



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**

Wydział Telekomunikacji,
Informatyki i Elektrotechniki

Karta przedmiotu Urządzenia definiowane programowo

1. Informacje podstawowe

Kierunek studiów telekomunikacja i technologie internetu rzeczy Specjalność: sieci i systemy internetu rzeczy Jednostka zarządzająca kierunkiem studiów Wydział Telekomunikacji, Informatyki i Elektrotechniki Poziom studiów pierwszego stopnia (inż.) Profil studiów Profil ogólnoakademicki Forma studiów studia stacjonarne		Cykl kształcenia (nabór) 2023/24 Kod przedmiotu 05TTIRSIRS.PI70D.1391.23 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Obowiązkowy Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe	
Wymagania wstępne	brak		
Przedmioty wprowadzające	Projektowanie i programowanie systemów wbudowanych		
Koordinator	Sławomir Bujnowski		
Okres Semestr 5	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma prowadzenia i godziny zajęć Wykład: 30		Liczba punktów ECTS 3.0
Okres Semestr 6	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma prowadzenia i godziny zajęć Ćwiczenia laboratoryjne: 30		Liczba punktów ECTS 2.0

Okres Semestr 7	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma prowadzenia i godziny zajęć Ćwiczenia projektowe: 15	Liczba punktów ECTS 2.0
---------------------------	--	-----------------------------------

2. Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Opis efektów uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Odniesienie do charakterystyk PRK
Wiedza:			
W1	Ma wiedzę na temat narzędzi i środowisk wytwarzania oprogramowania dla urządzeń definiowanych programowo	TTIR_O1_K_W07	P6S_WG P6S_WG_inż
W2	Zna i rozumie podstawowe architektury, protokoły, rodzaje urządzeń wykorzystywanych do tworzenia urządzeń definiowanych programowo oraz potrafi określić ich zastosowanie i zalety/wady.	TTIR_O1_K_W11	P6S_WG P6S_WG_inż
W3	Posiada wiedzę o zasadach funkcjonowania stosowanych urządzeń definiowanych programowo, oraz głównych typów urządzeń definiowanych programowo z różnych obszarów zastosowań (np. 5G, układy obliczeniowe IoT/Fog/edge/MEC, etc) oraz ich przydatność zależnie od rodzaju zadania.	TTIR_O1_K_W12	P6S_WG P6S_WG_inż
W4	Rozumie główne ograniczenia i wyzwania jakie niesie stosowanie systemów definiowanych programowo (zwłaszcza w obszarze 5G i kolejnych generacji sieci), zwłaszcza w kontekście kontinuum Edge-cloud dla sieci IoT.	TTIR_O1_K_W12	P6S_WG P6S_WG_inż
Umiejętności:			
U1	Potrafi wykorzystać wiedzę z matematyki, fizyki i informatyki do opisu i symulacji procesów, tworzenia modeli, zapisu algorytmów oraz innych podobnych działań	TTIR_O1_K_U04	P6S_UW P6S_UW_inż
U2	Potrafi sprostać nieustannym zmianom wewnętrznym sektora IT i jego otoczeniu zewnętrznym	TTIR_O1_K_U08	P6S_UU
U3	Potrafi dobrać i zastosować wybrane środowisko wspierające programowalność urządzeń, do realizacji danego typu zadania (np. 5G, IoT, etc)	TTIR_O1_K_U11	P6S_UW P6S_UW_inż
Kompetencje społeczne:			
K1	Student potrafi zidentyfikować potrzebę klienta, która może być zrealizowana za pomocą rozwiązań programowalnych, potrafi też dobrać rozwiązanie optymalne do rodzaju problemu i przedstawić je w przystępnej formie	TTIR_O1_K_K04	P6S_KO

3. Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Formy zajęć	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Wykład: W ramach wykładu z przedmiotu przedstawione zostaną architektury programowo definiowanych elementów systemów IoT, Edge oraz elementów infrastruktury 5G. Zostaną uwypuklone rozwiązania realizowane sprzętowo, niezbędne do skutecznej realizacji funkcji: (i) sieciowych (np. 5G, vRAN, SmartGrid), (ii) obliczeniowych (IoT, Edge, SmartGrid), a także (iii) nowoczesne rozwiązania wspomagające obciążanie procesora poprzez akcelerację przetwarzania danych (np. specjalizowane procesory DPU, IPU), w tym: (i) realizację protokołów bezpieczeństwa, (ii) protokołów radiowych itp. Zostanie przedstawiona rola kluczowych organizacji wspierających m.in. wirtualizację architektur obliczeniowo-sieciowych (w tym np. ETSI, ORAN, 3GPP), umożliwiających tworzenie programowo definiowanych urządzeń i komponentów. Znaczenie systemów i urządzeń programowalnych zostanie przedstawione w oparciu o przykłady z obszaru: transmisji i przetwarzania danych w sieciach 5G (nadawanie/odbior), transmisji w sieciach LPWAN w powiązaniu z wykorzystaniem urządzeń i oprogramowania do prototypowania radia programowalnego (np. USRP, FlexRAN, OAI, 5G Toolbox/Matlab), komunikacji i obliczeń w węzłach sieci IoT oraz na brzegu sieci. Przedstawione zostaną ponadto główne architektury i mechanizmy sieci sterowanych programowo (SDN), ale także koncepcja węzłów obliczeniowych (realizujących obliczenia na brzegu sieci tj. FoG/Edge/Edge-cloud continuum), w nowoczesnych sieciach 5G z otwartymi interfejsami i z funkcjonalnościami realizowanymi poprzez usługi (ang. Service Based Architecture), wspieranych za pomocą wirtualizacji i funkcji programistycznych realizowanych sprzętowo. Scharakteryzowane zostaną przykłady funkcji wspomaganych akceleracją, w stosie protokołów radiowych zarówno dla klasycznych sieci OMA, NOMA oraz IoT. Przedstawione zostaną specjalizowane układy przyspieszania obliczeń dla programowalnych systemów i sieci (SmartNIC, FPGA, procesory IPU, DPU, MP-SoC) a także założenia i możliwości, jakie niesie stosowanie tzw. paradygmatu „obliczeń uproszczonych” (tzw. Approximate computing) . Przedstawione zostaną architektury systemów do przetwarzania na brzegu sieci typu MEC (np. Kubeedge, OpenNebula, OpenNess). Podsumowane zostaną reprezentatywne projekty badawcze realizowane w programach instytucji europejskich z tego zakresu oraz ich główne rezultaty.	Wykład	W1, W2, W3, W4

