



**TADEUSZ KACZOR**

## **Dysharmonia kształcenia ogólnego przedmiotów ścisłych na studiach technicznych**

---

### **Disharmony general education science studies of engineering**

Doktor, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu,  
Wydział Mechaniczny, Katedra Fizyki, Polska

#### **Streszczenie**

Praca przedstawia stan korelacji programów nauczania przedmiotów ścisłych i technicznych na studiach inżynierskich. W oparciu o szczegółową analizę treści kształcenia matematyki i fizyki wskazano obszary rażącej dysharmonii w nauczaniu przedmiotów stanowiących bazę do kształcenia inżynierów.

**Słowa kluczowe:** karta przedmiotu, korelacja międzyprzedmiotowa.

#### **Abstract**

The paper presents the state of the programmes correlation of science and engineering subjects on engineering studies. Based on a detailed analysis of the content of education in mathematics and physics indicated areas glaring disharmony in the teaching of main objects of engineering education.

**Key words:** card subject, inter-subject correlation.

---

#### **Wstęp**

Niniejszy artykuł ma na celu przedstawienie wyników analizy treści nauczania matematyki i fizyki na kierunkach technicznych. Analizę przeprowadzono oparciu o sylabusy nauczania tych przedmiotów na kierunkach technicznych Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu. Głównym celem analizy było zbadanie harmonii kształcenia tych obu przedmiotów i wyeksponowanie:

- argumentów przemawiających za potrzebą korelacji programów nauczania w zakresie przedmiotów ścisłych i skutków braku takiej korelacji,
- faktów świadczących o braku harmonii międzyprzedmiotowej w nauczaniu matematyki, fizyki i przedmiotów technicznych na studiach inżynierskich.

Zagadnienie integracji nauczania przedmiotów ścisłych, tj. matematyki, fizyki i przedmiotów technicznych, rozpatrzono w trzech płaszczyznach:

- współzależności tematycznej przedmiotów inżynierskich z fizyką i matematyką,
- możliwości realizacji programów nauczania na poziomie akademickim na bazie umiejętności wyniesionych ze szkoły średniej,
- harmonii czasowej i tematycznej programów matematyki i fizyki.

### **Współzależność między matematyką, fizyką i techniką**

Granica między fizyką a techniką nigdy nie była sztywno ustalona. Z biegiem czasu ulegała zmianom i przesunięciom. Dyscypliny te są współzależne. Zasady mechaniki, hydrodynamiki, elektromagnetyzmu, analizy naprężeń, przenoszenia ciepła, przewodnictwa materiałów, termodynamiki itd. są zasadami, które w pierw odkryła fizyka, a następnie zostały przyjęte do praktycznego stosowania w technice. Wiele technicznych metod projektowania opiera się na prawach i odkryciach fizyki. Dla przykładu przypadkowe odkrycie Roentgena znalazło w wielu działach przemysłu, techniki, medycyny, nauki i nadal znajduje kolejne zastosowania.

Granice między fizyką i techniką nie są sztywne, z biegiem lat ulegają zmianom. Technika zajmuje obszary uprzednio rozpoznane przez fizykę, a fizyka wkracza w nowe obszary poznania. Linia rozgraniczająca jest często przekraczana zarówno w jedną, jak i w drugą stronę. Fizyk stara się badać otaczający go świat po to, by móc go opisać w sposób możliwie ścisły i przewidzieć, co może nastąpić. Technik chce zrozumieć przyczyny i skutki po to, by zmieniać otaczający go świat, uczynić go praktyczniejszym i wygodniejszym do życia, przyczynić się do zwiększenia wygody i komfortu egzystencji człowieka.

