**Nazwa przedmiotu:**

Sieci następnej generacji

**Koordynator przedmiotu:**

Dariusz Bursztynowski

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

SNG

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

- udział w wykładach: 15 x 2 godz. = 30 godz.,
- przygotowanie do kolejnych wykładów i realizacji projektu (przejrzenie materiałów z wykładu i dodatkowej literatury, próba rozwiązania miniproblemów sformułowanych na wykładzie): 15 godz.
- udział w konsultacjach związanych z realizacją projektu: 2 x 1,5 + 2 x 1,5 godz. + 2 x 0,5 godz. = 7 godz. (założono, że student uczestniczy w dodatkowym wykładzie poświęconym projektowi, korzysta z konsultacji dotyczących zainstalowania, uruchomienia i korzystania z oprogramowania projektowanie, a ponadto z konsultacji 2 razy w semestrze),
- realizacja zadań projektowych: 2 x 25 = 50 godz. (obejmuje ostateczną konfigurację oprogramowania, opracowanie własnej koncepcji i implementację rozwiązania oraz przygotowanie sprawozdań),
- przygotowanie do kolokwium (rozwiązanie zadań przedkolokwialnych, udział w konsultacjach przedkolokwialnych): 3 godz. + 1 godz. = 4 godz.
- przygotowanie do egzaminu (rozwiązanie zadań przedegzaminacyjnych, udział w konsultacjach przed egzaminem) oraz obecność na egzaminie: 8 godz. + 1 godz. + 3 godz. = 12 godz.

Podsumowanie:
- wykłady 30+15=45
- zajęcia wprowadzające
 do projektu 7
- projekt 2 x 25 = 50
- konsultacje 4
- przygot do egz. 12
=============
razem 118

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

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2

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

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

**Wymagania wstępne:**

Podstawowa znajomość architektury warstwowej OSI/ISO
Podstawowa znajomość technik IP
Umiejętnośc programowania z preferencja dla Java/Eclipse/NetBeans, C#/.NET
Zalecana podstawowa wiedza z teorii kolejek (na przykład zaliczony przedmiot "Teoria kolejek")

**Limit liczby studentów:**

45

**Cel przedmiotu:**

Cele
- zrozumienie przez studentów potrzeby systematycznego, architektonicznego spojrzenia na ewolucję sieci, zwłaszcza w ujęciu operatorskim, w dobie konwergencji sieci i usług
- zapoznanie studentów z podstawowymi rozwiązaniami architektonicznymi, protokołami oraz technikami stosowanymi w sieciach konwergentnych bazujących na koncepcji NGN
- zapoznanie studentów z ważniejszymi technikami kształtującymi wizję przyszłego Internetu
- nabycie podstawowych umiejętności w zakresie oceny alternatyw i doboru właściwych rozwiązań sieciowych NGN zależnie od wymagań operatorskich, realizacji usług aplikacyjnych z wykorzystaniem styków otwartych do warstwy sterowania zgłoszeniami i realizacji funkcji zarządzania zasobami sieci z wykorzystaniem niskopoziomowych styków do warstwy transportowej.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu:

