



## **PROGRAM STUDIÓW**

### **I. Ogólna charakterystyka studiów**

- 1. Nazwa kierunku studiów:**  
mikroelektronika i komunikacja cyfrowa

**Specjalności:**  
nie dotyczy

- 2. Poziom studiów:**  
studia pierwszego stopnia

- 3. Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji:**  
szósty

- 4. Forma studiów:**  
studia stacjonarne

- 5. Profil studiów:**  
ogólnoakademicki

- 6. Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:**  
inżynier

- 7. Dziedzina nauki/sztuki oraz dyscyplina naukowa/artystyczna:**

Procentowy udział dziedziny i dyscypliny.

| Nazwa dziedziny               | Nazwa dyscypliny                         | Procentowy udział punktów ECTS (%) | Dyscyplina wiodąca |
|-------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|--------------------|
| Nauki inżynieryjno-techniczne | Informatyka techniczna i telekomunikacja | 100                                |                    |

- 8. Klasyfikacja ISCED:**  
0610 – Technologie teleinformacyjne nieokreślone dalej

- 9. Liczba semestrów:**  
7

**10. Liczba punktów ECTS wymagana do uzyskania kwalifikacji:**

210

Liczba punktów ECTS wymagana do uzyskania kwalifikacji.

| Przyporządkowanie punktów ECTS                                                                                                                                                                                                                   | Liczba punktów ECTS | Udział procentowy |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
| W programie studiów do uzyskania kwalifikacji odpowiadającej poziomowi kształcenia.                                                                                                                                                              | 210                 | 100%              |
| Do zajęć dydaktycznych wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich i studentów.                                                                                                                                                 | 106,5               | 50,5%             |
| Zajęciom związanym z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie/dziedzinach nauki właściwej / właściwych dla ocenianego kierunku studiów, służące zdobywaniu przez studenta pogłębionej wiedzy oraz umiejętności prowadzenia badań naukowych. | 132                 | 62,8              |
| Zajęciom z obszarów nauk humanistycznych lub nauk społecznych (w przypadku kierunków studiów przypisanych do obszarów innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne).                                                           | 8                   |                   |
| Przedmiotom obieralnym (zajęciom do wyboru).                                                                                                                                                                                                     | 72                  | 34,3%             |
| Praktykom zawodowym (jeżeli program studiów przewiduje praktyki).                                                                                                                                                                                | 6                   |                   |
| Z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.                                                                                                                                                                                       | 0                   | 0                 |

**11. Język kształcenia:**

polski

**12. Liczba godzin zajęć w programie studiów:**

2934 godzin zajęć oraz 160 godzin praktyk

**13. Efekty uczenia się:**

Efekty uczenia się dla kierunku *Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa* spełniają wymogi opisane w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 14 listopada 2018 r. w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6–8 Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz w ustawie o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji z dnia 22 grudnia 2015 r. (Dz. U. 2016 poz. 64). Na kierunku *Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa* (studia I stopnia – PRK poziom 6) sformułowano 47 kierunkowych efektów uczenia się, w tym 18 z zakresu wiedzy, 21 z zakresu umiejętności oraz 8 z zakresu kompetencji społecznych (tabela poniżej). Opracowany program studiów umożliwia skuteczne osiągnięcie efektów uczenia się zapisanych w ustawie o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji oraz rozporządzeniu w sprawie charakterystyk pierwszego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji, także prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich (punkt 20 wniosku).

Tabela kierunkowych efektów uczenia się.

| Katego-<br>ria<br>PRK           | Symbol | Kierunkowe efekty uczenia się                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Kod składnika opisu |
|---------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Wiedza: absolwent zna i rozumie | K1_W01 | Posiada zaawansowaną wiedzę z zakresu matematyki i fizyki, obejmującą analizę matematyczną, algebrę, rachunek prawdopodobieństwa oraz podstawy testowania hipotez, umożliwiające analizę i modelowanie zjawisk fizycznych oraz procesów technicznych w systemach elektronicznych i telekomunikacyjnych                                                    | P6S_WG              |
|                                 | K1_W02 | Posiada uporządkowaną wiedzę z zakresu teorii sygnałów analogowych i cyfrowych, metod analizy układów liniowych i nieliniowych oraz przetwarzania sygnałów. Zna właściwości i charakterystyki elementów elektronicznych oraz podstawowe metody projektowania i analizy systemów elektronicznych, w tym układów analogowych i cyfrowych stosowanych w ICT. | P6S_WG              |
|                                 | K1_W03 | Posiada zaawansowaną wiedzę dotyczącą mikroprocesorów, mikrokontrolerów, systemów mikrokomputerowych oraz układów rekonfigurowalnych. Zna architekturę tych systemów, zasady ich programowania oraz sposoby implementacji w systemach ICT.                                                                                                                | P6S_WG              |
|                                 | K1_W04 | Posiada wiedzę o metodach optymalizacji cyklu życia systemów technicznych, uwzględniając aspekty niezawodności, bezpieczeństwa oraz wpływu na środowisko.                                                                                                                                                                                                 | P6S_WG              |
|                                 | K1_W05 | Posiada wiedzę na temat narzędzi inżynierii oprogramowania, technik zespołowego programowania oraz metodologii wytwarzania i testowania oprogramowania                                                                                                                                                                                                    | P6S_WG              |
|                                 | K1_W06 | Posiada zaawansowaną wiedzę dotyczącą propagacji fal elektromagnetycznych, budowy, właściwości i pomiarów anten oraz torów antenowych. Zna zasady nadawania, transmisji i detekcji sygnałów w łączach przewodowych i bezprzewodowych, w tym w systemach telekomunikacyjnych, sieciach bezprzewodowych oraz technologiach mobilnych.                       | P6S_WG              |
|                                 | K1_W07 | Posiada wiedzę na temat technologii wirtualizacji i konteneryzacji oraz ich roli w nowoczesnych systemach informatycznych. Rozumie zasady działania tych technologii oraz ich znaczenie dla przetwarzania chmurowego, optymalizacji zasobów i integracji z innymi systemami teleinformatycznymi.                                                          | P6S_WG              |
|                                 | K1_W08 | Posiada usystematyzowaną wiedzę dotyczącą algorytmów uczenia maszynowego, metod sztucznej inteligencji oraz narzędzi programistycznych AI. Zna architekturę sprzętową dedykowaną AI, w tym procesory neuronowe, układy graficzne i rekonfigurowalne.                                                                                                      | P6S_WG              |
|                                 | K1_W09 | Posiada wiedzę o koncepcjach obliczeń kwantowych oraz ich potencjalnych zastosowaniach w przetwarzaniu informacji i telekomunikacji                                                                                                                                                                                                                       | P6S_WG              |
|                                 | K1_W10 | Posiada zaawansowaną wiedzę dotyczącą metod akwizycji, przetwarzania, kompresji i przesyłania sygnałów obrazu, dźwięku i mowy, w tym w kontekście optymalizacji systemów strumieniujących (streaming) oraz zastosowań w rzeczywistości wirtualnej (VR) i rozszerzonej (AR).                                                                               | P6S_WG              |
|                                 | K1_W11 | Zna zasady działania nowoczesnego sprzętu pomiarowego oraz sensorów wykorzystywanych w systemach ICT.                                                                                                                                                                                                                                                     | P6S_WG              |
|                                 | K1_W12 | Posiada zaawansowaną wiedzę na temat komputerowego projektowania układów cyfrowych, układów scalonych oraz systemów programowalnych. Zna podstawowe metody                                                                                                                                                                                                | P6S_WG              |

|                                 |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                  |
|---------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|                                 |        | projektowania układów optoelektronicznych i ich zastosowania w systemach telekomunikacyjnych oraz przemyśle ICT.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |
|                                 | K1_W13 | Posiada szczegółową wiedzę dotyczącą budowy, działania i standardów sieci komputerowych i telekomunikacyjnych, obejmującą protokoły sieciowe, technologie przewodowe i bezprzewodowe oraz inżynierię ruchu telekomunikacyjnego. Rozumie zasady zarządzania ruchem sieciowym, analizowania usług oraz specyfikę nowoczesnych zastosowań telekomunikacyjnych.                                                       | P6S_WG           |
|                                 | K1_W14 | Zna podstawowe zagadnienia kryptografii, metod szyfrowania, bezpieczeństwa systemów telekomunikacyjnych i kompatybilności elektromagnetycznej. Posiada umiejętność identyfikacji zagrożeń i stosowania metod ochrony danych w systemach elektronicznych i sieciach komputerowych.                                                                                                                                 | P6S_WG           |
|                                 | K1_W15 | Posiada wiedzę dotyczącą podstawowych ekonomicznych, prawnych, etycznych i organizacyjnych uwarunkowań działalności zawodowej inżyniera w obszarze ICT. Zna podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i intelektualnej, w tym prawa autorskiego i patentowego. Rozumie zasady funkcjonowania rynku telekomunikacyjnego oraz podstawy przedsiębiorczości i komercjalizacji technologii. | P6S_WK           |
|                                 | K1_W16 | Zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | P6S_WG           |
|                                 | K1_W17 | Ma wiedzę w zakresie fundamentalnych dylematów współczesnej cywilizacji w zakresie ICT, uwzględniając w tym aspekty etyczne.                                                                                                                                                                                                                                                                                      | P6S_WK           |
|                                 | K1_W18 | Zna i rozumie podstawowe procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, systemów elektronicznych i telekomunikacyjnych, obejmujące ich projektowanie, produkcję, wdrażanie, eksploatację, modernizację oraz utylizację.                                                                                                                                                                                               | P6S_WG<br>P6S_WK |
|                                 |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                  |
| Umiejętności: absolwent potrafi | K1_U01 | Potrafi pozyskiwać i analizować informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł. Umie integrować i interpretować uzyskane dane, wyciągać wnioski oraz uzasadniać opinie. Potrafi przygotować opracowania i prezentacje dotyczące zagadnień ICT oraz skutecznie komunikować się w środowisku zawodowym, używając precyzyjnej terminologii technicznej właściwej dla elektroniki i telekomunikacji.          | P6S_UW<br>P6S_UK |
|                                 | K1_U02 | Umie efektywnie organizować pracę indywidualną i zespołową oraz współdziałać w grupie, także o charakterze interdyscyplinarnym. Potrafi przejmować odpowiedzialność za realizację wspólnych zadań oraz efektywnie komunikować się z przedstawicielami różnych dziedzin.                                                                                                                                           | PS6_UO           |
|                                 | K1_U03 | Potrafi stosować aparat matematyczny, w tym analizę matematyczną, algebrę oraz rachunek prawdopodobieństwa, do rozwiązywania problemów w obszarze ICT, w szczególności w analizie i przetwarzaniu sygnałów.                                                                                                                                                                                                       | P6S_UW           |
|                                 | K1_U04 | Potrafi analizować zjawiska propagacji fal elektromagnetycznych oraz projektować, realizować i przeprowadzać pomiary anten i torów antenowych. Umie ocenić wpływ środowiska propagacyjnego na transmisję sygnałów radiowych i dokonać optymalizacji parametrów systemów bezprzewodowych.                                                                                                                          | P6S_UW           |
|                                 | K1_U05 | Potrafi analizować wymagania projektowe układów elektronicznych oraz formułować ich specyfikację. Umie dobierać odpowiednie elementy elektroniczne na podstawie katalogów i not aplikacyjnych. Potrafi projektować, wykonywać i testować układy elektroniczne, w tym cyfrowe, a także zrealizować zaprojektowane urządzenie, uwzględniając montaż, konfigurację i weryfikację poprawności jego działania.         | P6S_UW           |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                            |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| K1_U06 | Potrafi programować w językach wysokiego poziomu, w tym z wykorzystaniem wielowątkowości i systemów wieloprotocessorowych. Umie pisać i uruchamiać programy rozwiązujące problemy techniczne w ICT. Potrafi świadomie dobrać języki programowania do konkretnych zastosowań oraz korzystać z narzędzi inżynierii oprogramowania, w tym narzędzi wspomagających programowanie zespołowe. | P6S_UW<br>P6S_UO           |
| K1_U07 | Potrafi korzystać z narzędzi do konteneryzacji oprogramowania oraz wizualizacji danych. Umie analizować, interpretować i prezentować dane w sposób umożliwiający ich efektywne wykorzystanie w podejmowaniu decyzji.                                                                                                                                                                    | P6S_UW<br>P6S_UK<br>P6S_UO |
| K1_U08 | Potrafi określić parametry i właściwości sygnałów i systemów telekomunikacyjnych w różnych warunkach transmisyjnych.                                                                                                                                                                                                                                                                    | P6S_UW                     |
| K1_U09 | Umie konfigurować i nadzorować sieci komunikacyjne oraz dobierać odpowiednie technologie transmisji bezprzewodowej do mobilności użytkowników i warunków propagacyjnych.                                                                                                                                                                                                                | P6S_UW                     |
| K1_U10 | Potrafi dokonywać pomiarów parametrów sygnałów oraz urządzeń i systemów ICT. Umie przeprowadzić pomiary parametrów elementów optoelektronicznych oraz analizować, projektować i testować łącza światłowodowe.                                                                                                                                                                           | P6S_UW                     |
| K1_U10 | Potrafi analizować i projektować układy logiczne. Potrafi konstruować złożone układy cyfrowe z scalonych układów cyfrowych dostępnych na rynku.                                                                                                                                                                                                                                         | P6S_UW                     |
| K1_U11 | Potrafi wykorzystać systemy z mikrokontrolerem, mikroprocesorem, mikrokomputerem oraz układami rekonfigurowalnymi i wbudowanymi do rozwiązywania złożonych i nietypowych problemów inżynierskich, także w warunkach nie w pełni przewidywalnych.                                                                                                                                        | P6S_UW                     |
| K1_U12 | Potrafi skonfigurować urządzenia i uruchomić lokalną sieć komputerową.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | P6S_UW                     |
| K1_U13 | Potrafi dokonać wyboru właściwego technologii, mechanizmu lub protokołu odpowiednio do potrzeb rozwiązywanego problemu sieciowego.                                                                                                                                                                                                                                                      | P6S_UW                     |
| K1_U14 | Potrafi analizować parametry sieciowe oraz konfigurować urządzenia w celu optymalizacji przepływu ruchu w sieciach telekomunikacyjnych. Potrafi rozwiązywać zagadnienia związane z inżynierią ruchu.                                                                                                                                                                                    | P6S_UW                     |
| K1_U15 | Potrafi stosować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | P6S_UW                     |
| K1_U16 | Potrafi zastosować narzędzia kryptograficzne dla zapewnienia podstawowych atrybutów bezpieczeństwa urządzeń elektronicznych oraz danych przetwarzanych przez te urządzenia.                                                                                                                                                                                                             | P6S_UW                     |
| K1_U17 | Potrafi dyskutować, przedstawiać oceny i opinie, a także zabierać stanowisko w ocenie rozwiązań ICT. Potrafi analizować wyzwania i zagrożenia wynikające z rozwoju technologii informacyjno-komunikacyjnych.                                                                                                                                                                            | P6S_UW<br>PS6_UK           |
| K1_U18 | Potrafi samodzielnie planować i realizować proces samokształcenia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | PS6_UU                     |
| K1_U19 | Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary laboratoryjne i symulacje komputerowe, w celu analizy właściwości układów i systemów elektronicznych oraz telekomunikacyjnych. Umie interpretować uzyskane wyniki, identyfikować zależności oraz wyciągać wnioski dotyczące poprawności działania systemu i możliwości jego optymalizacji.                                 | P6S_UW<br>PS6_UU           |
| K1_U20 | Potrafi identyfikować i formułować specyfikację zadań inżynierskich oraz dobierać odpowiednie metody ich rozwiązania, wykorzystując podejście analityczne, symulacyjne i eksperymentalne. Przy podejmowaniu decyzji uwzględnia                                                                                                                                                          | P6S_UW<br>PS6_UU           |