Można podawać niezliczoną ilość przykładów współzależności fizyki i techniki. Zarówno takich, kiedy to prawa natury były odkrywane przez fizykę, a później znajdowały zastosowanie w technice, jak i odwrotnie, kiedy to odkrycia techniczne były inspiracją dla fizyków do badań i rozwoju nauki, np. sukcesy lotnictwa były inspiracją do badań teoretycznych dynamiki płynów i opracowania m.in. teorii unoszenia samolotów. Zatem nie jest możliwe wykształcenie inżyniera bez nauczania go solidnych podstaw z fizyki. Fizyka jest przedmiotem potrzebnym w wykształceniu inżyniera i wyprzedzającym poznawanie zawodowych przedmiotów technicznych. Odpowiednie skoordynowanie programów nauczania przedmiotów ścisłych i stworzenie harmonii pomiędzy nimi ma istotne znaczenie w przygotowaniu do kariery technicznej i kształtowania umiejętności i inteligencji.

Jak wiadomo, matematyka – piękna dyscyplina naukowa, nazywana królową nauk – jest swego rodzaju językiem przekazu myśli w zakresie fizyki i wszystkich nauk technicznych. Jest ona sposobem dedukcji i precyzyjnego wyznaczania skutków danych działań. Dla potwierdzenia tej myśli posłużmy się prostym przykładem. Jeśli wyrzucimy ciało ukośnie pod pewnym kątem do po-

ziomu, to dzięki zastosowaniu odpowiednich procedur matematycznych (analizy przebiegu funkcji, rozwiązań równań i nierówności) możemy przewidzieć i opisać trajektorię toru ciała oraz wyznaczyć jego szczególne parametry: zasięg, wysokość maksymalną, obszar bezpieczeństwa i inne. Można by powiedzieć, że matematyka jest językiem fizyków i inżynierów. W historii nauki nieraz bywało tak, że brakowało fizykom tego języka do wyrażania swoich przemyśleń – wtedy ta potrzeba fizyków stawała się inspiracją do działań matematyków. Często pod wpływem potrzeb odkrywano nowe procedury matematyczne; dla przykładu można podać opracowanie teorii grup jako odpowiedź na potrzeby opisu symetrii oddziaływań, jakie występują w kryształach.

Powszechne są apele, aby wprowadzić koordynację i chronologię treści nauczania pomiędzy matematyką i fizyką. Niestety w tym kierunku wraz z każdą modyfikacją programów lub systemu kształcenia jest coraz gorzej. Niemal zupełnie brakuje zintegrowanych programów nauczania matematyki i fizyki pomimo bezdyskusyjnych korzyści płynących z takiej harmonii dla obu dziedzin wiedzy.

Po przykłady takiej harmonii musimy sięgać do coraz starszych podręczników lub współczesnych opracowań zagranicznych, np. angielskich. Udoskonalając swoje programy nauczania, matematycy zapominają o usługowej roli tej dyscypliny naukowej względem innych nauk, szczególnie przyrodniczych. Tworzą klasyczny piękny twór „sztuka dla sztuki”. Naukowcy, nauczyciele zajmujący się dyscyplinami przyrodniczymi żalą się, że nowoczesne programy nie uwzględniają w pełni ich potrzeb. Wprowadzenie nowoczesnej matematyki nie upraszcza problemu. Studenci mogą mieć pojęcie o teorii zbiorów, macierzach, algebrze Boole’a, ale fizycy, chemicy, technicy skarżą się, że studenci zatracili umiejętność podstawowych działań rachunkowych. Nauczanie matematyki musi zostać lepiej zintegrowane z jej współczesnymi zastosowaniami w badaniach naukowych i w przemyśle. Matematyki należy uczyć poprzez zastosowania. Student na uczelni często styka się z matematycznym sformułowaniem zagadnień, co przyczynia się do uściślenia jego wyobrażeń i to jest korzystne. Matematyka winna być wprowadzona najpierw jako narzędzie pozwalające na szybkie uzyskanie dokładnych wyników ilościowych i dopiero w późniejszych etapach kształcenia można pokazać jej inną funkcję. Trzeba też mieć na uwadze fakt, że matematyka ma właściwą sobie strukturę i opracowanie programu matematyki jedynie na podstawie żądań naukowców z innych dziedzin niesie za sobą ujemne efekty uboczne.