1. Wprowadzenie do koncepcji sieci następnej generacji [2godz.]
Geneza i podstawowe wymagania funkcjonalne na sieć następnej generacji. Paradygmaty architektury sieci następnej generacji – ujęcie warstwowe i separacja warstw, współpraca z innymi sieciami i pojęcie bram medialnych oraz sygnalizacyjnych, ogólna rola sterowników poziomu zgłoszeń/usług oraz serwerów aplikacyjnych.
2. Sterowanie usługami w sieciach NGN na przykładzie sieci 3GPP [2godz.]
Ewolucja architektury sieci 3GPP - zarys. Rozwiązania charakterystyczne dla stanu obecnego: podstawowe protokoły sygnalizacyjne SS7 (MTP, ISUP, SCCP, INAP, MAP), sterowanie zgłoszeniami i połączeniami w sieci ISDN/3GPP z uwzględnieniem roli platformy IN i migracja architektury w kierunku sieci transportowej IP; warstwowa architektura sieci 3GPP, funkcje sterowania zgłoszeniami, funkcje bramowe dla mediów i dla sygnalizacji. Przykład szczegółowy: koncepcja realizacji usług połączeniowych poprzez sieć pakietową i architektura sterowania w protokole BICC.
3. Architektura SIP [4godz.]
Architektura usługowa SIP, serwery i ich rola. Sterowanie - model zgłoszenie a sesja SIP, zgłoszenie/ dialog/ transakcja, podstawowe metody i mechanizmy SIP oraz ich rola w obsłudze sesji. Protokół SDP jako protokół nawiązywania połączenia w architekturze SIP. Adresowanie i ruting zgłoszeń w sieci SIP – zasady i rola w realizacji usług. Ewolucja SIP na bazie rozszerzeń protokołu – przykładowe rozrzerzenia (np. Refer, Join i model 3pcc), idea usług Instant Messaging oraz usług obecności. Współpraca SIP z innymi protokołami sterowania – ogólne zasady.
4. Funkcje bramowe w NGN – aspekt transportowy [2godz.]
Współpraca różnych sieci w ramach NGN – koncepcja bram. Bramy medialne i model współpracy warstwy sterowania zgłoszeniami/usługami z warstwą transportową. Protokół H.248/Megaco – architektura styku MGC-MGCP, model zgłoszenia, obsługa. Bramy sygnalizacyjne: model współpracy funkcji sterowania w warstwie sygnalizacyjnej, transport sygnalizacji na bazie stosu SIGTRAN – architektura i protokoły, przykładowe zastosowanie w sieci 3GPP.
5. Współpraca międzydomenowa, koncepcja styków usługowych [2godz.]
Współpraca międzydomenowa w sieciach NGN w warstwie sterowania zgłoszeniami: zestawienie roli standardów BICC, standard SIP-T/SIP-I, numeracja w sieci PSTN i w sieci IP - translacja numeracji wg ENUM. Otwarte styki usługowe NGN: koncepcja styków jako rozwinięcie idei IN, styków popularne w zastosowaniach operatorskich, modele operatorskie Telco 2.0/3.0.
6. Sieć NGN IMS wg 3GPP/TISPAN/ITU [2godz.]
Konwergencja usług i sieci - docelowa warstwowa architektura NGN wg organizacji normalizacyjnych. Koncepcja podsystemów (IMS, PSTN/ISDN emulation/simulation, …). Usługi i koncepcja filarów usługowych (service enablers), wybrane funkcje jak obecności, lokalizacyjne, obsługi wiadomości, obsługa sesji) oraz ich wykorzystanie w realizacji usług aplikacyjnych.
7. Podsystem IMS [3godz.]
Rola podsystemu IMS w realizacji usług dla terminali mobilnych i stacjonarnych. Architektura podsystemu i sterowanie obsługą sesji. Zasady realizacji usług sesyjnych: model z logiką usługową w sieci macierzystej - zasady kierowania wiadomości SIP, profile usługowe abonenta, współpraca warstwy sterowania sesją z warstwą aplikacyjną, scenariusze usługowe i sygnalizacja. Sterowanie jakością przekazu - powiązanie warstwy sterowania sesją z warstwą transportową . Bezpieczeństwo i architektura SBC (Session Border Controller). Emulacja/symulacja PSTN/ISDN jako przykładowa aplikacja IMS.