|                                      |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                  |
|--------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|                                      |        | aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym zagadnienia etyczne, społeczne oraz uwarunkowania prawne. Potrafi dokonać wstępnej oceny ekonomicznej proponowanych rozwiązań oraz analizować ich wpływ na efektywność techniczną i eksploatacyjną systemów elektronicznych i telekomunikacyjnych.                      |                  |
|                                      | K1_U21 | Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych w obszarze elektroniki i telekomunikacji. Umie ocenić skuteczność, niezawodność i efektywność użytkową tych rozwiązań, identyfikując ich ograniczenia oraz potencjalne kierunki rozwoju i optymalizacji.            | P6S_UW<br>PS6_UU |
|                                      | K1_U22 | Potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie co najmniej B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, w zakresie niezbędnym do porozumiewania się oraz rozumienia treści technicznych i specjalistycznych.                                                                                         | PS6_UU           |
| Kompetencje: absolwent jest gotów do | K1_K01 | Zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności, rozumie konieczność dalszego doskonalenia się.                                                                                                                                                                                                                    | P6S_KK           |
|                                      | K1_K02 | Posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do rozwiązywania problemów technicznych i podejmowania odpowiedzialności za proponowane przez siebie rozwiązania techniczne.                                                                                                                            | P6S_KK           |
|                                      | K1_K03 | Jest gotów do efektywnej współpracy w zespołach projektowych, z wykorzystaniem dostępnych narzędzi do zarządzania pracą, dbając o klarowną komunikację, dokumentację oraz jakość realizowanych projektów.                                                                                                         | P6S_KK           |
|                                      | K1_K04 | Ma poczucie odpowiedzialności za zaprojektowane systemy elektroniczne i telekomunikacyjne i zdaje sobie sprawę z potencjalnych niebezpieczeństw dla innych ludzi lub społeczeństwa ich nieodpowiedniego wykorzystania.                                                                                            | P6S_KO<br>P6S_KR |
|                                      | K1_K05 | Posiada świadomość wyzwań, przed którymi stoi współczesna elektronika i telekomunikacja, oraz wpływu systemów i sieci ICT na kształtowanie społeczeństwa informacyjnego. Jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych oraz aktywnego współorganizowania działań na rzecz środowiska społecznego.              | P6S_KK<br>P6S_KO |
|                                      | K1_K06 | Prawidłowo interpretuje i rozstrzyga dylematy związane z pracą w zakresie elektroniki i telekomunikacji, także w odniesieniu do inicjowania działań na rzecz interesu publicznego.<br>Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.                                                                          | P6S_KK<br>P6S_KO |
|                                      | K1_K07 | Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia roli inżyniera w obszarze ICT, przestrzegania etyki zawodowej oraz dbania o tradycję zawodu.                                                                                                                                                                             | P6S_KR           |
|                                      | K1_K08 | Rozumie znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów technicznych i organizacyjnych. Potrafi samodzielnie zdobywać i aktualizować informacje, ale w sytuacjach wymagających specjalistycznej wiedzy umie zasięgnąć opinii ekspertów oraz współpracować ze specjalistami w celu znalezienia optymalnego rozwiązania. | P6S_KR           |

#### 14. Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

Ogólne zasady sprawdzania, weryfikacji i oceniania osiągnięcia efektów uczenia się określa Regulamin Studiów PP (Regulamin studiów pierwszego i drugiego stopnia uchwalony przez Senat Akademicki Politechniki Poznańskiej, Uchwała Nr 42/2020-2024 z dnia 31 maja 2021 r.). System weryfikacji efektów uczenia się jest kompleksowy i uwzględnia zasady zaliczeń oraz egzaminów w terminach podstawowych i poprawkowych dla odpowiednich form zajęć. Szczegółowy opis metod weryfikacji efektów uczenia się dla poszczególnych przedmiotów znajduje się w kartach opisu przedmiotów.

Ogólne zasady dotyczą oceny wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych studenta zostały opisane w Regulaminie Studiów. Program zajęć, zasady oceny i zaliczenia przedmiotu oraz godziny konsultacji są podawane w trakcie pierwszego spotkania studentów z prowadzącym. Oceny semestralne z egzaminów, zaliczeń ćwiczeń, laboratoriów i projektów są wpisywane do arkusza w systemie elektronicznym USoS, zgodnie z obowiązującym zarządzeniem uczelnianym w przedmiotowej sprawie. Zaliczenie kolejnych okresów studiów odbywa się na podstawie systemu punktów ECTS.

W trakcie semestru zdobywane są przez studenta oceny z kolokwii, odpowiedzi ustnych, opracowań tematycznych, referatów, projektów, sprawozdań z laboratoriów i innych rodzajów prac wykonywanych przez studenta. Prowadzący ustala zasady przyznawania ocen i przekazuje je studentom na pierwszych zajęciach.

W celu weryfikowania umiejętności inżynierskich stosuje się dodatkowo prezentację stworzonych projektów. Zasady formalne przygotowania i oceniania projektów określa prowadzący i są one różne w zależności od typu przedmiotu, np. w przypadku tematów o charakterze podstawowym opis jest zwięzły, natomiast w przypadku przedmiotów o charakterze badawczym zakres projektu daje studentom możliwość odniesienia się do nowych pozycji literaturowych oraz analizy zagadnienia. Tematyka prac etapowych, egzaminacyjnych oraz projektowych jest ściśle związana z tematyką poszczególnych modułów.

Pracownicy dokumentują testy, kolokwia, egzaminy oraz projekty i inne prace, np. sprawozdania z realizacji zajęć (zgodnie z Wydziałowym Systemem Zapewnienia Jakości Kształcenia - WSZJK). Egzaminy i kolokwia ustne są dokumentowane w postaci krótkich notatek.

Na podstawie zdobytych ocen w trakcie semestru wyznaczana jest ocena wpisywana do obowiązującego systemu elektronicznego.

Wszystkie oceny muszą być wpisane do systemu elektronicznego. Uzyskanie oceny dostatecznej przez studenta jest równoznaczne z osiągnięciem przez niego w stopniu wystarczającym wszystkich wymaganych w danym module efektów uczenia się. Szczegółowe zasady zaliczeń i egzaminów są określone w Karcie Opisu Przedmiotu (Sylabus). Tabela poniżej zawiera wykorzystywaną skalę ocen.

Skala ocen używana w Uczelni

| Skala ocen       |   |     |
|------------------|---|-----|
| Bardzo dobry     | A | 5,0 |
| Dobry plus       | B | 4,5 |
| Dobry            | C | 4,0 |
| Dostateczny plus | D | 3,5 |
| Dostateczny      | E | 3,0 |
| Niedostateczny   | F | 2,0 |

Liczba punktów ECTS przyporządkowanych zajęciom każdego semestru studiów jest określona w programie studiów i wynosi minimum 30 punktów ECTS. Okresem rozliczeniowym jest semestr.

Warunkiem zaliczenia semestru jest uzyskanie oceny co najmniej dostatecznej ze wszystkich form zajęć przewidzianych w programie studiów oraz zaliczenie bez ocen: praktyk, zajęć z wychowania fizycznego i wymaganych zajęć o charakterze informacyjnym. Student, który nie zaliczył wszystkich zajęć przewidzianych w programie studiów danego semestru, zostaje warunkowo wpisany na kolejny semestr studiów, jeżeli łączna liczba punktów ECTS przypisanych do niezaliczonych zajęć nie przekracza 14 punktów ECTS, a opóźnienie zaliczenia nie jest większe niż dwa semestry.

Zaliczenie zajęć występujących w programie studiów może wystąpić z opóźnieniem nie większym niż dwa semestry. W uzasadnionych wypadkach dziekan może wprowadzić dłuższy okres zaliczenia.

Ostateczną weryfikacją efektów uczenia się na kierunku *Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa* będzie analiza losów absolwentów kierunku, a także informacje dotyczące oceny wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych przekazywane przez ich pracodawców. Losy i kariera absolwentów kierunku Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa monitorowane będą zgodnie z procedurą monitorowania karier zawodowych absolwentów/ informacje uzyskane z Ogólnopolskiego Systemu Monitorowania Ekonomicznych Losów Absolwentów Szkół Wyższych (<http://ela.naukoa.gov.pl>).

Student ma obowiązek złożenia pracy dyplomowej magisterskiej zgodnie z obowiązującym regulaminem studiów, tj. do końca czerwca roku akademickiego, w którym kończy drugi stopień studiów. Dziekan na wniosek kierującego pracą lub studenta może przesunąć termin złożenia pracy dyplomowej nie więcej niż o 2 miesiące (jedynie w uzasadnionych przypadkach). Student wykonuje pracę dyplomową magisterską pod kierunkiem nauczyciela akademickiego (promotora): profesora, doktora habilitowanego lub doktora. Praca podlega ocenie przez promotora i przynajmniej jednego recenzenta.

Wymagania stawiane pracom dyplomowym magisterskim:

- nacisk kładziony jest na aspekt badawczy i twórczy pracy (prace powinny być powiązane z badaniami – powinny zawierać „pierwiastek” badawczy); zakres takiej pracy obejmuje zazwyczaj przeprowadzenie studiów literaturowych, analizę teoretyczną zagadnienia („*state of the art*”), zaproponowanie nowych rozwiązań itp., a w przypadku prac implementacyjnych ocenę funkcjonalności i wydajności przygotowanego środowiska lub aplikacji. W przypadku osiągnięcia przez dyplomanta istotnych wyników przygotowana jest publikacja naukowa.

Warunkiem dopuszczenia do egzaminu dyplomowego jest spełnienie wszystkich wymagań stawianych w tym zakresie studentom Politechniki Poznańskiej. W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- uzyskanie liczby punktów ECTS potwierdzających osiągnięcie wszystkich efektów przewidzianych w programie kształcenia oraz zaliczenie wszystkich wymaganych szkoleń,
- złożenie pracy dyplomowej,
- pozytywną opinię o pracy dyplomowej promotora i co najmniej jednego recenzenta,
- złożenie kompletu dokumentów przed planowaną datą obrony,
- umieszczenie elektronicznej wersji pracy w odpowiednim systemie elektronicznym USoS
- uzyskanie pozytywnego wyniku weryfikacji pracy w systemie JSA.

Procedura dyplomowania zawiera ocenę i końcowe potwierdzenie wiedzy, umiejętności oraz kompetencji społecznych.

W trakcie egzaminów dyplomowych komisje oceniają wiedzę, umiejętności i kompetencje społeczne studentów nabyte w trakcie realizacji programu studiów. Wiedza jest potwierdzona poprzez:

- opracowanie pracy dyplomowej (części teoretycznej i praktycznej);
- zdanie egzaminu dyplomowego w formie odpowiedzi na co najmniej trzy pytania z listy zagadnień egzaminacyjnych udostępnionej na stronie internetowej Wydziału (<https://cat.put.poznan.pl/> – strona główna; ścieżka nawigacji do odpowiedniej podstrony: Home/Listy zagadnień egzaminacyjnych: <https://cat.put.poznan.pl/zagadnienia-na-egzamin-dyplomowy>); listy zagadnień egzaminacyjnych prezentowane są w powiązaniu z weryfikowanymi efektami uczenia się.
- oceny z wykładów z przedmiotów zaliczonych w toku studiów.

Umiejętności są potwierdzone poprzez:

- opracowanie pracy dyplomowej (części praktycznej),
- oceny z ćwiczeń, laboratoriów i projektów z przedmiotów zaliczonych w toku studiów.

Kompetencje społeczne są potwierdzone poprzez:

- opracowanie pracy dyplomowej (w przypadku prac zespołowych),
- prezentację i obronę pracy w trakcie egzaminu dyplomowego,

- oceny z ćwiczeń i projektów z przedmiotów zaliczonych w toku studiów.

Przewodniczącym komisji egzaminu dyplomowego musi być osoba posiadająca tytuł profesora lub stopień doktora habilitowanego. Egzamin dyplomowy składa się z prezentacji pracy dyplomowej, dyskusji nad pracą oraz sprawdzenia wiedzy i umiejętności z programu studiów. Przebieg egzaminów dyplomowych i obron prac dyplomowych jest określony w Regulaminie Studiów. Egzamin dyplomowy jest zdany, gdy pozytywna jest ocena za obronę pracy dyplomowej i większość pozostałych ocen.

Ostateczny wynik studiów ustala komisja egzaminu dyplomowego, obliczając go na podstawie wzoru:

$$W_{st} = 0,6 \cdot P_{\dot{s}} + 0,2 \cdot P_{dyp} + 0,2 \cdot E_{dyp}$$

gdzie:

- $P_{\dot{s}}$  – średnia ważona ocen z przebiegu studiów,
- $P_{dyp}$  – ocena pracy dyplomowej,
- $E_{dyp}$  – ocena z egzaminu dyplomowego.

Ukończenie studiów następuje po złożeniu egzaminu dyplomowego z wynikiem pozytywnym. Absolwent uzyskuje dyplom ukończenia studiów drugiego stopnia wraz z suplementem do dyplomu oraz tytuł zawodowy magistra inżyniera.

## 15. Praktyki zawodowe:

Na kierunku Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa praktyki zawodowe stanowią integralną część programu studiów i podlegają zaliczeniu. Zgodnie z harmonogramem studiów studenci odbywają praktykę w wymiarze 4 tygodni (160 godzin rozliczeniowych – 120 godz. zegarowych). Terminem przewidzianym do realizacji praktyk jest przerwa wakacyjna po semestrze VI, zaliczenie praktyk następuje na semestrze 6. Za praktyki zdobywa się 6 punktów ECTS.

Podstawowymi celami praktyk studenckich są:

- rozwijanie dotychczas zdobytych umiejętności w rzeczywistych warunkach funkcjonowania firm,
- przygotowanie studenta do samodzielności i odpowiedzialności za powierzone mu zadania,
- rozwijanie kompetencji związanych z pracą zespołową oraz umiejętnością podejmowania decyzji,
- poznanie zakresu obowiązków i techniki pracy specjalistów na różnych stanowiskach, poznanie organizacji i metod funkcjonowania przykładowych przedsiębiorstw związanych z obszarem elektroniki, telekomunikacji i teleinformatyki i obszarów pokrewnych
- pozyskiwanie kontaktów zawodowych pomocnych w okresie poszukiwania pracy po zakończeniu studiów.

Za organizację i nadzorowanie praktyk studenckich odpowiedzialny jest

- na poziomie wydziału – koordynator praktyk ustanowiony przez dziekana spośród nauczycieli akademickich;
- na poziomie kierunku studiów – kierunkowy opiekun praktyk ustanowiony przez dziekana spośród nauczycieli akademickich prowadzących zajęcia na tym kierunku;
- na poziomie Przedsiębiorstwa – opiekun praktyk ze strony przedsiębiorstwa ustanowiony przez osobę decyzyjną w Przedsiębiorstwie.

Do zadań kierunkowego opiekuna praktyk należy w szczególności:

- przygotowanie harmonogramu praktyk studenckich,
- przedstawienie studentom programu praktyki, a także terminów realizacji oraz terminów i warunków zaliczenia praktyki,
- opiniowanie wyboru określonej praktyki przez studenta,
- nadzór merytoryczny nad pracą opiekunów praktyk,
- współpraca z opiekunem praktyk ze strony Przedsiębiorstwa w sprawach związanych z organizacją i przebiegiem praktyki;
- podejmowanie decyzji w sprawie zaliczenia praktyki i wprowadzenie jej do systemu informacyjnego Uczelni.

