

**Opis poszczególnych przedmiotów(zajęć) studiów pierwszego stopnia o profilu ogólnoakademickim na kierunku Inżynieria Internetu Rzeczy, prowadzonych na Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych**

**Autor:** *dr hab. inż. Grzegorz Stępnia*k

**Sygnaly i Systemy  
Signals and Systems**

**Poziom kształcenia:** I stopień

**Forma i tryb prowadzenia przedmiotu:** stacjonarna

**Kierunek studiów:** Cyberbezpieczeństwo

**Specjalność:**

**Grupa przedmiotów:** Podstawy Elektroniki i Telekomunikacji

**Poziom przedmiotu:** podstawowy

**Status przedmiotu:** obowiązkowy

**Język przedmiotu:** polski

**Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych):** 3

**Minimalny numer semestru:** 3

**Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:**

**Limit liczby studentów:** 60

**Powód zgłoszenia przedmiotu:** program studiów na kierunku Cyberbezpieczeństwo (studia uruchomione w roku ak. 2019/2020) oraz przewidziany w nowym programie studiów Inżynieria Internetu Rzeczy

**Cel przedmiotu:**

Głównym celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów (studentek) z podstawami przetwarzania sygnałów w zakresie wymaganym do dalszego studiowania na kierunku telekomunikacja lub pokrewnych. Na przedmiocie przedstawiony zostanie formalizm opisu sygnałów w dziedzinie czasu, metody analizy częstotliwościowej, przetwarzanie sygnałów przez systemy liniowe, zamiana sygnałów analogowych na cyfrowe oraz cyfrowych na analogowe, a także własności i modelowanie sygnałów stochastycznych. Zagadnienia te będą przedstawione zarówno dla sygnałów (systemów) ciągłych w czasie, jak i ich dyskretnych odpowiedników. Student po zaliczeniu przedmiotu posiadać będzie niezbędną wiedzę do samodzielnego poruszania się w obszarze cyfrowego i analogowego przetwarzania sygnałów.

W ramach przedmiotu przewidziane są zajęcia ćwiczeniowe, na których rozwiązywane będą zadania, które pogłębią rozumienie treści wykładu. Na zajęciach laboratoryjnych, studenci zastosują zdobytą wiedzę w praktyce: projektując filtry FIR, IIR, badając widmo sygnałów deterministycznych i stochastycznych, czy obserwując aliasing.

## Treść kształcenia:

### WYKŁADY:

1. Klasyfikacja sygnałów. Sygnały ciągłe i dyskretne. Periodyczne i aperiodyczne. Deterministyczne i losowe. Sygnały o skończonej i nieskończonej energii. Opis w dziedzinie czasu. Podstawowe operacje na sygnałach (2h).
2. Przestrzeń wektorowa i sygnałowa jako przestrzenie Hilberta. Iloczyn skalarny, ortogonalność, norma, energia, moc, baza sygnałowa. Ortogonalizacja Grama-Schmidta (2h)
3. Opis sygnałów okresowych w dziedzinie częstotliwości. Trygonometryczny i wykładniczy szereg Fouriera i jego własności (2h)
4. Transformacja Fouriera i jej własności. Analiza częstotliwościowa sygnałów. Transformacja Fouriera sygnałów periodycznych. Delta Diraca. Gęstość widmowa energii i mocy (3h).
5. Liniowe systemy niezmiennie w czasie. Opis w dziedzinach czasu i częstotliwości. Zasada superpozycji. Splot. Odpowiedź impulsowa i częstotliwościowa. Transformacja Laplace'a i jej zastosowania. Przyczynowość i stabilność systemów (3h).
6. Filtry analogowe. Filtr Butterwortha. Transformacja Hilberta i jej zastosowania. Splot w czasie i częstotliwości. Zastosowania: modulacje analogowe amplitudy i częstotliwości (3h).
7. Próbkowanie idealne sygnałów dolnopasmowych. Twierdzenie o próbkowaniu. Odtwarzanie sygnału ciągłego z próbek. Próbkowanie sygnałów pasmowych. Próbkowanie nieidealne. Próbkowanie sygnałów pasmowych. Kwantyzacja i szum kwantyzacji (2h)
8. Widmo sygnałów dyskretnych. Dyskretna transformacja Fouriera oraz dyskretna transformacja kosinusowa i ich własności. Zastosowanie w kompresji stratnej sygnałów. Splot cyfrowy: liniowy i kołowy. Szybka transformata Fouriera (2h)
9. Transformata Z i jej własności oraz poszukiwanie postaci czasowej sygnału z jego transformaty Z. (3h)
10. Systemy czasu dyskretnego. Przyczynowość i stabilność. Filtry o skończonej i nieskończonej odpowiedzi impulsowej (FIR oraz IIR). Transmitancja. (3h)
11. Metody projektowania filtrów dyskretnych: metodą próbkowania w dziedzinie częstotliwości z wykorzystaniem IDFT, metodą okien czasowych oraz transformacją biliniową. Realizacje transwersalne filtrów. Przegląd najczęściej stosowanych filtrów. (2h)
12. Sygnały losowe. Parametry i opis sygnałów losowych. Systemy stacjonarne i ergodyczne. Autokorelacja i widmowa gęstość mocy. Przejście sygnału losowego przez system liniowy. Twierdzenie Wienera-Chinczyna (3h)

## ĆWICZENIA:

Ćwiczenia audytoryjne będą utrzymywały biegłość studentów w posługiwaniu się czasowym i częstotliwościowym opisem sygnałów i systemów czasu ciągłego oraz dyskretnego. Treść zadań zostanie zaczerpnięta z dostępnej literatury w języku angielskim oraz polskim, oraz opracowana samodzielnie przez prowadzących.

## LABORATORIA:

Zajęcia laboratoryjne będą stanowiły praktyczną ilustrację do zagadnień poruszanych na wykładzie. Będą się one odbywać w środowisku komputerowym z oprogramowaniem Matlab. Część programów zostanie przygotowana przez prowadzących. Możliwe są też zadania wymagające napisanie niewielkich fragmentów kodu przetwarzania sygnałów przez studentów. Laboratorium podzielono je na 5 ćwiczeń:

1. **Próbkowanie i kwantyzacja sygnałów.** Na ćwiczeniu tym studenci zapoznają się z zagadnieniem próbkowania sygnału audio, przez badanie wpływu częstotliwości próbkowania na postać czasową sygnału dyskretnego oraz jego widmo częstotliwości. Badany będzie aliasing oraz rekonstrukcja sygnału ciągłego na podstawie próbek sygnału dyskretnego. Zbadany zostanie też wpływ szumu kwantyzacji.
2. **Reprezentacja ortogonalna sygnałów.** Obliczanie współczynników rozwinięcia sygnału w różnych bazach, błąd aproksymacji, energia sygnału, aproksymacji i błędu aproksymacji. Funkcje basowe harmoniczne i Walsh.
3. **Analiza częstotliwościowa sygnałów ciągłych.** Dyskretna transformacja Fouriera i jej własności. Widmowa gęstość mocy, periodogram, metoda Walsh i spektrogram. Widmo ciągłe i dyskretne. Wpływ okien.
4. **Symulacja sygnału losowego.** Generowanie liczb pseudolosowych, estymacja wartości średniej, wariancji, gęstości mocy. Przejście sygnału losowego przez system liniowy.
5. **Projektowanie filtrów cyfrowych.** Projektowanie filtrów cyfrowych o skończonej odpowiedzi impulsowej metodą okien. Projektowanie filtrów cyfrowych o nieskończonej odpowiedzi impulsowej poprzez kształtowanie odpowiedzi położeniem zer i biegunów. Odpowiedź impulsowa, częstotliwościowa i badanie stabilności.

## Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

In this course, the students will be taught the fundamentals of signal processing, mainly for applications in the area of telecommunications and similar. The formalism of description of both continuous and discrete time signals in both time and frequency domains will be introduced. Students will be also taught about linear time invariant systems in both discrete and continuous time, description and properties of stochastic signals and sampling and quantization. After completing the course, the students will be able to investigate and design basic signal processing systems and to further deepen their knowledge on their own.

The course will be parted in lectures (30h), tutorials (15h) and laboratory exercises (15h).

**Egzamin: nie**

**Literatura i oprogramowanie:**

1. A. Jakubiak, D. Radomski, Sygnały i Systemy, Oficyna Wydawnicza PW
2. Jerzy Szabatin, Przetwarzanie Sygnałów,
3. A.V. Oppenheim, A.S. Wilsky, S. Hamid, Signals and Systems, 2 ed. Prentice-Hall
4. S. Haykin, Systemy telekomunikacyjne, WNT
5. T. P. Zieliński, Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Od teorii do zastosowań, WKiŁ, wydanie 2, 2014
6. Materiały do wykładu

<b>Wymiar godzinowy zajęć:</b>	<b>W</b>	<b>C</b>	<b>L</b>	<b>P</b>
	30	15	15	-

**Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu**

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo,
- ćwiczenia prowadzone w wymiarze 1 godziny tygodniowo (lub 2 godzin co drugi tydzień)
- zajęcia laboratoryjne w wymiarze 1 godz. tygodniowo zorganizowane w 5 zajęć laboratoryjnych po 3 godziny.

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności związanych ze zrozumieniem wykładu przez rozwiązywanie zadań na dwóch kolokwiach w trakcie semestru
- weryfikację wiedzy teoretycznej na praktycznych zajęciach laboratoryjnych: sprawdzenie czy student(ka) wyciąga prawidłowe wnioski z obserwowanych eksperymentów

**Wymiar w jednostkach ECTS:** 5 pkt.

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):**

1. *liczba godzin kontaktowych – 64 godz., w tym*
  - *obecność na wykładach: 30 godz.,*
  - *obecność na zajęciach laboratoryjnych: 15 godz.,*
  - *obecność na zajęciach ćwiczeniowych: 15 godz.,*
  - *udział w konsultacjach związanych z realizacją przedmiotu: 4 godz.*
2. *praca własna studenta – 65 godz., w tym*
  - *analiza literatury i materiałów wykładowych związana z przygotowaniem do kolejnych wykładów 15 godz., zajęć laboratoryjnych 20 godz. rozwiązywanie zadań domowych przed ćwiczeniami: 15 godz.*
  - *przygotowanie do kolokwium: 15 godz.*

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 129 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:** 2.50 pkt. ECTS, co odpowiada 60 godz. kontaktowym.

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:** 1.25 pkt. ECTS, co odpowiada 35 godz. zajęć laboratoryjnych i przygotowaniu do tych zajęć

**Efekty kształcenia:**

efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu CB	odniesienie do efektów uczenia się dla programu IIR
student, który zaliczył przedmiot:				
WIEDZA				
w1: ma wiedzę dotyczącą opisu sygnałów deterministycznych, okresowych i stochastycznych w dziedzinie czasu i częstotliwości	wykład, ćwiczenia, laboratorium	laboratorium, kolokwium	W03	W03
w2: ma wiedzę na temat analizy częstotliwościowej sygnałów czasu ciągłego, w tym okresowych, oraz dyskretnych, w tym również okresowych	wykład, ćwiczenia, laboratorium	laboratorium, kolokwium	W01	W01
w3: Ma wiedzę na temat opisu systemów liniowych niezmiennych w czasie (analogowych oraz dyskretnych) w czasie i częstotliwości oraz ich operacji na sygnałach	wykład, ćwiczenia, laboratorium	laboratorium, kolokwium	W03	W03
w4: Ma wiedzę na temat próbkowania sygnału, oraz widma sygnału poddanego próbkowaniu	wykład, ćwiczenia, laboratorium	laboratorium kolokwium	W03	W03
w5: Rozumie na czym polega stratność konwersji analogowo-cyfrowej sygnału, czym jest szum kwantyzacji, czym jest kompresja stratna sygnałów audio oraz 2D (obrazów)	wykład, laboratorium	laboratorium,	W03	W03
w6: Rozumie zagadnienia związane z dyskretną transformacją Fouriera: w szczególności ma wiedzę na temat cykliczności transformaty i sygnału.	wykład, ćwiczenia, laboratorium	kolokwium	W03	W03
UMIĘTNOŚCI				
u1: Potrafi zbadać stabilność systemów liniowych czasu ciągłego oraz dyskretnego	wykład, ćwiczenia, laboratorium	laboratorium, kolokwium	U01 U04	U01 U03
u2: Potrafi znaleźć widmo sygnału czasu ciągłego i dyskretnego (odpowiedź częstotliwościową systemu), oraz na podstawie znajomości widma sygnału, wyznaczyć postać czasową sygnału (odpowiedź impulsową systemu)	wykład, ćwiczenia, laboratorium	laboratorium, kolokwium	U01 U04	U01 U03
u3: Potrafi zaprojektować filtr cyfrowy o skończonej i nieskończonej odpowiedzi impulsowej	wykład, laboratorium	laboratorium	U03 U04	U01 U03
u4: Potrafi posługując się komputerem obliczyć (odwrotną) dyskretną transformację Fouriera sygnału, spłot sygnałów oraz rozumie związek tych operacji z odpowiednimi operacjami na sygnałach o czasie ciągłym	wykład, ćwiczenia	kolokwium	U03 U04	U03

efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu CB	odniesienie do efektów uczenia się dla programu IIR
student, który zaliczył przedmiot:				
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
ks1: ma świadomość potrzeby wykorzystania narzędzi z zakresu teorii sygnałów do rozwiązywania problemów inżynierskich	wykład, laboratorium	laboratorium	KS01	K01

**Autor/Zespół Autorski:**

*dr hab. inż. Piotr Z. Wieczorek*

**NAZWA PRZEDMIOTU (jęz. polski)  
Elementy i Układy Elektroniczne**

**Nazwa przedmiotu (jęz. angielski)  
Electronic circuits and systems**

**Poziom kształcenia:** *I stopień*

**Forma i tryb prowadzenia przedmiotu:** *stacjonarna*

**Kierunek studiów:** *cyberbezpieczeństwo*

**Specjalność:** *--*

**Klasy programowe:**

**Poziom przedmiotu:** *podstawowy*

**Status przedmiotu:** *obowiązkowy*

**Język przedmiotu:** *polski*

**Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych):** *4*

**Minimalny numer semestru:** *4*

**Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:** *Fizyczne podstawy elektroniki i teleinformatyki*

**Limit liczby studentów:**

**Powód zgłoszenia przedmiotu** program studiów na kierunku Cyberbezpieczeństwo (studia uruchomione w roku ak. 2019/2020) oraz przewidziany w nowym programie studiów Inżynieria Internetu Rzeczy

**Cel przedmiotu:**

*Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami z dziedziny podstaw elektrotechniki, teorii obwodów i układów elektronicznych w kontekście cyberbezpieczeństwa. Elementy elektroniczne stanowią najniższy (sprzętowy) poziom implementacji systemów i algorytmów, który bezpośrednio wpływa na bezpieczeństwo przetwarzanych informacji. Podstawowa znajomość praw opisujących proste obwody elektryczne oraz zasady działania elementów elektronicznych, umożliwią wyrobienie intuicji studentów w zakresie właściwości elementów elektronicznych, a w konsekwencji bardziej złożonych podzespołów elektronicznych, takich jak bramki cyfrowe, układy programowalne czy układy mikroprocesorowe.*

**Treść kształcenia:**

**Wykład:**

1. Wprowadzenie. Krótki rys historyczny, współczesne trendy w elektronice. Elektronika z punktu widzenia technik informacyjnych. Nowoczesne metody implementacji

układów elektronicznych i syntezy systemów. Konsekwencje i zagrożenia płynące z implementacji sprzętowej dla cyberbezpieczeństwa.

2. Definicje wielkości fizycznych i ich pomiary w elektronice. Prąd stały i zmienny, rezystancja, reaktancja. Chwilowe, średnie i skuteczne natężenie prądu, napięcie, moc. Metody pomiaru wielkości średnich i chwilowych (natężenia prądu, napięcia i mocy) przy pomocy nowoczesnej aparatury pomiarowej (oscyloskop cyfrowy).
3. Podstawowe elementy, techniki i prawa stosowane w opisie teorioobwodowym elementów i układów elektronicznych. Źródła napięciowe, prądowe, sterowane. Proste modele zastępcze: zasada Thevenina, Nortona, wykorzystanie metody superpozycji, Prawa Kirchhoffa, równania obwodowe dla prądu stałego i zmiennego, modele małosygnałowe, rezystancja w obwodzie prądu stałego i rezystancja różniczkowa. Wielowrotnik (dwójnik, czwórnik), metody opisu.
4. Podstawowe elementy biernie i ich właściwości fizyczne dla prądu stałego i zmiennego. Cewka, kondensator, rezystor, transformator. Modele idealne i rzeczywiste elementów biernych, typy, szeregi.
5. Proste obwody złożone z elementów biernych: dzielniki rezystancyjne, obwody RC, LC, dzielniki reaktancyjne, analiza prostych obwodów pasmowoprzepustowych, charakterystyka amplitudowa i fazowa, pasmo, odpowiedź impulsowa i jej związek z częstotliwością graniczną.
6. Półprzewodnik samoistny i domieszkowany, zasada działania złącza PN. Tranzystor bipolarny – model „kanapkowy”.
7. Tranzystor unipolarny JFET i MOSFET. Zasada działania, różnice tranzystorów BJT i FET. Model Schockley’a i Shichmana-Hodgesa. Tranzystor MOSFET z krótką i długą bramką. Przykłady zastosowań tych tranzystorów we współczesnej elektronice i systemach cyfrowych.
8. Tranzystory jako elementy aktywne: tranzystor bipolarny, polowy widziane zaciskowo. Opis czwórnikowy, linearyzacja nieliniowych elementów aktywnych. Punkt pracy i jego wpływ na parametry czwórnikowe. Analiza AC i DC prostych obwodów z elementami aktywnymi, tj. tranzystorem bipolarnym i unipolarnym.
9. Tranzystor jako wzmacniacz. Tranzystor jako przełącznik.
10. Wzmacniacz operacyjny jako źródło napięciowe sterowane napięciowo:
  - a. wzmacniacz operacyjny, jego model idealny i podstawowe parametry;
  - b. aplikacje wzmacniacza operacyjnego.



11. Bramka logiczna/układ cyfrowy jako element aktywny nieliniowy o charakterystyce zbliżonej do sigmoidalnej. Podstawowe układy cyfrowe: inwerter CMOS, klucz tranzystorowy, bramka NOR, NAND. Parametry dynamiczne i statyczne.
12. Chwilowe natężenie prądu, chwilowa moc, ulot elektromagnetyczny elementu i układu elektronicznego jako źródła informacji w kontekście cyberbezpieczeństwa.

### **Laboratorium:**

Laboratorium to ciąg pięciu spotkań, gdzie studenci w praktyce będą mogli empirycznie zweryfikować najważniejsze treści wykładu. Każde spotkanie laboratoryjne trwa po 3 godziny.

1. Prąd stały, zmienny, metody pomiarów napięcia, natężenia prądu i rezystancji
2. Tranzystor bipolarny: charakterystyki i podstawowe aplikacje
3. Tranzystor unipolarny: charakterystyki i podstawowe aplikacje
4. Wzmacniacz operacyjny: właściwości i aplikacje
5. Podstawowe układy cyfrowe, wykorzystanie pomiaru chwilowego prądu zasilania i ulotu elektromagnetycznego do identyfikacji procesu przełączania.

### **Projekt:**

Zadania projektowe realizowane są z wykorzystaniem elementarnych metod analitycznych oraz symulacji komputerowej w środowisku Matlab i/lub Spice. Ich tematyka koncentruje się na następujących elementach i układach:

- wykorzystanie środowiska Matlab i SPICE do wyznaczania charakterystyk częstotliwościowych i odpowiedzi czasowych prostych dwójników i czwórników,
- analiza pracy małosygnałowej i wielkosygnałowej tranzystorów bipolarnych i FET,
- symulacja prostych układów ze wzmacniaczami operacyjnymi i bramkami.

**Egzamin:** *nie*

### **Literatura i oprogramowanie:**

#### **Literatura:**

U. Tietze, Ch. Schenk, Układy półprzewodnikowe, WNT 2009

P. Horowitz, P. Hill, Sztuka elektroniki, WKiŁ 2013

M. Rusek, J. Pasierbiński, Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach. WNT, 2006

R. Jacob Baker, CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation, Wiley, IEEE press, 2010

#### **Oprogramowanie:**

*Symulator obwodowy SPICE, środowisko Matlab, system operacyjny Windows lub Linux*

Wymiar godzinowy zajęć:                    W      C      L      P  
30      -      15      15

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,5 pkt. ECTS, co odpowiada 64 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,5 pkt. ECTS, co odpowiada 55 godz. zajęć laboratoryjnych i projektowych oraz przygotowaniom do tych zajęć.

## EFEKTY KSZTAŁCENIA/UCZENIA SIĘ

efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu CB	odniesienie do efektów uczenia się dla programu IIR
student, który zaliczył przedmiot:				
<b>WIEDZA</b>				
w1: ma wiedzę dotyczącą fundamentalnych pojęć z zakresu podstaw elektroniki	wykład + laboratorium	+ projekt, laboratorium, kololwium	W07 W03 W12	W03 W13
w2: ma wiedzę z zakresu podstawowych pojęć stosowanych w metrologii wielkości elektrycznych niezbędnych z punktu widzenia praktyki inżynierskiej	wykład + laboratorium	+ laboratorium, kololwium	W02 W03	W02 W03
w3: ma wiedzę z zakresu podstawowych pojęć stosowanych w teorii obwodów	wykład + laboratorium	+ laboratorium kololwium projekt	W03	W03
w4: ma wiedzę z zakresu podstawowych elementów elektronicznych biernych i czynnych	wykład + projekt + laboratorium	+ laboratorium, kololwium projekt	W03 W04	W03 W04
w5: ma wiedzę z zakresu fizycznych podstaw działania elementów półprzewodnikowych	wykład + projekt + laboratorium	+ laboratorium, kololwium	W02	W02
w6: ma wiedzę z zakresu wykorzystania elementów elektronicznych we współczesnej technice, a w szczególności w wykorzystaniu tych elementów w konstrukcji układów analogowych i cyfrowych	wykład + laboratorium + projekt	+ laboratorium projekt, kololwium	W01 W03 W04	W01 W03 W04
w7: ma podstawową wiedzę z właściwości elementów elektronicznych w kontekście ich wykorzystania w większych układach i systemach cyfrowych	wykład + laboratorium + projekt	+ laboratorium kololwium	W04	W04
w8: ma podstawową wiedzę w zakresie właściwości układów i elementów elektronicznych wpływających na cyberbezpieczeństwo, w szczególności właściwości dynamicznych i ich przełożenia na ulot elektromagnetyczny	wykład + laboratorium	+ laboratorium, kololwium	W02 W03 W04 W07	W02 W03 W04 W08
<b>UMIĘTNOŚCI</b>				
u1: Potrafi zmierzyć podstawowe wielkości elektryczne i dobrać odpowiednie narzędzia do przeprowadzenia takich pomiarów	wykład + laboratorium	+ laboratorium	U03	U03
u2: Potrafi wyjaśnić konieczność zastosowania określonych elementów elektronicznych w podstawowych aplikacjach	wykład + laboratorium + projekt	+ laboratorium	U01 U03	U01 U03
u3: potrafi dobrać element elektroniczny do zastosowań analogowych	wykład + laboratorium + projekt	+ laboratorium	U01	U01

Załącznik nr 4 do załącznika do uchwały nr 469/XLIX/ 2020 Senatu PW  
z dnia 26 lutego 2020 r.

efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu CB	odniesienie do efektów uczenia się dla programu IIR
student, który zaliczył przedmiot:				
u5: potrafi dobrać element elektroniczny do zastosowań cyfrowych	wykład + laboratorium + projekt	laboratorium	U01	U01
u6: potrafi ocenić właściwości i przydatność elementu lub prostego układu elektronicznego	wykład + laboratorium + projekt	laboratorium	U01 U02	U01 U02
u7: potrafi przeprowadzić analizę przebiegu chwilowego natężenia prądu zasilania układu cyfrowego	wykład + laboratorium	laboratorium	U03	U03
u8: potrafi wskazać zagrożenia wynikające z rejestracji ulotu elektromagnetycznego	wykład + laboratorium	laboratorium	U01 U02	U01 U02
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
ks1: ma świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem, także pozazawodowym, w sposób zrozumiały dla odbiorcy	wykład + projekt + laboratorium	projekt + laboratorium	KS05	K05
ks2: ma orientację zawodową w obszarze praktycznych zagadnień elektronicznych i jest świadomy procesu samodoskonalenia się w kierunku zwiększania kompetencji	wykład	n/d	KS01	K01

**Autor:** dr. inż. Teodor Buchner

## **Fizyka 1 - Wstęp do Fizyki** *Physics 1 – Introduction to Physics*

**Poziom kształcenia:** I stopień

**Forma i tryb prowadzenia przedmiotu:** stacjonarna

**Kierunek studiów:** Cyberbezpieczeństwo

**Specjalność:**

**Grupa przedmiotów:**

**Poziom przedmiotu:** podstawowy

**Status przedmiotu:** obowiązkowy

**Język przedmiotu:** polski

**Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych):** 2

**Minimalny numer semestru:** 2

**Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:** Matematyka 1

**Limit liczby studentów:** 60

**Powód zgłoszenia przedmiotu:** program studiów na kierunku Cyberbezpieczeństwo (studia uruchomione w roku ak. 2019/2020) oraz przewidziany w nowym programie studiów Inżynieria Internetu Rzeczy

### **Cel przedmiotu:**

Głównym celem przedmiotu jest nauczenie studentów roli formalizmu matematycznego w odniesieniu do fizycznej przestrzeni pojęciowej w modelowaniu wybranych układów fizycznych. Przedmiot ma przekonać studenta, że fizyka nie jest wiedzą zastaną tylko wiedzą tworzoną m.in. dla potrzeb inżynierów: opisanie otaczającej ich rzeczywistości w sposób z zasady niedoskonały, za to użyteczny. Takie pragmatyczne podejście do modelowania matematycznego, pokazane na konkretnym przykładzie ma zaowocować zrozumieniem roli (i ograniczeń) modelowania w analizie zagadnień technicznych, a przy okazji ogólnym obyciem w terminologii fizyki i zrozumieniem podstawowych zjawisk.

1. Pokazany jest sposób konstruowania pojęć i modeli oraz w konsekwencji ich użyteczność technologiczną. 2. Kolejnym celem jest nabycie przez studentów umiejętności posługiwania się wprowadzającymi pojęciami oraz doskonalenie sprawności stosowania metodologii fizyki i odpowiednich metod matematycznych do samodzielnego rozwiązywania problemów fizycznych. 3. Przygotowanie studentów do pogłębiania wiedzy w zakresie wybranych dyscyplin fizycznych (dynamika nieliniowa i teoria przejść fazowych, termodynamika fenomenologiczna i statystyczna) na zaawansowanym poziomie na wyższych latach studiów. 4. Przygotowanie i wdrożenie studentów do samokształcenia oraz do pracy zespołowej, w tym do racjonalnego korzystania z dostępnych źródeł wiedzy (podręczniki, zbiory zadań, materiały z Internetu, w tym materiały angielskojęzyczne, np. kursy fizyki udostępnione przez MIT) 5. Pobudzenie zainteresowania omawianymi zagadnieniami dzięki pokazom wybranych zjawisk fizycznych. 6. Przyzwyczajenie do umowności opisu, stała gotowość do rewizji poglądów.

Wykład prowadzony jest metodą tradycyjnego wykładu interaktywnego/problemowego, wychodzącego od przykładów i doświadczeń, ponieważ praca badacza często zaczyna się

od pustej kartki, a prowadzenie wykładu ze slajdów podkreśla zastany charakter nauki. Prezentacje są wykorzystywane jedynie pomocniczo. Każde zagadnienie zaczyna się od określenia celu i potrzeby opracowania danej teorii, tak aby studenci znali kontekst: w jakim celu wprowadzana jest dana teoria w obszarze nauk podstawowych i jakie daje możliwości technologiczne.

Na ćwiczeniach będą rozwiązywane zadania odnoszące się do tematów prezentowanych na wykładzie, które mają za zadanie potwierdzić rozumienie pojęć prezentowanych na wykładzie i umiejętność zastosowania ich do konstrukcji modelu matematycznego prezentowanego zagadnienia fizycznego.

### **Treść kształcenia:**

#### **WYKŁADY:**

##### **1. Wprowadzenie do fizyki (2 godz.)**

Związek fizyki z filozofią przyrody. Pojęcie prawdy w naukach przyrodniczych; społeczność naukowa jako źródło oceny prawdziwości tez naukowych, racjonalność dowodu naukowego. Metoda analityczna i syntetyczna. Podstawowe pojęcia fizyki: model i pomiar. Model fizyczny: wprowadzenie matematycznej precyzji do opisu przyrody. Założenia opisu, niedoskonałość opisu, umiejętność do rewizji założeń. Inżynieria: potrzeba opisu pragmatycznego – do realizacji zadania, dialog z naukami podstawowymi. Umowność pojęć: elektron, masa, światło, energia (przykład: światło jako fala i cząstka,  $E=mc^2$ ). Ruch w pojęciu greckim jako zmienność, pojęcie przyczyny ruchu i łańcucha przyczyn. Determinizm i losowość w fizyce. Energia jako miara zdolności do ruchu. Powtarzalność pomiaru. Precyzja w opisie warunków pomiaru.

##### **2. Mechanika klasyczna (4 godz.)**

Kinematyka i dynamika punktu materialnego. Prawa Newtona. Układy współrzędnych krzywoliniowych. Fizyczne przykłady pochodnych i całek na przykładzie ruchu jednostajnie przyspieszonego. Pojęcie pędu, siły, momentu siły, momentu pędu i momentu bezwładności, przygotowanie do pojęcia spinu. Całkowanie równań ruchu. Układy inercjalne i nieinercjalne, siły bezwładności, względność ruchu. Siły zachowawcze. Praca, moc, energia kinetyczna i potencjalna; potencjał skalarny pola wektorowego. Zasady zachowania.

##### **3. Szczególna teoria względności. (3 godz.)**

Czasoprzestrzeń, transformacja Lorentza na przykładzie przestrzeni Minkowskiego. Układy odniesienia. Pojęcie czasu, jednoczesność jako pojęcie względne, krytyczna rola prędkości rozchodzenia się informacji, przyczynowość. Między zdarzeniami jednoczesnymi może ale nie musi występować związek przyczynowo-skutkowy. Dynamika relatywistyczna, równoważność masy i energii, defekt masy. Reakcje rozszczepienia i syntezy jądra atomowego. Rodzaje promieniowania jądrowego, sposoby jego wykorzystania i sposoby ochrony przed nimi.

##### **4. Teoria drgań (3 godz.)**

Małe drgania układów mechanicznych na przykładzie sprężyny i struny. Energia potencjalna i kinetyczna oscylatora; zachowanie energii. Mody drgań. Oscylator z tłumieniem i wymuszeniem. Rezonans. Absorpcja energii drgań/fal w ośrodku.

Przezroczystość ośrodka – cecha, którą można sterować. Drgania relaksacyjne. Podstawowe pojęcia dynamiki nieliniowej, chaos deterministyczny. Mapa logistyczna jako model dynamiki populacji i zarazem generator liczb losowych. Zjawiska fizyczne i modele matematyczne jako generatory liczb losowych. Stateczność. Bifurkacje. Obwód Chua.

### **5. Ruch falowy (3 godz.)**

Fale płaskie, kuliste, poprzeczne, podłużne. Równanie różniczkowe ruchu falowego. Relacja dyspersji. Kierunek rozchodzenia się fali. Fale stojące. Prędkość fazowa i grupowa. Dudnienia. Odbicie i załamanie fal. Fale akustyczne, szybkość rozchodzenia się dźwięku, instrumenty muzyczne. Zjawisko Dopplera klasyczne i relatywistyczne, interferencja, refrakcja i dyfrakcja, opis w dziedzinie czasu i częstotliwości, widmo fal, faza fali. Modulacja amplitudowa i fazowa. Fale materii. Hipoteza de Broglie.

### **ĆWICZENIA:**

Ćwiczenia audytoryjne będą głównie nakierowane na ilustrację zadań i problemów poruszanych na wykładach, w ćwiczeniach pakiety numeryczne takie jak scipy/numpy, Mathematica i/lub Matlab/Octave będą wykorzystane do generowania rozwiązań w celu ich dyskusji. Zostaną omówione następujące zagadnienia:

- 1) Umiejętność konstruowania i rozwiązywania równań ruchu w kartezyjskich i biegunowych układach współrzędnych
- 2) Relacja kinematycznego i dynamicznego równania ruchu
- 3) Stosowanie pojęcia pracy mocy i energii
- 4) Użycie transformacji Lorentza do wyznaczenia skrócenia Lorentza-Fitzgeralda i dylatacji czasu.
- 5) Opracowanie symulacji dowolnego nieliniowego układu dynamicznego. Obserwacja
- 6) Wprowadzenie wzoru na maksima interferencyjne i wzoru Bragga.

### **Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:**

The main goal of the course is to teach students to understand the role of mathematical formalism in description of selected physical systems with use of physical quantities. Another goal is to show the conventional character of natural sciences, in which some quantities become superseded by another quantities. Natural sciences are not given, they are created ad hoc to fulfill technological needs. Scientific description is not perfect. It is only perfect enough. Our approach to mathematical modelling is strictly pragmatic and the intention is to show its role, its limitations and its assumptions in the analysis of physical systems. Finally, the student should have the ability to build reasoning using physical terminology and should understand the basics of physical phenomena.

### **Egzamin: TAK**

### **Literatura i oprogramowanie:**

Materiały do zajęć – slajdy, opracowania, podręczniki

1. W. Bogusz, J. Garbarczyk, F. Krok, „Podstawy Fizyki”, OW PW, Warszawa 1997 i wyd. następne.

Literatura uzupełniająca (opcjonalna):

1. J. Orear, Fizyka, t.1, 2, WNT, Warszawa 2005.
2. Stauffer, Stanley, Od Newtona do Mandelbrota

Inne:

1. Pakiety matematyczne oraz prezentacje internetowe (m.in. [www.falstad.com](http://www.falstad.com)) do realizacji zadań zarówno teoretycznych jak i praktycznych w ramach wykładów, ćwiczeń i zajęć laboratoryjnych.

**Wymiar godzinowy zajęć:**

W	C	L	P
15	15	15	-

### **Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu**

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład prowadzony w wymiarze 1 godz. tygodniowo – wykład informacyjny z elementami wykładu problemowego;
- zajęcia laboratoryjne w wymiarze 1 godz. tygodniowo – w ramach tych zajęć studenci będą realizować wskazane zadania w Centralnym Laboratorium Fizyki, z użyciem zestawów do eksperymentów fizycznych; m.in. generatorów nieliniowych, komputerów i pakietów matematycznych i statystycznych
- ćwiczenia w wymiarze 1 godz. tygodniowo - nakierowane na ilustrację zadań i problemów poruszanych na wykładach oraz na wybrane zagadnienia uzupełniające;

Sprawdzanie założonych efektów uczenia się realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności rozwiązywania zadań na ćwiczeniach – ocenę aktywności na zajęciach i kolokwiach;
- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań laboratoryjnych – ocenę poprawności realizowanych zadań, ocenę sprawozdań i przygotowanych materiałów, w tym podczas sprawdzianu wejściowego
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie ustnym.

**Wymiar w jednostkach ECTS: 4 pkt.**

**Liczba godzin pracy studenta związana z osiągnięciem efektów uczenia się (opis):**

1. liczba godzin kontaktowych – **55 godz.**, w tym
  - obecność na wykładach: **15 godz.**
  - obecność na ćwiczeniach: **15 godz.**
  - obecność na zajęciach laboratoryjnych: **15 godz.**,

- udział w konsultacjach związanych z realizacją przedmiotu: 3(wykład)+4(ćwiczenia)=7 **godz.**
- obecność na egzaminie: **3 godz.**

2. praca własna studenta – **50 godz.**, w tym

- analiza literatury i materiałów wykładowych związana z przygotowaniem do kolejnych wykładów, laboratoriów i przygotowaniem do ćwiczeń: **30 godz.**
- przygotowanie do kolokwium: **2x5 godz.**
- przygotowanie do egzaminu: **10 godz.**

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 105 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:** 2 pkt. ECTS, co odpowiada 55 godz. kontaktowym.

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:** 1 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. przygotowania do realizacji oraz realizacji zajęć laboratoryjnych.

#### **EFEKTY KSZTAŁCENIA/UCZENIA SIĘ**

efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu CB	odniesienie do efektów uczenia się dla programu IIR
student, który zaliczył przedmiot:				
<b>WIEDZA</b>				
W1: Posiada wiedzę w zakresie mechaniki klasycznej z elementami mechaniki relatywistycznej i dynamiki nieliniowej	wykład + ćwiczenia+ laboratorium	ćwiczenia + egzamin+ laboratorium	W02	W02
W2: Zna podstawowe pojęcia fizyczne i potrafi posługiwać się nimi w celu skonstruowania wypowiedzi. Rozumie umowny charakter pojęć fizycznych.	wykład + ćwiczenia+ laboratorium	ćwiczenia + egzamin+ laboratorium	W02	W02
W3: Zna podstawowe zależności pomiędzy pojęciami fizyki (prawa fizyki)	wykład + ćwiczenia+ laboratorium	ćwiczenia + egzamin+ laboratorium	W02	W02
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
U1: Umie prawidłowo wyznaczyć wielkości opisujące ruch w przedstawionym zagadnieniu	ćwiczenia + egzamin+ laboratorium	ćwiczenia+ egzamin+ laboratorium	U01	U01
U2: Umie posługiwać się formalizmem matematycznym.	ćwiczenia + egzamin+ laboratorium	ćwiczenia + egzamin+ laboratorium	U01 + U10	U01 U15
U3: Umie wyciągać wnioski z wyprowadzonej relacji i je przedyskutować	ćwiczenia + egzamin+ laboratorium	ćwiczenia + egzamin+ laboratorium	U01	U01
U4: Umie zwizualizować wynik obliczenia w postaci wykresu	ćwiczenia + egzamin+ laboratorium	ćwiczenia+ laboratorium	U01 + U03 + U04	U01 U03
U5: Umie znaleźć błąd w przeprowadzonym rozumowaniu	ćwiczenia + egzamin + laboratorium	ćwiczenia + egzamin + laboratorium	U02+U11	U02 U16
U6: Posiada umiejętność pracy w zespole	Ćwiczenia + laboratorium	Ćwiczenia + laboratorium	U09	U14
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				



Załącznik nr 4 do załącznika do uchwały nr 469/XLIX/ 2020 Senatu PW  
z dnia 26 lutego 2020 r.

<b>efekty kształcenia/uczenia się</b>	<b>forma zajęć/ technika kształcenia</b>	<b>sposób weryfikacji (oceny)*</b>	<b>odniesienie do efektów uczenia się dla programu CB</b>	<b>odniesienie do efektów uczenia się dla programu IIR</b>
student, który zaliczył przedmiot:				
KS1: Rozumie potrzebę stałego podnoszenia kwalifikacji i kompetencji zawodowych	ćwiczenia + egzamin+ laboratorium	ćwiczenia+ egzamin + laboratorium	KS01	K01
KS2: Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie.	wykład + egzamin+ laboratorium	ćwiczenia+ egzamin + laboratorium	KS01	K01

**Autor:** dr. inż Teodor Buchner

## **Fizyka 2 - Fizyczne podstawy elektroniki i teleinformatyki** **Physics 2**

**Poziom kształcenia:** I stopień

**Forma i tryb prowadzenia przedmiotu:** stacjonarna

**Kierunek studiów:** Cyberbezpieczeństwo

**Specjalność:**

**Grupa przedmiotów:**

**Poziom przedmiotu:** podstawowy

**Status przedmiotu:** obowiązkowy

**Język przedmiotu:** polski

**Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych):** 3

**Minimalny numer semestru:**

**Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:** **Matematyka 1, Matematyka 3**

**Limit liczby studentów:** 60

**Powód zgłoszenia przedmiotu:** program studiów na kierunku Cyberbezpieczeństwo (studia uruchomione w roku ak. 2019/2020) oraz przewidziany w nowym programie studiów Inżynieria Internetu Rzeczy

### **Cel przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z podstawowymi zjawiskami i teoriami fizycznymi, ważnymi dla technologii telekomunikacji, elektroniki i cyberbezpieczeństwa.

### **Treść kształcenia:**

1. **Operatory polowe (3h).** Pola skalarne i wektorowe. Operator dywergencji rotacji i gradientu. Strumień pola. Całki objętościowe i powierzchniowe. Całka wzdłuż krzywej. Cyrkulacja. Twierdzenie Gaussa i Stokesa. Potencjał skalarny i wektorowy.
2. **Pola elektrostatyczne (3h):** natężenie pola, ładunek elektryczny, dipol, zasada zachowania ładunku, Potencjał skalarny pola elektrostatycznego. Kondensator. Metoda obrazów. Energia pola elektrostatycznego. Prawo Gaussa i Coulomba. Zjawisko indukcji elektrycznej, polaryzacja dielektryczna ośrodka, ładunek statyczny. Sprzężenie pojemnościowe. Szeregowe i równoległe połączenie kondensatorów. Działanie pola elektrycznego na dielektryki i izolowane przewodniki.
3. **Magnetyzm (4h).** Pole magnetyczne, moment magnetyczny, indukcja pola magnetycznego. Siła elektrodynamiczna, siła Lorentza, prawo Ampere'a, prawo Biota - Savarta. Materiały magnetyczne. Domeny magnetyczne, przemagnesowanie paramagnetyka. Ferromagnetyk jako przykład układu bistabilnego. Zdolność układów bistabilnych do przechowywania informacji. Pętla histerezy. Temperatura Curie. Szumy Barkhausena.

4. **Indukcja pola elektromagnetycznego (2h)**, prawo indukcji Faradaya, energia zwojnicy z prądem, prądnicą. Samoindukcja, indukcyjność cewki. Sprzężenie indukcyjne obwodów elektrycznych, przesłuch, przewód koncentryczny i skrętka: sposób na zamknięcie pola magnetycznego doświadczenie Hertza, pętla z prądem, ulot elektromagnetyczny. Oddziaływanie pola magnetycznego z materią.
5. **Prąd elektryczny (2h)**: prawa Ohma i Kirchoffa, praca prądu, ciepło Joule'a, obwody elektryczne, prąd stały i zmienny, drgania w obwodach elektrycznych, układ RLC, rezonans. Pole powierzchni oczka prądu jako źródło zakłóceń. Obwód elektroniczny jako antena. Ekranowanie. TEMPEST. Przewodnictwo jonowe w szklach i roztworach. Ciekłe kryształy.
6. **Prawa Maxwella(4h)**, fale elektromagnetyczne: równanie falowe, fala płaska i kulista, polaryzacja fali, fala w próżni i w falowodzie, potencjał wektorowy, drgający dipol, polaryzacja dielektryczna ośrodka, fala na granicy ośrodków na przykładzie fal optycznych, oddziaływanie światła z materią. Optyka geometryczna, falowa i spektroskopia jako kolejne przybliżenia do opisu światła. Spektroskopia w terahercach-narzędzie bezpieczeństwa. Siatka dyfrakcyjna. Elementy fizyki laserów i światłowodów. Źródła jedno i dwufotonowe. Światłowod jako miernik, efekt Kerra i Faradaya. Podśluchiwanie światłowodu. Spektrum absorpcji mikrofal i 5G. Interferometr Michaelsona-Morleya, podśluchiwanie dźwięków za pomocą lasera. Pasywna detekcja osób na podstawie zmian widma fal WiFi.
7. **Elementy fizyki atomu (2godz)** Dualizm korpuskularno-falowy. Fotony jako cząstki przenoszące oddziaływania elektromagnetycznych. Elektron jako fala. Efekt fotoelektryczny, efekt Comptona, model Bohra. Promieniowanie, katastrofa w podczerwieni. Ciało doskonale czarne. Promieniowanie X, widmo charakterystyczne, prawo Bragga. Kryształ jako siatka dyfrakcyjna promieniowania X. Analiza rentgenowska układów scalonych i ich uszkodzeń.
8. **Wstęp do mechaniki kwantowej. (4h)** Postulaty. Funkcja falowa. Przestrzeń Hilberta. Operatory liniowe, teoria pomiaru kwantowego. Zasada nieoznaczoności Heisenberga. Pomiar kwantowy modyfikuje stan układu mierzonego. Komutatory. Metody matematyczne dla przestrzeni funkcyjnych: iloczyn skalarny, wartości i wektory własne, funkcje bazowe, bazy ortogonalne i ortonormalne. Transformata Fouriera jako rozkład na funkcje własne operatora różniczkowania. Bezpieczeństwo przekazu gwarantowane prawami fizyki.
9. **Równanie Schroedingera i jego rozwiązanie dla studni potencjału (2h)**. Heterostruktury półprzewodnikowe i kropki kwantowe jako detektory. Model Kronniga-Penneya i wprowadzenie teorii pasmowej. Atom wodoru, pojęcie spinu, qbitu, koherencji, splątania.
10. **Fizyka statystyczna (8h)**. Pojęcie entropii, temperatury, zespołu statystycznego, klasyczne i kwantowe rozkłady statystyczne. Poziom Fermiego w półprzewodnikach. Temperatura degeneracji. Kondensat Bosego-Einsteina. Przejścia fazowe. Po czym poznać zbliżanie się przejścia fazowego w badanym układzie. Zależność zjawisk fizycznych od temperatury. Sprzętowe generatory liczb losowych i ataki termiczne. Miary złożoności trajektorii. Zastosowanie fizyki statystycznej do wyliczania ciepła

właściwego kryształu. Co lepiej odprowadza ciepło: ciało stałe ciecisz czy gaz? Problem zarządzania ciepłem wytwarzanym przez obwody elektryczne.

11. **Wstęp do fizyki półprzewodników i optyki ciała stałego (2h)**, domieszkowanie donorowe, akceptorowe, elektrony i dziury, pojęcie przerwy zabronionej, rozkład Fermiego, dioda półprzewodnikowa - wykorzystanie w elektronice i optoelektronice. Przejścia proste i skośne, półprzewodnik jako detektor oddziaływań. Czujniki: sterowanie pojemnością lub przewodnością za pośrednictwem różnych oddziaływań fizycznych i reakcji chemicznych. Dioda laserowa. Dioda lawinowa.
12. **Fizyka układów złożonych (2h)**. Sieci złożone. Metryki sieci. Warunki jednorodności dla grafu, perkolacja, odporność sieci na awarie. Analiza połączeń sieciowych jako narzędzie CTI/informatyki śledczej. Analiza przypadku: połączenia między terrorystami 9/11, analiza dynamiki kont Twitterowych IRA. Sieć teleinformatyczna i sieć energetyczna jako sieci dualne. Analiza przypadku: blackout we Włoszech 2003.

### **Treść kształcenia – streszczenie w języku angielskim**

The main objective of the course is to introduce students to the field of physics being the direct support of electronic and telecommunication. The course introduces the fundamental concepts of Maxwell theory (electromagnetic fields in vacuum and in physical materials). A rich cybersecurity context is explained wherever applicable.

### **Egzamin: TAK**

### **Literatura i oprogramowanie:**

Materiały do zajęć – slajdy, opracowania, podręczniki

1. W. Bogusz, J. Garbarczyk, F. Krok, „Podstawy Fizyki”, OW PW, Warszawa 1997 i wyd. następne.

Literatura uzupełniająca (opcjonalna):

1. J. Orear, Fizyka, t.1, 2, WNT, Warszawa 2005.
2. R. Bacewicz, Optyka ciała stałego OWPW

Inne:

Pakiety matematyczne oraz prezentacje internetowe (m.in. [www.falstad.com](http://www.falstad.com)) do realizacji zadań zarówno teoretycznych jak i praktycznych w ramach wykładów, ćwiczeń i zajęć projektowych.

### **Wymiar godzinowy zajęć:**

W	C	L	P
30	15	-	-

### **Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu**

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo,
- ćwiczenia w wymiarze 1 godz. tygodniowo,

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z rozwiązywaniem problemów podczas ćwiczeń audytoryjnych – ocenę poprawności rozwiązań
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na kolokwium pisemnym
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie ustnym

**Wymiar w jednostkach ECTS: 4 pkt.**

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):**

1. liczba godzin kontaktowych – 52 godz., w tym

- obecność na wykładach: 30 godz.,
- obecność na ćwiczeniach: 15 godz.,
- udział w konsultacjach związanych z realizacją przedmiotu: 4 godz.
- obecność na egzaminie: 3 godz.

2. praca własna studenta – 50 godz., w tym

- analiza literatury i materiałów wykładowych związana z przygotowaniem do kolejnych wykładów i przygotowań do ćwiczeń: 25 godz.
- przygotowanie do kolokwium: 10 godz.
- przygotowanie do egzaminu: 15 godz.

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 102 godz., co opowiada 4 pkt. ECTS.**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 pkt. ECTS (52 godz. kontaktowych).**

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0 pkt. ECTS**

**Efekty kształcenia/uczenia się**

efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu CB	odniesienie do efektów uczenia się dla programu IIR
WIEDZA				
W1: ma podstawową wiedzę z zakresu elektromagnetyzmu	wykład + ćwiczenia	ćwiczenia + egzamin	W02	W02
W2: ma podstawową wiedzę dotyczącą mechaniki kwantowej	wykład + ćwiczenia	ćwiczenia, + egzamin	W02	W02

Załącznik nr 4 do załącznika do uchwały nr 469/XLIX/ 2020 Senatu PW  
z dnia 26 lutego 2020 r.

efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu CB	odniesienie do efektów uczenia się dla programu IIR
student, który zaliczył przedmiot:				
W3: ma podstawową wiedzę dotyczącą fizyki statystycznej	wykład + ćwiczenia	ćwiczenia, egzamin	W02	W02
W4: ma podstawową wiedzę dotyczącą optyki ciała stałego	wykład + ćwiczenia	ćwiczenia egzamin	W02	W02
W5: ma podstawową wiedzę dotyczącą fizyki sieci złożonych	wykład + ćwiczenia	ćwiczenia egzamin	W02	W02
W6: ma podstawową wiedzę z zakresu dyskretnych łańcuchów Markowa i procesu Poissona	wykład + ćwiczenia	ćwiczenia egzamin	W02	W02
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
U1: potrafi przeanalizować proste zagadnienie z zakresu elektromagnetyzmu I optyki wyznaczyć pole elektryczne, magnetyczne lub indukcję albo inne własności promieniowania elektromagnetycznego	ćwiczenia	kolokwium, egzamin	U01, U03	U01 U03
U2: potrafi przeanalizować proste zagadnienie z zakresu mechaniki kwantowej, wyznaczyć poziomy energetyczne I stany własne	ćwiczenia	kolokwium, egzamin	U01, U03	U01 U03
U3: umie wykorzystywać wiedzę dotyczącą fizyki statystycznej do analizy generatorów liczb pseudolosowych	ćwiczenia	, kolokwium, egzamin	U01, U03	U01 U03
U5: umie wykorzystywać wiedzę dotyczącą fizyki statystycznej do analizy generatorów liczb pseudolosowych. Potrafi przeanalizować działanie generatora liczb pseudolosowych	ćwiczenia	kolokwium, egzamin	U01, U03	U01 U03
U6: potrafi dla wskazanego układu telekomunikacyjnego określić kanały transmisji informacji, które mogą prowadzić do jej wycieku.	ćwiczenia	kolokwium, egzamin	U01, U03	U01 U03
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
KS1: ma świadomość ważności i znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów inżynierskich	ćwiczenia		KS03	K03
KS2: rozumie potrzebę stałego aktualizowania i wzbogacania posiadanej wiedzy – podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych	Wykład +ćwiczenia	kolokwium, egzamin	KS01	K01

<b>efekty kształcenia/uczenia się</b>	<b>forma zajęć/ technika kształcenia</b>	<b>sposób weryfikacji (oceny)*</b>	<b>odniesienie do efektów uczenia się dla programu CB</b>	<b>odniesienie do efektów uczenia się dla programu IIR</b>
student, który zaliczył przedmiot:				
KS3: ma świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem (także pozazawodowym) w sposób zrozumiały dla odbiorcy	ćwiczenia	kolokwium, egzamin	KS05	K05

**Autor:** *dr inż. Paweł Tomaszewicz*

## **Podstawy Techniki Cyfrowej Fundamentals of Digital Circuits**

**Poziom kształcenia:** I stopień

**Forma i tryb prowadzenia przedmiotu:** stacjonarna

**Kierunek studiów:** Cyberbezpieczeństwo

**Specjalność:**

**Grupa przedmiotów:**

**Poziom przedmiotu:** podstawowy

**Status przedmiotu:** obowiązkowy

**Język przedmiotu:** polski

**Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych):** 1

**Minimalny numer semestru:** 1

**Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:**

**Limit liczby studentów:** 60

**Powód zgłoszenia przedmiotu:** program studiów na kierunku Cyberbezpieczeństwo (studia uruchomione w roku ak. 2019/2020) oraz przewidziany w nowym programie studiów Inżynieria Internetu Rzeczy

### **Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zdobycie umiejętności analizy i syntezy układów logicznych, specyfikacji układów na poziomie funkcjonalnym i binarnym, specyfikacji układów cyfrowych w języku HDL.