8. Warstwa transportowa NGN w koncepcji 3GPP/TISPAN [3godz.]
Architektura sieci transportowej 4G: system EPS, sieć EPC. Transportowe funkcje sterowania w obrębie EPC: sterowanie zasobami, sterowanie dostępem do sieci – architektura i zasady realizacji usług o różnym dostępie do sieci. Zasady współpracy aplikacji z warstwą transportową: koncepcja sterowania transportem z wykorzystaniem serwera polityk, elementy protokołu Diameter oraz mechanizmy zapewniania jakości transferu. Aspekty autonomiczności warstwy transportowej w sieci EPC – koncepcja SON (self-organising network).
9. Wybrane aspekty ewolucji sieci: zagadnienia QoS a przyszły Internet [2godz.]
Ruch i zjawisko przeciążenia w sieci IP, podstawowe zakresy obciążenia ruchowego sieci – transparentny, elastyczny i przeciążenie - a potrzeba sterowania zasobami i ruchem, klasyczne mechanizmy zapewniania jakości – spojrzenie krytyczne, koncepcja operatorska - IPX oraz Internet niezarządzany, nowe paradygmaty zarządzania ruchem: sterowanie przepływowe (flow-aware networking) oraz opłaty za przeciążenie (congestion pricing).
10. Wybrane aspekty ewolucji sieci: bezprzewodowe sieci kratowe [3godz.]
Wprowadzenie do techniki bezprzewodowych sieci kratowych (Wireless Mesh Networks, WMN): architektura, budowa i podstawowe zasady działania sieci WMN, sieci WMN na tle innych technik sieci bezprzewodowych. Wybrane problemy zarządzania zasobami: zakres pojemności sieci i optymalna strategia sterowania a podejście cross-layer, sprawiedliwy przydział zasobów jako praktyczne podejście do problemu zarządzania zasobami, podstawowe mechanizmy sterowania w ujęciu warstwowym OSI (sterowanie mocą, szeregowanie łączy, ruting, sterowanie przeciążeniem). Typowe zastosowania WMN: dostęp do Internetu i powiększenie zasięgu węzłów WLAN, sieci osiedlowe, sytuacje kryzysowe. Standaryzacja: IEEE 802.11s.
11. Wybrane aspekty ewolucji sieci: ewolucja sieci dostarczania treści [3godz.]
Usługi dostarczanie treści: wymagania i przykładowe odmiany takich sieci (sieci P2P, sieci CDN, sieci społecznościowe). Przypadek sieci CDN: podstawy sieci CDN (Content Delivery Network): buforowanie treści (WEB caching) a sieci CDN, architektura i główne funkcje CDN (alokacja treści, kierowanie zapytań i wybór serwera, biling), zastosowania. Ewolucja sieci CDN: ograniczenia współczesnych rozwiązań CDN, koncepcja CDNI (CDN Interconnection) jako opcja rozwoju w stronę globalnej sieci CDN, koncepcja NGCD (Next Generation Content Delivery) / cloud acceleration. Sieci treści na tle koncepcji przyszłego Internetu.
12. Wybrane aspekty ewolucji sieci: wirtualizacja sieci i sieci programowalne [2godz.]
Wstęp: ograniczenia obecnego Internetu (wydajność, niezawodność, modele biznesowe). Wirtualizacja zasobów – spojrzenie klasyczne. Multipleksacja i agregacja jako podstawa przetwarzania w chmurze. Wirtualizacja sieci i sieci nakładkowe, federacja sieci. Zastosowanie technik komutacji i przełączania w wirtualizacji sieci: architektura OpenFlow i koncepcja sieci programowalnych (Software Defined Network).

