

Andrzej ZATORSKI

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA, KATEDRA METROLOGII

Ocena efektywności kształcenia w zakresie metrologii na specjalności Telekomunikacja**Dr inż. Andrzej ZATORSKI**

Absolwent Wydziału Elektrotechniki Górniczej i Hutniczej AGH – rocznik 1969.

Po uzyskaniu w 1974 roku stopnia doktora n.t. nauczyciel akademicki na macierzystym Wydziale EAIIE, obecnie na stanowisku adiunkta. Główne zainteresowania naukowe dotyczą teorii pomiaru, pomiarów elektrycznych i telekomunikacyjnych oraz diagnostyki magnetycznej. Członek Sekcji Kształcenia Komitetu Metrologii i Aparatury Pomiarowej PAN. Autor lub współautor ponad 30 publikacji i 5 skryptów.



e-mail: zatorski@agh.edu.pl

Streszczenie

Artykuł dotyczy metodyki kształcenia studentów specjalności Telekomunikacja w zakresie metrologii. Odbyna się ono w ramach dwóch przedmiotów: Metrologia (III semestr), a następnie Miernictwo Telekomunikacyjne (VII semestr). Obejmuje problematykę zarówno teoretyczną (wykłady), jak i praktyczną (ćwiczenia laboratoryjne), realizowaną dla każdego z przedmiotów równolegle, w tym samym semestrze.

W artykule omówiono:

- programy wykładów i ćwiczeń realizowanych w ramach obu przedmiotów, z podaniem liczby godzin zajęć przypadających na poszczególne jednostki tematyczne,
- stosowane metody kontroli poziomu wiedzy nabytej przez studentów oraz efektywność kształcenia określoną na podstawie ocen uzyskiwanych podczas kolokwium i egzaminów w ciągu ostatnich sześciu lat, zestawionych w tabelach,
- rodzaj i formę pomocy dydaktycznych (skrypty, zestawy pytań testowych, instrukcje do ćwiczeń), opracowane w celu ułatwienia studentom przygotowania się do wykonywania ćwiczeń, sporządzania sprawozdań po ich wykonaniu oraz zdawania kolokwium i egzaminu,
- wnioski dotyczące czynników utrudniających proces dydaktyczny oraz jego efektywności na poszczególnych etapach kształcenia.

Słowa kluczowe: metrologia, dydaktyka, efektywność kształcenia.**Structure of metrology teaching at the major specialization Telecommunication and assessment of its effectivity****Abstract**

The paper deals with methods of metrology teaching to students of the major specialization Telecommunication. It follows in the framework of two subjects: Metrology (III semester) and then Metrology in Telecommunication (VII semester). It includes both theoretical problems (lectures) as well as the practical ones (laboratory classes) performed parallelly for each subject in the same semester.

The paper discusses:

- programs of lectures and classes realized in the framework of both the subjects with numbers of class hours given which are assigned to the particular thematic units,
- methods used to control the level of knowledge acquired by students and the effectivity of education determined on the basis of marks obtained during colloquiums and examinations over the last six years listed in tables,
- type and form of educational aids (lectures run off on duplicator, sets of test questions, instruction for exercises) elaborated to prepare students to exercises, writing reports during labs, taking colloquiums and exams,

- conclusions concerning factors making the educational process difficult and its effectiveness at the particular stages of teaching.

Keywords: metrology, didactics, effectivity of teaching.**1. Organizacja i tematyka zajęć w zakresie metrologii na specjalności Telekomunikacja dla studiów dziennych**