W czasie wykładu omawiane są przykłady, które są realizowane w rzeczywistych układach. Na ćwiczeniach laboratoryjnych omawiane są przykłady zadań, pokazane kolejne etapy obliczeń i analiza wyników. Używając symulatorów i kompilatorów realizowane są układy kombinacyjne i sekwencyjne, kurs kończy się na zaprogramowaniu rzeczywistych układów cyfrowych. Praca obejmuje także analizę otrzymanych realizacji: podawanie przygotowanych testów i obserwacja odpowiedzi.

### **Treść kształcenia:**

#### **WYKŁADY:**

1. Podstawy sygnałów cyfrowych – kwantyzacja, kodowanie, szum. Transmisja szeregową a równoległą. Algebra Boolea i funkcje boolowskie. Układy kombinacyjne i sekwencyjne – definicje. Specyfikacja i implementacja systemu cyfrowego. Kody liczbowe: postawa 2,10,16; ze znakiem (ZM, U1, U2) i bez znaku (NKB, Graya); ułamki fixed point; dodawanie liczb, zmiana podstawy. (2 godz.)
2. Reprezentacja danych. Kodowanie. Reprezentacja wektora. Definicja funkcji. Układ kombinacyjny – definicje, czarna skrzynka. Algebra Boolea – właściwości. Reprezentacja



- funkcji – równanie, tablica prawdy, sieć bramkowa, sieć bloków, zbiór mintermów i makstermów. (2 godz.)
3. Minimalizacja - cele i metody. Rozwinięcie Shannona. Minimalizacja dwupoziomowa. Metoda dekompozycji. Koszt realizacji POS i SOP. (2 godz.)
  4. Reprezentacja funkcji dla przetwarzania komputerowego. Macierz kostek. Macierz blokująca. Pokrycie kolumnowe. (2 godz.)
  5. Dekompozycja funkcjonalna. Algorytm MKZ. Realizacja funkcji w układach programowalnych. Algorytmy kolorowania grafów. (2 godz.)
  6. Rozmiar sieci. Redukcja rozmiaru sieci. Koszt realizacji. Optymalizacja na przykładzie funkcji komparacji, funkcja XOR. Ścieżka krytyczna. Prosty układ kryptograficzny. (2 godz.)
  7. Układ sekwencyjny. Automat Moorea i Mealyego. Opis automatu za pomocą grafu, tablicy przejść-wyjść, sekwencji zdarzeń w czasie. Automat ze skończoną pamięcią – detektor. Automaty równoważne. Kodowanie stanów. Specyfikacja układu sekwencyjnego. Automat LFSR – generator pseudolosowy. (3 godz.)
  8. Forma kanoniczna automatu. Sygnał zegarowy. Parametry czasowe – maksymalna częstotliwość pracy, opóźnienia. Przerzutniki. Implementacja automatu. (2 godz.)
  9. Standardowe bloki kombinacyjne. Dekoder. Koder – binarny, priorytetowy. Multiplexer i demultiplexer. Sumator binarny. Blok przesuwający – shifter. Sieci bloków. (2 godz.)
  10. Sumator kaskadowy. Prosty moduł ALU. Sieć modułów ALU. Mnożenie kombinacyjne. Opóźnienia sieci. Przykład prostego systemu cyfrowego. (2 godz.)
  11. Standardowe bloki sekwencyjne. Rejestry – szeregowe, równoległe. Rejestr przesuwający. Sieć rejestrów. Użycie rejestrów – sumator, detektor, licznik. (2 godz.)
  12. Projekt prostego CPU: ścieżka sterująca, ścieżka danych, pamięć, operacje procesora. (4 godz.)
  13. Program dla CPU: mikrokod przykładowego algorytmu GCD, testy funkcjonalne. (2 godz.)
  14. Nowe technologie układów programowalnych, zastosowania. (1 godz.)

#### LABORATORIUM:

##### A. Wstęp teoretyczny

1. Reprezentacja wartości w różnych systemach liczbowych, konwersja pomiędzy systemami. Reprezentacja liczb ze znakiem: Znak-Moduł, U1, U2. Reprezentacja ułamków o ustalonej długości bitowej. Dodawanie liczb binarnych bez i ze znakiem, całkowitych i ułamkowych.
2. Minimalizacja funkcji z wykorzystaniem własności algebry Boolea, podziału Shannona. z wykorzystaniem tablic Karnaugh'a i metody ekspansji. Porównanie kosztów POS i SOP.
3. Bloki funkcjonalne. Sieć bloków. ALU. Dekoder instrukcji.
4. Specyfikacja i realizacja automatu synchronicznego.
5. Specyfikacja układu arytmetycznego na poziomie: funkcjonalnym, strukturalnym, binarnym.

##### B. Zajęcia praktyczne

6. Użycie programów komputerowych do realizacji funkcji boolowskich: w postaci sieci bramek i bloków, w postaci równań. Weryfikacja poprawności przekształceń. Użycie programu Logisim.
7. Realizacja funkcji poddanej podziałowi Shannona, dekompozycji wielopoziomowej. Użycie programu Logisim.

8. Realizacja zminimalizowanej funkcji dekodera 7segm na płytce laboratoryjnej. Użycie programu Quartus.
9. Realizacja automatu. Generacja sygnału zegarowego. Weryfikacja poprawności działania. Użycie programu Logisim.
10. Realizacja automatu na płytce laboratoryjnej. Generacja sygnału zegarowego. Weryfikacja poprawności działania. Użycie programu Quartus i ModelSim – elementy języka HDL.
11. Realizacja układu arytmetycznego, wizualizacja wyników obliczeń. Weryfikacja poprawności działania. Użycie programu Logisim
12. Realizacja układu arytmetycznego na płytce laboratoryjnej, wizualizacja wyników obliczeń. Weryfikacja poprawności działania. Użycie programu Quartus i ModelSim – elementy języka HDL.

#### PROJEKT:

W ramach projektu zespół 2-3 osobowy ma za zadanie opracować prosty układ cyfrowy składający się z modułów. Realizacja zadania będzie obejmowała 4 etapy: przeprowadzenie analizy literaturowej i opracowanie koncepcji rozwiązania, opracowanie modelu referencyjnego, zaprojektowanie i weryfikację funkcjonalną modelu w symulatorze logicznym. Każdy etap zaliczany będzie na podstawie raportu. Istotne będzie prowadzenie dokumentacji projektu oraz przygotowanie prezentacji wyników projektu.

#### Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

The main objective of the course is to introduce students to the specification, analysis, and design of digital systems. It presents specification and implementation of combinational and sequential functional blocks. The course discusses Boolean algebra, specification forms, number representation, basic gates, modules and module networks. Students will learn how to use algorithms for Boolean formula minimization. The course introduces the concept of Hardware Description Language.

#### Egzamin: tak

#### Literatura i oprogramowanie:

- Introduction to Digital Systems, M.D. Ercegovic, T. Lang, J.H. Moreno, Wiley and Sons, 1998
- Digital Design and Computer Architecture, D.Harris, S.Harris, 2012
- Materiały do wykładu umieszczone na witrynie przedmiotu.
- Układy logiczne w zadaniach, T.Łuba, D.Ojrzeńska-Wójter, OWPW, 2011
- Oprogramowanie Logisim <http://www.cburch.com/logisim/> - wersja open source
- Oprogramowanie Intel Quartus Lite – wersja darmowa: <https://www.intel.pl/content/www/pl/pl/software/programmable/quartus-prime/overview.html>

#### Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P
30	-	15	15

#### Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo;

- zajęcia laboratoryjne; w ramach tych zajęć student, korzystając z oprogramowania i sprzętu będzie – pod opieką prowadzącego zajęcia – realizował wskazane zadania związane tematycznie z treścią wykładu;
- zajęcia projektowe; w ramach tych zajęć student – korzystając z konsultacji prowadzącego zajęcia – będzie wykonywał zadanie związane ze specyfikacją i realizacją prostego systemu cyfrowego.

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań laboratoryjnych – ocenę sprawozdań z realizacji zadań;
- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań projektowych – ocenę prezentacji i raport;
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na kolokwium o charakterze problemowym;
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym o charakterze problemowym (na egzaminie student może korzystać z tylko własnoręcznie przygotowanych notatek) oraz – w przypadkach szczególnych – na egzaminie ustnym,

**Wymiar w jednostkach ECTS: 5 pkt.**

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):**

- liczba godzin kontaktowych – 62 godz., w tym*
  - *obecność na wykładach: 30 godz.,*
  - *obecność na zajęciach laboratoryjnych: 15 godz.,*
  - *udział w konsultacjach związanych z problematyką poruszaną na wykładzie//laboratorium/zajęcia wprowadzające do projektu: 4 godz.,*
  - *udział w konsultacjach projektowych: 8 godz.,*
  - *udział w konsultacjach przedegzaminacyjnych: 2 godz.,*
  - *obecność na egzaminie: 3 godz. (pomijamy ew. egzamin ustny)*
- praca własna studenta – 70 godz., w tym*
  - *rozwiązywanie zadań i problemów trakcie zajęć laboratoryjnych 15 godz.,*
  - *udział w dyskusji w trakcie wykładu: 1 godz.,*
  - *analiza literatury i materiałów wykładowych związana z przygotowaniem do kolejnych wykładów, zajęć laboratoryjnych, projektu, instalacja oprogramowania: 10 godz.,*
  - *realizacja zadań projektowych, przygotowanie raportu: 30 godz. ,*
  - *przygotowanie do kolokwium: 4 godz.*
  - *przygotowanie do egzaminu: 10 godz.*

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 132 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,5 pkt. ECTS, co odpowiada 62 godz. kontaktowym.**

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 3 pkt. ECTS, co odpowiada 78 godz. zajęć laboratoryjnych i projektowych przygotowaniu do tych zajęć oraz przygotowanie raportu**

**Efekty kształcenia/uczenia się:**

efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu CB	odniesienie do efektów uczenia się dla programu IIR
<b>WIEDZA</b>				
w1: student zna podstawowe elementy układów logicznych kombinacyjnych i sekwencyjnych	wykład, projekt, laboratorium	projekt, laboratorium, kolokwium, egzamin	W01 W04	W01 W03 W05
w2: student zna podstawowe zasady projektowania układów kombinacyjnych i sekwencyjnych	wykład, projekt, laboratorium	laboratorium, projekt	W04	W03 W05
<b>UMIĘTNOŚCI</b>				
u1: Student potrafi wykorzystać metody opisu układów logicznych do formułowania i rozwiązywania prostych zadań inżynierskich o charakterze praktycznym	wykład, laboratorium, projekt	laboratorium, projekt	U01	U01
u2: Student potrafi zaprojektować prosty automat cyfrowy	wykład, laboratorium	laboratorium, projekt, egzamin	U01	U01
u3: Student potrafi zaprogramować układ FGPA wykorzystując do tego język HDL	laboratorium, projekt	laboratorium	U01, U03	U01 U03
u4: Student potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperyment, przedstawić wyniki z badań i pomiarów w formie czytelnego sprawozdania	laboratorium, projekt	laboratorium, projekt	U03, U09, U10	U03 U14 U15
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
ks1: Student ma świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem, także pozazawodowym, w sposób zrozumiały dla odbiorcy	wykład, laboratorium, projekt	wykład, projekt	KS05	K05
ks2: Student jest świadomy procesu uczenia się w kierunku zwiększania kompetencji w tym obszarze	wykład, laboratorium, projekt	n/d	KS01	K01

**Autor/Zespół Autorski:** *dr hab. inż. Marcin Kowalczyk*

## **BAZY DANYCH I BIG DATA**

### **Database and Big Data**

**Poziom kształcenia:** *I stopień*

**Forma i tryb prowadzenia przedmiotu:** *stacjonarna*

**Kierunek studiów:** *Telekomunikacja (TL)*

**Specjalność:**

**Klasy programowe:**

**Poziom przedmiotu:** *podstawowy*

**Status przedmiotu:** *obowiązkowy*

**Język przedmiotu:** *polski*

**Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych):** *3*

**Minimalny numer semestru:** *dowolny*

**Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:** *Algorytmy i programowanie 1 oraz 2*

**Limit liczby studentów:** *60*

**Powód zgłoszenia przedmiotu:** *program studiów na nowym kierunku Cyberbezpieczeństwo*

**Cel przedmiotu:** *program studiów na kierunku Cyberbezpieczeństwo (studia uruchomione w roku ak. 2019/2020) oraz przewidziany w nowym programie studiów Inżynieria Internetu Rzeczy*

#### **Treść kształcenia:**

Celem przedmiotu jest prezentacja oraz nauczenie szerokokorozumianej technologii baz danych, stanowiących podstawę współczesnej inżynierii oprogramowania. W tym w szczególności baz relacyjno-obiektowych oraz baz NoSQL stanowiących podstawę ekosystemu technologii, określanym powszechnie mianem Big Data, zyskującym na coraz większym znaczeniu w ostatnich latach.

W ramach zajęć studenci zostaną zapoznani z rozwiązaniami baz danych, które są powszechnie wykorzystywane na rynku, w szczególności z metodologią ich projektowania i implementacji, zarówno w odniesieniu do rozwiązań o ugruntowanej pozycji takich jak bazy relacyjno-objektowe, jak też zyskujących coraz bardziej na znaczeniu tzw. baz NoSQL, stanowiących m.in. podstawę dla bazodanowych rozwiązań Big Data. Studenci nabydą umiejętność praktycznego ich projektowania oraz implementacji. Integralnym elementem przedmiotu jest projekt, który pozwoli ugruntować nabyte umiejętności poprzez realizację projektu własnej bazy danych w oparciu o wybrany silnik bazodanowy, jak też opracowanie współpracującej z nią aplikacji klienckiej, mającej formę graficznego interfejsu.

Szczegółowa lista zagadnień prezentowanych w ramach przedmiotu w formie wykładów została ujęta w Tabeli 1.

Tablica 1. Treści wykładowe dla przedmiotu Bazy danych i Big Data

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inżynieria baz danych – przypadki użycia. Architektura informacyjno-informatyczna przedsiębiorstwa – wprowadzenie w tematykę przedmiotu. (1h)</li> <li>• Baza danych a system zarządzania bazą danych SZBD. Pojęcie danych i metadanych. Rodzaje baz danych i ich charakterystyka. Kierunki ewolucji i specjalizacji baz danych. Bazy OLTP i OLAP – charakterystyka i różnice. (2h)</li> </ul>	3h
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Architektura, sposób działania i obsługa silnika bazy danych na przykładzie wybranego rozwiązania. Pojęcie transakcji i ich właściwości ACID. Obsługa współbieżności. Integralność bazy danych i jej trwałość. (4h)</li> <li>• Modelowanie danych: opis rzeczywistości – dekompozycja / dziedziny, model – encje, atrybuty, związki. Diagram związków ER. Fazy projektowania bazy danych: model konceptualny, logiczny oraz fizyczny. Cykl życia bazy danych jako produktu. (2h)</li> </ul>	6h
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bazy relacyjno-objektowe: projektowanie – notacje UML i Chena, schemat, normalizacja oraz denormalizacja – skutki projektowe. Podejścia projektowe: wstępujące i zstępujące. Podschemasy. Architektura ANSI/SPARC. Język SQL – DDL, DML, DCL. (8h)</li> </ul>	8h
Kolokwium 1	1h
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktury pomocnicze - wyszukiwanie i indeksowanie danych w pamięci zewnętrznej, wykorzystywane algorytmy. (2h)</li> </ul>	2h
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplikacja kliencka: mapowanie model relacyjny / obiektowy, operacje CRUD, model MVVM. Interfejsy komunikacji z bazą danych: JDBC, ODBC, inne. (3h)</li> </ul>	3h
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rozszerzenia języka SQL – programowanie bazy danych, procedury składowane, wyzwalacze, interfejsy. (3h)</li> </ul>	3h
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bazy NoSQL i ich klasyfikacja, Architektura ekosystemu Apache Hadoop. Podstawy realizacji i obsługi systemów Big Data. Silniki przetwarzania danych. Dane nieustrukturyzowane. (6h)</li> </ul>	6h
Kolokwium 2	1h

### Zakres projektu:

Tematyka prowadzonych projektów jest bezpośrednio powiązana z treścią prowadzonych wykładów. Zajęcia te mają z założenia charakter uzupełniających zajęć praktycznych.

### Projekt:

- **część 1** – projekt i implementacja relacyjno-objektowej bazy danych
- **część 2** – projekt i realizacja aplikacji klienckiej współpracującej z zaprojektowaną bazą danych w części 1

### Uwagi realizacyjne:

### **Wykład**

Zakłada się, że zajęcia wykładowe będą miały formę wysoce interaktywnych warsztatów, będących połączeniem tradycyjnych form wykładowych na bazie prezentacji multimedialnych z dużą ilością krótkich pokazów na żywo, obrazujących omawiane treści wykładowe, tak aby student miał poczucie ich przydatności praktycznej. Zakłada się też stosowanie podczas wykładów podejścia typowego dla metodologii *Design Thinking*, której celem jest maksymalne aktywizowanie studentów oraz wzmacnianie ich potencjału twórczego. W szczególności będzie promowany aktywny udział studentów w zajęciach wykładowych. Dążeniem wykładowcy powinno być aby studenci biorący udział w wykładzie byli stroną również aktywną, a nie tylko biernymi słuchaczami widowiska. Zakłada się też możliwość wprowadzania pewnych zmian programowych mających charakter drobnych odstępstw w stosunku do proponowanych na wstępie treści wykładowych na korzyść zagadnień z obszaru technologii baz danych i Big Data wskazywanych w bieżących dyskusjach przez studentów i szczególnie dla nich interesujących oraz przydatnych.

### **Projekt**

W zakresie projektu zakłada się połączenie dwóch form pracy, tj. pracy indywidualnej studentów przy wsparciu i częściowym nadzorze opiekuna/ów projektu, oraz zajęcia zintegrowane mające formę wspólnych warsztatów poświęconych prezentacji przykładowych rozwiązań dla szczególnie trudnych kwestii projektowych mających formę interaktywnych pokazów prowadzonych przez opiekuna. Na etapie realizacji całości projektu opiekun ma tu charakter konsultanta. Zakłada się tu takie formy kontaktu jak spotkania osobiste, ale też w szczególności: mail, komunikacja z wykorzystaniem narzędzi klasy Skype, Facebook Messenger, TeamViewer, oraz platformy wymiany informacji i prowadzenia projektów Slack.

### **Formy weryfikacji efektów kształcenia:**

#### **a) treści wykładowe**

1. *Kolokwium 1*, po pierwszej części semestru. Sprawdza wiedzę wyniesioną z wykładów oraz poziom realizacji założonych efektów kształcenia w odniesieniu do takich zagadnień jak: rozumienie pojęć baza danych, silniki baz danych i ich charakterystyka, metodologia projektowania relacyjno-obiektowych baz danych, pojęcie transakcji i ich właściwości ACID.
2. *Kolokwium 2*, po drugiej części semestru. Sprawdza wiedzę wyniesioną z wykładów oraz poziom realizacji założonych efektów kształcenia w odniesieniu do takich zagadnień jak rozszerzone funkcjonalności baz danych, struktury pomocnicze – indeksy, zagadnienie tworzenie aplikacji klienckich, bazy NoSQL, charakterystyka koncepcji BigData, dane nieustrukturyzowane, sposoby czerpania wiedzy i pozyskiwania informacji z różnorodnych wolumenów danych.

#### **b) projekt**

Projekt ma na celu zweryfikowanie umiejętności wykorzystania zdobytej wiedzy w odniesieniu do technologii baz danych na drodze praktycznego ich projektowania oraz implementacji, jak też podstaw tworzenia graficznych aplikacji klienckich, współpracujących z rozwiązaniami tego typu. Projekty powinny być realizowane w dwu lub trzyosobowych zespołach.

**Egzamin:** *nie*

### Literatura i oprogramowanie:

1. Slajdy do wykładu, materiały uzupełniające w postaci zadań interaktywnych oraz filmików obrazujących omawiane zagadnienia,
2. Książki:
  - Garcia-Molina Hector, Ullman Jeffrey D., Widom Jennifer Systemy baz danych. Kompletny podręcznik, Wydanie II, Helion 2011
  - Banachowski Lech: Bazy danych. Tworzenie aplikacji. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa, 2006
  - Connolly, T. C. Begg: Database Systems: *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management, 6th Editio*, Addison-Wesley Longman, 2015
  - Nathan Marz, James Warren, Big Data. Najlepsze praktyki budowy skalowalnych systemów obsługi danych w czasie rzeczywistym, Helion, 2016 (lub nowsze),
  - Viktor Mayer-Schonberger, Kenneth Cukier, Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work and Think, John Muray Press, 2013 (lub nowsze),
  - Tom White, Hadoop Komplety przewodnik, Analiza i przechowywanie danych, Helion, 2016 (lub nowsze),
  - Larose Daniel T., Metody i modele eksploracji danych, PWN, 2008 (lub nowsze),
  - Inne.
3. Internet
4. Baza danych Oracle oraz Apache Hadoop plus oprogramowanie współpracujące, narzędzia do modelowania baz danych, narzędzia do komunikacji zespołowej

<b>Wymiar godzinowy zajęć:</b>	W	C	L	P (Z)
	30	-	-	30 (15)*

\*- oznacza, że w ramach projektu co najmniej połowa godzin będzie miała formę zintegrowanych zajęć projektowych dla wszystkich, podczas których w szczególności będą prezentowane możliwe rozwiązania dla kluczowych elementów realizowanych projektów w formie warsztatowych pokazów z wykorzystaniem realnych narzędzi i rozwiązań.

### Wymiar w jednostkach ECTS: 4

#### Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

5. liczba godzin kontaktowych – 56 godz., w tym  
obecność na wykładach 30 godz.,  
obecność na ćwiczeniach projektowych 16 godz.,  
konsultacje projektowe 10 godz.
6. praca własna studenta – 50 godz., w tym  
przygotowanie i realizacja projektu 34 godz.,  
przygotowanie do kolokwium 16 godz.

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 106 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 pkt. ECTS, co odpowiada 56 godz. kontaktowym.**



**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2.25 pkt. ECTS, co odpowiada 60 godz. pracy własnej przy rozwiązywaniu zagadnienia projektowego**

## Efekty kształcenia/uczenia się

efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu CB	odniesienie do efektów uczenia się dla programu IIR
<b>Wiedza</b>				
W01	zna potencjalne możliwości wykorzystania nowoczesnych technologii baz danych, w tym również rozwiązań klasy BigData			W07
W02	zna koncepcje realizacji systemu gromadzenia danych różnej postaci (dane ustrukturyzowane i nieustrukturyzowane)			W06 W07
W03	zna zalety i wady zastosowania w przedsiębiorstwie technologii baz danych na bazie produktów komercyjnych, wymagających odpowiednich licencji, vs. niekomercyjnych			W06 W07 W09 W10
W04	Zna podstawy efektywnego wyszukiwania danych			W07
W05	zna narzędzia typu Power Architect, SQL Data Modeler, Toad Data Modeler przydatne dla modelowanie różnego rodzaju baz danych			W06 W07 W09
<b>Umiejętności</b>				
U01	umie zaprezentować koncepcje oraz wskazać wady i przewagi baz relacyjnych oraz NoSQL w tym Apache Hadoop			U11 U15 U16
U02	umie zidentyfikować potencjalne możliwości wykorzystania technologii baz danych			U02 U11
U03	umie wskazać zalety i wady stosowania technologii baz danych na bazie rozwiązań komercyjnych vs. otwartych			U11 U05 U08
U04	umie zaprojektować średniej wielkości bazę danych oraz przygotować środowisko do jej uruchomienia			U11

U05	<i>umie wykorzystać narzędzia do modelowania</i>			U04
U06	<i>umie pozyskiwać informacje z literatury, dotyczące wybranych zagadnień z obszaru baz danych i Big Data</i>			U02 U11 U18
U07	<i>Umie przygotować i przedstawić prezentację dotyczącą uzyskanych wyników projektu</i>			U15 U16
<b>Kompetencje społeczne</b>				
K01	<i>Potrafi pracować indywidualnie i w zespole</i>			K01

**Formy weryfikacji efektów kształcenia:**

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
K01	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>ocena projektu, aktywność</i>
W01	Wykład/ dyskusja/ warsztaty	Kolokwium
W02	Wykład/ dyskusja/ warsztaty	Kolokwium
W03	Wykład/ dyskusja/ warsztaty	Kolokwium
W04	Wykład/ dyskusja/ warsztaty/projekt	Kolokwium / Zaliczenie projektu
W05	Wykład/ dyskusja/ warsztaty/projekt	Kolokwium / Zaliczenie projektu
W06	Wykład/ dyskusja/ warsztaty	Kolokwium
U01	projekt	Zaliczenie projektu
U02	projekt	Zaliczenie projektu
U03	projekt	Zaliczenie projektu
U04	projekt	Zaliczenie projektu
U05	projekt	Zaliczenie projektu
U06	Wykład/ dyskusja/ warsztaty/projekt	Kolokwium / Zaliczenie projektu
U07	projekt	Zaliczenie projektu
K01	Zadania projektowe	Kolokwia/ Zaliczenie projektu

**Autor:** dr. hab. inż. Agata Pilitowska

## **Matematyka 1 – Wstęp do Matematyki** **Mathematics 1 – Introduction to Mathematics**

**Poziom kształcenia:** I stopień

**Forma i tryb prowadzenia przedmiotu:** stacjonarna

**Kierunek studiów:** Cyberbezpieczeństwo

**Specjalność:**

**Grupa przedmiotów:**

**Poziom przedmiotu:** podstawowy

**Status przedmiotu:** obowiązkowy

**Język przedmiotu:** polski

**Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych):** 1

**Minimalny numer semestru:** 1

**Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:** brak

**Limit liczby studentów:** 60

**Powód zgłoszenia przedmiotu:** program studiów na kierunku Cyberbezpieczeństwo (studia uruchomione w roku ak. 2019/2020) oraz przewidziany w nowym programie studiów Inżynieria Internetu Rzeczy

### **Cel przedmiotu:**

Głównym celem przedmiotu jest nauczenie studentów właściwego stosowania formalizmu matematycznego, poprawnego formułowania problemów matematycznych i technicznych, dobrego zrozumienia pojęcia dowodu matematycznego i zdobycie przez nich umiejętności dowodzenia prostych faktów. Ponadto w ramach przedmiotu zostaną wprowadzone i omówione takie podstawowe pojęcia jak zbiór, relacja, funkcja. Zaprezentowane zostaną również wybrane zagadnienia kombinatoryczne, podstawowe problemy teorii grafów oraz teorii liczb.

Założeniem prowadzenia przedmiotu jest ukierunkowanie na kształcenie z wykorzystaniem wielu form i metod. Wykład będzie miał charakter informacyjny z elementami wykładu problemowego. Pojęcia o znacznym stopniu abstrakcji będą obrazowane przykładami praktycznymi. Na ćwiczeniach będą rozwiązywane zadania odnoszące się do tematów prezentowanych na wykładzie, jak i treści, które studenci będą musieli przygotować lub uzupełnić we własnym zakresie. Podczas tych zajęć wykorzystywany będzie system zeszyt online oraz różnorodne prezentacje multimedialne. W ramach zajęć projektowych studenci, w 4-osobowych grupach, będą opracowywali zagadnienia nawiązujące, ilustrujące bądź rozszerzające wybrane tematy wprowadzone na wykładach i ćwiczeniach. Ponadto przygotowują materiały z tego zakresu dla studentów z pozostałych grup projektowych.

## Treść kształcenia:

### WYKŁADY:

#### 1. Logika (2 godz.)

Operatory logiczne, prawa rachunku zdań, tautologie, postać normalna formuł logicznych. niesprzeczność, zupełność. Twierdzenie Godła. Rachunek kwantyfikatorów. Dowody. Złożoność algorytmów, zagadnienia P-NP.

#### 2. Elementy teorii mnogości (1 godz.)

Zbiory, antynomia Russella. Działania na zbiorach. Różne rodzaje nieskończoności. Hipoteza continuum.

#### 3. Funkcje i relacje. (2 godz.)

Relacja równoważności, podziały zbioru. Relacje porządkujące. Lemat Kuratowskiego – Zorna.

#### 4. Elementy kombinatoryki (2 godz.)

Permutacje i kombinacje. Rozkład permutacji na cykle, przystość permutacji. Najważniejsze tożsamości kombinatoryczne. Współczynniki dwumianowe, trójkąt Pascala.

#### 5. Funkcje tworzące (2 godz.)

Problemy zliczania. Zasada działania funkcji tworzących. Wyprowadzenie wzoru na liczby Catalana.

#### 6. Metody teorii grafów (2 godz.)

Podstawowe pojęcia. Problem mostów królewieckich. Grafy Eulera i Hamiltona. Grafy dwudzielne i planarne. Wzór Eulera. Skojarzenia i twierdzenie Halla o małżeństwach.

#### 7. Elementarna teoria liczb (2 godz.)

Liczby pierwsze. Zasadnicze Twierdzenie Arytmetyki. Twierdzenie Wilsona i Małe Twierdzenie Fermata. Funkcja Eulera. Rozmieszczenie liczb pierwszych.

#### 8. Automaty skończone (2 godz.)

Automaty deterministyczne i nondeterministyczne. Wyrażenia regularne. Model maszyny Turinga. Sieci Petriego.

### ĆWICZENIA:

Ćwiczenia audytoryjne będą głównie nakierowane na ilustrację zadań i problemów poruszanych na wykładach. Zostaną omówione m.in. następujące zagadnienia:

1. Algebry Boole'a, zastosowania w układach logicznych. Bramki tranzystorowe.
2. Zasada włączeń i wyłączeń.
3. Zasada indukcji matematycznej jako metoda dowodzenia twierdzeń. Zasada minimum. Zastosowania w dowodzeniu poprawności algorytmów - zadanie o wieży z Hanoi. Liczby Fermata.
4. Rekursja jako metoda definiowania obiektów.

5. Splot ciągów.
6. Zadania o podziale.
7. Twierdzenie Picka.
8. Kod Prufera – jak zapamiętać drzewo, kod Hufmana - kompresja danych.
9. Sito Eratostenesa, algorytm Euklidesa, NWW i NWD.
10. Diagramy automatów skończonych.

#### PROJEKT:

W ramach projektu zespoły 4-osobowe opracują prezentacje zastosowań praktycznych zagadnień omawianych na wykładach lub na ćwiczeniach. W zakres tematyki projektów będą wchodziły między innymi:

1. Łamigłówki logiczne.
2. Wybrane zadania stosujące wzór włączeń i wyłączeń.
3. Liczby Fibonacciego.
4. Problemy upakowania. Zasada szufladkowa Dirichleta.
5. Kwadraty łacińskie.
6. Twierdzenie o czterech barwach i kolorowanie grafów
7. Algorytmy rozpoznawania pierwszości.
8. AI

Ponadto elementem projektu będzie przygotowanie materiałów z danego zakresu dla studentów z pozostałych grup projektowych.

#### **Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:**

The main goal of the course is to teach students to use properly the mathematical formalism and correctly formulate mathematical and technical problems, understand the concept of mathematical proofs and gain the ability of proving simple facts.

In addition, such basic concepts as a set, relation, function will be introduced and discussed. Selected combinatorial problems, basic problems of graph theory and number theory will be also presented.

#### **Egzamin: TAK**

#### **Literatura i oprogramowanie:**

Materiały do zajęć – slajdy, opracowania, artykuły

Książki:

1. L. Bogusz, P. Zarzycki, J. Zieliński, *Łamigłówki logiczne*, t. I i t. II, Gdańskie Wydawnictwo Oświatowe, Gdańsk 2000.
2. V. Bryant, *Aspekty kombinatoryki*, WNT, Warszawa 2007.
3. W. J. Gilbert, W. K. Nicholson, *Algebra współczesna z zastosowaniami*, WNT, Warszawa 2008.

4. W. Guzicki, P. Zakrzewski, *Wykłady ze wstępu do matematyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
5. N. Koblitz, *Wykłady z teorii liczb i kryptografii*, WNT, Warszawa 1995.
6. J. Kraszewski, *Wstęp do matematyki*, WNT, Warszawa 2007.
7. S.Y. Yan, *Teoria liczb w informatyce*, WNT, Warszawa, 2006.
8. M. Zakrzewski, *Markowe wykłady z matematyki – matematyka dyskretna*, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2014.
9. M. Zakrzewski, *Markowe wykłady z matematyki – teoria liczb*, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2017.

Inne:

Pakiety matematyczne oraz prezentacje internetowe do realizacji zadań zarówno teoretycznych jak i praktycznych w ramach wykładów, ćwiczeń i zajęć projektowych.

<b>Wymiar godzinowy zajęć:</b>	W	C	L	P
	15	15	-	15

### **Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu**

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład prowadzony w wymiarze 1 godz. tygodniowo,
- ćwiczenia w wymiarze 1 godz. tygodniowo,
- zajęcia projektowe

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności rozwiązywania zadań na ćwiczeniach – ocenę aktywności na zajęciach i 1 kolokwium;
- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań projektowych – ocena prezentacji i raportu z przeglądu literatury;
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym o charakterze problemowym oraz – w przypadkach wątpliwości co do oceny – na egzaminie ustnym

**Wymiar w jednostkach ECTS:** 4 pkt.

### **Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się/kształcenia (opis)**

7. liczba godzin kontaktowych – **54 godz.**, w tym
  - obecność na wykładach: 15 godz.,
  - obecność na ćwiczeniach: 15 godz.,
  - obecność na zajęciach projektowych: 15 godz.,
  - udział w konsultacjach związanych z realizacją przedmiotu: 6 godz.
  - obecność na egzaminie: 3 godz. (pomijamy ew. egzamin ustny)
8. praca własna studenta – **70 godz.**, w tym
  - analiza literatury i materiałów wykładowych związana z przygotowaniem do kolejnych wykładów i przygotowań do ćwiczeń: 20 godz.
  - analiza literatury związana z przygotowaniem do realizacji projektu: 10 godz.

- realizacja projektu: 25 godz.
- przygotowanie do kolokwium: 5 godz.
- przygotowanie do egzaminu: 10 godz.

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 124 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 pkt. ECTS, co odpowiada 51 godz. kontaktowym.**

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2 pkt. ECTS, co odpowiada 50 godz. przygotowań do realizacji (10 godz.) oraz realizacji (40 godz.) zadań projektowych**

### EFEKTY KSZTAŁCENIA/UCZENIA SIĘ

efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	spół	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu CB	odniesienie do efektów uczenia się dla programu IIR
student, który zaliczył przedmiot:					
<b>WIEDZA</b>					
w1: Zna podstawowe definicje oraz tautologie rachunku zdań, rachunku kwantyfikatorów, rachunku zbiorów	wykład ćwiczenia	+	ćwiczenia egzamin	W01	W01
w2: Zna podstawowe własności relacji równoważności, porządku, funkcji	wykład ćwiczenia	+	ćwiczenia egzamin	W01	W01
w3: Zna podstawowe metody i tożsamości kombinatoryczne	wykład ćwiczenia	+	projekt ćwiczenia egzamin	W01	W01
w4: Ma podstawową znajomość pojęć teorii grafów	wykład ćwiczenia	+	projekt ćwiczenia egzamin	W01 W04	W01 W05
w5: Ma podstawową wiedzę dotyczącą automatów skończonych i wyrażeń regularnych	wykład ćwiczenia	+	projekt ćwiczenia	W01 W04	W01 W05
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>					
u1: Rozumie pojęcie i znaczenie dowodu. Umie dowodzić prawdziwości tautologii, równości zbiorów	ćwiczenia projekt	+	ćwiczenia	U01	U01
u2: Umie posługiwać się formalizmem matematycznym	ćwiczenia projekt	+	ćwiczenia	U01 U10	U01 U15
u3: Potrafi stosować metody indukcji i rekurencji	ćwiczenia projekt	+	ćwiczenia projekt egzamin	U01	U01
u4: Potrafi stosować funkcje tworzące	ćwiczenia projekt	+	projekt	U01	U01
u5: Potrafi zastosować metody teorii grafów i kombinatoryki do rozwiązywania wybranych zagadnień praktycznych	ćwiczenia projekt	+	projekt	U01 U04 U09	U01 U04 U15
u6: Potrafi zaprojektować automaty skończone	ćwiczenia projekt	+	ćwiczenia projekt	U01 U08 U09	U01 U13 U14
u7: Potrafi pracować indywidualnie i w zespole	projekt		projekt	U09	U14
u8: Potrafi przygotować materiały dokumentujące realizację zadania projektowego	projekt		projekt	U10	U15
u9: Potrafi samodzielnie pozyskiwać wiedzę z literatury	projekt		projekt	U01 U13	U01 U18
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>					



Załącznik nr 4 do załącznika do uchwały nr 469/XLIX/ 2020 Senatu PW  
z dnia 26 lutego 2020 r.

ks1: Rozumie potrzebę wzbogacania wiedzy przez samokształcenie	ćwiczenia projekt	+	projekt	KS01	K01
--	-------------------	---	---------	------	-----

**Autor:** dr Ewa Stróżyńska

## **Matematyka 2 – Analiza Mathematics 2 – Calculus**

**Poziom kształcenia:** I stopień

**Forma i tryb prowadzenia przedmiotu:** stacjonarna

**Kierunek studiów:** Cyberbezpieczeństwo

**Specjalność:**

**Grupa przedmiotów:**

**Poziom przedmiotu:** podstawowy

**Status przedmiotu:** obowiązkowy

**Język przedmiotu:** polski

**Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych):** 1

**Minimalny numer semestru:** 1

**Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:** nie dotyczy

**Limit liczby studentów:** 60

**Powód zgłoszenia przedmiotu:** program studiów na kierunku Cyberbezpieczeństwo (studia uruchomione w roku ak. 2019/2020) oraz przewidziany w nowym programie studiów Inżynieria Internetu Rzeczy

### **Cel przedmiotu:**

Głównym celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej i wielu zmiennych rzeczywistych oraz funkcji zmiennej zespolonej, z teorią szeregów liczbowych i funkcyjnych rzeczywistych i zespolonych oraz przekształceń całkowych i równań różniczkowych zwyczajnych. Wprowadzone pojęcia i metody będą wykorzystywane do badania bardziej złożonych zagadnień, w tym np. do badania funkcji, rachunków przybliżonych, zastosowań geometrycznych, fizycznych i technicznych oraz do tworzenia modeli matematycznych.

Założeniem prowadzenia przedmiotu jest ukierunkowanie na kształcenie z wykorzystaniem różnorodnych metod. Zajęcia wykładowe będą prowadzone interdyscyplinarnie, część teoretyczna, prezentowana z wykorzystaniem programu Mathematica, będzie poparta przykładami związanymi z rzeczywistymi sytuacjami, w których realizują się omawiane zagadnienia. Ćwiczenia i zajęcia laboratoryjne będą oparte na wykonywaniu zadań ilustrujących zarówno zagadnienia wykładowe, jak i treści, które studenci będą musieli przygotować we własnym zakresie. Podczas tych zajęć wykorzystywać będziemy program Mathematica, system zeszyt.online oraz portal Khan Academy. W ramach zajęć projektowych studenci, w mniejszych grupach, będą realizować prezentację zagadnień wykraczających poza treści omawiane na wykładach, będące ich rozszerzeniem lub kontynuacją. Ponadto przygotowują materiały z tego zakresu dla studentów z pozostałych grup projektowych.

**Treść kształcenia:**

WYKŁADY:

**9. Ciągi liczbowe i funkcje (3 godz.)**

Ciągi liczbowe: zbieżność, podstawowe własności i twierdzenia, ciągi określone rekurencyjnie. Własności funkcji: monotoniczność, różnowartościowość, parzystość. Funkcje logarytmiczne, hiperboliczne, odwrotne do trygonometrycznych. Granica funkcji w punkcie, ciągłość funkcji;

**10. Pochodna funkcji (3 godz.)**

Pochodna funkcji, interpretacja geometryczna, podstawowe twierdzenia, monotoniczność, pochodne wyższych rzędów. Ekstrema funkcji, punkty przegięcia, asymptoty, badanie funkcji, wzór Taylora, Maclaurina;

**11. Całka nieoznaczona (3 godz.)**

Całka nieoznaczona, podstawowe wzory, całkowanie przez części. Całkowanie przez podstawienie, całki funkcji wymiernych;

**12. Całka oznaczona (2 godz.)**

Całka oznaczona w sensie Riemanna, interpretacja geometryczna, podstawowe twierdzenie rachunku całkowego. Związek między całką oznaczoną i nieoznaczoną, zastosowania geometryczne całki oznaczonej;

**13. Przestrzeń wielowymiarowa (1 godz.)**

Przestrzenie metryczne, przykłady metryk, normy, zbiory otwarte i domknięte zbieżność ciągów w przestrzeniach metrycznych, granica i ciągłość funkcji, zbiory otwarte, domknięte;

**14. Funkcje wielu zmiennych rzeczywistych (6 godz.)**

Funkcje wielu zmiennych rzeczywistych: granica, ciągłość. Pochodne cząstkowe, kierunkowe, definicja i własności operatorów różniczkowych gradientu, dywergencji i rotacji. Pochodne funkcji złożonych, różniczkowalność. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. Wartość największa i najmniejsza funkcji;

**15. Szeregi liczbowe (2 godz.)**

Szeregi liczbowe. Zbieżność bezwzględna i warunkowa. Kryteria zbieżności;

**16. Funkcje zespolone (3 godz.)**

Podstawowe informacje na temat funkcji zespolonych, rachunek różniczkowy i całkowy funkcji zmiennej zespolonej;

**17. Przekształcenia całkowe (3 godz.)**

Wzór całkowy Fouriera. Przekształcenie Fouriera i Laplace'a, splot;

**18. Równania różniczkowe zwyczajne (4 godz.)**

Liniowe równania różniczkowe o stałych współczynnikach. Rozwiązywanie równań różniczkowych metodami klasycznymi i metodą operatorową.

## ĆWICZENIA:

Podczas ćwiczeń audytoryjnych omawiane będą kolejno zadania i problemy związane z wymienionymi wyżej zagadnieniami. Ponadto zostaną omówione dodatkowe tematy:

11. Własności funkcji ciągłych: twierdzenia Weierstrassa i Darboux;
12. Twierdzenie Rolle'a, Lagrange'a, reguła de l'Hospitala;
13. Całki niewłaściwe I-go i II-go rodzaju;
14. Rachunek całkowy wielu zmiennych: definicja całki, całkowanie przez podstawienie, współrzędne biegunowe i sferyczne, macierz Jacobiego, pole, objętość;
15. Zbieżność (punktowa, jednostajna) ciągów i szeregów funkcyjnych. Szeregi potęgowe, Taylora, Maclaurina. Promień zbieżności szeregu potęgowego. Różniczkowanie i całkowanie szeregów. Szereg Fouriera.

## LABORATORIA:

W ramach zajęć laboratoryjnych studenci będą mieli do wykonania zadania ściśle związane z bieżącą problematyką omawianą na wykładzie i ćwiczeniach, które będą musieli wykonać z wykorzystaniem programu Mathematica, systemu zeszyt.online oraz portalu Khan Academy.

## PROJEKT:

W ramach projektu zespoły 3-osobowe będą miały do wykonania prezentację zagadnień wykraczających poza treści omawiane na wykładach, będące ich rozszerzeniem lub kontynuacją:

1. Uzupełnienie wiadomości dotyczących funkcji wielu zmiennych (funkcje uwikłane);
2. Całka krzywoliniowa nieorientowana;
3. Całka krzywoliniowa zorientowana;
4. Całka powierzchniowa nieorientowana;
5. Całka powierzchniowa zorientowana;
6. Szereg Laurenta;
7. Uzupełnienie wiadomości dotyczących całek funkcji zmiennej zespolonej.

Ponadto elementem projektu będzie przygotowanie materiałów z danego zakresu dla studentów z pozostałych grup projektowych.

## Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

The main objective of the course is to introduce students to the field of advanced calculus, including multivariable calculus and complex analysis, followed by Fourier and Laplace transforms, and ordinary differential equations. The course provides fundamental notions and tools of mathematical analysis, such as: limit, derivative, indefinite, definite and improper integrals, multiple limit, partial derivatives, multiple, contour and surface integrals, complex functions, Taylor, Fourier and Laurent series, Fourier and Laplace transforms and basic types of ODEs. The exploration of the theory and applications of differential and integral calculus is supported by a computer algebra system Wolfram Mathematica that allow students to discover calculus topics in a meaningful and easy to remember way. The acquired skills lay the foundations for probability theory as well as for other technical applications.

**Egzamin: TAK**

**Literatura i oprogramowanie:**

Materiały do zajęć – slajdy, zestawy zadań ćwiczeniowych i laboratoryjnych, opracowania, artykuły

Książki:

10. W. Żakowski, G. Decewicz, Matematyka cz. I, WNT, W-wa 2017, ISBN 978-83-7926-066-9
11. W. Żakowski, W. Kołodziej, Matematyka cz. II, WNT, W-wa 2017, ISBN 978-83-7926-095-9
12. W. Żakowski, W. Leksiński, Matematyka cz. IV, WNT, W-wa 2012, ISBN 978-83-7926-097-3
13. J. Banaś, S. Wędrychowicz, Zbiór zadań z analizy matematycznej, Wydawnictwo Naukowe PWN, ISBN 978-83-01-16960-2
14. W. Stankiewicz, Zadania z matematyki dla wyższych uczelni technicznych cz. I B, Wydawnictwo Naukowe PWN, ISBN 978-83-01-14945-1
15. E. Kącki, L. Siewierski, Wybrane działy matematyki wyższej z ćwiczeniami, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Informatyki w Łodzi, ISBN 83-912581-8-1
16. P. Hartman, Ordinary Differential Equations, Birkhauser 1982, ISBN 9783764330682
17. R. Rudnicki, Wykłady z analizy matematycznej, PWN 2001, ISBN 83-01-13554-9
18. D. Bachman, Advanced Calculus Demystified, McGraw Hill Professional, 2007, ISBN 978-0071511094
19. C. Arangala, K. Yokley, Exploring Calculus, Routledge 2016, ISBN 978-1498771016
20. M. Abell, J. Braselton, Differential Equations with Mathematica, Academic Press, 2016, ISBN 978-0128047767

Oprogramowanie:

1. Wolfram Mathematica
2. Inne oprogramowanie open source i komercyjne do realizacji zadań projektowych

Inne:

1. Prezentacje internetowe do realizacji zadań teoretycznych i projektowych w ramach wykładów, ćwiczeń i zajęć projektowych

**Wymiar godzinowy zajęć:**

W	C	L	P
30	15	15	15

**Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu**

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo,
- ćwiczenia prowadzone w wymiarze 1 godz. tygodniowo,
- zajęcia laboratoryjne w wymiarze 1 godz. tygodniowo; w ramach tych zajęć student, korzystając z oprogramowania i sprzętu, będzie realizował wskazane zadania;

- zajęcia projektowe; w ramach tych zajęć student będzie wykonywał prezentację zagadnień wykraczających poza treści omawiane na wykładach; ponadto student przygotowuje materiały z danego zakresu dla pozostałych grup projektowych.

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań laboratoryjnych – ocenę poprawności realizowanych zadań;
- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań projektowych – ocenę prezentacji i przygotowanych materiałów;
- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z rozwiązywaniem problemów w systemie zeszyt.online – ocenę poprawności rozwiązań;
- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z rozwiązywaniem problemów podczas ćwiczeń audytoryjnych – ocenę poprawności rozwiązań;
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na kolokwium pisemnym;
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym oraz – w przypadkach wątpliwości co do oceny – na egzaminie ustnym.

**Wymiar w jednostkach ECTS:** 6 pkt.

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się/kształcenia (opis):**

9. liczba godzin kontaktowych – **79 godz.**, w tym

- obecność na wykładach: 30 godz.,
- obecność na ćwiczeniach: 15 godz.,
- obecność na zajęciach laboratoryjnych: 15 godz.,
- obecność na zajęciach projektowych: 15 godz.,
- udział w konsultacjach związanych z realizacją przedmiotu: 2 godz.
- obecność na egzaminie: 2 godz. (pomijamy ew. egzamin ustny)

10. praca własna studenta – **82 godz.**, w tym

- analiza literatury i materiałów wykładowych związana z przygotowaniem do kolejnych wykładów, ćwiczeń, realizacji projektu i przygotowań do laboratorium: 42 godz.
- realizacja projektu: 25 godz..
- przygotowanie do kolokwium: 5 godz.
- przygotowanie do egzaminu: 10 godz.

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 161 godz., co odpowiada 6 pkt. ECTS.**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:** 3 pkt. ECTS, co odpowiada 79 godz. kontaktowym.

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:** 3 pkt. ECTS, co odpowiada 75 godz. przygotowań do realizacji (20 godz.) oraz realizacji (55 godz.) ćwiczeń laboratoryjnych i zadań projektowych.

**EFEKTY KSZTAŁCENIA/UCZENIA SIĘ**

efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu CB	odniesienie do efektów uczenia się dla programu IIR
student, który zaliczył przedmiot:				
<b>WIEDZA</b>				
w1: ma podstawową wiedzę z zakresu rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej zmiennej	wykład + ćwiczenia + laboratorium	+	laboratorium, kolokwium, egzamin	W01
w2: ma podstawową wiedzę z zakresu rachunku różniczkowego i całkowego funkcji wielu zmiennych	wykład + ćwiczenia + projekt + laboratorium	+	projekt laboratorium, kolokwium, egzamin	W01
w3: ma podstawową wiedzę dotyczącą całek krzywoliniowych i powierzchniowych	projekt		projekt, egzamin	W01
w4: ma podstawową wiedzę z zakresu szeregów liczbowych o wyrazach rzeczywistych i zespolonych	wykład + ćwiczenia + laboratorium	+	laboratorium, kolokwium, egzamin	W01
w5: ma podstawową wiedzę dotyczącą szeregów funkcyjnych rzeczywistych i zespolonych	ćwiczenia + laboratorium	+	laboratorium, kolokwium, egzamin	W01
w6: ma podstawową wiedzę dotyczącą rachunku różniczkowego i całkowego funkcji zmiennej zespolonej	wykład + ćwiczenia + laboratorium + projekt	+	projekt, laboratorium, kolokwium, egzamin	W01
w7: ma podstawową wiedzę dotyczącą przekształceń całkowych	wykład + ćwiczenia + laboratorium	+	laboratorium, kolokwium, egzamin	W01
w8: ma podstawową wiedzę z obszaru równań różniczkowych zwyczajnych	wykład + ćwiczenia + laboratorium	+	laboratorium, kolokwium, egzamin	W01
<b>UMIĘTNOŚCI</b>				
u1: umie rozwiązać prosty problem fizyczny lub techniczny, stosując rachunek różniczkowy i całkowity funkcji jednej zmiennej rzeczywistej	wykład + ćwiczenia + laboratorium	+	laboratorium, kolokwium, egzamin	U01
u2: umie rozwiązać prosty problem fizyczny lub techniczny, stosując rachunek różniczkowy i całkowity funkcji wielu zmiennych rzeczywistych	wykład + ćwiczenia + projekt + laboratorium	+	projekt laboratorium, kolokwium, egzamin	U01 U09 U10 U14 U15
u3: umie rozwiązać prosty problem fizyczny lub techniczny, stosując całki krzywoliniowe i powierzchniowe	projekt		projekt, egzamin	U01 U09 U10 U14 U15
u4: umie rozwiązać prosty problem fizyczny lub techniczny, stosując szeregi liczbowe i funkcyjne, rzeczywiste lub zespolone	wykład + ćwiczenia + laboratorium	+	laboratorium, kolokwium, egzamin	U01
u5: umie rozwiązać prosty problem fizyczny lub techniczny, stosując rachunek różniczkowy i całkowity funkcji zmiennej zespolonej	wykład + ćwiczenia + laboratorium + projekt	+	projekt, laboratorium, kolokwium, egzamin	U01 U09 U10 U14 U15
u6: umie rozwiązać prosty problem fizyczny lub techniczny, stosując przekształcenia całkowite	wykład + ćwiczenia + laboratorium	+	laboratorium, kolokwium, egzamin	U01
u7: umie rozwiązać prosty problem fizyczny lub techniczny, stosując równania różniczkowe zwyczajne	wykład + ćwiczenia + laboratorium	+	laboratorium, kolokwium, egzamin	U01
u8: potrafi rozwiązywać zadania formułowane na bieżąco, komunikować wnioski i opinie, prowadzić na ich temat dyskusję i przekonywać innych	projekt		projekt, egzamin	U09 U11 U14 U16
u9: potrafi przygotować i przeprowadzić prezentację dotyczącą zagadnień technicznych związanych z problemem rozwiązywanym na bieżąco	projekt		projekt, egzamin	U10 U15
u10: potrafi krytycznie analizować dostępną literaturę z zakresu domeny wiedzy	laboratorium + projekt		projekt, laboratorium, egzamin	U01 U13 U18

<b>efekty kształcenia/uczenia się</b>	<b>forma zajęć/ technika kształcenia</b>	<b>sposób weryfikacji (oceny)*</b>	<b>odniesienie do efektów uczenia się dla programu CB</b>	<b>odniesienie do efektów uczenia się dla programu IIR</b>
student, który zaliczył przedmiot:				
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
ks1: rozumie potrzebę wzbogacania wiedzy przez samokształcenie	wykład + projekt	projekt	KS01	K01
ks2: ma świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem w sposób zrozumiały dla odbiorcy	wykład + projekt + laboratorium	projekt laboratorium +	KS05	K05



**Autor:** dr. hab. inż. Agata Pilitowska

## **Matematyka 3 – Algebra stosowana** **Mathematics 3 – Applied Algebra**

**Poziom kształcenia:** I stopień

**Forma i tryb prowadzenia przedmiotu:** stacjonarna

**Kierunek studiów:** Cyberbezpieczeństwo

**Specjalność:**

**Grupa przedmiotów:**

**Poziom przedmiotu:** podstawowy

**Status przedmiotu:** obowiązkowy

**Język przedmiotu:** polski

**Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych):** 2

**Minimalny numer semestru:** 2

**Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:** Matematyka 1

**Limit liczby studentów:** 60

**Powód zgłoszenia przedmiotu:** program studiów na kierunku Cyberbezpieczeństwo (studia uruchomione w roku ak. 2019/2020) oraz przewidziany w nowym programie studiów Inżynieria Internetu Rzeczy

### **Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zdobycie przez studentów wiedzy o podstawowych strukturach algebraicznych, takich jak grupy, pierścienie, ciała i przestrzenie liniowe, oraz poznanie pewnych zastosowań tych struktur w geometrii, fizyce, informatyce, kodowaniu informacji czy kryptografii.