Wszelkie zagadnienia związane z organizacją, realizacją, i zaliczeniem praktyk opisane są w Regulaminie studiów §25 oraz Zarządzenia Nr 11 Rektora PP z dnia 29 marca 2023 r (Załącznik do Zarządzenia)

Na praktyki kieruje studenta Centrum Praktyk i Karier Studentów i Absolwentów Politechniki Poznańskiej (CPiKSiA). Studenci mogą odbywać praktyki również na podstawie: skierowania uzyskanego w organizacjach (w tym studenckich) oferujących praktyki oraz indywidualnego porozumienia zawartego przez studenta z zakładem pracy.

Uczelnia daje również możliwość zaliczenia praktyki studenckiej doświadczenia zawodowego. Warunkiem takiej formy zaliczenia jest:

- zatrudnienie studenta na podstawie umowy w wymiarze czasu, który spełnia wymagania przewidziane dla praktyki określone w programie studiów dla kierunku Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa ,
- osiągnięcie przez studenta przedmiotowych efektów uczenia się przewidzianych dla praktyki w wyniku realizacji powierzonych mu obowiązków,
- uzyskania zgody opiekuna praktyk na zaliczenie pracy zawodowej jako praktyki przed jej rozpoczęciem,
- wykonywanie obowiązków przez studenta pod nadzorem przełożonego lub innej osoby, która pełni rolę opiekuna praktyki ze strony Przedsiębiorstwa.

Szczegółowe zasady odbywania praktyk studenckich na Wydziale znajdują się w Regulaminie organizacji praktyk studenckich objętych programem studiów. Wg w/w zasad student, celem zaliczenia praktyki, zobowiązany jest do przedłożenia opiekunowi praktyk:

- *Zaświadczenia o odbyciu praktyk* wystawionego przez Podmiot Zewnętrzny,
- *Dziennika praktyk*, potwierdzonego przez zakładowego opiekuna praktykanta
- ankiety opisującej efekty uczenia się (ocena odbytej praktyki przez studenta), w której student dokonuje oceny przydatności i satysfakcji z odbytej praktyki,
- przypadku zaliczenia praktyk na podstawie doświadczenia zawodowego student powinien dostarczyć także kopię umowy cywilno-prawnej potwierdzającej doświadczenie zawodowe.

Wpisu zaliczenia praktyki dokonuje opiekun na podstawie weryfikacji przedłożonej dokumentacji i uzyskania przez studenta przypisanych do praktyki efektów uczenia się. Student zaliczający praktykę na podstawie uzyskanego doświadczenia zawodowego zwolniony jest od obowiązku uzyskania podpisu opiekuna praktykanta w dzienniku praktyk.

## 16. Język obcy:

Na kierunku *Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa* język obcy realizowany jest na semestrach 1, 2, 3 oraz 4 w łącznym wymiarze 120 godzin (9 pkt ECTS) i kończy się egzaminem na poziomie B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego (Tabela 1.4). Zajęcia w ramach nauki języka obcego prowadzone są przez kadrę wyspecjalizowanej jednostki międzywydziałowej – Centrum Języków i Komunikacji. Studenci mają do wyboru jeden z dwóch języków nowożytnych – angielski lub niemiecki.

Niezależnie od przedmiotu „Język obcy”, studenci umiejętności językowe nabywają również są także podczas zajęć seminaryjnych oraz wielu zajęć kierunkowych, podczas których studenci bardzo często zapoznają się z anglojęzycznymi źródłami.

Przedmioty uwzględniające efekty uczenia się w zakresie znajomości języka obcego (O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS).

| Sem. | Nazwa przedmiotu          | Liczba godzin |   |    |   |   | Liczba punktów ECTS |
|------|---------------------------|---------------|---|----|---|---|---------------------|
|      |                           | O             | W | C  | L | P |                     |
| 1    | Język angielski/niemiecki | 45            |   | 45 |   |   | 4                   |
| 2    | Język angielski/niemiecki | 30            |   | 30 |   |   | 2                   |

|       |                           |     |  |    |  |  |   |
|-------|---------------------------|-----|--|----|--|--|---|
| 3     | Język angielski/niemiecki | 30  |  | 30 |  |  | 2 |
| 4     | Język angielski/niemiecki | 15  |  | 15 |  |  | 1 |
| Razem |                           | 120 |  |    |  |  | 9 |

#### 17. Zajęcia z wychowania fizycznego:

Na kierunku *Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa* zajęcia z wychowania fizycznego realizowane są w semestrze 1 i 2 w łącznym wymiarze 60 godzin (0 pkt. ECTS).

Zajęcia z wychowania fizycznego (O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS).

| Sem.  | Nazwa przedmiotu    | Liczba godzin |   |    |   |   | Liczba punktów ECTS |
|-------|---------------------|---------------|---|----|---|---|---------------------|
|       |                     | O             | W | C  | L | P |                     |
| 1     | Wychowanie fizyczne | 30            |   | 30 |   |   | 0                   |
| 2     | Wychowanie fizyczne | 30            |   | 30 |   |   | 0                   |
| Razem |                     | 60            |   |    |   |   | 0                   |

#### 18. Szkolenia:

Szkolenia (O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS).

| Sem.  | Nazwa przedmiotu                                                                    | Liczba godzin |   |   |   |   | Liczba punktów ECTS |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---|---|---|---|---------------------|
|       |                                                                                     | O             | W | C | L | P |                     |
| 1     | <b>Szkolenie BHP</b> – z zakresu bezpiecznych i higienicznych warunków kształcenia. | 4             | 4 |   |   |   | 0                   |
|       | <b>Szkolenie biblioteczne</b> – z zakresu korzystania z zasobów bibliotecznych.     | 2             | 2 |   |   |   | 0                   |
| Razem |                                                                                     | 6             |   |   |   |   | 0                   |

#### 19. Przedmioty obieralne (zajęcia do wyboru):

W ramach programu studiów przewidziano istotny udział przedmiotów obieralnych, których udział przekracza 30% zarówno pod względem godzinowym, jak i punktów ECTS. Studenci mają możliwość wyboru spośród 14 przedmiotów obieralnych, przy czym każdy z nich oferuje dwa warianty treści merytorycznych, co pozwala na dostosowanie kształcenia do indywidualnych zainteresowań i planów zawodowych. Na semestrach 1-4 realizowany jest *język obcy* obieralny (angielski lub niemiecki), zapewniający rozwój kompetencji językowych zgodnie z potrzebami rynku pracy. Istotnym elementem programu jest również *Pracownia problemowa* na semestrze 5. i 6., realizowana w wymiarze 45 godzin na każdym z dwóch semestrów, w formule Project-Based Learning (PBL). Metoda ta charakteryzuje się praktycznym podejściem do nauczania poprzez realizację projektów, rozwijaniem umiejętności pracy zespołowej, analizy problemów oraz ich rozwiązywania w sposób interdyscyplinarny. Reasumując studenci mają ponad 34,89% godzin programu realizowanego w sposób obieralny, co przekłada się na 34,28% punktów ECTS. Dzięki takiemu poziomowi obieralności program studiów umożliwia studentom kształtowanie własnej ścieżki edukacyjnej, dostosowanej do ich zainteresowań oraz dynamicznie zmieniających się wymagań rynku pracy.

Poniższa tabela zawiera zestawienie przedmiotów obieralnych w ramach kierunku *Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa*.

Lista przedmiotów obieralnych: (zastosowane oznaczenia: O – ogółem godzin, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS)

| Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa |                                                                             |               |    |    |    |    |      |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|----|----|----|----|------|
| Sem.                                   | Nazwa przedmiotu                                                            | Liczba godzin |    |    |    |    | ECTS |
|                                        |                                                                             | O             | W  | C  | L  | P  |      |
| 1                                      | Język obcy                                                                  | 45            |    | 45 |    |    | 4    |
|                                        | Język angielski                                                             |               |    |    |    |    |      |
|                                        | Język niemiecki                                                             |               |    |    |    |    |      |
|                                        | Wychowanie fizyczne                                                         | 30            |    | 30 |    |    | 0    |
| 2                                      | Język obcy                                                                  | 30            |    | 30 |    |    | 2    |
|                                        | Język angielski                                                             |               |    |    |    |    |      |
|                                        | Język niemiecki                                                             |               |    |    |    |    |      |
|                                        | Wychowanie fizyczne                                                         | 30            |    | 30 |    |    | 0    |
| 3                                      | Język obcy                                                                  | 30            |    | 30 |    |    | 2    |
|                                        | Język angielski                                                             |               |    |    |    |    |      |
|                                        | Język niemiecki                                                             |               |    |    |    |    |      |
| 4                                      | PO 1                                                                        | 54            | 24 |    | 30 |    | 3    |
|                                        | PO 1.1: Systemy akwizycji danych pomiarowych                                |               |    |    |    |    |      |
|                                        | PO 1.2: Wprowadzenie do systemów kontrolno-pomiarowych                      |               |    |    |    |    |      |
|                                        | PO 2                                                                        | 30            | 15 |    | 15 |    | 2    |
|                                        | PO 2.1 Nawigacja i pozycjonowanie obiektów                                  |               |    |    |    |    |      |
|                                        | PO 2.2 Czas i częstotliwość w ICT                                           |               |    |    |    |    |      |
|                                        | Język obcy                                                                  | 15            |    | 15 |    |    | 1    |
|                                        | Język angielski                                                             |               |    |    |    |    |      |
|                                        | Język niemiecki                                                             |               |    |    |    |    |      |
| 5                                      | PO 3                                                                        | 30            | 15 |    |    | 15 | 2    |
|                                        | PO 3.1 Narzędzia wirtualizacyjne                                            |               |    |    |    |    |      |
|                                        | PO 3.1 Algorytmy uwierzytelniania i autoryzacji w systemach bezprzewodowych |               |    |    |    |    |      |
|                                        | PBL1 Pracownia problemowa                                                   | 45            |    |    |    | 45 | 5    |
|                                        | PO 4                                                                        | 30            | 15 |    | 15 |    | 2    |
|                                        | PO 4.1 Systemy dźwięku i mowy                                               |               |    |    |    |    |      |
|                                        | PO 4.2 Kompresja obrazu                                                     |               |    |    |    |    |      |
|                                        | PO 5                                                                        | 45            | 15 |    | 30 |    | 3    |
|                                        | PO 5.1 Technika mikrofalowa                                                 |               |    |    |    |    |      |
|                                        | PO 5.2 Komputerowa analiza układów elektronicznych                          |               |    |    |    |    |      |
|                                        | PO 6                                                                        | 60            | 15 |    | 30 | 15 | 4    |
|                                        | PO 6.1 Programowanie na urządzenia mobilne – Android                        |               |    |    |    |    |      |
|                                        | PO 6.2 Programowanie na urządzenia mobilne - iOS                            |               |    |    |    |    |      |
| 6                                      | PBL2 Pracownia problemowa                                                   | 45            |    |    |    | 45 | 4    |
|                                        | PO 7                                                                        | 30            | 15 |    |    | 15 | 2    |
|                                        | PO 7.1 Podstawy systemów radarowych                                         |               |    |    |    |    |      |
|                                        | PO 7.2 Bezprzewodowe systemy programowalne                                  |               |    |    |    |    |      |
|                                        | PO 8                                                                        | 45            | 15 |    | 30 |    | 3    |
|                                        | PO 8.1 Bezprzewodowe sieci lokalne                                          |               |    |    |    |    |      |

| Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa |                                                                |               |    |   |    |    |      |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------|----|---|----|----|------|
| Sem.                                   | Nazwa przedmiotu                                               | Liczba godzin |    |   |    |    | ECTS |
|                                        |                                                                | O             | W  | C | L  | P  |      |
|                                        | PO 8.2 Bezprzewodowe sieci osobiste                            |               |    |   |    |    |      |
|                                        | PO 9                                                           | 54            | 30 |   | 24 |    | 3    |
|                                        | PO 9.1 Bezpieczeństwo sprzętowe i kryptografia nowej generacji |               |    |   |    |    |      |
|                                        | PO 9.2 Bezpieczeństwo informacji w instytucji                  |               |    |   |    |    |      |
|                                        | PO 10                                                          | 45            | 15 |   | 15 | 15 | 3    |
|                                        | PO 10.1 Weryfikacja układów programowalnych                    |               |    |   |    |    |      |
|                                        | PO 10.2 Systemy wbudowane                                      |               |    |   |    |    |      |
|                                        | PO 11                                                          | 45            | 30 |   | 15 |    | 3    |
|                                        | PO 11.1 Protokoły routingu                                     |               |    |   |    |    |      |
|                                        | PO 11.2 Algorytmy sieciowe                                     |               |    |   |    |    |      |
| 7                                      | PO 12                                                          | 45            | 30 |   | 15 |    | 3    |
|                                        | PO 12.1 Podstawy technologii satelitarnej                      |               |    |   |    |    |      |
|                                        | PO 12.2 Satelitarne systemy komunikacyjne                      |               |    |   |    |    |      |
|                                        | PO 13                                                          | 45            | 30 |   | 15 |    | 3    |
|                                        | PO 13.1 Projektowanie obwodów drukowanych                      |               |    |   |    |    |      |
|                                        | PO 13.2 Sensory i czujniki inteligentne                        |               |    |   |    |    |      |
|                                        | PO 14                                                          | 45            | 15 |   | 30 |    | 3    |
|                                        | PO 14.1 Optyczne przetwarzanie sygnałów                        |               |    |   |    |    |      |
|                                        | PO 14.2 Komunikacja optyczna                                   |               |    |   |    |    |      |
|                                        | PO 15                                                          | 45            | 15 |   | 30 |    | 3    |
|                                        | PO 15.1 Internet Rzeczy                                        |               |    |   |    |    |      |
|                                        | PO 15.2 Technologie komunikacji w IoT                          |               |    |   |    |    |      |
|                                        | Seminarium dyplomowe                                           | 90            |    |   |    | 90 | 12   |
| Razem                                  |                                                                | 1008          |    |   |    |    | 72   |

## 20. Kompetencje inżynierskie:

Wykaz kierunkowych efektów uczenia się umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich.

