

## Od podstawy programowej do standardów kształcenia

Wprowadzenie nowej matury w 2005 roku zrewolucjonizowało proces rekrutacji na wyższe uczelnie. Szkoły wyższe nie chciały początkowo rezygnować z egzaminów wstępnych, próbując zmienić ich formułę, jednak w 2006 roku Ministerstwo Edukacji ograniczyło możliwości przeprowadzania takich „testów kompetencji” tylko do nielicznych przypadków. Co roku egzamin maturalny zmienia niektóre ze swoich założeń. Jest to nieuniknione, ponieważ w Polsce nie ma długoletnich doświadczeń w konstrukcji i ocenie egzaminów zewnętrznych. Dochodzi do tego aspekt związany ze „zdawalnością” tego egzaminu. W roku 2005 maturę zdało 86,5% zdających, a w roku 2006 – tylko 79%. Występuje więc z pewnością silna pokusa, aby utrzymywać jak najwyższą zdawalność. Z jednej strony stwarza to szansę większej części populacji na podjęcie studiów, ale z drugiej skutecznie obniża poziom wiedzy obecnych maturzystów. W tym roku czekają nas kolejne zmiany. Stwarza to problemy przy konstrukcji algorytmu otrzymywania punktów w procesie rekrutacji, który musi działać poprawnie nie tylko w stosunku do tegorocznych maturzystów, ale również do osób, które zdawały ten egzamin w latach ubiegłych. Chociaż w założeniach egzaminu maturalnego są konstruowane tak, aby zachować porównywalność między latami, to w praktyce tworzenie egzaminów zachowujących ten sam poziom trudności jest właściwie niemożliwe. Tym bardziej, że ulegnie zmianie podstawa programowa, na której ma być oparty egzamin. Przykładem może być matematyka. Z projektów publikowanych dotychczas na stronach Ministerstwa Edukacji Narodowej i Centralnej Komisji Egzaminacyjnej wynika, że zniknie wiele realizowanych do tej pory pojęć. Dla przykładu podam pełen zakres zagadnień do realizacji na poziomie podstawowym i rozszerzonym z działów Funkcje i Ciągi (tab.1).

Oznacza to, że nie powinniśmy oczekiwać, iż uczniowie w toku nauki w szkole ponadgimnazjalnej będą mieli szansę poznać (nawet w profilu rozszerzonym) pojęcie granicy ciągu i funkcji, ciągłości czy pochodnej funkcji, a tylko na poziomie rozszerzonym uczeń zapozna się z pojęciem logarytmu. Taką wiedzą będą dysponować przyszli maturzyści, czyli kandydaci na stu-

dia. Założono, że skoro obecnie matury z matematyki obawia się większość maturzystów, to ograniczenie podstawy programowej spowoduje, iż obecnie realizowany w szkołach materiał nauczania będzie lepiej opanowany przez uczniów, a co za tym idzie, więcej osób będzie zdawało ten przedmiot. W ramach działań operacyjnych programów Unii Europejskiej mają być podjęte kroki wspierające matematykę w szkołach. Będzie to m.in. badanie osiągnięć matematycznych uczniów w grupach reprezentatywnych (tzw. Polska PISA), badania wyjaśniające przyczyny niepowodzeń z matematyki ukazywanych w egzaminach

zewnętrznych, wprowadzenie diagnostycznego testu z matematyki na poszczególnych etapach kształcenia (w poszczególnych klasach – od szkoły podstawowej do maturalnej). Mimo iż rektorzy szkół wyższych ustalili z ministrem Romanem Giertychem wprowadzenie od 2010 roku obowiązkowej matury z matematyki, jednak jak wskazują dotychczasowe działania Ministerstwa Edukacji Narodowej (np. niespodziewane wprowadzenie „amnestii maturalnej”, czy zakaz zmian w tegorocznych algorytmach przyjęć na studia), być może nie jest to przesądzone. Z fizyką, która jest bardzo często brana pod uwagę w algorytmach przyjęć na studia, sprawa wygląda o wiele gorzej niż z matematyką. Źródła tego problemu można się dopatrywać w tym, że fizyka w szkołach ponadpodstawowych jest przedmiotem wręcz niszowym. W liceum na

Tabela 1

Zdający demonstruje poziom opanowania powyższych umiejętności, rozwiązując zadania, w których:	
POZIOM PODSTAWOWY	POZIOM ROZSZERZONY
<b>FUNKCJE:</b>	
a) określa funkcję za pomocą wzoru, tabeli, wykresu, opisu słownego, b) odczytuje z wykresu funkcji: dziedzinę i zbiór wartości, miejsca zerowe, maksymalne przedziały, w których funkcja rośnie, maleje, ma stały znak, c) sporządza wykres funkcji spełniającej podane warunki, d) potrafi na podstawie wykresu funkcji $y = f(x)$ naszkicować wykresy funkcji $y = f(x + a)$ , $y = f(x) + a$ , $y = -f(x)$ , $y = f(-x)$ , e) sporządza wykresy funkcji liniowych, f) wyznacza wzór funkcji liniowej, g) wykorzystuje interpretację współczynników we wzorze funkcji liniowej, h) sporządza wykresy funkcji kwadratowych, i) wyznacza wzór funkcji kwadratowej, j) wyznacza miejsca zerowe funkcji kwadratowej, k) wyznacza wartość najmniejszą i wartość największą funkcji kwadratowej w przedziale domkniętym, l) rozwiązuje zadania (również umieszczone w kontekście praktycznym), prowadzące do badania funkcji kwadratowej, m) sporządza wykres, odczytuje własności i rozwiązuje zadania praktyczne związane z proporcjonalnością odwrotną, n) sporządza wykresy funkcji wykładniczych dla różnych podstaw i rozwiązuje zadania o kontekście praktycznym	Jak na poziomie podstawowym, a ponadto potrafi na podstawie wykresu funkcji $y = f(x)$ naszkicować: o) wykres funkcji $y =  f(x) $ , p) wykresy funkcji $y = c f(x)$ , $y = f(cx)$ , gdzie $f$ jest funkcją trygonometryczną, q) wykres będący efektem wykonania kilku operacji, na przykład $y =  f(x+2) - 3 $ , r) wykresy funkcji logarytmicznych dla różnych podstaw
<b>CIĄGI:</b>	
a) wyznacza wyrazy ciągu określonego wzorem ogólnym, b) bada, czy dany ciąg jest arytmetyczny lub geometryczny, c) stosuje wzory na $n$ -ty wyraz i sumę $n$ początkowych wyrazów ciągu arytmetycznego i ciągu geometrycznego, również w kontekście praktycznym	Jak na poziomie podstawowym, a ponadto d) wyznacza wyrazy ciągów zdefiniowanych rekurencyjnie

Tabela 2

ODSETEK WSZYSTKICH ZDAJĄCYCH, WYBIERAJĄCYCH MATEMATYKĘ JAKO PRZEDMIOT DO ZDAWANIA NA MATURZE		
2005	2006	2007
28,5%	21,6%	18,8% *

\* dane Centralnej Komisji Egzaminacyjnej oparte na deklaracjach tegorocznych maturzystów

poziomie podstawowym program przewiduje 3 godziny na cały 3-letni cykl, tj. po jednej godzinie tygodniowo w każdym roku szkolnym. Efektem jest to, że fizykę na maturze, jako przedmiot obowiązkowy, wybrało w 2005 roku 5,6%, a w 2006 roku – 6,3% zdających (tab. 2).

Jak widać, w tej chwili statystyki nie są dla uczelni technicznych korzystne. Coraz mniejsza część populacji zdających decyduje się na zdawanie egzaminu z matematyki. Wynika z tego, że uczniowie niewystarczająco opanowali realizowany w szkole materiał i obawiają się egzaminu z tego przedmiotu. Na pocieszenie można dodać, że medialna reklama technicznych kierunków kształcenia w aspekcie perspektywy zdobycia dobrze płatnej pracy – zarówno w Polsce, jak i za granicą – może zacząć w końcu przynosić oczekiwane przez nas efekty. Niestety, jak już wspomniałam, nie oznacza to jednak, że maturzyści będą lepiej przygotowani do podjęcia studiów.

Tutaj pojawia się następne zagadnienie dotyczące szkół wyższych – tzw. standardy kształcenia ustalane przez Radę Główną Szkolnictwa Wyższego. Kierunki studiów chcące otrzymać bądź utrzymać akredytację, będą musiały je realizować. Jest to zagadnienie dotyczące nie tylko polskiej edukacji na poziomie wyższym. Kwestia standardów kształcenia jest żywo dyskutowana na forum europejskim (omawiano to np. na Konwencji Uczelni Europejskich w Grazu). Obecnie preferuje się podejście polegające na myśleniu w kategoriach efektów kształcenia. Chodzi o ustalenie zakresu wiedzy i umiejętności ogólnych związanych z konkretnym kierunkiem studiów, a nie o definiowanie minimów programowych. Celem są efekty kształcenia, a każda uczelnia musi stworzyć swój program studiów, dobierając odpowiednie techniki nauczania. Stwarza to możliwości wdrażania nowatorskich koncepcji dydaktycznych, które mają doprowadzić do osiągnięcia określonych celów kształcenia, i w efekcie uzyskanie przez absolwentów porównywalnych kwalifikacji. W systemie sprawdzania jakości takiego kształcenia będą brane pod uwagę oceny wewnętrzne (z udziałem studentów) i zewnętrzne programów studiów, a nawet przewidziano udział ekspertów zagranicznych.

W rezultacie renomę zdobędą uczelnie najlepiej przygotowane do kształcenia studentów nie tylko w aspekcie naukowym, ale i dydaktycznym.

A jak to wygląda w praktyce, jeśli chodzi o matematykę? Dotychczasowe propozycje standardów z matematyki nie zawsze są spójne, a przewidywane minima godzin na ich wprowadzenie nie są możliwe do realizacji – niezależnie od podjętych starań dydaktycznych. Taka jest opinia środowiska matematyków – nauczycieli akademickich – prezentowana na przykład na Ogólnopolskiej Konferencji Nauczania Matematyki w Uczelniach Technicznych (Pismo PG 9/2006).

Po pierwsze – jak widać z tabeli zawierającej propozycje nowych wymagań maturalnych – propozycje materiału do realizacji nie przystają do wiedzy i umiejętności, jakie są wymagane od przyszłych studentów. Podam przykłady standardów kształcenia na poziomie studiów pierwszego stopnia dla dwóch kierunków studiów z proponowaną minimalną liczbą 120 godzin na ich realizację (tab. 3)

Oznacza to, że student pierwszego roku, który nie miał okazji poznać w szkole na

przykład pojęcia wektora (jest on tylko na poziomie rozszerzonym) będzie musiał w ciągu dwóch czy trzech semestrów opanować materiał znacznie przekraczający obecne wymagania. Bez zwiększenia liczby godzin z matematyki nie będzie to możliwe. Część realizowanego materiału była do tej pory rodzajem powtórki ze szkoły. Teraz będzie to wprowadzenie całkiem nowych treści – abstrakcyjnych i bardzo różnych od tych, z którymi uczeń miał do czynienia do tej pory. Jeżeli w szkole uczeń nigdy nie zetknął się z granicą funkcji, to pojęcie pochodnej, która jest granicą ilorazu różnicowego, czy rozumienie całek niewłaściwych, będą stwarzały bardzo wiele problemów podczas realizacji materiału. Zadaniem wykładowcy nie jest nauczenie mechanicznego wykonywania rachunków – do tego w tej chwili używa się komputerów – ale nauczenie studentów zapisu językiem matematyki zagadnień technicznych. A to wymaga kształtowania wyobraźni matematycznej, a nie mechanicznego opanowania wzorów.

Po drugie, jeżeli nie przewidziano zajęć laboratoryjnych (lub ćwiczeń w pracowni informatycznej), trudno będzie w praktyce zrealizować zagadnienie – komputerowe pakiety statystyczne. W wymienionym wyżej programie dla *technologii chemicznej* znajduje się krótkie hasło – statystyka. Jak jednak realizować ten temat bez wprowadzenia podstawowych pojęć z rachunku prawdopodobieństwa czy rozkładów naj-

Tabela 3

TECHNOLOGIA CHEMICZNA
<p><b>Treści kształcenia:</b> elementy teorii zbiorów i logiki matematycznej. Ciągi i szeregi liczbowe. Podstawowe właściwości funkcji jednej i wielu zmiennych. Funkcje elementarne. Równania i układy równań. Elementy rachunku różniczkowego i całkowego. Równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe. Elementy geometrii analitycznej. Elementy analizy wektorowej. Zagadnienia optymalizacji. Statystyka matematyczna. Podstawy metod numerycznych. Wybrane metody analizy numerycznej.</p> <p><b>Efekty kształcenia:</b> umiejętności i kompetencje: posługiwania się metodami matematycznymi w opisie zjawisk fizycznych i procesów chemicznych; technologicznego wykorzystania metod matematycznych.</p>
ZARZĄDZANIE I INŻYNIERIA PRODUKCJI
<p><b>Treści kształcenia:</b> Liczby zespolone. Wielomiany. Macierze, działania na macierzach. Wyznacznik i jego podstawowe własności. Układy równań liniowych. Geometria analityczna. Ciągi liczbowe i ich granice. Granica i ciągłość funkcji jednej zmiennej. Pochodna, jej interpretacja i zastosowania. Całka nieoznaczona i całka oznaczona. Szeregi liczbowe i potęgowe. Elementy rachunku różniczkowego i całkowego dwóch i trzech zmiennych. Proste równania różniczkowe zwyczajne pierwszego i drugiego rzędu. Zastosowania rachunku różniczkowego i całkowego w fizyce, technice i ekonomii. Dane i normy statystyczne. Zmienna losowa i podstawowe rozkłady zmiennych losowych. Rozkłady z prób. Przedział ufności. Testowanie hipotez statystycznych. Etapy badań statystycznych. Prezentacja danych statystycznych.</p> <p>Podstawowe parametry opisu statystycznego. Komputerowe pakiety statystyczne. Badania operacyjne. Proces decyzyjny, algorytm przydziału, programowanie liniowe, zagadnienia transportu, programowanie dynamiczne, systemy masowej obsługi, modele zapasów, grafy, drzewa decyzyjne, gry decyzyjne, optymalizacja jedno i wielokryterialna.</p> <p><b>Efekty kształcenia:</b> umiejętności i kompetencje: matematycznego opisu zjawisk fizycznych i zagadnień technicznych; formułowania modeli matematycznych i ich stosowania.</p>