Założeniem prowadzenia przedmiotu jest ukierunkowanie na kształcenie z wykorzystaniem wielu form i metod. Wykład będzie miał charakter informacyjny z elementami wykładu problemowego. Wprowadzane pojęcia będą obrazowane licznymi przykładami. Ćwiczenia oraz samodzielna praca studentów będą istotnym uzupełnieniem wykładu. Podczas tych zajęć wykorzystywany będzie system zeszyt.online, pakiety matematyczne SAGE i Wolfram Mathematica oraz dostępne prezentacje multimedialne. W ramach zajęć projektowych studenci, w 4-osobowych grupach, będą opracowywali zagadnienia nawiązujące, ilustrujące bądź rozszerzające wybrane tematy wprowadzone na wykładach i ćwiczeniach, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań w teorii kodów korekcyjnych i kryptografii. Ponadto przygotowują materiały z tego zakresu dla studentów z pozostałych grup projektowych.

### **Treść kształcenia:**

WYKŁADY:

#### **1. Grupy (2 godz.)**

Grupy przekształceń, grupy permutacji, grupa alternująca. Grupy  $Z_n$  i kongruencje. Grupy abelowe, grupy cykliczne. Podgrupy, dzielniki normalne, twierdzenie Lagrange'a. Iloczyny proste grup.

## 2. Pierścienie (1 godz.)

Pierścienie, pierścień liczb całkowitych, pierścienie wielomianów. Zasadnicze Twierdzenie Algebry. Pierścienie ilorazowe, produkty pierścieni.

## 4. Ciała skończone (2 godz.)

Ciała, rozszerzenia ciał, konstrukcja ciał skończonych. Wielomiany minimalne, pierwiastki z jedności.

## 6. Przestrzenie wektorowe (2 godz.)

Przestrzenie rzeczywiste, przestrzenie zespolone, przestrzenie wielomianów, przestrzenie macierzy. Liniowa niezależność wektorów, baza i wymiar przestrzeni liniowej. Twierdzenie o wymiarze przestrzeni liniowej.

## 7. Przekształcenia liniowe (1 godz.)

Macierze przekształceń liniowych. Jądro i obraz przekształcenia liniowego.

## 8. Postać kanoniczna macierzy (3 godz.)

Wartości własne i wektory własne macierzy, wielomian charakterystyczny; twierdzenie Cayley-Hamilton; diagonalizacja macierzy, postać kanoniczna Jordan, potęgowanie macierzy.

## 9. Formy dwuliniowe hermitowskie (1 godz.)

Twierdzenie Sylwestera i Jacobiego o bezwładności form hermitowskich

## 10. Przestrzenie unitarne (2 godz.)

Iloczyn skalarny, norma. Nierówności Bessela, Schwarza. Baza ortogonalna, baza ortonormalna.

## 11. Macierze i operatory hermitowskie (1 godz.)

Twierdzenie spektralne dla operatorów hermitowskich

## ĆWICZENIA:

Ćwiczenia audytoryjne będą ilustracją problemów poruszanych na wykładach. Ponadto będą stanowiły uzupełnienie wykładów o następujące zagadnienia:

16. Liczby zespolone. Interpretacje geometryczne. Postać algebraiczna, trygonometryczna, wykładnicza. Pierwiastkowanie liczb zespolonych, wzór Moivre'a.
17. Chińskie twierdzenie o resztach. Równania liniowe w pierścieniu liczb całkowitych.
18. Macierze. Elementarne operacje na wierszach Metoda eliminacji Gaussa. Macierz odwrotna, macierze podobne.
19. Wyznacznik macierzy kwadratowej. Rozwinięcie Laplace'a. Wyznacznik Vandermonde'a, twierdzenie Cauchy'ego o mnożeniu wyznaczników, rząd macierzy.
20. Układy równań liniowych, wzory Cramera. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego.
21. Ortogonalizacja Gram-Schmidta, rzut ortogonalny

W ramach projektu zespoły 4-osobowe opracują prezentacje zastosowań praktycznych zagadnień omawianych na wykładach lub na ćwiczeniach. W zakres tematyki projektów będą wchodziły między innymi:

8. Grupy symetrii figur geometrycznych, symetrie wielościanów platońskich.
9. Zliczanie orbit. Lemat Cauchy'ego – Frobeniusa – Burnside'a.
10. Problem dzielenia sekretu. System kryptograficzny RSA.
11. Arytmetyka modularna.
12. Reszty kwadratowe i funkcja Legendre'a.
13. Kody korekcyjne.
14. Nierozwiązalność klasycznych konstrukcji geometrycznych.
15. Zastosowania wyznaczników.
16. Metoda najmniejszych kwadratów.
17. Zastosowania diagonalizacji i wektorów własnych
18. Kwaterniony i oktonian.

Ponadto elementem projektu będzie przygotowanie materiałów z danego zakresu dla studentów z pozostałych grup projektowych.

#### **Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:**

The aim of the course is to gain knowledge about basic algebraic structures, such as groups, rings, fields and linear spaces, and to learn about their certain applications in geometry, chemistry, informatics, physics, coding theory and cryptography.

#### **Egzamin: TAK**

#### **Literatura i oprogramowanie:**

Materiały do zajęć – slajdy, opracowania, podręczniki

Książki:

21. J-P. Aumasson, *Nowoczesna kryptografia*, PWN, Warszawa 2018.
22. C. Bagiński, *Wstęp do teorii grup*, SCRIPT, Warszawa 2002.
23. M. Curtis, *Abstract linear algebra*, Springer-Verlag, New York 1990.
24. W. J. Gilbert, W. K. Nicholson, *Algebra współczesna z zastosowaniami*, WNT, Warszawa 2008.
25. N. Gubareni, *Algebra współczesna i jej zastosowania*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2018.
26. T. Hungerford, *Algebra*, Graduate Texts in Mathematics, Springer, New York 1974.
27. J. Klukowski, I. Nabiałek, *Algebra dla studentów*, WNT, Warszawa 1999.
28. A. Neugebauer, *Algebra i teoria liczb*, volumina.pl Daniel Krzanowski, Szczecin 2017.
29. A. Pilitowska, *Algebraiczne aspekty teorii kodów*, pre-skrypt Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2008.
30. M. Zakrzewski, *Markowe wykłady z matematyki – algebra z geometrią*, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2015.

Inne:

1. Pakiety matematyczne oraz prezentacje internetowe do realizacji zadań zarówno teoretycznych jak i praktycznych w ramach wykładów, ćwiczeń i zajęć projektowych

<b>Wymiar godzinowy zajęć:</b>	W	C	L	P
	15	30	-	15

### **Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu**

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład prowadzony w wymiarze 1 godz. tygodniowo,
- ćwiczenia prowadzone w wymiarze 2 godz. tygodniowo,
- zajęcia projektowe.

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności rozwiązywania zadań na ćwiczeniach – ocenę aktywności na zajęciach i 1 kolokwium;
- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań projektowych – ocena prezentacji i raportu z przeglądu literatury;
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym o charakterze problemowym oraz – w przypadkach wątpliwości co do oceny – na egzaminie ustnym

**Wymiar w jednostkach ECTS:** 5 pkt.

### **Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się/kształcenia (opis):**

11. liczba godzin kontaktowych – **69 godz.**, w tym

- obecność na wykładach: 15 godz.,
- obecność na ćwiczeniach: 30 godz.,
- obecność na zajęciach projektowych: 15 godz.,
- udział w konsultacjach związanych z realizacją przedmiotu: 6 godz.
- obecność na egzaminie: 3 godz. (pomijamy ew. egzamin ustny)

12. praca własna studenta – **75 godz.**, w tym

- analiza literatury i materiałów wykładowych związana z przygotowaniem do kolejnych wykładów i ćwiczeń: 20 godz.
- analiza literatury i materiałów wykładowych związana z przygotowaniem do realizacji projektu: 10 godz.
- realizacja projektu: 30 godz.
- przygotowanie do kolokwium: 5 godz.
- przygotowanie do egzaminu: 10 godz.

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 144 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2.5 pkt. ECTS, co odpowiada 69 godz. kontaktowym.**

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2 pkt. ECTS, co odpowiada 55 godz. przygotowań do realizacji (10 godz.) oraz realizacji (45 godz.) zadań projektowych**

### EFEKTY KSZTAŁCENIA/UCZENIA SIĘ

efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu CB	odniesienie do efektów uczenia się dla programu IIR
student, który zaliczył przedmiot:				
<b>WIEDZA</b>				
w1: Posiada podstawową wiedzę na temat grup i pierścieni.	wykład + ćwiczenia	projekt ćwiczenia egzamin	W01	W01
w2: Zna podstawowe własności ciał i ich rozszerzeń.	wykład + ćwiczenia	projekt ćwiczenia egzamin	W01	W01
w3: Ma wiedzę o związkach pierścieni i ciał z teorią liczb.	wykład + ćwiczenia	projekt ćwiczenia	W01 W03	W01 W03 W04
w4: Ma podstawową znajomość liczb zespolonych.	wykład + ćwiczenia	projekt ćwiczenia	W01	W01
w5: Ma wiedzę dotyczącą macierzy, wyznaczników, metod rozwiązywania układów równań liniowych.	wykład + ćwiczenia	projekt ćwiczenia egzamin	W01	W01
w6: Zna pojęcia i podstawowe własności przestrzeni wektorowych i odwzorowań liniowych, macierzy przekształcenia, wartości i wektorów własnych.	wykład + ćwiczenia	projekt ćwiczenia egzamin	W01	W01
w7: Zna podstawowe własności form dwuliniowych, kwadratowych, hermitowskich, iloczynu skalarnego.	wykład + ćwiczenia	projekt ćwiczenia egzamin	W01	W01
w8: Zna pojęcia i podstawowe własności przestrzeni unitarnych, operatorów hermitowskich wraz z twierdzeniem spektralnym.	wykład + ćwiczenia	projekt ćwiczenia egzamin	W01	W01
<b>UMIĘTNOŚCI</b>				
u1: Potrafi zastosować własności grup i pierścieni do rozwiązywania wybranych problemów z teorii liczb.	ćwiczenia + projekt	projekt	U01 U04	U01 U04
u2: Potrafi wykorzystać znajomość ciał skończonych przy konstrukcji przykładowych kodów korekcyjnych.	ćwiczenia + projekt	projekt	U01 U04 U10	U01 U04 U15
u3 Potrafi znaleźć macierz odwrotną, obliczyć wyznacznik, rozwiązać układ równań liniowych.	ćwiczenia + projekt	ćwiczenia + projekt + egzamin	U01	U01
u4: Potrafi znajdować bazy przestrzeni wektorowych.	ćwiczenia + projekt	ćwiczenia	U01	U01
u5: Potrafi znajdować macierze przekształceń liniowych oraz ich postać kanoniczną.	wykład + ćwiczenia + projekt	ćwiczenia + projekt + egzamin	U01	U01
u6: Potrafi ortogonalizować układy wektorów i znajdować bazy ortogonalne złożone z wektorów własnych operatorów hermitowskich.	wykład + ćwiczenia + projekt	ćwiczenia + projekt + egzamin	U01	U01
u8: potrafi pracować indywidualnie i w zespole	projekt	projekt	U09	U14

<b>efekty kształcenia/uczenia się</b>	<b>forma zajęć/ technika kształcenia</b>	<b>sposób weryfikacji (oceny)*</b>	<b>odniesienie do efektów uczenia się dla programu CB</b>	<b>odniesienie do efektów uczenia się dla programu IIR</b>
student, który zaliczył przedmiot:				
u9: potrafi przygotować materiały dokumentujące realizację zadania projektowego	projekt	projekt	U10	U15
u10: potrafi samodzielnie pozyskiwać wiedzę z literatury	projekt	projekt	U01 U13	U01 U18
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
ks1: rozumie potrzebę wzbogacania wiedzy przez samokształcenie	ćwiczenia + projekt	projekt	KS01	K01

**Zespół Autorski:**

*prof. dr hab. inż. Andrzej Kraśniewski*

*mgr inż. Danuta Ojrzeńska-Wójter*

**Metodyczne aspekty działalności inżyniera**

Kod przedmiotu (USOS)<sup>1</sup>: .....

Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)<sup>2</sup>: .....

<b>Poziom kształcenia:</b>	<i>studia pierwszego stopnia</i>
<b>Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:</b>	<i>studia stacjonarne</i>
<b>Kierunek studiów:</b>	<i>Inżynieria Internetu Rzeczy</i>
<b>Profil studiów:</b>	<i>ogólnoakademicki</i>
<b>Specjalność:</b>	
<b>Jednostka prowadząca:</b>	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
<b>Jednostka realizująca:</b>	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
<b>Koordynator przedmiotu:</b>	<i>prof. dr hab. inż. Andrzej Kraśniewski (?)</i>
<b>Poziom przedmiotu:</b>	<i>podstawowy</i>
<b>Status przedmiotu:</b>	<i>obowiązkowy</i>
<b>Język prowadzenia zajęć:</b>	<i>polski</i>
<b>Semestr nominalny:</b>	<i>1</i>
<b>Minimalny numer semestru:</b>	
<b>Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:</b>	
<b>Dyskonta</b>	
<b>Limit liczby studentów:</b>	<i>30</i>

**Powód zgłoszenia przedmiotu:**

przedmiot dla nowego kierunku studiów Inżynieria Internetu Rzeczy

**Cel przedmiotu:** (*max 256 znaków*)

Głównym celem przedmiotu jest ukształtowanie wśród studentów zrozumienia, jak istotne w działalności zawodowej inżyniera są pozatechniczne aspekty tej działalności.

Ponadto w ramach przedmiotu kształtowane są – istotne z punktu widzenia całego cyklu kształcenia – umiejętności korzystania ze źródeł i prezentowania w różnej formie wyników pracy (indywidualnej i zespołowej).

**Skrócony opis przedmiotu** (*max 1000 znaków*):

<sup>1</sup> Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiTI

<sup>2</sup> W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiTI, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

Od inżynierów wymaga się dzisiaj nie tylko wiedzy technicznej, lecz znajomości różnorodnych pozatechnicznych uwarunkowań występujących w działalności zawodowej. Zajęcia prowadzone w ramach przedmiotu służą zapoznaniu studentów ze społecznymi, ekonomicznymi, prawnymi, etycznymi i innymi pozatechnicznymi aspektami pracy inżyniera istotnymi dla jego działalności zawodowej, związanej przede wszystkim z projektowaniem i realizacją rozmaitych urządzeń i systemów.

Ponadto w ramach przedmiotu kształtowane są umiejętności korzystania ze zróżnicowanych źródeł i prezentowania – w różnej formie – wyników swojej pracy, a także umiejętność pracy w zespole.

**Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):**

Today, engineers' competences are not limited to technical knowledge and skills; understanding of many non-technical aspects essential for their professional activity is also required. The course aims at providing students with knowledge and understanding of social, economic, legal, ethical and other non-technical aspects of engineering, relevant for professional activity, in particular for the development and implementation of technical systems.

The course aims also at the development of student's ability to effectively use various, diversified sources of information, to present – in various forms – outcomes of engineering work, and to work as part of a team.

**Treści kształcenia:**

Ze względu na wieloaspektową tematykę przedmiotu zajęcia będą prowadzone przez różne osoby. Zajęcia będą prowadzone w formie zintegrowanej, obejmującej elementy wykładu, ćwiczeń, seminarium, projektu i warsztatów.

*Wykład:*

*Ćwiczenia:*

*Laboratorium:*

*Projekt:*

*Zajęcia zintegrowane*

Zajęcia obejmują następujące moduły tematyczne:

1. Warsztat studenta (co trzeba wiedzieć i umieć, aby efektywnie studiować). Pozatechniczne aspekty działalności inżynierskiej – wprowadzenie. Społeczna odpowiedzialność inżyniera.
2. Pozyskiwanie, selekcja i ocena wiarygodności informacji.
3. Skuteczne i sprawne komunikowanie się w środowisku zawodowym i w innych środowiskach – teksty o tematyce technicznej.
4. Skuteczne i sprawne komunikowanie się w zespole projektowym, w środowisku zawodowym i w innych środowiskach – komunikacja ustna.
5. Prawne i etyczne aspekty pracy inżyniera.
6. Biznesowe aspekty projektu inżynierskiego; działalność gospodarcza w sektorze IT.
7. Modele kariery zawodowej inżyniera – doświadczenia praktyków

**Egzamin:** nie



### **Literatura i oprogramowanie:**

materiały udostępnione na stronie www przedmiotu, aktualizowane z semestru na semestr

### **Wymiar godzinowy zajęć:**

<b>Formy prowadzonych zajęć</b>	<b>Wymiar godzinowy zajęć</b>
<i>Wykład</i>	
<i>Ćwiczenia audytoryjne</i>	
<i>Zajęcia Projektowe</i>	
<i>Laboratoria</i>	
<i>Zajęcia komputerowe</i>	
<i>Seminaria</i>	
<i>Lektoraty</i>	
<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	30
<i>Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość</i>	

### **Organizacja zajęć:**

Zajęcia tego typu są prowadzone w 7 blokach czterogodzinnych (4 x 45 min.) i jednym bloku dwugodzinnym w formie zintegrowanej, obejmującej elementy wykładu, ćwiczeń, seminarium, projektu i warsztatów. Studenci pracują indywidualnie i w zespołach (projekty, warsztaty). Aktywny udział każdego ze studentów związany jest m.in. z pracą nad konkretnymi przykładami/problemami, analizą studiów przypadku itp.

Zaliczenie zajęć następuje na podstawie oceny aktywności studentów i tego, co wypracują w trakcie zajęć i przedstawią – po uzupełnieniu treściami pozyskanymi z samodzielnie wyszukanych dodatkowych źródeł – w formie różnego typu tekstów i prezentacji. Prezentacje będą podlegały – oprócz oceny przez prowadzących – ocenie studentów, a ich jakość (merytoryczna i techniczna) będzie przedmiotem dyskusji w gronie uczestników zajęć.

### **Wymiar w jednostkach ECTS: 2**

### **Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się (opis)**

13. liczba godzin kontaktowych – 32 godz., w tym  
obecność na zajęciach: 30 godz.,  
konsultacje: 2 godz.

14. praca własna studenta – 22 godz., w tym  
przygotowanie do zajęć (zapoznanie się z materiałami przygotowanymi przez prowadzących): 10 godz.  
prace domowe: 12 godz.

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 54 godz., co odpowiada 2 pkt. ECTS.**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:** 1.18 pkt. ECTS, co odpowiada 32 godz. kontaktowym.

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:** 1 pkt ECTS, co odpowiada 27 godz. pracy studenta podczas zajęć oraz „w domu” (zajęcia zintegrowane prowadzone są w części w formie warsztatowo-projektowej; z czym może być związana praca własna - przygotowanie do zajęć)

**Wymagania wstępne:**

Nie dotyczy

**Efekty uczenia się:**

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
<b>WIEDZA</b>				
w01	ma podstawową wiedzę dotyczącą znaczenia pozatechnicznych aspektów działalności inżyniera w kontekście istotnych problemów współczesnej cywilizacji, w tym realizacji celów zrównoważonego rozwoju	zajęcia zintegrowane	ocena aktywności i efektów pracy na zajęciach	W10 W13
w02	ma podstawową wiedzę dotyczącą sposobów pozyskiwania i oceny wiarygodności informacji	zajęcia zintegrowane	ocena aktywności i efektów pracy na zajęciach, praca domowa	U01
w03	ma podstawową wiedzę dotyczącą skutecznego i sprawnego komunikowania się w środowisku zawodowym i w innych środowiskach	zajęcia zintegrowane	ocena aktywności i efektów pracy na zajęciach, praca domowa	U15 U16
w04	ma podstawową wiedzę dotyczącą biznesowych aspektów projektu inżynierskiego i działalności gospodarczej w sektorze IT	zajęcia zintegrowane	ocena aktywności i efektów pracy na zajęciach, praca domowa	W10 W12
w05	ma podstawową wiedzę dotyczącą odpowiedzialności społecznej oraz prawnych i etycznych aspektów pracy inżyniera	zajęcia zintegrowane	ocena aktywności i efektów pracy na zajęciach	W10
<b>UMIĘTNOŚCI</b>				
u01	potrafi – przy planowaniu projektu inżynierskiego - uwzględnić zróżnicowane aspekty pozatechniczne: społeczne, ekonomiczne, prawne, etyczne i inne	zajęcia zintegrowane	ocena aktywności i efektów pracy na zajęciach	U05
u02	potrafi wyszukiwać i selekcjonować informacje oraz oceniać ich wiarygodność	zajęcia zintegrowane, w tym warsztaty	ocena aktywności i efektów pracy na zajęciach, praca domowa	U01 U08
u03	potrafi pracować indywidualnie i w zespole	warsztaty	ocena aktywności i efektów pracy na zajęciach	U14
u04	potrafi – wykorzystując wiedzę uzyskaną na zajęciach – przygotować tekst oraz i przeprowadzić prezentację dotyczącą pozatechnicznych aspektów działalności inżyniera i uczestniczyć w dyskusji na ten temat	warsztaty	ocena aktywności i efektów pracy na zajęciach, praca domowa	U15 U16
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
ks01	ks1: rozumie potrzebę wzbogacania wiedzy przez samokształcenie	zajęcia zintegrowane	obserwacja zachowania, ocena aktywności na zajęciach	K01

Załącznik nr 4 do załącznika do uchwały nr 469/XLIX/ 2020 Senatu PW  
z dnia 26 lutego 2020 r.

ks02	ks2: ma świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem w sposób zrozumiały dla odbiorcy	zajęcia zintegrowane	obserwacja zachowania, ocena aktywności na zajęciach	K05
ks03	ks3: ma świadomość ważności i zrozumienie ekonomicznych, społecznych, prawnych, etycznych i innych pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżyniera oraz związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje i realizowane zadania	zajęcia zintegrowane	obserwacja zachowania, ocena aktywności na zajęciach	K02
ks04	ks4: ma świadomość ważności przestrzegania i propagowania zasad etyki zawodowej	zajęcia zintegrowane	obserwacja zachowania, ocena aktywności na zajęciach	K03

**Zespół Autorski:**

*dr inż. Daniel Paczesny*  
*dr inż. Krystian Ignasiak*  
*dr inż. Łukasz Dąbala*

**PODSTAWY PROGRAMOWANIA (jęz. polski)**  
**Basics of Programming (jęz. angielski)**

Kod przedmiotu (USOS)<sup>3</sup>: .....

Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)<sup>4</sup>: .....

<b>Poziom kształcenia:</b>	<i>studia pierwszego stopnia</i>
<b>Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:</b>	<i>studia stacjonarne</i>
<b>Kierunek studiów:</b>	<i>Inżynieria Internetu Rzeczy</i>
<b>Profil studiów:</b>	<i>ogólnoakademicki</i>
<b>Specjalność:</b>	
<b>Jednostka prowadząca:</b>	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
<b>Jednostka realizująca:</b>	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
<b>Koordynator przedmiotu:</b>	<i>dr inż. Daniel Paczesny</i>
<b>Poziom przedmiotu:</b>	<i>podstawowy</i>
<b>Status przedmiotu:</b>	<i>obowiązkowy</i>
<b>Język prowadzenia zajęć:</b>	<i>polski</i>
<b>Semestr nominalny:</b>	<i>1</i>
<b>Minimalny numer semestru:</b>	<i>-</i>
<b>Wymagania wstępne/zalecane</b>	<i>-</i>
<b>przedmioty poprzedzające:</b>	
<b>Dyskonta</b>	<i>-</i>
<b>Limit liczby studentów:</b>	<i>30</i>

**Powód zgłoszenia przedmiotu:** *przedmiot dla nowego kierunku Inżynieria Internetu Rzeczy*

**Cel przedmiotu:**

*Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z paradygmatem programowania strukturalnego. Na wykładzie zostaną omówione podstawowe elementy języka C i struktury danych. Studenci zapoznają się z podstawowymi zadaniami algorytmicznymi.*

**Skrócony opis przedmiotu (max 1000 znaków):**

*Przedmiot Podstawy Programowania ma na celu nauczenie studentów podstaw programowania strukturalnego z użyciem języka C. W ramach podstaw nauki języka C, zostaną*

---

<sup>3</sup> Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiTI

<sup>4</sup> W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiTI, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

*przedstawione struktury danych oraz wybrane algorytmy. Student po zakończeniu przedmiotu będzie mógł się wykazać wiedzą z zakresu zrozumienia złożoności obliczeniowej, zastosowania języka strukturalnego do konstruowania struktur danych oraz konstruowania prostych algorytmów obliczeniowych. Student zdobędzie umiejętnościami w zakresie implementacji prostych struktur danych w postaci kodu programu, zastosowania odpowiedniego algorytmu do rozwiązania postawionego zadania i zaimplementowania go w postaci kodu programu, posługiwania się zintegrowanym środowiskiem programistycznym w tym aplikacją do wersjonowania kodu programu oraz sprawnego posługiwania się strukturalnym językiem programowania. Student zapozna się również z podstawami konstruowania programu komputerowego w zakresie zastosowania zmiennych, wyrażeń, funkcji, konstrukcji programistycznych oraz użycia biblioteki standardowej.*

**Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):**

*This module aims to introduce students to the principles of programming using a structured programming approach, and to provides them with the programming skills necessary to continue the study of Engineering of Internet of Things. C language is used as the introductory language. Additionally, module teaches the basic data structures and algorithms which underpins modern software engineering. Having successfully completed this module, student will be able to demonstrate knowledge and understanding of: simple structures programming approach; basic programming constructs including sequence, selection and iteration, the use of identifiers, variables and expressions, and a range of data types; good programming style; knowledge of common data structures and algorithms; understanding of time complexity and understanding of how to code data structures using structured oriented methods.*

**Treści kształcenia:**

*Wykład:*

- W1. Sprawy organizacyjne, regulamin przedmiotu, podstawowe pojęcia, biblioteka standardowa. – 2h*
- W2. Pierwszy program, błędy, zintegrowane środowisko uruchomieniowe, system wersjonowania kodu Git, debugger. – 2h*
- W3. Podstawowe typy języka C, podstawowe operatory, stałe, zmienne, komentarze, łańcuch znakowe i formatowane wejście/wyjście - wstęp. – 2h*
- W4. Operatory logiczne: relacji, inkrementacji, dekrementacji. Tablice. Instrukcja if. Pętle for i while. Sterowanie przebiegiem pętli. -2h*
- W5. Instrukcja switch. Menu w trybie tekstowym. Funkcja jako nazwany blok kodu. Przekazywanie argumentów przez wartość. Wskaźniki, tablice - wstęp. Przekazywanie argumentów przez wskazanie. Pojęcie zmiennej lokalnej i globalnej. Programowanie strukturalne na przykładzie zadania sortowania - sortowanie bąbelkowe. – 2h*
- W6. Tablice wielowymiarowe. Struktury, typedef. – 2h*
- W7. Dynamiczna alokacja pamięci. Lista jednokierunkowa. Enum. Powtórzenie przed kolokwium I. – 2h*
- W8. Sprawdzenie efektów uczenia się - kolokwium nr I. – 2h*

- W9. Obsługa plików tekstowych. Łańcuchy znakowe i funkcje łańcuchowe. Arytmetyka na wskaźnikach. – 2h
- W10. Odczytywanie sformatowanego pliku tekstowego. Pliki binarne. Manipulowanie bitami. Priorytety operatorów w C. – 2h
- W11. Klasy pamięci. Podział kodu na moduły. Styl kodowania. Narzędzie make. – 2h
- W12. Lista jednokierunkowa z sortowaniem. Kolejka FIFO. – 2h
- W13. Rekurencja, przykłady zadań rekurencyjnych. Drzewo BST. Wskaźniki do funkcji. Sortowanie szybkie. Przeszukiwanie binarne. – 2h
- W14. Oprogramowanie urządzeń IoT. Powtórzenie przed kolokwium II. – 2h
- W15. Sprawdzenie efektów uczenia się - kolokwium nr II, – 2h

#### Laboratorium:

- L1. Konta. Konsola. Zintegrowane środowisko uruchomieniowe. Pierwszy program, standardowe wyjście i wejście. Podstawowe komendy systemu Linuks.
- L2. Wersjonowanie oprogramowania, umieszczanie kodów programów w repozytorium, praca grupowa. Zapoznanie się z wybranymi bibliotekami. Dokumentacja i sprawozdania.
- L3. Typy proste, "typ" łańcuchowy. Stałe i zmienne. Podstawowe operacje arytmetyczne.
- L4. Pętle for, while, do-while. Instrukcje sterujące if-else, switch, break, continue.
- L5. Funkcje, zmienne globalne i lokalne. Wskaźniki, przekazywanie argumentów do funkcji przez wartość i wskazanie.
- L 6. Wskaźniki, tablice, "typ" łańcuchowy.
- L7. Proste algorytmy sortowania (sortowanie bąbelkowe, sortowanie przez wstawianie).
- L8. Struktury, typ wyliczeniowy, dynamiczna alokacja pamięci
- L9. Złożone struktury danych - lista jednokierunkowa
- L10. Obsługa plików (zapis/odczyt, binarnie/tekstowo). Złożone projekty, pliki nagłówkowe, pliki makefile. Projekt - rozdanie tematów
- L11. Zadanie projektowe – prezentacja koncepcji rozwiązania zadania.
- L12. Zadanie projektowe – praca nad zadaniem, ocena aktualnego stanu zadania.
- L13. Zadanie projektowe – praca nad zadaniem, ocena aktualnego stanu zadania.
- L14. Zadanie projektowe – prezentacja rozwiązania zadania projektowego.

**Egzamin:** nie

#### Literatura i oprogramowanie:

- Robert Sedgewick, Kevin Wayne (2012) - Algorithms
- K. N. King: Język C. Nowoczesne programowanie.
- Stephen Prata: Język C. Szkoła programowania. Wydanie VI
- N. Wirth: Algorytmy + struktury danych = programy

**Wymiar godzinowy zajęć:** (Należy podać liczbę godzin w semestrze)

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar zajęć	godzinowy
Wykład	- 30	

<i>Ćwiczenia audytoryjne</i>	-
<i>Zajęcia Projektowe</i>	-
<i>Laboratoria</i>	- 30
<i>Zajęcia komputerowe</i>	-
<i>Seminaria</i>	-
<i>Lektoraty</i>	-
<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	-
<i>Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość</i>	-

### **Organizacja zajęć:**

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo; w wybranych zagadnieniach przewidziana jest aktywizacja studentów na wykładzie,
- zajęcia laboratoryjne w wymiarze 2 godz. tygodniowo; w ramach tych zajęć student, korzystając z oprogramowania i sprzętu komputerowego, będąc pod opieką prowadzącego zajęcia, będzie realizował wskazane ćwiczenia dotyczące podstaw języka C oraz podstaw implementacji algorytmów; studenci podzieleni na grupy zadaniowe będą zobowiązani do wspólnego rozwiązywania wybranego zadania.

Sprawdzanie założonych efektów uczenia się realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań laboratoryjnych – ocena z wybranych ćwiczeń laboratoryjnych oraz zadania projektowego;
- ocenę wiedzy wykazanej na dwóch kolokwiach pisemnych.

**Wymiar w jednostkach ECTS:** 4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): np.:**

15. liczba godzin kontaktowych – **62 godz.** w tym

- obecność na wykładach: **30 godz.**
- obecność na zajęciach laboratoryjnych: **28 godz.**
- udział w konsultacjach związanych z realizacją przedmiotu: **4 godz.**

16. praca własna studenta – **56 godz.** w tym

- analiza literatury i materiałów wykładowych związana z przygotowaniem do kolejnych wykładów, rozwiązanie wskazanych przykładów: **15 godz.**
- przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych: **15 godz.**
- wykonanie zadania projektowego: **16 godz.**
- przygotowanie do kolokwiów: **10 godz.**

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 118 godz., co odpowiada 4pkt. ECTS.**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2.1 pkt. ECTS, co odpowiada 62 godz. kontaktowym.**

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:** 2 pkt. ECTS, co odpowiada  $28 + 15 + 16 = 59$  godz. realizacji ćwiczeń

**Wymagania wstępne:**

*Nie określono wymagań wstępnych*



**Efekty uczenia się:**

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) <sup>5</sup>	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	ma wiedzę dotyczącą fundamentalnych pojęć z zakresu programowania strukturalnego	wykład	kolokwium pisemne	W06
w02	ma podstawową z zakresu wybranych konstrukcji programistycznych, kolejności wykonywania kodu programu, stosowania instrukcji sterujących, operatorów i zmiennych.	wykład	kolokwium pisemne	W06
w03	ma podstawową wiedzę z zakresu stosowania dobrych praktyk programistycznych	wykład	kolokwium pisemne	W06
w04	ma podstawową wiedzę z zakresu fundamentalnych pojęć dotyczących algorytmów komputerowych	wykład	kolokwium pisemne	W06
w05	ma podstawową wiedzę dotyczącą konstruowania algorytmów, zna zagadnienia dotyczące złożoności i sprawności algorytmu	wykład	kolokwium pisemne	W06
w06	ma podstawową wiedzę dotyczącą konstrukcji podstawowych struktur danych i ich zastosowania	wykład	kolokwium pisemne	W06
w07	ma podstawową wiedzę z zakresu wykorzystania systemów komputerowych do archiwizowania wytworzonego oprogramowania, pracy wspólnej w zespole.	wykład	kolokwium pisemne	W06
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	potrafi przygotować środowisko pracy w tym zintegrowane środowisko programistyczne niezbędne do uruchamiania programów napisanych w języku C	laboratorium	ocena aktywności podczas zajęć, projekt	U04, U14
u02	potrafi wykorzystać podstawowe konstrukcje języka	laboratorium	ocena aktywności podczas zajęć, projekt	U09, U14
u03	potrafi napisać prosty program, użyć debuggera, uruchomić i przetestować zbudowany program	laboratorium	ocena aktywności podczas zajęć, projekt	U09, U14
u04	potrafi napisać kod programu wykorzystujący proste struktury danych	laboratorium	ocena aktywności podczas zajęć, projekt	U09, U11, U14
u05	potrafi samodzielnie rozwiązać proste zagadnienia programistyczne implementując proste algorytmy obliczeniowe	laboratorium	ocena aktywności podczas zajęć, projekt	U03, U14

<sup>5</sup> Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

u06	<i>potrafi przygotować prostą dokumentację przedstawiającą rozwiązanie zadanego problemu</i>	<i>laboratorium</i>	<i>ocena aktywności podczas zajęć, projekt</i>	<i>U15</i>
u07	<i>potrafi wyszukać niezbędne informacje w zasobach literaturowych</i>	<i>laboratorium</i>	<i>ocena aktywności podczas zajęć, projekt</i>	<i>U18</i>
u08	<i>potrafi pracować indywidualnie i w zespole</i>	<i>laboratorium</i>	<i>ocena aktywności podczas zajęć, projekt</i>	<i>U14</i>
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
k01	<i>rozumie potrzebę stałego aktualizowania i wzbogacania posiadanej wiedzy.</i>	<i>wykład + laboratorium</i>	<i>ocena aktywności podczas zajęć, projekt</i>	<i>K01</i>
k02	<i>ma świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem, także pozazawodowym, w sposób zrozumiały dla odbiorcy</i>	<i>wykład + laboratorium</i>	<i>ocena aktywności podczas zajęć, projekt</i>	<i>K05</i>

**Zespół Autorski:**

## **Mikrokontrolery i układy programowalne** **Microcontrollers and programmable circuits**

Kod przedmiotu (USOS)<sup>6</sup>: .....

Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)<sup>7</sup>: .....

<b>Poziom kształcenia:</b>	<i>studia pierwszego/drugiego stopnia</i>
<b>Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:</b>	<i>studia            stacjonarne/studia            niestacjonarne/studia niestacjonarne – z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość</i>
<b>Kierunek studiów:</b>	<i>Inżynieria Internetu Rzeczy</i>
<b>Profil studiów:</b>	<i>ogólnoakademicki/praktyczny</i>
<b>Specjalność:</b>	
<b>Jednostka prowadząca:</b>	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
<b>Jednostka realizująca:</b>	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych</i>
<b>Koordynator przedmiotu:</b>	<i>Piotr Bilski</i>
<b>Poziom przedmiotu:</b>	<i>podstawowy/średnio zaawansowany/zaawansowany</i>
<b>Status przedmiotu:</b>	<i>obowiązkowy/obieralny</i>
<b>Język prowadzenia zajęć:</b>	<i>polski/angielski</i>
<b>Semestr nominalny:</b>	<i>4</i>
<b>Minimalny numer semestru:</b>	
<b>Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:</b>	<i>jeśli występują, wpisać kod USOS przedmiotu/przedmiotów</i>
<b>Dyskonta</b>	<i>jeśli występują, wpisać kod USOS przedmiotu/przedmiotów oraz oszacowanie liczby punktów ECTS</i>
<b>Limit liczby studentów:</b>	<i>...</i>

### **Powód zgłoszenia przedmiotu:**

*Realizacja modułu programowego dla nowego kierunku studiów Inżynieria Internetu Rzeczy.*

### **Cel przedmiotu:** (max 256 znaków)

*Zapoznanie studentów ze zaawansowanymi architekturami systemów komputerowych wykorzystywanych standardowo jako systemy wbudowane. Analiza różnic związanych z obsługą wbudowanych w mikrokontrolery oraz obsługiwanych za pomocą uniwersalnych portów We/Wy układów peryferyjnych. Przedstawienie technik programowania tego typu sprzętu oraz tworzenia projektów inżynierskich, których centralnym elementem jest mikrokontroler.*

### **Skrócony opis przedmiotu** (max 1000 znaków):

<sup>6</sup> Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiTI

<sup>7</sup> W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiTI, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

*Przedmiot wprowadza w zagadnienie zaawansowanych aspektów programowania mikrokontrolerów oraz układów typu FPGA na potrzeby zarządzania modułami wejścia-wyjścia w ramach Internetu Rzeczy. Omówione są tu zaawansowane zagadnienia organizacji i architektury systemów cyfrowych w systemach wykorzystujących rdzenie ARM Cortex oraz układy typu Altera. Wykład poświęcony będzie strukturze sprzętu, klasyfikacji poszczególnych układów oraz ich funkcjonalności (specjalizowane zestawy instrukcji maszynowych). Przedstawione zostaną również układy i moduły wejścia-wyjścia stosowane w zaawansowanych systemach cyfrowych. W przypadku układów FPGA omówione zostaną podstawowe parametry systemów oraz metody tworzenia rdzeni obliczeniowych na matrycach bramek logicznych. Przedstawione zostaną cechy charakterystyczne systemów operacyjnych czasu rzeczywistego. Część laboratoryjna poświęcona będzie tworzeniu projektów dla Internetu Rzeczy z wykorzystaniem zaawansowanych (wbudowanych) modułów wejścia-wyjścia.*

**Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):**

*The course is the introduction to the wide area of the advanced microcontroller programming and FPGA circuits design for the input-output functionality in the Internet of Things domain. The advanced concepts of the organization and architecture of the digital systems of the type of ARM Cortex and Altera are presented. The lecture discusses the hardware structure, classification of subsequent systems and circuits with their functionalities (like specialized machine instructions). The input-output modules used in such advanced systems are also presented. In the case of the FPGA circuits their parameters and methods of implementing the computational cores in the programmable arrays are presented. Also, the characteristic features of the Real-Time operating systems are considered. The laboratory part covers various design aspects for the Internet of Things using the embedded input-output modules.*

**Treści kształcenia:**

*Wykład:*

- 1. Wprowadzenie (4h) – klasyfikacja systemów cyfrowych wykorzystywanych jako platforma dla Internetu Rzeczy (mikrokontrolery, procesory wbudowane, układy System on a Chip, macierze CPLD i FPGA, układy ASIC). Cechy charakterystyczne zaawansowanych systemów wbudowanych. Pobór mocy przez mikrokontroler oraz jego optymalizacja. Tryby pracy systemu cyfrowego i metody zasilania. Zastosowania energooszczędne oraz o wysokiej wydajności obliczeniowej.*
- 2. Zaawansowane aspekty sprzętu komputerowego (4h) – organizacje i architektury typu RISC, superskalarne, potokowe i równoległe. Przykłady rozwiązań sprzętowych (8-bitowe typu AVR ATTiny vs 32-bitowe - STM32 Cortex z rdzeniami M0+ oraz M3).*
- 3. Charakterystyka rdzeni Cortex (2h) – rejestry, przestrzeń adresowa, sterownik przerw, lista rozkazów. Różnice pomiędzy poszczególnymi wersjami. Specjalizowane jednostki wykonawcze (Floating Point Unit).*
- 4. Macierze bramek logicznych (4h) – cechy charakterystyczne układów, parametry istotne z punktu widzenia projektowania. Specjalizowane bloki funkcjonalne na przykładzie układów Spartan. Układy CPLD. Typowe zastosowania układów FPGA (prototypowanie, implementacja rdzenia logicznego, projektowanie modułów wejścia-wyjścia). Narzędzia i metody projektowania.*

5. *Systemy operacyjne czasu rzeczywistego (4h) – zarządzanie mikrokontrolerem z punktu widzenia RTOS. Cechy charakterystyczne RTOS i wymagania niezbędne do zapewnienia pracy w trybie czasu rzeczywistego na przykładzie systemu operacyjnego ISIXRTOSA dla mikrokontrolerów rodziny Cortex M0/M3/M4/M7.*
6. *Techniki programowania mikrokontrolerów (2h) – nisko- i wysokopoziomowe języki programowania (assembler, C, microPython), środowiska programistyczne (MPLAB, Keil, CubeMX itp.). Metody debugowania oraz śledzenia wykonywania kodu. Biblioteki programistyczne oraz zestawy ewaluacyjne.*
7. *Zasady projektowania wydajnych programów dla systemów Internetu Rzeczy (2h). Związek pomiędzy kodem maszynowym oraz assemblerem i językami wyższego poziomu (C). Czynniki wpływające na wydajność (rozmiar wynikowego kodu maszynowego, czas wykonania).*
8. *Moduły sterujące (4h) – liczniki, układy zegarowe, kontrolery przerwań i DMA, układy nadzorujące (Watchdog), interfejsy do debugowania: magistrale UPDI oraz JTAG/SWD. Zdarzenia i ich obsługa (przerwania, wektory przerwań, priorytety). Konfiguracja układów peryferyjnych (bezpośrednio, przez bibliotekę oraz za pomocą Hardware Abstraction Layer).*
9. *Wewnętrzne układy analogowe (2h) - komparatory, przetworniki ADC (z poszczególnymi trybami pracy), źródła napięcia referencyjnego. Zaawansowane tryby pracy oraz zastosowania.*
10. *Współpraca mikrokontrolera z układami zewnętrznymi (2h) – m.in. moduły bezprzewodowe, typu WiFi, Bluetooth, NFC, ZigBee, sieci komórkowe.*

#### **Laboratorium:**

*Moduł laboratoryjny podzielony będzie na dwie części. Pierwsza obejmować będzie naukę konkretnych zastosowań języka C (z uwzględnieniem assemblera) do programowania mikrokontrolera w jednym z wybranych środowisk programistycznych. Poszczególne ćwiczenia dotyczyć będą wykorzystania konkretnych elementów mikrokontrolerów w Internecie Rzeczy z uwzględnieniem oszczędności energii oraz pracy w czasie rzeczywistym. W szczególności omówione zostaną przetworniki A/C i C/A, czujniki itp. Implementacja odbywać się będzie za pomocą płytki do prototypowania i odpowiednich układów zewnętrznych. Tematyka ćwiczeń dotyczyć będzie w szczególności: zapoznania się z listą rozkazów mikrokontrolera oraz funkcjonalności podstawowej biblioteki C, organizacji pamięci, operacji arytmetyczno-logicznych, przerwań, liczników itp. Druga część obejmować będzie projektowanie elementów systemu wbudowanego na matrycy FPGA w języku VHDL. W szczególności pokazane zostaną etapy projektowania rdzenia obliczeniowego na przykładzie ARM Cortex.*

#### **Egzamin: ~~tak~~nie**

#### **Literatura i oprogramowanie:**

- R. Pełka, „Mikrokontrolery. Architektura, programowanie, zastosowania,” WKŁ, Warszawa, 1999.
- T. Francuz, „Język C dla mikrokontrolerów AVR. Od podstaw do zaawansowanych aplikacji,” helion, Gliwice, 2011.
- P. Borkowski, „Mikrokontrolery PIC w praktycznych zastosowaniach,” Helion, Gliwice, 2012.
- M. Tahir, K. Javed, ARM Microprocessor Systems – Cortex-M Architecture, Programming and Interfacing, CRC Press, Taylor&Francis Group, 2017

*M. Fisher, ARM Cortex M4 Cookbook, PACKT Publishing, 2016*  
*Paprocki K., Mikrokontrolery STM32 w praktyce, Wydawnictwo BTC, 2009*

*Oprogramowanie:*  
*Kompilator C KEIL*

**Wymiar godzinowy zajęć:** *(Należy podać liczbę godzin w semestrze)*

<b>Formy prowadzonych zajęć</b>	<b>Wymiar godzinowy zajęć</b>
<i>Wykład</i>	- 30
<i>Ćwiczenia audytoryjne</i>	-
<i>Zajęcia Projektowe</i>	-
<i>Laboratoria</i>	- 30
<i>Zajęcia komputerowe</i>	-
<i>Seminaria</i>	-
<i>Lektoraty</i>	-
<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	-
<i>Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość</i>	-

**Organizacja zajęć:**

*Zajęcia odbywać się będą co tydzień w formie 2-godzinnych wykładów oraz 2-godzinnych laboratoriów (co oznacza 15 wykładów i 15 laboratoriów w semestrze). Przewiduje się 12-osobowe zespoły na zajęciach laboratoryjnych.*

**Wymiar w jednostkach ECTS:** 4

*UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada min. 25 i max. 30 godzinom pracy studenta w semestrze, czyli dla ECTS=5 student musi przepracować od 125 do 150 godzin – należy to uwzględnić w dalszych obliczeniach!*

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): np.:**

- 1. liczba godzin kontaktowych – 63 godz., w tym  
obecność na wykładach 30 godz.,  
obecność na laboratorium 30 godz.,  
obecność na egzaminie 3 godz.*
- 2. praca własna studenta – 40 godz., w tym  
przygotowanie do laboratorium 30 godz.,  
przygotowanie do zaliczenia wykładowego 10 godz.*

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 103 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.**

*UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada w tym przypadku 25,75 godz. pracy studenta, a więc mieści się w dozwolonym przedziale.*

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:** 2,44 pkt. ECTS, co odpowiada 63 godz. kontaktowym.

*UWAGA: można to obliczyć na dwa oczywiście równoważne sposoby – albo 64:26,8 - albo (64:134)x5.*

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:** 2,33 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 30 godz. przygotowań do laboratorium.

*UWAGA: sposób obliczenia jak wyżej – 45:26,8 lub (45:134)x5.*

**Wymagania wstępne:**

*Znajomość podstaw architektury systemów komputerowych  
Znajomość podstaw elektroniki analogowej i cyfrowej*

**Efekty uczenia się:**

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) <sup>8</sup>	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
<b>WIEDZA</b>				
	student, który zaliczył przedmiot:			
W01	<i>zna strukturę sprzętową mikrokontrolera wraz z jego blokami funkcjonalnymi, w szczególności dotyczy to modułów wejścia-wyjścia oraz zaawansowanych elementów takich jak jednostka zmiennoprzecinkowa</i>	<i>wykład</i>	<i>egzamin pisemny</i>	W01, W04
W02	<i>zna taksonomię oraz trendy rozwojowe współczesnych mikrokontrolerów</i>	<i>wykład</i>	<i>egzamin pisemny</i>	W05, W06
W03	<i>rozumie specyfikę i zasadę działania układów programowalnych bramek logicznych</i>	<i>wykład</i>	<i>egzamin pisemny</i>	W05
W04	<i>zna wymagania dla układów cyfrowych pod kątem wykorzystania w systemach Internetu Rzeczy z uwzględnieniem warunków czasu rzeczywistego oraz ograniczeń na zużycie energii</i>	<i>wykład</i>	<i>egzamin pisemny</i>	W09
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
U01	<i>potrafi zrealizować projekt programistyczny z wykorzystaniem typowych narzędzi dla mikrokontrolerów</i>	<i>zajęcia laboratoryjne</i>	<i>Sprawozdanie laboratoryjne</i>	U01
U02	<i>potrafi wykorzystać poszczególne bloki funkcjonalne mikrokontrolera do realizacji wybranych zadań</i>	<i>zajęcia laboratoryjne</i>	<i>Sprawozdanie laboratoryjne</i>	U10, U12
U03	<i>Potrafi optymalizować kod maszynowy mikrokontrolera na potrzeby systemów czasu rzeczywistego lub trybów oszczędzania energii</i>	<i>zajęcia laboratoryjne</i>	<i>Sprawozdanie laboratoryjne</i>	U04
U04	<i>Potrafi zaprojektować system cyfrowy o wymaganej funkcjonalności na bazie wybranego układu FPGA</i>	<i>zajęcia laboratoryjne</i>	<i>Sprawozdanie laboratoryjne</i>	U07, U10
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
K01	<i>jest gotów do poszerzania wiedzy na tematy związane z wykorzystaniem mikrokontrolerów i układów programowalnych</i>	<i>Zajęcia laboratoryjne</i>	<i>obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć</i>	K01

<sup>8</sup> Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.



**Zespół Autorski:**

*dr inż. Jerzy Kolakowski*

*doc. dr inż. Jacek Cichocki*

**PODSTAWY TRANSMISJI BEZPRZEWODOWEJ**  
**Fundamentals of Wireless Communication**

Kod przedmiotu (USOS)<sup>9</sup>: .....

Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)<sup>10</sup>: .....

<b>Poziom kształcenia:</b>	<i>studia pierwszego stopnia</i>
<b>Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:</b>	<i>studia stacjonarne</i>
<b>Kierunek studiów:</b>	<i>Inżynieria Internetu Rzeczy</i>
<b>Profil studiów:</b>	<i>ogólnoakademicki</i>
<b>Specjalność:</b>	
<b>Jednostka prowadząca:</b>	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
<b>Jednostka realizująca:</b>	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych (1034)</i>
<b>Koordinator przedmiotu:</b>	<i>dr inż. Jerzy Kolakowski</i>
<b>Poziom przedmiotu:</b>	<i>podstawowy</i>
<b>Status przedmiotu:</b>	<i>obowiązkowy</i>
<b>Język prowadzenia zajęć:</b>	<i>polski</i>
<b>Semestr nominalny:</b>	<i>3</i>
<b>Minimalny numer semestru:</b>	
<b>Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:</b>	
<b>Dyskonta</b>	
<b>Limit liczby studentów:</b>	<i>30</i>

**Powód zgłoszenia przedmiotu:** *przedmiot dla nowego kierunku Inżynieria Internetu Rzeczy*

**Cel przedmiotu:** *(max 256 znaków)*

Przedmiot ma na celu zapoznanie studentów z podstawami teoretycznymi transmisji bezprzewodowej, charakterystyką kanału propagacyjnego, technikami modulacji i wielodostępu, elementami toru radiowego oraz klasyfikacją i właściwościami (możliwościami i ograniczeniami) sieci bezprzewodowych.

**Skrócony opis przedmiotu** *(max 1000 znaków):*

Treść przedmiotu zawiera podstawowe informacje niezbędne do efektywnego wykorzystania urządzeń transmisji radiowej w systemach internetu rzeczy. Po krótkim wprowadzeniu do łączności bezprzewodowej zostaną omówione zjawiska w kanale propagacyjnym oraz podstawowe modele kanału. Kolejną część wykładu dotyczy modulacji wykorzystywanych podczas transmisji oraz technik redukcji wpływu kanału na jakość transmisji. Następnie zostanie

<sup>9</sup> Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiT

<sup>10</sup> W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiT, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordinator przedmiotu

omówione przetwarzanie sygnałów radiowych, budowa urządzeń nadawczych i odbiorczych. Istotną część wykładu zajmują zagadnienia dotyczące technik rozpraszania widma, modulacji OFDM i technik MIMO. Zostaną omówione podstawy realizacji transmisji z użyciem tych technik, zalety i ograniczenia tych rozwiązań. Ostatnia część wykładu jest poświęcona sieciom bezprzewodowym. Po przedstawieniu technik wielodostępu i metod zarządzania zasobami radiowymi, zostanie przedstawiona klasyfikacja współczesnych sieci bezprzewodowych i ich podstawowe właściwości. Ćwiczenia laboratoryjne umożliwiają zapoznanie się z właściwościami rzeczywistych sygnałów i urządzeń radiowych oraz technikami ich badań.

**Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):**

The course provides the basics necessary for efficient use of radio devices in IoT systems. It introduces a brief overview of the wireless channel and basic channel models. Digital modulation techniques and their performance under wireless channel impairments and techniques to improve the wireless link quality are presented. The course provides also an overview of a wireless link architecture, transmitter and receiver components responsible for RF signals processing. Important part of the course is dedicated to modern transmission techniques: spread spectrum, OFDM and MIMO. Basics of their implementation, advantages and limitations are presented and discussed. The final part of the course deals with wireless networking topics. It starts with description of multiple access schemes followed by radio resource management. Finally, main wireless standards, their features and applications are briefly presented. Laboratory exercises cover experimental investigation of digital modulations and CDMA and OFDM techniques, propagation channel investigation, identification of channel models, examination of antennas and transmitters and receivers measurements.

**Treści kształcenia:**

*Wykład:*

***Wprowadzenie***

Geneza transmisji radiowej. Wymagania stawiane systemom łączności bezprzewodowej. Sieci łączności bezprzewodowej. Zasoby widmowe. Opis sygnałów w dziedzinach czasu i częstotliwości.

***Kanał propagacyjny***

Fizyczne podstawy propagacji fali elektromagnetycznej. Zjawiska w kanale propagacyjnym (tłumienie, dyfrakcja, odbicia, rozproszenie, efekt Dopplera). Praktyczne skutki propagacji wielodrogowej. Modelowanie kanału propagacyjnego w różnych środowiskach (modelowanie tłumienia, modelowanie propagacji wielodrogowej, odpowiedź impulsowa kanału).

***Transmisja informacji w łączu radiowym***

Transmisja dwukierunkowa (dupleks). Modulacje amplitudy, częstotliwości i fazy. Modulacje cyfrowe (rodzaje modulacji, właściwości, charakterystyki szumowe, wpływ filtracji na widmo i zakłócenia międzysymbolowe). Detekcja sygnałów z modulacjami cyfrowymi. Jakość transmisji. Techniki redukcji wpływu kanału propagacyjnego na jakość transmisji (kodowanie, przepłot, korekcja kanału, synchronizacja, nadawanie i odbiór zbiorczy). Przepustowość kanału radiowego.

***Realizacja transmisji w łączu radiowym***

Przetwarzanie sygnałów w torze transmisji radiowej (filtracja, przemiana częstotliwości). Układy nadawcze (budowa, podstawowe parametry). Układy odbiorcze (architektura, podstawowe

parametry - m.in. czułość, selektywność). Anteny (charakterystyka promieniowania, podstawowe parametry, szyki antenowe). Wpływ parametrów transmisji (m.in. pasma, przepływności, zakładanej stopy błędów) na zasięg i jakość łączności. Bilans łącza.

### ***Transmisja z rozproszonym widmem***

Idea rozpraszania widma. Techniki FH-SS, TH-SS i DS-SS. Realizacja technik rozpraszania. Ciągi rozpraszające. Właściwości sygnałów z rozproszonym widmem. Wpływ rozproszenia na jakość transmisji.

### ***Modulacja OFDM***

Idea modulacji. Wykorzystanie dyskretnego odwrotnego przekształcenia Fouriera do generacji sygnałów. Właściwości sygnałów OFDM. Odbiór sygnałów OFDM. Wymagania stawiane urządzeniom realizującym transmisję. Wpływ kanału propagacyjnego na jakość transmisji.

### ***Transmisja MIMO***

Idea transmisji. Kanał radiowy w systemach MIMO (pojemność, model). Rodzaje transmisji MIMO (multipleksacja przestrzenna, odbiór i nadawanie zbiorcze, beamforming). Realizacja transmisji (modulacja, prekodowanie, wymiana informacji pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem). Transmisja MU-MIMO.

### ***Sieci bezprzewodowe***

Techniki wielodostępu (m.in. TDMA, CDMA, OFDMA). Zarządzanie zasobami radiowymi. Warstwy protokołów, Rodzaje sieci radiowych (m.in. sieci ad-hoc, sieci komórkowe, sieci kratowe). Pojemność sieci. Wykrywanie i lokalizacja węzłów w sieciach bezprzewodowych. Sieci transmisji bezprzewodowej, ich podstawowe właściwości i zastosowania. Tendencje rozwojowe.

### ***Ćwiczenia audytoryjne:***

W ramach przedmiotu jest przewidywana realizacja ćwiczeń audytoryjnych stanowiących wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych oraz dotyczących projektowania łącza radiowego. Podczas ćwiczeń studenci zapoznają się z obsługą i właściwościami podstawowych przyrządów pomiarowych wykorzystywanych do badania transmisji radiowych: analizatorami widma, analizatorami obwodów, analizatorami sygnałów, generatorami sygnałów. Tematyka jednego spotkania będzie związana z projektowaniem łącza radiowych z użyciem różnych modulacji cyfrowych.

### ***Laboratorium:***

Program laboratorium obejmuje ćwiczenia o następującej tematyce:

#### ***1. Badanie właściwości sygnałów z modulacjami cyfrowymi***

Generacja sygnałów z modulacjami cyfrowymi. Odzworowanie sygnałów w dziedzinach czasu i częstotliwości. Obserwacja konstelacji i zmian Określenie błędów modulacji (EVM).

#### ***2. Badanie sygnałów OFDM***

Generacja i obserwacja sygnałów OFDM w dziedzinach czasu i częstotliwości. Pomiar parametru PAPR. Wpływ przetwarzania sygnału z modulacją OFDM na jakość odbioru. Obserwacja i pomiary sygnałów z modulacją OFDM wykorzystywanych w układach LTE i Wireless-USB.

### **3. Badanie sygnałów CDMA**

Generacja i obserwacja sygnałów CDMA w dziedzinach czasu i częstotliwości. Pomiar właściwości statystycznych sygnałów (CCDF). Obserwacja wpływu sygnałów zakłócających na pracę odbiornika sygnału CDMA. Obserwacja i analiza sygnałów CDMA wykorzystywanych w systemach UMTS/HSPA.

### **4. Badanie kanału propagacyjnego**

Badanie odpowiedzi impulsowej kanału z wykorzystaniem sygnałów ultraszerokopasmowych. Pomiar i parametryzacja modelu kanału wąskopasmowego

### **5. Badanie anten**

Badanie parametrów typowych anten wykorzystywanych w systemach internetu rzeczy (anten monopolowych i miniaturowych anten ceramicznych) Obserwacja wpływu montażu anteny na charakterystykę promieniowania. Badanie wpływu długości kabla łączącego antenę z urządzeniem pomiarowym.

### **6. Badanie podstawowych elementów toru radiowego**

Badania podstawowych elementów toru radiowego: wzmacniaczy, układów przemiany częstotliwości, filtrów. Pomiar podstawowych parametrów nadajnika i odbiornika sygnałów cyfrowych.

**Egzamin:** *tak*

### **Literatura i oprogramowanie:**

- F. Molisch, "Wireless Communications", second edition, John Wiley & Sons Ltd., 2011
- K. Wesołowski, „Systemy radiokomunikacji ruchomej”, WKiŁ, 2006
- Goldsmith Wireless Communications by, Cambridge University Press, 2005
- D. Tse, P. Viswanath, "Fundamentals of Wireless Communication", Cambridge University Press, 2005
- S. Haykin, „Systemy telekomunikacyjne”, WKiŁ, 2004
- K. Wesołowski, „Podstawy cyfrowych systemów telekomunikacyjnych”, WKiŁ, 2003
- Dąbrowski (red.), P. Dymarski (red.), „Podstawy transmisji cyfrowej” OWPW, 2013

**Wymiar godzinowy zajęć:** *(Należy podać liczbę godzin w semestrze)*

<b>Formy prowadzonych zajęć</b>	<b>Wymiar godzinowy zajęć</b>
<i>Wykład</i>	- 30
<i>Ćwiczenia audytoryjne</i>	- 9
<i>Zajęcia Projektowe</i>	-
<i>Laboratoria</i>	- 18
<i>Zajęcia komputerowe</i>	-
<i>Seminaria</i>	-
<i>Lektoraty</i>	-
<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	-
<i>Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość</i>	-

### **Organizacja zajęć:**

Przedmiot realizowany jest w formie wykładów audytoryjnych (dwie godziny tygodniowo), ćwiczeń audytoryjnych (trzy spotkania) oraz ćwiczeń laboratoryjnych (sześć ćwiczeń w semestrze).

Zajęcia audytoryjne są prowadzone w zespołach maksymalnie 15 osobowych w terminie zajęć laboratoryjnych. Przewidziane są trzy trzygodzinne spotkania. Dwa spotkania odbędą się na początku semestru. Ich celem będzie zapoznanie studentów z aparaturą wykorzystywaną do badań sygnałów radiowych. Zajęcia będą miały formę prezentacji właściwości przyrządów i ich obsługi. Trzecie spotkanie (w połowie semestru) ma na celu przećwiczenie umiejętności projektowania łącza radiowego. W trakcie spotkania zadaniem studentów będzie przeprowadzenie obliczeń z wykorzystaniem podanych parametrów. Wyniki obliczeń zostaną zweryfikowane przez prowadzącego.

Zajęcia laboratoryjne odbywają się w zespołach 3-osobowych. Ze względu na charakter ćwiczeń oraz unikalną aparaturę grupy realizują różne ćwiczenia na kilku różnych stanowiskach. W trakcie ćwiczenia studenci wykonują badania według zaproponowanego programu, wyznaczają wymagane parametry, interpretują i konsultują wyniki. Po zakończeniu ćwiczenia w ramach zajęć domowych studenci przetwarzają zgromadzone podczas ćwiczenia wyniki, opracowują sprawozdania zawierające opis i wnioski z przeprowadzonych badań. Studenci będą mieli dostęp do instrukcji zawierających opis zagadnień, których dotyczą poszczególne ćwiczenia.

### **Wymiar w jednostkach ECTS: 5**

*UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada min. 25 i max. 30 godzinom pracy studenta w semestrze, czyli dla ECTS=5 student musi przepracować od 125 do 150 godzin – należy to uwzględnić w dalszych obliczeniach!*

### **Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): np.:**

- 17. liczba godzin kontaktowych – 61 godz., w tym  
obecność na wykładach 30 godz.,  
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 9 godz.,  
obecność na laboratorium 18 godz.,  
obecność na egzaminie 4 godz.*
- 18. praca własna studenta – 71 godz., w tym  
przygotowanie do ćwiczeń i kolokwium 20 godz.,  
przygotowanie do laboratorium, opracowanie wyników, przygotowanie sprawozdania 36  
godz.,  
przygotowanie do egzaminu 15 godz.*

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 132 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.**

*UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada w tym przypadku 26,4 godz. pracy studenta, a więc mieści się w dozwolonym przedziale. Oczywiście liczba godzin 132 mieści się również w przedziale dozwolonym dla 5 pkt. ECTS.*

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,31 pkt. ECTS, co odpowiada 61 godz. kontaktowym.**

*UWAGA: można to obliczyć na dwa oczywiście równoważne sposoby – albo 61:26,4 - albo (61:132)x5.*

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,04 pkt. ECTS, co odpowiada 18 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 36 godz. przygotowań do laboratorium, przetwarzania wyników i przygotowania sprawozdania.**

*UWAGA: sposób obliczenia jak wyżej – 54:26,4 lub (54:132)x5.*

**Wymagania wstępne:**

*Wiedza z zakresu matematyki:*

rachunek macierzowy w stopniu podstawowym, rachunek liczb zespolonych, dyskretne przekształcenie Fouriera, spłot funkcji.

**Efekty uczenia się:**

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) <sup>11</sup>	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
<b>WIEDZA</b>				
w01	Ma wiedzę w zakresie zjawisk występujących w kanale transmisji radiowej oraz urządzeniach nadawczych i odbiorczych	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	kolokwium, egzamin, sprawozdanie z ćwiczeń lab.	W02
w02	Zna podstawowe modulacje ich właściwości i zastosowania, techniki wielodostępu, zasady transmisji wieloantenowej	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	kolokwium, egzamin, sprawozdanie z ćwiczeń lab.	W03
w03	Ma wiedzę w zakresie budowy urządzeń tworzących tor transmisji radiowej oraz przetwarzania sygnałów w tych urządzeniach	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	kolokwium, egzamin, sprawozdanie z ćwiczeń lab.	W03
w04	Ma wiedzę w zakresie transmisji bezprzewodowej, umożliwiającą identyfikację problemów i formułowanie problemów badawczych związanych z transmisją bezprzewodową	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	kolokwium, egzamin, sprawozdania z ćwiczeń lab.	W04
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
u01	Umie zaprojektować łącze transmisji bezprzewodowej, ocenić zasięg i jakość transmisji	wykład, ćwiczenia audytorijne	kolokwium, egzamin,	U01,U02, U09
u02	Umie zaplanować i przeprowadzić badania urządzeń radiowych z użyciem współczesnej aparatury pomiarowej	zajęcia laboratoryjne	ocena aktywności podczas zajęć laboratoryjnych, sprawozdania z ćwiczeń lab.	U03, U04
u03	Potrafi opracować i krytycznie przeanalizować wyniki badań eksperymentalnych	zajęcia laboratoryjne	sprawozdania z ćwiczeń lab.	U02,U03
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
k01	Rozumie potrzebę ciągłego aktualizowania i poszerzania posiadanej wiedzy i doskonalenia swoich umiejętności	zajęcia laboratoryjne	obserwacja	K01

<sup>11</sup> Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

Zespół Autorski:  
*dr hab. inż. Artur Tomaszewski*  
*dr inż. Mariusz Mycek*  
*mgr inż. Bartłomiej Ostrowski*

## **ARCHITEKTURA I INŻYNIERIA USŁUG I APLIKACJI** **Architecture and Engineering of Services and Applications**

Kod przedmiotu (USOS):  
Grupa/grupy przedmiotów (USOS):

**Poziom kształcenia:** studia pierwszego stopnia  
**Forma studiów i tryb**  
**prowadzenia przedmiotu:** studia stacjonarne  
**Kierunek studiów:** Inżynieria Internetu Rzeczy  
**Profil studiów:** ogólnoakademicki  
**Specjalność**  
**Jednostka prowadząca:** Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych  
**Jednostka realizująca:** Instytut Telekomunikacji  
**Koordynator przedmiotu:** dr hab. inż. Artur Tomaszewski  
**Poziom przedmiotu:** podstawowy  
**Status przedmiotu:** obowiązkowy  
**Język prowadzenia zajęć:** polski  
**Semestr nominalny:** 4  
**Minimalny numer semestru:** nie dotyczy  
**Wymagania wstępne/zalecane**  
**przedmioty poprzedzające:**  
**Dyskonta:**  
**Limit liczby studentów:** 30

**Powód zgłoszenia przedmiotu:**  
przedmiot dla nowego kierunku studiów Inżynieria Internetu Rzeczy

**Cel przedmiotu:**  
Zaznajomienie słuchaczy z procesem projektowania, implementacji i wdrażania systemów w architekturze zorientowanej usługowo SOA oraz zaznajomienie z podstawowymi koncepcjami inżynierii oprogramowania.

**Skrócony opis przedmiotu:**  
Celem przedmiotu jest zaznajomienie słuchaczy z procesem tworzenia systemów informatycznych realizujących usługi internetowe. Zostanie przedstawiony proces projektowania, implementacji i wdrażania systemów w architekturze zorientowanej usługowo SOA. Omówione zostaną metodyka i narzędzia do tworzenia i wdrażania aplikacji serwerowych w architekturze mikrousług oraz tworzenia aplikacji klienckich wykonywanych w przeglądarkach oraz na urządzeniach mobilnych.

**Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:**  
The general objective of the course is to make students familiar with the process of developing



computer systems that provide Internet services. The course will present design, implementation and deployment phases of the systems that are built in the service oriented architectural model SOA. Both methodology and tools are discussed that are used for the development and deployment of microservice-based server applications, and for the development of client applications executed in web browsers and on mobile devices.

### **Treści kształcenia:**

#### **WYKŁAD:**

Zakres wykładu obejmie następujące zagadnienia:

- Architektura systemów zorientowanych usługowo SOA. Architektura klient-serwer i jej uogólnienie. Model usług REST. Standaryzacja; protokół HTTP, notacje XML i JSON. Usługi sieciowe RESTful. Interoperacyjność, enkapsulacja. Bezstanowość i skalowalność. Wzorce architektoniczne projektowania; fasada usługowa. Usługi REST API. Usługi SaaS chmury obliczeniowej.
- Aplikacja serwerowa. Architektura mikrousługowa; korzyści i zagrożenia. Zasady dekompozycji; architektura logiczna – domeny, architektura fizyczna – mikrousługi. Mikrousługi a platformy kontenerowe. Platforma kontenerowa Docker. Kontenery, obrazy i instancje.
- Wzorce architektoniczne projektowania. Domena systemu; model danych, funkcje biznesowe. Języki / środki wyrazu używane w procesie rozwojowym (języki wymagań / modelu / produktu) – oczekiwania, własności, przykłady.
- Zasady komunikacji aplikacji klienckich z mikrousługami; komunikacja bezpośrednia a wzorzec bramy interfejsu API. Internetowa oraz mobilna aplikacja kliencka. Architektury; wzorce architektoniczne projektowania. Zasady konstrukcji interfejsu użytkownika GUI; ergonomia.
- Zasady komunikacji/integracji mikrousług; komunikacja zdarzeniowa, brokery wiadomości, szyny usługowe/zdarzeń. Zasady przechowywania danych; pojęcie ostatecznej spójności (ang. eventual consistency).
- Wymagania pozafunkcjonalne. Wydajność, niezawodność/dostępność, bezpieczeństwo systemów. Skalowalność – orkiestracja kontenerów mikrousług. Platforma orkiestracji kontenerów Kubernetes. Awarie częściowe aplikacji serwerowej i strategię ich obsługi, monitorowanie stanu. Uwierzytelnienie i autoryzacja mikrousług i aplikacji klienckich.
- Testowanie mikrousług. Potrzeby, praktyki i narzędzia weryfikacji i walidacji; pojęcia poprawności i niepoprawności; metody aprioryczne (analityczne) i empiryczne (testowanie). Testy jednostkowe, integracyjne i obciążeniowe.
- Wdrożenie na platformie kontenerowej. Proces i narzędzia rozwoju. Wdrożenie w środowisku chmury obliczeniowej. Usługi PaaS oraz IaaS chmury obliczeniowej.
- Cykl życia oprogramowania oraz procesy wytwarzania systemów. Koncepcje Continuous Integration i Continuous Deployment. Metodyka DevOps rozwoju systemów; automatyzacja procesu, wsparcie narzędziowe. Związek metodyki DevOps ze zwinnym (ang. Agile) wytwarzaniem oprogramowania; porównanie z metodykami ciężkimi.
- Wielkość i złożoność oprogramowania a metodyki wytwarzania oprogramowania: plandriwny, inkrementalny, test-driven. Wytwarzanie oprogramowania a wytwarzanie produktów – pojęcie wzorów projektowych (design patterns); wzorce implementacji i integracji bloków oprogramowania.

## ĆWICZENIA:

—

### LABORATORIUM:

Celem jest praktyczne zapoznanie się studentów z procesem projektowania, implementacji i wdrażania systemu oraz z narzędziami do tworzenia i wdrażania elementów systemu.

Zakres laboratorium obejmuje następujące zagadnienia/ćwiczenia – 7 ćwiczeń, każde 2 godziny:

- \_ Projektowanie i implementacja aplikacji serwerowej w architekturze mikrousług
- \_ Projektowanie i implementacja internetowej aplikacji klienckiej
- \_ Projektowanie i implementacja internetowej aplikacji mobilnej
- \_ Platforma wirtualizacji kontenerowej i orkiestracji Docker/Kubernetes
- \_ Testowanie i wdrażanie aplikacji serwerowej
- \_ Testowanie i wdrażanie internetowej aplikacji klienckiej
- \_ Testowanie i wdrażanie mobilnej aplikacji klienckiej

### PROJEKT:

Celem jest samodzielne opracowanie przez studentów kompletnego systemu realizującego prostą usługę internetową.

Zakres projektu obejmuje następujące zadania:

- Opracowanie aplikacji serwerowej złożonej z minimalnej liczby mikrousług
- Opracowanie aplikacji klienckiej internetowej lub mobilnej
- 

### ZAJĘCIA ZINTEGROWANE:

—

Egzamin: nie

Literatura i oprogramowanie:

Materiały do zajęć – slajdy, opracowania, artykuły.

### OPROGRAMOWANIE:

- \_ Systemy operacyjne Windows, Linux, Android
- \_ Środowiska programistyczne Visual Studio, Android Studio, AngularJS
- \_ Środowiska wirtualizacji Hyper-V, VirtualBox, Docker(/Kubernetes)

### Wymiar godzinowy zajęć:

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	– 30
Ćwiczenia audytoryjne	–
Zajęcia projektowe	– 15
Laboratoria	– 15
Zajęcia komputerowe	–
Seminaria	–
Lektoraty	–
Warsztaty _ zajęcia zintegrowane	–
Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość	–

### Organizacja zajęć:

Wykłady z wykorzystaniem prezentacji z elementami demonstracji na żywo kluczowych elementów procesu tworzenia systemu i wykorzystania podstawowych funkcji stosowanych narzędzi. Zajęcia laboratoryjne służące zapoznaniu się studentów z narzędziami do tworzenia

iwdrażania elementów systemu oraz procesem projektowania, implementacji i wdrażania systemu; wykorzystujące infrastrukturę informatyczną WEiTI (w tym środowiska do tworzenia aplikacji, systemy baz danych, serwery aplikacji instalowane masowo w formie maszyn wirtualnych i kontenerów); realizowane pojedynczo lub w małych (domyślnie 2-osobowych) grupach.

Projekt polegający na opracowaniu prostego, ale kompletnego systemu koniec-koniec, składającego się z aplikacji serwerowej złożonej z minimalnej liczby mikrousług oraz aplikacji klienckiej internetowej lub mobilnej; realizowany w małych (domyślnie 2-osobowych) zespołach prezentowany na forum grupy, oceniany w skali punktowej (łącznie 60% punktów). Kolokwia w formie testu (40% punktów). Zaliczenie zarówno kolokwiów jak i projektu wymagane do zaliczenia przedmiotu. Ocena końcowa na podstawie łącznej punktacji.

### **Wymiar w jednostkach ECTS: 5**

#### **Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):**

1. liczba godzin kontaktowych – 53 godz., w tym:
  - \_ obecność na wykładach: 28 godz.
  - \_ obecność na kolokwiach: 2 godz.
  - \_ obecność na ćwiczeniach laboratoryjnych: 14 godz. (7x2 godz.)
  - \_ prezentacje projektów: 5 godz.
  - \_ konsultacje: 4 godz.
2. praca własna studenta – 92 godz., w tym:
  - \_ analiza literatury, materiałów i przykładów z wykładu: 14 godz.
  - \_ przygotowanie do ćwiczeń lab.: 14 godz.
  - \_ realizacja projektu.: 60 godz.
  - \_ przygotowanie do kolokwiów: 4 godz.

**Łączny nakład pracy studenta** wynosi 145 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:** 1.8 pkt. ECTS, co odpowiada 53 godz. kontaktowym.

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:** 3.4 pkt. ECTS, co odpowiada 14 godz. ćwiczeń + 14 godz. przygotowań do laboratorium + 60 godz. realizacji projektu.

### **Wymagania wstępne:**

Umiejętność efektywnego tworzenia oprogramowania w języku Java lub C# oraz umiejętność projektowania baz danych oraz tworzenia aplikacji korzystających z baz danych. Podstawowa wiedza na temat usług teleinformatycznych, w szczególności usług i aplikacji w sieci Internet.

### **Efekty uczenia się:**

<b>symbol efektu uczenia się</b>	<b>opis efektu uczenia się student, który zaliczył przedmiot:</b>	<b>Forma zajęć/ technika kształcenia</b>	<b>Sposób weryfikacji (oceny)</b>	<b>odniesienie do efektów uczenia się dla programu</b>
<b>WIEDZA</b>				
<b>w01</b>	ma wiedzę, dotyczącą architektury i procesu tworzenia systemów realizujących	wykład laboratorium projekt	kolokwium projekt	W04, W05, W06, W09

<b>symbol efektu uczenia się</b>	<b>opis efektu uczenia się student, który zaliczył przedmiot:</b>	<b>Forma zajęć/ technika kształcenia</b>	<b>Sposób weryfikacji (oceny)</b>	<b>odniesienie do efektów uczenia się dla programu</b>
<b>WIEDZA</b>				
	usługi internetowe w modelu architektury zorientowanej usługowo			
<b>w02</b>	ma wiedzę, dotyczącą metod specyfikacji systemów realizujących usługi internetowe	wykład laboratorium projekt	kolokwium projekt	W04, W05, W06, W09
<b>w03</b>	ma wiedzę, dotyczącą architektury i procesu tworzenia aplikacji serwerowych w modelu mikrousług	wykład laboratorium projekt	kolokwium projekt	W04, W05, W06, W09
<b>w04</b>	ma wiedzę, dotyczącą architektury i procesu tworzenia aplikacji klienckich wykonywanych na urządzeniach mobilnych	wykład laboratorium projekt	kolokwium projekt	W04, W05, W06, W09
<b>w05</b>	ma wiedzę, dotyczącą architektury i procesu tworzenia aplikacji klienckich wykonywanych w przeglądarkach internetowych	wykład laboratorium projekt	kolokwium projekt	W04, W05, W06, W09
<b>w06</b>	ma wiedzę na temat poza funkcjonalnych wymagań dotyczących systemów realizujących usługi internetowe	wykład laboratorium projekt	kolokwium projekt	W04, W05, W06, W09, W10
<b>w07</b>	ma wiedzę, dotyczącą środowisk i procesu wdrażania systemów realizujących usługi internetowe	wykład laboratorium projekt	kolokwium projekt	W04, W05, W06, W09, W10
<b>w08</b>	ma wiedzę, dotyczącą cyklu życia systemów	wykład laboratorium projekt	kolokwium projekt	W04, W05, W06, W09, W10

<b>symbol efektu uczenia się</b>	<b>opis efektu uczenia się student, który zaliczył przedmiot:</b>	<b>Forma zajęć/ technika kształcenia</b>	<b>Sposób weryfikacji (oceny)</b>	<b>odniesienie do efektów uczenia się dla programu</b>
<b>WIEDZA</b>				
	realizujących usługi internetowe oraz procesów produkcji, wdrażania i utrzymania systemów			
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
<b>u01</b>	potrafi krytycznie analizować dostępną literaturę z zakresu domeny wiedzy	wykład projekt	projekt	U01, U08, U17, U18
<b>u02</b>	potrafi przygotować specyfikację systemu realizującego usługi internetowe	wykład laboratorium projekt	projekt	U05, U06, U07, U10, U12, U13
<b>u03</b>	potrafi zaprojektować i zaimplementować aplikację serwerową architektury mikrousług, wykorzystując odpowiednie narzędzia	wykład laboratorium projekt	projekt	U05, U06, U07, U10, U11, U12, U13
<b>u04</b>	potrafi zaprojektować i zaimplementować aplikację kliencką wykonywaną na urządzeniu mobilnym, wykorzystując odpowiednie narzędzia	wykład laboratorium projekt	projekt	U05, U06, U07, U10, U11, U12, U13
<b>u05</b>	potrafi zaprojektować i zaimplementować aplikację kliencką wykonywaną w przeglądarce internetowej, wykorzystując odpowiednie narzędzia	wykład laboratorium projekt	projekt	U05, U06, U07, U10, U11, U12, U13
<b>u06</b>	potrafi wdrożyć system realizujący usługi internetowe, wykorzystując odpowiednie	wykład laboratorium projekt	projekt	U05, U10, U11, U12, U13

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	Forma zajęć/ technika kształcenia	Sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
<b>WIEDZA</b>				
	narzędzia			
<b>u07</b>	potrafi przygotować i przeprowadzić prezentację dotyczącą zagadnień technicznych po i w trakcie rozwiązywania aktualnego zadania inżynierskiego	projekt	projekt	U15, U16, U17
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
<b>k01</b>	ma świadomość zachodzących zmian technologicznych w obszarze systemów realizujących usługi internetowe oraz konieczności ciągłego uczenia się w kierunku zwiększania własnych kompetencji	wykład laboratorium projekt		K01
<b>k02</b>	ma świadomość roli systemów realizujących usługi internetowe oraz odpowiedzialności ich twórcy	wykład projekt	kolokwium projekt	K02, K03
<b>k03</b>	ma świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem, także pozazawodowym, w sposób zrozumiały dla odbiorcy	wykład laboratorium projekt	projekt	K03, K05

i podpis Dziekana:

**Zespół Autorski:**

**Metody analizy danych**  
**Data analysis methods**

Kod przedmiotu (USOS)<sup>12</sup>: .....

Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)<sup>13</sup>: .....

<b>Poziom kształcenia:</b>	<i>studia pierwszego/drugiego stopnia</i>
<b>Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:</b>	<i>studia            stacjonarne/studia            niestacjonarne/studia niestacjonarne – z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość</i>
<b>Kierunek studiów:</b>	<i>Inżynieria Internetu Rzeczy</i>
<b>Profil studiów:</b>	<i>ogólnoakademicki/praktyczny</i>
<b>Specjalność:</b>	
<b>Jednostka prowadząca:</b>	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
<b>Jednostka realizująca:</b>	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych</i>
<b>Koordynator przedmiotu:</b>	<i>Piotr Bilski</i>
<b>Poziom przedmiotu:</b>	<i>podstawowy/średnio zaawansowany/zaawansowany</i>
<b>Status przedmiotu:</b>	<i>obowiązkowy/obieralny</i>
<b>Język prowadzenia zajęć:</b>	<i>polski/angielski</i>
<b>Semestr nominalny:</b>	<i>pozostawić puste dla przedmiotów obieralnych</i>
<b>Minimalny numer semestru:</b>	
<b>Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:</b>	<i>jeśli występują, wpisać kod USOS przedmiotu/przedmiotów</i>
<b>Dyskonta</b>	<i>jeśli występują, wpisać kod USOS przedmiotu/przedmiotów oraz oszacowanie liczby punktów ECTS</i>
<b>Limit liczby studentów:</b>	<i>...</i>

**Powód zgłoszenia przedmiotu:**

*Realizacja modułu dydaktycznego dotyczącego nowoczesnych metod przetwarzania i analizy danych na potrzeby nowego kierunku studiów Inżynieria Internetu Rzeczy.*

**Cel przedmiotu: (max 256 znaków)**

*Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z algorytmami i technikami przetwarzania i analizy danych z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji. Omówione zostaną podstawowe metody wykorzystywane do klasyfikacji obiektów oraz poszukiwania zależności w danych.*

**Skrócony opis przedmiotu (max 1000 znaków):**

*Przedmiot zawiera treści związane inteligentnymi metodami analizy danych pozyskiwanych i przechowywanych w systemach Internetu Rzeczy. Założono, że główną lokalizacją składowania danych jest serwer, do którego poszczególne węzły przesyłają informacje pomiarowe. Z tego*

<sup>12</sup> Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiTI

<sup>13</sup> W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiTI, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

powodu główny nacisk kładziony jest na wydajne algorytmy analizy i przetwarzania takich danych w celach klasyfikacji, predykcji, wykrywania zależności itp. W tym celu zostaną przedstawione podstawowe metody odkrywania wiedzy w danych oraz wykorzystywania jej w procesie podejmowania decyzji. Omówione zostaną najpopularniejsze metody klasyfikacji, regresji itp. Ze względu na charakter przetwarzanych informacji, wykład poświęcony będzie głównie algorytmom dopasowanym do cech o charakterze ciągłym. Z drugiej strony zostanie poruszony aspekt przetwarzania danych w systemach o ograniczonych możliwościach obliczeniowych, takich jak mikrokontrolery, czy komputery jednopłytkowe. Laboratorium przedmiotu obejmować będzie implementację i testowanie wybranych algorytmów z wykorzystaniem dostępnych bibliotek w języku programowania wysokiego poziomu (np. Python, wsparty biblioteką Sci-Kit).

**Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):**

*The course covers content related with the intelligent data analysis methods acquired and stored in the systems belonging to the Internet of Things class. It is assumed the main location for data storage is the server, to which the subsequent nodes send measurement data. Therefore the main focus will be put on the efficient data analysis and processing algorithms to classify them, perform prediction tasks, detecting dependencies, etc. The most prominent methods for knowledge discovery from data and using it in the decision making process will be presented. These will include classification, regression or optimization algorithms. Because of the character of the processed data the lecture will focus on the continuous attributes only. Also, the problem of data processing in systems with limited computational capabilities (such as microcontrollers and single board computers) will be considered. The laboratory part of the course will cover the implementation and verification of selected algorithms using existing libraries for the high level language (such as Python supported by the Sci-kit library).*

**Treści kształcenia:**

*Wykład:*

1. *Wprowadzenie (4h) – charakterystyka zbiorów danych pozyskiwanych w wyniku działania Internetu Rzeczy. Cele analizy danych: klasyfikacja, regresja, optymalizacja, predykcja. Podstawowe dziedziny sztucznej inteligencji wykorzystywane do analizy danych: systemy ekspertowe, uczenie maszynowe, metody heurystyczne.*
2. *Systemy ekspertowe (2h) – struktura systemu oraz wykorzystanie przezeń wiedzy. Metody reprezentacji wiedzy (numeryczne – sztuczna sieć neuronowa, regułowe, statystyczne – Naiwny Klasyfikator Bayesa itp.). Metody dedukcyjnego podejmowania decyzji. Działanie algorytmów indywidualnie i w komitetach (fuzja klasyfikatorów i maszyn regresyjnych). Zdolność do objaśniania procesu wnioskowania.*
3. *Metody wstępnego przetwarzania danych (4h) – uzupełnianie brakujących danych, wyszukiwanie nadmiarowości (obliczanie pojemności informacyjnej i zależności metodami korelacyjnymi), metody dyskretyzacji atrybutów.*
4. *Klasyfikacja wzorców (4h) – podstawowe metody: drzewa decyzyjne, systemy regułowe, logika rozmyta, sztuczne sieci neuronowe, maszyny wektorów nośnych SVC.*
5. *Zadanie regresji (2h) – podstawowe metody: regresja liniowa, drzewa regresyjne, sztuczne sieci neuronowe (perceptrony wielowarstwowe, sieci RBF, maszyny wektorów nośnych SVR)*
6. *Podstawy uczenia maszynowego (4h) – cele procesu i podstawowe rodzaje (z nadzorem, bez nadzoru, ze wzmocnieniem). Podstawowe algorytmy uczenia z nadzorem (indukcja drzew*



decyzyjnych, uczenie sztucznych sieci neuronowych, generacja prawdopodobieństw dla Naiwnego Klasyfikatora Bayesa).

7. *Uczenie bez nadzoru (4h) – podstawowe algorytmy grupowania pojęciowego: grupowanie hierarchiczne, metody k-średnich, sztuczne sieci neuronowe typu SOM (uczenie konkurencyjne). Metody oceny jakości grupowania (indeksy, czystość grup itp.).*
8. *Metody optymalizacji (6h) – podstawowe algorytmy optymalizacji dyskretnej i ciągłej. Metody heurystyczne: metoda grid search i Monte Carlo, algorytmy gradientowe, symulowane wyzarchanie, przeszukiwanie z tabu, algorytmy ewolucyjne.*

*Ćwiczenia audytoryjne:*

*Podstawy matematyczne i statystyczne dla systemów przetwarzania danych. Przedstawiane zagadnienia obejmować będą:*

- *Cele analizy statystycznej*
- *Rozkłady zmiennych losowych*
- *Miary statystyczne oraz ich wykorzystanie do oceny dostępnych danych (dominanta, mediana, średnie, wariancja itp.)*
- *Metody estymacji parametrów*
- *Weryfikacja hipotez statystycznych*
- *Propagację błędów*

*Laboratorium:*

*Laboratorium będzie polegać na implementacji kolejnych algorytmów analizy danych i testowaniu ich właściwości pod opieką prowadzącego. Kolejne laboratoria będą obejmować poszczególne algorytmy klasyfikacji, regresji, predykcji, optymalizacji, m.in. sztuczne sieci neuronowe, drzewa decyzyjne, lasy losowe, algorytmy ewolucyjne, metody grupowania k-średnich i in. Laboratorium obejmować będzie również metody organizacji danych i wstępnego przetwarzania, np. za pomocą biblioteki numpy.*

**Egzamin:** ~~test~~nie

**Literatura i oprogramowanie:**

*Z. Michalewicz, D. B. Fogel, „Jak to rozwiązać, czyli nowoczesna heurystyka”, WNT, Warszawa, 2006.*

*S. Osowski, „Sieci neuronowe do przetwarzania informacji”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2006.*

*P. Cichosz, „Systemy uczące się, ” WNT, Warszawa, 2000.*

*W. Klonecki, Statystyka dla inżynierów, PWN, Warszawa 1999.*

**Wymiar godzinowy zajęć:** (Należy podać liczbę godzin w semestrze)

<b>Formy prowadzonych zajęć</b>	<b>Wymiar godzinowy zajęć</b>
<i>Wykład</i>	- 30
<i>Ćwiczenia audytoryjne</i>	- 20
<i>Zajęcia Projektowe</i>	-
<i>Laboratoria</i>	- 30

<i>Zajęcia komputerowe</i>	-
<i>Seminaria</i>	-
<i>Lektoraty</i>	-
<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	-
<i>Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość</i>	-

### **Organizacja zajęć:**

*Zajęcia będą odbywać się w postaci cotygodniowego, dwugodzinnego wykładu oraz dziesięciu trzygodzinnych laboratoriów (każde stanowiące osobny moduł tematyczny). Grupy laboratoryjne będą liczyć 12 osób.*

### **Wymiar w jednostkach ECTS: 6**

*UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada min. 25 i max. 30 godzinom pracy studenta w semestrze, czyli dla ECTS=5 student musi przepracować od 125 do 150 godzin – należy to uwzględnić w dalszych obliczeniach!*

### **Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): np.:**

- 19. liczba godzin kontaktowych – 83 godz., w tym  
obecność na wykładach 30 godz.,  
obecność na laboratorium 30 godz.,  
obecność na ćwiczeniach 20 godz.,  
obecność na egzaminie 3 godz.*
- 20. praca własna studenta – 75 godz., w tym  
przygotowanie do laboratorium 40 godz.,  
przygotowanie do zaliczenia ćwiczeń 10 godz.,  
przygotowanie do zaliczenia wykładowego 25 godz.*

### **Łączny nakład pracy studenta wynosi 158 godz., co odpowiada 6 pkt. ECTS.**

*UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada w tym przypadku 26,3 godz. pracy studenta, a więc mieści się w dozwolonym przedziale.*

### **Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 3,15 pkt. ECTS, co odpowiada 83 godz. kontaktowym.**

*UWAGA: można to obliczyć na dwa oczywiście równoważne sposoby – albo  $64:26,8$  - albo  $(64:134) \times 5$ .*

### **Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 3,42 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych, 20 godz. Ćwiczeń audytoryjnych plus 40 godz. przygotowań do laboratorium.**

*UWAGA: sposób obliczenia jak wyżej –  $45:26,8$  lub  $(45:134) \times 5$ .*

**Wymagania wstępne:**

*Umiejętność programowania w języku wysokiego poziomu (np. Python).*

**Efekty uczenia się:**

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) <sup>14</sup>	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
<b>WIEDZA</b>				
w01	<i>zna klasyfikację metod przetwarzania danych i potrafi określić, do czego stosowane są poszczególne algorytmy. Potrafi opisać podstawowe tryby uczenia (z nadzorem, bez nadzoru, ze wzmocnieniem) oraz przypisać do nich najistotniejsze algorytmy</i>	wykład	zaliczenie wykładowe	w06
w02	<i>rozumie zasadę działania najpopularniejszych algorytmów klasyfikacji, regresji i optymalizacji heurystycznej. Potrafi określić wpływ poszczególnych parametrów wybranego algorytmu na uzyskiwane wyniki.</i>	wykład, laboratorium	zaliczenie wykładowe	w06
w03	<i>Ma uporządkowaną wiedzę na temat matematycznych i statystycznych podstaw analizy danych, zna podstawowe rozkłady zmiennych losowych oraz testy statystyczne.</i>	ćwiczenia audytoryjne	zaliczenie ćwiczeń	w01
<b>UMIĘJĘTNOŚCI</b>				
u01	<i>potrafi ze zrozumieniem wykorzystać i sparametryzować poszczególne algorytmy analizy danych dostępne w bibliotekach programistycznych</i>	zajęcia laboratoryjne	sprawozdanie laboratoryjne	u11
u02	<i>potrafi napisać własną wersję algorytmu wstępnego przetwarzania danych w celu wyszukiwania zależności między atrybutami, podziału danych na trenujące i walidacyjne itp.</i>	zajęcia laboratoryjne	Sprawozdanie laboratoryjne	u04, u15
u03	<i>Potrafi przeprowadzić analizę statystyczną na wybranym zbiorze danych w celu identyfikacji jego cech z punktu widzenia metod analizy danych</i>	Ćwiczenia audytoryjne	Opracowanie statystyczne	u01, u03
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
k01	<i>jest gotów do poszerzania wiedzy w zakresie dostępnych algorytmów analizy danych</i>	zajęcia laboratoryjne	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć	k01

<sup>14</sup> Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

Formularz v2.41

**Zespół Autorski:**

*dr hab. inż. Andrzej Bęben*

*dr inż. Piotr Wiśniewski*

*mgr inż. Maciej Sosnowski*

**TECHNIKI CHMUR OBLICZENIOWYCH  
CLOUD COMPUTING TECHNOLOGIES**

Kod przedmiotu (USOS)<sup>15</sup>: .....

Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)<sup>16</sup>: .....

<b>Poziom kształcenia:</b>	<i>studia pierwszego stopnia</i>
<b>Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:</b>	<i>studia stacjonarne</i>
<b>Kierunek studiów:</b>	<i>Inżynieria Internetu Rzeczy</i>
<b>Profil studiów:</b>	<i>ogólnoakademicki</i>
<b>Specjalność:</b>	
<b>Jednostka prowadząca:</b>	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
<b>Jednostka realizująca:</b>	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
<b>Koordynator przedmiotu:</b>	<i>dr hab. inż. Andrzej Bęben</i>
<b>Poziom przedmiotu:</b>	<i>średniozaawansowany</i>
<b>Status przedmiotu:</b>	<i>obowiązkowy</i>
<b>Język prowadzenia zajęć:</b>	<i>polski</i>
<b>Semestr nominalny:</b>	<i>6</i>
<b>Minimalny numer semestru:</b>	
<b>Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:</b>	
<b>Dyskonta</b>	
<b>Limit liczby studentów:</b>	<i>36</i>

**Powód zgłoszenia przedmiotu:** *przedmiot dla nowego kierunku Inżynieria Internetu Rzeczy*

**Cel przedmiotu:** *(max 256 znaków)*

Celem wykładu jest zapoznanie studentów z technikami chmur obliczeniowych oraz narzędziami dla programowania aplikacji w rozproszonym środowisku chmurowym wykorzystywanym dla projektowania aplikacji i usług Internetu Rzeczy.

**Skrócony opis przedmiotu** *(max 1000 znaków):*

W ramach przedmiotu zostanie omówiona architektura chmur obliczeniowych, techniki wirtualizacji, techniki sieciowe stosowane w centrach danych, zasady projektowania aplikacji

<sup>15</sup> Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiTI

<sup>16</sup> W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiTI, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

i usług w rozproszonym środowisku chmurowym z wykorzystaniem zasobów dostępnych w chmurze oraz zasobów urządzeń na brzegu sieci (*edge computing*) i dostępnych w otoczeniu użytkownika (*fog computing*). Ponadto, zostaną przedstawione narzędzia do zarządzania i orkiestracji usługami chmurowymi oraz zasady programowania aplikacji Internetu Rzeczy (IoT) wykorzystujące specjalizowane środowiska chmurowe. Przedstawiona na wykładzie wiedza zostanie zweryfikowana praktycznie w ramach laboratoriów dotyczących wirtualizacji, zbudowania środowiska chmurowego wykorzystującego zasoby centrów danych oraz dostępne na brzegu sieci, orkiestracji aplikacji i usług, testowania wydajności systemów oraz wybranych mechanizmów np. skalowania aplikacji, równoważenia obciążenia, a także implementacji wybranej aplikacji IoT w rozproszonym środowisku chmurowym.

**Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):**

The aim of the lecture is to familiarize students with cloud computing technologies, approaches and tools for development of cloud-based IoT applications and services. In particular, the lecture will present: cloud architectures, virtualization techniques, new network technologies specially designed for data centers as well as service management and orchestration in edge and fog computing environments. Moreover, we present principles for programming cloud-based IoT applications in commonly used cloud and IoT platforms as MS Azure, AWS, Google Cloud. In the laboratories, the students will practice the presented techniques and tools by designing, implementation and testing of selected application taking into account the specificity of cloud computing environment (issues of scalability, load balancing, etc.)

**Treści kształcenia:**

*szczegółowy opis; dokonać podziału treści zgodnie z zaproponowanymi formami zajęć*

*Wykład:*

Zakres wykładu obejmie następujące zagadnienia:

- Wprowadzenie: i) definicja chmury obliczeniowej, ii) ewolucja rozwiązań chmurowych, iii) porównanie modeli: public/private/hybrid cloud, iv) modele biznesowe, v) możliwości i ograniczenia.
- Architektury chmur obliczeniowych: i) modele usług, ii) standaryzacja, iii) zagadnienie współpracy pomiędzy operatorami chmur (w tym modele federacji chmur obliczeniowych).
- Techniki sieciowe i protokoły dla centrów danych: i) infrastruktura centrum danych, ii) techniki sieciowe (InfiniBand, SDN,...), iii) mechanizmy i protokoły dla centrum danych (wirtualizacja, HADOOP, Spark, DCTCP, DC ruting), iv) rozproszona kolejka zadań i broker wiadomości (Celery, RabbitMQ).
- Techniki wirtualizacji: i) wirtualizacja jako narzędzie umożliwiające efektywne wykorzystanie zasobów fizycznych, ii) porównanie rodzajów wirtualizacji (w tym hipernadzorca typu 1 i 2, zagadnienia izolacji), architektura i przypadki użycia, iii) narzędzia do wirtualizacji (pełna: KVM, XEN, VMWare, VBox; kontenerowa: LXC, Docker, oraz hybrydowa: kata kontenery), iv) techniki realizacji połączeń sieciowych dla maszyn wirtualnych i kontenerów zapewniające wysoką wydajność, w tym techniki

sprzętowego wsparcia wirtualizacji np. narzędzia DPDK, SR-IOV w architekturach x86 oraz ARM, v) mechanizmy przydziału i zarządzania zasobami (cpu/gpu, pamięć operacyjna i składowania, sieć, energia, ...) oraz mechanizmy zapewnienia izolacji, vi) zarządzanie cyklem życia maszyn wirtualnych / kontenerów, v) szczególne właściwości kontenerów (np. efemeryczność) i dobre praktyki tworzenia obrazów i kontenerów.

- Systemy zarządzania i orkiestracji usług i aplikacji w chmurach obliczeniowych na przykładzie narzędzi Docker Swarm, Claudify, Kubernetes oraz OpenStack: i) porównanie systemów, ii) realizowane funkcje podstawowe, np. umieszczenie/usunięcie obrazu, uruchomienie/zatrzymanie instancji, przydział zasobów, migracja maszyn wirtualnych/kontenerów, skalowanie usług (*scale out & in*), równoważenie obciążenia, iii) usługi wspomagające działanie chmury (np. monitorowanie stanu usług, obsługa mobilności aplikacji, zapewnienie niezawodności, w tym obsługa awarii i anomalii, iv) zarządzanie cyklem życia aplikacji, np. aktualizacja oprogramowania, v) repozytoria obrazów i kontenerów (np. OSBoxes, Docker Hub) - przykłady użycia.
- Edge vs. Fog computing: i) koncepcja wykorzystania obliczeń realizowanych na brzegu sieci, ii) architektura systemów MEC (MultiAccess Edge Computing) oraz systemów mgły obliczeniowej (fog computing), iii) orkiestracja aplikacji i usług w takich systemach na przykładzie środowisk OpenFog, KubeEdge, SyMEC, iv) projektowanie aplikacji i usług z wykorzystaniem zasobów w oferowanych na brzegu sieci, iii) przykłady wykorzystania.
- Przykłady chmur obliczeniowych MS Azure, AWS, Google Cloud: i) porównanie systemów, ii) przedstawienie podstawowych modułów do tworzenia aplikacji (np. przestrzeń dyskowa, baza danych, bramka API), iii) model Serverless (Azure Functions, AWS Lambda, Google Cloud Functions),
- Zasady projektowania aplikacji i usług IoT w środowisku Microsoft Azure IoT, AWS IoT oraz Google Cloud IoT, środowisko deweloperskie, podstawy API, zasady projektowania i implementacji aplikacji, np. inteligentnego domu, aplikacji multimedialnych, zastosowań przemysłowych.

#### *Laboratorium:*

Laboratorium obejmuje 7 ćwiczeń każde po 4 godziny. W ramach poszczególnych laboratoriów studenci poznają:

1. Techniki wirtualizacji: wirtualizacja pełna, np. KVM, kontenerowa, np. Docker oraz hybrydowa, np. kata kontenery

W ramach laboratorium studenci poznają zasady uruchamiania i konfiguracji maszyn wirtualnych oraz kontenerów. Omówiony zostanie sposób definiowania maszyn wirtualnych (informacje zawarte w deskryptorach maszyn/kontenerów, zasady realizacji połączeń sieciowych pomiędzy wirtualnymi i fizycznymi urządzeniami oraz parametry podawane przy uruchamianiu kontenerów. Studenci utworzą własne maszyny wirtualne przydzielając im odpowiednią ilość zasobów, utworzą wymaganą liczbę interfejsów sieciowych i powiążą je z odpowiednimi interfejsami serwera goszczącego zapewniając wymaganą wydajność i połączenia z sieciami. Studenci uruchomią kontener Docker - użyją gotowego obrazu np. Nginx, który udostępnią na odpowiednim porcie serwera goszczącego i do którego przekażą pliki konfiguracyjne programu znajdujące się na serwerze. Następnie przeprowadzone zostaną

testy wydajności urządzeń wirtualnych w porównaniu do wydajności odpowiadających im urządzeń fizycznych.

2. Techniki sieciowe centrów danych, np. SDN (protokół openflow, przełącznik programowy openvswitch, sterownik sieci ONOS)

W ramach laboratorium studenci poznają zasadę działania sieci sterowanych programowo. W szczególności, zaprezentowana zostanie struktura tabeli przepływów - możliwe pola dopasowania oraz możliwe akcje do wykonania, a także sposób realizacji wybranych funkcji (np. routing, firewalling, NAT, ...) na podstawie odpowiednich wpisów w tej tabeli. Przedstawiona zostanie rola sterownika SDN oraz przełącznika programowego openvswitch (OVS), również wykorzystującego wsparcie sprzętowe DPDK. Studenci zainstalują i uruchomią przełącznik OVS na maszynach wirtualnych, następnie skonfigurują go i dodadzą do niego odpowiednie interfejsy fizyczne oraz interfejsy maszyn wirtualnych oraz kontenerów. Dalej uruchomiony zostanie kontener ze sterownikiem ONOS, który będzie zarządzał OVSem (lub grupą OVSów) zgodnie z przyjętym scenariuszem. W GUI sterownika studenci będą mogli zweryfikować poprawność swojej konfiguracji.

3. Techniki równoległego przetwarzania i przechowywania danych, np. HADOOP, SPARK, CEPH, NVIDIA CUDA

W ramach tego laboratorium studenci poznają zasady działania systemów rozproszonego przetwarzania i przechowywania danych stosowanych w centrach danych. ogólności, w ramach laboratorium zostaną omówione, zaprojektowane, uruchomione oraz przetestowane z punktu widzenia wydajności systemy rozproszonego przetwarzania i przechowywania danych zbudowane z wykorzystaniem wybranego systemu HADOOP, Spark lub CEPH lub technik równoległych obliczeń realizowanych na wysokowydajnych kartach graficznych w architekturze NVIDIA CUDA. Następnie zostaną przeprowadzone testy wydajności zaprojektowanego rozproszonego systemu w porównaniu do systemu niewykorzystującego zrównoleglenia.

4. Zasady tworzenia chmur obliczeniowych wykorzystując zasoby centrum danych oraz na brzegu sieci

W ramach tego laboratorium studenci poznają zasady budowania centrów obliczeniowych oraz rozproszonych chmur obliczeniowych wykorzystujących zasoby obliczeniowe dostępne w ramach centrum danych, a także dostępne na brzegu sieci (*edge computing*). W ramach ćwiczenia zostanie zbudowany model rozproszonego środowiska chmurowego oferującego zasoby obliczeniowe (CPU oraz GPU), zasoby pamięci (operacyjna i składowania danych), zasoby sieciowe. Opracowany model będzie wykorzystywany w kolejnych laboratoriach. Ponadto, zostaną przeprowadzone testy wydajności obliczeniowej opracowanego środowiska.