| Kategoria PRK                   | Opis i kod składnika opisu                                                                      | Kierunkowe efekty uczenia się                                                                                                                                                                                                                                                                 | Symbol efektu kierunkowego |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Wiedza: absolwent zna i rozumie | podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form indywidualnej przedsiębiorczości (P6S_WK)    | Posiada wiedzę dotyczącą prawa autorskiego, ochrony własności intelektualnej oraz regulacji związanych z technologiami ICT. Rozumie zasady prowadzenia działalności gospodarczej w obszarze nowych technologii, w tym zagadnienia związane z rynkiem telekomunikacyjnym i usługami cyfrowymi. | K1_W15                     |
|                                 | podstawowe procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych (P6S_WG) | Posiada zaawansowaną wiedzę dotyczącą mikroprocesorów, mikrokontrolerów, systemów mikrokomputerowych oraz układów rekonfigurowalnych. Zna architekturę tych systemów, zasady ich programowania oraz sposoby implementacji w systemach ICT.                                                    | K1_W03                     |
|                                 |                                                                                                 | Posiada wiedzę na temat narzędzi inżynierii oprogramowania, technik zespołowego programowania oraz metodologii wytwarzania i testowania oprogramowania                                                                                                                                        | K1_W05                     |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Posiada usystematyzowaną wiedzę dotyczącą algorytmów uczenia maszynowego, metod sztucznej inteligencji oraz narzędzi programistycznych AI. Zna architekturę sprzętową dedykowaną AI, w tym procesory neuronowe, układy graficzne i rekonfigurowalne.                                                                                                                                                                                                                                                                      | K1_W08 |
|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Posiada szczegółową wiedzę dotyczącą budowy, działania i standardów sieci komputerowych i telekomunikacyjnych, obejmującą protokoły sieciowe, technologie przewodowe i bezprzewodowe oraz inżynierię ruchu telekomunikacyjnego. Rozumie zasady zarządzania ruchem sieciowym, analizowania usług oraz specyfikę nowoczesnych zastosowań telekomunikacyjnych.                                                                                                                                                               | K1_W13 |
|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Zna i rozumie podstawowe procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, systemów elektronicznych i telekomunikacyjnych, obejmujące ich projektowanie, produkcję, wdrażanie, eksploatację, modernizację oraz utylizację. Posiada wiedzę o metodach optymalizacji cyklu życia systemów technicznych, uwzględniając aspekty niezawodności, bezpieczeństwa oraz wpływu na środowisko.                                                                                                                                             | K1_W18 |
| Umiejętności: absolwent potrafi | planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski (P6S_UW)                                                                                                                                                                                                                     | Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary laboratoryjne i symulacje komputerowe, w celu analizy właściwości układów i systemów elektronicznych oraz telekomunikacyjnych. Umie interpretować uzyskane wyniki, identyfikować zależności oraz wyciągać wnioski dotyczące poprawności działania systemu i możliwości jego optymalizacji.                                                                                                                                                                   | K1_U19 |
|                                 | przy identyfikacji i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich oraz ich rozwiązywaniu:<br>– wykorzystać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne<br>– dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym aspekty etyczne<br>– dokonać wstępnej oceny ekonomicznej proponowanych rozwiązań i podejmowanych działań inżynierskich (P6S_UW) | Potrafi identyfikować i formułować specyfikację zadań inżynierskich oraz dobrać odpowiednie metody ich rozwiązania, wykorzystując podejście analityczne, symulacyjne i eksperymentalne. Przy podejmowaniu decyzji uwzględnia aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym zagadnienia etyczne, społeczne oraz uwarunkowania prawne. Potrafi dokonać wstępnej oceny ekonomicznej proponowanych rozwiązań oraz analizować ich wpływ na efektywność techniczną i eksploatacyjną systemów elektronicznych i telekomunikacyjnych. | K1_U20 |
|                                 | dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych i ocenić te rozwiązania (P6S_UW)                                                                                                                                                                                                                                      | Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych w obszarze elektroniki i telekomunikacji. Umie ocenić skuteczność, niezawodność i efektywność użytkową tych rozwiązań, identyfikując ich ograniczenia oraz potencjalne kierunki rozwoju i optymalizacji.                                                                                                                                                                                                                    | K1_U21 |
|                                 | projektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – oraz wykonać typowe dla kierunku studiów proste urządzenia, obiekty, systemy lub zrealizować procesy, używając odpowiednio dobranych metod, tech-                                                                                                                                                             | Potrafi analizować wymagania projektowe układów elektronicznych oraz formułować ich specyfikację. Umie dobrać odpowiednie elementy elektroniczne na podstawie katalogów i not aplikacyjnych. Potrafi projektować, wykonywać i testować układy elektroniczne, w tym cyfrowe, a także zrealizować zaprojektowane urządzenie, uwzględniając montaż, konfigurację i weryfikację poprawności jego działania.                                                                                                                   | K1_U05 |
|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Potrafi programować w językach wysokiego poziomu, w tym z wykorzystaniem wielowątkowości i systemów wieloprocesorowych. Umie pisać i uruchamiać programy rozwiązujące problemy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | K1_U06 |

|  |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                  |        |
|--|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|  | nik, narzędzi i materiałów (P6S_UW) | techniczne w ICT. Potrafi świadomie dobierać języki programowania do konkretnych zastosowań oraz korzystać z narzędzi inżynierii oprogramowania, w tym narzędzi wspomagających programowanie zespołowe                                           |        |
|  |                                     | Potrafi określić parametry i właściwości sygnałów i systemów telekomunikacyjnych w różnych warunkach transmisyjnych                                                                                                                              | K1_U08 |
|  |                                     | Umie konfigurować i nadzorować sieci komunikacyjne oraz dobierać odpowiednie technologie transmisji bezprzewodowej do mobilności użytkowników i warunków propagacyjnych.                                                                         | K1_U09 |
|  |                                     | Potrafi analizować i projektować układy logiczne. Potrafi konstruować złożone układy cyfrowe z scalonych układów cyfrowych dostępnych na rynku.                                                                                                  | K1_U10 |
|  |                                     | Potrafi wykorzystać systemy z mikrokontrolerem, mikroprocesorem, mikrokomputerem oraz układami rekonfigurowalnymi i wbudowanymi do rozwiązywania złożonych i nietypowych problemów inżynierskich, także w warunkach nie w pełni przewidywalnych. | K1_U11 |
|  |                                     | Potrafi dokonać wyboru właściwego technologii, mechanizmu lub protokołu odpowiednio do potrzeb rozwiązywanego problemu sieciowego                                                                                                                | K1_U13 |

## 21. Zajęcia z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych:

W programie studiów występują trzy przedmioty humanistyczne: „Ochrona własności intelektualnej”, „Wybrane zagadnienia z filozofii, socjologii i etyki” oraz „Ekonomia”, którym przypisano łącznie 6 punktów ECTS. Wszystkie te przedmioty zaplanowano do realizacji na 7 semestrze. Dodatkowo na semestrach 5 oraz 6 studenci będą uczestniczyli w zajęciach z pracowni problemowej realizowanej na zasadzie Project Based Learning (PBL), gdzie w ramach przedmiotu przedstawiane będą w praktyce zagadnienia dotyczące przedsiębiorczości, podstaw ekonomii i zarządzania. Łącznie te przedmioty mają 9 punktów ECTS, z czego przewidujemy 2 punkty ECTS przeznaczone na zagadnienia humanistyczne.

Zatem na kierunku Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa realizowanych jest 120 godzin zajęć z przedmiotów z dziedziny nauk humanistycznych i społecznych (tabela poniżej).

Wykaz przedmiotów z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych  
(O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt).

| Sem.  | Nazwa przedmiotu                                    | O   | W  | C | L | P  | Liczba punktów ECTS |
|-------|-----------------------------------------------------|-----|----|---|---|----|---------------------|
| 5     | Pracownia problemowa p. 1 - PBL                     | 15  |    |   |   | 15 | 1                   |
| 6     | Pracownia problemowa p. 2 - PBL                     | 15  |    |   |   | 15 | 1                   |
| 7     | Ochrona własności intelektualnej                    | 30  | 15 |   |   | 15 | 2                   |
| 7     | Wybrane zagadnienia z filozofii, socjologii i etyki | 30  | 15 |   |   | 15 | 2                   |
| 7     | Ekonomia                                            | 30  | 15 |   |   | 15 | 2                   |
|       |                                                     |     |    |   |   |    |                     |
| Razem |                                                     | 120 |    |   |   |    | 8                   |

## 22. Zajęcia związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową:

Zajęcia związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową – przedmioty kierunkowe.

| Nazwa przedmiotu                                                     | Liczba punktów ECTS | Udział studentów w zajęciach przygotowujących do prowadzenia działalności naukowej lub udział w tej działalności (TAK/NIE) | Opis działalności naukowej                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sieci telekomunikacyjne                                              | 2                   | TAK                                                                                                                        | Realizacja prac badawczych w zakresie projektowania sieci teleinformatycznych                                      |
| Sieci komputerowe                                                    | 4                   | Tak                                                                                                                        | Realizacja prac badawczych w zakresie projektowania sieci teleinformatycznych                                      |
| Wprowadzenie do multimediów                                          | 4                   | TAK                                                                                                                        | Badania efektywności rozwiązań pozwalających na wykorzystywanie szeroko rozumianych multimediów w systemach ICT    |
| Systemy komórkowe                                                    | 3                   | TAK                                                                                                                        | Realizacja prac badawczych w zakresie rozwoju systemów komórkowych                                                 |
| Systemy synchronizacji i sterowania                                  | 3                   | TAK                                                                                                                        | Badania efektywności metod synchronizacji umożliwiających działanie zaawansowanych systemów ICT                    |
| Bezpieczeństwo sprzętowe i kryptografia nowej generacji              | 3                   | TAK                                                                                                                        | Prace badawcze nad systemami kryptograficznymi.                                                                    |
| Kompresja obrazu                                                     | 2                   | TAK                                                                                                                        | Badania nad efektywnymi metodami kompresji obrazu                                                                  |
| Satelitarne systemy komunikacyjne                                    | 3                   | TAK                                                                                                                        | Realizacja prac badawczych umożliwiających rozwój systemów satelitarnych                                           |
| Bezprzewodowa transmisja cyfrowa                                     | 4                   | TAK                                                                                                                        | Realizacja prac badawczych nad efektywnymi metodami bezprzewodowego przesyłania danych                             |
| Algorytmy i struktury danych                                         | 5                   | TAK                                                                                                                        | Tworzenie zaawansowanych algorytmów dla celów systemów telekomunikacyjnych                                         |
| Informatyka                                                          | 4                   | TAK                                                                                                                        | Wykorzystanie zaawansowanych narzędzi informatycznych na potrzeby symulacji systemów telekomunikacyjnych           |
| Języki obiektowe                                                     | 3                   | TAK                                                                                                                        | Wykorzystanie zaawansowanych narzędzi programowania obiektowego na potrzeby symulacji systemów telekomunikacyjnych |
| Narzędzia inżynierii programowania                                   | 2                   | TAK                                                                                                                        | Wykorzystanie zaawansowanych narzędzi informatycznych na potrzeby symulacji systemów telekomunikacyjnych           |
| Wstęp do układów cyfrowych                                           | 5                   | TAK                                                                                                                        | Badania w zakresie projektowania i testowania układów cyfrowych                                                    |
| Projektowanie układów cyfrowych                                      | 2                   | TAK                                                                                                                        | Badania w zakresie projektowania i testowania układów cyfrowych                                                    |
| Podstawy radiokomunikacji                                            | 5                   | TAK                                                                                                                        | Wykonywanie prac badawczych nad nowymi sposobami radiokomunikacji                                                  |
| Pomiary w radiokomunikacji                                           | 2                   | TAK                                                                                                                        | Wykonywanie prac badawczych (w tym pomiarowych) nad nowymi sposobami radiokomunikacji                              |
| Algorytmy uwierzytelniania i autoryzacji w systemach bezprzewodowych | 2                   | TAK                                                                                                                        | Badania w zakresie bezpieczeństwa sieci telekomunikacyjnych                                                        |
| Bezprzewodowe systemy programowalne                                  | 2                   | TAK                                                                                                                        | Badania w zakresie sieci programowalnych i otwartych                                                               |
| Bezprzewodowe sieci lokalne                                          | 3                   | TAK                                                                                                                        | Wykonywanie prac badawczych (w tym pomiarowych) nad nowymi sposobami radiokomunikacji                              |
| Bezprzewodowe sieci osobiste                                         | 3                   | TAK                                                                                                                        | Wykonywanie prac badawczych (w tym pomiarowych) nad nowymi sposobami radiokomunikacji                              |
| Podstawy technologii satelitarnej                                    | 3                   | TAK                                                                                                                        | Badania w zakresie technologii kosmicznych                                                                         |

| Nazwa przedmiotu                                                                      | Liczba punktów ECTS | Udział studentów w zajęciach przygotowujących do prowadzenia działalności naukowej lub udział w tej działalności (TAK/NIE) | Opis działalności naukowej                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                       |                     |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                |
| Pracowania problemowa PBL1                                                            | 5                   | TAK                                                                                                                        | Badania w zakresie elektroniki praktycznej i technologii                                                                                                                                                                                       |
| Pracowania problemowa PBL2                                                            | 5                   | TAK                                                                                                                        | Badania w zakresie elektroniki praktycznej i technologii                                                                                                                                                                                       |
| Seminarium dyplomowe                                                                  | 10                  | TAK                                                                                                                        | Badania w zakresie elektroniki praktycznej i technologii                                                                                                                                                                                       |
| Wprowadzenie do sztucznej inteligencji                                                | 4                   | TAK                                                                                                                        | Badania nad zastosowaniem sztucznych sieci neuronowych w przetwarzaniu sygnałów multimedialnych                                                                                                                                                |
| Cyfrowe przetwarzanie sygnałów                                                        | 2                   | TAK                                                                                                                        | Badania nad nowymi transformatami ze szczególnym uwzględnieniem sygnałów multimedialnych                                                                                                                                                       |
| Programowalne układy cyfrowe                                                          | 4                   | TAK                                                                                                                        | Badania nad przetwarzaniem sygnałów multimedialnych w układach programowalnych, np. estymacja głębi w układach FPGA                                                                                                                            |
| Nawigacja i pozycjonowanie obiektów / Czas i częstotliwość                            | 2                   | TAK                                                                                                                        | Badania nad pozycjonowaniem zasobów w przestrzeni przemysłowej                                                                                                                                                                                 |
| Podstawy transmisji                                                                   | 5                   | NIE                                                                                                                        | Badania nad detekcją sygnałów słabych                                                                                                                                                                                                          |
| Weryfikacja układów programowalnych / Systemy wbudowane                               | 3                   | TAK                                                                                                                        | Badania nad przetwarzaniem sygnałów multimedialnych w układach programowalnych/wbudowanych                                                                                                                                                     |
| Układy elektroniczne                                                                  | 3                   | TAK                                                                                                                        | Badania nad Internet of Plants                                                                                                                                                                                                                 |
| Kompatybilność elektromagnetyczna                                                     | 2                   | NIE                                                                                                                        | Rozwój metod pomiaru zjawisk elektromagnetycznych w kanałach propagacyjnych w pasmach 5G i 6G. Rozwój algorytmów wykorzystujących pełno-falowe analizy FDTD do określania pól elektromagnetycznych emitowanych przez elektroniczne układy PCB. |
| Systemy akwizycji danych pomiarowych / Wprowadzenie do systemów kontrolno-pomiarowych | 3                   | TAK                                                                                                                        | Badania nad poprawnością transmisji danych pomiarowych.                                                                                                                                                                                        |
| Przyrządy półprzewodnikowe                                                            | 4                   | TAK                                                                                                                        | Badania nad sensorami nacisku, przesunięcia. Badania nad kompatybilnością elektromagnetyczną, w tym na podstawie symulacji.                                                                                                                    |
| Projektowanie obwodów drukowanych / Sensory i czujniki inteligentne                   | 3                   | TAK                                                                                                                        | Badania nad zastosowaniem biosensorów w bezprzewodowych sieciach czujników                                                                                                                                                                     |
| Technika antenowa                                                                     | 2                   | NIE                                                                                                                        | Rozwój metod do pełno-falowej analizy anten oraz układów antenowych na pasma 5G i 6G. Rozwój metod asymptotycznych i pełno-falowych do analizy propagacji fali EM w stochastycznie opisanym kanale propagacyjnym.                              |
| Układy elektroniczne                                                                  | 3                   | TAK                                                                                                                        | Badania zakłóceń generowane przez układy w różnych konfiguracjach oraz wpływ wykorzystanych elementów na wytwarzane zakłócenia. Badania nad                                                                                                    |

| Nazwa przedmiotu     | Liczba punktów ECTS | Udział studentów w zajęciach przygotowujących do prowadzenia działalności naukowej lub udział w tej działalności (TAK/NIE) | Opis działalności naukowej                                                          |
|----------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |                     |                                                                                                                            | własnościami elementów i układów elektronicznych w różnych warunkach środowiskowych |
| Technika mikrofalowa | 3                   | NIE                                                                                                                        | Badania nad metodami modelowania łączki mikrofalowych                               |
| Razem                | 132                 |                                                                                                                            |                                                                                     |

## II. Informacje uzupełniające

### 1. Koncepcja kształcenia oraz zgodność efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy

Misją Wydziału Informatyki i Telekomunikacji (WiIT) jest rozwój wiedzy (poprzez badania naukowe) i jej upowszechnianie (poprzez kształcenie studentów i wdrożenia przemysłowe) w zakresie szeroko rozumianego przetwarzania informacji i elektroniki. Dokument pt. „Misja i Strategia Rozwoju Wydziału Informatyki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej na lata 2020 - 2024” jest prezentowany na stronie internetowej WiIT (<https://cat.put.poznan.pl/> - strona główna, ścieżka nawigacji do odpowiedniej podstrony Home/ O wydziale / Misja i Strategia Rozwoju: <https://cat.put.poznan.pl/o-wydziale/misja-i-strategia-rozwoju>)

Misja ta jest zgodna z misją Politechniki Poznańskiej opisaną hasłem „Edukacja, badania i rozwój w służbie społeczeństwu, nauce i światu”. Misja i strategia WiIT PP wpisuje się również w wizję Politechniki Poznańskiej, jako „uczelni technicznej o wiodącej pozycji międzynarodowej, tworzącej istotne rozwiązania kluczowych problemów współczesnego świata poprzez wysoką jakość kształcenia oraz najwyższy poziom prac naukowych i badawczo-rozwojowych”.

