



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Pasywne sieci optyczne [S1Teleinf1>OSD]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Teleinformatyka

Rok/Semestr  
3/6

Studia w zakresie (specjalność)  
–

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
stacjonarne

Wymagalność  
obieralny

### Liczba godzin

Wykład  
15

Laboratorium  
15

Inne  
0

Ćwiczenia  
0

Projekty/seminaria  
0

### Liczba punktów ECTS

3,00

### Koordynatorzy

dr inż. Jan Lamperski  
jan.lamperski@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Wiedza z zakresu technologii światłowodowej. Wiedza z zakresu sieci światłowodowych sieci teleinformatycznych. Umiejętność pracy z anglojęzyczną literaturą techniczną.

### Cel przedmiotu

Przekazanie studentom podstawowej wiedzy w zakresie technologii pasywnych sieci optycznych. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów podstawowych i projektowych w zakresie sieci PON. Kształtowanie u studentów umiejętności pozyskiwania wiedzy nt. sieci teleinformatycznych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

Posiada wiedzę dotyczącą właściwości oraz działania pasywnych i aktywnych elementów stosowanych w pasywnych sieciach optycznych

Ma wiedzę w zakresie systemów i technologii światłowodowej

Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą sieci PON

Umiejętności:

Potrafi dokonać wielowariantowego wyboru typu i architektury sieci światłowodowej sieci PON spełniającej założenia projektowe  
Potrafi, zgodnie z założeniami przeprowadzić wybór bazy elementowej projektowanej sieci PON  
Potrafi przeanalizować właściwości transmisyjne warstwy fotonicznej sieci PON

Kompetencje społeczne:

Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz potrafi podporządkować się zasadom pracy w zespole

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana na zaliczeniu pisemnym lub ustnym.

Zestaw problemów zaliczeniowych, przesyłany jest studentom drogą mailową i/lub umieszczany na platformie dydaktycznej.

Forma pisemna realizowana jest w postaci testu zawierającego około 20 pytań lub może polegać na indywidualnym problemie koncepcyjno-projektowym obejmującym całokształt zagadnień.

Próg testu wynosi: 50% punktów.

Część praktyczna oceniana jest na podstawie raportów. Ocena końcowa jest średnią uzyskanych ocen.

## Treści programowe

Wstęp do pasywnych sieci optycznych- PON.

Architektura optycznych sieci telekomunikacyjnych. Sieci optyczne. Warstwa optyczna. Sieci całkowicie optyczne.

Ewolucja sieci światłowodowych.

Podstawy telekomunikacji światłowodowej.

Definicje i jednostki. Falowody optyczne. Charakterystyki i parametry teletransmisyjne kanału optycznego.

Tłumienie włókna. Wybrane efekty nieliniowe. Ekwiwalentne straty kanału optycznego.

Pojemność informacyjna światłowodu – dyspersja modowa, dyspersja chromatyczna, dyspersja polaryzacyjna. Specyfika i standardy włókien światłowodowych dla zastosowań abonenckich – wewnątrzbudynkowych.

Optyczne elementy pasywne stosowane w sieciach dostępowych.

Sprzęgacz kierunkowy (DC). Rozgałęźniki optyczne. Elementy selektywne – światłowodowe i objętościowe siatki Bragga. Krotnice falowe WDM. Krotnice transferowe. Cyrkularory optyczne. Typy i kategorie złączy optycznych. Kable dla sieci światłowodowych.

Elementy aktywne.

Sterowany sprzęgacz kierunkowy: modulator/ komutator elektrooptyczny. Modulator elektro-absorpcyjny.

Modulator w konfiguracji interferometru Macha-Zehndera.

Detekcja światła. Fotodiody półprzewodnikowe PIN i APD – budowa, właściwości, parametry i charakterystyki spektralne. Detekcja koherentna.

Półprzewodnikowe źródła światła. Diody elektroluminescencyjne. Półprzewodnikowy wzmacniacz optyczny (SOA). Źródła koherentne: laser wielomodowy (FP LD), lasery jednomodowe (DFB, DBR, ECL).

Nadajniki optyczne z modulacją bezpośrednią oraz modulatorami zewnętrznymi.