5. Narzędzia do orkiestracji zasobów i usług Kubernetes, KubeEdge, Cloudify

W ramach laboratorium studenci poznają narzędzia do zarządzania i orkiestracji usług w środowisku chmury obliczeniowej. Studenci poznają etapy wchodzące w skład cyklu życia aplikacji. Stworzą własną usługę złożoną z kilku komponentów (podów). Zostanie zapewniona komunikacja pomiędzy podami, ustalone zostaną zasady ich skalowania. Zbudowana usługa zostanie udostępniona poprzez Ingress. Następnie zostanie zbadana wydajność systemu oraz jego



zachowanie przy zwiększającym się obciążeniu. Przeprowadzona zostanie aktualizacja usługi w trakcie jej działania.

#### 6. Środowiska chmurowe: MS Azure, AWS, Google Cloud

W ramach laboratorium studenci poznają publiczne środowiska chmurowe. W szczególności przedstawione zostaną poszczególne komponenty dostępne na tych platformach, zasady projektowania usługi z ich wykorzystaniem a także zasady naliczania opłat. Studenci stworzą proste mikroserwisy (np. kompresja pliku i wyliczanie jego skrótu) korzystające z REST API, które umiejscowią w publicznej chmurze na maszynach wirtualnych. Następnie rozbudują system o dodatkowe moduły, jak np. baza danych, load balancer, strona internetowa (frontend). Ostatecznie mikroserwisy zostaną przeniesione do środowiska operacyjnego, a system zostanie udostępniony w Internecie. Następnie zostaną przeprowadzone testy wydajności opracowanej usługi.

#### 7. Zasady projektowania oraz implementacji aplikacji IoT w środowisku chmurowym

W ramach laboratorium studenci poznają zasady projektowania aplikacji IoT wybranym środowisku chmurowym specjalizowanym dla realizacji aplikacji IoT, np. Microsoft Azure IoT, AWS IoT oraz Google Cloud IoT. Celem laboratorium zaprojektowanie, implementacja oraz przetestowanie funkcjonalności oraz wydajność) przykładowej aplikacji IoT w wybranym środowisku chmurowym dotyczącej zastosowań np. inteligentnego domu, aplikacji multimedialnych.

*Inne formy (patrz Wymiar godzinowy zajęć)*

**Egzamin:** *nie*

#### **Literatura i oprogramowanie:**

Literatura:

1. Slajdy do wykładu
2. Wybór dokumentów standaryzacyjnych i zaleceń dotyczących przedstawianych zagadnień, m.in., IEEE Cloud WG P230x, P2032, ISO27, ETSI MEC
3. Książki i raporty:
  - Thomas Erl et al, "Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture", Prentice Hall, ISBN 978-0133387520.
  - Rajkumar Buyya et al, "Cloud computing: principles and paradigms", Wiley, ISBN 9780470887998.
  - Zbigniew Fryźlewicz Łukasz Leśniczek, "Usługi Microsoft Azure: programowanie aplikacji", Warszawa 2015, ISBN 9788375411577.
  - W.Burakowski, A.Beben et al, "Traffic Management for Cloud Federation" in Autonomous Control for a Reliable Internet of Services: Methods, Models, Approaches, Techniques, Algorithms and Tools, LNCS, Springer 2018.
  - T.Teleb, "On Multi-Access Edge Computing: A Survey of the Emerging 5G Network Edge Cloud Architecture and Orchestration", IEEE Communications Surveys & tutorials, vol.19, issue 3, 2017.
  - NIST Cloud Computing Security Reference Architecture, NIST 2013.
4. Wybór bieżących artykułów naukowych dotyczących przedstawianych metod, które zostały opublikowane na wiodących konferencjach lub w czasopismach - udostępnione na stronie wykładu.
5. Dokumentacja techniczna wykorzystywanego oprogramowania

#### Oprogramowanie:

1. Infrastruktura badawcza PL-LAB umożliwiająca przeprowadzenie eksperymentów w rozproszonym środowisku sieci krajowej.
2. Narzędzia pomiarowe (generator/analizator): Spirent, Avalanche Virtual, IXIA.
3. Narzędzia do wirtualizacji: pełnej (KVM, XEN, VMWare, VBox), kontenerowej (LXC, Docker), hybrydowej (kata-containers)
4. Narzędzia do równoległego przechowywania i przetwarzania danych: HADOOP, Spark, NVIDIA CUDA
5. Narzędzia do zarządzania i orkiestracji: OpenStack, Kubernetes, Cloudify, OSM, KubeEdge.
6. Narzędzie programowania w środowisku Microsoft Azure IoT, AWS IoT oraz Google Cloud IoT

#### Wymiar godzinowy zajęć: *(Należy podać liczbę godzin w semestrze)*

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	- 30
Ćwiczenia audytoryjne	-
Zajęcia Projektowe	-
Laboratoria	- 30
Zajęcia komputerowe	-
Seminaria	-
Lektoraty	-
Warsztaty – zajęcia zintegrowane	-
Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość	-

#### Organizacja zajęć:

Wykłady z wykorzystaniem prezentacji. Materiały z wykładów udostępnione w formie slajdów. Zajęcia laboratoryjne wykorzystujące infrastrukturę informatyczną ZAŻI (PLLAB) oraz zasoby publicznych chmur obliczeniowych są oceniane w skali punktowej 0-7 pkt. łącznie 49 punktów. Po każdym laboratorium studenci przygotowują sprawozdanie, które jest omawiane z prowadzącym. Rozwiązania opracowane w danym laboratorium będą następnie wykorzystywane jako infrastruktura w kolejnych laboratoriach. W ramach przedmiotu przewiduje się dwa kolokwia, oceniane w skali 0-25 oraz 0-26 pkt. Ocena końcowa jest wystawiana na podstawie łącznej punktacji.

#### Wymiar w jednostkach ECTS: 5

*UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada min. 25 i max. 30 godzinom pracy studenta w semestrze, czyli dla ECTS=5 student musi przepracować od 125 do 150 godzin – należy to uwzględnić w dalszych obliczeniach!*

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): np.:**

21. liczba godzin kontaktowych – 62 godz., w tym  
obecność na wykładach 30 godz.,  
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,  
obecność na laboratorium 30 godz.,  
obecność na konsultacjach 2 godz.
22. praca własna studenta – 68 godz., w tym  
przygotowanie do dwóch kolokwii 30 godz.,  
przygotowanie do laboratorium 24 godz.,  
przygotowanie sprawozdania z laboratorium: 14 godz.,  
przygotowanie do egzaminu 0 godz.

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 130 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.**

*UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada w tym przypadku 26 godz. pracy studenta, a więc mieści się w dozwolonym przedziale. Oczywiście liczba godzin 130 mieści się również w przedziale dozwolonym dla 5 pkt. ECTS.*

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,38 pkt. ECTS, co odpowiada 62 godz. kontaktowym.**

*UWAGA: można to obliczyć na dwa oczywiście równoważne sposoby – albo 62:26 - albo (62:130)x5.*

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,08 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 24 godz. przygotowań do laboratorium.**

*UWAGA: sposób obliczenia jak wyżej – 54:26 lub (54:130)x5.*

**Wymagania wstępne:**

*Należy określić oczekiwaną wiedzę i umiejętności studenta przychodzącego na przedmiot – dotyczy to zwłaszcza przedmiotów na wyższych semestrach i przedmiotów obieralnych*

Podstawowa wiedza na temat sieci Internet, Internetu Rzeczy oraz umiejętność efektywnego tworzenia oprogramowania.

**Efekty uczenia się:**

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) <sup>17</sup>	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA	student, który zaliczył przedmiot:			

<sup>17</sup> Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

w01	student zna zasady działania, możliwości i ograniczenia oraz kierunki ewolucji techniki chmur obliczeniowych	Wykład	Kolokwium 1	W04 W06 W13
w02	student zna zasady projektowania i implementacji aplikacji i usług wykorzystujących technikę chmur obliczeniowych	Wykład	Kolokwium 1	W06 W09
w03	student zna podstawowe narzędzia dla wirtualizacji zasobów oraz zarządzania i orkiestracji usług.	Wykład, laboratorium	Kolokwium 1, sprawozdanie z laboratorium	W06 W09
w04	student zna zasady organizacji i techniki telekomunikacyjne stosowane w centrach danych	Wykład, laboratorium	Kolokwium 2, sprawozdanie z laboratorium	W04 W06 W09
w05	student zna zasady implementacji aplikacji i usług w środowiskach wiodących dostawców tj. Microsoft Azure, Amazon EC2, Google Cloud	Wykład, laboratorium	Kolokwium 2, sprawozdanie z laboratorium	W06 W09
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
u01	potrafi ocenić zasadność zastosowania technik chmur obliczeniowych dla realizacji wybranej usługi	laboratorium	Sprawozdanie z laboratorium.	U01 U02 U08 U18
u02	potrafić zarządzać cyklem życia maszyn wirtualnych oraz kontenerów wykorzystując narzędzia dla pełnej i lekkiej wirtualizacji oraz przeprowadzić eksperymenty dotyczące ich wydajności.	laboratorium	Dyskusja w trakcie laboratorium oraz sprawozdanie z laboratorium.	U03 U04 U14 U15 U16 U17
u03	potrafi zaprojektować, skonfigurować i przetestować klastrer obliczeniowy w wybranym środowisku zarządzania i orkiestracji wykorzystując techniki sieciowe właściwe dla chmur obliczeniowych oraz przeprowadzić eksperymenty dotyczące jego wydajności.	laboratorium	Dyskusja w trakcie laboratorium oraz sprawozdanie z laboratorium.	U03 U04 U10 U12 U14 U15 U16 U17
u04	potrafi zaprojektować, zaimplementować i przetestować podstawową usługę lub aplikację wykorzystując środowisko wiodących dostawców usług chmurowych oraz przeprowadzić eksperymenty dotyczące jej wydajności	laboratorium	Dyskusja w trakcie laboratorium oraz sprawozdanie z laboratorium.	U03 U04 U08 U12 U13 U15 U16

u05	potrafi pozyskiwać informacje z literatury (głównie anglojęzycznej) dotyczące wybranych zagadnień dotyczących aplikacji i usług chmurowych oraz krytycznie je analizować	laboratorium	Dyskusja w trakcie laboratorium oraz sprawozdanie z laboratorium.	U01 U02 U17 U18
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
k01	jest świadomy ewolucji technik chmurowych i konieczności ciągłego uczenia się	Wykład	Kolokwium 2.	K01
k02	jest świadomy zasad profesjonalnego zachowania inżynierskiego, w szczególności zachowania rzetelności, dyskusji opartej o argumenty merytoryczne, dbania o jakość przygotowanej dokumentacji, terminowości realizacji zadań	laboratorium	Dyskusja w trakcie laboratorium, weryfikacja przygotowanej dokumentacji	K03

**Zespół autorski:**

*dr hab. inż. Marek Nałęcz,*

*dr inż. Jacek Cichocki, dr hab. inż. Wojciech Wojtasiak, dr hab. inż. Grzegorz Pankanin*

**PODSTAWY ELEKTRONIKI I POMIARÓW 1 (PELP1)**

***Fundamentals of electronics and measurements 1***

**Poziom kształcenia:** *I stopień*

**Forma i tryb prowadzenia przedmiotu:** *stacjonarna*

**Kierunek studiów:** *Telekomunikacja*

**Specjalność:** *wszystkie specjalności prowadzone na kierunku Telekomunikacja*

**Grupa przedmiotów:** *podstawy elektroniki*

**Poziom przedmiotu:** *podstawowy*

**Status przedmiotu:** *obowiązkowy*

**Język przedmiotu:** *polski*

**Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych):** *1*

**Minimalny numer semestru:** *1*

**Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:**

**Limit liczby studentów:** *150*

**Powód zgłoszenia przedmiotu:** *Zmiana programu nauczania na kierunku Telekomunikacja wynikająca z realizacji projektu NERW (od roku. ak. 2019/2020) oraz przewidziany w nowym programie studiów Inżynieria Internetu Rzeczy*

**Cel przedmiotu:** *Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych sposobów opisu sygnałów i obwodów elektrycznych, przekazanie podstawowej wiedzy o metodach pomiarowych i aparaturze wykorzystywanej w pomiarach obwodów, a także przygotowanie studentów do praktycznej realizacji układów i pomiarów oraz interpretacji uzyskiwanych wyników.*

**Treść kształcenia:**

**WYKŁADY: (20h)**

**A) Część pierwsza: Podstawy wiedzy o sygnałach i obwodach elektrycznych – 10h**

- 1. Sprawy organizacyjne i regulaminowe. Obwód elektryczny i jego model, podstawowe wielkości elektryczne, konwencje oznaczeń i strzałkowania. – 2h*
- 2. Rezystancyjne elementy elektryczne obwodów (skupione, liniowe, stacjonarne) i ich parametry. Dzielniki napięciowe i prądowe. Źródła niezależne i sterowane, idealne i rzeczywiste, zamiana i łączenie źródeł, idealny wzmacniacz operacyjny. – 2h*
- 3. Podstawowe prawa obwodowe: Ohma, Kirchhoffa i Tellegena. Układanie niezależnych równań Kirchhoffa. Zasada kompensacji, zasada ruchliwości źródeł. Dopasowanie energetyczne dla prądu stałego. – 2h*
- 4. Zasada superpozycji i proporcjonalności, źródła zastępcze Thévenina i Nortona, nieliniowe układy rezystancyjne. – 2h*

5. *Sygnały okresowe (w tym sinusoidalne) i ich podstawowe parametry (amplituda, wartość międzyszczytowa, składowa stała, okres, częstotliwość). Kolokwium wykładowe 1. – 2h*

**B) Część druga: Podstawowe pomiary elektryczne – 10h**

1. *Podstawowe oprzyrządowanie laboratorium elektronicznego. Multimetry cyfrowe. Źródła zasilania, generatory sygnałów. Zasady użytkowania przyrządów i ich podstawowe właściwości metrologiczne. – 2h*
2. *Podstawy wiedzy o pomiarach. Błąd pomiaru, rodzaje błędów, przyczyny ich powstawania. Niedokładność przyrządów pomiarowych i wzorców. Niepewność pomiarów. – 2h*
3. *Oscyloskop – zasada działania i obsługa. – 2h*
4. *Pomiary parametrów sygnałów. Pomiar napięcia i prądu stałego. Pomiar parametrów napięcia zmiennego. Pomiar częstotliwości i okresu. – 2h*
5. *Pomiar rezystancji przy prądzie stałym. Kolokwium wykładowe 2. – 2h*

**ĆWICZENIA - ZAJĘCIA CZĘŚCIOWO ZINTEGROWANE: (15h)**

*Przewiduje się zajęcia prowadzone w grupach dziekańskich (do 30 osób), jedną godzinę tygodniowo, łączące cechy:*

- *ćwiczeń rachunkowych (na tablicy i z wykorzystaniem środowiska MATLAB, w tym z możliwością szybkiej ilustracji) – zajęcia te stanowią uzupełnienie wykładu, a w ich ramach omawiane będą praktyczne techniki rozwiązywania zagadnień związanych z teorią prezentowaną na wykładzie.*
- *pokazów eksperymentów laboratoryjnych i symulacyjnych (z wykorzystaniem symulatora LTSpice), w ramach zajęć zintegrowanych istnieje możliwość przedstawienia pomiarów z wykorzystaniem bardziej specjalizowanej aparatury (jednostkowej) np. analizatora obwodów czy analizatora widma.*

*Na dwóch terminach odbędzie się jednogodzinne kolokwium ćwiczeniowe.*

**LABORATORIA: (12h)**

0. *Zajęcia organizacyjne, szkolenie BHP. – 1h*
1. *Ćwiczenie wstępne. Podstawowy sprzęt pomiarowy. Protokół elektroniczny. Pomiary bezpośrednie napięcia i prądu. Niepewność standardowa. Wyznaczenie charakterystyki napięciowo-prądowej zasilacza stabilizowanego. – 2h*
2. *Pomiary napięć i prądów. Pomiar bezpośredni i pośredni prądu. Pomiar napięcia. Źródła rzeczywiste. Wyznaczanie rezystancji wewnętrznej. Metoda kompensacyjna pomiaru napięcia. Pomiary automatyczne. – 3h*
3. *Prawa obwodowe. Weryfikacja praw Kirchhoffa. Twierdzenia Thévenina i Nortona. Metoda superpozycji. Moc w funkcji rezystancji obciążenia. Dopasowanie energetyczne dla prądu stałego. – 3h*
4. *Oscyloskop cyfrowy i generator funkcyjny. Poznanie podstawowych możliwości pomiarowych oscyloskopów. Zapoznanie się z metodami i funkcjami pomiarowymi. Pomiary parametrów napięciowych sygnałów. Pomiary częstotliwości i okresu. Pomiary parametrów czasowych sygnałów prostokątnych. – 3h*

**PROJEKT:** *Nie dotyczy*

**Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:**

*The course presents the basic methods of description and analysis of electrical circuits and signals, as well as the basic knowledge related to electrical measurements and measuring equipment. The students are trained in practical realization of simple electronic circuits and typical building blocks and in interpretation of the results of their measurements.*

**Egzamin:** *nie*

**Literatura i oprogramowanie:**

1. J. Osowski, J. Szabatin: *Podstawy teorii obwodów*, t. I, II i III, WNT, Warszawa, 1992 (i późniejsze wydania – w 2016 t. I i w 2017 t. II zostały wydane w PWN).
2. Praca zbiorowa pod redakcją J. Szabatina i E. Śliwy: *Zbiór zadań z teorii obwodów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2015.
3. Z. Filipowicz: *Zadania z teorii obwodów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2016.
4. St. Bolkowski, W. Brociek, H. Rawa: *Teoria obwodów elektrycznych. Zadania*, PWN, Warszawa, 2017.
5. *Ćwiczenia laboratoryjne z podstaw elektroniki i pomiarów I dla telekomunikacji*. Preskrypt na prawach rękopisu. Warszawa, 2019. Aktualizowany co semestr i dostępny jako plik PDF na prywatnej stronie internetowej przedmiotu na serwerze *studia*. – **Ta pozycja musi zostać opracowana!**
6. J. Dusza, P. Gąsior, G. Tarapata: *Podstawy pomiarów*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2019.
7. J. Arendarski: *Niepewność pomiarów*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2006.

**Wymiar godzinowy zajęć:**

W	C	L	P	Z
20	15	12	-	-

**Wymiar w jednostkach ECTS:** 4 pkt.

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):**

23. liczba godzin kontaktowych –	52 godz., w tym
obecność na wykładach	20 godz.
obecność na ćwiczeniach	15 godz.
obecność na laboratorium	12 godz.
konsultacje wykładowe i ćwiczeniowe	5 godz.

24. praca własna studenta –	48 godz., w tym
przygotowanie do wykładów	5 godz.
przygotowanie do ćwiczeń	15 godz.
przygotowanie do kolokwiów	16 godz.
przygotowanie do laboratorium	12 godz.

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,1 pkt. ECTS, co odpowiada 52 godz. kontaktowym.**



**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:** 1 pkt. ECTS, co odpowiada 12 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 12 godz. przygotowań do laboratorium.

### Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu

Zajęcia są prowadzone w formie: wykładów audytoryjnych, ćwiczeń mających częściowo charakter zajęć zintegrowanych oraz laboratoriów. Zakłada się wykorzystanie programów demonstracyjnych przygotowujących studentów do zajęć laboratoryjnych. Zajęcia zintegrowane mają za zadanie z jednej strony kształtowanie umiejętności obliczeniowych, z drugiej zaś zademonstrowanie ciekawych eksperymentów, które nie mogą znaleźć się na zajęciach laboratoryjnych. Do rozważenia są „godziny otwarte” w laboratoriach (praca własna studentów pod minimalną opieką pracowników lub doktorantów).

Organizacja: bloki wykładowe dwugodzinne (w pierwszej części semestru wykorzystywane w całości, następnie jako terminy na kolokwia poprawkowe); bloki laboratoryjne trzygodzinne (wykorzystywane w terminie L0 przez jedną, a w terminie L1 przez dwie godziny). Zalecaną organizację zajęć podano w tabeli poniżej (w tygodniowym planie zajęć wykład powinien poprzedzać ćwiczenia i laboratoria).

Tydzień zajęć	Wykład – kwant 2h	Ćwiczenia – kwant 1h	Laboratorium – kwant 3h
1	W-A1	C01	
2	W-A2	C02	
3	W-A3	C03	
4	W-A4	C03	
5	W-A5 (w tym kol. 1)	C05	L0
6	W-B1	C06	
7	W-B2	C07	L1
8	W-B3	C08 (w tym kol. 1)	
9	W-B4	C09	L2
10	W-B5 (w tym kol. 2)	C10	
11		C11	L3
12	Poprawa kol. wykl.	C12	
13		C13	L4
14		C14 (w tym kol. 2)	
15	Poprawa kol. ćwicz.	C15	

### Wiedza i umiejętności studenta przychodzącego na przedmiot

Wprawdzie przedmiot nie ma wymagań wstępnych, ale jako prowadzony na pierwszym semestrze studiów, a wymagający zaawansowanej wiedzy matematycznej, musi być ściśle skoordynowany z przedmiotami matematycznymi:

- różniczkowanie musi być omówione na ANLIT przed wykładem B3.

### Efekty uczenia się i formy ich weryfikacji:

efekty uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się	odniesienie do efektów uczenia się

student, który zaliczył przedmiot:			dla programu TL	dla programu IIR
<b>WIEDZA</b>				
W01: posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie podstawowych praw i twierdzeń teorii obwodów	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia wykładowe, laboratoria	K_W01, K_W05, K_W06	W03
W02: posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie podstawowych wielkości związanych z występującymi w obwodach przebiegami	Wykład, ćwiczenia	Kolokwia wykładowe i ćwiczeniowe, laboratoria	K_W01, K_W05, K_W06	W03
W03: ma podstawową wiedzę w zakresie zasad przeprowadzania i opracowywania wyników pomiarów	Wykład, laboratoria	Laboratoria, kolokwia wykładowe	K_W01, K_W07	W03
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
U01: potrafi sformułować równania oraz wyznaczyć i zmierzyć napięcia i prądy w prostym obwodzie liniowym prądu stałego w stanie ustalonym	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia ćwiczeniowe, laboratoria	K_U01, K_U02, K_U03, K_U05, KU_07, KU_11, KU_14, KU_17, KU_20, KU_21	U01 U03 U04 U15
U02: potrafi sformułować równania oraz wyznaczyć i zmierzyć napięcia i prądy w prostym obwodzie nieliniowym prądu stałego w stanie ustalonym	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia ćwiczeniowe, laboratoria	K_U01, K_U02, K_U03, K_U05, KU_07, KU_11, KU_14, KU_17, KU_20, KU_21	U01 U03 U04 U15
U03: potrafi dobrać prawidłową metodę analizy obwodu	Wykład, ćwiczenia	Kolokwia wykładowe i ćwiczeniowe	K_U01, K_U11, K_U20	U01 U03 U16
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
KS01: potrafi pracować indywidualnie i w małym zespole nad budową i pomiarami prostych obwodów	Laboratoria	Laboratoria	K_K01, K_K06	K01

## **Uwagi:**

### **Ogólne zasady zaliczania:**

- *Przedmiot zaliczany jest na podstawie:*
  - *dwóch kolokwiów ćwiczeniowych, ocenianych w skali 0÷8 pkt. (pierwsze kolokwium), i 0÷9 pkt. (drugie kolokwium),*
  - *czterech ćwiczeń laboratoryjnych, z których za pierwsze dostaje się 1 pkt za samą obecność, a trzy następne oceniane są w skali 0÷5 pkt. każde,*
  - *dwóch kolokwiów wykładowych, ocenianych w skali 0÷9 pkt. (pierwsze kolokwium), i 0÷8 pkt. (drugie kolokwium).*
- *Prowadzący ćwiczenia może, w przypadku wyróżniającej aktywności studenta, przyznać mu dodatkowe punkty (maks. 1).*
- *Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie łącznie co najmniej 25 pkt. Oceny wystawiane są według następującej skali:*

<i>poniżej 25</i>	<i>pkt - 2,0</i>
<i>25÷29</i>	<i>pkt - 3,0</i>
<i>30÷34</i>	<i>pkt - 3,5</i>
<i>35÷39</i>	<i>pkt - 4,0</i>
<i>40÷44</i>	<i>pkt - 4,5</i>
<i>co najmniej 45</i>	<i>pkt - 5,0</i>

### **Ćwiczenia i kolokwia ćwiczeniowe:**

- *Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa i kontrolowana przez prowadzącego.*
- *Dwie godziny ćwiczeń przeznaczone są na kolokwia. Terminy kolokwium są podane w harmonogramie zajęć przedmiotu i mogą być zmieniane tylko w wyjątkowych przypadkach*
- *Kolokwia polegają na rozwiązaniu jednego lub dwóch zadań. Liczba punktów możliwych do uzyskania za poszczególne zadania jest każdorazowo podana na arkuszu z zadaniami.*
- *Na kolokwiach nie można korzystać z żadnych materiałów pomocniczych (notatek, książek itp.). Dopuszczalne jest korzystanie z prostych (nie graficznych) kalkulatorów naukowych.*
- *Osoba nieobecna na kolokwium, a usprawiedliwiona ważnymi przyczynami (itp. chorobą), może w porozumieniu z prowadzącym ćwiczenia pisać kolokwium w dodatkowym terminie.*
- *W przypadku uzyskania niezadowalającego wyniku z kolokwium ćwiczeniowego student ma prawo przystąpić do kolokwium poprawkowego, zgodnie z regulaminem studiów.*

### **Zajęcia laboratoryjne:**

- *Harmonogram zajęć laboratoryjnych jest podany w harmonogramie zajęć przedmiotu.*
- *Wszelkie decyzje dotyczące realizacji laboratoriów podejmuje wykładowca, w porozumieniu z kierownikiem laboratorium.*

- *Laboratoria są odrabiane zasadniczo w zespołach dwuosobowych (chyba że grupa laboratoryjna ma nieparzystą liczbę osób).*
- *Każde laboratorium (oprócz pierwszego) rozpoczyna się kilkunastominutowym kolokwium wstępnym, sprawdzającym stopień przygotowania do ćwiczenia. Zakres tematyczny kolokwium wstępnego odpowiada tematowi laboratorium.*
- *Ocena z ćwiczenia laboratoryjnego (oprócz pierwszego) składa się z:*
  - *oceny z pracy domowej (0÷0,4 pkt.),*
  - *oceny z kolokwium wstępnego (0÷1 pkt.)*
  - *oceny ze sprawozdania i z wykonania ćwiczenia (0÷3,6 pkt.).*
- *W czasie odrabiania ćwiczenia laboratoryjnego studenci powinni sporządzać na bieżąco sprawozdanie z tego ćwiczenia i przekazać je prowadzącemu na zakończenie zajęć.*

#### **Kolokwia wykładowe:**

- *Kolokwium wykładowe polega na wypełnieniu testu wyboru zawierającego 8-9 pytań (około połowy pytań ma charakter teoretyczno-wykładowy, a około połowy ma charakter mikro- lub mini-zadań). Za każde pytanie testowe można uzyskać wyłącznie ocenę binarną: albo zero albo jeden punkt.*
- *Na kolokwiach wykładowych nie można korzystać z żadnych materiałów pomocniczych (notatek, książek itp.). Dopuszczalne jest korzystanie z prostych (nie graficznych) kalkulatorów naukowych (tzw. „z funkcjami”).*
- *W przypadku uzyskania niezadowolającego wyniku z kolokwium wykładowego student ma prawo przystąpić do kolokwium poprawkowego, zgodnie z regulaminem studiów.*
- *Student ma prawo, w terminie uzgodnionym z wykładowcą, uzyskać wgląd do swojej pracy i zapoznać się z punktacją szczegółową i z uwagami oceniającego.*

#### **Powtarzanie przedmiotu:**

- *Studenci, którzy nie zaliczyli w poprzednich semestrach przedmiotu i są zmuszeni odrabiać go ponownie, mogą zostać zwolnieni przez wykładowcę z odrabiania wszystkich lub niektórych ćwiczeń laboratoryjnych.*
- *Zwolnienie z ponownego odrabiania laboratorium mogą uzyskać tylko studenci, którzy odrabiali je w poprzednim semestrze i uzyskali łącznie nie mniej niż 8 pkt. W takiej sytuacji student może, według własnego uznania, wybrać jedną z następujących możliwości:*
  - *przepisać punkty z laboratorium uzyskane w poprzednim semestrze,*
  - *ponownie odrobić jedno ćwiczenie (to, z którego uprzednio otrzymał najmniejszą liczbę punktów) i przepisać oceny z pozostałych,*
  - *ponownie odrobić wszystkie ćwiczenia laboratoryjne.*
- *Student, który wybrał jeden z dwóch pierwszych wariantów, powinien w pierwszym lub drugim tygodniu semestru zgłosić się do wykładowcy.*
- *Studenci, którzy po raz kolejny powtarzają przedmiot i albo odrabiali laboratorium dawniej niż w poprzednim semestrze, albo nie zaliczyli laboratorium, muszą ponownie odrabiać całość laboratorium. W szczególnych przypadkach (np. laboratorium odrabiane nie dawniej niż dwa semestry temu i zaliczone na co najmniej 10 pkt.) indywidualne decyzje o zwolnieniu z całości lub części laboratoriów podejmuje wykładowca.*
- *W przypadku zwolnienia z części ćwiczeń laboratoryjnych, pozostałe ćwiczenia odrabia się w tym tygodniu, w którym są one realizowane wg ogólnego harmonogramu.*

- *Nie ma możliwości przepisania punktów z kolokwiów wykładowych ani ćwiczeniowych.*

**Autor:** dr hab. inż. Krzysztof Szczypiorski, prof. PW

**Podstawy Cyberbezpieczeństwa (PCYBER)  
Fundamentals of Cybersecurity**

**Poziom kształcenia:** I stopień

**Forma i tryb prowadzenia przedmiotu:** stacjonarna

**Kierunek studiów:** Telekomunikacja (TL)

**Specjalność:**

**Grupa przedmiotów:**

**Poziom przedmiotu:** podstawowy

**Status przedmiotu:** obowiązkowy

**Język przedmiotu:** polski

**Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych):** 5

**Minimalny numer semestru:** 5

**Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:** n/d

**Limit liczby studentów:** 120

**Powód zgłoszenia przedmiotu:** program studiów na kierunku Telekomunikacja (studia uruchomione w roku ak. 2019/2020) oraz przewidziany w nowym programie studiów Inżynieria Internetu Rzeczy

**Cel przedmiotu:**

Głównym celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z podstawami cyberbezpieczeństwa. W ramach przedmiotu omówione zostaną fundamentalne zagadnienia dotyczące bezpieczeństwa sieci, systemów i użytkowników wzajemnie na siebie oddziałujących w świecie cyfrowym. W ramach wprowadzonego kontekstu bezpieczeństwa cyberprzestrzeni przedstawione zostaną trzy istotne obszary: analiza, detekcja złośliwego oprogramowania (malware), testy penetracyjne oraz kryminalistyka cyfrowa (digital forensics).

Założeniem prowadzenia przedmiotu jest ukierunkowanie się na naukę praktyczną. Zajęcia wykładowe będą w większości poświęcone studiowaniu rzeczywistych sytuacji, w których realizują się omawiane zagadnienia. Zajęcia projektowe będą oparte o wykonywanie zadań inżynierskich w modelu projektowym (ang. *project-based learning*). Zadania te będą stanowiły etapy iteracyjnego modelu obrony przez identyfikację łańcucha zdarzeń w cyberprzestrzeni (ang. *Intrustion Kill Chain*): detekcji włamań, identyfikacji wskaźników zagrożeń, dobierania metod obrony do wykrytych zagrożeń, korelacji informacji o zagrożeniach w kierunku budowania bazy wiedzy o atakujących, ich metodach i środkach.

**Treść kształcenia:**

WYKŁADY:

**15. Bezpieczeństwo cyberprzestrzeni (6 godz.)**

Wprowadzenie do przedmiotu; Pojęcia podstawowe; Przegląd zagadnień w standardowych obszarach cyberbezpieczeństwa; Co to znaczy „zajmuję się cyberbezpieczeństwem?“, w kontekście: technicznym, naukowym, biznesowym, prawnym, ekonomicznym; Zarządzanie cyberbezpieczeństwem: Threat Intelligence, SOC/CERT/CSIRT, zarządzanie incydentami, metodyki modelowania ryzyka i oceny zagrożeń w cyberprzestrzeni; wprowadzenie do modelowania Intrusion Kill Chain; Przegląd mechanizmów bezpieczeństwa sieci, systemów i użytkowników;

#### **16. Malware (8 godz.)**

Wprowadzenie do systemów operacyjnych i systemów komputerowych; Podstawowe techniki przełamania zabezpieczeń systemów operacyjnych i systemów komputerowych; Przejmowanie kontroli i wykonywanie arbitralnego oprogramowania; Złośliwe oprogramowanie (malware): rodzaje, podstawowe pojęcia, architektura; Warsztat analityka malware; Wprowadzenie do klasycznych technik detekcji i analizy malware – metody statyczne i dynamiczne; Nowe techniki detekcji i analizy malware; Techniki unikania detekcji i utrudniania analizy malware; Sieci Malware, czyli botnety: podstawowe pojęcia, elementy, architektura; Analiza i detekcja botnetów (w kontekście analizy malware); Ukrywanie kanałów C&C; Trendy i case study: ransomware, IoT botnets, cryptojacking, steganografia, botnet-as-a-service;

#### **17. Testy penetracyjne (8 godz.)**

Podstawowe pojęcia: test penetracyjny, audyt bezpieczeństwa; Metodyki testów penetracyjnych; Etapy testu penetracyjnego, techniki i warsztat pentestera; Tworzenie raportu z pentestów; Red Teaming, Blue Teaming, Purple Teaming; Nowe metodyki modelowania i testowania bezpieczeństwa w kontekście Advanced Persistent Threats (APT); test penetracyjny jako element zarządzania cyberbezpieczeństwem; modelowanie Intrusion Kill Chain;

#### **18. Kryminalistyka cyfrowa (Digital Forensics) (8 godz.)**

Pojęcia podstawowe; Pozyskiwanie danych śledczych z urządzeń cyfrowych: metody, zabezpieczanie materiału dowodowego, praca z materiałem dowodowym, akwizycja danych; Pozyskiwanie danych śledczych jako strumieni komunikacji: kontekst sieci, systemów i użytkowników, przechwytywanie i analiza sieciowych strumieni komunikacji, przechwytywanie i analiza danych cyfrowych; techniki poszukiwań atakujących: biały wywiad, Dark Web, wywiad gospodarczy; Digital Forensics jako element zarządzania cyberbezpieczeństwem; Aspekty prawne dochodzenia śledczego z dowodami cyfrowymi; metody kryminalistyki cyfrowej w kontekście prywatnym, compliance, spory prywatne;

**ĆWICZENIA:**

*nie dotyczy*

**LABORATORIA:**

*nie dotyczy*

**PROJEKT:**

W ramach projektu zespół 3 osobowy będzie miał do wykonania kilka zadań takich jak:

- 1) Wykorzystanie wirtualnej sieci komputerowej do wykonania ćwiczeń związanych zapewnianiem bezpieczeństwa cyberprzestrzeni. Realizacja zadań będzie obejmowała monitorowanie sieci i systemów, implementację mechanizmów bezpieczeństwa sieci i systemów oraz modelowania i symulowania zagrożeń (w tym poprzez techniki testów penetracyjnych) w celu przetestowania wprowadzonych mechanizmów.
- 2) „*Studium przypadku na żywo*” podczas którego zespoły otrzymają zadanie do rozwiązania z zakresu zarządzania incydentami naruszeń bezpieczeństwa komputerowego. Zadanie to będzie zwieńczone prezentacją tworzoną w trakcie zajęć.
- 3) Krytyczny przegląd literatury naukowej, technicznej i biznesowej z zakresu zagadnień cyberbezpieczeństwa zwieńczony raportem.

#### ZAJĘCIA ZINTEGROWANE:

*nie dotyczy*

#### **Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:**

The main aim of the course is to introduce students with the basics of cybersecurity. The course will discuss fundamental issues related to the security of networks, systems and users that interact with each other in the digital world. As part of the introduced security context, cyberspace will show three important areas: analysis, detection of malware (malware), penetration testing and digital forensics.

The assumption of conducting the subject is to focus on practical learning. The lecture classes will mostly be devoted to studying real situations in which the discussed issues are realized. The project classes will be based on the performance of engineering tasks in the project model (project-based learning). These tasks will constitute the stages of the iterative defense model by identifying the chain of events in cyberspace (Intrusion Kill Chain): intrusion detection, identification of threat indicators, selection of defense methods to detected threats, correlation of information about threats towards building knowledge base about attackers, their methods and means.

#### **Egzamin: tak**

#### **Literatura i oprogramowanie:**

Materiały do zajęć – slajdy, opracowania, artykuły

#### Książki:

31. A. J. White, B. Clark: Blue Team Field Manual; 2017; CreateSpace Independent Publishing Platform; ISBN 978-1541016361
32. B. Clark: Red Team Field Manual; 2014; CreateSpace Independent Publishing Platform; ISBN 978-1494295509
33. A. Harper et al.: Gray Hat Hacking: The Ethical Hacker's Handbook, 5<sup>th</sup> Ed.; 2018; McGraw-Hill Education; ISBN 978-1260108415
34. J. Luttgens, M. Pepe, K. Mandia: Incident Response & Computer Forensics, 3<sup>rd</sup> Ed.; 2014; McGraw-Hill Education; ISBN 978-0071798686
35. SP 800-61: Computer Security Incident Handling Guide; Rev.2; 2012; US NIST



36. C. Hadnagy: Social Engineering: The Art of Human Hacking; John Wiley & Sons;  
1 edition (17 Dec. 2010), ISBN: 978-0470639535

**Oprogramowanie:**

- Systemy operacyjne Windows, Linux, macOS – wersje klienckie i serwerowe;
- Oprogramowanie open source i komercyjne do realizacji zadań praktycznych z zakresu przedmiotu:
  - o emulacji sieci i systemów;
  - o narzędzia do analizy, detekcji cyber zagrożeń;
  - o narzędzia do monitoringu systemów, sieci i użytkowników;
  - o narzędzia do wykonywania aktywnych testów bezpieczeństwa systemów, sieci i użytkowników;

**Wymiar godzinowy zajęć:**

W	C	L	P
30	–	–	30 (w semestrze)

**Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu**

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo,
- zajęcia projektowe; w ramach tych zajęć student, korzystając z oprogramowania i sprzętu będzie realizował wskazane zadania związane z monitorowaniem sieci i systemów oraz modelowaniem, symulowaniem i wykrywaniem zagrożeń za pomocą zaimplementowanych mechanizmów bezpieczeństwa.

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań projektowych – ocenę sprawozdań z realizacji projektu (poszczególnych etapów projektowych),
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym o charakterze problemowym (na egzaminie student może korzystać z dowolnych materiałów dydaktycznych oraz komputera) oraz – w przypadkach wątpliwości co do oceny – na egzaminie ustnym,

**Bilans nakładu pracy prowadzących zajęcia**

Nakład pracy prowadzących zajęcia projektowe związany jest przede wszystkim z recenzowaniem raportów przygotowanych przez studentów w ramach poszczególnych etapów projektu (liczba ogólnych i szczegółowych uwag przekazanych studentowi w ramach recenzji raportów sięga kilkudziesięciu) oraz prowadzeniem konsultacji.

Nakład pracy związany z oceną projektów pojedynczego zespołu (3 studentów) wynosi: 3 x 4 godz. = 12 godz.

Realizacja spotkań projektowych:

- wprowadzenie do zadań technicznych – przy założeniu podzieleniu 120 studentów na 4 spotkania (po 30 osób), zakładając minimum 2 spotkania: 2 x 4 x 2 godz. = 16 godz. (minimum)
- *studium przypadku na żywo* – przy założeniu podzieleniu 120 studentów na 4 spotkania (po 30 osób), 4 x 2 godz. = 8 godz.

**Wymiar w jednostkach ECTS:** 4 pkt.

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):**

25. liczba godzin kontaktowych – **45 godz.**, w tym

- obecność na wykładach: **30 godz.**,
- obecność na zajęciach projektowych: **6 godz.**,
- udział w konsultacjach związanych z realizacją projektu: **6 godz.**
- obecność na egzaminie: **3 godz.** (pomijamy ew. egzamin ustny)

26. praca własna studenta – **55 godz.**, w tym

- analiza literatury i materiałów wykładowych związana z przygotowaniem do kolejnych wykładów i realizacji projektu: **15 godz.**
- realizacja projektu: **30 godz.**
- przygotowanie do egzaminu: **10 godz.**

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.**

W ramach tak określonego nakładu pracy studenta nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym (projekty) wynosi  $6 + 55 = 63$  godz.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:** 1,8 pkt. ECTS, co odpowiada 45 godz. kontaktowym.

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:** 1,2 pkt. ECTS (co odpowiada 30 godz. realizacji projektu)

**Efekty uczenia się**

efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu TL	odniesienie do efektów uczenia się dla programu IIR
<b>WIEDZA</b>				
W1: ma wiedzę dotyczącą fundamentalnych pojęć z zakresu cyberbezpieczeństwa	wykład + projekt	projekt, egzamin	K_W08, K_W14	W08 W10
W2: ma wiedzę z zakresu mechanizmów stosowanych w złośliwym oprogramowaniu i sieciach botnet	wykład + projekt	projekt, zadanie 1; egzamin	K_W08	W08
W3: ma podstawową wiedzę z zakresu testów penetracyjnych	wykład + projekt	projekt, zadanie 1; egzamin	K_W08	W08
W4: ma wiedzę z zakresu pozyskiwania, zabezpieczenia i analizowania cyfrowego materiału dowodowego	wykład + projekt	projekt, zadanie 1; egzamin	K_W08	W08
W5: ma wiedzę metodyki procesu zarządzania incydentami	wykład + projekt	projekt, zadanie 1, 2; egzamin	K_W08	W08
W6: ma podstawową wiedzę z zakresu modelowania zagrożeń	wykład + projekt	projekt, zadanie 1, 2; egzamin	K_W08	W08 W13
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
U1: potrafi stosować podstawowe metody zbierania próbek złośliwego oprogramowania	wykład + projekt	projekt, zadanie 1	K_U01	U03
U2: potrafi stosować podstawowe metody analizy i złośliwego oprogramowania	wykład + projekt	projekt, zadanie 1	K_U03	U03

Załącznik nr 4 do załącznika do uchwały nr 469/XLIX/ 2020 Senatu PW  
z dnia 26 lutego 2020 r.

U3: potrafi przeprowadzić podstawowy test penetracyjny zgodnie z przyjętą metodyką	wykład + projekt	projekt, zadanie 1	K_U01, KU_02	U03
U4: potrafi zastosować podstawowe metody analizy cyfrowego materiału dowodowego zgodnie z procedurami	wykład + projekt	projekt, zadanie 1	K_U06	U02 U10
U5: potrafi modelować zagrożenia zgodnie z metodyką Intrusion Kill Chain	wykład + projekt	projekt, zadanie 1, 2	K_U06	U04
U6: potrafi stosować metodykę procesu zarządzania incydentami	wykład + projekt	projekt, zadanie 1, 2	K_U06	U03
U7: potrafi w podstawowym zakresie definiować i implementować procesy zarządzania incydentami naruszeń bezpieczeństwa sieci, systemów i użytkowników	wykład + projekt	projekt, zadanie 1, 2	K_U06	U05
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS1: ma świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem, także pozazawodowym, w sposób zrozumiały dla odbiorcy	wykład + projekt	projekt	K_K02	K05

## Zespół Autorski:

dr inż. Michał Marzęcki  
dr inż. Piotr Pałka  
mgr inż. Andrzej Manujło  
dr inż. Konrad Markowski

## Moduły i systemy Internetu Rzeczy (P1)

### Devices and systems for IoT

Kod przedmiotu (USOS)<sup>††††</sup>: .....  
Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)<sup>††††</sup>: .....

<b>Poziom kształcenia:</b>	<i>studia pierwszego stopnia</i>
<b>Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:</b>	<i>studia stacjonarne</i>
<b>Kierunek studiów:</b>	<i>Inżynieria Internetu Rzeczy</i>
<b>Profil studiów:</b>	<i>Ogólnoakademicki</i>
<b>Specjalność:</b>	
<b>Jednostka prowadząca:</b>	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
<b>Jednostka realizująca:</b>	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
<b>Koordynator przedmiotu:</b>	<i>dr inż. Michał Marzęcki</i>
<b>Poziom przedmiotu:</b>	<i>podstawowy</i>
<b>Status przedmiotu:</b>	<i>Obowiązkowy</i>
<b>Język prowadzenia zajęć:</b>	<i>Polski</i>
<b>Semestr nominalny:</b>	<i>1</i>
<b>Minimalny numer semestru:</b>	<i>nie dotyczy</i>
<b>Wymagania wstępne/zalecane</b>	
<b>przedmioty poprzedzające:</b>	<i>Brak</i>
<b>Dyskonta:</b>	<i>Brak</i>
<b>Limit liczby studentów:</b>	<i>30</i>

### Powód zgłoszenia przedmiotu:

*Przedmiot dla nowego kierunku studiów Inżynieria Internetu Rzeczy*

---

<sup>††††</sup> Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiTI

<sup>††††</sup> W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiTI, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

### **Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest wprowadzenie i zapoznanie studentów z koncepcją nauczania projektowego oraz wprowadzenie ich w problemy praktyczne i rozwiązania wykorzystywane w koncepcji Internetu Rzeczy.

### **Skrócony opis przedmiotu:**

Przedmiot, podzielony na dwa etapy, jest wprowadzeniem do projektowania urządzeń, komponentów i systemów dla Internetu Rzeczy. W pierwszym etapie zajęć studenci zdobywają wiedzę, kompetencje społeczne i umiejętności związane z pracą zespołową, jak również prowadzeniem projektów inżynierskich. Nabyte na tym etapie kwalifikacje będą wykorzystywane w ciągu dalszego toku studiów. Na podstawie uzyskanych doświadczeń, w kolejnej części kursu studenci bazując na gotowych modułach realizują projekt budowy w pełni funkcjonalnego urządzenia lub systemu dla Internetu Rzeczy. Wykonanie takiego urządzenia lub systemu będzie wymagało od uczestników wykorzystania nabytej w trakcie kursu praktycznej wiedzy i umiejętności dotyczących podstawowych elementów i systemów elektronicznych, jak również narzędzi informatycznych.

### **Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:**

The course, divided into two stages, is an introduction to device, component and system design for Internet of Things. In the first stage students will gain knowledge, social and engineering skills necessary for conducting engineering projects. Qualifications acquired during the first stage will be then utilized by them through further course of study. Based on their gained experience, in the second stage, students will carry out an engineering task for building fully functional Internet of Things device or system, using ready-made modules. Successful project completion will require utilization of skills and practical knowledge acquired during the course about electronic systems and elements, as well as IT tools.

### **Treści kształcenia:**

W pierwszych czterech tygodniach zajęć (W1-W4), studenci uczestniczą w serii warsztatów. Celem tych warsztatów będzie przekazanie im wiedzy z zakresu wykonywania grupowych projektów inżynierskich bazując na metodach Problem Based Learning (PBL) oraz Design Thinking Double Diamond. Treść zajęć w szczególności dotyczą zarządzania zespołem, organizacja pracy zespołu, budowy zespołu, podstawy wykonywania analizy źródeł oraz wybranych metod dokonywania kreacji rozwiązań. W trakcie warsztatów studenci mają za zadanie przygotować i przetestować rozwiązania niedookreślonego problemu w kreatywny sposób. Zapoznanie studentów z elementami metodyki PBL oraz Design Thinking Double Diamond ma dać im narzędzia do rozpoznawania potrzeb użytkownika, przygotowywania prezentacji, definiowania problemu, szybkiego budowania prototypów, testowania, wyciągania wniosków i kreacji potencjalnych kierunków udoskonaleń. Cały opisany proces to uczenie przez doświadczenie, zatem metody warsztatowe przyczynią się do zdobycia nowych i pogłębiania już posiadanych umiejętności/kompetencji technicznych, jak również społecznych.

W kolejnych tygodniach (W5-W15), studenci realizują projekt, którego celem jest rozwiązanie jednego z praktycznych problemów postawionych przez prowadzącego. Stawiane problemy z definicji posiadać mają wiele potencjalnych rozwiązań. Zadaniem studentów jest opracowanie własnego oryginalnego rozwiązania bazującego na technologiach Internetu Rzeczy. Projekt rozpoczyna się od przeglądu literatury, dyskusji, generacji pomysłów

i wywiadu wśród potencjalnych użytkowników. Następnie studenci definiują wybrane przez siebie rozwiązania uwzględniając możliwości techniczne, koszty, atrakcyjność rozwiązania oraz jego funkcjonalność. W połowie projektu grupy projektowe przedstawiają swoje najciekawsze pomysły w formie prezentacji. Kolejnym krokiem jest faza rozwojowa, w której studenci testują i analizują swoje pomysły pod kątem potencjalnych użytkowników. W fazie tej powstaje profil potencjalnego użytkownika oraz pierwszy prototyp rozwiązania. W kolejnym etapie, uczestnicy kursu skupiają się na testowaniu i ewaluacji rozwiązania w celu osiągnięcia maksymalnej użyteczności i eliminacji błędów technicznych, jak również przygotowaniu ostatecznej wersji rozwiązania, wraz z dokumentacją. Na ostatnich zajęciach studenci prezentują swoje rozwiązanie wraz z finalną wersją prototypu. W trakcie realizacji projektu studenci zdobędą podstawową wiedzę i umiejętności (techniczne oraz poza techniczne) umożliwiające budowę prostych urządzeń i systemów Internetu Rzeczy. Realizacja projektu wymaga od studentów zapoznania się między innymi z takimi zagadnieniami jak:

- Podstawowe elementy i moduły elektroniczne,
- Programowalne platformy IoT,
- Budowa i działanie czujników pomiarowych,
- Źródła zasilania,
- Programowanie,
- Komunikacja przewodowa i bezprzewodowa
- Przetwarzanie danych,
- Testowanie urządzeń,
- Tworzenie dokumentacji projektowej,
- Prezentowanie wyników pracy.

Przykładowe tematy projektów:

- Kolejka do dziekanatu: można ten problem rozwiązać na wiele sposobów, zależnie od tego na co zwrócił uwagę użytkownik, z którym przeprowadzony został wywiad. Przykładowe rozwiązania: system numerków, gra zajmująca czas, system informujący o długości kolejki z odpowiednimi czujnikami...),
- Oszczędność energii w biurze: np. wykrywanie użytkownika i wyłączenie oświetlenia, gdy go nie ma, sterownie ogrzewaniem, klimatyzacją i otwieraniem okien, wizualizacja zużycia energii.

Warsztaty - zajęcia zintegrowane:

W trakcie realizacji projektów prowadzone będą również zajęcia warsztatowe, na których prowadzący projekty będą przedstawiać studentom zagadnienia przydatne do realizacji projektów. Zajęcia te będą miały formę interaktywną i za każdym razem będą połączone z warsztatami pozwalającymi studentom na bezpośrednie zapoznanie się z odpowiednimi przykładami i realizacjami sprzętowymi danego zagadnienia.

Warsztaty będą obejmować takie zagadnienia jak:

- *Platforma Processing (MIT),*
- *Design Thinking by Google CSI:Lab,*
- *Wprowadzenie do Internetu Rzeczy,*
- *Moduły i platformy dla IoT,*
- *Możliwości platformy Arduino,*
- *Oprogramowanie inżynierskie do pracy grupowej,*
- *Metody zasilania układów IoT,*
- *Montaż układów elektronicznych (PCB, lutowanie),*

- *Komunikacja przewodowa i bezprzewodowa,*
- *Narzędzia do tworzenia dokumentacji.*

**Egzamin:** *tak*

### **Literatura i oprogramowanie:**

Ze względu na specyfikę zajęć oraz wyjątkowo nową tematykę nie możliwe jest podanie tradycyjnej literatury przedmiotu. Głównym źródłem wiedzy i informacji będą w tym przypadku opisy i analizy dostarczane przez producentów sprzętu i oprogramowania, czasopisma i źródła Internetowe. Z tego powodu spis literatury będzie przekazywana studentom na początku każdego semestru i będzie dostosowana do wybranej tematyki projektowej i aktualnego stanu wiedzy.

Przykładowa literatura przedmiotu dla projektu opartego na platformie Arduino:

1. Casey Reas, Ben Fry, Processing, MIT Press, 2014;
2. Beverly Rudkin Ingle, Design thinking dla przedsiębiorców i małych firm. Potęga myślenia projektowego w codziennej pracy, Helion, 2015;
3. Jeremy Blum, Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry, Wiley, 2013;
4. Simon Monk, Arduino dla początkujących. Podstawy i szkice, Helion, 2018.
5. Stephen Prata, Język C. Szkoła Programowania, Helion, 2016.

W ramach zajęć studenci będą wykorzystywali oprogramowanie inżynierskie do: tworzenia aplikacji (np. Visual Studio, Eclipse), projektowania obwodów drukowanych (np. Altium Designer, Eagle), programowania układów wbudowanych (np. ARM Keil/MDK, Arduino IDE), projektowania elementów mechanicznych (np. AutoCAD) i inne programy wspomagające takie jak programy do przechowywania danych w chmurze (np. Dropbox), kontroli wersji (np. GitHub), czy zarządzania projektami (np. Trello, Microsoft Project).