W koncepcji kształcenia na kierunku *Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa* uwzględniono misję Politechniki Poznańskiej, która w skrócie sprowadza się do kształcenia wysokokwalifikowanych kadr, w ścisłym związku z badaniami naukowymi, rozwojem technologii i innowacji, we współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym. Koncepcja uwzględnia trendy w rozwoju dyscypliny Elektronika i Telekomunikacja oraz wyniki badań własnych, a także aktualne zapotrzebowanie i tendencje obserwowane na rynku pracy, wskazywane przez Radę Pracodawców. Efekty uczenia się, zgodne z poziomem 6 Polskiej Ramy Kwalifikacji, pozostają w ścisłym związku z koncepcją rozwoju kierunku i WiIT PP. Studia I stopnia przygotowują do podjęcia studiów drugiego stopnia realizowanych w zakresie ściśle związanym z kierunkiem *Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa*.

Cechą charakterystyczną kształcenia na studiach I stopnia kierunku *Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa* na Wydziale Informatyki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej jest ściśle powiązanie gruntownej wiedzy teoretycznej z jej nowoczesnymi, praktycznymi zastosowaniami. Absolwent ma być nie tylko inżynierem, posiadającym wiedzę i umiejętności techniczne w dyscyplinie, ale również twórczym projektantem dobrych rozwiązań wymagających interdyscyplinarnego (często niekonwencjonalnego) spojrzenia i myślenia algorytmicznego, jednocześnie kierującym się w swej pracy zasadami etyki i prawa.

Studia I stopnia na kierunku *Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa* są studiami inżynierskimi o profilu ogólnoakademickim, których celem jest wykształcenie absolwenta mającego szeroką wiedzę z zakresu elektroniki programowalnej, nowoczesnych technologii telekomunikacyjnych oraz programowania i wybranych aspektów informatyki. W zakresie elektroniki wiedza ta obejmuje zagadnienia dotyczące mikroprocesorów, mikrokontrolerów, systemów mikrokomputerowych oraz układów rekonfigurowalnych, z uwzględnieniem znajomości metod projektowania i analizy analogowych i cyfrowych układów elektronicznych. W zakresie technologii telekomunikacyjnych wiedza absolwenta uwzględnia znajomość systemów teleinformatycznych i sposobów ich optymalizacji, zagadnień bezpieczeństwa tych systemów, metod transmisji przewodowej i bezprzewodowej sygnałów, komunikacji kwantowej, jak również znajomość metod akwizycji, przetwarzania i kompresji sygnałów, szczególnie w kontekście właściwej optymalizacji współczesnych systemów strumieniowania danych. W zakresie programowania i wybranych aspektów informatyki wiedza absolwenta obejmuje znajomość narzędzi programistycznych i języków programowania, w tym znajomość nowoczesnych systemów i metod AI, uczenia maszynowego, oraz systemów informatycznych i stosowanych w nich metod.

Głównym założeniem przy tworzeniu studiów I stopnia na kierunku *Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa* jest położenie dużego nacisku na personalizację procesu kształcenia, a także na dostosowanie tego procesu do współczesnych trendów technologiczno-społecznych, istotnie wpływających na sposób przekazywania wiedzy. W szczególności zwrócono uwagę na coraz większą rolę, jaką w dydaktyce ma przekazywanie wiedzy, umiejętności i ogólnie kompetencji podczas bezpośredniego rozwiązywania rzeczywistych problemów i wyzwań technicznych. Takie podejście skutkuje celowo zmniejszoną ilością zajęć o charakterze czysto wykładowym, na rzecz większej ilości zajęć laboratoryjnych i projektowych. Jest to możliwe dzięki obserwacjom – po pierwsze, mnogość dostępnych w Internecie materiałów specjalistycznych pozwala studentom na łatwe poszerzenie wiedzy teoretycznej w aspektach, które daną osobę interesują. Po drugie, poziom trudności zagadnień technicznych omawianych na laboratoriach czy projektach jest tak duży, że właściwe wykonanie tych zadań coraz częściej i tak wymusza na prowadzących przygotowanie stosowanego wprowadzenia teoretycznego, dostosowanego do danego zadania (rozwiązywanego problemu). Wspomniana personalizacja procesu studiów wraz ze skupieniem się na przekazywaniu wiedzy i umiejętności głównie poprzez realizację zajęć laboratoryjnych i projektowych zostało uwzględnione w koncepcji kształcenia następująco:

- Studia zapewniają uzyskanie 210 punktów ECTS, po 30 punktów w każdym z siedmiu semestrów studiów.
- Zakłada się, że w przypadku dużej liczby przedmiotów technicznych wymiar godzinowy zajęć o charakterze ćwiczeniowym i praktycznym (laboratoria) jest wyraźnie większy niż liczba godzin, która została zaplanowana dla wykładu. W przypadku wspomnianych przedmiotów zajęcia laboratoryjne obejmują 30 jednostek (po 45 minut każda jednostka), podczas gdy zaplanowany wymiar wykładu to 15 lub 24 jednostki. Dodatkowo, w programie studiów przewidziano również zajęcia praktyczne realizowane w formie pracowni problemowej, na semestrze piątym oraz szóstym, w wymiarze 45 jednostek dla wszystkich studentów. Co bardzo istotne, te dwie pracownie problemowe będą dla studentów realizowane z wykorzystaniem nowoczesnej i bardzo efektywnej formy kształcenia, określanej jako „project-based learning”.
- Przyjmuje się, że na kolejnych semestrach zmienia się (jednak w sposób dość umiarkowany) podział pomiędzy pracą prowadzoną wspólnie z prowadzącym a pracą własną studenta. Najwięcej przestrzeni do pracy własnej zaplanowano na ostatnim, siódmym semestrze studiów. Takie rozwiązanie wynika z chęci stworzenia studentom przestrzeni do efektywnej realizacji ich pracy dyplomowej. Jest to także wyjście naprzeciw obserwowanym od wielu już lat zmianom społecznym – wyraźnie daje się zaobserwować silny trend podejmowania zatrudnienia przez studentów na ostatnich semestrach studiów. Zwiększenie czasu pracy własnej na ostatnim semestrze studiów stwarza studentom możliwość elastycznego zarządzania swoim czasem nauki i dostosowania go do bieżących wyzwań wynikających z rynku pracy.
- Zgodnie z przyjętym rozwiązaniem, w danym semestrze studiów liczba przedmiotów kończących się egzaminem najczęściej wynosi 3, a w pojedynczych przypadkach 2 lub 4. Co do reguły egzamin dotyczy tych przedmiotów, dla których zaplanowano relatywnie dużą liczbę godzin pracy własnej i pracy z nauczycielem, czyli przedmiotów o wysokiej istotności realizowanego materiału, z perspektywy kierunku studiów „*Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa*”.
- Istotnym elementem nowoczesnych studiów jest możliwość wybrania przez studentów tematyki studiowanych zagadnień. Celem właściwego zapewnienia realizacji efektów uczenia się, zdefiniowanych dla kierunku studiów, wspomniany wybór zagadnień dotyczy wybranych modułów specjalistycznych, które są realizowane na wyższych semestrach studiów. I tak, w semestrze 4 zaplanowano dla studentów wybór dwóch przedmiotów. Na semestrze 5 studenci dokonują wyboru czterech przedmiotów. Semestr 6 oferuje wybór pięciu przedmiotów. Z kolei w semestrze 7 studenci wybierają cztery przedmioty. Na potrzeby wspomnianych

wyborów łącznie zdefiniowano w programie piętnaście par przedmiotów – z każdej pary studenci wybierają jeden przedmiot. Wdrożone rozwiązanie pozwala uzyskać wysoki współczynnik godzin dla przedmiotów obieralnych (około 35%) w stosunku do łącznej liczby godzin realizowanych w programie studiów. Żeby dodatkowo zwiększyć atrakcyjność studiów przedmioty obieralne zdefiniowane zostały w obszarach tematycznych dotyczących elektroniki i telekomunikacji multimedialnej, radiokomunikacji oraz sieci teleinformatycznych.

Ważnym aspektem realizowanego procesu kształcenia jest nabywanie umiejętności współpracy zespołowej. Ten element jest szczególnie istotny w kontekście ciągle zwiększającego się poziomu skomplikowania i trudności problemów inżynierskich z obszarów szeroko pojętej elektroniki, informatyki i telekomunikacji. Dlatego, po ukończeniu studiów absolwent studiów pierwszego stopnia kierunku „*Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa*” będzie potrafił kooperować w zespole osobowym, oraz będzie zdolny do podejmowania właściwych decyzji o charakterze technicznym i organizacyjnym. Absolwent studiów jest przygotowany do twórczej pracy w środowisku związanym z dziedziną technologii telekomunikacyjno-informacyjnych i potrafi stosować współczesne techniki do rozwiązywania problemów o charakterze programistycznym, projektowym, ale również konstrukcyjnym i eksploatacyjnym. Absolwent jest przygotowany do pracy w przedsiębiorstwach i firmach segmentu technologii elektronicznych, teleinformatycznych, a także urzędach. Zdobyta wiedza, a także odpowiednio przygotowany program studiów promujący zaangażowanie w projektach inżynierskich i pracach zespołowych, umożliwi absolwentowi podjęcie studiów II stopnia.

Absolwent kierunku „*Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa*” w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych osiągnie charakterystyki definiowane na 6 poziomie Polskiej Ramy Kwalifikacji. Będzie znał i rozumiał inżynierską stronę problemów i rozwiązań związanych z elektroniką i technikami telekomunikacyjnymi, ale także będzie umiał je powiązać z innymi dziedzinami wiedzy. Absolwent będzie znał i rozumiał fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji. W odniesieniu do elektroniki i technik telekomunikacyjnych będzie rozumiał zagrożenia, jakie niesie ze sobą nieograniczone zużycie zasobów naturalnych i energii elektrycznej i jaki ma to wpływ na środowisko naturalne.

Ponadto absolwent będzie umiał formułować i rozwiązywać problemy nie tylko z wąsko pojętej informatyki, ale także w powiązaniu z innymi dziedzinami wiedzy. Nabędzie umiejętności komunikowania się z wieloma kręgami odbiorców i przedstawiania swoich racji w dyskusjach nie tylko na temat elektroniki i technik telekomunikacyjnych, ale także innych istotnych zagadnień. Będzie potrafił pracować w zespole oraz przejmować odpowiedzialność za tę pracę, a także planować własny rozwój i zdobywanie nowych kwalifikacji. Będzie także zdolny do krytycznego spojrzenia na rozwiązania techniczne i będzie umiał je ulepszać.

Posiadane kwalifikacje zawodowe stanowią podstawę do zatrudnienia absolwenta studiów I stopnia w firmach elektronicznych, informatycznych, telekomunikacyjnych, sieciowych i innych oraz w jednostkach administracji państwowej m.in. jako: (1) pracownika inżynierijno-technicznego na stanowisku kierownika projektów elektronicznych i teleinformatycznych, kierownika zespołów inżynierów, analityka, projektanta, programisty, (2) projektanta, programisty i wdrożeniowca oprogramowania, systemów elektronicznych, teleinformatycznych i sieci komputerowych, (3) administratora systemów baz danych, oprogramowania aplikacyjnego, (4) kierownika zespołów programistycznych, (5) konsultanta w zakresie technologii elektronicznych i teleinformatycznych. Ukończenie studiów inżynierskich uprawnia absolwenta do przystąpienia do rekrutacji na studia drugiego stopnia.

Absolwent będzie także umiał rozstrzygać, czy jego zachowanie i proponowane rozwiązania nie naruszają zasad moralnych i etycznych. Absolwent będzie posiadać umiejętności stosowania szeroko rozumianych zasad zrównoważonego rozwoju, w zgodzie z zaistniałymi uwarunkowaniami społeczno-gospodarczymi w obszarze elektroniki programowalnej i telekomunikacji. Studia mają także na celu przygotowanie do indywidualnej oraz zespołowej pracy projektowej w telekomunikacji i elektronice.

Absolwent studiów pierwszego stopnia na kierunku „*Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa*” będzie dobrze zaznajomiony z zagadnieniami dotyczącymi elektroniki i telekomunikacji oraz zagadnień związanych z ochroną potencjału innowacyjnego, przedsiębiorczością oraz bezpieczeństwem społecznym w świecie cyfrowym. Będzie wszechstronnie przygotowany do kreatywnego myślenia i działania, podejmowania i realizacji samodzielnych zadań inżynierskich, jak również twórczej pracy zespołowej.

Z racji funkcjonowania kierunku studiów w ramach Wydziału Informatyki i Telekomunikacji, koncepcja kształcenia oraz struktura i organizacja programu i procesu kształcenia na kierunku „*Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa*” kładzie szczególny nacisk na personalizację oraz sprzyja krajowej i międzynarodowej mobilności studentów. Zostały stworzone mechanizmy zapewniające, że wybór dokonywany przez studentów w ramach przedmiotów obieralnych jest kontrolowalny tj. zagwarantowano, że uzyskiwane efekty uczenia się w ramach takich przedmiotów są podobne i spójne, niezależnie od wyborów zrealizowanych przez studentów. Przedmioty obieralne to przedmioty, które uwzględniają najnowsze trendy i zmiany zachodzące w dyscyplinie Telekomunikacja i Informatyka Techniczna, oraz są zorientowane na potrzeby otoczenia społeczno-gospodarczego, a w szczególności rynku pracy – w ten sposób WliT PP uwzględnia w koncepcji kształcenia postęp w dyscyplinie.