Lp.	Treści programowe	Formy zajęć	Efekty uczenia się dla przedmiotu
2.	Laboratorium: w ramach laboratoriów studenci zapoznają się z: (a) środowiskami programistycznymi do programowania urządzeń sieciowych (np. GNU Radio, Matlab, LabView, OpenCL), (b) kluczowymi parametrami sprzętowymi urządzeń SDR (np. USRP, Nuand) oraz najbardziej istotnymi przykładami funkcji systemów bezprzewodowych, wymagających wsparcia sprzętowego, (c) implementacją wybranych funkcji stosu radiowego (np. szyfrowanie, FFT, etc.) oraz identyfikacją korzyści (d) dostępnymi w Matlab blokami funkcjonalnymi elementów sieci 5G oraz możliwościami ich realizacji sprzętowej, (e) platformami do tworzenia rozwiązań IoT (np STM32 Nucleo, Raspberry Pi, NVIDIA Jetson) oraz, jak mogą one być stosowane w połączeniu z przetwarzaniem na brzegu sieci (edge), (f) możliwościami wybranych platform (API), dostarczających abstrakcję sprzętu dla programistów (HAL)	Ćwiczenia laboratoryjne	U1, U3, K1
3.	Projekt: zagadnienia projektowe obejmą m.in.: 1) Projektowanie elementów infrastruktury sieci bezprzewodowych 5G (np. w oparciu o GnuRadio/USRP, Matlab) 2) Projektowanie urządzeń IoT (np. w oparciu o mikro-kontrolery) 3) Projektowanie algorytmów wspomagających dla systemów IoT 4) Analizę wariantową rozwiązań sprzętowo-programowych dla systemów różnego poziomu złożoności	Ćwiczenia projektowe	U1, U2, U3

4. Metody prowadzenia zajęć, weryfikacji efektów uczenia się i warunki zaliczenia

Semestr 5

Forma zajęć			
Wykład	Metody prowadzenia zajęć:		
	Wykład		
	Metody (sposoby) weryfikacji:		Udział:
	Zaliczenie pisemne		100%
	Warunki zaliczenia przedmiotu:		
	Wykład – zaliczenie pisemne (uzyskanie minimum 51% ogólnej sumy punktów)		

Semestr 6

Forma zajęć	
-------------	--

Ćwiczenia laboratoryjne	Metody prowadzenia zajęć:	
	Ćwiczenia laboratoryjne	
	Metody (sposoby) weryfikacji:	Udział:
	Sprawozdanie	100%
	Warunki zaliczenia przedmiotu:	
	Laboratorium – zaliczenie w oparciu o sprawozdania (oddanie wszystkich przewidzianych sprawozdań)	

Semestr 7

Forma zajęć		
Ćwiczenia projektowe	Metody prowadzenia zajęć:	
	Projekt	
	Metody (sposoby) weryfikacji:	Udział:
	Projekt	100%
	Warunki zaliczenia przedmiotu:	
	Projekt – przygotowanie projektu i jego obrona, zgodnie z określonymi wymaganiami projektu.	

Efekt uczenia się dla przedmiotu	Metody (sposoby) weryfikacji		
	Zaliczenie pisemne	Sprawozdanie	Projekt
W1	x		
W2	x		
W3	x		
W4	x		
U1		x	x
U2			x
U3		x	x
K1		x	

5. Literatura

Literatura podstawowa

1. Evolution of Software-Defined Networking Foundations for IoT and 5G Mobile Networks, S. Kumar, IGI Global, 2021
2. Software defined networks, A comprehensive approach, P. Goransson, C. Black, Morgan Kauffman
3. Komercyjne i przemysłowe aplikacje Internetu rzeczy na Raspberry Pi. Prototypowanie rozwiązań IoT - Culic Ioana, 2020
4. Software-Defined Radio for Engineers, Travis F. Collins, Robin Getz, Di Pu, and Alexander M. Wyglinski, 2018, ISBN-13: 978-1-63081-457-1
5. IoT Projects with NVIDIA Jetson Nano: AI-Enabled Internet of Things Projects for Beginners

Literatura uzupełniająca

1. Software Defined Mobile Networks, Madhusanka Liyanage, Wiley
2. Software Defined Radio: with GNU Radio and USRP.

6. Nakład pracy studenta - bilans godzin i punktów ECTS

Aktywność studenta		Obciążenie studenta Liczba godzin
Zajęcia prowadzone z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego lub innych osób prowadzących zajęcia	Wykład	30
	Ćwiczenia laboratoryjne	30
	Ćwiczenia projektowe	15
Praca własna studenta	Konsultacje	6
	Przygotowanie do zajęć	45
	Studiowanie literatury	25
	Przygotowanie do zaliczenia	40
	Przygotowanie projektu	10
Łączny nakład pracy studenta		201
Liczba punktów ECTS		7

* Godzina (dydaktyczna) oznacza 45 minut