Specjalność Telekomunikacja realizowana jest na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki w ramach kierunku Elektronika i Telekomunikacja, na którym studiuje rocznie około 170 ÷ 200 studentów. Są oni w zakresie metrologii kształceni dwuetapowo. Podstawową wiedzę teoretyczną i praktyczną uzyskują podczas zajęć z przedmiotu Metrologia, realizowanego w III semestrze (wykład W - 30 godz., ćwiczenia laboratoryjne L - 30 godz.), kończącego się egzaminem, obowiązkowego dla całego kierunku. Studenci, którzy po drugim roku studiów obrali specjalność Telekomunikacja (ok. 90 ÷ 100 osób rocznie) odbywają w semestrze VII zajęcia z przedmiotu Miernictwo Telekomunikacyjne (W - 30 godz., L - 30 godz.), kończącego się zaliczeniem przedmiotu. W obu przypadkach pełne programy przedmiotów, obejmujące tematykę poszczególnych wykładów i ćwiczeń wraz z wykazem literatury są udostępniane studentom na pierwszym wykładzie w postaci odbitek kserograficznych, a także w wersji elektronicznej na stronie internetowej Katedry Metrologii AGH (<http://galaxy.uci.agh.edu.pl/~zmetr/>). Podstawową tematykę realizowaną w ramach przedmiotu Metrologia z podaniem liczby godzin przeznaczonych na poszczególne zagadnienia podano w poniższym zestawieniu, kierując się kolejnością, z jaką są one omawiane na wykładzie. Dlatego też, w niektórych przypadkach trudno jest precyzyjnie określić liczbę godzin ćwiczeń poświęconych danej tematyce, jeśli nie dotyczy ona konkretnego, dwugodzinnego ćwiczenia (np. mostkowym pomiarom impedancji), lecz realizowana jest fragmentarycznie w kilku ćwiczeniach (np. pomiary napięć zmiennych).

- Pojęcia podstawowe (np. wielkość mierzalna, wartość wielkości, jednostka wielkości, układ SI, skale pomiarowe); W - 2.
- Wynik pomiaru, niepewność, błąd, poprawka, zasady opracowywania wyników: W - 3, L - tematyka ta stanowi integralną część sprawozdań sporządzanych i zaliczanych po każdym z wykonywanych ćwiczeń.
- Sygnały (klasyfikacja, opis w dziedzinie czasu i częstotliwości); wartości i współczynniki charakteryzujące sygnały okresowe; przetwarzanie sygnałów, w tym A/C i C/A; W - 3, L - 2.
- Narzędzia pomiarowe (wzorce, przyrządy analogowe i cyfrowe, przetworniki, czujniki), ich parametry i charakterystyki statyczne oraz dynamiczne; W - 6, L - tematyka realizowana we wszystkich ćwiczeniach, np. poprzez dobór właściwych narzędzi w stosowanej metodzie pomiarowej.
- Wizualizacja i rejestracja sygnałów pomiarowych, transmisja danych (oscylloskopy, rejestratory analogowe i cyfrowe, interfejsy); W - 3, L - tematyka ta realizowana jest np. w pięciu ćwiczeniach, w których stosowane są oscylloskopy analogowe.

- Pomiarów prądów i napięć (stałych, zmiennych, sinusoidalnych, odkształconych), zasady doboru rodzaju i parametrów przyrządów, rozszerzanie zakresów; W – 3, L – 2; tematyka realizowana w każdym z ćwiczeń, najczęściej jako etap pośredni w pomiarze innych wielkości (np. impedancji).
- Pomiarów mocy (czynnej, biernej, pozornej) oraz energii w obwodach jednofazowych; W – 2, L – 2.
- Pomiarów rezystancji i impedancji: omiornice analogowe i cyfrowe, mostki stałe i zmiennoprądowe, metody techniczne; W – 4, L – 4.
- Pomiarów wielkości nieelektrycznych (drogi, prędkości, odkształcenia, siły, temperatury) metodami elektrycznymi; czujniki, tory i systemy pomiarowe; W – 4, L – 2.