Wydział kładzie nacisk na internacjonalizację kształcenia studentów, stwarzając warunki do ich udziału w międzynarodowych programach mobilności. Umieędzynarodowienie procesu kształcenia jest realizowane między innymi przez udział studentów w programie ERASMUS+. Studenci mają również możliwość wyjazdów do zagranicznych ośrodków akademickich w ramach CEEPUS (Central European Exchange Program for University Studies), IAESTE (The International Association for the Exchange of Students for Technical Experience), MOST i ERASMUS MUNDUS. Wydział Informatyki i Telekomunikacji PP przywiązuje dużą wagę do jakości bazy dydaktycznej wykorzystywanej w procesie kształcenia. Dbłość o wysokiej jakości sprzęt laboratoryjny i oprogramowanie wykorzystywane do realizacji zajęć jest istotnym elementem Wydziałowego Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia. Oprogramowanie stosowane na zajęciach w dużej części jest pozyskiwane w ramach korporacyjnych programów edukacyjnych, w których na mocy podpisanych porozumień uczestniczy Uczelnia – Microsoft IT Academy, Oracle Academy, Cisco Networking Academy i inne.

Analiza wyniku monitoringu bazująca na wynikach rankingu pobranego ze strony <https://ela.nauka.gov.pl/pl> dla kierunku Elektronika i Telekomunikacja w Politechnice Poznańskiej wskazuje, że czas poszukiwania pracy przez absolwenta kierunku z roku 2022 wyniósł 2,76 miesiąca, wskaźnik bezrobocia wynosi 2,61%, a mediana zarobków brutto to 5189,85 zł, co oznacza względny wskaźnik zarobków na poziomie 0,69 względem kierunków w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych.

## **2. Opis działań na rzecz doskonalenia programu studiów oraz zapewniania jakości kształcenia**

W kontekście kierunku *Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa* należy podkreślić spójność podejmowanych działań z przyjętą w ramach Wydziału Informatyki i Telekomunikacji oraz w ramach Politechniki Poznańskiej polityką doskonalenia jakości kształcenia.

Zarządzanie kierunkiem i kompetencje organów zarządzającym kierunkiem i Wydziałem są określone w Statucie Uczelni i należą do Dziekana i Rady Wydziału Informatyki i Telekomunikacji. Zgodnie ze Statutem PP Dziekan m. in. organizuje i zapewnia prawidłowy przebieg procesu kształcenia. Programy i plany studiów są konsultowane ze studentami przed ich uchwaleniem. Na WliT w kadencji 2024-2028 Dziekan powołał dwóch prodziekanów ds. kształcenia. Jednemu z prodziekanów podlegają sprawy studiów dotyczących zagadnień telekomunikacyjnych, natomiast drugiemu prodziekanowi – informatycznych.

Przedstawione poniżej działania spełniają zasady dotyczące zapewnienia jakości kształcenia na Politechnice Poznańskiej regulowane Uchwałą nr 45 Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej z dnia 31 maja 2021 roku w sprawie Uczelnianego Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia.

Na Wydziale Informatyki i Telekomunikacji wewnętrzny system zapewnienia jakości kształcenia (WSZJK) został utworzony na podstawie odpowiednich uchwał Senatu PP, Statutu PP i zarządzeń Rektora PP. Zgodnie z tymi dokumentami Dziekan Wydziału powołał na kadencję 2024-2028 Wydziałowy Zespół ds. Jakości Kształcenia (WZJK) i Pełnomocnika Dziekana ds. Jakości Kształcenia jako przewodniczącego tego zespołu. W skład WZJK wchodzi studenci.

#### Analiza przygotowania kandydatów na studia

Rekrutacja kandydatów na wszystkie kierunki studiów na Uczelni odbywa się z wykorzystaniem elektronicznego systemu rekrutacji. Każdy kandydat na studia może deklarować kilka kierunków studiów, którymi jest zainteresowany.

W celu zapewnienia możliwie wysokiego przygotowania merytorycznego kandydatów, Wydział przedsięwzięcie różnego rodzaju działania mające zwiększyć zainteresowanie studentów kierunkiem. Należą do nich np.:

- eksponowanie na stronie internetowej oraz w mediach społecznościowych nagród i osiągnięć (zwłaszcza międzynarodowych) studentów i pracowników Wydziału, co ma na celu poinformowanie kandydatów o wysokim poziomie studiów na WliT,
- promowanie wsparcia aktywności studenckiej,
- zwiększenie liczby ogłoszeń dla studentów w mediach w okresie poprzedzającym rekrutację,
- współpracę z wybranymi szkołami średnimi (wykłady i laboratoria dla uczniów),
- organizację wydziałowych Drzwi Otwartych,
- aktywny i liczny udział w imprezach uczelnianych takich jak Noc Naukowców, Dziewczyny na Politechniki, Targi Edukacyjne, itp.,
- opracowanie atrakcyjnego informatora o studiach na WliT dostępnego na stronie WWW Wydziału oraz rozdawanego w formie drukowanej w szkołach licealnych (głównie województwa wielkopolskiego).

#### Działania mające na celu doskonalenie WSZJK

Dziekan, członkowie Rady Wydziału oraz studenci mają prawo zgłaszać swoje postulaty członkom WSZJK. Postulaty te są dyskutowane na spotkaniach WSZJK odbywających się na zasadach zgodnych z regułami funkcjonowania WSZJK obowiązującymi na wydziale. Studenci biorą udział w tych spotkaniach, jeżeli sami zgłoszą swoje postulaty.

Wskazówki prowadzące do doskonalenia WSZJK płyną także z Uczelnianego Zespołu ds. Jakości Kształcenia, który ma możliwość obserwowania wszystkich systemów wydziałowych.

W celu zapewnienia wysokiej jakości kształcenia przeprowadza się regularne oceny stanu bazy laboratoryjnej na wydziale.

#### Działania na rzecz zapewnienia jakości i warunków prowadzenia zajęć dydaktycznych

W celu zapewnienia wysokiej jakości warunków prowadzenia zajęć, w ramach wydziału przeprowadzana jest regularna ocena warunków prowadzenia zajęć. Cel zapewniany jest m.in. poprzez regularne przeprowadzanie okresowej oceny stanu bazy laboratoryjnej. Dodatkowo wszystkie laboratoria mają przypisane swoich opiekunów, którzy nadzorują stan techniczny pomieszczeń i wyposażenia, a także dbają o proces regularnej modernizacji.

### Monitorowanie efektów uczenia się

*Krok 1.* Monitorowanie efektów uczenia się odbywa się w pierwszej kolejności przez ocenę wyników egzaminów, zaliczeń, kolokwii, systematyczną ocenę wykonania ćwiczeń laboratoryjnych, systematyczną kontrolę rozwiązywania przez studentów zadań domowych. Systematyczne ocenianie rezultatów różnego rodzaju zadań stawianych studentom (wymienionych wcześniej) pozwala ocenić zarówno wiedzę studenta, jak i jego umiejętności oraz postawę społeczną. Wyniki ocen uzyskanych przez studentów na różnych latach, z różnych przedmiotów są przygotowane przez prodziekanów i następnie dyskutowane przez WSZJK, Radę Wydziału i Dziekana. Wnioski z dyskusji są przekazywane prowadzącym zajęcia i mają wpływ na sposób oceniania studentów (np. czas trwania egzaminów, liczbę kolokwii, charakter zadań dla studentów, itp.).

*Krok 2.* Drugim krokiem w procedurze monitorowania (kontrolowania) efektów uczenia się (w zakresie wiedzy, umiejętności i postaw) jest ocena jakości/możliwości/poziomu wykonania projektów i ćwiczeń, na których student powinien wykazać się wiedzą, umiejętnościami i odpowiedzialnością nabytą na wcześniejszych etapach kształcenia. Taka możliwość wynika z realizowanego programu studiów, który wymaga na kolejnych przedmiotach wykazaniem się wiedzą, umiejętnościami i kompetencjami nabytymi wcześniej.

Przykłady wybrane spośród wielu innych przykładów monitorowania efektów uczenia się wynikających z oceny realizacji programu studiów i oceny przez prowadzących zajęcia wiedzy, umiejętności i postaw studentów uzyskanych na poprzednich etapach kształcenia przytoczone są poniżej:

- na większości przedmiotów obowiązuje konieczność czytania literatury technicznej w j. angielskim, co pozwala sprawdzić prowadzącemu zajęcia umiejętności językowe studenta, a samemu studentowi udoskonalić i ewentualnie poprawić swoje umiejętności językowe,
- w trakcie realizacji wielu przedmiotów/projektów/laboratoriów wykorzystywane są efekty uczenia się w zakresie umiejętności programowania, które powinny być nabyte na wcześniejszych etapach studiów.

Opinie prowadzących zajęcia dotyczące uzyskanych przez studentów efektów uczenia się są w formie ustnej przekazywane przez poszczególnych pracowników kierownikom instytutów i prodziekanom.

*Krok 3.* Wyniki ocen uzyskanych przez studentów po zakończeniu semestru są w formie krótkiego sprawozdania przedstawiane przez odpowiedniego prodziekana w celu ich przedyskutowania. Forma sprawozdania zależy od prodziekana. Wynikiem dyskusji mogą być propozycje zmian kolejności przedmiotów, zmiany planu, zmiany osób prowadzących zajęcia, zmiany sposobu prowadzenia zajęć, podjęcie hospitacji na danym przedmiocie w celu zorientowania się w istocie problemu. Egzekwowanie zmian w sprawach, dla których osiągnięto konsensus, lub które nakazał Dziekan należy do Dziekana, prodziekanów lub kierowników instytutów zależnie od charakteru tych zmian.

*Krok 4.* Ostatnim dostępnym Wydziałowi w czasie studiów sposobem sprawdzenia osiągniętych efektów uczenia się w procesie kształcenia jest wykonanie przez studenta pracy dyplomowej, recenzowanie tej pracy i jej ocena, oraz zdanie przez studenta egzaminu dyplomowego.

*Krok 5.* Ostateczną ocenę osiągnięcia pożądanych efektów uczenia się wyznacza procent bezrobotnych po zakończeniu studiów, zainteresowanie pracodawców absolwentami WliT, itp. Na podstawie

kontaktów z absolwentami Wydział nie stwierdza, by istniały jakiegokolwiek przypadki bezrobocia po zakończenia studiów na kierunku Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa na WliT.

### eAnkiety i Hospitacje

Inne działania mające na celu podniesienie jakości kształcenia oraz kontrolę i doskonalenie realizacji programu kształcenia obejmują:

- Co semestralne ogólnouczelniane ankiety studenckie oceny zajęć i prowadzących obejmujące I i II stopień studiów oraz związane z tym procesem systemy:
  - nagradzania wykładowców,
  - hospitacji zajęć.
- Ocena dyscypliny prowadzenia zajęć i konsultacji, opcjonalnie w przypadku napływających skarg studentów.
- Opcjonalne krótkie ankiety przeprowadzane przez nauczycieli akademickich we własnym zakresie, w przypadku zajęć przypisanych do klasy „obserwowalne” – ankieta zajęciowa umożliwia szybką reakcję na uwagi studentów.
- Zapewnienie odpowiedniej jakości kadry dydaktycznej poprzez:
  - zdefiniowanie zasad obsady zajęć dydaktycznych,
  - zdefiniowanie obowiązków prowadzących zajęcia,
  - co semestralne hospitacje zajęć,
- Obsługę procesu dyplomowania wg ściśle zdefiniowanych zasad i procedur określonych przez Uczelniany System Obsługi Studentów (USOS).
- Uwzględnianie w programie kształcenia wyników monitorowania karier zawodowych absolwentów.

Na kierunku *Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa* przeprowadzane będą badania ankietowe (poprzedzone akcją informacyjną) oceniające kompleksowo wszystkie przedmioty i nauczycieli akademickich. Aktualnie wykorzystywany kwestionariusz elektroniczny obejmuje grupy pytań dotyczące organizacji, poziomu merytorycznego i sposobu prowadzenia zajęć, stosunku prowadzącego do studentów. Ankietowanie jest realizowane z wykorzystaniem systemu informatycznego eAnkieta, który zapewnia anonimowość, umożliwia analizę wyników i generowanie raportów.

Jeśli chodzi o sposoby wykorzystania wniosków z ocen nauczycieli akademickich dokonywanych przez studentów, to wyniki ankietowania zajęć są brane pod uwagę przez Komisję Dziekańską ds. Nagród przy rekomendowaniu Radzie Wydziału Informatyki i Telekomunikacji pracowników kandydujących do Nagrody JM Rektora PP za osiągnięcia dydaktyczne oraz przez Wydziałowego Pełnomocnika ds. Jakości Kształcenia przy opracowywaniu planu hospitacji zajęć w danym semestrze. Wyniki ankiet brane są również pod uwagę przy ocenie okresowej pracowników. W przypadku długotrwale powtarzających się negatywnych ocen, WPJK przeprowadza rozmowę wyjaśniającą z pracownikiem, a w przypadku braku reakcji na zastrzeżenia wnioskuję o odsunięcie pracownika od prowadzenia źle ocenianych zajęć.

Wnioski z ocen dokonywanych przez studentów wykorzystuje się również w procesie hospitacji zajęć. Każdy pracownik jest hospitowany okresowo. Równocześnie, na podstawie wyników ankiet, o których mowa powyżej – proces hospitacji realizowany jest w odniesieniu do wybranych zajęć, które w ankietach studenckich otrzymały średnią ocenę poniżej progu ustalonego przez WPJK. Listę takich dodatkowych osób, prowadzących zajęcia, kierowanych na hospitację, określa Wydziałowy Pełnomocnik ds. Jakości Kształcenia.

### Opis sposobów określania efektów uczenia się

Wdrożony na WliT system oceniania prac zaliczeniowych, projektowych i egzaminacyjnych podporządkowany jest nadrzędnemu celowi, jakim jest przyswojenie przez studentów wiedzy przekazywanej im w trakcie zajęć, a także zdobycie umiejętności praktycznego wykorzystania wiedzy. Sprawdzaniu podlega także znajomość podstawowych zagadnień teoretycznych i umiejętność wykorzystania tej wiedzy do rozwiązywania problemów technicznych. Przyjęto, że warunkiem uzyskania pozytywnej oceny pracy zaliczeniowej lub egzaminacyjnej jest uzyskanie 50% możliwych punktów za wszystkie wykonane zadania oraz przedstawione odpowiedzi na pytania. Jest to zgodne z dokumentem „Dobre praktyki dla nauczycieli akademickich”, który został przygotowany przez Uczelnianą Radę ds. Jakości Kształcenia Politechniki Poznańskiej w 2023r.

Ze względu na specyfikę niektórych przedmiotów ten próg jest w szczególnych przypadkach modyfikowany w granicach  $\pm 10\%$ , o czym studenci są informowani z odpowiednim wyprzedzeniem. Wyższe oceny są wystawiane proporcjonalnie do uzyskanej oceny punktowej. Ogólnie przyjęto, że egzaminy i prace zaliczeniowe obejmują minimum trzy zadania, problemy lub pytania. Jednak ta liczba dla zdecydowanej większości przedmiotów jest wyraźnie większa, co umożliwia uzyskanie obiektywnego obrazu wiedzy i umiejętności studentów. Zasadą jest dobór pytań i zadań w taki sposób, by przekrojowo ocenić wiedzę i umiejętności zdającego.

Prace projektowe ocenia się biorąc pod uwagę zgodność końcowego opracowania z przyjętymi na wstępie założeniami technicznymi, oryginalność i samodzielność pracy, walory użytkowe i poziom techniczny zaprojektowanego systemu lub urządzenia, zgodność z zasadami dobrych praktyk inżynierskich oraz nakład pracy studenta, w tym zwłaszcza na zdobycie dodatkowej wiedzy wykraczającej poza zakres dotychczasowych studiów. Umiejętność uzyskiwania dodatkowej wiedzy jest ważną składową oceny kwalifikacji projektanta. Warunkiem uzyskania oceny dostatecznej jest spełnienie minimalnych warunków określonych przy wydawaniu projektu. Podobne zasady obowiązują przy ocenie prac dyplomowych, dla których dodatkowo ocenia się możliwość publikacji i możliwość zastosowań praktycznych pracy.