**Wymiar godzinowy zajęć:** *(Należy podać liczbę godzin w semestrze)*

<b>Formy prowadzonych zajęć</b>	<b>Wymiar godzinowy zajęć</b>
<i>Wykład</i>	-
<i>Ćwiczenia audytoryjne</i>	-
<i>Zajęcia Projektowe</i>	- 30
<i>Laboratoria</i>	-
<i>Zajęcia komputerowe</i>	-
<i>Seminaria</i>	-
<i>Lektoraty</i>	-
<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	- 98
<i>Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość</i>	-

## Organizacja zajęć:

Zajęcia prowadzone są w formie warsztatów oraz projektów. Z założenia studenci pracują w kilkuosobowych grupach. W pierwszych 4 tygodniach zajęcia ze względu na swój charakter odbywają się w odrobinę innej formie niż w pozostałej części semestru.

### I. pierwsze 4 tygodnie zajęć

Warsztaty – zajęcia zintegrowane odbywają się w każdym tygodniu w dwóch blokach.

- w pierwszym 6-godz. bloku (na początku tygodnia) odbywać się będą zajęcia w formie warsztatów związane z budową zespołów, wprowadzeniem studentów do realizacji projektu metodą PBL Double Diamond (redefinicja, synteza, ideacja, prototypowanie i testowanie) i wprowadzające ich do wykonania krótkich misji; misje będą realizowane w ciągu tygodnia;
- w drugim 2-godz. bloku (pod koniec tygodnia) studenci oddają wyniki bieżącej misji, dyskutują z opiekunem napotkanie trudności, dokonują razem refleksji na temat wykonanej pracy.

W międzyczasie (w każdym tygodniu) studenci

- uczestniczą w obowiązkowych 2-godz. konsultacjach, których celem jest przedyskutowanie z opiekunem bieżących problemów, identyfikacja potrzebnej do uzupełnienia wiedzy potrzebnej do wykonania misji.
- realizują projekty w otwartych laboratoriach, korzystając – jeśli jest taka potrzeba – z dodatkowych konsultacji osób prowadzących zajęcia
- 

### II. kolejne tygodnie zajęć

Organizacja zajęć jest podobna jak w pierwszych 4 tygodniach, z tym, że blok zajęć zintegrowanych na początku tygodnia ma wymiar 4 godzin.

Wszystkie zajęcia w ramach przedmiotu odbywać się będą w specjalnie stworzonej przestrzeni o charakterze laboratoryjno/warsztatowym (Laboratorium IoT). Pomieszczenie wyposażone będzie w składane stoły i krzesła zapewniające stanowiska robocze do pracy grupowej dla co najmniej sześciu 5 osobowych zespołów. W pomieszczeniu znajdować się będą stanowiska komputerowe, montażowe. Ponadto, powinna znajdować się tam infrastruktura do przechowywania materiałów i projektów studenckich. Stanowiska do montażu wyposażone będą w stacje lutownicze, zasilacze, oscyloskopy, mierniki elektryczne a także w zapas drobnych elementów elektronicznych (elementy bierne, moduły do prototypowania, układy scalone, przewody złącza itp.). Na stanowiskach komputerowych zainstalowane będzie niezbędne oprogramowanie inżynierskie do: tworzenia aplikacji (Processing), projektowania obwodów drukowanych (np. Altium Designer), programowania układów wbudowanych (np. Arduino IDE, uPython, ARM Keil/MDK), projektowania elementów mechanicznych (np. AutoCAD) i inne programy wspomagające takie jak programy do przechowywania danych w chmurze, kontroli wersji, czy zarządzania projektami.

Poza obowiązkowymi zajęciami studenci mają wolny dostęp do „Laboratorium IoT” lub pokoju pracy zespołowej.



Prowadzeniem zajęć będzie zajmował się zespół pracowników wydziału WEiTl, mających doświadczenie w prowadzeniu zajęć, laboratoryjnych oraz warsztatowych z zakresu Internetu Rzeczy, metodologii nauczania PBL oraz budowaniu prostych układów pomiarowych opartych na platformach Arduino lub innych układach mikroprocesorowych.

Wstępna lista obejmuje następujące osoby:

dr inż. Michał Marzęcki, dr inż. Konrad Markowski, mgr inż. Andrzej Manujło, dr inż. Piotr Pałka

**Wymiar w jednostkach ECTS:** 10

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):**

1. liczba godzin kontaktowych – 147 godz., w tym  
obecność na zajęciach zintegrowanych – 98 godz.  
obecność na zajęciach projektowych (obowiązkowe konsultacje) – 30 godz.  
konsultacje w laboratorium otwartym – 15 godz.  
obecność na egzaminie – 4 godz.
2. praca własna studenta – 120 godz., w tym  
przygotowanie do zajęć zintegrowanych i konsultacji – 60 godz.  
praca w laboratorium otwartym – 45 godz.  
przygotowanie do egzaminu – 15 godz.

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 267 godz. co odpowiada 10 pkt. ECTS.**

*UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada w tym przypadku 26,8 godz. pracy studenta, a więc mieści się w dozwolonym przedziale. Oczywiście liczba godzin 134 mieści się również w przedziale dozwolonym dla 5 pkt. ECTS.*

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:** 5,5 pkt. ECTS, co odpowiada 147 godz. kontaktowym.

*UWAGA: można to obliczyć na dwa oczywiście równoważne sposoby – albo  $64:26,8$  - albo  $(64:134) \times 5$ .*

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:** 9,44 pkt. ECTS, co odpowiada 132 godz. zajęć wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich (zgodnie z przyjętym założeniem) plus 120 godz. pracy własnej studenta.

*UWAGA: sposób obliczenia jak wyżej –  $45:26,8$  lub  $(45:134) \times 5$ .*

**Wymagania wstępne:**

*brak*

**Efekty uczenia się:**

<b>sym bol efektu uczenia się</b>	<b>opis efektu uczenia się</b>	<b>forma zajęć/ technika kształcenia</b>	<b>sposób weryfikacji (oceny) §§§§§</b>	<b>odniesienie do efektów uczenia się dla programu</b>
<b>WIEDZA</b>				
w01	ma podstawową wiedzę na temat praktycznego wykorzystania praw i zjawisk występujących w układach elektronicznych, zna typowe źródła napięcia i prądu stosowane w układach elektronicznych i potrafi wymienić ich parametry,	<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane , projekt</i>	<i>egzamin ustny, weryfikacja podczas konsultacji, wykonania projektu</i>	W03
w02	Ma podstawową wiedzę odnośnie podstawowych elementów oraz układów elektronicznych, na temat czujników i elementów wykonawczych oraz interfejsów łączących je z innymi układami elektronicznymi	<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane , projekt</i>	<i>egzamin ustny, weryfikacja podczas konsultacji, wykonania projektu</i>	W03 W05
w03	Ma podstawową wiedzę na temat powszechnych platform do szybkiego prototypowania urządzeń i aplikacji, zna podstawowe narzędzia programistyczne i projektowe	<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane , projekt</i>	<i>egzamin ustny, weryfikacja podczas konsultacji</i>	W06
w04	Ma podstawową wiedzę na temat zwinnego zarządzania projektami, zna etapy procesu projektowego Design Thinking i Double Diamond	<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane , projekt</i>	<i>egzamin ustny, weryfikacja podczas wykonania projektu</i>	W10
w05	Ma podstawową, praktyczną wiedzę na temat pracy zespołowej, zarządzanie zespołem, barier komunikacyjnych i narzędzi wspierających pracę zespołową	<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane , projekt</i>	<i>egzamin ustny, weryfikacja podczas wykonania projektu</i>	W10, W12

§§§§§ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

<b>symbol efektu uczenia się</b>	<b>opis efektu uczenia się</b>	<b>forma zajęć/ technika kształcenia</b>	<b>sposób weryfikacji (oceny) *****</b>	<b>odniesienie do efektów uczenia się dla programu</b>
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
<i>u01</i>	Potrafi pozyskiwać uzupełniające informacje dotyczące modułów i systemów IoT z literatury, baz danych i innych źródeł; dokonywać ich selekcji, interpretacji i krytycznej oceny, integrować uzyskane informacje, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane, projekt</i>	<i>wykonanie projektu</i>	<i>U01, U02</i>
<i>u02</i>	potrafi współpracować ze potencjalnymi użytkownikami projektowanego rozwiązania, w szczególności w zakresie identyfikowania i realizowania ich potrzeb i wymagań, zgodnie z koncepcją Design Thinking	<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane, projekt</i>	<i>wykonanie projektu</i>	<i>U06</i>
<i>u03</i>	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, dokonać pomiaru podstawowych wielkości elektrycznych, wykorzystać gotowe moduły zasilania oraz oszacować zapotrzebowanie energetyczne konstruowanych urządzeń, tworzyć schematy blokowe i ideowe urządzeń, zbudować proste układy elektroniczne przy pomocy gotowych elementów (diody, wyświetlacze, czujniki, przyciski, platformy jeżdżące, moduły mikroprocesorowe)	<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane, projekt</i>	<i>wykonanie projektu</i>	<i>U03</i>
<i>u04</i>	potrafi – przy rozwiązywaniu zadania inżynierskiego – stosować efektywne metody projektowania, obejmujące szybkie prototypowanie	<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane, projekt</i>	<i>wykonanie projektu</i>	<i>U07</i>
<i>u05</i>	potrafi – przy rozwiązywaniu zadania inżynierskiego związanego z tworzeniem prostych systemów Internetu Rzeczy – wykorzystać informacje pochodzące z różnych źródeł do określenia możliwości wykorzystywania w tym celu gotowych rozwiązań, potrafi czytać dokumentację techniczną elementów i układów elektronicznych, wybrać i wykorzystać do konkretnych zastosowań odpowiednie czujniki i elementy wykonawcze	<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane, projekt</i>	<i>wykonanie projektu</i>	<i>U08</i>
<i>u06</i>	potrafi zaprojektować, zrealizować (przynajmniej częściowo), uruchomić, przetestować i ocenić – ze względu na właściwie dobrany zestaw kryteriów, uwzględniający także aspekty pozatechniczne – proste systemy wbudowane przy pomocy oprogramowania sprzętowego dostarczonego przez producenta oraz modyfikować je na własne potrzeby, potrafi zapisywać dane do	<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane, projekt</i>	<i>wykonanie projektu</i>	<i>U09, U10</i>

\*\*\*\*\* Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

	chmury z użyciem gotowych rozwiązań, potrafi przygotować oprogramowanie wizualizujące wyniki pomiarów na ekranie komputera			
u07	potrafi pracować indywidualnie i w zespole, także w zespole interdyscyplinarnym; potrafi opracować i zrealizować harmonogram prac zapewniający dotrzymanie terminów	Warsztaty – zajęcia zintegrowane, projekt	wykonanie projektu	U14
u08	potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego, przygotować tekst zawierający m.in. omówienie uzyskanych wyników oraz przedstawić prezentację i uczestniczyć w dyskusji na ten temat, rzetelnie przedstawiając zalety i słabe strony proponowanego rozwiązania	Warsztaty – zajęcia zintegrowane, projekt	wykonanie projektu	U15, U16
u09	ma umiejętność samokształcenia się	Warsztaty – zajęcia zintegrowane, projekt	wykonanie projektu	U18

sym bol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) †††††	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
	student, który zaliczył przedmiot:			
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
k01	rozumie potrzebę stałego aktualizowania i wzbogacania posiadanej wiedzy	Zajęcia zintegrowane, projekt	wykonanie projektu	K01
k02	ma świadomość istotności i zrozumienie ekonomicznych, społecznych i innych pozatechnicznych aspektów, skutków i efektów działalności inżyniera oraz związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje i realizowane zadania	Zajęcia zintegrowane, projekt	wykonanie projektu	K02
k03	jest gotów do podejmowania decyzji projektowych, przyjmowania odpowiedzialności za skutki tych decyzji i podejmowanych działań	Zajęcia zintegrowane, projekt	wykonanie projektu	K02

††††† Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

**Zespół Autorski:**

*Mgr inż. Henryk A. Kowalski*  
*Mgr inż. Krzysztof Chabko*  
*Mgr inż. Krzysztof Gracki*  
*Mgr inż. Grzegorz Mazur*  
*Mgr inż. Julian Myrcha*  
*Mgr inż. Zbigniew Szymański*  
*Mgr inż. Paweł Radziszewski*

**Systemy wbudowane i oprogramowanie (P2)**  
**Embedded Systems and Programs**

Kod przedmiotu (USOS)†††††: .....  
Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)§§§§§: .....

**Poziom kształcenia:** *studia pierwszego stopnia*  
**Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:** *studia stacjonarne*  
**Kierunek studiów:** *Inżynieria Internetu Rzeczy*  
**Profil studiów:** *Ogólnoakademicki*  
**Specjalność:**  
**Jednostka prowadząca:** *Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych*  
**Jednostka realizująca:** *Instytut Informatyki*  
**Koordynator przedmiotu:** *Henryk A. Kowalski*  
**Poziom przedmiotu:** *podstawowy/średnio-zaawansowany/zaawansowany*  
**Status przedmiotu:** *Obowiązkowy*  
**Język prowadzenia zajęć:** *Polski*  
**Semestr nominalny:** *2*  
**Minimalny numer semestru:** *nie dotyczy*  
**Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:** *E1: Podstawy elektroniki i pomiarów I  
IT1: Podstawy Programowania*  
**Dyskonta:** *-*  
**Limit liczby studentów:** *30*

**Powód zgłoszenia przedmiotu:**

*Przedmiot dla nowego kierunku studiów Inżynieria Internetu Rzeczy*

**Cel przedmiotu:** *(max 256 znaków)*

Celem przedmiotu jest zdobycie przez studenta umiejętności i wiedzy z zakresu systemów sprzętowych, programowych, komunikacyjnych i obliczeniowych do tworzenia urządzeń

---

††††† Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiTI

§§§§§ W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiTI, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

dla Internetu Rzeczy. Projekt umożliwi zaprojektowanie i wykonanie rozwiązania pracującego w czasie rzeczywistym.

**Skrócony opis przedmiotu (max 1000 znaków):**

Przedmiot stanowi wprowadzenie do tworzenia systemów wbudowanych dla Internetu Rzeczy. Pozwala on na zapoznanie się i praktyczne wykorzystanie systemów sprzętowych, programowych, komunikacyjnych i obliczeniowych do tworzenia elementów składowych dla Internetu Rzeczy. Główny nacisk jest położony na zapoznanie się i konstruowanie systemów wbudowanych wraz z programowaniem systemów mikroprocesorowych z użyciem języka C. Rezultatem końcowym jest opracowanie i uruchomienie, w trakcie projektu, kompletnego rozwiązania pracującego w czasie rzeczywistym.

**Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):**

The course is an introduction to creating embedded systems for the Internet of Things. It allows students to learn about and practical use of hardware, software, communication and computing systems to create components for the Internet of Things. The main emphasis is on familiarizing with and designing embedded systems along with programming microprocessor systems using the C language. The end result is the development and commissioning, during the project, of a complete solution working in real time.

**Treści kształcenia:**

Zasadniczą formą zajęć są zintegrowane warsztaty oraz zajęcia projektowe. Początkowe zajęcia przedmiotu są zorganizowane w postaci warsztatów zintegrowanych (bloków tematycznych). Warsztaty wstępne są prowadzone interakcyjnie, co umożliwia zdobycie przez studentów wiedzy w zakresie zagadnień systemów wbudowanych oraz ułatwia pracę praktyczną. Zadania realizowane poprzez misje są mini-projektami PBL. Oznacza to samodzielną pracę studentów w zespołach, na bazie pozyskanej wiedzy i praktyki na warsztatach wstępnych. Mają oni zrobić rozpoznanie literaturowe, opracować propozycje rozwiązań, sprawozdać to na konsultacjach, być może przetestować rozwiązania w laboratorium itd. Na warsztatach końcowych studenci realizują opracowane rozwiązanie z rozszerzeniem zagadnień wokół tematu bloku. Zajęcia te przygotowują oraz pomagają w realizacji głównego projektu semestralnego.

Projekt dotyczy zaprojektowania, zbudowania i przetestowania rozwiązania bazującego na systemie mikroprocesorowym (z wykorzystaniem dostępnych gotowych platform). W ramach projektu uwzględniane są następujące zagadnienia: programowanie w języku strukturalnym C, w tym przetwarzanie danych, systemy czasu rzeczywistego, implementacja prostych algorytmów i rozwiązań statystycznych, architektura mikrokontrolerów, interfejsy wejścia/wyjścia mikrokontrolerów, proste systemy cyfrowe i logiczne, przetworniki A/C, C/A, czujniki i akulatory, interfejs tekstowy i graficzny, dokumentacja układów elektronicznych i protokół laboratoryjny.

Zakres tematyczny bloków tematycznych jest tak pomyślany, aby studenci zapoznali się z zestawami sprzętowymi dla Internetu Rzeczy, z oprogramowaniem narzędziowym, systemem operacyjnym Linux i systemem operacyjnym czasu rzeczywistego oraz z cyfrową komunikacją szeregową.

Opis realizacji warsztatów jest przedstawiony z zastosowaniem układów i środowiska programowego platformy SimpleLink firmy Texas Instruments oraz komputera

jednopłytkowego Raspberry Pi. Są to wiodące rozwiązania dające pełny i stosunkowo łatwy wgląd praktyczny w zagadnienia w dziedzinie Internetu Rzeczy.

Dziedzina Internetu Rzeczy rozwija się jednak szybko i program warsztatów będzie modyfikowany na bieżąco. Dotyczy to także zastosowania rozwiązań innych producentów jak, np.: Nordic Semiconductor, ST Microelectronics i Silicon Laboratories.

## **W1 Środowiska programistyczne oraz debugowej i programowanie w języku C**

**Warsztaty wstępne:** Pierwszy program i jego debugowanie

Budowanie zespołu.

Witryna TI Resource Explorer (TIREX) jako narzędzie internetowe (z wykorzystaniem chmury obliczeniowej) do grupowania i udostępniania dokumentacji, oprogramowania, warsztatów i prezentacji wideo dla układów scalonych rodziny Simple Link CC13xx CC26xx firmy Texas Instruments.

Pakiet programowy SimpleLink CC13x2 and CC26x2 software development kit (SDK).

Pakiet SimpleLink Academy zawierający ćwiczenia praktyczne.

Zestaw startowy CC1352R1 LaunchPad, zestaw czujnikowy CC1352R1 SensorTag LaunchPad.

Zintegrowane środowisko programistyczne Code Composer Studio (CCS).

Przykładowy projekt *empty* migania diodą LED na zestawie startowym ([odnośnik](#)).

Uruchomienie programu CCS, importowanie/tworzenie projektu, konfigurowanie środowiska, konfiguracje budowania, budowanie projektu, definiowanie konfiguracji sprzętowej, debugger sprzętowy XDS110, programowanie układu scalonego procesora.

Debugowanie wykonania kodu: disasemblowanie kodu, analiza kodu, pułapki programowe i sprzętowe, stos programowy, restart wykonania, ponowne ładowanie kodu/symboli, inicjalizacja wyprowadzeń GPIO, podgląd zawartości rejestrów i pamięci, licznik profilowania.

### **Misja:**

Zrób to samo z użyciem zestawu czujnikowego, np. CC1352R1 SensorTag LaunchPad. Wyprowadź dane na konsolę znakową.

### **Konsultacje:**

Przedstawienie i przedyskutowanie zaproponowanych rozwiązań, omówienie problemów, wskazanie możliwości uzyskania pomocy (np. osób, modułów, aparatury, itd.).

### **Rozwiązanie (przykład):**

Zastosuj debugger XDS110 zestawu startowego CC1352R1 LaunchPad do zaprogramowania zestawu czujnikowego CC1352R1 SensorTag LaunchPad.

**Warsztaty końcowe:** Modyfikacje i próby

Dołączanie programu terminala ASCII do portu UART, debugowanie wydrukami z funkcją *printf*.

Modyfikacje przykładowego projektu *empty* do pracy na zestawie czujnikowym CC1352R1 SensorTag LaunchPad.

Dodawanie drajwera do projektu, zastosowanie funkcji *Display\_printf*, stosowanie okna *Terminal* środowiska CCS, zastosowanie funkcji *System\_printf*, zastosowanie funkcji *printf* do wyprowadzania tekstu na port UART. Analiza sekwencji bootowania zestawu czujnikowego.

Krytyczna dyskusja pomiędzy zespołami, relacja z napotkanymi trudnościami, „czego się nauczyliśmy?”, „co można było zrobić lepiej”, itp.

### **Raport:**

W trakcie warsztatów i pracy własnej studentów zespół sporządza na bieżąco raport, w którym są zamieszczane: udokumentowanie uzyskania istotnych kamieni milowych pracy (np. zrzuty z ekranu, wartości pomiarów itd.), wyniki badań literaturowych, opis propozycji rozwiązań

zagadnień misji, opis zrealizowanego rozwiązania i uzyskanych rezultatów. Raport jest zamieszczany w repozytorium dostępnym na bieżąco dla członków zespołu studenckiego i opiekuna zespołu (oraz eksperta).

**Materiały(przykład):**

- Systemy dla Internetu Rzeczy (15) Zestaw CC1352R1 LaunchPad, [EP 5/2018](#)
- Systemy dla Internetu Rzeczy (33) Zestaw CC1352R1 SensorTag LaunchPad, EP 1/2020
- SimpleLink Academy 3.30.03 for SimpleLink CC13x2 / CC26x2 SDK 3.30 [odnośnik](#)
- TI Drivers Project Zero [odnośnik](#)
- CC13x2 & CC26x2 LaunchPad Out of Box Experience, SimpleLink CC13x2 26x2 SDK [odnośnik](#)
- LPSTK-CC1352R LaunchPad SensorTag Out of Box Experience, SimpleLink CC13x2 26x2 SDK [odnośnik](#)
- SimpleLink SDK Debug Printing, SimpleLink CC13x2 26x2 SDK [odnośnik](#)
- Tips for Using Printf, SimpleLink CC13x2 26x2 SDK [odnośnik](#)
- SimpleLink Multi-Band CC1352R Wireless MCU LaunchPad Development Kit, LAUNCHXL-CC1352R1 [odnośnik](#)
- SimpleLink multi band CC1352R wireless MCU Launchpad SensorTag kit LPSTK-CC1352R, Texas Instruments [odnośnik](#)

**W2 Systemy operacyjne czasu rzeczywistego i dynamiczne monitowanie poboru mocy**

**Warsztaty wstępne:**

System wbudowany: System wbudowany a system ogólnego zastosowania.

Czas rzeczywisty, definicja, wymagania dla sprzętu i oprogramowania. Rola systemu operacyjnego czasu rzeczywistego (RTOS), typy i budowa systemów RTOS, wątki, semafony, kolejki komunikatów.

TI-RTOS firmy Texas Instruments - system operacyjnym czasu rzeczywistego ze skalowalnym jądrem. Typy wątków: przerwania sprzętowe oraz Timer, przerwania programowe oraz Clock, zadania oraz zadanie tła. Stany wątków systemu TI-RTOS. Organizacja funkcji main(), sekwencja startowa systemu TI-RTOS, przed i po funkcji main().

Przykładowy projekt *hello* na zestawie startowym CC1352R1 LaunchPad ([odnośnik](#)).

Importowanie i budowanie projektu, programowanie procesora. Uruchamianie programu i analiza programu.

Modyfikacja programu. Zastosowanie narzędzia programistycznego *RTOS Object View*. Statyczna analiza wątków i działania projektu.

Ponowna modyfikacja programu. Zastosowanie narzędzia programistycznego *Execution Analysis*. Dynamiczna analiza pracy wątków i działania projektu.

**Misja:**

Modyfikacja programu w celu minimalizacji poboru mocy zasilania.

**Konsultacje:** jak w pkt. W1

**Rozwiązanie (przykład):**

Zastosowanie stanu uśpienia procesora.

**Warsztaty końcowe:** Modyfikacje i próby

Stany pracy procesora z obniżonym poborem prądu, wprowadzanie procesora w uśpienie, wprowadzanie wątków w uśpienie, dobór poziomu priorytetu wątków, sprawdzanie pracy wątków w czasie rzeczywistym z zastosowaniem narzędzia *Execution Graph*.

Zastosowanie narzędzia programistycznego *EnergyTrace*. Dynamiczna analiza poboru mocy procesora.

**Raport:** jak w pkt. W1

**Materiały(przykład):**



- Systemy dla Internetu Rzeczy (5) System operacyjny czasu rzeczywistego TI-RTOS – pierwszy program, [EP 4/2017](#)
- Systemy dla Internetu Rzeczy (6) System operacyjny czasu rzeczywistego TI-RTOS – zadania i przerwania, [EP 5/2017](#)
- Systemy dla Internetu Rzeczy (16) Dynamiczne monitorowanie prądu zasilania układu SoC, [EP 6/2018](#)
- General RTOS Concepts, SimpleLink CC13x2 26x2 SDK [odnośnik](#)
- TI-RTOS Basics, SimpleLink CC13x2 26x2 SDK [odnośnik](#)
- Measuring CC13xx and CC26xx current consumption (Rev. D), 10 Jan 2019, Texas Instruments [odnośnik](#)

### **W3 Architektury procesorów System on Chip (SOC) i cyfrowa komunikacja szeregową**

#### **Warsztaty wstępne:**

Rodzina procesorów ARM Cortex-M, architektura procesorów Cortex-M, rejestry procesora, kontroler przerwań, instrukcje assemblerowe, adresowanie, programowanie w języku C, wyjątki i ich obsługa, priorytety, przerwania, rozmiar danych.

Procesor aplikacyjny Cortex-M4 układu scalonego CC1352R1, układy peryferyjne układu scalonego CC1352R1: kontroler przerwań NVIC, liczniki ogólnego przeznaczenia, sterowanie systemowe i zegary, GPIO, monitor zasilania i temperatury, kontroler I/O, obsługa wyjątków, łącze debugowej JTAG.

Przykładowy projekt *gpiointerrupt* użycia przycisków do przełączania świecenia diody LED z zastosowaniem obsługi przerwań na zestawie czujnikowym CC1352R1 SensorTag LaunchPad ([odnośnik](#)).

Debugowanie wykonania kodu: disasembrowanie kodu, analiza kodu, pułapki programowe i sprzętowe, stos programowy, podgląd zawartości rejestrów i pamięci.

#### **Misja:**

Wykonanie pomiarów temperatury z zastosowaniem komunikacji szeregową.

**Konsultacje:** jak w pkt. W1

#### **Rozwiązanie (przykład):**

Zastosowanie czujnika temperatury zestawu CC1352R1 SensorTag LaunchPad z komunikacją I2C.

#### **Warsztaty końcowe:** Modyfikacje i próby

Układy peryferyjne układu scalonego CC1352R1: komunikacja szeregową - UART, SSI (SPI), I2C, Watchdog, układ DMA, zegar RTC, generator liczb losowych,

Przykładowy projekt *i2ctmp* zastosowania komunikacji I2C do odczytu temperatury na zestawie CC1352R1 SensorTag LaunchPad ([odnośnik](#)).

Opracowanie wysyłania danych pomiarowych poprzez łącze UART do komputera PC.

Monitorowanie poprawności pracy szyny I2C z użyciem oscyloskopu.

**Raport:** jak w pkt. W1

#### **Materiały(przykład):**

- CC1352R SimpleLink Multi-Band CC1352R Wireless MCU, Product Page, Texas Instruments [odnośnik](#)
- CC13x2, CC26x2 SimpleLink™ Wireless MCU Technical Reference Manual (Rev. D), SWCU185D, 01 Oct 2019, Texas Instruments [odnośnik](#)
- CC1352R SimpleLink High-Performance Dual-Band Wireless MCU datasheet (Rev. F), SWRS196, 18 Sep 2019, Texas Instruments [odnośnik](#)
- Embedded Systems: Real-Time Operating Systems for Arm Cortex M Microcontrollers, Jonathan W. Valvano, (2nd ed. Edition), CreateSpace Independent Publishing Platform
- Cortex-M4, ARM [odnośnik](#)

## **W4 Programowanie w języku Python w systemie Linux na komputerze jednopłytkowym Raspberry Pi**

### **Warsztaty wstępne:**

Zastosowanie transmisji BLE jest tylko sposobem na uzyskanie strumienia danych w czasie rzeczywistym. Wtedy projekt jest bardzo zbliżony do typowych projektów konstrukcji w dziedzinie Internetu Rzeczy. Pozwala to na dobre poznanie bazy sprzętowej i programowej dla prac w następnych semestrach.

Budowa komputera Raspberry Pi (RPI), bootowanie, pierwsza praca w systemie Linux, konfigurowanie systemu Linux, dołączanie Internetu poprzez sieć Ethernet, dołączanie komunikacji WiFi, znajdowanie adresu IP, zdalna praca z systemem z zastosowaniem SSH.

Podstawy programowania w języku Python, dołączenie diody LED i przycisku do RPI, konfigurowanie GPIO, przełączanie świecenia diody LED z zależności od stanu przycisku.

Dołączanie czujnika z komunikacją I2C do RPI i zbieranie danych na bieżąco.

Wystawianie dynamicznych danych na stronie internetowej.

Dołączanie do RPI wyświetlacza LCD łączem SPI. Wystawianie dynamicznych danych na wyświetlaczu LCD.

**Misja:** Wykonanie pomiarów temperatury i poziomu oświetlenia z zastosowaniem komunikacji bezprzewodowej.

**Konsultacje:** jak w pkt. W1

### **Rozwiązanie (przykład):**

Zastosowanie odczytu poziomu oświetlenia z zestawu CC1352R1 SensorTag LaunchPad.

**Warsztaty końcowe:** Modyfikacje i próby

Używanie stosu *BlueZ*, polecenia biblioteki *hcitool*, konfigurowanie komunikacji Bluetooth na RPI.

Skanowanie urządzeń BLE, dołączanie zestawu CC1352R1 SensorTag LaunchPad, odczyt temperatury z zestawu SensorTag zastosowaniem programowania w języku Python, konwersja wartości z reprezentacji hex do stopni Celcjusza. Dołączenie odczytu poziomu oświetlenia.

Wyświetlanie odebranych danych na bieżąco.

**Raport:** jak w pkt. W1

### **Materiały(przykład):**

- LPSTK-CC1352R LaunchPad SensorTag Out of Box Experience, SimpleLink CC13x2 26x2 SDK [odnośnik](#)
- element14 Essentials: SBC - Single Board Computers, Sep 25, 2018 [odnośnik](#)
- Raspberry Pi 4 Model B - Technical Specifications, Christopher Stanton, [element14](#)
- Adafruit's Raspberry Pi Lesson 2. First Time Configuration, Simon Monk, [Adafruit](#)
- Adafruit's Raspberry Pi Lesson 3. Network Setup, Simon Monk, [Adafruit](#)
- Adafruit's Raspberry Pi Lesson 6. Using SSH, Simon Monk, [Adafruit](#)
- Python usage, Raspberry Pi Foundation [odnośnik](#)
- BlueZ is official Linux Bluetooth protocol stack [odnośnik](#)

## **W5 - W15 Realizacja projektu semestralnego**

W trakcie realizacji projektu semestralnego będą organizowane krótkie miniwarsztaty tematyczne oraz prezentacje na zagadnienia związane z realizowanymi projektami, prowadzone przez zaproszonych ekspertów oraz przedstawicieli przemysłu.

### **Projekty Semestralne – przykładowe tematy:**

- Regulacja ogrzewania i klimatyzacji w inteligentnym domu lub biurze.
- Gadżet świetlny na festiwalu EDM sterowany przez ruch użytkownika.

- Nadzór roślin w domu z interakcją użytkownika.
- Sieć pomiarowa jakości powietrza w laboratoriach studenckich WEiTl.

#### **Miniwarsztaty Tematyczne** - przykładowe zagadnienia

- Cyfrowa akwizycja sygnałów analogowych - przetworniki A/C.
- Szybki transfer sygnałów cyfrowych – układ DMA.
- Chmura obliczeniowa – IBM Watson, AWS.
- Komunikacja M2M i automatyzacja zadań– protokół MQTT, IFTTT.
- Systemy operacyjne czasu rzeczywistego – Zephyr.
- Pozyskiwanie energii (Energy Harvesting) – wiatrowa, wibracji, solarna, termoelektryczna, radiowa.
- Standardy Smart Home – Connected Home over IP.

**W5 - W6** Definicja problemu, badania literaturowe. Zdefiniowanie użytkownika, zidentyfikowanie problemów, określenie problemu głównego, podział pracy w grupie.

Pogłębienie wiedzy o wywiadach z użytkownikiem rozwiązania. Zadanie pytań otwartych i sporządzanie na podstawie notatek z uustrukturyzowaną wiedzą. Wyciąganie wniosków na temat potrzeb użytkownika, tworzenie na podstawie ich wymagań minimalnych i funkcjonalności "nice to have".

Analiza funkcji urządzenia, dekompozycja problemu, podział na moduły funkcjonalne. Wybór interfejsów.

Określenie kamieni milowych i zadań koniecznych do wykonania projektu oraz zadań opcjonalnych, przygotowanie wykresu Gunta (najbliższe 2-3 tygodnie)

**W7** Dobór kluczowych podzespołów: mikrokontrolera, czujników, modułów do komunikacji bezprzewodowej, źródła zasilania. Opracowanie schematów blokowych i ideowych. Zaplanowanie sposobów, metod i układów do testowania rozwiązania.

**W8** Poznanie modułów czujnikowych, ich środowiska programistycznego oraz wybranych czujników.

Prezentacje eksperckie i firmowe.

**W9 –W10** Budowa prototypu urządzenia z wykorzystaniem modułów uruchomieniowych. Weryfikacja poprawności działania prototypu pod kątem kluczowych parametrów.

**W11** Implementacja wybranych algorytmów akwizycji i przetwarzania danych w celu wyciągnięcia z surowych danych pomiarowych informacji istotnych z punktu widzenia danego zadania projektowego.

**W12** Realizacja dostępu użytkownika do zgromadzonych danych pomiarowych.

**W13** Ustalenie układów testowych i scenariuszy badań. Kryteria oceny wyników. Obserwacja zachowania urządzenia w różnych sytuacjach.

**W14** Wprowadzanie poprawek i modyfikacji.

Testowanie urządzenia z użytkownikiem. Sporządzanie raportu z opisem reakcji użytkownika, poziomu dopasowania do oczekiwań użytkownika. Wprowadzanie modyfikacji w projekcie w celu lepszego dostosowania do potrzeb użytkownika, kolejny wywiad.

**W15** Prezentacja rozwiązań zespołu przed całą grupą w formie inwestorskiego pitch deck. Przygotowanie krótkiego materiału prasowego lub one-pagera wraz z zdjęciami na temat przygotowanego rozwiązania.

Krytyczna dyskusja pomiędzy zespołami, relacja z napotkanymi trudnościami, „czego się nauczyliśmy?”, „co można było zrobić lepiej”, itp.

Zajęcia praktyczne są bazowane na sprzęcie i oprogramowaniu uzyskanym, w ramach darowizny, we współpracy z wiodącymi producentami w dziedzinie Internetu Rzeczy.

Umożliwia to wykorzystanie do pracy najnowszych rozwiązań i wsparcia konstrukcyjnego na najwyższym poziomie.

**Egzamin:** *tak/nie*

### **Literatura i oprogramowanie:**

Dziedzina Internetu Rzeczy rozwija się tak szybko, że tradycyjna literatura przedmiotu nie nadąża za zmianami. Głównym dostawcą aktualnych opisów i analiz są producenci sprzętu i oprogramowania oraz czasopisma (portale) Internetowe. Dlatego szczegółowa lista literaturowa będzie tworzona i udostępniana na początku każdego semestru. Na stronie Otwartego Laboratorium Internetu Rzeczy będą zamieszczone pełne informacje o zasobach sprzętowych i oprogramowaniu.

### **Przykładowa bibliografia**

1. Menachem Domb. "Smart Home Systems Based on Internet of Things", In: "Internet of Things (IoT) for Automated and Smart Applications", Yasser Ismail, IntechOpen, February 28th 2019, DOI: 10.5772/intechopen.84894.  
<https://www.intechopen.com/books/internet-of-things-iot-for-automated-and-smart-applications/smart-home-systems-based-on-internet-of-things>
2. Hossam Fattah, "5G LTE Narrowband Internet of Things (NB-IoT)", CRC Press, 2018, ISBN:1138317608 9781138317604
3. The C Programming Language (second edition), by Brian W. Kernighan and Dennis M. Ritchie, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1988
4. Programming Embedded Systems in C and C++, by Michael Barr, Andy Oram (Editor), O'Reilly & Associates, February 1999; ISBN: 1565923545  
<https://pdfs.semanticscholar.org/7f3c/3c7925eb00589f91036ab081549d695aba37.pdf>
5. Programming Embedded Systems: With C and GNU Development Tools, Michael Barr, Anthony Massa, O'Reilly Media; Second edition (October 21, 2006); ISBN-10: 0596009836  
<http://stepsmail.com/download/Career-In-Embedded-System.PDF>
6. Popularity Index: Python Is 2018 'Language of the Year', David Ramel, 01/08/2019  
<https://adtmag.com/articles/2019/01/08/tiobe-jan-2019.aspx>
7. Python vs. C/C++ in embedded systems, Tom Radcliffe, 29 Aug 2016  
<https://opensource.com/life/16/8/python-vs-cc-embedded-systems>

**Wymiar godzinowy zajęć:** (Należy podać liczbę godzin w semestrze)

<b>Formy prowadzonych zajęć</b>	<b>Wymiar godzinowy zajęć</b>
Wykład	-
Ćwiczenia audytoryjne	-
Zajęcia Projektowe	- 30
Laboratoria	-
Zajęcia komputerowe	-
Seminaria	-
Lektoraty	-
Warsztaty – zajęcia zintegrowane	- 120
Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość	-

### **Organizacja zajęć:**

Zajęcia odbywają się w każdym tygodniu wg następującego schematu

Warsztaty – zajęcia zintegrowane odbywają się w dwóch blokach.

- w pierwszym 4-godz. bloku (na początku tygodnia) odbywać się będą zajęcia w formie warsztatów związane z wprowadzeniem studentów do wykonania krótkich misji oraz uzupełniające wiedzę i umiejętności potrzebne do ich wykonania; misje będą realizowane w ciągu tygodnia;
- w drugim 4-godz. bloku (pod koniec tygodnia) studenci oddają wyniki bieżącej misji, dyskutują z opiekunem napotkanie trudności, dokonują razem refleksji na temat wykonanej pracy; ponadto uzupełniają wiedzę i umiejętności, które będą potrzebne w kolejnych tygodniach.

W międzyczasie (w każdym tygodniu) studenci

- uczestniczą w obowiązkowych, odbywających się w dwóch terminach 2-godz. konsultacjach, których celem jest przedyskutowanie z opiekunem bieżących problemów, identyfikacja potrzebnej do uzupełnienia wiedzy potrzebnej do wykonania misji; ponadto, jeśli zajdzie taka potrzeba, kontaktują się z ekspertami z dziedziny dotyczącej aktualnie wykonywanego projektu lub misji;
- realizują projekty w otwartych laboratoriach, korzystając – jeśli jest taka potrzeba – z dodatkowych konsultacji osób prowadzących zajęcia.

Studenci pracują w zespołach projektowych składających się z pięciu lub sześciu osób z zastosowaniem metody Double Diamond.

### **Otwarte Laboratorium Dydaktyczne Systemów Wbudowanych i Internetu Rzeczy (OLDSWIR)**

Laboratorium OLDSWIR zostanie zorganizowane na bazie Laboratorium Cyfrowego w Instytucie Informatyki. Każde stanowisko będzie wyposażone w następująco:

Komputer PC

- Środowisko programowe zorganizowane jako maszyna wirtualna Windows 10 EN
- Oprogramowanie dla procesorów firmy Texas Instruments serii SimpleLink CC13x2 CC26x2

- Oprogramowanie dla procesorów firmy Nordic Semiconductor serii nRF52 oraz nRF91. Całe oprogramowanie jest dostępne darmowo po zarejestrowaniu się na stronie producenta. Taką samą konfigurację oprogramowania studenci mogą zrealizować na swoich komputerach/laptopach według opisu instalacji udostępnionego na stronie OLDSWIR.

#### Oscyloskop

- 4 kanały analogowe, 200MHz, wbudowany generator funkcyjny 20 MHz
- Analiza protokołu: I<sup>2</sup>C, SPI, RS232/UART

#### Generator funkcyjny

- 2x20 (30) MHz 14b 200M SA/s 8Mpkt

#### Moduły czujnikowe

- Czujnik wilgotności gleby
- Czujnik poziomu płynu
- Ultradźwiękowy czujnik odległości
- Czujnik temperatury

#### Opcje sprzętowe

- Moduł rozszerzeń Sensors BoosterPack Plug-In Module BOOSTXL-SENSORS
- Moduł rozszerzeń Building Automation Sensors BoosterPack Module BOOSTXL-BASSENSORS
- Moduł rozszerzeń SimpleLink ULP Sense BoosterPack BOOSTXL-ULPSENSE

### **Podstawowy pakiet sprzętowy**

Każdy zespół projektowy otrzyma na pierwszych zajęciach podstawowy pakiet sprzętowy. Po zainstalowaniu oprogramowania na laptopie, umożliwi on samodzielną pracę zespołu w domu oraz w laboratorium OLDSWIR. Pakiet sprzętowy będzie uzupełniany o moduły sprzętowe potrzebne do realizacji projektu semestralnego.

Podstawowy pakiet sprzętowy zawiera następujący komplet sprzętu:

- Zestaw startowy CC1352R1 LaunchPad
- Kabel Micro USB – USB A
- Zestaw czujnikowy CC1352R1 SensorTag LaunchPad
- Komputer jednopłytkowy Raspberry Pi 4 B
- Zasilacz 5V/3A USB-C
- Adapter wyprowadzeń GPIO z płytki Raspberry Pi do płytki stykowej z taśmą połączeniową
- Prototypowa płytka stykowa
- Zestaw przewodów do płytek stykowych
- Przewody połączeniowe F-F oraz M-F, różnokolorowe

Na stronie internetowej laboratorium zamieszczone są pełne informacje o zasobach sprzętowych i programowych wyposażenia laboratorium.

Ze względu na bardzo szybki rozwój dziedziny Internetu Rzeczy wymagane są częste aktualizacje oprogramowania firmowego oraz wersji modułów sprzętowych. Dlatego szczegółowa specyfikacja zasobów laboratorium będzie tworzona i udostępniana na początku każdego semestru.

Zakłada się, że podstawowe wyposażenie laboratorium będzie pozyskane w ramach darowizny, we współpracy z wiodącymi producentami w dziedzinie Internetu Rzeczy. Obecnie jest współpraca z kilkoma firmami jak: Texas Instruments, Nordic Semiconductor, ST

Microelectronics, Kamami, ON Semiconductor oraz z dystrybutorami elektroniki takimi jak: Arrow Electronics oraz Farnell/Avnet.

W przypadku konieczności zastosowania przez zespół specjalistycznej aparatury jest możliwe skorzystanie z zasobów badawczych wydziału WEiTI.

Instytut Informatyki dysponuje bogatą bazą laboratoryjną umożliwiającą szybkie prototypowanie projektów sprzętowo-programowych. Laboratorium posiada 12 stanowisk wyposażonych w: komputer PC z odpowiednim oprogramowaniem, oscyloskop 4-kanałowy z analizą protokołów transmisji cyfrowej, dwukanałowy generator funkcji. Dostępne są też bogate zasoby sprzętowe wiodących producentów w najnowszych wersjach: zestawy uruchomieniowe, zestawy czujnikowe, moduły rozszerzeń, wtyczki USB.

Istnieje także możliwość wypożyczenia nieodpłatnie koniecznej aparatury pomiarowej w ramach współpracy z wiodącymi producentami. Obecnie jest deklaracja firmy Keysight.

Mamy również sponsora medialnego, miesięcznik Elektronika Praktyczna oraz wydawnictwo BTC.

### **Zespół realizujący zajęcia**

Realizacja zajęć będzie prowadzona przez zespół pracowników wydziału WEiTI, którzy mają duże doświadczenie w prowadzeniu zajęć projektowych, laboratoryjnych oraz warsztatowych (także w postaci Hakatonów) z zakresu Internetu Rzeczy oraz mają przygotowanie w zakresie metody PBL.

Lista realizatorów zajęć:

*Mgr inż. Henryk A. Kowalski*

*Mgr inż. Krzysztof Chabko, Mgr inż. Krzysztof Gracki, Mgr inż. Grzegorz Mazur, Mgr inż. Julian Myrcha, Mgr inż. Zbigniew Szymański, Mgr inż. Paweł Radziszewski*

**Wymiar w jednostkach ECTS:** 11

### **Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):**

- 1. liczba godzin kontaktowych – 169 godz., w tym  
obecność na zajęciach zintegrowanych – 120 godz.  
obecność na zajęciach projektowych (obowiązkowe konsultacje) – 30 godz.  
konsultacje w laboratorium otwartym – 15 godz.  
obecność na egzaminie – 4 godz.*
- 2. praca własna studenta – 150 godz., w tym  
przygotowanie do zajęć zintegrowanych i konsultacji – 75 godz.  
praca w laboratorium otwartym – 60 godz.  
przygotowanie do egzaminu – 15 godz.*

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 319 godz., co odpowiada 11 pkt. ECTS.**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**  $(169/319) \times 11 = 5,82$  pkt. ECTS, co odpowiada 169 godz. kontaktowym.

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**  $(304/319) \times 11 = 11,48$  pkt. ECTS, co odpowiada 304 godz. zajęć praktycznych.

### Wymagania wstępne:

Student powinien posiadać wiedzę i umiejętności nabyte podczas realizacji zajęć projektowych na wcześniejszym semestrze (P1). Student powinien znać postawy programowania w języku C, umieć dokonać dekompozycji zadania projektowego oraz potrafić współpracować z członkami zespołu, używać narzędzi do komunikacji, raportować postęp przydzielanych prac.

Student powinien potrafić zaprojektować i zbudować proste urządzenia elektroniczne z użyciem modułu mikroprocesorowego i gotowych modułów elektronicznych oraz potrafić zaimplementować łączność przewodową i bezprzewodową do opracowanych urządzeń.

### Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) *****	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Ma wiedzę na temat podstaw systemów wbudowanych. Zna architekturę mikroprocesora. Zna metodologię konstruowania prostych systemów cyfrowych, wie jak ich użyć i jakie mają ograniczenia.	Warsztaty	Prezentacja i egzamin ustny	W05
w02	Ma wiedzę na temat czujników i aktuatorów oraz interfejsów łączących ich z mikroprocesorami.	Warsztaty	Prezentacja i egzamin ustny	W03 W05
w03	Wie jak zaprogramować system mikroprocesorowy z użyciem języka C. Zna standardy dokumentacji układów elektronicznych.	Warsztaty	Prezentacja i egzamin ustny	W06
UMIEJĘTNOŚCI				

\*\*\*\*\* Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.



<p><i>u01</i></p>	<p>Potrafi zaprojektować i zbudować samodzielną aplikację (z systemem operacyjnym) dla systemu mikroprocesorowego z podziałem na moduły.</p> <p>Zna podstawowe zasady współpracy z wejściem/wyjściem mikroprocesora.</p> <p>Potrafi przygotować w kilku wariatach różnych wariantach rozwiązanie systemu mikroprocesorowego, skonsultować je z potencjalnym użytkownikiem.</p> <p>Potrafi przeanalizować, zaprojektować i wykonać proste układy logiczne kombinatoryczne i sekwencyjne</p> <p>Potrafi zaprojektować system z wykorzystaniem mikroprocesora zgodnie z wymaganiami specyfikacji.</p> <p>Rozumie terminologię liczników, przerwań, sygnałów analogowych i cyfrowych itp. oraz wie jak ją w praktyce zastosować.</p>	<p><i>Zajęcia projektowe</i></p>	<p><i>Raport końcowy zawierający opis budowy, funkcjonalności i parametrów wykonanego urządzenia</i></p>	<p>U05 U06 U07 U09 U10 U13</p>
<p><i>u02</i></p>	<p>Potrafi prawidłowo podłączyć do wejść/wyjść mikrokontrolera zgodnie z charakterystyką przetwarzania czujnika i aktuatora.</p> <p>Potrafi pozyskać i przetworzyć w mikrokontrolerze dane w czasie rzeczywistym.</p>	<p><i>Zajęcia projektowe</i></p>	<p><i>Raport końcowy zawierający opis budowy, funkcjonalności i parametrów wykonanego urządzenia</i></p>	<p>U07 U08</p>
<p><i>u03</i></p>	<p>Potrafi zidentyfikować i przeanalizować dostarczony program.</p> <p>Potrafi zaprojektować i uruchomić program systemu mikroprocesorowego.</p> <p>Potrafi wybrać i zastosować system czasu rzeczywistego dla postawionego zadania.</p> <p>Potrafi debugować opracowany program (z zastosowaniem odpowiedniej metodologii testowania).</p> <p>Potrafi zaimplementować i przetestować opracowany system spełniający wymagania w tym potrafiący zweryfikować postawioną hipotezę.</p> <p>Potrafi przygotować raport na podstawie otrzymanych rezultatów i testów z udziałem użytkownika.</p> <p>Potrafi zaplanować, przeprowadzić i udokumentować eksperyment laboratoryjny.</p> <p>Potrafi przetestować projekt w interakcji z użytkownikiem i zaproponować udoskonalenia.</p>	<p><i>Zajęcia projektowe</i></p>	<p><i>Raport końcowy zawierający opis budowy, funkcjonalności i parametrów wykonanego urządzenia</i></p>	<p>U03 U04 U05 U08 U13 U15</p>

u04	potrafi – przy rozwiązywaniu zadania inżynierskiego – stosować efektywne metody projektowania, obejmujące szybkie prototypowanie	Zajęcia projektowe	Raport końcowy zawierający opis budowy, funkcjonalności i parametrów wykonanego urządzenia	U07
u05	potrafi pracować w zespole; potrafi opracować i zrealizować harmonogram prac zapewniający dotrzymanie terminów	Zajęcia projektowe	Raport końcowy zawierający opis budowy, funkcjonalności i parametrów wykonanego urządzenia	U14
u06	potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego, przygotować tekst zawierający m.in. omówienie uzyskanych wyników oraz przedstawić prezentację i uczestniczyć w dyskusji na ten temat	Zajęcia projektowe	Raport końcowy i prezentacja dotyczące budowy, funkcjonalności i parametrów wykonanego urządzenia	U15 U16
u07	ma umiejętność samokształcenia się w sytuacji gdy zidentyfikuje taką potrzebę		Raport końcowy i prezentacja	U18
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
k01	Rozumie potrzebę stałego śledzenia rozwoju metod i narzędzi służących do budowania i oprogramowania systemów wbudowanych.	warsztaty	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć, weryfikacja postępów	K01
k02	Potrafi przewidzieć pozatechniczne skutki decyzji projektowych.	warsztaty	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć, weryfikacja postępów	K02
k03	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	warsztaty	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć, weryfikacja postępów	K04

**Zespół Autorski:** dr inż. Przemysław Korpas, dr inż. Jerzy Kołakowski, mgr inż. Vitomir Djaja-  
Joško, dr inż. Dawid Rosołowski, dr hab. inż. Andrzej Bęben, dr hab. inż.  
Halina Tarasiuk, mgr inż. Maciej Sosnowski

## **KOMUNIKACJA PRZEWODOWA I BEZPRZEWODOWA (P3)** **WIRED AND WIRELESS COMMUNICATION**

Kod przedmiotu (USOS)<sup>††††††</sup>: .....

Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)<sup>††††††</sup>: .....

<b>Poziom kształcenia:</b>	<i>studia pierwszego stopnia</i>
<b>Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:</b>	<i>studia stacjonarne</i>
<b>Kierunek studiów:</b>	<i>Inżynieria Internetu Rzeczy</i>
<b>Profil studiów:</b>	<i>Ogólnoakademicki</i>
<b>Specjalność:</b>	
<b>Jednostka prowadząca:</b>	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
<b>Jednostka realizująca:</b>	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Informacyjnych</i>
<b>Koordynator przedmiotu:</b>	<i>dr inż. Przemysław Korpas</i>
<b>Poziom przedmiotu:</b>	<i>podstawowy/średnio zaawansowany/zaawansowany</i>
<b>Status przedmiotu:</b>	<i>Obowiązkowy</i>
<b>Język prowadzenia zajęć:</b>	<i>Polski</i>
<b>Semestr nominalny:</b>	
<b>Minimalny numer semestru:</b>	<i>nie dotyczy</i>
<b>Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:</b>	<i>jeśli występują, wpisać kod USOS przedmiotu/przedmiotów</i>
<b>Dyskonta</b>	<i>jeśli występują, wpisać kod USOS przedmiotu/przedmiotów oraz oszacowanie liczby punktów ECTS</i>
<b>Limit liczby studentów:</b>	<i>30</i>

### **Powód zgłoszenia przedmiotu:**

*przedmiot dla nowego kierunku studiów Inżynieria Internetu Rzeczy*

### **Cel przedmiotu:** (max 256 znaków)

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z technikami projektowania i testowania skalowalnych sieci IoT wykorzystujących komunikację przewodową i bezprzewodową, a także zwiększenie ich umiejętności i kompetencji w tym obszarze.

### **Skrócony opis przedmiotu** (max 1000 znaków):

---

<sup>††††††</sup> Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiT

<sup>††††††</sup> W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiT, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z technikami projektowania skalowalnych sieci IoT wykorzystujących komunikację przewodową i bezprzewodową. W ramach przedmiotu studenci zaprojektują i zrealizują demonstrator sieci IoT stanowiący rozwiązanie realistycznego problemu związanego z monitorowaniem lub/i sterowaniem rozproszonych węzłów, a następnie przeprowadzą badania opracowanego rozwiązania. Wykorzystane zostaną techniki dostępu bezprzewodowego i przewodowego oraz komunikacji w sieci Internet. Realizacja projektu pozwoli na porównanie obu technik dostępu, ustalenie słabych i mocnych stron obu rozwiązań. Przedmiot umożliwi zapoznanie studentów z podstawowymi standardami łączności bezprzewodowej i przewodowej stosowanymi w IoT. Projekt będzie realizowany z wykorzystaniem metodyki Double Diamond.

**Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):**

The aim of the course is to familiarize students with design techniques of scalable IoT wired and wireless networks. Students will be faced with a real-world problem to solve. They will design, build and test a model of an IoT network consisting of sensor and/or actuator nodes distributed across space defined for a particular task. Both wired and wireless access techniques, as well as communication over the Internet network, will be used. The project will allow students to compare both access techniques. The course will familiarize students with most common wired and wireless communication standards. The project will be realized with the Double Diamond methodology.

**Treści kształcenia:**

*szczegółowy opis; dokonać podziału treści zgodnie z zaproponowanymi formami zajęć*

**PRZEBIEG REALIZACJI PROJEKTU**

Poniższy opis wskazuje na zasadniczą zawartość merytoryczną Zajęć Projektowych. Równoległe prowadzone będą Warsztaty – Zajęcia Zintegrowane, które będą stanowiły uzupełnienie do Zajęć Projektowych.

Rozpoznanie tematu

Identyfikacja wymagań stawianych sieci IoT, w tym identyfikacja ról węzłów (np. czujnik/wykonawca, węzeł pośredniczący, węzeł agregujący, brama, serwer centralny). Ocena możliwości instalacji węzłów sieci (czujników) w pożądanym lokalizacjach (np. dostępność lub możliwość montażu instalacji do komunikacji przewodowej lub bezprzewodowej, dostępność zasilania, ograniczenia natury prawnej i administracyjnej, ograniczenia natury estetycznej itp.) Ocena potrzeb transmisyjnych wynikających z założeń projektu i wybranych miejsc instalacji węzłów z podziałem na sieci bezprzewodowe i przewodowe uwzględniająca:

- przewidywane rozmiary przesyłanych wiadomości,
- profil ruchu i intensywność przesyłania danych,
- szacowane obciążenie ruchem przy założeniu określonego zagęszczenia czujników na kilometr kwadratowy powierzchni oraz określonym rozmiarze sieci, np. rozważenie trzech przypadków dla sieci małej (kilka-kilkanaście czujników), średniej (kilka tysięcy), dużej (sieć składająca się z milionów czujników),
- wymagania na dopuszczalne opóźnienia, błędy transmisji.

Analiza możliwości wykorzystania protokołów komunikacyjnych realizujących przekaz punkt-punkt, przekaz grupowy (multicast, anycast), działających w trybie połączeniowym, bezpołączeniowym, lub publish-subscribe (np. TCP, UDP, HTTP, MQTT, CoAP).

Rozważenie wykorzystania serwerów usług DNS, Proxy, oraz wirtualnych sieci prywatnych (VPN).

Analiza literatury dotyczącej dostępnych standardów komunikacji bezprzewodowej i przewodowej, właściwości proponowanych w nich rozwiązań w zakresie zasięgu transmisji i przepustowości, ograniczeń natury prawnej, administracyjnej (np. kwestia zasobów widmowych, pozwoleń radiowych, wykorzystanie pasm nielicencjonowanych, pozwoleń wymaganych do położenia łączy kablowych itp.). Analiza możliwości budowy prototypu sieci z wykorzystaniem dostępnych modułów sprzętowych i oprogramowania.

Przeprowadzenie wstępnych testów łączy bezprzewodowych z wykorzystaniem standardów takich jak WiFi, BLE, LoRa. Badania zasięgu w różnych środowiskach propagacyjnych. Rozważenie architektury sieci, w której wykorzystano węzły retransmisyjne, analiza wpływu tego trybu transmisji na przepływność i opóźnienia.

#### Zdefiniowanie rozwiązania

Podjęcie kluczowych decyzji projektowych obejmujących m.in. niżej wymienione zagadnienia:

- Wybór architektury sieci, zdefiniowanie typów węzłów i ich zakresu odpowiedzialności,
- Zaplanowanie rozmieszczenia przestrzennego węzłów sieci, z uwzględnieniem praktycznych aspektów takich jak kwestie estetyczne, możliwość poprowadzenia przewodów, dostarczenia zasilania itp.
- Wybór standardów komunikacji przewodowej i bezprzewodowej, a także wykorzystywanych protokołów,
- Projekt sieci bezprzewodowej uwzględniający możliwość uzyskania zakładanej przepustowości dla zakładanych warunków terenowych i liczby węzłów; wyznaczenie bilansu łącza,
- Wybór języka programowania (Python, C, ...),
- Podział oprogramowania na warstwy/moduły/klasy, specyfikacja interfejsów pomiędzy nimi, uwzględnienie wielowątkowości,
- Zaplanowanie procesu uruchomienia/konfiguracji sieci, tj. określenie czynności, które będą musiały być wykonane (np. nadanie identyfikatorów węzłom, ustalenie trybów dostępu), kolejności i sposobu ich wykonania (np. zdalnego, wymagającego zaangażowania montera na miejscu instalacji węzła),

Etap kończy się opracowaniem dokumentacji projektu sieci uwzględniającej powyższe aspekty techniczne, które powinny zostać poparte logicznym uzasadnieniem oraz – tam gdzie to jest niezbędne – obliczeniami. Sprawozdanie powinno także obejmować kwestie biznesowe takie jak np. koszt produkcji węzła, koszt certyfikacji, koszt instalacji węzła (np. roboczogodziny pracy montera), koszt wytworzenia oprogramowania, koszty eksploatacyjne (np. zużycie energii, opłaty za wykorzystanie łączy telekomunikacyjnych od operatorów sieci) – to wszystko uzależnione od rozmiaru planowanej sieci.

#### Implementacja rozwiązania

W ramach projektu zostanie opracowane oprogramowanie dwóch węzłów: węzła czujnika będącego źródłem transmitowanych danych oraz węzła agregującego dane z czujników.

Opracowanie pakietów oprogramowania odpowiedzialnych za: pobranie wyników z czujników, przetworzenie danych do postaci zgodnej ze zdefiniowanym protokołem transmisji. Integracja oprogramowania węzła.

Opracowanie protokołu wymiany informacji pomiędzy węzłami (np. na bazie HTTP, MQTT lub całkowicie własnego). Opracowanie projektów oprogramowania węzłów sieci, z uwzględnieniem różnych ról węzłów.

Zastosowanie programowalnego przełącznika SDN OpenvSwitch i sterowników SDN do zestawienia komunikacji między bramami IoT (urządzenia RPi). Konfiguracja routingu i adresacji w sieci IPv4/IPv6 (w tym 6LoWPAN). Konfiguracja routera (NAT, VLAN). Konfiguracja zapory sieciowej.

Przygotowanie raportu z wykonanych prac, demonstracja.

#### Testowanie rozwiązania

Ustalenie układów testowych i scenariuszy badań, kryteriów oceny wyników.

Przeprowadzenie badań funkcjonalnych węzłów. Opracowanie oprogramowania układu do testów wydajności (układ generujący sekwencje pakietów testowych), obserwacja ruchu za pomocą programu monitorującego protokoły sieciowe (np. Wireshark, SmartRF Packet Sniffer)

Badania sygnałów radiowych emitowanych przez węzły w dziedzinie czasu i częstotliwości, w tym badanie zajętości przydzielonego kanału radiowego, ocena czasu transmisji, ocena zajętości kanału.

Badania zasięgu w różnych warunkach propagacyjnych (w środowisku wewnątrz i na zewnątrz budynków).

Badania odporności na zakłócenia radiowe wewnętrzssystemowe, obserwacja pracy sieci w obecności zakłóceń, Badanie stabilności pracy opracowanego oprogramowania (w szczególności: odporności na utratę pakietów, zmianę kolejności pakietów, uszkodzenie pakietów).

Przygotowanie raportu z badań.

#### Badania sieci z wykorzystaniem łącza przewodowego w warunkach dużego obciążenia ruchem.

Badanie sieci oraz węzłów sieci z wykorzystaniem symulacji agregacji ruchu z wielu tysięcy czy milionów czujników w kontekście przewodowej sieci pakietowej IP. Wykorzystanie trybów testowych wbudowanych w oprogramowanie przez studentów lub wykorzystanie gotowych generatorów ruchu, np. *iperf*, *MGEN*. Badanie możliwości równoważenia obciążenia wykorzystaniem wielu instancji serwera centralnego.

Przygotowanie prezentacji lub krótkiego filmu podsumowującego wszystkie etapy pracy zespołu oraz osiągnięte rezultaty.

#### WARSZTATY – ZAJĘCIA ZINTEGROWANE

Zajęcia zintegrowane będą stanowiły bieżące uzupełnienie zajęć projektowych realizowanych przez studentów.

#### Rozpoznanie tematu

- przykładowe architektury sieci IoT, role węzłów – case study,
- ocena potrzeb transmisyjnych – case study. Podstawowe zależności,

- sieci z komutacją pakietów. Model ISO/OSI i odniesienia warstw tego modelu do modelu sieci TCP/IP na przykładzie rodziny IEEE 802.xx w warstwie łącza danych. Standardy sieci Ethernet (przeгляд). Protokoły komunikacyjne: protokoły warstwy sieci IPv4, IPv6 (6LoWPAN); omówienie HTTP, MQTT, COAP jako podstawowych reprezentantów dla IoT. Biblioteki do obsługi tych dwóch protokołów,
- badanie komunikacji za pomocą powyższych protokołów z wykorzystaniem gotowych narzędzi służących do wysyłania i analizy żądań/pakietów (np. Wireshark, Insomnia, curl, MQTT Explorer, Copper),
- wybór standardu łączności bezprzewodowej – case study. Badanie podstawowych właściwości sieci IoT zrealizowanych w różnych standardach, np. WiFi, BLE, LoRa, NB IoT, eMTC LTE (przepustowość, zasięg, stabilność, itp.).

#### Zdefiniowanie rozwiązania

- projektowanie własnego protokołu: eksperymenty w środowisku testowym mające na celu zweryfikowanie poprawności rozważanego rozwiązania w danych sytuacjach komunikacyjnych,
- elementy inżynierii oprogramowania: podział na warstwy, moduły, klasy; wielowątkowość w aplikacji sieciowej,
- projekt sieci radiowej – case study; obliczanie bilansu łącza radiowego,
- zagadnienia biznesowe – case study.

#### Implementacja rozwiązania

- konfiguracja routingu i adresacji w sieci IPv4/IPv6. Konfiguracja routera. NAT. VLAN. Konfiguracja i praca z OpenvSwitch.

#### Badania rozwiązania

- analiza ruchu w sieci (Wireshark, analizatory komunikacji radiowej),
- badania sygnałów radiowych emitowanych przez węzły w dziedzinie czasu i częstotliwości – praca z analizatorem widma,
- badania odporności na zakłócenia radiowe wspólnie i sąsiednio kanałowe – praca z generatorem w.cz.,
- zapewnienie aplikacji odporności na błędy w transmisji (odporność na utratę pakietów, zamianę kolejności, przekłamanie zawartości itp.),
- pojemność sieci bezprzewodowej: CSMA, kolizje, straty pakietów przy słabym SNR, straty pakietów przy dużym natężeniu ruchu,
- protokoły dostępu w sieciach bezprzewodowych: Zigbee 802.15.4, Bluetooth, Bluetooth Low Energy (BLE), BLE MESH, LTE NB IoT, LTE MTC, LoRa, Sigfox.
- Adresacja i routing w sieciach IoT (adresacja kontekstowa, filtry Blooma), protokoły AODV, LEACH, wykrywanie usług.

#### **Przykładowe projekty**

Zakłada się, że konkretne tematy projektów będą pozyskiwane ze strony współpracujących przedstawicieli przemysłu lub też mogą być zgłoszone przez samych studentów. O ile samo docelowe zastosowanie sieci może być dość dowolne, o tyle od zgłoszonego tematu projektu oczekuje się spełnienia poniższych kryteriów:

- studenci mają zaprojektować i przebadać sieć czujników, w której da się wyróżnić różne klasy węzłów (np. czujnik, węzeł agregujący, bramę, serwer centralny),
- możliwość implementacji laboratoryjnych modeli węzłów sieci w postaci małych komputerków klasy RPi wyposażonych w nakładki z czujnikiem adekwatnym do danego zadania,
- specyfika zadania powinna wymuszać zastosowanie łącz bezprzewodowych na wybranych fragmentach sieci (np. za pomocą standardów z rodziny IEEE802.11 b/g/n/ac/ax, BLE, LoRa),
- zadanie powinno wymagać od studentów dobrania czujnika wielkości fizycznej właściwego dla danego problemu, przy czym raczej należy poruszać się w zakresie dostępnych w handlu nakładek („HAT”) dla wykorzystywanych komputerów jednopłytkowych (w ramach tego modułu nie przewiduje się samodzielnego przeprowadzenia projektu układu elektronicznego obsługującego nietypowy czujnik)
- zadanie powinno umożliwiać rozważanie realistycznego scenariusza rozbudowy sieci do rozmiarów liczonych przynajmniej w tysiącach węzłów,
- temat zadania powinien wymuszać obecność w sieci odcinków lub węzłów, które charakteryzują się dużym natężeniem ruchu (można to zrealizować np. przez odpowiednio wysokie wyskalowanie rozmiarów sieci lub/i potrzeb transmisyjnych węzłów) – wymóg ten pozwala na przetestowanie zachowania sieci w warunkach wysokiego obciążenia.

#### **Tematy projektów (przykłady):**

- sieć monitorująca warunki atmosferyczne na zadanym obszarze (temperatura, wilgotność, prędkość i kierunek wiatru, itp.),
- sieć monitorująca parametry uprawy roślin na jednej plantacji (np. temperatura, nasłonecznienie, wilgotność powietrza lub gleby),
- sieć monitorująca wybrany parametr życiowy osoby starszej (np. puls, temperaturę ciała itp.),
- sieć monitorująca bieżące pozycje pojazdów komunikacji miejskiej / pociągów / wypożyczanych rowerów / kontenerów / pracowników,
- sieć monitorująca zajętość miejsc parkingowych.

**Egzamin:** *tak*

#### **Literatura i oprogramowanie:**

Literatura:

1. S. Cirani, G. Ferrari, M. Picone, L. Veltri, Internet of Things: Architectures, Protocol and Standards, John Wiley & Sons, 2018
2. Q. F. Hassan, Internet of Things A to Z: Technologies and Applications , John Wiley & Sons, 2018
3. S. Misra, S. Goswami, Network Routing: Fundamentals, Applications, and Emerging Technologies, John Wiley & Sons, 2017
4. D. Guinard, V. Trifa, Internet rzeczy. Budowa sieci z wykorzystaniem technologii webowych i Raspberry Pi, Helion, 2017
5. K. R. Fall, W. R. Stevens, TCP/IP od środka. Protokoły. Wydanie II, Helion, 2013
6. strony: [www.3gpp.org](http://www.3gpp.org), [lora-alliance.org](http://lora-alliance.org), [www.bluetooth.com](http://www.bluetooth.com), [www.etsi.org](http://www.etsi.org)



**Oprogramowanie:**

- routing: OpenvSwitch,
- analiza ruchu: Wireshark, Insomnia, MQTT Explorer, Copper, SmartRF Packet Sniffer
- testy obciążeniowe: iperf, MGEN

**Wymiar godzinowy zajęć:**

<b>Formy prowadzonych zajęć</b>	<b>Wymiar godzinowy zajęć</b>
<i>Wykład</i>	-
<i>Ćwiczenia audytoryjne</i>	-
<i>Zajęcia Projektowe</i>	- 60
<i>Laboratoria</i>	-
<i>Zajęcia komputerowe</i>	-
<i>Seminaria</i>	-
<i>Lektoraty</i>	-
<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	- 120
<i>Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość</i>	-

**Organizacja zajęć:**

*Zajęcia odbywają się w każdym tygodniu wg następującego schematu*

*Warsztaty – zajęcia zintegrowane odbywają się w dwóch blokach.*

- *w pierwszym 4-godz. bloku (na początku tygodnia) odbywać się będą zajęcia w formie warsztatów związane z wprowadzeniem studentów do wykonania krótkich misji oraz uzupełniające wiedzę i umiejętności potrzebne do ich wykonania; misje będą realizowane w ciągu tygodnia;*
- *w drugim 4-godz. bloku (pod koniec tygodnia) studenci oddają wyniki bieżącej misji, dyskutują z opiekunem napotkanie trudności, dokonują razem refleksji na temat wykonanej pracy; ponadto uzupełniają wiedzę i umiejętności, które będą potrzebne w kolejnych tygodniach.*

*W międzyczasie (w każdym tygodniu) studenci*

- *uczestniczą w obowiązkowych, odbywających się w dwóch terminach 2-godz. konsultacjach, których celem jest przedyskutowanie z opiekunem bieżących problemów, identyfikacja potrzebnej do uzupełnienia wiedzy potrzebnej do wykonania misji; ponadto, jeśli zajdzie taka potrzeba, kontaktują się z ekspertami z dziedziny dotyczącej aktualnie wykonywanego projektu lub misji;*
- *realizują projekty w otwartych laboratoriach, korzystając – jeśli jest taka potrzeba – z dodatkowych konsultacji osób prowadzących zajęcia.*

**Zasoby:**

*Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych dysponuje bogatą bazą laboratoryjną umożliwiającą przeprowadzenie badań urządzeń i sygnałów radiowych. Laboratorium Radiokomunikacji jest wyposażone w sprzęt komputerowy oraz aparaturę umożliwiającą pomiary sygnałów radiowych w zakresach częstotliwości typowych dla sieci IoT (m.in.*

analizatory widma, analizatory sygnałów i generatory sygnałów). Przyrządy dostępne w laboratorium umożliwiają również analizę sygnałów w interfejsach cyfrowych (m.in. UART, SPI, I2C) co pozwoli na weryfikację komunikacji pomiędzy modułami wykorzystanymi w układach węzłów.

Zespół Architektur i Zastosowań Internetu administruje węzłem sieci PLLAB 2020 ([www.pllab.pl](http://www.pllab.pl)). PLLAB 2020 to rozproszona sieć badawcza złożona z 6 węzłów (Politechniki: Gdańska, Śląska, Warszawska, Wrocławska; Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe, Instytut Łączności - PIB). Węzeł PW posiada następujące zasoby:

- Serwery: 11 x HP ProLiant DL 380 gen 9 ze wsparciem dla DPDK
- Switche SDN: 5 x QuantaMesh BMS 3048-LY8 SDN; 2x Pica8 P-3922
- Analizatory/generatory ruchu: IXIA; Spirent; IxVM IxNetwork; Spirent Avalanche Virtual (8x10GbE i licencje do testowania 4-7 warstwy: systemy dystrybucji wideo, adaptacyjne strumieniowanie wideo, etc.
- WLAN: 8 x Linksys WRT 1200AC; 4 x Raspberry Pi 2B z kartami WLAN, Bluetooth, GSM, NFC, GPS; 12 x WLAN ASUS USB-AC56; 12x Gembird Bluetooth 4.0 cards;
- IoT: 1x Telegesis ETRX3 Development Kit; 2x WandBoard microcomputer i.MX6 Quad; 8xRaspberry Pi 2 B; 5x Arduino Uno Rev 3; 5x Gravity: 27 Pcs Sensor Kit for Arduino

Zespół realizujący zajęcia:

- IRTM / Pracownia Projektowania Układów Mikrofalowych: dr inż. Przemysław Korpas, dr inż. Dawid Rosołowski
- IRTM / Pracownia Systemów Internetu Rzeczy: dr inż. Jerzy Kołakowski, mgr inż. Vitomir Djaja-Joško
- IT / Zespół Architektur i Zastosowań Internetu: dr hab. inż. Andrzej Bęben, dr hab. inż. Halina Tarasiuk, dr inż. Piotr Wiśniewski, mgr inż. Maciej Sosnowski, doktoranci

**Wymiar w jednostkach ECTS: 12**

*UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada min. 25 i max. 30 godzinom pracy studenta w semestrze, czyli dla ECTS=5 student musi przepracować od 125 do 150 godzin – należy to uwzględnić w dalszych obliczeniach!*

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): np.:**

3. liczba godzin kontaktowych – 199 godz., w tym  
obecność na zajęciach zintegrowanych – 120 godz.  
obecność na zajęciach projektowych (obowiązkowe konsultacje) – 60 godz.  
konsultacje w laboratorium otwartym – 15 godz.  
obecność na egzaminie – 4 godz.
4. praca własna studenta – 150 godz., w tym  
przygotowanie do zajęć zintegrowanych i konsultacji – 75 godz.  
praca w laboratorium otwartym – 60 godz.  
przygotowanie do egzaminu – 15 godz.

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 134 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.**

*UWAGA: 1 punkt ECTS odpowiada w tym przypadku 26,8 godz. pracy studenta, a więc mieści się w dozwolonym przedziale. Oczywiście liczba godzin 134 mieści się również w przedziale dozwolonym dla 5 pkt. ECTS.*

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 349 godz., co odpowiada 12 pkt. ECTS.**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,39 pkt. ECTS, co odpowiada 14767 godz. kontaktowym.**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:  $(199/349) \times 12 = 6,84$  pkt. ECTS, co odpowiada 199 godz. kontaktowym.**

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,68 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 30 godz. przygotowań do laboratorium.**

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:  $(334/349) \times 12 = 11,48$  pkt. ECTS, co odpowiada 184 godz. zajęć wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich (zgodnie z przyjętym założeniem) plus 150 godz. pracy własnej studenta.**

#### **Wymagania wstępne:**

Student powinien posiadać wiedzę i umiejętności w zakresie:

- podstaw programowania strukturalnego i obiektowego,
- podstaw programowania współbieżnego,
- znajomości czujników podstawowych wielkości fizycznych i sposobów ich dołączania do systemów mikrokomputerowych.

#### **Efekty uczenia się:**

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) §§§§§§§§	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
<b>WIEDZA</b>				
w01	Zna zasady działania prostych sieci IP i metody ich konfiguracji	Zajęcia zintegrowane	Egzamin	W04, W05
w02	Zna zasady transmisji informacji w podstawowych sieciach bezprzewodowych	Zajęcia zintegrowane	Egzamin	W04, W06
w03	Zna właściwości kanału radiowego i jego wpływ na transmisję	Zajęcia zintegrowane	Egzamin	W04
w04	Zna podstawowe protokoły stosowane w sieciach przewodowych i bezprzewodowych IoT	Zajęcia zintegrowane	Egzamin	W04, W06

§§§§§§§§ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

w05	Zna właściwości podstawowych sieci bezprzewodowych (WiFi, Bluetooth, LoRa), parametry stosowanych w nich sygnałów (zakresy częstotliwości, pasma), parametry transmisji (przepływności)	Zajęcia zintegrowane	Egzamin	W04, W06
w06	Zna techniki programowania układów transmisji przewodowej i bezprzewodowej	Zajęcia zintegrowane	Egzamin	W05, W06
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
u01	Potrafi zgromadzić i przeprowadzić analizę materiałów pomocniczych (m.in. literatury) związanych z zadaniem tematem projektu	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>prezentacja</i>	U01, U02, U08
u02	Potrafi sformułować wymagania stawiane projektowanej sieci	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>sprawozdanie,</i>	U04, U05
u03	Umie zaprojektować prostą sieć IP oraz skonfigurować urządzenia ją tworzące	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>obserwacja prac w laboratorium</i>	U08, U10, U13
u04	Potrafi zaprojektować prostą sieć bezprzewodową z wykorzystaniem modułów radiowych WiFi i Bluetooth	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>sprawozdanie,</i>	U07, U08, U10, U13
u05	Potrafi posłużyć się podstawowymi narzędziami programowymi do analizy ruchu w sieci (np. Wireshark)	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>obserwacja prac w laboratorium</i>	U03
u06	Potrafi obsłużyć podstawowe przyrządy do analizy sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości (oscyloskop i analizator widma )	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>obserwacja prac w laboratorium</i>	U03
u07	Potrafi zaplanować eksperyment pomiarowy (umie zaproponować układ pomiarowy, scenariusz badań, kryteria oceny wyników)	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>obserwacja/ sprawozdanie</i>	U03, U10, U13
u08	Potrafi opracować i krytycznie przeanalizować wyniki badań eksperymentalnych	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>sprawozdanie</i>	U02, U03, U13
u09	Potrafi zaprezentować wyniki swojej pracy w formie prezentacji	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>prezentacja</i>	U13, U15, U16
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
k01	Rozumie potrzebę ciągłego aktualizowania i poszerzania posiadanej wiedzy i doskonalenia swoich umiejętności	<i>zajęcia projektowe, warsztaty</i>	<i>obserwacja</i>	K01
k02	Ma świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżyniera oraz związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje i realizowane zadania	<i>zajęcia projektowe, warsztaty</i>	<i>obserwacja, sprawozdanie</i>	K02



**Zespół Autorski:**

dr inż. Przemysław Korpas  
dr inż. Jerzy Kołakowski  
dr inż. Piotr Firek  
(wersja 13.01.2020)

**Inteligentne urządzenie Internetu Rzeczy (P4)  
Smart IoT Device**

Kod przedmiotu (USOS)\*\*\*\*\*: .....

Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)††††††††: .....

<b>Poziom kształcenia:</b>	<i>studia pierwszego stopnia</i>
<b>Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:</b>	<i>studia stacjonarne</i>
<b>Kierunek studiów:</b>	<i>Inżynieria Internetu Rzeczy</i>
<b>Profil studiów:</b>	<i>ogólnoakademicki</i>
<b>Specjalność:</b>	
<b>Jednostka prowadząca:</b>	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
<b>Jednostka realizująca:</b>	<i>Instytut Mikro- i Optoelektroniki</i>
<b>Koordynator przedmiotu:</b>	<i>dr inż. Piotr Firek</i>
<b>Poziom przedmiotu:</b>	<i>zaawansowany</i>
<b>Status przedmiotu:</b>	<i>obowiązkowy</i>
<b>Język prowadzenia zajęć:</b>	<i>Polski</i>
<b>Semestr nominalny:</b>	<i>4</i>
<b>Minimalny numer semestru:</b>	<i>nie dotyczy</i>
<b>Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:</b>	<i>P1, P2, P3</i>
<b>Dyskonta</b>	<i>-</i>
<b>Limit liczby studentów:</b>	<i>30</i>

**Powód zgłoszenia przedmiotu:**

*przedmiot dla nowego kierunku studiów Inżynieria Internetu Rzeczy*

**Cel przedmiotu:** (max 256 znaków)

Celem przedmiotu jest praktyczne zaznajomienie studentów z procesem projektowania urządzenia elektronicznego – od pomysłu do zbudowania i uruchomienia prototypu z wykorzystaniem samodzielnie zaprojektowanego obwodu drukowanego.

---

\*\*\*\*\* Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiTI

†††††††† W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiTI, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

**Skrócony opis przedmiotu (max 1000 znaków):**

Studenci w zespołach mają za zadanie zaprojektować urządzenia IoT o zadanej funkcjonalności. Na kolejnych etapach projektowania: studenci opracowują koncepcję rozwiązania, dobierają kluczowe podzespoły, budują prototyp proof-of-concept z użyciem modułów ewaluacyjnych, poznają narzędzie do projektowania obwodów drukowanych, uzupełniają bibliotekę elementów, rysują schemat ideowy, projektują płytkę drukowaną, przygotowują dokumentację projektową oraz zlecają produkcję obwodu drukowanego. W czasie, gdy trwa produkcja płytek docelowych, studenci rozwijają oprogramowanie przy użyciu modułów ewaluacyjnych. Po powrocie płytek z produkcji, studenci montują prototypy oraz przystępują do ich uruchamiania. Przeprowadzają badania zaprojektowanych urządzeń, m.in. weryfikują zgodność funkcji pełnionych przez układ z założeniami projektu, mierzą pobór energii. Przeprowadzane są analizy możliwości wprowadzenia urządzenia na rynek (analiza kosztów produkcji, obowiązujące normy, wymagane certyfikacje itp.). Cały proces projektowania kończy się przygotowaniem raportu oraz prezentacji w formie krótkiego filmu.

**Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):**

The goal of the project consists in development of an IoT device providing assumed functionality. The project comprises the following stages: development of the device concept, selection of components, use of evaluation modules to build the "proof-of-concept" prototype, learning tools for printed circuit boards design, parts library supplementation, schematics preparation, printed circuit board design, preparation of project documentation, submission of the project to PCB production facility. While the boards are being produced, students develop software using evaluation modules. After returning the PCBs from production, students assemble prototypes and start to run them. They carry out tests of designed devices, verify the compliance of functions performed by the system with the project assumptions, measure energy consumption. Students analyze possibility of bringing the device to market (carry out an analysis of production costs, applicable standards, required certifications, etc.). The whole design process ends with the preparation of a report and a short film.

**Treści kształcenia:**

Działania realizowane przez studentów można podzielić na cztery główne bloki, w ramach których będą oni realizowali mniejsze tygodniowe misje. Podział taki zapewni możliwość stawiania konkretnych wymagań, kontroli postępu i nadzoru nad działaniami. Jednocześnie wyznaczone w ten sposób bloki pozwalają na pewną elastyczność, w przypadku gdyby grupy projektowe potrzebowały więcej czasu na je wybrany fragment, miały z nim trudności czy wręcz przeciwnie – bardzo sprawnie działając dysponowały zapasem czasu.

Przedstawiony poniżej ciąg realizacji zajęć projektowych stanowi główną część przedmiotu. Treści kształcenia w nim przedstawione wspierane będą poprzez zajęcia zintegrowane – warsztaty, w ramach których studenci będą zdobywać wiedzę w tych obszarach niezbędną do realizacji zajęć projektowych. Tematyka zajęć zintegrowanych jest więc ściśle związana z projektem. Jednocześnie zajęcia te będą na tyle elastyczne, aby w przypadku konieczności możliwe było adaptowanie ich (uzupełnianie treści, przenoszenie akcentu) do aktualnych postępów prac projektowych.

Zajęcia Projektowe

Opracowanie wstępnego projektu urządzenia:

1. Analiza tematów projektów. Analiza funkcji urządzenia, dekompozycja problemu, podział na moduły funkcjonalne. Wybór interfejsów, w tym interfejsu radiowego. Analiza założeń biznesowych do projektu (np. rozpatrywana skala produkcji, koszt produkcji, dopuszczalna cena końcowa produktu, itp.).
2. Dobór kluczowych podzespołów: mikrokontrolera, czujników, modułów do komunikacji bezprzewodowej, źródła zasilania (weryfikacja oferty rynkowej podzespołów pod kątem dostępności oraz cen). Opracowanie schematów ideowych. Projekt konstrukcji mechanicznej urządzenia.
3. Zapoznanie z mikrokontrolerem (przy użyciu modułu ewaluacyjnego), jego środowiskiem programistycznym oraz wybranym czujnikiem z cyfrowym interfejsem (np. akcelerometr). Uruchomienie:
  - aplikacji hello-world,
  - interfejsu do komunikacji z czujnikiem scalonym (SPI/I2C/1WIRE),
  - przetwornika analogowo-cyfrowego.
4. Badanie wybranego czujnika: analiza noty katalogowej, pomiary charakterystyk przy użyciu oscyloskopu/multimetru, określenie potrzeb w zakresie kondycjonowania sygnału z czujnika w celu podłączenia do ADC, budowa prototypu układu kondycjonowania na płytce stykowej.
5. Opracowanie prototypu proof-of-concept. Budowa prototypu urządzenia z wykorzystaniem modułów ewaluacyjnych. Weryfikacja poprawności działania prototypu pod kątem kluczowych parametrów.

Projekt części sprzętowej:

6. Opracowanie schematu ideowego: Zapoznanie ze środowiskiem do projektowania obwodów drukowanych. Typowy cykl pracy projektanta. Tworzenie elementów bibliotecznych. Rysowanie schematu ideowego.
7. Projektowanie PCB: Definiowanie reguł projektowych. Projektowanie PCB. Przygotowanie dokumentacji produkcyjnej. Analiza kosztów produkcji PCB u kilku dostawców usługi. Zlecenie produkcji PCB.

Projekt oprogramowania (realizowany w czasie produkcji obwodów drukowanych):

8. Opracowanie programu sterującego modułem łączności bezprzewodowej (np. Bluetooth) – uruchomienie oraz badanie właściwości łącza (przepustowość, zasięg, stopa błędów, pobór mocy).
9. Opracowanie programu sterującego przetwornikiem A/C: obsługa w czasie rzeczywistym (przerwania, DMA, podwójne buforowanie itp.)
10. Implementacja algorytmów przetwarzania danych: implementacja wybranych algorytmów przetwarzania danych (DSP, np. filtracja, decymacja, interpolacja) w celu wyciągnięcia z surowych danych pomiarowych informacji istotnych z punktu widzenia danego zadania projektowego.
11. Oprogramowanie funkcji komunikacyjnych: implementacja komunikacji ze światem zewnętrznym w ustandaryzowanej formie (np. JSON, XML, MQTT, żądanie HTTP) za pomocą wybranego wcześniej interfejsu bezprzewodowego.

Uruchomienie i badania urządzenia



12. Montaż ręczny prototypu na własnym PCB i jego uruchamianie, przeniesienie oprogramowania z modułu ewaluacyjnego na własne PCB. Analiza możliwości montażu automatycznego – ocena kosztów. Wymagania dotyczące dokumentacji produkcyjnej dla montażu automatycznego.
13. Badania funkcjonalne układu. Ustalenie układów testowych, scenariuszy badań, kryteriów oceny wyników. Obserwacja zachowania urządzenia w różnych sytuacjach. Obserwacja sygnałów w dziedzinach czasu i częstotliwości. Wprowadzanie poprawek i modyfikacji.
14. Badanie energochłonności urządzenia. Badanie poboru prądu (pomiar dynamiczny). Określenie czasu pracy na baterii. Porównanie projektowanego poboru prądu do wartości zmierzonych – wnioski płynące z różnic lub ich braku. Optymalizacja poboru poprzez zmiany oprogramowania. Przygotowanie dokumentacji uwzględniającej zagadnienia techniczne jak i biznesowe.
15. Prezentacja rozwiązań każdego z zespołów w formie krótkiego filmu wideo, krytyczna dyskusja pomiędzy zespołami, relacja z napotkanych trudności, „czego się nauczyliśmy?”, „co można było zrobić lepiej”, itp.

Przykładowe tematy:

- inteligentny system do hodowli roślin w doniczce (mierzący temperaturę, wilgotność, nasłonecznienie, generujący decyzję o podlaniu roślinki),
- moduł dla osoby uprawiającej sport,
- lokalizator ultradźwiękowy,
- czujnik drgań maszyny przemysłowej,
- wykrywacz obecności osób w pomieszczeniu, Inteligentne oświetlenie w budynku do tej rejestracji (światło "chodzi" za człowiekiem)
- wykrywacz nietoperzy (ogólnie: ultradźwięków)
- wykrywacz promieniowania mikrofalowego

Potencjalnym źródłem tematów mogą być też podmioty zewnętrzne, które wyraziłyby chęć współpracy. Przykładem może być firma Vigo, która produkuje detektory podczerwieni, a dla której można poszerzyć funkcjonalność produktu o układ np. zbierający, analizujący, i przesyłający dane. Innym przykładem może być firma SEMICON zajmująca się między innymi tworzeniem rozwiązań zbliżonych do tematyki tych zajęć.

**Egzamin: TAK**

Literatura i oprogramowanie:

W trakcie realizacji projektów studenci będą głównie korzystać:

- z not aplikacyjnych producentów układów scalonych opisujących zasady projektowania płytek drukowanych (np. High-Speed DSP Systems Design Reference Guide Literature Number: SPRU889 Texas Instruments May 2005),
- not katalogowych wybranych podzespołów,
- instrukcji obsługi używanego oprogramowania.

W trakcie zajęć studenci będą głównie wykorzystywać oprogramowanie do projektowania płytek drukowanych (np. Altium Designer) oraz środowiska programowe do opracowywania i analizy oprogramowania mikrokontrolerów np. Code Composer Studio, Atollic True Studio, Segger Embedded Studio, Ozone.

### Wymiar godzinowy zajęć:

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar zajęć	godzinowy
<i>Wykład</i>	-	
<i>Ćwiczenia audytoryjne</i>	-	
<i>Zajęcia Projektowe</i>	- 60	
<i>Laboratoria</i>	-	
<i>Zajęcia komputerowe</i>	-	
<i>Seminaria</i>	-	
<i>Lektoraty</i>	-	
<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	- 120	
<i>Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość</i>	-	

### Organizacja zajęć:

Zajęcia odbywają się w każdym tygodniu wg następującego schematu:

Warsztaty – zajęcia zintegrowane odbywają się w dwóch blokach.

- w pierwszym 4-godz. bloku (na początku tygodnia) odbywać się będą zajęcia w formie warsztatów związane z wprowadzeniem studentów do wykonania krótkich misji oraz uzupełniające wiedzę i umiejętności potrzebne do ich wykonania; misje będą realizowane w ciągu tygodnia;
- w drugim 4-godz. bloku (pod koniec tygodnia) studenci oddają wyniki bieżącej misji, dyskutują z opiekunem napotkanie trudności, dokonują razem refleksji na temat wykonanej pracy; ponadto uzupełniają wiedzę i umiejętności, które będą potrzebne w kolejnych tygodniach.

W międzyczasie (w każdym tygodniu) studenci

- uczestniczą w obowiązkowych, odbywających się w dwóch terminach 2-godz. konsultacjach, których celem jest przedyskutowanie z opiekunem bieżących problemów, identyfikacja potrzebnej do uzupełnienia wiedzy potrzebnej do wykonania misji; ponadto, jeśli zajdzie taka potrzeba, kontaktują się z ekspertami z dziedziny dotyczącej aktualnie wykonywanego projektu lub misji;
- realizują projekty w otwartych laboratoriach, korzystając – jeśli jest taka potrzeba – z dodatkowych konsultacji osób prowadzących zajęcia.

Zajęcia opierają się na realizacji przez niewielkie grupy studentów (3...5 osób) projektów urządzenia elektronicznego realizującego zadane funkcje oraz zbudowania i uruchomienia jego prototypu – najpierw z użyciem modułów ewaluacyjnych, a potem przeniesienie na własne PCB.

Temat projektu może być dowolny, ale samo zadanie powinno wymuszać poruszenie przez studentów następujących zagadnień:

- analiza wymagań technicznych oraz biznesowych,
- wybór mikrokontrolera,
- wybór źródła zasilania,

- dobór podzespołów elektronicznych,
- obsługę czujnika z interfejsem cyfrowym (np. scalony akcelerometr),
- obsługę czujnika z interfejsem analogowym (np. termistor),
- wykonanie prototypu „proof-of-concept” z użyciem evalboardu, płytki stykowej itp.,
- zaprojektowanie własnego obwodu drukowanego (PCB) dla tego układu,
- akwizycja sygnałów z czujnika i ich przetworzenie w domenę cyfrowej,
- komunikacja bezprzewodowa (np. przez użycie gotowego modułu BT),
- implementacja oprogramowania i uruchomienie prototypu,
- analiza kosztów produkcji prototypu oraz produkcji seryjnej urządzenia.

*Należy ponadto podać:*

- *jakie zasoby (infrastruktura dydaktyczna), będące w dyspozycji zespołu autorskiego lub inne zasoby Wydziału (po odpowiednim przystosowaniu, jeśli jest taka potrzeba), będą wykorzystane do prowadzenia zajęć,*

Studentom realizującym projekty zostaną zapewnione niezbędne podzespoły (mikrokontrolery, czujniki, płytki, złącza, inne drobne elementy) oraz materiały (np. cyna).

Studenci będą mieli dostęp do oprogramowania Altium Designer (dostępna jest edukacyjna licencja wydziałowa oraz licencje w instytutach IRTM i IMIO). Oprogramowanie mikrokontrolerów będzie tworzone z użyciem programów dostępnych na zasadach darmowych licencji edukacyjnych.

Laboratoria IRTM umożliwiają montaż urządzeń elektronicznych z wykorzystaniem pieców do montażu rozplływowego (2 szt.) stacji lutowniczych BGA (2szt.). IMIO dysponuje laboratorium montażu układów elektronicznych.

Laboratoria IRTM dysponują sprzętem komputerowym, oraz urządzeniami pomiarowymi (multimetrami, oscyloskopami, generatorami, analizatorami widma i obwodów), które mogą być wykorzystane do uruchamiania i badań układów.

- *nazwiska osób – potencjalnych realizatorów zajęć (pracowników Wydziału lub osób spoza Wydziału deklarujących zainteresowanie włączeniem się w proces kształcenia)*

dr inż. Przemysław Korpas

dr inż. Jerzy Kołakowski

dr inż. Dawid Rosołowski

mgr inż. Vitomir Djaja-Joško

dr inż. Piotr Firek

dr inż. Jerzy Kalenik

**Wymiar w jednostkach ECTS:** 12

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):**

*liczba godzin kontaktowych – 199 godz., w tym  
obecność na zajęciach zintegrowanych – 120 godz.*

*obecność na zajęciach projektowych (obowiązkowe konsultacje) – 60 godz.*

*konsultacje w laboratorium otwartym – 15 godz.*

*obecność na egzaminie – 4 godz.*

5. *praca własna studenta – 150 godz., w tym  
przygotowanie do zajęć zintegrowanych i konsultacji – 75 godz.  
praca w laboratorium otwartym – 60 godz.  
przygotowanie do egzaminu – 15 godz.*

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 349 godz., co odpowiada 12 pkt. ECTS.**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**  $(199/349) \times 12 = 6,84$  pkt. ECTS, co odpowiada 199 godz. kontaktowym.

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**  $(334/349) \times 12 = 11,48$  pkt. ECTS, co odpowiada 184 godz. zajęć wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich (zgodnie z przyjętym założeniem) plus 150 godz. pracy własnej studenta.

**Wymagania wstępne:**

Student powinien posiadać wiedzę i umiejętności nabyte podczas realizacji zajęć projektowych na wcześniejszych semestrach (P1, P2 oraz P3). Ponadto powinien znać podstawy budowy mikrokontrolera. Konieczne jest również posiadanie wiedzy związanej z programowaniem mikrokontrolerów w języku C.

**Efekty uczenia się:**

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) *****	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
<b>WIEDZA</b>				
w01	Wie jak dokonać podziału (dekompozycji) problemu na elementy składowe	<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	<i>egzamin ustny</i>	W03
w02	Zna podstawowe interfejsy cyfrowe stosowane w systemach mikroprocesorowych	<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	<i>egzamin ustny</i>	W05
w03	Zna podstawowe pojęcia dotyczące sygnałów cyfrowych	<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	<i>egzamin ustny</i>	W03, W05
w04	Zna podstawowe algorytmy przetwarzania sygnałów oraz ich zastosowania	<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	<i>egzamin ustny</i>	W03
w05	Zna różne techniki pozyskiwania energii zasilającej dla układów elektronicznych oraz ich kluczowe parametry i ograniczenia	<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	<i>egzamin ustny</i>	W03
w06	Zna proces wytwarzania obwodu drukowanego.	<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	<i>egzamin ustny</i>	W03
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
u01	Potrafi dokonać wyboru konkretnego typu mikrokontrolera oraz układów peryferyjnych optymalnych dla danej aplikacji	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>sprawozdanie, prezentacja</i>	U01 U08 U09 U14 U16
u02	Potrafi zapewnić komunikację z zewnętrznymi układami peryferyjnymi za pośrednictwem interfejsów szeregowych	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>sprawozdanie, prezentacja</i>	U01 U08 U10 U14 U16
u03	Potrafi dobrać źródło zasilania dla projektowanego modułu	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>sprawozdanie, prezentacja</i>	U01 U05 U08 U10 U14 U16
u04	Potrafi dobrać właściwą technikę przetworzenia wielkości nieelektrycznej na elektryczną	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>sprawozdanie, prezentacja</i>	U08 U09

\*\*\*\*\* Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

				U14 U16
<i>u05</i>	Potrafi zaimplementować wybrane algorytmy DSP przetwarzające dane pomiarowe w czasie rzeczywistym	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>sprawozdanie, prezentacja</i>	U08 U09 U10 U11 U13 U15
<i>u06</i>	Potrafi zmontować i uruchomić prototyp własnego modułu IoT oraz oprogramować go	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>sprawozdanie, prezentacja</i>	U08 U09 U13 U14 U16
<i>u07</i>	Potrafi zaprojektować obwód drukowany z uwzględnieniem zagadnień mechanicznych takich jak rozmiary, dopasowanie do obudowy	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>sprawozdanie, prezentacja</i>	U08 U09 U13 U14 U15 U16 U18
<i>u08</i>	potrafi – przy rozwiązywaniu zadania inżynierskiego – stosować efektywne metody projektowania, obejmujące szybkie prototypowanie	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>sprawozdanie, prezentacja</i>	U07
<i>u09</i>	potrafi pracować w zespole; potrafi opracować i zrealizować harmonogram prac zapewniający dotrzymanie terminów	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>sprawozdanie, prezentacja</i>	U14
<i>u10</i>	potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego, przygotować tekst zawierający m.in. omówienie uzyskanych wyników oraz przedstawić prezentację i uczestniczyć w dyskusji na ten temat	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>sprawozdanie, prezentacja</i>	U15 U16
<i>u11</i>	ma umiejętność samokształcenia się w sytuacji gdy zidentyfikuje taką potrzebę		<i>sprawozdanie, prezentacja</i>	U18
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
<i>k01</i>	Rozumie potrzebę stałego wzbogacania posiadanej wiedzy i jej aktualizowania	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>ocena aktywności podczas zajęć</i>	K01
<i>k02</i>	Ma świadomość wpływu pracy inżyniera na środowisko i ekologię	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>ocena aktywności podczas zajęć</i>	K02 K03
<i>k03</i>	Potrafi myśleć w sposób przedsiębiorczy i rozumie biznesowe aspekty pracy inżyniera	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>ocena aktywności podczas zajęć</i>	K04

Autorzy:

*dr inż. Fernando Solano*

*dr inż. Jordi Montgay Batalla*

*mgr in. z. Aleksander Pruszkowski*

## **USŁUGI I APLIKACJE INTERNETU RZECZY (UAIR) Internet of Things Services and Applications (IOTSA)**

**Poziom kształcenia:** I stopień

**Forma i tryb prowadzenia przedmiotu:** stacjonarna

**Kierunek:** Inżyniera Internetu Rzeczy

**Specjalność:**

**Grupa przedmiotów:**

**Poziom przedmiotu:** podstawowy

**Status przedmiotu:** obowiązkowy

**Język przedmiotu:** polski

**Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych):** 5

**Minimalny numer semestru:** 5

**Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:** Komunikacja bezprzewodowa i przewodowa

**Limit liczby studentów:** 30

**Powód zgłoszenia przedmiotu:** przedmiot dla nowego kierunku studiów

### **Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów w praktyce z zasadami, procesami i technikami projektowania, implementacji i wdrażania systemów IoT „end-to-end” – od urządzenia wbudowanego do aplikacji klienckiej użytkownika.

### **Treść kształcenia:**

Projekt dotyczy zaprojektowania, zbudowania i przetestowania rozwiązania bazującego na dostępnej gotowej infrastrukturze IoT. Infrastruktura ta składa się z czterech różnych platform deweloperskich – urządzenie wbudowane (musi udostępniać co najmniej jeden czujnik oraz jeden element wykonawczy), węzeł agregujący lub brama IoT, serwer aplikacji lub chmura obliczeniowa, oraz urządzenie klienckie użytkownika końcowego – oraz z bibliotek programistycznych

i środowisk rozwoju i wdrażania oprogramowania. W szczególności, biblioteki dostarczają poprawne implementacje protokołów warstwy aplikacji (studenci będą mogli dostosować biblioteki programistyczne do własnego problemu), natomiast środowiska wdrożeniowe zapewniają mechanizmy uruchamiania aplikacji na węzłach wbudowanych i na serwerach aplikacyjnych lub w środowiskach chmurowych.

Projekt będzie podzielony na poniżej wymienionych pięć etapów:

- Etap 1: definicja problemu oraz dobór platformy (3 tygodnie)
- Etap 2: usługi monitoringu (3 tygodnie)
- Etap 3: usługi sterowania (3 tygodnie)
- Etap 4: usługi bezpieczeństwa (3 tygodnie)
- Etap 5: integracja z zewnętrznymi systemami (3 tygodnie)
-

W każdym z etapów 2-5, w każdym tygodniu pracy, studenci mają zaimplementować jedną nową usługę, implementując odpowiednie operacje usługowe w aplikacjach we wszystkich czterech platformach.

W ramach każdego etapu studenci realizują sekwencję kroków (podetapów), stopniowo rozszerzając rozwiązanie o kolejne grupy funkcji związanych z zakresem tematycznym danego etapu. W ramach każdego kroku odbywają się zajęcia wstępne prowadzone w formie zintegrowanych warsztatów oraz właściwe zajęcia projektowe. Zajęcia wstępne w formie zintegrowanych warsztatów mają umożliwić studentom zdobycie zarówno podstawowej wiedzy w zakresie zagadnień dotyczących usług i aplikacji IoT związanych z danym etapem, jak i podstawowych praktycznych umiejętności umożliwiających dalszą pracę.

Zajęcia właściwe mają charakter mini-projektów zespołowych – studenci zorganizowani w zespoły pracują samodzielnie, opierając się na wiedzy i umiejętnościach pozyskanych na zajęciach wstępnych. Mają przeprowadzić rozpoznanie literaturowe, być może sprawdzić coś w laboratorium, opracować wymagania funkcjonalne i poza-funkcjonalne, wypracować możliwe warianty rozwiązania, przedstawić i omówić je na konsultacjach, a następnie zaprojektować, zaimplementować i wdrożyć rozwiązanie, po czym przedstawić je na warsztatach końcowych.

Grupa studentów będzie podzielona na trzyosobowe lub czteroosobowe zespoły. W ramach danego etapu każdy członek zespołu będzie odpowiedzialny za implementację funkcjonalności z tego etapu projektu w innej platformie, w taki sposób, aby po 4 czterech etapach każdy ze studentów w sposób praktyczny zapoznał się z każdą platformą i rozwojem aplikacji na tym platformie. W przypadku trzyosobowe zespoły, zespoły takie mogą pomijać implementację usług na urządzeniu klienckim użytkownika końcowego.

W ramach projektu uwzględniane są następujące zagadnienia: architektura sprzętowa i usługowa (funkcjonalna) systemów IoT; styki usługowe modułów IoT i protokoły warstwy aplikacji; architektura, implementacja i wdrażanie modułów aplikacji IoT.

W trakcie realizacji projektu opcjonalnie będą organizowane krótkie mini-warsztaty tematyczne oraz prezentacje na temat zagadnień związanych z realizowanym projektem, prowadzone przez zaproszonych ekspertów oraz przedstawicieli przemysłu.

Po każdym tygodniu z etapów 2-5, zespoły mają dostarczyć raport postępu oraz osiągnięć. Raporty mogą zawierać następujące części zależnie od celu zaplanowanej pracy w danym tygodniu:

- Raport modelowania problemu (M): Na zakończenie misji zespoły mają przedstawić aktorzy systemu, przypadki użycia oraz diagramy sekwencji. Zalecane język do reprezentacji modelu to UML.
- Raport specyfikacji usług (S): Na zakończenie misji zespoły mają przedstawić udokumentowaną specyfikację danych usług systemu oraz plan testów tych usług. Specyfikacja ta zabierze definicję danych systemu, schemat zaprojektowanych usług oraz kontraktów pomiędzy usługami, opis zadań w każdym usłudze, opis struktury bazy danych, przedzieloną platformę do implementacji dla każdej z usług, oraz interfejsy i protokoły telekomunikacyjne używane pomiędzy usługami znajdującymi w różnych platformach według dostępności w infrastrukturze. Zalecane język do reprezentacji specyfikacji to UML lub SoaML.



- Raport implementacji usług i aplikacji (I): Na zakończenie misji zespoły mają przedstawić udokumentowane oprogramowanie w każdej platformie, skrypty do generacji bazy danych, oraz instrukcję do uruchomienia rozwiązania.
- Raport testowanie rozwiązania (T): Na zakończenie misji zespoły mają przedstawić wyniki przeprowadzonych testów systemu, według planu testów usług z odpowiedniego raportu typu S. Wyniki mogą zawierać m. in. szacowany czas życia urządzenia wbudowanego (jeśli zasilane z baterii), minimalny czas wykonania usług, obciążenia procesora/kontrolera oraz zużycie pamięci w każdym urządzeniu w każdym przypadku użycia systemu, etc.

#### ZAJĘCIA ZINTEGROWANE:

### **Etap 1: Definicja problemu oraz dobór platformy**

#### *W1 Definicja projektu*

Misja: Definicja problemu, badania literaturowe. Zdefiniowanie użytkownika, zidentyfikowanie problemów, określenie problemu głównego, podział pracy w grupie. Pogłębienie wiedzy w wywiadach z przyszłym użytkownikiem rozwiązania. Zadanie pytań otwartych i sporządzanie na podstawie notatek z uustrukturyzowaną wiedzą. Wyciąganie wniosków na temat potrzeb użytkownika, tworzenie na podstawie ich wymagań minimalnych i funkcjonalności "nice to have". Analiza funkcji platform, dekompozycja problemu, podział na moduły funkcjonalne. Dobór czujników oraz elementów wykonawczych na podstawie potrzeb użytkowników.

Konsultacje: Przedstawienie i przedyskutowanie zaproponowanych rozwiązań, omówienie problemów, wskazanie możliwości uzyskania pomocy (np. osób, modułów, aparatury, itd.).

Rozwiązanie (przykład): Definicja problemu: system automatycznego ogrzewania w domu. Wejściowy element (czujnik): termostat analogowy. Wyjściowy element (wykonawczy): zawór cyfrowy do kontrola przepływu ciepłej wody w grzejniku.

Raport: W trakcie warsztatów i pracy własnej studentów, zespół sporządza na bieżąco raport, w którym są zamieszczane: udokumentowanie uzyskania istotnych kamieni milowych pracy (np. zrzuty z ekranu, wartości pomiarów itd.), wyniki badań literaturowych, opis propozycji rozwiązań zagadnień misji, opis zrealizowanego rozwiązania i uzyskanych rezultatów. Raport jest zamieszczany w repozytorium dostępnym na bieżąco dla członków zespołu studenckiego i opiekuna zespołu (oraz eksperta).

#### *W2 Testowanie węzła wbudowanego oraz bramy IoT*

Warsztaty wstępne: instalacja, uruchomienie, testowanie węzła wbudowanego oraz węzeł agregującego (bramy) IoT przez zespół studentów.

Misja: Studenci mają za zadanie upewnić się, że wybrany i przydzielony im sprzęt działa poprawnie, że wybrali odpowiednie oprogramowanie narzędziowe (i odpowiednio je skonfigurowali – jeżeli to konieczne) oraz że potrafią w elementach programowalnych wymienić oprogramowanie na wersję testującą ich podstawowe funkcje. Etap ten ma być przydatny w przyszłych pracach studentów, pomagając im w samodzielnym rozwiązywaniu problemów.

Konsultacje: Pomoc w znajdowaniu dokumentacji do nowego sprzętu, pomoc w rozwiązywaniu problemów powstałych podczas pierwszej styczności z nowym sprzętem.

Raport: Na zakończenie studenci mają przedstawić prosty i precyzyjnie udokumentowany spis kroków niezbędnych do przetestowania swojej platformy. Częścią tego spisu powinna być informacja jak postępować w przypadkach porażki któregoś z kroków (ang. troubleshooting guides).

### *W3 Testowanie serwera aplikacji oraz przykładu aplikacji użytkownika*

Warsztaty wstępne: instalacja, uruchomienie oraz testowanie serwera aplikacji oraz aplikacji Użytkownika

Misja: Studenci mają posiadać podstawową, i niezbędną w dalszej pracy wiedzę i umiejętności konfigurowania serwera aplikacji i tworzenia aplikacji dla użytkownika. Etap ten ma być przydatny w przyszłych pracach studentów, ma on pomóc opanować zagadnienia konfiguracji serwera aplikacji, zwracając studentów uwagę na aspekty bardziej ważne i mniej ważne. Etap ten także ma studentom pomóc w tworzeniu aplikacji użytkowej, poprzez opanowanie przez nich modelu działania aplikacji dla wybranej platformy oraz poprzez zaznajomienie ich z interfejsem aplikacji (API).

Konsultacje: Pomoc w rozpoczęciu pracy konfigurowania serwera aplikacji. Zapoznanie z metodami efektywnego zarządzania różnymi wersjami tworzonych konfiguracji, znajdowaniu dokumentacji dla tego serwera, oraz pomoc w rozwiązywaniu problemów konfiguracyjnych. Pomoc w tworzeniu aplikacji użytkownika, zapoznanie z metodami uruchamiania tego oprogramowania. Zwrócenie uwagi na problemy wydajności sprzętu na jakim działać ma aplikacja użytkownika.

Raport: Podobnie jak w W2 na zakończenie studenci mają przedstawić prosty i precyzyjnie udokumentowany spis kroków niezbędnych podczas konfigurowania serwera aplikacji którego częścią powinien zestaw reguł jak postępować w przypadkach porażki podczas konfigurowania. Dla części związanej z tworzeniem aplikacji użytkownika, niezbędne jest utworzenie prostej demonstracyjnej aplikacji pokazującej, iż studenci opanowali na odpowiednim poziomie umiejętność tworzenia oprogramowania.

### **Etap 2: Usługi monitoringu**

Na tej etapie, zespoły opracują tylko przypadki użycia systemu przez użytkownika końcowego związane z monitoringiem. Pozostałe przypadki użycia systemu nie są wzięte pod uwagę na tej etapie.

### *W4 Modelowanie i specyfikacja usług monitoringu oraz badanie wejściowych elementów styku z otoczeniem*

Warsztaty wstępne: Studenci odpowiedzą na następujące pytania: jaka informacja jest użytkownikom najbardziej potrzebna? jak uzyskać pomiary z czujnika? Jak przetwarzać pomiary z czujnika aby generować zadaną informację? Jakie są potrzebne usługi w rozwiązaniu aby przetwarzać pomiary i przedstawiać informację użytkownikom? Jakie są ograniczenia infrastruktury (np. wspierane protokoły telekomunikacyjne) oraz wybranego czujnika związane z przetwarzaniem danych (np. częstotliwość pobierania danych z czujników, prędkość transmisji danych na każdym interfejsie, pamięć ulotna oraz moc obliczeniowa dostępne do aplikacji w każdej platformie)? Biorąc pod uwagę wymienione ograniczenia, czy zaprojektowany inwentarz usług jest odpowiednie do możliwości infrastruktury? Jakie będą kontrakty między usługami? W jakiej platformie będą zaimplementowane każdy z zaprojektowanych usług? Studenci modelują oraz specyfikują usługi monitoringu oraz ich kontrakty biorąc pod uwagę ograniczenia infrastruktury i czujników.

Misja: Modelowanie i specyfikacja interfejsów monitoringu pomiędzy urządzeniami oraz badanie wejściowych elementów styku z otoczeniem.

Konsultacje: jak w pkt. W1

Rozwiązanie (przykład): Opis usług związanych z monitoringiem temperatury.

Raport: Zespoły przedstawiają raporty typu M oraz typu S.

*W5 Implementacja i testowanie usług monitoringu*

Misja: Implementacja zaprojektowanych usług monitoringu według specyfikacji z W4, aby użytkownik końcowy był w stanie uzyskać przetwarzaną informację, od czujnika urządzenia wbudowanego.

Konsultacje: jak w pkt. W1

Rozwiązanie (przykład): Usługa odczytu pojedynczego pomiaru temperatury od urządzenia wbudowanego oraz jego wyświetlenie na urządzeniu klienckim.

Raport: Zespoły przedstawiają raporty typu I oraz typu T.

*W6 Analiza oraz optymalizacja wydajności usług monitoringu*

Warsztaty wstępne: Na podstawie analizy testów zaimplementowanego rozwiązania w W5, studenci przeliczą, jak zasoby infrastruktury (akumulator urządzenia wbudowanego, czas użycia procesora oraz ilość pamięci używanej w każdej platformie, etc.) są używane w trakcie działania rozwiązania przez użytkownika. Jakie parametry usług monitoringu ograniczą wydajność lub czas życia zaproponowanego rozwiązania? Który z nich jest najbardziej znaczący pod tym względem? Czy można przeprojektować usługi aby uzyskać wyższą wydajność lub czas życia systemu?

Misja: Zespoły zaprojektują oraz zaimplementują nowy inwentarz usług, aby uzyskać najdłuższy czas życia rozwiązania albo zmniejszone użycie zasobów infrastruktury.

Konsultacje: jak w pkt. W1

Rozwiązanie (przykład): Usługa odczytu zbiorów pomiarów temperatury od urządzenia wbudowanego oraz jego wyświetlenie na urządzeniu klienckim.

Raport: Zespoły przedstawiają raporty typu M, S, I oraz T.

**Etap 3: Usługi sterowania**

Na tej etapie, zespoły opracują tylko przypadki użycia systemu przez użytkownika końcowego związane z autonomicznym sterowaniem (włącznie z monitoringiem z drugiego etapu). Pozostałe przypadki użycia systemu nie są wzięte pod uwagę na tej etapie.

*W7 Modelowanie i specyfikacja usług sterowania oraz badanie wyjściowych elementów styku z otoczeniem*

Warsztaty wstępne: Studenci odpowiedzą na następujące pytania: jakie są stany działania elementu wykonawczego? jak sterować stany działania elementu wykonawczego? Jaki jest czas potrzebny elementowi wykonawczemu na zmianę stanu działania? jakie przypadki użycia rozwiązania są odpowiedzialne za zmianę stanu elementu wykonawczego? Na podstawie odpowiedzi poprzednich pytań, studenci zaprojektują usługi sterowania elementem wykonawczym własnego rozwiązania, kontrakty między usługami oraz interfejsy pomiędzy platformami infrastruktury.

Misja: Zaprojektowanie usług i interfejsów sterowania pomiędzy platformami infrastruktury oraz badanie wyjściowych elementów styku z otoczeniem.

Konsultacje: jak w pkt. W1

Raport: Zespoły przedstawiają raporty typu M oraz typu S.

*W8 Implementacja i testowanie sterowania elementem wykonawczym*

Zespoły zaimplementują zaprojektowane usługi sterowania, aby użytkownik końcowy był w stanie zmienić od urządzenia klienckiego stan działania elementu wykonawczego w urządzeniu wbudowanym.

Misja: Implementacja sterowanie elementem wykonawczym od urządzenia klienckiego

Konsultacje: jak w pkt. W1

Rozwiązanie (przykład): Usługa sterowania stopnia przepływu zaworu ciepłej wody w urządzeniu wbudowanym od urządzenia klienckiego.

Raport: Zespoły przedstawiają raporty typu I oraz typu T.

#### *W9 Pętla autonomicznego sterowania*

Korzystając z wyników zW6 orazW8, studenci rozszerza, rozwiązanie o nowe komponenty aby system był w stanie sterować w sposób autonomicznie elementem wykonawczym na podstawie pobranych danych od czujnika systemu.

Misja: Zaprojektowanie oraz implementacja usług odpowiedzialnych za autonomicznie sterowanie elementem wykonawczym korzystając z danych od czujnika.

Konsultacje: jak w pkt. W1

Rozwiązanie (przykład): Usługa autonomicznego sterowania zaworem na podstawie pomiarów temperatury.

Raport: Zespoły przedstawiają, raporty typu M, S, I oraz T.

### **Etap 4: Usługi bezpieczeństwa**

#### *W10 Bezpieczeństwo systemu*

Po utworzeniu działającego systemu jego twórca powinien zadać sobie pytanie, czy na pewno nie pozostawiono tzw. „dziur bezpieczeństwa” w systemie. W ramach zajęć uczestnicy powinni przeanalizować działanie zbudowanego przez siebie systemu, zidentyfikować potencjalne zagrożenia, poznać metody ich eliminacji oraz w miarę możliwości dokonać odpowiednie modyfikacje.

Wysocze wskazane jest zatem zweryfikowanie powstałego oprogramowania. Można zrealizować to przy pomocy tzw. testów penetracyjnych (dostępne poprzez gotowe oprogramowanie) poddających testowaniu poszczególne elementy pełniące funkcję serwerów usług. Inna równie ważna z punktu widzenia dydaktycznego metoda to proces polegający na zmodyfikowaniu oprogramowania poszczególnych elementów systemu a będących klientami, tak aby ich działanie naruszało przyjęte reguły bezpieczeństwa. Mogą to być modyfikacje polegające na

np.: logowaniu do usług opartym na błędnych danych uwierzytelniających, przesyłanie wiadomości niezgodnie z przyjętym protokołem, próby przejęcia kontroli nad elementami systemu poprzez ataki klasy „przepełnienie bufora”, itp.

Misja: Rozszerzać usługi systemu aby poziom bezpieczeństwa systemu był wyższy.

Konsultacje: Pomoc w poszukiwaniu dokumentacji traktujących o zagrożeniach i narzędziach wspierających walkę z nimi.

Rozwiązanie (przykład): Analiza wykorzystywanych protokołów komunikacji Internetowej użytych w systemie i ich ewentualna podmiana, np.: z HTTP na HTTPS oraz blokada protokołu niebezpiecznego. Zbadanie podatności na atak „przepełnienie bufora” i zabezpieczenie utworzonego kodu.

Raport: Raporty typu M, S, I oraz T. Raporty te muszą, również zawierać zestawy zmodyfikowanego oprogramowania którego działanie miało dla celów testowych naruszać przyjęte reguły bezpieczeństwa z opisem jak je używano.

#### *W11 Niezawodności systemu*

Testowanie zbudowanego systemu pod kątem niezawodności, jako działanie niezbędne dla oceny jego jakości. Na tym etapie prac, studenci mają, upewnić się czy ich system potrafi poradzić sobie z sytuacjami niespodziewanymi czy wręcz z błędami. Oprogramowanie poszczególnych elementów systemu powinno sobie radzić także z nie typowymi sytuacjami.

Dla przykładu element pełniący rolę serwera odbierając błędne polecenie od klienta powinien zamiast próbować wykonywać to polecenie odpowiednio zareagować zwracając klientowi komunikat o błędzie. Sugerowane jest zatem przygotowanie scenariuszy badania niezawodności oraz spreparowanie oprogramowania poszczególnych elementów systemu pełniących rolę klientów w taki sposób aby generowały one serie poprawnych zadań przeplatanych ze błędnymi zadaniami (np.: błędny kod rozkazu, argument z poza dozwolonego zakresu). Po przeprowadzeniu długotrwałych testów (>10h), możliwe byłoby określenie jak system sobie radził i czy można go uznać za niezawodny.

Misja: Rozszerzać usługi systemu aby poziom niezawodności systemu był wyższy.

Konsultacje: Pomoc w poszukiwaniu dokumentacji opisujących metody weryfikacji niezawodności systemu i jej poprawiania.

Rozwiązanie (przykład): Spreparować w wybranym elemencie klienckim test zlecający wykonanie nieznanego polecenia, uruchomić ten test i sprawdzić czy serwer mający wykonać to polecenie zareaguje poprawnie czy np.: nie zakończy nagle swojego działania – jeżeli zostanie wykryte nieprawidłowe zachowanie, wskazane jest przeprowadzenie odpowiednich modyfikacji oprogramowania w serwerze i powtórzenie procedury.

Raport: Raporty typu M, S, I oraz T. Raporty te muszą zawierać scenariusze testów, obserwacje zachowania elementów systemu, zestaw modyfikowanego oprogramowania zwiększające niezawodność oraz wnioski związane z przeprowadzonymi pracami.

#### *W12 Wydajność systemu*

Testowanie budowanego systemu pod kątem wydajności, jako działanie niezależne od badania niezawodności ma pomóc ocenić jakości pracy studentów. Aspekt niezawodności jest bardzo istotny na etapie wdrażania systemu a często pomijany i traktowany jako błahy. Twórca oprogramowania poszczególnych elementów systemu powinien móc odpowiedzieć na pytanie jakie zasoby są niezbędne dla ich poprawnego działania. Istnieje wiele metod odpowiedzi na to pytanie, jedną z nich może być przygotowanie poszczególnych elementów systemu (klientów) w taki sposób aby generowały one duże serie spreparowanych żądań przekazywanych komponentom z nimi współpracującym (serwerów). Ograniczając stopniowo zasoby środowiska wykonania takiego serwera (np.: zmniejszenie ilości pamięci w wirtualnym środowisku wykonania kodu serwera), można wychwycić ile tak naprawdę tych zasobów jest wymagane dla poprawnego działania tego elementu. Podobne testy powinny być także przygotowane i zrealizowane w scenariuszu end-to-end. Tutaj jednak wielkość zasobów wszystkich elementów pośredniczących powinna odpowiadać minimalnym wymaganiom zasobom ustalonym w badaniu każdego z elementów. Wynikiem ubocznym powyższych testów – choć dość istotnym – mogą być wnioski pomagające poprawić oprogramowanie poszczególnych elementów systemu.

Misja: Rozszerzać usługi systemu aby poziom wydajności systemu był wyższy.

Konsultacje: Pomoc w poszukiwaniu dokumentacji opisującej metody badania i polepszania wydajności oraz pomoc w poszukiwaniu narzędzi pomocnych w badaniach wydajności.

Rozwiązanie (przykład): Na wyników testów, ustalenie gdzie jest słabe strony poszczególnych elementów systemu i odpowiednia ich modyfikacja (np.: zmiana reprezentacji danych przechowywanych w pamięci z tekstowej na upakowaną - binarną).

Raport: Raporty typu M, S, I oraz T. Raport T musi zawierać obserwacje i wnioski związane z przeprowadzonymi testami, pokazujące co negatywnie wpływa na wydajność systemu oraz modyfikacje wykonane przez studentów poprawiające to wydajność.

---

#### **Etap 5: Integracja z zewnętrznymi systemami**

##### *W13 Integracja z systemami istniejącymi w Internecie*

Warsztaty wstępne: czy korzystając z danych od innych systemów istniejących w Internecie zaprojektowane przez studentów rozwiązanie może podjąć lepsze decyzje (niż te osiągnięte w W9)? jakie dodatkowe usługi, kontrakty oraz interfejsy są potrzebne aby rozwiązanie korzystało z danych od obcych systemów w internecie?

Misja: Zaprojektowanie oraz implementacja usług pozwalających na odczytanie pomiarów od

zewnętrznych systemów w Internecie.

Konsultacje: jak w pkt. W1

Rozwiązanie (przykład): Odczyt oraz przetwarzanie pomiarów temperatury od Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Raport: Zespoły przedstawiają raporty typu M, S, I oraz T.

#### *W14 Integracja z systemami od innych zespołów*

Warsztaty wstępne: Każdy zespół sam zdefiniował swój projekt na podstawie metodologii Double Diamond zastosowanej do podawanego wyzwania w W1 dla całej grupy studentów. Studenci odpowiedzą na pytania: jak własne rozwiązanie może korzystać z danych od rozwiązań pozostałych zespołów w ramach zdefiniowanego wyzwania? jakie dodatkowe usługi, kontrakty oraz interfejsy są potrzebne aby rozwiązanie korzystało z danych od rozwiązań pozostałych zespołów?

Misja: Zaprojektowanie oraz implementacja usług mających na celu wymianę danych z rozwiązaniami pozostałych zespołów.

Konsultacje: jak w pkt. W1

Rozwiązanie (przykład): Integracja z rozwiązaniem sterującym wentylacją w domu.

Raport: Zespoły przedstawiają raporty typu M, S, I oraz T.

#### *W15 Materiał marketingowy oraz prezentacja wyników*

Prezentacja rozwiązań zespołu przed całą grupą w formie inwestorskiego pitch deck. Przygotowanie krótkiego materiału prasowego lub one-pagera wraz ze zdjęciami na temat przygotowanego rozwiązania. Krytyczna dyskusja pomiędzy zespołami, relacja z napotkanymi trudnościami, „czego się nauczyliśmy?”, „co można było zrobić lepiej”, itp.

Misja: Obrona własnych rozwiązań w zakresie kompleksowych aplikacji i omawianie wyników badań.

Konsultacje:

Warsztaty końcowe:

Raport: jak w pkt. W1

#### **Treść kształcenia – streszczenie w jęz. angielskim:**

The course is an introduction to the principles, processes and techniques of the IoT end-to-end systems' design, implementation and deployment: from the embedded device to the end-user client application. The end-to-end system is composed of 4 types of physical blocks: the embedded device, the IoT aggregating node or gateway, the application server or the computation cloud, and the end-user client device (terminal). During the course, the students will develop the applications, their logic as well as interfaces, so that the end-user could remotely manage the embedded devices – configure and monitor the state of their resources, and upload and store their data in the repository, which he can view afterwards.

Egzamin: tak

Literatura i oprogramowanie:

LITERATURA:

Dziedzina Internetu Rzeczy rozwija się tak szybko, że tradycyjna literatura przedmiotu nie nadąża za zmianami. Głównym dostarczycielem aktualnych opisów i analiz są producenci sprzętu i oprogramowania oraz czasopisma (portale) internetowe. Dlatego szczegółowa lista literaturowa będzie tworzona i udostępniana na początku każdego semestru. Na stronie Otwartego Laboratorium Internetu Rzeczy będą zamieszczone pełne informacje o zasobach sprzętowych i oprogramowaniu.

- D. Comer: Sieci komputerowe i intersieci. Wydanie V, ISBN: 978-83-246-3607-5, 2012
- W. R. Stevens, Programowanie usług sieciowych, tom I, ISBN: 83-204273-5-5, WNT, 2002
- J. Bogusz, Lokalne interfejsy szeregowo w systemach cyfrowych, ISBN: 83-921073-0-6, BTC, 2004
- T. Earl, SOA Design Patterns, ISBN: 978-0134767420, Prentice Hall, 2017

#### Zasoby IoT

- zestaw jednopłytkowych mikro-komputerów Raspberry PI w wersjach 1, 2, 3 i 4 (6 sztuk),
- zestaw jednopłytkowych mikro-komputerów Intel-Edison (2 sztuki),
- zestaw jednopłytkowych mikro-komputerów Intel Galileo w wersjach 1 i 2 (20 sztuk),
- zestaw mikro-komputerów zgodnych z PC ALIX 3 (4 sztuk),
- zestaw płytek: Arduino UNO (20 sztuk), Arduino Mini Pro (20 sztuk),
- zestaw płytek: Arduino ESP8266 (2 sztuki), LoLin ESP8266 (4 sztuki),
- zestaw nakładek (shieldy) dla Arduino: karty Ethernet (20 sztuk), czytnik NFC (1 sztuka), sterownik silnikami (1 sztuka),
- moduły czujników: światła, temperatury, wilgotności ciśnienia, poboru energii, itp.,
- przełączniki sieci Ethernet: 24x1Gbit (1 sztuka), 2x1Gbit+20x100Mbit (1 sztuka), routery z oprogramowaniem OpenWRT (3 sztuki).

#### Zasoby rozwoju i uruchamiania oprogramowania

- stacje klienckie rozwoju oprogramowania z systemami operacyjnymi Windows lub Linux oraz środowiskami projektowania, implementacji i budowania oprogramowania aplikacji serwerowych i klienckich,
- maszyny wirtualne rozwoju oprogramowania z repozytoriami kodu i dokumentacji,
- maszyny wirtualne serwerów aplikacyjnych z systemami operacyjnymi Windows i Linux oraz środowiskami wirtualizacji/konteneryzacji/orkiestracji Docker/Kubernetes.

#### Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	Z
0	0	0	60	120

#### Wymiar w jednostkach ECTS: 12

#### Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu:

Zajęcia odbywają się w każdym tygodniu wg następującego schematu. Warsztaty – zajęcia zintegrowane odbywają się w dwóch blokach:

- w pierwszym 4-godz. bloku (na początku tygodnia) odbywać się będą zajęcia w formie warsztatów związane z wprowadzeniem studentów do wykonania krótkiej misji oraz uzupełniające wiedzę i umiejętności potrzebne do jej wykonania; misja będzie realizowana w ciągu tygodnia;
- w drugim 4-godz. bloku (pod koniec tygodnia) studenci oddają wyniki bieżącej misji, dyskutują z opiekunem napotkane trudności, dokonują razem analizy wykonanej pracy; ponadto uzupełniają wiedzę i umiejętności, które będą potrzebne w kolejnych tygodniach.

W międzyczasie (w każdym tygodniu) studenci:

- uczestniczą w obowiązkowych, odbywających się w dwóch terminach 2-godz. konsultacjach, których celem jest przedyskutowanie z opiekunem bieżących problemów, identyfikacja potrzebnej do uzupełnienia wiedzy potrzebnej do wykonania misji; ponadto, jeśli zajdzie taka potrzeba, kontaktują się z ekspertami z dziedziny dotyczącej aktualnie wykonywanego projektu lub misji
- realizują projekty w otwartych laboratoriach, korzystając – jeśli jest taka potrzeba – z dodatkowych konsultacji osób prowadzących zajęcia.

### **Wiedza i umiejętności studenta przychodzącego na przedmiot:**

Student powinien posiadać wiedzę i umiejętności nabyte podczas wykładów oraz zajęć laboratoryjnych i projektowych przedmiotów *Komunikacja bezprzewodowa i przewodowa oraz Architektura i inżynieria usług i aplikacji*. W zakresie podstaw programowania student powinien znać postawy programowania w języku C oraz w języku Java/C#, umieć analizować i formułować wymagania funkcjonalne i poza-funkcjonalne, potrafić dekomponować zadanie projektowe, współpracować z członkami zespołu, używać narzędzi do komunikacji, raportować postęp przydzielanych prac, stosując współczesne metody inżynierii oprogramowania. W zakresie programowania systemów wbudowanych student powinien potrafić zaprojektować i zbudować proste urządzenia elektroniczne z użyciem modułu mikroprocesorowego i gotowych modułów elektronicznych oraz potrafić zaimplementować łączność przewodową i bezprzewodową do opracowanych urządzeń. W zakresie programowania usług i aplikacji student powinien umieć zaprojektować architekturę systemu w modelu SOA, zdefiniować styki usługowe modułów, zaprogramować aplikacje serwerowe i klienckie na przeglądarki internetowe i urządzenia mobilne, opracować proces automatycznego budowania i wdrażania aplikacji (serwerowych) na platformie wirtualizacji/konteneryzacji Docker/Kubernetes.

### **Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):**

1. liczba godzin kontaktowych – 199 godz., w tym

- obecność na zajęciach zintegrowanych – 120 godz.
- obecność na zajęciach projektowych (obowiązkowe konsultacje) – 60 godz.
- konsultacje w laboratorium otwartym – 15 godz.
- obecność na egzaminie – 4 godz.

2. praca własna studenta – 150 godz., w tym

- przygotowanie do zajęć zintegrowanych i konsultacji – 75 godz.
- praca w laboratorium otwartym – 60 godz.
- przygotowanie do egzaminu – 15 godz.

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 349 godz., co odpowiada 12 pkt. ECTS**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:** 6,84 pkt. ECTS, co odpowiada 199 godz. kontaktowym

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:** 11,48 pkt. ECTS

**Efekty kształcenia/uczenia się i metody ich weryfikacji:**



Efekty kształcenia/uczenia się Student, który zaliczył przedmiot:	Forma zajęć/ technika kształcenia	Sposób weryfikacji (oceny)*	Odniesienie do efektów uczenia się dla programu
<b>WIEDZA</b>			
w01: Zna podstawowe architektury systemów IoT (od urządzenia wbudowanego do aplikacji użytkownika), wie jakie mają ograniczenia.	Warsztaty	Prezentacja i egzamin ustny	W05
w02: Zna model usług klient-serwer oraz jego zastosowanie w różnych protokołach komunikacyjnych, wie jakie mają ograniczenia.	Warsztaty	Prezentacja i egzamin ustny	W03, W05
w03: Zna biblioteki programistyczne dla protokołów komunikacyjnych bazujących na modelu usług klient serwer, wie jakie mają ograniczenia.	Warsztaty	Prezentacja i egzamin ustny	W06
w04: Zna proces zużycia energii w sensorach IoT i jego ważność w cyklu życia systemów IoT. Zna też podstawowe mechanizmy oszczędzania energii w sensorach.	Warsztaty	Prezentacja i egzamin ustny	W06, W09
w05: Zna mechanizmy ochrony danych w komunikacji między siecią sensorową i chmurą oraz z siecią komórkową.	Warsztaty	Prezentacja i egzamin ustny	W05, W08
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>			
u01: Potrafi rozróżnić architektury systemów IoT, oraz wybrać odpowiednią architekturę według potrzeby problemu oraz użytkownika. Rozumie terminologię monitorowania, sterowania i logiki biznesowej oraz wie jak ją w praktyce zastosować.	Zajęcia projektowe	Raport końcowy zawierający opis budowy, funkcjonalności i parametrów wykonanego urządzenia	U02
u02: Potrafi zaprojektować i zbudować system IoT na podstawie modelu usług REST. Potrafi odpowiednio wybrać usługi REST zgodnie z architekturą systemu, zasobami obliczeniowymi łączy i urządzeń, oraz wymaganiami użytkownika.	Zajęcia projektowe	Raport końcowy zawierający opis budowy, funkcjonalności i parametrów wykonanego urządzenia	U04, U08, U09
u03: Umie korzystać z bibliotek programistycznych, aby zaimplementować własne usługi aplikacji w każdym segmencie sieciowym.	Zajęcia projektowe	Raport końcowy zawierający opis budowy, funkcjonalności i parametrów wykonanego urządzenia	U04, U08, U9
u04: Potrafi zidentyfikować i przeanalizować dostarczony system oraz usług systemu. Potrafi zdebetować opracowany system oraz jego urządzenia (z zastosowaniem odpowiedniej metodologii testowania).	Zajęcia projektowe	Raport końcowy zawierający opis budowy, funkcjonalności i parametrów wykonanego urządzenia	U03, U08, U09
u05: Potrafi zaimplementować i przetestować opracowany system spełniający wymagania w tym potrafiący zweryfikować postawioną hipotezę. Potrafi przygotować raport na podstawie otrzymanych rezultatów i testów z udziałem użytkownika. Potrafi	Zajęcia projektowe	Raport końcowy zawierający opis budowy, funkcjonalności i parametrów wykonanego urządzenia	U06, U11, U12, U13

Efekty kształcenia/uczenia się Student, który zaliczył przedmiot:	Forma zajęć/ technika kształcenia	Sposób weryfikacji (oceny)*	Odniesienie do efektów uczenia się dla programu
zaplanować, przeprowadzić i udokumentować eksperyment laboratoryjny.			
u06: Potrafi przetestować projekt w interakcji z użytkownikiem i zaproponować udoskonalenia.	Zajęcia projektowe	Raport końcowy zawierający opis budowy, funkcjonalności i parametrów wykonanego urządzenia	U06
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
ks01: Rozumie potrzebę stałego śledzenia rozwoju metod i narzędzi służących do budowania i oprogramowania systemów wbudowanych.	Warsztaty	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć, weryfikacja postępów	K01
ks02: Potrafi przewidzieć pozatechniczne skutki decyzji projektowych.	Warsztaty	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć, weryfikacja postępów	K02
ks03: Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	Warsztaty	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć, weryfikacja postępów	K04

**Zespół Autorski:**

Dr hab. inż. Halina Tarasiuk (IT)  
Dr hab. inż. Andrzej Bęben (IT)  
Mgr inż. Maciej Sosnowski (IT)  
Dr inż. Robert Łukaszewski (IRTM)

**APLIKACJE ROZPROSZONE I CHMURY OBLICZENIOWE  
INTERNETU RZECZY  
Distributed applications and IoT clouds**

Kod przedmiotu (USOS)<sup>32</sup>: .....  
Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)<sup>33</sup>: .....

<b>Poziom kształcenia:</b>	<i>studia pierwszego stopnia</i>
<b>Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:</b>	<i>studia stacjonarne</i>
<b>Kierunek studiów:</b>	<i>Inżynieria Internetu Rzeczy</i>
<b>Profil studiów:</b>	<i>ogólnoakademicki</i>
<b>Specjalność:</b>	
<b>Jednostka prowadząca:</b>	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
<b>Jednostka realizująca:</b>	<i>Instytut Telekomunikacji</i>
<b>Koordynator przedmiotu:</b>	<i>dr hab. inż. Halina Tarasiuk</i>
<b>Poziom przedmiotu:</b>	<i>zaawansowany</i>
<b>Status przedmiotu:</b>	<i>obowiązkowy</i>
<b>Język prowadzenia zajęć:</b>	<i>polski</i>
<b>Semestr nominalny:</b>	<i>6</i>
<b>Minimalny numer semestru:</b>	<i>nie dotyczy</i>
<b>Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:</b>	<i>P1, P2, P3, P4, P5, IT4, TI1, TI3, TI4</i>
<b>Dyskonta</b>	<i>jeśli występują, wpisać kod USOS przedmiotu/przedmiotów oraz oszacowanie liczby punktów ECTS</i>
<b>Limit liczby studentów:</b>	<i>30</i>

**Powód zgłoszenia przedmiotu:**

*przedmiot dla nowego kierunku studiów Inżynieria Internetu Rzeczy*

<sup>32</sup> Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiTI

<sup>33</sup> W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiTI, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

### **Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zdobycie przez studentów wiedzy, umiejętności i kompetencji dotyczących aplikacji rozproszonych i chmur obliczeniowych Internetu Rzeczy na bazie warsztatów i zajęć projektowych.

### **Skrócony opis przedmiotu:**

Studenci zdobędą wiedzę i umiejętności w zakresie tworzenia systemów łączących funkcjonalności związane z rozproszonymi aplikacjami dla zastosowań Internetu Rzeczy, inteligentnym przetwarzaniem danych w chmurze obliczeniowej oraz automatycznym sterowaniem infrastrukturą Internetu Rzeczy. W ramach zajęć projektowych studenci zaprojektują i zbudują własne rozwiązanie, które połączy czujniki Internetu Rzeczy, aplikacje i przetwarzanie danych realizowane lokalnie, na brzegu sieci oraz w chmurze w jeden ekosystem. System ten będzie wykorzystywał zaawansowane techniki sieciowe, takie jak programowalne sterowanie siecią, wirtualizacja, rozproszone przetwarzania danych w sieci, sztuczna inteligencja. Z wymienionymi technikami studenci zapoznają się teoretycznie i praktycznie podczas realizacji warsztatów (zajęcia zintegrowane).

### **Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim:**

The aim of the course is to familiarized students with knowledge and skills in the implementation of systems integrating functionalities related to distributed applications for the use of the Internet of Things, intelligent data processing in the cloud computing and automatic control of the Internet of Things infrastructure. As part of the project, students will develop their own demonstrator that will connect the Internet of Things sensors, applications and data processing implemented on the edge of the network and in the cloud into one ecosystem. This ecosystem will exploit advanced network technologies such as programmable network control, virtualization, distributed network data processing, and artificial intelligence. Students will reach knowledge about the mentioned technologies based on the practical exercises.

### **Treści kształcenia:**

#### Warsztaty – zajęcia zintegrowane:

Warsztaty (W) mają na celu zdobycie wiedzy i praktycznych umiejętności w następujących obszarach: technik sieciowych (sieci programowalne – SDN – Software Defined Networking), technik wirtualizacji, technik chmur obliczeniowych. W szczególności:

- W1-W3: warsztaty technik wirtualizacji (maszyny wirtualne, kontenery) i narzędzi wirtualizacji (KVM, VBox, VMware, Hyper-V, LXC, Docker), uwzględniając zakres ich zastosowania i ich ograniczenia;
- W4-W6: warsztaty sieci programowalnych SDN i wirtualizacji funkcji sieciowych NFV (ang. Network Function Virtualization) oraz podstawowych narzędzi SDN/NFV (protokół OpenFlow, OpenVSwitch, sterownik ONOS);
- W7-W8: warsztaty technik chmur obliczeniowych i metod rozproszonego przetwarzania danych w szczególności technik dla centrów danych, obliczeń na brzegu sieci (edge-computing), mgły obliczeniowej (fog-computing), uwzględniając zakres ich zastosowania i ograniczenia;
- W9: warsztaty architektury i funkcjonalności systemu MEC (Multi-access Edge Computing); narzędzia orkiestracji (sterowania i zarządzania) usługami/aplikacjami w rozproszonym środowisku obliczeniowym (np. OSM/Kubernetes);

- W10: warsztaty podstaw wykorzystania platform chmurowych Internetu Rzeczy, np.: Microsoft Azure IoT (w tym akceleratory Internetu Rzeczy, IoT Edge, IoT Hub), AWS IoT oraz Google Cloud IoT;
- W11-W12: warsztaty wykorzystania technik sztucznej inteligencji dla analizy danych, np. analiza obrazów;
- W13: warsztaty zastosowania narzędzi monitorowania i prezentacji wyników pomiarów komponentów systemu (np. Zabbix, Grafana).
- W14: warsztaty programowania komunikacji sieciowej w LabVIEW, np. z wykorzystaniem biblioteki MQTT;
- W15: warsztaty podstaw wykorzystania przemysłowych platform chmurowych, np.: IBM IoT Foundation/ Watson IoT Platform, oraz wybranych brokerów, np.: Mosquitto, RabbitMQ, IBM MessageSight.

Warsztaty będą się odbywać w sali laboratoryjnej z dostępem do sieci badawczej PLLAB 2020 i urządzeń Internetu Rzeczy. Wiedza i umiejętności zdobyte przez studentów podczas warsztatów stanowią element uzupełniający dla zajęć projektowych i są konieczne dla realizacji poszczególnych zadań projektowych.

#### Zajęcia Projektowe:

Liczba zadań/projektów realizowanych przez studenta w ciągu semestru: 1 duży projekt podzielony na 4 ściśle ze sobą powiązane etapy (zadania) realizowane w semestrze.  
Zakładana liczba studentów realizujących jeden projekt: 4-5 studentów.

Przykładowe tematy projektów, to:

- Twoja chmura domowa,
- Twoja chmura przemysłowa.

Przykład 1: Twoja chmura domowa

Motyw przewodni: Nie bujaj w obłokach, stwórz swoją chmurę domową

Wynik realizacji projektu: zbudowanie chmury domowej wraz z aplikacjami i usługami Internetu Rzeczy na bazie następujących komponentów/zadań: (1) elektroniczny – czujniki, oraz infrastruktura dla równoległych obliczeń, np. Raspberry PI, (2) komunikacyjny – radio podłączenia czujników oraz sieć centrum danych, (3) chmur – infrastruktura dla równoległych obliczeń, (4) aplikacyjny – multimedia w domu (monitoring wizyjny), rozszerzona rzeczywistość, inteligentny dom, wraz z aplikacją sterującą opracowana przez studenta na smartfonie.

Zadania 1, 2 bazują na wcześniej wykonanych projektach. Głównym celem jest zbudowanie rozproszonej infrastruktury chmurowej (cloud/edge/fog). W zadaniach 3, 4 studenci rozszerzają funkcjonalność wykonanych wcześniej aplikacji i dostosowują ją do środowiska chmurowego. Aplikacja zostanie przeniesiona do samodzielnie zbudowanej chmury obliczeniowej, co wymaga zdekomponowania jej na (mikro-) usługi (kontenery) i odpowiednich metod orkiestracji (sterowania i zarządzania) jej cyklem życia.

Aplikacja będzie zawierać elementy sztucznej inteligencji, m.in. dla analizy obrazów, wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości (VR/AR) oraz elementy metod strumieniowania obrazów wideo (MPEG DASH). Powinna posiadać klienta na urządzenie mobilne. Smartfon może pełnić funkcję urządzenia AR (lub okulary AR).

Chmura jest budowana na kilku platformach – cloud (serwery x86 z GPU CUDA), edge (serwer MEC ARM CAVIUM z GPU CUDA), fog (RPi) - połączonych siecią SDN w jeden system. Wybór platformy dla uruchomienia komponentów aplikacji jest dokonywany przez orkiestrator zgodnie z opracowaną logiką zarządzania zasobami i wymagań aplikacji.

#### Przykład 2: Twoja chmura przemysłowa

Wynikiem realizacji projektu jest rozproszony system przemysłowy zbudowany z wykorzystaniem chmury przemysłowej wraz z aplikacjami i usługami Przemysłowego Internetu Rzeczy (IIoT). Elementami systemu są rekonfigurowane systemy akwizycji danych i sterowania cRIO z systemem RTOS, komunikujące się z przemysłową chmurą przez sieć Internet oraz aplikacje użytkownika, np. do monitorowania procesu produkcyjnego uruchamiane na urządzeniu mobilnym.

Zadania 1, 2 są związane odpowiednio z oprogramowaniem rekonfigurowanych układów kondycjonowania i oprogramowaniem aplikacji czasu rzeczywistego do komunikacji sieciowej z chmurą przemysłową, np. z wykorzystaniem protokołu MQTT, architektury OPC UA lub DDS. Zadanie 3 będzie polegało na stworzeniu własnej chmury przemysłowej w środowisku wirtualnym Hyper-V, MS Azure, Docker pobierającej dane z węzłów Internetu Rzeczy (brokery: Mosquitto, RabbitMQ, IBM MessageSight), alternatywnie wykorzystanie przemysłowej chmury np. IBM IoT Foundation/Watson IoT Platform, przetwarzającej i prezentującej dane, z elementami sztucznej inteligencji. Zaawansowana część realizacji tego zadania będzie polegała na stworzenie modelu rozległej wirtualnej sieci przemysłowej (bazującej na technice SDN) oraz dołączeniu do niej węzłów systemu (urządzeń Internetu Rzeczy i chmury). Zadanie 4, to stworzenie aplikacji na urządzenie mobilne współpracującej z ww. chmurą.

W trakcie realizacji projektu studenci zastosują metodę pracy *Double Diamond*, zastosowanie narzędzia Confluence do współpracy w ramach zespołów projektowych.

**Egzamin:** tak

#### **Literatura i oprogramowanie:**

- Slajdy do warsztatów.
- Wybór dokumentów standaryzacyjnych i zaleceń dotyczących przedstawianych zagadnień, m.in.: IEEE Cloud WG P230x, P2032, ISO27, ETSI MEC.
- Książki i raporty:
- T. Erl, R. Puttini, Z. Mahmood, “Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture”, Prentice Hall, 2013, ISBN 978-0133387520.
- R. Buyya, J. Broberg, A. Goscinski, “Cloud computing: principles and paradigms”, Wiley, ISBN 9780470887998.

- Z. Fryźlewicz, Ł. Leśniczek, “Usługi Microsoft Azure: programowanie aplikacji”, Warszawa 2015, ISBN 9788375411577.
- W. Burakowski, A. Beben et al., “Traffic Management for Cloud Federation” in Autonomous Control for a Reliable Internet of Services: Methods, Models, Approaches, Techniques, Algorithms and Tools, LNCS, Springer 2018.
- T. Teleb, “On Multi-Access Edge Computing: A Survey of the Emerging 5G Network Edge Cloud Architecture and Orchestration”, IEEE Communications Surveys & tutorials, Vol.19, Issue 3, 2017.
- NIST Cloud Computing Security Reference Architecture, NIST 2013.
- Wybór bieżących artykułów naukowych dotyczących przedstawianych metod, które zostały opublikowane na wiodących konferencjach lub w czasopismach.
- Dokumentacja techniczna wykorzystywanego oprogramowania.

#### Oprogramowanie:

- Narzędzia pomiarowe (generator/analizator): Spirent, Avalanche Virtual, IXIA.
- Narzędzia do wirtualizacji: pełnej KVM, XEN, VMWare, Hyper-V, VBox, i kontenerowej LXC, Docker.
- Narzędzia do równoległego przechowywania i przetwarzania danych: HADOOP, Spark.
- Narzędzia do zarządzania i orkiestracji: OpenStack, Kubernetes, Cloudify, OSM.
- Środowisko programowe LabVIEW.

#### Wymiar godzinowy zajęć:

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar zajęć	godzinowy
<i>Wykład</i>	-	
<i>Ćwiczenia audytoryjne</i>	-	
<i>Zajęcia Projektowe</i>	- 60	
<i>Laboratoria</i>	-	
<i>Zajęcia komputerowe</i>	-	
<i>Seminaria</i>	-	
<i>Lektoraty</i>	-	
<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	- 120	
<i>Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość</i>	-	

#### Organizacja zajęć:

Zajęcia odbywają się w każdym tygodniu wg następującego schematu.

Warsztaty – zajęcia zintegrowane odbywają się w dwóch blokach.

- w pierwszym 4-godz. bloku (na początku tygodnia) odbywać się będą zajęcia w formie warsztatów związane z wprowadzeniem studentów do wykonania krótkich misji oraz uzupełniające wiedzę i umiejętności potrzebne do ich wykonania; misje będą realizowane w ciągu tygodnia;

- w drugim 4-godz. bloku (pod koniec tygodnia) studenci oddają wyniki bieżącej misji, dyskutują z opiekunem napotkanie trudności, dokonują razem refleksji na temat wykonanej pracy; ponadto uzupełniają wiedzę i umiejętności, które będą potrzebne w kolejnych tygodniach.

W międzyczasie (w każdym tygodniu) studenci

- uczestniczą w obowiązkowych, odbywających się w dwóch terminach 2-godz. konsultacjach, których celem jest przedyskutowanie z opiekunem bieżących problemów, identyfikacja potrzebnej do uzupełnienia wiedzy potrzebnej do wykonania misji; ponadto, jeśli zajdzie taka potrzeba, kontaktują się z ekspertami z dziedziny dotyczącej aktualnie wykonywanego projektu lub misji;
- realizują projekty w otwartych laboratoriach, korzystając – jeśli jest taka potrzeba – z dodatkowych konsultacji osób prowadzących zajęcia.

Zasoby:

Zespół Architektur i Zastosowań Internetu administruje węzłem sieci PLLAB 2020 ([www.pllab.pl](http://www.pllab.pl)). PLLAB 2020 to rozproszona sieć badawcza złożona z 6 węzłów (Politechniki: Gdańska, Śląska, Warszawska, Wrocławska; Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe, Instytut Łączności - PIB). Węzeł PW posiada następujące zasoby:

- Serwery: 11 x HP ProLiant DL 380 gen 9 ze wsparciem dla DPDK
- Switche SDN: 5 x QuantaMesh BMS 3048-LY8 SDN; 2x Pica8 P-3922
- Analizatory/generatory ruchu: IXIA; Spirent; IxVM IxNetwork; Spirent Avalanche Virtual (8x10GbE i licencje do testowania 4-7 warstwy: systemy dystrybucji wideo, adaptacyjne strumieniowanie wideo, etc.
- WLAN: 8 x Linksys WRT 1200AC; 4 x Raspberry Pi 2B z kartami WLAN, Bluetooth, GSM, NFC, GPS; 12 x WLAN ASUS USB-AC56; 12x Gembird Bluetooth 4.0 cards;
- IoT: 1x Telegesis ETRX3 Development Kit; 2x WandBoard microcomputer i.MX6 Quad; 8xRaspberry Pi2/3 B; 5x Arduino Uno Rev 3; 5x Gravity: 27 Pcs Sensor Kit for Arduino

Zasoby zespołu Instytutu Radioelektroniki i Techniki Multimedialnych:

- Sterowniki programowalne: 5 x cRIO z kontrolerami czasu rzeczywistego, kartami akwizycji danych i interfejsami LAN
- Sieciowe przyrządy pomiarowe: 2 (multimetr, generator) z interfejsem LXI

Zespół realizujący zajęcia:

- dr hab. inż. Halina Tarasiuk, dr hab. inż. Andrzej Bęben, dr inż. Piotr Wiśniewski, mgr inż. Maciej Sosnowski, doktoranci (Instytut Telekomunikacji/Zespół Architektur i Zastosowań Internetu)
- zespół z Instytutu Radioelektroniki i Techniki Multimedialnych
- zespół z Instytutu Informatyki, którego trzon stanowią pracownicy Zakładu Sztucznej Inteligencji
- dr hab. inż. Michał Borecki, Instytut Mikroelektroniki i Optoelektroniki

**Wymiar w jednostkach ECTS:** 12



**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia:**

*liczba godzin kontaktowych – 199 godz., w tym  
obecność na zajęciach zintegrowanych – 120 godz.  
obecność na zajęciach projektowych (obowiązkowe konsultacje) – 60 godz.  
konsultacje w laboratorium otwartym – 15 godz.  
obecność na egzaminie – 4 godz.*

6. *praca własna studenta – 150 godz., w tym  
przygotowanie do zajęć zintegrowanych i konsultacji – 75 godz.  
praca w laboratorium otwartym – 60 godz.  
przygotowanie do egzaminu – 15 godz.*

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 349 godz., co odpowiada 12 pkt. ECTS.**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**  $(199/349) \times 12 = 6,84$  pkt. ECTS, co odpowiada 199 godz. kontaktowym.

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**  $(334/349) \times 12 = 11,48$  pkt. ECTS, co odpowiada 184 godz. zajęć wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich (zgodnie z przyjętym założeniem) plus 150 godz. pracy własnej studenta.

**Wymagania wstępne:**

Student powinien posiadać wiedzę i umiejętności w zakresie:

- podstaw chmur obliczeniowych,
- potrafi użyć w podstawowy sposób narzędzi do wirtualizacji (VBox, KVM),
- zna zasady programowania obiektowego, zna wybrany język wysokiego poziomu (Python) i potrafi korzystać z bibliotek,
- potrafi stworzyć aplikację mobilną.
- rozumie zasady działania kompresji wideo (kodeki).

**Efekty uczenia się:**

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) 34	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	Posiada wiedzę na temat technik wirtualizacji (maszyny wirtualne, kontenery) i narzędzi wirtualizacji (KVM, VBox, VMware, LXC, Docker), w szczególności o zakresie ich zastosowania i ich ograniczeniach	Warsztaty – zajęcia zintegrowane	Egzamin	W04 W05 W09

<sup>34</sup> Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

w02	Zna narzędzia monitorowania i prezentacji wyników pomiarów komponentów systemu (np. Zabbix, Grafana)	Warsztaty – zajęcia zintegrowane	Egzamin	W04 W05 W09
w03	Posiada wiedzę na temat sieci programowalnych SDN i wirtualizacji funkcji sieciowych NFV oraz podstawowych narzędziach SDN / NFV (protokół OpenFlow, OpenVSwitch, sterownik ONOS),	Warsztaty – zajęcia zintegrowane	Egzamin	W04 W05 W09
w04	Posiada wiedzę na temat technik chmur obliczeniowych, w szczególności technik dla centrów danych, obliczeń na brzegu sieci (edge-computing/Multi-access Edge Computing), mgły obliczeniowej (fog-computing), w tym o zakresie ich zastosowania i ograniczeniach	Warsztaty – zajęcia zintegrowane	Egzamin	W04 W05 W09
w05	Zna podstawowe narzędzia orkiestracji (sterowania i zarządzania) usługami/aplikacjami (np. OSM / Kubernetes)	Warsztaty – zajęcia zintegrowane	Egzamin	W04 W05 W09
w06	Zna zasady działania technik sztucznej inteligencji	Warsztaty – zajęcia zintegrowane	Egzamin	W04 W05 W09
w07	Zna narzędzia monitorowania i prezentacji wyników pomiarów komponentów systemu (np. Zabbix, Grafana)	Warsztaty – zajęcia zintegrowane	Egzamin	W04 W05 W09
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
u01	Potrafi zaprojektować architekturę systemu z uwzględnieniem podziału na bloki funkcjonalne i protokoły komunikacyjne	Zajęcia projektowe	Demonstrator Raport techniczny i prezentacja wyników	U08 U12 U13
u02	Potrafi skomponować wydajną i skalowalną usługę złożoną z kontenerów (Docker, Kubernetes) wykorzystując właściwą technikę chmur obliczeniowych (cloud / edge / fog)	Zajęcia projektowe	Demonstrator Raport techniczny i prezentacja wyników	U11 U12 U13
u03	Potrafi zaprojektować logikę orkiestracji usług uwzględniając zasoby obliczeniowe i sieciowe dostępne w systemie chmurowym (cloud / edge / fog)	Zajęcia projektowe	Demonstrator Raport techniczny i prezentacja wyników	U11 U12 U13
u04	Potrafi zaprojektować reguły sterowania ruchem w chmurze obliczeniowej oraz	Zajęcia projektowe	Demonstrator	U11 U12

	zaimplementować aplikację sieciową w sterowniku SDN		Raport techniczny i prezentacja wyników	U13
u05	Potrafi wykorzystać algorytmy sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego dla analizy obrazu, np. w zastosowaniach monitoringu wizyjnego, VR, AR, itp.	Zajęcia projektowe	Demonstrator Raport techniczny i prezentacja wyników	U11 U12 U13
u06	Potrafi pracować w zespole; potrafi opracować i zrealizować harmonogram prac zapewniający dotrzymanie terminów	Zajęcia projektowe	Demonstrator Raport techniczny i prezentacja wyników	U14
u07	Potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego, przygotować opis zawierający m.in. omówienie uzyskanych wyników oraz przedstawić prezentację i uczestniczyć w dyskusji na ten temat	Zajęcia projektowe	Demonstrator Raport techniczny i prezentacja wyników	U15 U16
u08	Ma umiejętność samokształcenia się w sytuacji gdy zidentyfikuje taką potrzebę	Zajęcia projektowe	Demonstrator Raport techniczny i prezentacja wyników	U18
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
k01	Rozumie potrzebę stałego aktualizowania i wzbogacania posiadanej wiedzy – podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych	Zajęcia projektowe	Ocena aktywności podczas zajęć projektowych	K01
k02	Jest gotów do podejmowania decyzji i przyjmowania odpowiedzialności za skutki tych decyzji i podejmowanych działań	Zajęcia projektowe	Ocena aktywności podczas zajęć projektowych	K02
k03	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy	Zajęcia projektowe	Ocena aktywności podczas zajęć projektowych	K04