### **Możliwości realizacji akademickich programów nauczania na bazie umiejętności wyniesionych ze szkoły średniej**

W Polsce od 1991 r. dokonano wielu zmian w szkolnictwie [Ustawa 1991]. Reforma dokonana w zakresie pierwszych czterech etapów edukacyjnych miała na celu zmianę rangi i znaczenia egzaminu maturalnego na jedyne kryterium

naboru na większość kierunków studiów poza kierunkami wymagającymi innych predyspozycji artystycznych lub zdrowotnych [Ustawa 2011]. Dokonano licznych zmian w strukturze i zawartości programów nauczania. Jeśli chodzi o fizykę, uwzględniono możliwości uczniów, nauczycieli i systemu oświaty, eliminując z programów nauczania fizyki treści zbyteczne w wykształceniu ogólnym [Kaczor 2015]. Dokonano również reorganizacji programu nauczania matematyki – obowiązkowego przedmiotu maturalnego – rezygnując z najtrudniejszych zagadnień, a także zagadnień potrzebnych już na starcie studiów technicznych, np. rachunku różniczkowego.

Nasuwa się pytanie, czy te zmiany dokonane w programach nauczania szkół średnich odbiły się echem w strukturze i treściach programów nauczania szkół wyższych, w szczególności kierunków technicznych. Odpowiedź na to pytanie nie jest prosta.

Ukształtowane w minionych latach programy nauczania matematyki i fizyki w zakresie potrzeb kierunków inżynierskich uwzględniały niski poziom wykształcenia średniego. W 2005 r. zniesione zostały egzaminy wstępne na studia wyższe, a jedynym kryterium podczas rekrutacji na studia stał się egzamin maturalny. Nie byłoby w tym posunięciu nic złego, gdyby jednym z obowiązkowych przedmiotów na tym egzaminie była matematyka lub inny przedmiot ścisły. Tak się jednak nie stało. Przedmioty te można było zdawać jedynie jako dodatkowe, było to niekonieczne do uzyskania świadectwa dojrzałości. W ten sposób reforma maturalna sprawiła, że absolwenci szkół średnich mogli otrzymać bilet wstępu na studia wyższe, w tym także techniczne bez konieczności zdawania jakiegokolwiek egzaminu z grupy przedmiotów ścisłych. To posunięcie spowodowało obniżenie poziomu kształcenia w zakresie przedmiotów ścisłych w szkołach średnich.

Jednocześnie niż demograficzny i stopień trudności studiów technicznych spowodowały zmniejszenie podaży studentów na kierunkach inżynierskich. W takiej sytuacji tylko najlepsze uczelnie mogły pozwolić sobie na przyjmowanie studentów z egzaminami z matematyki i fizyki na świadectwach maturalnych. Większość uczelni technicznych w Polsce dokonywała naboru studentów na podstawie posiadania świadectwa maturalnego bez wnikania w jego zawartość. Duży odsetek absolwentów pragnących podjąć studia techniczne przedstawiał świadectwa maturalne bez egzaminów z przedmiotów ścisłych. Należy wspomnieć także niechlubny okres dwóch lat, kiedy to na podstawie rozporządzenia ministra oświaty świadectwo maturalne wydawane było absolwentom z ocenami niedostatecznymi.