Studentom zwraca się uwagę, że bardzo surowo traktuje się wszystkie wykryte próby nieuczciwości, w tym zwłaszcza korzystanie z cudzych wyników. Studenci mają możliwość zapoznania się z ocenionymi pracami oraz uzyskania wyjaśnień na temat poprawnych rozwiązań oraz zasad oceny prac.

Prace zaliczeniowe, w tym szczególnie kolokwia zaliczeniowe stanowiące podstawę zaliczenia zajęć ćwiczeniowych (audytoryjnych lub laboratoryjnych), realizuje się w połowie semestru i pod koniec semestru, lub jedynie na koniec semestru, w zależności od liczby godzin przypadających na dane zajęcia. Ostateczna ocena z ćwiczeń (ocena związana z zaliczeniem ćwiczeń) zależy od ocen prac zaliczeniowych, ale także zaangażowania w ćwiczenia, znajomości treści wykładów i umiejętność rozwiązywania problemów. Zgodnie z Regulaminem Studiów przeprowadza się dodatkowe zaliczenia poprawkowe przed terminem egzaminu dla studentów, którzy nie uzyskali pozytywnej oceny.

#### System sprawdzenia efektów uczenia się w procesie dyplomowania

Proces dyplomowania jest bardzo ważnym okresem studiów pozwalającym na badanie realizacji efektów uczenia się. Prowadzący pracę dyplomową ma sposobność sprawdzania wyniesionej ze studiów wiedzy dyplomanta nadzorując systematycznie postępy w realizacji pracy dyplomowej. WSZJK kładzie nacisk na systematyczność spotkań opiekuna pracy dyplomowej z dyplomantem, co umożliwia weryfikację posiadanych przez studenta efektów uczenia się i w dużej mierze zapobiega plagiatowi. Sygnały przekazywane Dyrektorom Instytutów od wielu prowadzących dają łącznie szeroką orientację w realizacji efektów uczenia się całych studiów. Ponadto, prowadzący prace dyplomowe mają możliwość zgłaszania zaobserwowanych braków w tej dziedzinie do WSZJK normalną drogą, czyli przez Dyrektorów swoich Instytutów. Taka forma zgłaszania uwag jest postulowana przez WZJK. Plan studiów na kierunku Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa zakłada istnienie trzech modułów (przedmiotów) wspomagających przygotowanie pracy dyplomowej na wysokim (także naukowym) poziomie. Warunkiem zaliczenia przedmiotu Pracownia Problemowa na pierwszym semestrze jest wybór tematu pracy dyplomowej magisterskiej. Dodatkowo seminarium przed-dyplomowe na semestrze drugim oraz dyplomowe na semestrze trzecim mają stworzyć przestrzeń

do efektywnej pracy twórczej (także naukowej) nad wybranym wcześniej tematem pracy dyplomowej.

Innym narzędziem badania realizacji efektów uczenia się jest analiza przez WSZJK sygnałów osób biorących udział w obronach prac dyplomowych (egzaminach dyplomowych). Z jednej strony przedkani przygotowują ocenę statystyczną wyników egzaminów dyplomowych, z drugiej strony przez Dyrektorów Instytutów do WSZJK płyną informacje na temat trudności dyplomantów w odpowiedzi na pytania egzaminacyjne.

#### Opis udziału interesariuszy wewnętrznych i zewnętrznych w procesie określania i weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

Zmiany efektów uczenia się lub chęć wprowadzenia nowych efektów uczenia się mogą być zgłaszane przez studentów, pracowników lub przedstawicieli przedsiębiorstw ICT pracownikom WliT, którzy przekazują propozycje zespołowi WSZJK. Taka forma zgłaszania zmian jest postulowana przez WZJK.

Zespół rozważa zasadność propozycji (w przypadkach dużej wagi w obecności osób zainteresowanych), analizuje jej wykonalność i przedstawia swoją opinię Kolegium Dziekańskiemu, na którym po dyskusji Dziekan podejmuje decyzję o dalszym toku sprawy. Propozycja może zostać odrzucona, przekazana do uszczegółowienia na drodze dalszych rozmów zainteresowanych osób, mogą zostać zaproponowane zmiany w treści przedmiotów, których efekty uczenia się dotyczą, ewentualnie mogą zostać sporządzone wnioski do Rady Wydziału o zmiany w programie studiów.

#### Opis zapobiegania zjawiskom patologicznym, związanym z procesem kształcenia

Zjawiska patologiczne związane z procesem kształcenia mogą występować z powodu studentów lub pracowników.

Z powodu studentów możemy mieć do czynienia przede wszystkim z:

- Nieusprawiedliwioną nieobecnością na zajęciach.
- Odpisywaniem w trakcie egzaminów/kolokwium.
- Niewykonaniem lub wykonaniem niesamodzielnym zadań domowych/ projektów/symulacji/programów.
- Plagiatem lub niesamodzielnym wykonaniem pracy dyplomowej.

Zapobieganie:

- Studenci są informowani na początku każdego przedmiotu o obowiązku obecności na zajęciach. Prowadzący sprawdzają obecność na każdym ćwiczeniu i laboratoriach. Regulamin Studiów precyzuje sankcje za nieobecność na zajęciach. Obecność na wykładach sprawdzana jest wyrywkowo zależnie od woli prowadzącego wykład.
- Odpisywanie („ściągnięcie”) w trakcie egzaminów lub kolokwium jest zabronione i kontrolowane przez prowadzących egzamin lub kolokwium. W większości przypadków udowodnienie niesamodzielnego wykonywania pracy kończy się oceną niedostateczną.
- Samodzielność wykonywania pracy dyplomowej jest kontrolowana przez sprawdzanie postępów realizacji pracy dyplomowej. Kontrolę taką przeprowadza promotor pracy, który ma obowiązek spotykać się z studentem co najmniej przez liczbę godzin wynikającą z przydziału godzin dydaktycznych dla promotora pracy. Systematyczność pracy studenta jest także sprawdzana w trakcie seminarium dyplomowego, w trakcie którego student ma obowiązek kilkakrotnego prezentowania kolejnych wyników i postępów w pisaniu pracy prowadzącemu seminarium oraz pozostałym uczestnikom seminarium.

Z winy pracowników możemy mieć do czynienia z:

- Niepełną realizacją programu i treści danego przedmiotu, ich niewystarczającym poziomem lub nieatrakcyjnym sposobem jej przedstawienia, co może wiązać się z niepełną realizacją przedmiotowych i kierunkowych efektów uczenia się.

- Nieobyczajnym zachowaniem w stosunku do studentów.
- Nieusprawiedliwioną nieobecnością na zajęciach lub spóźnianiem się na zajęcia.
- Niesprawiedliwym ocenianiem prac i egzaminów studenckich.

Zapobieganie:

- Na WliT obowiązuje bezwzględny zakaz podważania poziomu intelektualnego studentów przez lekceważące pytania. Pracownik może oceniać studenta tylko na podstawie pracy, którą student przedstawił do oceny, stosując obowiązującą w Uczelni skalę ocen. Słowne złośliwości poniżające studenta są zakazane i są tępione przez władze Wydziału.
- Obecność pracowników na zajęciach jest sprawdzana przez dziekanat, dyrektorów instytutów i Dział Audytu PP. Studenci mają obowiązek zgłoszenia nieobecności prowadzącego zajęcia do dziekanatu, który wyjaśnia powód braku zajęć w danym terminie i wyznacza termin odrobienia zajęć.

Osoba oceniająca egzamin, kolokwium lub jakąkolwiek pracę studenta ma obowiązek wyjaśnić studentowi, co jest przyczyną wystawionej oceny. Student, który nie zgadza się z oceną ma prawo zwrócić się do przełożonego pracownika, który postawił niesprawiedliwą, zdaniem studenta, ocenę o weryfikację tej oceny. Przy dalszej niezgodności opinii student może odwołać się do prodziekana lub dziekana, którzy mają obowiązek sprawę wyjaśnić.

### 3. Opis prowadzonej działalności naukowej w dyscyplinie lub dyscyplinach

W kontekście kierunku *Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa* kluczową rolę odgrywają trzy instytuty Wydziału Informatyki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej, a mianowicie Instytut Radiokomunikacji, Instytut Sieci Teleinformatycznych oraz Instytut Telekomunikacji Multimedialnej. Wszystkie trzy instytuty prowadzą liczne badania naukowe w dyscyplinie *informatyka techniczna i telekomunikacja*.

Badania naukowe prowadzone na Wydziale Informatyki i Telekomunikacji w obszarze elektroniki i telekomunikacji dotyczą szerokiego spektrum zagadnień z dziedziny telekomunikacji, elektroniki i teleinformatyki. Ze względu na rozległość tematów badawczych scharakteryzujemy te przykłady tematyki badawczej, które w największym stopniu odzwierciedlają badania naukowe powiązane z elektroniką i telekomunikacją.

Badania prowadzone w Instytucie Sieci Teleinformatycznych dotyczą technologii sieci telekomunikacyjnych i teleinformatycznych i obejmują zwłaszcza zagadnienia teorii ruchu, sieci szeroko-pasmowych, komutacji, integracji sieci oraz Internetu. Zaangażowanych w działalność dydaktyczną 18 pracowników instytutu prowadzi zajęcia, które zapewniają zrozumienie podstawowych zasad technologii sieciowych, a następnie całej złożoności architektury sieci, protokołów, sterowania a także realizacji sieci. Dwa duże zespoły naukowe z niniejszego Instytutu brały czynny udział w projekcie PO IG Inżynieria Internetu Przyszłości. Celem projektu w dziedzinie zagadnień związanych z Internetem IPv6 było opracowanie metodyki dla ewolucyjnego zastąpienia w sieci krajowej obecnej wersji IP (IPv4) przez protokół IPv6 oraz zaproponowanie nowych rozwiązań sieciowych i usług wynikających z IPv6. Celem projektu w ramach grupy zagadnień Internetu Przyszłości było opracowanie i przetestowanie propozycji nowej architektury opartej na wirtualizacji zasobów wraz z nowymi mechanizmami i algorytmami dotyczącymi istotnych aspektów działania sieci. Projekt stawiał sobie również za cel stworzenie środowiska krajowej sieci testowej dla Internetu IPv6 i Internetu Przyszłości, pozwalającego na prowadzenie działalności badawczo-rozwojowej opartej na weryfikacji eksperymentalnej. Obecnie pracownicy Instytutu biorą udział w pracach realizowanych w ramach Uniwersytetu Europejskiego EUNICE (European University for Customised Education) oraz projektów finansowanych przez NAWA czy NATO.

Pracownicy Instytutu Sieci Teleinformatycznych od wielu lat prowadzą badania, których celem jest między innymi opracowanie efektywnych algorytmów i protokołów routingu w sieciach teleinformatycznych. Badania te obejmują również wpływ różnych topologii sieci na efektywność algorytmów i protokołów routingu. Obok protokołów routingu, duży wpływ na działanie sieci mają również mechanizmy i protokoły wykorzystywane do zarządzania siecią. Przedmiotem badań prowadzonych przez pracowników Instytutu

były między innymi mechanizmy zarządzania mobilnością oraz mechanizmy wspierające zarządzanie adresacją. Badano również mechanizmy zarządzania ruchem stosowane w sieciach komórkowych. Pracownicy Instytutu opracowali między innymi modele mechanizmu rezerwacji, priorytetów, mechanizmu progowej i bezprogowej kompresji przepływności, mechanizmu przenoszenia połączeń oraz mechanizmów przelewu ruchu. Pracownicy Instytutu od wielu lat prowadzą badania w obszarze określenia odpowiedniej pojemności zasobów sieciowych. Od wielu lat współpracują też z operatorami sieci komórkowych w zakresie opracowania modeli interfejsów oraz przygotowania oprogramowania wspomagającego proces wymiarowania i optymalizacji sieci. Ważnym obszarem badań prowadzonych w Instytucie Sieci Telekomunikacyjnych i Komputerowych jest analiza właściwości strumieni ruchu IP. W ramach tych prac powstały efektywne metody przechwytywania dużych wolumenów ruchu IP. Opracowano również metody modelowania źródeł ruchu w sieciach pakietowych. Pracownicy Instytutu zajmują się również zagadnieniami bezpieczeństwa sieci przewodowych i bezprzewodowych. W ramach tych prac prowadzą analizę bezpieczeństwa urządzeń stosowanych w sieciach IP. Zespoły Instytutu Sieci Teleinformatycznych są również aktywne w dziedzinie studiów podyplomowych i innych szkoleń. Oferowane były następujące tematy studiów podyplomowych:

- Bezpieczeństwo Sieci Komputerowych,
- Projektowanie i utrzymanie sieci Carrier Ethernet,
- Sieci komputerowe: urządzenia i protokoły.

Oferta ta świadczy o kompetencji pracowników Instytutu w zagadnieniach nowoczesnych sieci komputerowych i telekomunikacyjnych. Oprócz oferty studiów podyplomowych w Instytucie działają tak zwane akademie – kursy szkoleniowe z dziedziny sieci komputerowych i telekomunikacyjnych oraz zagadnień pokrewnych. Są to:

- Akademia sieci Cisco,
- Akademia Huawei.

Akademia Sieci Cisco została utworzona w 2002 roku. Obecnie jest największym ośrodkiem tego typu w Wielkopolsce. W ramach akademii prowadzone są autoryzowane szkolenia ze zbioru kursów firmy Cisco Systems. Realizowany jest specjalny program edukacyjny – Cisco Networking Academy Program (CNAP), którego celem jest upowszechnianie wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych związanych z sieciami komputerowymi. Program został podzielony na 7 semestrów. Podczas pierwszych 4 semestrów uczestnicy programu CNAP przyswajają wiedzę i zdobywają doświadczenie niezbędne do uzyskania świadectwa Cisco Certified Network Associate (CCNA). Natomiast kolejne 3 semestry nauki pozwalają na przygotowanie do egzaminów Cisco Certified Network Professional (CCNP). Program nauczania Cisco Networking Academy odzwierciedla bieżące trendy rozwojowe w dziedzinie sieci komputerowych. Obok tradycyjnych wykładów i zajęć klasowych są realizowane liczne zajęcia laboratoryjne z możliwością rozwiązywania realnych problemów oraz dostępny jest cały zestaw środków i narzędzi internetowo multimedialnych do samodzielnego zdobywania wiedzy. Program akademii sieciowej Cisco jest stale i na bieżąco aktualizowany w trosce o przekazywanie wiedzy odpowiadającej aktualnemu stanowi techniki. W listopadzie 2015 r. Jego Magnificencja Rektor Politechniki Poznańskiej, prof. dr hab. inż. Tomasz Łodygowski podpisał w obecności prezydentów Rzeczypospolitej Polskiej oraz Chińskiej Republiki Ludowej w Szanghaju w trakcie Polsko-Chińskiego Forum Gospodarczego umowę o utworzeniu Akademii Huawei, która została uruchomiona w Katedrze Sieci Telekomunikacyjnych i Komputerowych (obecnie Instytucie Sieci Telekomunikacyjnych) w 2016 r. Jej celem jest szkolenie w dziedzinie sieci telekomunikacyjnych i komputerowych realizowanych za pomocą sprzętu i technologii firmy Huawei, obecnie jednego z kluczowych koncernów telekomunikacyjnych i teleinformatycznych na świecie.

