



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Projektowanie sieci telekomunikacyjnych [S2EiT1>PST]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Elektronika i telekomunikacja

Rok/Semestr

1/2

Studia w zakresie (specjalność)

Elektroniczne systemy programowalne i  
optotelekomunikacja

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

0

Inne

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

3,00

### Koordynatorzy

prof. dr hab. inż. Maciej Stasiak

maciej.stasiak@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien znać podstawy inżynierii ruchu, usług telekomunikacyjnych, systemów zarządzania, protokołów sieciowych i technik telekomunikacyjnych, które są wykorzystywane w sieciach telekomunikacyjnych i komputerowych. Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów z zakresu elektroniki i telekomunikacji z wykorzystaniem aparatu matematycznego z zakresu algebry i rachunku prawdopodobieństwa. Powinien również posiadać świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do rozwiązywanych problemów technicznych i podejmowania odpowiedzialności za proponowane przez siebie rozwiązania techniczne

### Cel przedmiotu

Przekazanie studentom podstawowej wiedzy z zakresu analizy, wymiarowania i optymalizacji systemów sieciowych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. Ma uporządkowaną i podbudowaną matematycznie wiedzę w zakresie teorii i inżynierii ruchu,

projektowania, wymiarowania i optymalizacji systemów sieciowych.

2. Ma uporządkowaną praktyczną wiedzę z zakresu projektowania sieci teleinformatycznych.

Umiejętności:

1. Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne do analizy i projektowania urządzeń i systemów telekomunikacyjnych.

2. Potrafi analizować, zaprojektować systemy telekomunikacyjne i urządzenia wchodzące w ich skład zapewniając osiągnięcie przez zaprojektowane systemy bądź sieci wymaganych parametrów technicznych.

Kompetencje społeczne:

1. Zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności, rozumie konieczność dalszego kształcenia się.

2. Ma poczucie odpowiedzialności za zaprojektowane systemy telekomunikacyjne i zdaje sobie sprawę z zagrożeń dla ludzi i dla społeczeństwa w wypadku ich nieodpowiedniego zaprojektowania lub wykonania.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wiedza nabyta w ramach ćwiczeń jest weryfikowana na podstawie kolokwium. Studenci rozwiązują 3-5 zadań, różnie punktowanych. Próg zaliczeniowy: 50% punktów. W zależności od wyników punktacja może ulec zmianie. Zagadnienia, na podstawie których opracowywane są zadania, są przekazywane studentom w trakcie zajęć.

Wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana na podstawie egzaminu testowego. Test obejmuje 25-30 pytań, każde zawiera 4 odpowiedzi, z których jedna jest prawdziwa. Próg zaliczeniowy: 50% punktów (poprawnych odpowiedzi). W zależności od wyników punktacja może ulec zmianie. W przypadku małej liczby studentów możliwy egzamin ustny.

### Treści programowe

Program obejmuje zagadnienia z zakresu inżynierii ruchu, modelowania, optymalizacji i projektowania systemów teleinformatycznych: podstawowe pojęcia inżynierii ruchu, podstawy modelowania i optymalizacji systemów sieciowych, modelowanie i wymiarowanie systemów jednousługowych, matematyczne podstawy modelowania systemów wielowymiarowych, modelowanie i wymiarowanie pełnodostępnych systemów wielousługowych, systemy zależne od stanu, modelowanie Internetu, podstawowe modele kolejkowe, wielousługowe systemy kolejkowe, wymiarowanie zasobów TCP/IP.

### Tematyka zajęć

1. Podstawowe pojęcia inżynierii ruchu: jednostki ruchu i natężenia ruchu; podział systemów sieciowych: systemy ze stratami, systemy kolejkowe; parametry jakości obsługi; poziomy projektowania zasobów sieciowych; dyskretyzacja zasobów.

2. Matematyczne podstawy modelowania i optymalizacji systemów ruchowych: strumień zgłoszeń i strumień obsługi w systemach telekomunikacyjnych; procesy Markowa; interpretacja rozwiązania procesu; rozkład zajętości zasobów;

3. Modelowanie i wymiarowanie systemów jednousługowych: modele zasobów pełnodostępnych, model Erlanga; model Engseta; model Pascala; modele zasobów niepełnodostępnych; model Erlanga dla systemu niepełnodostępnego; zastosowanie modeli do wymiarowania zasobów sieciowych.