Przedstawione okoliczności wymuszały odpowiednie modyfikacje programów nauczania na uczelniach wyższych. Treści nauczania matematyki, fizyki także i innych przedmiotów technicznych stały się bardziej kontynuacją programów gimnazjalnych niż licealnych. Od 2014 r., kiedy to przywrócono na matu-

rach egzamin obowiązkowy z matematyki, rosłą nadzieję na poprawę tego stanu rzeczy, ale ponad 20-letni okres nieobecności tego przedmiotu na egzaminie maturalnym spowodował drastyczne obniżenie poziomu wykształcenia ścisłego. Obecnie absolwenci posiadający dokument zdanego egzaminu maturalnego z matematyki mają relatywnie niską wiedzę. Trzydziestoprocentowy wynik promujący egzamin jest dokumentem legitymującym bardziej brak umiejętności matematycznych w zakresie przewidzianym programem szkoły średniej niż posiadanie tej wiedzy. Wymienione przyczyny obiektywne uzasadniają, dlaczego nie zachodziła potrzeba natychmiastowych zmian treści nauczania matematyki i fizyki na kierunkach technicznych w szkołach wyższych indukowanych zmianą wymagań maturalnych.

Fizyka jest przedmiotem, który najbardziej koresponduje z treściami nauczania przedmiotów inżynierskich. Brak jakichkolwiek wymagań rekrutacyjnych w zakresie tego przedmiotu na większości kierunków inżynierskich sprawia, że naukę tego przedmiotu na studiach należałoby rozpocząć odnowa i od razu na poziomie akademickim.

### **Korelacja czasowa i tematyczna programów nauczania matematyki i fizyki na studiach technicznych**

Przeprowadzono analizę treści nauczania matematyki i fizyki dla piętnastu kierunków studiów technicznych realizowanych zarówno w systemie studiów stacjonarnych, jak i niestacjonarnych przez cztery wydziały Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego im. K. Pułaskiego w Radomiu. Analizowano obowiązujące programy zapisane w tzw. kartach przedmiotu dla kierunków: mechanika i budowa maszyn, budownictwo, samochody i bezpieczeństwo w transporcie drogowym, logistyka, inżynieria odnawialnych źródeł energii, transport, elektrotechnika, elektronika i telekomunikacja, informatyka i technologia chemiczna.

Zgodnie z nimi kurs matematyki w formie wykładu i ćwiczeń rachunkowych w różnym wymiarze godzinowym dla różnych kierunków przewidziany jest w pierwszych dwóch semestrach studiów. W przeanalizowanych 15 kartach przedmiotów (sylabusach) [UTH 2015], w których zapisane są szczegółowo treści kształcenia, zarówno wykładów, jak i ćwiczeń rachunkowych, znaleziono tylko jeden przykład korelacji matematyki z fizyką w programie ćwiczeń rachunkowych dla kierunku elektrotechniki. Był to punkt o brzmieniu: „zastosowanie pochodnych do rozwiązywania zadań tekstowych o treści geometrycznej i fizycznej”. Jest to podstawą do stwierdzenia całkowitego wyalienowania przedmiotu matematyki z procesu kształcenia inżynierów. Istnieje niewyczerpany zasób przykładów z fizyki i techniki mogących być demonstracją do każdego z działów matematyki. Przykłady takie ułatwiają zrozumienie abstrakcyjnych procedur matematycznych, pomagając i motywując w ten sposób do nauki. Wy-

korzystywanie na zajęciach z matematyki takich przykładów wraz z notacją stosowaną w fizyce i technice przyniosłoby duże korzyści w procesie kształcenia inżynierów i postaci efektów samego nauczania matematyki.

Osobnym zagadnieniem jest harmonia czasowa realizacji określonych zagadnień matematycznych w stosunku do potrzeb realizacji programu fizyki. Z przeprowadzonej analizy wynika, że kurs matematyki w formie wykładu i ćwiczeń rachunkowych na wszystkich kierunkach jest realizowany w pierwszym i drugim semestrze. Natomiast kurs fizyki w postaci wykładu i ćwiczeń rachunkowych w części kierunków studiów stacjonarnych jest realizowany w drugim semestrze i w formie ćwiczeń laboratoryjnych w trzecim semestrze. Dla pozostałych kierunków studiów stacjonarnych i wszystkich kierunków studiów niestacjonarnych wykład z fizyki wraz z ćwiczeniami jest prowadzony w pierwszym semestrze, tj. równoległe z początkiem edukacji matematycznej na studiach.