Modulacja intensywności światła: modulacja bezpośrednia, modulator elektroabsorpcyjny, modulator na bazie interferometru. Modulacja fazy. Wybrane zaawansowane formaty modulacji.

Architektura sieci światłowodowych PON.

Sieci BPON, EPON, GPON.

Wybrane zagadnienia standaryzacji: ITU-T, FSAN, IEEE.

Technologicznie zaawansowane sieci PON.

Projektowanie sieci PON.

Definicja wymagań. Budżet mocy łącza. Przepływność systemu.

Instalacja i testowanie sieci PON.

## Tematyka zajęć

Wykład:

Wstęp do dostępowych sieci optycznych.

Podstawy telekomunikacji światłowodowej.

Charakterystyki i parametry teletransmisyjne kanału optycznego.

Wybrane efekty nieliniowe.  
 Ekwiwalentne straty kanału optycznego.  
 Pojemność informacyjna światłowodu.  
 Specyfika i standardy włókien światłowodowych dla zastosowań abonenckich – wewnątrzbudynkowych.  
 Zastosowanie nieliniowego rozpraszania Ramana.  
 Wybrane optyczne elementy pasywne stosowane w sieciach dostępowych.  
 Sprzęgacz kierunkowy. Rozgałęźniki optyczne.  
 Sterowany sprzęgacz kierunkowy: modulator, komutator elektrooptyczny.  
 Modulator elektro-absorpcyjny. Modulator w konfiguracji interferometru Macha-Zehndera.  
 Detekcja światła. Fotodiody półprzewodnikowe PIN i APD – budowa, właściwości, parametry i charakterystyki spektralne. Detekcja koherentna.  
 Półprzewodnikowe źródła światła. Diody elektroluminescencyjne. Półprzewodnikowy wzmacniacz optyczny. Lasery półprzewodnikowe.  
 Nadajniki optyczne z modulacją bezpośrednią oraz modulatorami zewnętrznymi.  
 Modulacja intensywności światła. Modulacja fazy. Wybrane zaawansowane formaty modulacji.  
 Podstawy architektury światłowodowych sieci pasywnych.  
 Alternatywny rozwiązań sieciowych: BPON, EPON, GPON.  
 Sieci FTTX. Architektura sieci FTTX. WDM FTTX PON.  
 Perspektywy rozwoju sieci dostępowych z zastosowaniem zaawansowanych technologii optycznych.  
 Projektowanie sieci FTTH.  
 Wybór architektury sieci. Definicja wymagań. Analiza budżetu mocy sieci FTTH. Analiza ograniczeń spowodowanych stratami. Ekwiwalentne straty systemu światłowodowego. Przepływność systemu. Metody redukcji ograniczeń spowodowanych efektami dyspersyjnymi.  
 Instalacja i testowanie sieci FTTH.

#### Ćwiczenia praktyczne:

Definicje i jednostki.

Rozgałęźniki światłowodowe.

Światłowodowe i objętościowe siatki Bragga. Filtry optyczne. Krotnice transferowe OADM

Budżet mocy sieci PON. Optymalizacja budżetu mocy.

Dynamika systemu PON. Metody optymalizacji pojemności systemu.

Symulacja łącza światłowodowego - zasięg połączenia vs BER.

Symulacja zaawansowanych sieci pasywnych (GPON, NGPON - SOA, RA).

### Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna.

Ćwiczenia praktyczne: przykłady obliczeniowe oraz symulacje komputerowe.

### Literatura

Podstawowa:

R Ramaswami, K Sivarajan, G Sasaki Optical Networks, A Practical Perspective, Elsevier, 2010

J. Prat, Next-Generation FTTH Passive Optical Networks, Springer, 2008

G. Keiser, FTTX concepts and applications, John Wiley & Sons, 2006

N. Kashima, Passive Optical Components for Optical Fiber Transmission, Artech House, 2005

Uzupełniająca:

J. Siuzdak, Systemy i sieci fotoniczne, WKŁ, 2009

C. Palais, Fiber optic Communications, Pearson Prentice Hall, 2005

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

|                                                                                                                                                      | Godzin | ECTS |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|
| Łączny nakład pracy                                                                                                                                  | 56     | 3,00 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem                                                                                            | 30     | 2,00 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) | 26     | 1,00 |