**Nazwa przedmiotu:**

Bezprzewodowe sieci kratowe

**Koordynator przedmiotu:**

Dariusz Bursztynowski

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

BESK

**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): 14 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: 25 godz. (obejmuje ostateczną konfigurację oprogramowania, opracowanie własnej koncepcji i implementację rozwiązania oraz przygotowanie sprawozdań),
- przygotowanie i udział w laboratorium - łącznie 30 godz.
- przygotowanie do egzaminu (rozwiązanie zadań przedegzaminacyjnych, udział w konsultacjach przed egzaminem) oraz obecność na egzaminie: 8 godz. + 1 godz. + 3 godz. = 12 godz.

=============
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:  | 15h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Sieci IP, Sieci Lokalne, zalecana podstawowa wiedza z teorii kolejek (na przykład zaliczony przedmiot "Teoria kolejek")

**Limit liczby studentów:**

45

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest wprowadzenie do tematyki sieci BSK (ang. Wireles Mesh Networks) zarówno w aspektach technicznych, jak i usługowych.Wykład podzielono na trzy bloki tematyczne. Pierwszy z nich ma charakter wprowadzający i obejmuje ważniejsze architektury sieci BSK oraz zagadnienia podstawowe, które są omówione na tle rozwiązań opartych na standardzie WiFi 802.11 i protokole transportowym TCP. W drugim bloku głębiej omawiane są wybrane problemy realizacji głównych funkcji zarządzania zasobami w sieciach BSK z silnym naciskiem na zintegrowane mechanizmy zarządzania. Trzeci blok poświęcono wybranym obszarom zastosowań BSK. Laboratorium i zajęcia projektowe służą do ugruntowania treści wykładowych i nabycia praktycznych umiejętności poprzez symulacyjne i praktyczne badanie działania ważniejszych mechanizmów stosowanych w sieciach BSK. W ramach przedmiotu słuchacz opanowuje podstawowe umiejętności pozwalające na wykorzystanie techniki BSK w praktyce, a często bardzo pomocne także w przypadku stosowania technik pokrewnych do BSK, takich jak np. sieci sensorów i sieci ad-hoc.

**Treści kształcenia:**

1. Wprowadzenie do sieci BSK (2W)

Wstęp – idea sieci wieloskokowych i ich podstawowe odmiany (ad-hoc, sensorowe, mesh)
Sieci BSK (mesh) na tle innych sieci wieloskokowych, typowe zastosowania, wymagania dla sieci BSK (pojemność, sprawiedliwość, niezawodność i odporność na zmiany warunków pracy).
Podstawowe zagadnienia architektoniczne - sieci płaskie, hierarchiczne, mieszane, zagadnienia związane z protokołami warstw 1 (phy), 2 (MAC), sieci, transportu, aplikacji.
Ogólna charakterystyka sieci BSK z punktu widzenia oczekiwań jakościowych (duża dynamika zmian, silne zależności międzywęzłowe). Optymalna strategia zarządzania zasobami typu backpressure – podstawa dla metod typu cross-layer i punkt odniesienia dla oceny mechanizmów praktycznych; podstawowe mechanizmy poprawy wydajności w sieciach BSK.

2. Sieci wielo-radiowe i wielokanałowe (1W)
Zwiększanie pojemności systemu (sieci jedno-radiowe/jedno-kanałowe/wielo-kanałowe, sieci wieloradiowe).
Strategie gospodarowania kanałami radiowymi (interferencje międzyłączowe - modele, sformułowania problemu i algorytmy); ruting i rola metryk rutingowych.
Zintegrowane algorytmy rutingu i doboru kanałów.

3. Sieci BSK bazujące na technice IEEE 802.11 (bez 802.11s) (2W)-(2,5W)
Problemy wydajnościowe - ograniczenia pojemnościowe (narzut protokołów w układzie typu OSI, interferencje wewnątrz- i między-przepływowe, problemy protokołu TCP); niesprawiedliwy przydział pasma (ukryty terminal, współdzielenie kanału przez wiele przepływów, wpływ opóźnienia RTT).
Sposoby poprawy wydajności sieci - mechanizmy rutingowe (metryki zależne od jakości łącza, metryki uwzględniające interferencje, ruting wielościeżkowy); wielokanałowość (dobór kanałów); poprawa sprawiedliwości podziału zasobów [modele sprawiedliwego przydziału, metody sterowania szybkością nadawania (ang. rate control), podejścia „overlay MAC layer”].
Wybrane otwarte problemy - sprawiedliwy przydział max-min, ruting wielościeżkowy ograniczający interferencje, wykorzystanie anten kierunkowych, bezpieczeństwo protokołów rutingowych.

4. Protokły rutingowe (2W)-(3W)
Ogóle zagadnienia rutingu – klasyfikacja protokołów, ruting w warstwie 2, wymagania pod adresem rutingu w sieciach BSK
Podstawowe koncepcje - ruting wielościeżkowy dla równoważenia obciążeń i poprawy niezawodności, ruting QoS.
Metryki rutingowe.
Protokoły rutingowe – ruting topologiczny i główne „standardy” (AODV, OLSR, DSR) oraz udoskonalenia (ruting: cross-layer, bandwidth-aware, multi-radio); ruting pozycyjny.