Zakres projektu:

• Część 1: Zadanie polega na opracowaniu koncepcji, zaprojektowaniu oraz implementacji usługi sieciowej z wykorzystaniem styku usługowego wzorowanego na standardzie ParlayX. Implementacja jest realizowana w Laboratorium Sieci IP w Instytucie Telekomunikacji z wykorzystaniem centrali IP Alcatel OmniPCX. Środowisko programistyczne obejmuje język Java/Eclipse oraz technikę Web Services. Konfiguracja centrali może być dodatkowo wzbogacona przez uczestników projektu poprzez dołączenie do sieci lokalnej terminali PC z komunikatorami posługującymi się protokołem SIP.
• Część 2: Zadanie polega na opracowaniu koncepcji, zaprojektowaniu i zaimplementowaniu prostej funkcji sterowania siecią (np. ruting w warstwie Ethernet) z wykorzystaniem sterownika OpenFlow. Implementacja jest realizowana w środowisku OpenFlow na sprzęcie prywatnym uczestnika projektu lub w Laboratorium Sieci IP.

**Metody oceny:**

Projekt 2 x 30 pkt. = 60 pkt
Egzamin 40 pkt.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

[1] Zuidweg J. Next Generation Intelligent Networks, 2002 (czytelnia IT PW)
[4] Jajszczyk A. Transport sygnałów w sieciach nowej generacji, Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne, nr 4, 2003
[3] Poikselka M. IMS - IP Multimedia concepts and services in the mobile domain, Wiley, 2004 i nowsze edycje (czytelnia IT PW).
[4] Mueller S.M. APIs and Protocols for Convergent Network Services, McGraw-Hill, 2002.
[5] Materiały w przykładowych witrynach WWW:
• International Softswitch Consortium: http://www.softswitch.org
• centrum informacyjne SIP: http://www.sipcenter.com
• materiały ze strony 3GPP
[6] Materiały udostępniane przez prowadzącego ze strony przedmiotu.

**Witryna www przedmiotu:**

www.tele.pw.edu.pl/sng

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka [K\_W08] [K\_W09] [K\_W11]:**

student zna architekturę sieci konwergentnej oraz rozumie przyczyny i kierunki jej ewolucji

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W08, K\_W09, K\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka [K\_W09] [K\_W13]:**

student zna podstawowe techniki sieciowe związane z koncepcją przyszłego Internetu

Weryfikacja:

projekt 2, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W09, K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, III.P7S\_WG.o

**Charakterystyka [K\_W10] [K\_W11] [K\_W12]:**

student rozumie problematykę zapewniania jakości przekazu (QoS) w sieciach oraz istoty optymalnego sterowania zasobami w sieci (na przykładzie sieci bezprzewodowych typu mesh)

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10, K\_W11, K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, I.P7S\_WK, III.P7S\_WK.o

**Charakterystyka [K\_W10] [K\_W11] [K\_W13]:**

student zna protokoły kumunikacyjne stosowane w sieciach konwergentnych, ich rolę oraz rozwiązania alternatywne, wzajemne powiązania i kierunki ich rozwoju

Weryfikacja:

projekt 2, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10, K\_W11, K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, III.P7S\_WG.o

**Charakterystyka [K\_W10] [K\_W12] :**

student potrafi określić wymagania dla autonomicznych funkcji zarządzania zasobami w sieci i zilustrować zasady ich realizacji przykładzie wybranego rozwiązania

Weryfikacja:

projekt 2, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10, K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, I.P7S\_WK, III.P7S\_WK.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka [K\_U08] [K\_U11]:**

student potrafi określić wymagania dla autonomicznych funkcji zarządzania zasobami w sieci i dobrać właściwy ich zestaw do realizacji określonego celu zarządzania siecią

Weryfikacja:

projekt 2

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08, K\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, I.P7S\_UW

**Charakterystyka [K\_U08] [K\_U11] [K\_U15]:**

student potrafi potrafi wskazać właściwy wariant architektury sieci konwergentnej oraz odpowiedni zestaw protokołów komunikacyjnych zależnie od usługowych i technicznych wymagań operatora

Weryfikacja:

projekt 1, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08, K\_U11, K\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, I.P7S\_UO, III.P7S\_UW.4.o

**Charakterystyka [K\_U08] [K\_U15]:**

student, na podstawie znajomości architektury sieci konwergentnej, potrafi określać możliwe opcje budowy takiej sieci na podstawie ogólnych wymagań operatorskich

Weryfikacja:

projekt 1, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08, K\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, I.P7S\_UO, III.P7S\_UW.4.o

**Charakterystyka [K\_U09] [K\_U12]:**

zaprojektować i zaimplementować aplikacje wykorzystujące styki sieciowe do: funkcji sterowania zgłoszeniami w sieci konwergentnej i funkcji przełączania pakietów w transportowych sieci pakietowej

Weryfikacja:

projekt 1, 2

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09, K\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW