**Nazwa przedmiotu:**

Monitorowanie i pomiary w sieciach IP

**Koordynator przedmiotu:**

Andrzej BĘBEN

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

MOPS

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

138

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2.5

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1.25

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

podstawowa znajomość sieci telekomunikacyjnych, zasad działania sieci IP, podstawy teorii prawdopodobieństwa oraz umiejętność programowania

**Limit liczby studentów:**

48

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z technikami monitorowania i realizacji pomiarów w sieciach teleinformatycznych, głównie dotyczących sieci IP. Przedstawione zostaną aktualnie stosowane w sieci techniki pomiarowe (pasywne, aktywne i inne) związane z łączami transmisyjnymi, urządzeniami komutacyjnymi i nadzorowaniem jakości obsługi. Ostatecznie, omówione zostaną metody pomiarowe wspierające wybrane funkcje sieci związane z sterowaniem ruchem (przyjmowaniem nowych wywołań, monitorowaniem ruchu), inżynierią ruchu (pomiar obciążenia ruchem, macierzy ruchowych) oraz utrzymaniem sieci (detekcja anomalii, itp.). Ponadto, zostaną przedstawione najważniejsze dokumenty standaryzacyjne oraz narzędzia pomiarowe.

**Treści kształcenia:**

1. Wprowadzenie
 a) Charakterystyka sieci IP
 b) Rola systemu monitorowania i pomiarów
 - koncepcja SLA/SLS
 - metody zapewnienia jakości obsługi
 - stan standaryzacji (IETF, ITU)

2. Metryki pomiarowe
 - poziom przekazu pakietów
 - poziom połączeń
 - poziom użytkownika

3. Metody pomiarowe:
 a) metody pasywne i aktywne
 b) metody wybranych metryk

4. Analiza wyników pomiaru
 a) metody analizy stystycznej wyników pomiarowych
 b) testowanie hipotez
 c) prezentacja wyników

5. Podstawy testowania
 a) testowanie zgodności
 b) testowanie sprawności
 c) testowanie współpracy

6. Przygotowanie sieci testowej oraz przykładowe narzędzia pomiarowe

7. Pomiary charakterystyk łączy transmisyjnych
 a) modelowanie błędów (modele błędów: niezależnych, Gilberta, Fritschmana-Swobody)
 b) pomiary opóźnień (delay, jitter, wander)

8. Pomiary i charakteryzacja ruchu
 a) pomiary wartości średniej i wariancji: (metody Expotential Moving Average, Moving Average)
 b) charakteryzacja ruchu (algorytm Token Bucket)
 c) klasyfikacja ruchu

9. Wybrane metody pomiarowe stosowane w sieciach wielousługowych dla zwiększenia efektywności funkcji:
 a) sterowania ruchem,
 b) zarządzania ruchem
 c) utrzymania sieci

10. Kierunki rozwoju metod i systemów pomiarowych.

**Metody oceny:**

ocena kolokwium, egzamin, sprawozdania z laboratoriów oraz projektu

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. W.Stallings, Data and Computer Communications (5. edycja), Prentice Hall, 1997
2. A.S. Tanebaum, Computer Networks (3. edycja). Prentice Hall, 1997
3. J.Woźniak, K. Nowicki, Sieci LAN, MAN, WAN – protokoły telekomunikacyjne, Wydawnictwo Fundacji Postępu Telekomunikacyjnego, 1998
4. Zalecenia IETF grupy IPPM (IP Performance Metrics), www.ietf.org/html.charters/ippm-charter.html
5. Wybrane zalecenia ITU-T, serii Y: Y.1540, Y.1541
6. Wybrane dokumenty projektów IST INTERMON (www.ist-intermon.org/) oraz IST MOME (www.ist-mome.org/) oraz COST IC0703 (www.tma-portal.eu)
7. Rękopis skryptu, A.Beben, M.Dabrowski, „Monitorowanie i pomiary w sieciach IP”
8. Wybrane publikacje otwarte dotyczące metod pomiarowych

**Witryna www przedmiotu:**

tnt.tele.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka T1A\_W04:**

student zna rolę systemów pomiarowych w sieciach IP, podstawowe metody pomiarowe, oraz typowe architektury systemów pomiarowych

Weryfikacja:

kolowkium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka T1A\_W04, T1A\_W07:**

Student zna podstawowe metryki pomiarowe związane z: (1) poziomem przekazu pakietów, np. IPTD, IPDV, IPLR, IOPT, BTC, AVB, RTT; (2) poziomem połączeń, call blocking, set-up latency, release latency, (3) poziomem użytkownika. Dla każdej z metryk student zna metody pomiaru oraz przykładowe narzędzia pomiarowe.

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin, sprawozdania z projektów, sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03, K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka T1A\_W04, T1A\_Wo6:**

Student zna zasady testowania urządzeń i systemów, obejmujące podstawowe grupy testów związanych ze zgodnością, sprawnością oraz możliwościami współpracy

Weryfikacja:

kolowkium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG, III.P6S\_WG.o

**Charakterystyka T1A\_W05:**

Student zna aktualny stan standaryzacji oraz kierunki badawcze związane z systemami pomiarowymi w sieciach IP

Weryfikacja:

kolowkium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG, III.P6S\_WG.o

**Charakterystyka T1A\_W07:**

Student zna podstawowe metody statystycznej oceny uzyskanych wyników pomiarowych oraz zasady prezentacji wyników.

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin, sprawozdania z projektów, sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka T1A\_U01:**

Student potrafi pozyskać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł niezbędne dla realizacji zadania projektowego

Weryfikacja:

omówienie sprawozdania z projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.2.o

**Charakterystyka T1A\_U014, T1A\_U15, T1A\_U16:**

Dla zadanego zadania projektowego związanego z oceną efektywności wybranego elementu, mechanizmu lub procesu realizowanego w sieci IP, student potrafi przygotować program badań, dobrać narzędzia (symulacyjne, pomiarowe lub analityczne), przeprowadzić eksperyment, wyciągnąć wnioski oraz opracować sprawozdanie.

Weryfikacja:

omówienie sprawozdania z projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08, K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.2.o, III.P6S\_UW.3.o, III.P6S\_UW.1.o

**Charakterystyka T1A\_U08:**

Student potrafi przygotować sieć testową oraz dobrać narzędzia pomiarowe dla przeprowadzenia podstawowych eksperymentów związanych z testowaniem i badaniem urządzeń oraz sieci IP

Weryfikacja:

omówienie sprawozdań z ćwiczen laboratoryjnych oraz projektów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.2.o, III.P6S\_UW.3.o

**Charakterystyka T1A\_U09:**

Student potrafi zastosować narzędzia pomiarowe, np. iperf, mgen, wireshark, tcpdump, traceroute), symulacyjne (ns2) do przeprowadzenia eksperymentów. Ponadto, student potrafi zastosować metody analizy statystycznej dla oceny wyników uzyskanych w eksperymentach.

Weryfikacja:

omówienie sprawozdań z ćwiczen laboratoryjnych oraz projektów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka T1A\_K03, T1A\_K04:**

student potrafi współpracować przy realizacji postawionego zadania projektowego lub ćwiczenia laboratoryjnego, określić etapy realizacji zadania

Weryfikacja:

omówienie sprawozdań z ćwiczen laboratoryjnych oraz projektów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K04, K\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**