Fot. Krzysztof Krzempek

częściej spotykanych w zastosowaniach zmiennych losowych? W efekcie jedno hasło oznacza kilka poprzedzających wprowadzenie go godzin wykładów i ćwiczeń. Zauważmy również, że część realizowanego materiału, to zagadnienia wykraczające poza możliwości opanowania przez studenta pierwszego roku (na przykład programowanie dynamiczne czy optymalizacja jedno- i wielokryterialna). Realizacja tych zagadnień z pewnością jest konieczna, ale w praktyce jest chyba możliwa na drugim czy trzecim roku, gdy student zacznie nabierać pewnej dojrzałości w matematycznym opisie zjawisk.

Po trzecie, w teorii nacisk miał być położony nie na program, a na osiągnięte efekty kształcenia i umiejętności, a tymczasem w standardach kształcenia pod bardzo długim spisem zagadnień koniecznych do realizacji (czyli de facto minimum programowym) znajduje się niezależnie od kierunku krótkie stwierdzenie typu:

- efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: posługiwanie się podstawowym aparatem matematycznym lub
- efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: stosowanie aparatu matematycznego do analizy i opisu obiektów i procesów technicznych.

Wiadomo jednak, że każdy kierunek studiów ma swoją specyfikę. Innych umiejętności powinno się oczekiwać od absolwenta kierunku *elektrotechnika*, a innych od absolwenta *transportu*. Przecież tematy – różniczkowe zwyczajne czy cząstkowe – powinny kształcić inny rodzaj umiejętności u studentów inżynierii ląd-

wej niż elektroniki (inne typy równań leżą w zakresie zainteresowania i stosowania w danej dziedzinie). Standardy kształcenia z matematyki nie są definiowane przez matematyków, tylko przez specjalistów z danego kierunku studiów, więc skoro już wyznacza się program, to określenie poziomu umiejętności matematycznych absolwenta może być odzwierciedleniem faktycznego zapotrzebowania na określony zakres wiedzy.

Tutaj widać wielką różnicę pomiędzy ustalaniem maturalnej podstawy programowej z matematyki a standardami kształce-

nia. W wymaganiach egzaminacyjnych przedstawiony jest spis umiejętności (zweryfikowany przez niższe stopnie edukacji), jakie powinien posiadać uczeń, przystępując do matury. Standardy kształcenia na tym nie bazują. Szkoły wyższe próbują ratować sytuację zajęciami wyrównawczymi dla studentów pierwszego roku lub wprowadzaniem tak zwanego roku zerowego, który ma niwelować braki wiedzy z matematyki i fizyki. Oprócz tego system szkolnictwa na poziomie ponadgimnazjalnym ma dużą zaletę – docenia lepiej przygotowaną od strony dydaktycznej kadrę, a wyniki pracy nauczycieli są corocznie weryfikowane przez system egzaminów zewnętrznych.

Inaczej jest na wyższych uczelniach. Dydaktyka jest często niedoceniana – a przecież studia, to obecnie w dużej mierze kontynuacja nauki szkolnej. Zwłaszcza że zmiany dokonujące się w systemie edukacji na poziomie szkół wyższych wymuszają poważne potraktowanie tej dziedziny – łączącej w sobie wiedzę z danego przedmiotu z dogłębną znajomością psychologii i pedagogiki. Na zakończenie ponownie nawiążę do nauczania matematyki. Wobec coraz niższego poziomu wiedzy kandydatów na studia i coraz mniejszej liczby godzin z matematyki, bez dydaktyki matematyki na poziomie akademickim nie da się efektywnie kształcić przyszłych inżynierów.

Anita Dąbrowicz-Tłalka  
Studium Nauczania Matematyki



Lekcja matematyki w Kaszubskim Liceum Ogólnokształcącym w Strzeczcu. Szkoła, w której najwięcej osób w kraju zdaje maturę z języka kaszubskiego

Fot. Jolanta Cierocka – dyrektor szkoły