Takie zróżnicowanie umiejscowienia fizyki w harmonogramie studiów względem matematyki, tj. równoległe i z jednosemestralnym opóźnieniem, niesie z sobą zarówno pozytywne, jak i negatywne skutki. Już od pierwszych zajęć z fizyki student winien posiadać odpowiednią podbudowę matematyczną i umiejętność wykorzystywania odpowiednich matematycznych procedur obliczeniowych z zakresu analizy matematycznej, algebry i geometrii. Rozpoczynając fizykę w pierwszym semestrze, studenci napotykają problemy rachunkowe, gdyż nie mają opanowanych metod i pojęć matematycznych, a wykładowcy mają mniejsze możliwości wyjaśnienia i analizy niektórych zagadnień fizycznych potrzebnych w studiowaniu przedmiotów zawodowych przyszłego inżyniera. Pozytywny jest fakt, że uzyskana przez studentów wiedza z fizyki w pierwszym semestrze ułatwia zrozumienie przedmiotów kierunkowych, które rozpoczynają się już w drugim semestrze. W drugim przypadku, gdy fizyka rozpoczyna się z jednosemestralnym opóźnieniem względem matematyki sytuacja, dla fizyków jest bardziej komfortowa i można pozwolić sobie na przeprowadzenie kursu fizyki w sposób bardziej profesjonalny i bliższy potrzebom przedmiotów inżynierskich. Minusem usytuowania wykładu i ćwiczeń rachunkowych z fizyki w drugim i laboratorium w trzecim semestrze jest opóźnienie poznania podstaw do realizacji niektórych technicznych przedmiotów zawodowych, gdyż program przedmiotów inżynierskich wszelakiej profesji wymaga znajomości podstaw fizyki.

## **Wnioski**

Program matematyki sam w sobie stanowi spójną i logiczną całość. Zawartość merytoryczna treści kształcenia pokrywa się z potrzebami fizyki i przedmiotów technicznych, natomiast nie ma w nich żadnych elementów interdyscyplinarnych. W realizacji nauczania tego przedmiotu nie przewidziano żadnych przykładów zastosowań nauczanych treści w fizyce lub w naukach technicznych. Twórcy programów całkowicie zapomnieli o użytecznej roli matematyki

względem innych nauk, nie biorąc pod uwagę faktu wspierania swoim działaniem kształcenia inżynierów. Matematycy realizują programy nauczania swojego przedmiotu jak gdyby w nieświadomości tego, że zadania matematyczne ubrane w treści fizyczne lub techniczne ułatwiają naukę i umożliwiają jej stosowanie w rzeczywistych sytuacjach. W nauczaniu matematyki dominują zadania abstrakcyjne nad zadaniami praktycznymi i zadaniami o tematyce przyrodniczo-technicznej. Obserwuje się absolutny brak sytuacji motywujących wykonywanie obliczeń z użyciem kalkulatora na ćwiczeniach rachunkowych z matematyki, jest to pozostawione tylko fizykom i technikom. Fakt ten potwierdza opinie na temat wyalienowania matematyki w procesach kształcenia młodzieży szkolnej i studentów wygłaszane na wielu konferencjach krajowych, jak i zagranicznych.

### **Literatura**

- Kaczor T. (2015), *Harmony and Disharmony of General Education in Natural and Technical Sciences*, „Edukacja – Technika – Informatyka” nr 1(11).
- Ustawa (1991), ustawa z 7 września 1991 roku o systemie oświaty, Dz.U. z 2004 r., nr 256, poz. 2572 ze zm.
- Ustawa (2011), ustawa z 19 sierpnia 2011 r. o zmianie ustawy o systemie oświaty oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. z 2011 r., nr 205, poz. 1206.
- UTH (2015), *Karty przedmiotów matematyki i fizyki obowiązujące w r.ak. 2015/16 na kierunkach technicznych Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu.*