematyce i fizyce.

Wspólne dyskusje i seminaria matematyków, fizyków, a później za sprawą F. Kleina techników stały się wiodące dla kształcenia w Getyndze. A na słynne seminaria „*O materii*” prowadzone przez D. Hilberta przyjeżdżali fizycy z całej Europy, m.in. N. Bohr, W. Pauli i in. W mechanice tę samą rolę odegrały seminaria L. Prandla – twórcy hydromechaniki.

Kolejne niezwykle seminarium to tradycja lwowska – seminaria S. Banacha i współpracowników w Kawiarni Szkockiej we Lwowie. Tam przy stoliku w długich dyskusjach przy kawie i dymie papierosów powstawały nowe idee matematyczne, które dzisiaj są klasycznymi fragmentami analizy funkcjonalnej. Wykształcona tam elita matematyków stanowiła trzon tzw. lwowskiej szkoły matematycznej. Jej oddziaływanie na Politechnikę było też znaczne, dość wspomnieć, iż profesor Murzyński – dziekan Wydz. Mechanicznego należał też do kręgu tych uczonych, którzy tworzyli legendę uniwersytecką.

Nic też dziwnego, że po wojnie w Gliwicach na Politechnice Śląskiej po otrzymaniu pierwszej przesyłki książek z zagranicy rozpoczął seminarium z teorii stanów granicznych dla pracowników swojej Katedry. Było to chyba pierwsze seminarium na Politechnice Śląskiej.

Do historii przejdą też seminaria organizowane przez profesora W. Olszaka z teorii plastyczności oraz profesora W. Nowackiego z termosprężystości. Prowadziły one do polskiej szkoły mechaniki, stanowiąc podstawową metodę rozwiązywania oryginalnych problemów naukowych.

W ślad za tymi seminariami w katedrach mechanik polskich politechnik powstały seminaria naukowe jako podstawowa forma kształcenia doktorantów, a wprost pracy naukowej.

Oceniając wyszczególnione seminaria, należy podkreślić w nich rolę lidera, najczęściej kreatora *szkoły naukowej* – proponującego uczestnikom podejmowanie nowych zagadnień w nauce. Można rzec, iż to właśnie seminaria były podstawą sukcesów historycznej już *polskiej szkoły mechaniki*.

6. Przyszłość seminarium naukowego

Z przedstawionego rysu historycznego seminariów wynika jego podstawowa rola w kształceniu na poziomie doktorantów. Szczególnie dotyczy to nauk podstawowych nastawionych na rozwiązywanie oryginalnych problemów matematyki, fizyki i ich zastosowań technicznych. Ponadto, sytuacja ta odnosi się raczej do nauki zamkniętej we własnym kręgu problemów, których zastosowania techniczne to raczej przyszłość. Tymczasem obecnie, kiedy nauka traktowana jest jako instrument przy rozwiązywaniu aktualnych problemów społecznych, próbuje się zmienić reguły i zasady wykonywania dysertacji i kształcenia doktorantów. Mają tu wpływ cele utylitarne reprezentowane przez polityka lub urzędnika narzucającego tematy badań i ich zakres. Są to często deprymujące sytuacje w nauce. Jak ktoś słusznie zauważył: jest to nauka czyniona na rozkaz, bez bezinteresownej motywacji, która decydowała o sukcesach nowożytnej nauki.

Ta nowa sytuacja narzuca inną rolę seminarium naukowego. Pierwsza zmiana – to powrót do interdyscyplinarności, która była już obecna od początków seminariów fizyki w Królewcu, a która w wyniku specjalizacji zaniknęła.

Kolejna zmiana – to udział w seminarium techników i technologów od zastosowań rozwiązań naukowych w technice. To nowi uczestnicy procesu tworzenia nauki, pojawiający się w laboratoriach w ostatnich etapach badań po opracowane wyniki, które chcą wdrożyć. Na te badania są pieniądze, stoją za nimi koncerny i organizmy gospodarcze i to ich główny atut, a także zagrożenie dla dotychczasowej roli nauki w społeczeństwie. W nauce, która staje się pierwszym ogniwem procesu technologicznego, jest coraz mniej miejsca na klasyczne seminarium naukowe, a coraz więcej na narady produkcyjne. Ten pierwszy etap utylitarnej nauki zawiera się w modnym dzisiaj pojęciu parku technologicznego, centrum innowacyjności i in. Tam podobno staną problemy syntezy nauki i techniki, a wyniki tej syntezy to nowe rozwiązania naukowe na rzecz społeczeństwa.

Miejsce stawiania nowych i oryginalnych problemów naukowych przejmuje wszędobylski substytut – **innowacyjność**. On stanowi w pewnych kręgach główne źródło dobrostanu w nauce.

Nadal istnieją jednak pola *oryginalnej* a nie *innowacyjnej* działalności naukowej, np. rozwój budownictwa stawia problemy *budowli inteligentnych*. Konstrukcje budowlane i cały budynek traktowane są tu jako elementy układu reagującego na wymuszenia z zewnątrz. Po-

wstała też koncepcja budynku dostosowującego się do wymogów minimalnego oddziaływania z otoczeniem – m.in. budynki *o zerowym zużyciu energii*.

Podobnie analizuje się *konstrukcje z układem diagnostycznym*, reagującym na zmiany jej stanu w czasie eksploatacji. Dotyczy to obecnie budowli o szczególnym znaczeniu, ale malejące ceny układów elektronicznych spowodują, iż rozwiązania te staną się powszechne. Podąża za tym rozwój mechaniki, gdzie kreuje się modele uwzględniające oddziaływania na poziomie mezo-, a obecnie coraz częściej próbuje się analizować oddziaływania na poziomie nanoskali. Spotykamy więc nadal wyzwania badawcze, godne najlepszych doktoratów.

Z podobną sytuacją mamy do czynienia w bionice – nowej dyscyplinie wiedzy próbującej podpatrzeć, zanalizować i przenieść rozwiązania z biologii na teren techniki i technologii. W budownictwie wynikają z nich, przykładowo, nowe materiały kryjące.

Zaprezentowane tu wrywkowo problemy wymagają nowych ujęć modelowych. Stanowią też obszar oryginalnych prac naukowych na rzecz budownictwa, będący w opozycji do innowacji naukowych. Natomiast przy ocenie oryginalności podejmowanej tematyki naukowej z teorii konstrukcji i jej zastosowań poziomem odniesienia może być stan klasycznej mechaniki konstrukcji, który znajduje się w zakończeniu pracy.

Widzimy, że mamy nowe pola dociekań naukowych, w których rola uniwersalnej metody badań, jaką jest seminarium, nie maleje. Jego rola przy kreowaniu i sprawdzaniu modelu zjawisk będzie zawsze podstawowa, a zejdzie na plan dalszy dopiero w działaniach finalnych opartych na syntezie problemów naukowych i technicznych.

Na zakończenie tego szkicu należy przytoczyć znamienne powiedzenie D. Hilberta, który twierdził, iż *uniwersytet bez seminarium naukowego to nadal tylko gimnazjum*. Zauważmy, iż to oczywiste stwierdzenie dotyczy też nas – społeczności doktorantów i ich profesorów.