5. Protokoły MAC (1W)-(2W)
Wstęp - konwencjonalne protokoły MAC - Aloha/slotted aloha, CSMA I CSMA/CA, IEEE 802.11 DCF, IEEE 802.11e MAC.
Zaawansowane protokoły MAC dla BSK – protokoły dostosowane dla anten kierunkowych, protokoły dla rozwiązań wielokanałowych, protokoły bez rywalizacji dla sieci z synchronizacją.
Propozycje zaawansowanych mechanizmów dla 802.11 – sterowanie przeciążeniem wewnątrz BSK (ang. intra-mesh congestion control), koncepcja wspólnego kanału sygnalizacyjnego (ang. common channel framework), dostęp deterministyczny na bazie okresów bez rywalizacji (ang. Mesh deterministic Access).

6. Równoważenie ruchu w sieciach BSK (1W)
Specyfika BSK – obecność wielu węzłów-bram i wymagania na równoważenie obciążeń.
Podstawowe strategie równoważenia obciążeń (ang. moving boundary-based load balancing, partitioned host-based load balancing, probabilistic striping-based load balancing) – sformułowania, algorytmy i realizacja.

7. Optymalizacja typu cross-layer (2W)
Idea podejść typu cross-layer (strategie backpressure i NUM, identyfikacja roli poszczególnych mechanizmów w tych strategiach, porównanie - sieć stała jako zdegenerowana wersja BSK).
Wybrane podejścia integrujące ruting z innymi mechanizmami zarządzania zaobami (ruting/szeregowanie, ruting/rate control), teoria i ich cechy praktyczne.

8. Wybrane inne zagadnienia (1W)
Aspekty bezpieczeństwa, komunikacja multimedialna i QoS, mechanizmy oportunistyczne.

9. Standaryzacja rozwiązań BSK (1,5W)-(2W)
Standaryzacja BSK wg IEEE 802.11s - (częściowo zebranie wcześniejszych informacji); ponadto mesh MAC, mesh Discovery, protokoły rutingowe zestawu HWMP oraz funkcje uni- i multi-castowe, możliwości zaawansowanego sterowania zasobami i QoS w sieciach 802.11s.
Standaryzacja BSK wg IEEE 802.16 WiMAX Mesh Networking – tryb mesh w IEEE 802.16 WiMAX (ważniejsze funkcje, szeregowanie transmisji danych rozproszone/scentralizowane)

10. Wybrane zastosowania i realizacja BSK (1W)
Aspekty planowania i skalowalność sieci BSK.
Sieci BSK w zastosowaniach społecznościowych, rozszerzenia dostępu do Internetu, bezpieczeństwa publicznego i sytuacjach kryzysowych.
Studium przypadku: przykładowo - sieć monitorowania zagrożeń pożarowych (analiza wymagań, analiza ruchowa, dobór rozwiązań).

**Metody oceny:**

projekt 30 pkt
laboratoria 30 pkt
egzamin 40 pkt

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

[1] Sudip Misra, Subhas Chandra Misra, Isaac Woungang (wyd.), Guide to Wireless Mesh Networks, Springer-Verlang, 2009.
[2] Zestaw publikacji naukowych i standardów IEEE dobrany przez prowadzącego.

**Witryna www przedmiotu:**

aaa

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

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

student zna architekturę bezprzewodowych sieci kratowych oraz podstawowe rozwiązania techniczne w nich stosowane

Weryfikacja:

projekt, egzamin

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

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

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

student zna protokoły kumunikacyjne oraz mechanizmy zarządzania zasobami stosowane w bezprzewowdowych oraz sposób ich wykorzystania w zapewnianiu jakości przekazu (QoS) w tych sieciach

Weryfikacja:

projekt, egzamin

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

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

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

student ma wiedzę o głównych zastosowaniach BSK oraz podstawową wiedzę standaryzacyjną w zakresie bezprzewodowych sieci kratowych

Weryfikacja:

projekt, egzamin

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

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka [K\_U06] [K\_U08] [K\_U11]:**

dobrać właściwą architekturę oraz konkretne mechanizmy zarządzania zasobami w sieci BSK

Weryfikacja:

projekt, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U06, K\_U08, K\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.3.o, III.P7S\_UW.2.o

**Charakterystyka [K\_U06] [K\_U09]:**

opracować własne schematy zarządzania zasobami w sieci BSK (np. dobór kanałów, szeregowanie transmisji, dobór dróg kierowania ruchem)

Weryfikacja:

projekt, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U06, K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.3.o

**Charakterystyka [K\_U08] [K\_U09] [K\_U10]:**

zbadać parametry jakościowe danej sieci BSK

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08, K\_U09, K\_U10

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