Ćwiczenia laboratoryjne z Metrologii wykonywane są w wymiarze dwóch godzin w tygodniu w trybie WP – C – C – KS – C – C – KS - ... - C – C – KS (WP – wprowadzenie, C – wykonywanie ćwiczeń, KS – kolokwium i zaliczanie sprawozdań), co umożliwia realizowanie w trakcie jednego semestru maksimum ośmiu ćwiczeń. Dlatego też studenci każdej z grup dzieleni są na osiem zespołów, na ogół trzyosobowych. Ze względu na bardzo ograniczoną powierzchnię laboratorium i liczbę możliwych do wykorzystania w laboratoriach dydaktycznych przyrządów pomiarowych, poszczególne ćwiczenia nie mogą być zwielokrotnione i każde z nich zajmuje jedno stanowisko. Dlatego też w każdym terminie zajęć wykonywane są równocześnie wszystkie ćwiczenia, co powoduje, że poszczególne zespoły ćwiczeniowe realizują program laboratorium w różnej kolejności, na ogół nieskorelowanej tematycznie z aktualnie omawianą na wykładzie problematyką. Zniechęca to niejednokrotnie studentów do uczęszczania na wykłady, gdyż nie widzą oni ich aktualnej przydatności, w sytuacji, gdy zmuszeni są do samodzielnego przygotowania się do wykonywania ćwiczeń i do zdawania kolokwium zaliczeniowych, bazując na skryptach i podręcznikach. Ponadto niski poziom wiedzy studentów w zakresie przedmiotów podstawowych, takich jak: fizyka, elektrotechnika, statystyka matematyczna, rachunek prawdopodobieństwa, pogarsza komunikatywność na zajęciach i spowalnia proces dydaktyczny z powodu konieczności wykonywania wielu dygresji tematycznych, oraz skutkuje niskimi ocenami uzyskiwanymi na kolokwium, a także na egzaminach. W celu ułatwienia studentom przygotowania się do wykonywania ćwiczeń, sprawnego przeprowadzenia pomiarów, opracowania poprawnego sprawozdania oraz opanowania wiedzy teoretycznej umożliwiającej uzyskanie jak najwyższych ocen na kolokwium zaliczeniowych, w Katedrze Metrologii AGH opracowano sukcesywnie w ciągu ostatnich kilku lat szereg pomocy dydaktycznych, jak obszerne instrukcje do ćwiczeń, skrypty [2, 3]. Począwszy od 2000 roku rozpoczęto także prace nad oprogramowaniem wspomagającym proces dydaktyczny w Laboratorium Metrologii [1, 5].

Oprogramowanie to ma ułatwić studentom dostęp do informacji o zakresie tematycznym wszystkich wykonywanych ćwiczeń laboratoryjnych i umożliwić w łatwej i bardziej atrakcyjnej niż podręcznikowa formie, samokontrolę stopnia opanowania wiedzy teoretycznej zarówno przed zajęciami laboratoryjnymi jak i przed kolokwium. W powiązaniu z praktyczną weryfikacją tej wiedzy na ćwiczeniach laboratoryjnych, oprogramowanie to ma także pomóc studentom w lepszym przygotowaniu się do egzaminu, który przeprowadzony jest w formie testowej (test wyboru). Jest ono udostępnione na stronie internetowej Katedry Metrologii AGH. Jego podstawową częścią jest baza pytań testowych wraz z odpowiedziami, opracowana dla wszystkich aktualnie wykonywanych ćwiczeń.

Dla każdego ćwiczenia przygotowano zestaw 15 do 20 pytań, a do każdego pytania cztery wersje odpowiedzi. Student może pytania testowe albo przeglądać albo poddać się samoocenie. Przy każdorazowym poddaniu się przez studenta samoocenie, na ekranie wyświetlanych jest 10 pytań z danego zestawu, wybranych losowo, wraz z wersjami odpowiedzi, z których należy wskazać

poprawne (od 1 do 3 dla każdego pytania). Po udzieleniu odpowiedzi przez studenta jest on informowany o uzyskanej ocenie.

Poniżej podano tematy aktualnie wykonywanych ćwiczeń [2,3]:

1. Pomiarów rezystancji metodami technicznymi i mostkowymi,
2. Pomiarów impedancji metodami technicznymi,
3. Pomiarów impedancji metodami mostkowymi,
4. Pomiarów mocy czynnej i biernej oraz energii w obwodach jednofazowych,
5. Pomiarów prądów i napięć sinusoidalnych oraz odkształconych,
6. Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe – właściwości i zastosowania pomiarowe,
7. Zastosowania oscyloskopu: pomiary okresu, częstotliwości i przesunięcia fazowego,
8. Pomiarów wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi: pomiary tensometryczne i termometryczne.

Kontynuację kształcenia w zakresie metrologii dla studentów specjalności Telekomunikacja stanowi przedmiot Miernictwo Telekomunikacyjne, w ramach którego realizowana jest następująca tematyka [5]:

- Miary i jednostki logarytmiczne stosowane w pomiarach poziomów, tłumienności i wzmocności (B, dB, Np, dBV, dBm, dBr, dBm0); W – 2, L – jednostki te stosowane są w standardowych przyrządach używanych we wszystkich ćwiczeniach oraz w obliczeniach zamieszczanych w sprawozdaniach.
- Wzorce częstotliwości (zasady budowy, parametry); komparacyjna metoda pomiaru niestabilności generatorów wzorcowych w nawiązaniu do Krajowej Częstotliwości Wzorcowej 225 kHz; W – 2, L – 2.
- Generatory sygnałów sinusoidalnych oraz impulsowych, wobulatory; generatory sekwencji binarnych o strukturach NPZ, PZ, AMI, HDB-3 (schematy blokowe, parametry); W – 4, L – stosowane we wszystkich ćwiczeniach jako źródła sygnałów wymuszających lub badanych.
- Szerokopasmowe i selektywne mierniki poziomu (analogowe i cyfrowe): schematy blokowe, podstawowe parametry, interpretacja wskazań w zależności od impedancji wewnętrznej i warunków dopasowania; psfometr; W – 4, L – 3; stosowane w czterech ćwiczeniach.
- Pomiarów impedancji (modułu, składowych prostokątnych i biegunowych) metodami technicznymi i mostkowymi; pomiary współczynników niedopasowania oraz asymetrii; W – 2, L – 3.
- Pomiarów tłumienności i wzmocności metodami: dwóch mierników poziomu, porównawczą, wobulacyjną; W – 4, L – 6.
- Pomiarów przesuwności fazowej i opóźności grupowej; fazomierze cyfrowe (schematy blokowe, błędy pomiarów); W – 3, L – 2.
- Lokalizacja miejsc uszkodzeń w łączach przewodowych: rodzaje uszkodzeń, metody lokalizacji (techniczne, mostkowe, impulsowe); W – 2, L – 3.
- Pomiarów charakterystyczne dla łączy cyfrowych PCM, PDH, SDH: fluktuacji fazy, szumów kwantowania, błędów regeneratorów, stóp błędów; sprawdzanie standardów impulsów binarnych 0 i 1; W – 4.
- Reflektometria optyczna i jej zastosowanie do pomiarów tłumienności (wtrąceniowej, jednostkowej, odbicia) w łączach światłowodowych; W – 3.

Ponieważ poszczególne ćwiczenia laboratoryjne z Miernictwa Telekomunikacyjnego ze względu na wykonywanie długich serii pomiarowych oraz konieczność przeprowadzania każdorazowo kalibracji aparatury są czasochłonne, wykonywane są w wymiarze trzech godzin tygodniowo, co przy przewidzianych w programie studiów trzydziestu godzinach w semestrze, pozwala na wykonanie w trybie WP – C – S – C - ... - S – K maksymalnie pięciu ćwiczeń. Ich tematyka jest następująca [6]:

1. Charakterystyki teletransmisyjnego zestawu pomiarowego,
2. Badanie właściwości sygnału impulsowego,
3. Pomiary charakterystyk tłumieniowych i fazowych czwórników,
4. Lokalizacja miejsc uszkodzeń w torach przewodowych,
5. Wyznaczanie parametrów falowych filtra,
6. Pomiary uwierzytelniające teletransmisyjne narzędzia pomiarowe

Ćwiczenia 5 i 6 wykonywane są alternatywnie.

Sprawozdania (S) wykonywane są na terenie laboratorium i zaliczane w wyniku dyskusji z prowadzącym zajęcia pracownikiem dydaktycznym, dotyczącej sporządzonego tekstu. W przypadku stwierdzenia przez niego błędów merytorycznych lub braków w tekście sprawozdania, studenci mogą na bieżąco wprowadzić w nim poprawki, pozwalające na jego zaliczenie w przewidzianym przez harmonogram terminie. W praktyce, ze względu na to, że studenci preferują wykonywanie sprawozdań w wersji elektronicznej na własnym sprzęcie, w przypadku konieczności wprowadzenia zmian i uzupełnień w jego tekście, jest ono zaliczane w terminie następnego ćwiczenia.

2. Ocena efektywności kształcenia na podstawie wyników kolokwium i egzaminów

Opanowanie i utrwalenie podstawowego zakresu wiedzy z przedmiotu Metrologia jest bardzo istotne, gdyż po czterech semestrach od jego zakończenia rozpoczynają się na specjalności Telekomunikacja zajęcia z Miernictwa Telekomunikacyjnego, które wymagają posiadania przez studentów ugruntowanych podstaw metrologii. Dlatego też w ramach ćwiczeń laboratoryjnych, które tych podstaw dotyczą, studenci zdają czterokrotnie w ciągu semestru pisemne kolokwium z dwóch wcześniej wykonywanych ćwiczeń, o tematyce ukierunkowanej przede wszystkim na praktyczne aspekty przeprowadzonych pomiarów, właściwości i ograniczenia stosowanych metod pomiarowych i metodykę prawidłowego opracowania wyników. Oceniane jest oddzielnie każde z ćwiczeń. Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną wszystkich uzyskanych w ciągu semestru ocen z zaokrągleniem w zakresie $\pm 0,5$ w zależności od stopnia aktywności danego studenta podczas wykonywania ćwiczeń. Zestawienie ocen końcowych uzyskanych w ciągu ostatnich sześciu lat zawiera tabela 1.

Przedmiot Metrologia kończy się egzaminem. Ze względu na dużą liczbę studentów (około 200 osób w pierwszym terminie) jest on przeprowadzany w formie pisemnej. Pierwotnie polegał on na udzieleniu odpowiedzi na 6 ÷ 10 pytań obejmujących kilka problemów teoretycznych lub obliczeniowych a następnie, w

przypadku osób, dla których wyniki części pisemnej nie pozwalały jednoznacznie rozstrzygnąć o ocenie końcowej (np. w przypadku oceny niedostatecznej) na dokończeniu egzaminu w formie ustnej. Ta forma egzaminu jest jednak absorbująca czasowo między innymi ze względu na znużenie poprawianie mało czytelnych rękopisów i „rozrastanie się” części ustnej w przypadku dużej liczby niskich ocen uzyskanych w części pisemnej. Dlatego też obecnie egzamin przeprowadzany jest w formie testowej (test wyboru), co znacznie upraszcza i przyspiesza poprawianie odpowiedzi, a także jak wskazują uzyskiwane wyniki (por. tab. 2) zwiększa jego efektywność.

Ta forma egzaminu wymaga jednak dużego nakładu pracy podczas jego przygotowania (opracowanie, przepisanie i wydrukowanie około 300 egzemplarzy testów w kilkunastu zestawach), a także nie daje osobie oceniającej możliwości indywidualizacji ocen i powoduje ich „uśrednianie” w grupach studentów odpowiadających na ten sam zestaw pytań testowych. Pytania testowe i proponowane wersje odpowiedzi muszą być bardzo precyzyjnie sformułowane zarówno od strony merytorycznej, jak i stylistycznej. Wszystkie niejednoznaczności stają się dla studentów argumentem służącym do kwestionowania uzyskanej oceny. Konieczna jest częsta wymiana pytań w ramach poszczególnych ich zestawów oraz zmiany wersji odpowiedzi w obrębie danego pytania, wymuszane szybkim tworzeniem przez studentów „banku” poprawnych odpowiedzi, uznawanych przez nich za poprawne. Prowadzi to do widocznego podczas oceniania testów schematyzmu w wyborze wersji odpowiedzi przez tych studentów, którzy wylosowali podczas egzaminu ten sam zestaw pytań.

Pojedynczy zestaw zawiera 12 pytań, na każde z których są do wyboru cztery wersje odpowiedzi, w tym od 1 do 3 poprawnych. Każde pytanie oceniane jest punktowo w skali 0÷1. Suma punktów podzielona przez 2 daje ocenę końcową zgodną z obowiązującą skalą ocen (2,0÷6,0).

Przedmiot Miernictwo Telekomunikacyjne kończy się kolokwium zaliczeniowym. Do zaliczenia dopuszczani są jedynie ci studenci, którzy wykonali wszystkie ćwiczenia przewidziane harmonogramem oraz zaliczyli sprawozdania. Jego tematyka obejmuje przede wszystkim zagadnienia realizowane podczas ćwiczeń laboratoryjnych, ale uwzględnia także podstawowe zagadnienia, istotne w pomiarach łączy przewodowych, omawiane na wykładzie. Przeprowadzane jest w formie pisemnej, wymagającej odpowiedzi na 6 pytań teoretycznych i obliczeniowych, z których każde oceniane jest w skali 0÷1. Ocena końcowa uwzględnia także formę i zawartość merytoryczną wcześniej zaliczonych sprawozdań, w zakresie $\pm 0,5$ stopnia. Zestawienie tych ocen, uzyskanych w okresie 2001÷2007 zawiera tabela 3.

Tab. 1. Zestawienie ocen zaliczeń ćwiczeń laboratoryjnych z Metrologii w latach 2001÷2007 (kierunek Elektronika i Telekomunikacja)

Tab. 1. Specification of credit marks for laboratory exercises in Metrology between 2001÷2007 years (teaching line Electronics and Telecommunication)

Rok	Liczba studentów	Oceny w procentach liczby wszystkich ćwiczących							Oceny pozytywne [%]
		6,0	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,0	
2001/02	179	1,1	3,9	20,7	27,9	24,6	20,7	1,1	98,9
2002/03	193	1,0	2,6	13,0	30,0	30,0	23,4	0,0	100,0
2003/04	189	0,0	5,6	16,4	32,3	33,9	11,6	0,0	100,0
2004/05	177	0,6	0,6	14,1	33,3	33,3	18,1	0,0	100,0
2005/06	166	0,0	5,4	19,3	34,3	27,1	12,7	1,2	98,8
2006/07	155	0,0	1,3	20,0	30,3	17,4	24,5	6,5	95,5

Tab. 2. Zestawienie ocen uzyskanych w pierwszym terminie egzaminu w latach 2001÷2007 (kierunek Elektronika i Telekomunikacja)
 Tab. 2. Specification of marks obtained at first appointed exam time for years 2001÷2007 (teaching line Electronics and Telecommunication)

Rok	Liczba zdających	Nieobecni [%]	Oceny w procentach liczby wszystkich zdających							Oceny pozytywne [%]
			6,0	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,0	
2001/02	183	4,2	2,2	22,5	15,3	22,5	13,7	12,6	11,2	88,8
2002/03	201	3,4	3,0	7,5	21,4	22,9	24,9	12,9	7,4	92,6
2003/04	185	7,0	4,6	14,0	26,2	30,2	13,4	6,4	5,2	94,8
2004/05	180	5,8	5,6	5,6	11,7	12,7	20,0	17,8	26,6	73,4
2005/06	160	9,0	1,9	9,4	16,9	16,9	10,6	16,2	28,1	71,9
2006/07	150	13,3	3,3	4,0	8,0	24,7	20,0	22,0	18,0	82,0

Tab. 3. Zestawienie ocen zaliczeń z przedmiotu Miernictwo Telekomunikacyjne w latach 2001÷2007 (specjalność Telekomunikacja)
 Tab. 3. Specification of credit marks for subject „Telecommunication measurements” between 2001÷2007 years (Course Telecommunication)

Rok	Liczba studentów	Oceny w procentach liczby wszystkich ćwiczących							Oceny pozytywne [%]
		6,0	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,0	
2001/02	79	1,3	1,3	5,1	26,6	25,3	38,0	2,4	97,6
2002/03	102	0,0	10,8	19,6	22,6	20,6	26,5	0,0	100,0
2003/04	88	1,1	5,7	13,6	20,5	21,6	31,8	5,7	94,3
2004/05	105	1,9	4,8	15,2	17,2	26,7	29,5	4,7	95,3
2005/06	96	3,1	12,5	17,7	18,8	15,6	32,3	0,0	100,0
2006/07	93	5,4	10,8	8,6	16,1	21,5	33,3	4,3	95,7

3. Wnioski

1. Obowiązujący aktualnie program studiów wymusza realizowanie w tym samym semestrze wykładu i ćwiczeń laboratoryjnych. Uniemożliwia to wyprzedzenie przez tematykę omawianą na wykładzie wszystkich zagadnień teoretycznych i praktycznych niezbędnych do sprawnego i „świadomego” przeprowadzania pomiarów. Prowadzący wykład zmuszony jest do wykonywania „tematycznych skoków” w omawianym materiale, co zaburza logiczną sekwencję poszczególnych jednostek wykładowych. Utrudnia to znacznie studentom przygotowanie się od strony teoretycznej do wykonywania ćwiczeń, a także zmusza prowadzących zajęcia do poświęcenia znacznej ilości czasu ćwiczenia na wyjaśnienia i komentarze, co powoduje, że przewidywany program ćwiczeń realizowany jest w większości przypadków jedynie częściowo.
2. „Wielopokoleniowość” sprzętu stosowanego w laboratoriach dydaktycznych wymusza nadmiarowość problematyki omawianej na wykładzie – omawiane są nie tylko dominujące aktualnie narzędzia pomiarowe, ale także ich starsze realizacje istniejące nadal na stanowiskach ćwiczeniowych, po to, aby mogły być stosowane ze zrozumieniem zasad działania i prawidłowego doboru parametrów metrologicznych do danego zadania pomiarowego.
3. Analiza zestawień ocen zawartych w tabelach 1 ÷ 3 pozwala stwierdzić
 - wysoką efektywność egzaminu z przedmiotu Metrologia uzyskiwaną w pierwszym jego terminie;
 - po kilku latach stosowania tej samej bazy testów widoczny jest fakt, że wzrost efektywności egzaminu powodowany jest częściowo przyjętą przez studentów strategią uczenia się „pod test”. Zmiany dokonane w bazie testów (nowe pytania, inne wersje lub kolejność odpowiedzi) natychmiast skutkują obniżeniem się liczby ocen

pozytywnych (rzędu kilkunastu procent);

- histogramy ocen pozytywnych uzyskiwanych na zaliczeniach i egzaminie z Metrologii wykazują maksimum w tym samym obszarze 4,5 ÷ 3,5 stopnia;
- histogram pozytywnych ocen będących podstawą zaliczenia przedmiotu Miernictwo Telekomunikacyjne jest słabo zróżnicowany w obszarze 4,0 ÷ 3,0 stopnia, z niewielkim maksimum dla oceny 3,0; wynika to z procesu zapominania „wiedzy metrologicznej” powodowanego dwuletnią przerwą między oboma przedmiotami, a także brakiem egzaminu po drugim z nich.

4. Literatura

- [1] Nalepa J.: Oprogramowanie wspomagające Laboratorium Podstaw Metrologii. Materiały XXXII Międzyuczelnianej Konferencji Metrologów, Rzeszów – Jawor 2000, str. 117 – 120.
- [2] Zatorski A., Rozkrut A.: Miernictwo elektryczne. Materiały do ćwiczeń laboratoryjnych. Skrypt AGH nr 1190/1990, 1334/1992, 1403/1994, 1585/1999, Wydawnictwa AGH.
- [3] Zatorski A.: Metrologia elektryczna. Ćwiczenia laboratoryjne. Skrypt nr 13, Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki AGH, Kraków 2002.
- [4] Zatorski A., Nalepa J.: Baza testów kontrolnych w oprogramowaniu wspomagającym proces dydaktyczny w Laboratorium Metrologii. Materiały Kongresu Metrologii - metrologia w procesie poznania, tom 1, Wrocław, 6 – 9 września 2004, str. 55 – 58.
- [5] Zatorski A., Sroka R.: Podstawy pomiarów telekomunikacyjnych. Skrypt AGH nr 1536. Wydawnictwa AGH, Kraków 1998.
- [6] Zatorski A., Sroka R.: Pomiary w telekomunikacyjnych łączach analogowo-analogowych. Ćwiczenia, przykłady, zadania. Skrypt AGH nr SU 1659. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2004.