4. Ruch charakteryzowany dwoma momentami; przelewy w sieciach teleinformatycznych; charakterystyki ruchu przelewowego; wymiarowanie zasobów z ruchem przelewowym: metoda ERT, metoda Haywarda; przegląd strategii kierowania ruchu.

5. Matematyczne podstawy modelowania systemów wielowymiarowych: dwuwymiarowy model Erlanga; mikrostany i makrostany; odwracalność wielowymiarowych procesów Markowa; skalowanie procesu; rekurencyjny zapis wielowymiarowego rozkładu Erlanga; rozkłady Erlang-Engset; algorytmy splotowe.

6. Modelowanie i wymiarowanie systemów wielousługowych; wielousługowy model zasobów pełnodostępnych; zastosowanie modelu do wymiarowania i optymalizacji zasobów sieciowych; uogólnienie modelu dla mieszaniny ruchów Erlanga, Engseta i Pascala.

7. Modelowanie i wymiarowanie zależnych od stanu systemów wielousługowych; definicja systemu zależnego od stanu; modele wielousługowych systemów zależnych od stanu: systemy z rezerwacją,

systemy jedno i wieloprogramowe, systemy progowe z histerezą, zasoby z ograniczoną dostępnością.

8. Internet, Modelowanie systemów obsługujących ruch elastyczny i adaptacyjny: modele ruchu; serwer wielousługowy z kompresją ruchu; model systemu dla mieszanej ruchów: elastycznego, adaptacyjnego i strumieniowego; algorytmy podziału zasobów; zastosowania.

9. Podstawowe modele kolejkowe: notacja Kendalla; wzory Little'a; systemy M/M/1, M/M/N, ze skończoną i nieskończoną kolejką; system M/G/1; priorytety; wymiarowanie węzłów TCP/IP - model M/G/R PS; wymiarowanie buforów; sieci kolejkowe otwarte i zamknięte; twierdzenie Jacksona; podstawy wymiarowania sieci kolejkowych; analiza opóźnień.

10. Modelowanie wielousługowych systemów kolejkowych: wielousługowy serwer, algorytmy podziału zasobów wielousługowego serwera; wielousługowe modele kolejkowe sigmaM/sigmaM/C/C+U/sdFIFO; porównanie systemów kolejkowych z różnymi algorytmami podziału zasobów.

11. Modelowanie systemów TCP/IP; pasmo ekwiwalentne, źródła ruchu pakietów: IPP, IBP, MMPP; samopodobieństwo w sieciach teleinformatycznych; ocena samopodobieństwa w systemach sieciowych; pasmo równoważne; dyskretyzacja i wymiarowanie zasobów sieci TCP/IP.

## Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja multimedialna ilustrowana przykładami.
2. Ćwiczenia: prezentacja multimedialna ilustrowana przykładami; rozwiązywanie zadań podanych przez prowadzącego.

## Literatura

Podstawowa

Literatura podstawowa:

1. Stasiak M., Głabowski M., Hanczewski S., Zwierzykowski P.: Podstawy inżynierii ruchu i wymiarowania sieci teleinformatycznych, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2009.
2. Stasiak M., Głabowski M., Zwierzykowski P.: Modelowanie i wymiarowanie ruchomych sieci bezprzewodowych. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2009.

Uzupełniająca

1. Czachórski T., Modele kolejkowe w ocenie efektywności sieci i systemów komputerowych, Wydawnictwo PKJS, Gliwice 1999.
2. Iversen V.B., ed., Teletraffic Engineering, Handbook, ITU, Study Group 2, Question 16/2 Geneva, January 2005, published on-line (publikacja dostępna bezpłatnie w sieci).
3. Stasiak M., Głabowski M., Zwierzykowski P.: Modeling and Dimensioning of Mobile Networks: from GSM to LTE, John Wiley and sons Ltd., January 2011.

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

|                                                                                                                                                      | Godzin | ECTS |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|
| Łączny nakład pracy                                                                                                                                  | 90     | 3,00 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem                                                                                            | 55     | 2,00 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) | 35     | 1,00 |