W Instytucie Radiokomunikacji badania naukowe, prowadzone wśród szerokiej innej tematyki badawczej, a istotne dla tematyki teleinformatycznej, obejmują następujące zagadnienia:

- systemy i sieci komórkowe, w szczególności dostęp radiowy do sieci danych za ich pomocą,
- sieci WiFi i ich rozwój,
- metody symulacji cyfrowej.

W zakresie badań nad przyszłymi sieciami komórkowymi zespół Instytutu Radiokomunikacji specjalizuje się w pracach nad warstwą fizyczną oraz warstwą dostępu do mediów (MAC - Medium Access Control) oraz zastosowaniem kodowania sieciowego – nowej techniki powiększania przepustowości sieci, w szczególności bezprzewodowych. W tej dziedzinie pracownicy Instytutu biorą udział w projektach finansowanych przez Unię Europejską, realizowanych przez konsorcja składające się z najlepszych globalnych firm sektora telekomunikacyjnego (np. Ericsson, Alcatel-Lucent, Nokia, Nokia Networks, Huawei, DoCoMo Labs, Deutsche Telekom, France Telecom, Telecom Italia, Telefonica i wybranych uczelni wyższych z UE). W dyspozycji zespołu Instytutu jest najnowsza wiedza i wyniki naukowe dotyczące przyszłych systemów komórkowych (tzw. piątej generacji - 5G), które aktualnie są standaryzowane i będą wdrażane do działania po roku 2020. Wśród tych systemów są również tak zwane systemy o szczególnie wysokiej niezawodności (URC - Ultra Reliable Communications), które aktualnie są przedmiotem badań realizowanych zgodnie z umową z firmą Nokia Networks i które wiążą się z planowanym systemem łączności między pojazdami oraz z systemami działającymi w sytuacjach krytycznych, przy częściowo zniszczonej infrastrukturze. W ramach projektu PO IG Inżynieria Internetu Przyszłości zajmowano się wieloskokowymi sieciami komputerowymi. W wyniku tych badań w Instytucie wytworzono tzw. testbed – ponad 40-węzłową sieć wieloskokową. W przyszłym Internecie jednym z trybów komunikacji będzie masowa wymiana danych pomiędzy urządzeniami (Machine-to-Machine Communications), co jest również przedmiotem badań. Kolejnym przedmiotem zainteresowań umiejscowionych na styku radiokomunikacji i informatyki są aplikacje na urządzenia mobilne. Tematyka ta jest zarówno przedmiotem badań, jak i pracy dydaktycznej. Ściśle z techniką systemów radiokomunikacji ruchomej wiążą się również zagadnienia tak zwanego radia kognitywnego, czyli tego rodzaju transmisji cyfrowej za pomocą fal radiowych, w którym wykorzystuje się chwilowo wolne zakresy częstotliwości. Oprócz zagadnień czysto telekomunikacyjnych, mamy w tej dziedzinie do czynienia z tematyką optymalizacji, rozdziału zasobów, teorii gier i podobnych zagadnień istotnych również w teleinformatyce.

W ostatnim okresie w Instytucie Radiokomunikacji prowadzone są również badania dla polskiego przemysłu obronnego powiązane z komunikacją z bezałogowymi statkami powietrznymi o zastosowaniach wojskowych i cywilnych. Konstruowane są więc i uruchamiane łącza transmisji danych według własnych projektów.

W Instytucie Radiokomunikacji prowadzone są również badania na temat sieci WiFi i ich udoskonalenia a także zapewnienia bezpieczeństwa transmisji w takich sieciach. Prowadzone prace mają na celu podniesienie szybkości transmisji, ulepszenie odbiorników i metod wielodostępu na zasadzie współzawodnictwa dostępu do medium transmisyjnego, którym jest kanał w pasmie 2.4 GHz lub w innym zakresie wykorzystywanym w nowych standardach serii IEEE 802.11. Wynikiem prac nad sieciami WiFi jest szereg wartościowych publikacji.

Symulacja cyfrowa jest potężnym narzędziem badawczym w wielu dziedzinach nauki i techniki, w tym również w teleinformatyce. W Instytucie Radiokomunikacji do realizacji poważnych badań symulacyjnych niezbędnych w projektach UE oraz we współpracy z przemysłem (np. z firmą Nokia Networks) zbudowano i oprogramowano klaster komputerowy, który pozwala na równoczesną realizację prawie trzystu przebiegów symulacyjnych. Sama metodyka symulacji cyfrowych jest przedmiotem kompetencji pracowników Instytutu i była również przedmiotem publikacji w formie rozdziału w książce opublikowanej w międzynarodowym wydawnictwie o światowej renomie.

Instytut Telekomunikacji Multimedialnej prowadzi zaawansowane badania naukowe w kluczowych obszarach elektroniki programowalnej i technologii telekomunikacyjnych. W dobie cyfryzacji i dynamicznego rozwoju technologii informacyjno-komunikacyjnych, znaczenie tych dziedzin nieustannie rośnie. Według danych Głównego Urzędu Statystycznego, w 2024 roku odsetek przedsiębiorstw wykorzystujących nowoczesne technologie informacyjno-komunikacyjne osiągnął rekordowy poziom, co świadczy o rosnącym zapotrzebowaniu na innowacyjne rozwiązania w zakresie elektroniki i telekomunikacji. Badania prowadzone w Instytucie skupiają się na takich zagadnieniach jak nowe techniki kompresji sygnałów wizyjnych, kompresja ruchomych obrazów przestrzennych, systemy wbudowane oraz szerokopasmowa

transmisja sygnałów. Dzięki międzynarodowej współpracy i udziałowi w prestiżowych projektach badawczych, Instytut przyczynia się do kształtowania przyszłości technologii telekomunikacyjnych i elektroniki programowalnej.

W Instytucie Telekomunikacji Multimedialnej prowadzone są badania naukowe w wielu obszarach:

- **Nowe techniki kompresji sygnałów wizyjnych**  
Przesyłanie sygnałów obrazu ruchomego stanowi ok. 70% ruchu w światowych sieciach teleinformatycznych. Ten udział rośnie każdego roku i dlatego badania dotyczące kompresji obrazów ruchomych są jednym z najbardziej istotnych obszarów badań w zakresie elektroniki programowalnej i technologii telekomunikacyjnych. W Instytucie prowadzi się badania obejmujące: zaawansowane techniki adaptacyjnego kontekstowego kodowania arytmetycznego, metody szybkiego wyboru trybów predykcji wewnątrzbrazowej i międzyobrazowej, metody szybkiej predykcji wektorów ruchu, techniki szybkiej predykcji rozmiaru jednostek kodowania i ich podziałów, nowe metody predykcji międzyobrazowej z wykorzystaniem złożonych modeli ruchów, techniki transkodowania homogenicznego strumieni wizyjnych HEVC, techniki transkodowania heterogenicznego strumieni AVC i HEVC, elementy techniki kompresji będącej następcą techniki opisanej w normie HEVC. Prace prowadzone są we współpracy międzynarodowej rozpoczętej projektami badawczym NATO i 5. Programu Ramowego UE. Obecnie współpraca odbywa się w ramach koordynującej badania naukowe grupy ekspertów MPEG (Moving Picture Experts Group) działającej pod auspicjami ISO i IEC.
- **Kompresja ruchomych obrazów przestrzennych**  
W badaniach zespołu szczególną rolę odgrywają prace w zakresie nowych metod kompresji obrazów przestrzennych i wielowidokowych. Obecnie prowadzi się prace dotyczące kompresji obrazów wielowidokowych uzyskiwanych z kamer o dowolnych położeniach. Takie badania są istotne dla przesyłania i przechowywania reprezentacji scen przestrzennych. Już udało się uzyskać bardzo ciekawe wyniki pozwalające poprawić efektywność kompresji najnowocześniejszej znanej na świecie techniki 3D-HEVC. W ramach tej tematyki zrealizowano dwa projekty OPUS oraz dwa projekty PRELUDIUM.
- **Obrazy ruchome swobodnego punktu widzenia i wirtualna rzeczywistość**  
Celem badań jest budowa efektywnego praktycznego systemu złożonego ze sprzętu i oprogramowania, który widzowi połączonemu przez Internet będzie dawał możliwość wirtualnego przemieszczania się wokół sceny oraz wchodzenia w samą scenę. Takie interaktywne systemy mogą w przyszłości znaleźć zastosowanie w przekazie relacji z zawodów sportowych (np. koszykówka, siatkówka, boks, zapasy, judo), przedstawień teatralnych oraz różnych inscenizacji artystycznych. Systemy mogą służyć także celom dydaktycznym (interaktywne kursy, interaktywny instruktaż). Zespół jest jednym z wiodących na świecie ośrodków badań w tej dziedzinie i może się poszczycić wieloma ciekawymi wynikami dotyczącymi budo-wy takiego systemu. Obecne prace obejmują głównie następujące zagadnienia: estymacja głębi, korekcja geometryczna i kolorymetryczna obrazów wielowidokowych, szybka kalibracja scen przestrzennych, synteza widoków wirtualnych, synteza wirtualnego pola dźwięku, obiektowe przetwarzanie audiowizualnych scen przestrzennych.
- **Efektywne sterowanie koderami wizyjnymi z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych.**  
Opracowano system szybkiego wyboru trybu podziału obrazu na jednostki kodowania, co istotnie przyspiesza bardzo pracochłonny proces sterowania koderem wizyjnym np. koderem techniki HEVC obecnie powszechnie stosowanym np. w telewizji.
- **Kodowanie wizji dla maszyn**  
Badania w tym zakresie są wykonywane na zlecenie jednej z dużych firm telekomunikacyjnych i mają na celu uzyskanie rozwiązań włączonych do przyszłej normy ISO/IEC. Celem jest uzyskanie technik kompresji wizji maksymalizujących efektywność wykonywania zadań widzenia maszynowego z wykorzystaniem wizji zdekodowanej. W szczególności prace koncentrują się na takiej kompresji, która optymalizuje zadania rozpoznawania obiektów i śledzenia obiektów wykonywane przez odpowiednie sieci neuronowe w wizji zdekodowanej. W roku 2023 uzyskano

kompletny system kompresji wykorzystujący oryginalne rozwiązania zespołu zgłoszone do opatentowania w kilku krajach.

- **Automatyczna analiza obrazu**

Od wielu lat prowadzi się prace dotyczące segmentacji sekwencji wizyjnych, ekstrakcji cech z obrazów ruchomych i nieruchomych, analizy obrazów stereoskopowych oraz analizy wysokiego poziomu dokonywanej dla obrazów ruchomych jedno- i wielokamerowych. Badania te prowadzone są przede wszystkim pod kątem zastosowania w inteligentnych systemach dozoru wizyjnego, systemach bezpieczeństwa, systemach pomiarowych oraz w przemysłowych systemach wizji komputerowej.

- **Systemy multimedialne**

W Instytucie prowadzone są prace badawcze dotyczące systemów multimedialnych, w tym telewizji internetowej. W szczególności zrealizowano duży projekt dotyczący bezpieczeństwa w sieciach hotelowych, w którego ramach zrealizowano m.in. oryginalną technikę pozwalającą wyszukiwać w Internecie nielegalne kopie filmów.

- **Systemy wbudowane**

Badania dotyczą systemów wbudowanych i systemów w układzie (SoC – System on Chip) i są prowadzone przede wszystkim pod kątem programowania złożonych układów wykonywanych w technice FPGA. Osiągnięto ciekawe wyniki dotyczące projektowania systemów wbudowanych z wykorzystaniem sieci w układach (NoC – Network on Chip). W tym zakresie wykonano projekt celowy MNiSW. W roku 2014 zrealizowano dla wielkiej chińskiej firmy Huawei duży projekt badawczy dotyczący budowy systemu przetwarzania obrazów stereoskopowych z wykorzystaniem programowania układów FPGA.

- **Szerokopasmowa transmisja sygnałów i kompatybilność elektromagnetyczna w systemach cyfrowych**

Prace dotyczą modelowania szerokopasmowej transmisji sygnałów za pomocą fal radiowych oraz obliczeń elektromagnetycznych w połączeniach złożonych układów cyfrowych. Badania prowadzi się w kontekście przesyłania i przetwarzania sygnałów cyfrowych o bardzo dużej prędkości transmisji.

- **Efektywne obliczeniowo wykrywanie sygnałów szerokopasmowych z wykorzystaniem uczenia maszynowego**

Obszar badawczy dotyczy zagadnień synchronizacji częstotliwości, fazy i czasu w systemach IT oraz metod bezpiecznej komunikacji wykorzystujących zjawisko losowości. Badane są metody wytwarzania oraz oceny ciągów losowych i pseudolosowych na potrzeby kryptografii oraz metody wykrywania słabych sygnałów.

- **Inteligentne metody przetwarzania sygnałów i lokalizacji w nowoczesnych systemach telekomunikacyjnych**

Badania koncentrują się na statystycznym przetwarzaniu sygnałów w systemach telekomunikacyjnych nowej generacji, ze szczególnym uwzględnieniem metod precyzyjnego pozycjonowania odbiorników w sieciach 5G/6G. Opracowywane są algorytmy estymacji położenia urządzeń mobilnych w trudnych warunkach propagacyjnych, uwzględniające wielodrogowość i zakłócenia charakterystyczne dla środowisk przemysłowych. Analizowane są techniki wykorzystujące sygnały referencyjne, adaptacyjne modele propagacyjne oraz metody statystyczne i uczenia maszynowego w celu zwiększenia dokładności lokalizacji. Prace badawcze prowadzone są we współpracy z Uniwersytetem Środkowej Szwecji.

- **Bezpieczeństwo sprzętowe**

Obszar badań obejmuje ocenę jakości generatorów liczb losowych stosowanych w kryptografii oraz analizę unikalnych cech fizycznych układów elektronicznych, które mogą służyć jako identyfikatory sprzętowe, umożliwiające bezpieczne uwierzytelnianie urządzeń w sieciach przemysłowych 4.0 i 5.0 generacji. Badane są właściwości statystyczne układów, ich entropia oraz odporność na ataki kryptograficzne.

- **Bioelektronika w nowoczesnych systemach sensorowych**

Obszarem badań jest analiza odpowiedzi elektrycznych układów zawierających pasywne elementy biologiczne, ze szczególnym uwzględnieniem interfejsów maszyna-roślina. Badane są zjawiska elektryczne i bioelektryczne zachodzące na styku systemów elektronicznych z organizmami roślinnymi oraz możliwości ich zastosowania w detekcji sygnałów biologicznych, komunikacji oraz systemach sterowania. Prace obejmują także modelowanie i optymalizację tych układów w kontekście ich praktycznych zastosowań w nowoczesnej bioelektronice i systemach sensorowych.

#### 4. Opis kompetencji oczekiwanych od kandydata ubiegającego się o przyjęcie na studia

Rekrutacja kandydatów na studia pierwszego stopnia kierunku „*Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa*” (profil ogólnoakademicki) odbywać się będzie zgodnie z ogólnymi zasadami rekrutacji podanymi w Uchwale Senatu PP nr 185 z dnia 24 kwietnia 2024r. w sprawie warunków i trybu przyjmowania na studia w roku akademickim 2025/2026. Rekrutacja odbywa się w oparciu o wyniki egzaminu maturalnego oraz oceny umieszczone na świadectwie ukończenia szkoły średniej (świadectwo maturalne), które będą stanowić podstawę sporządzenia rankingu punktowego kandydatów ubiegających się o przyjęcie na studia. Wspomniany ranking punktowy jest definiowany następującym wzorem:

$$W = 0,5 J_P + 0,5 J_O + 2,5 M + 2 X$$

gdzie dla tzw. „nowej matury”:

$J_P$  – liczba punktów odpowiadająca procentowemu wynikowi pisemnego egzaminu maturalnego z języka polskiego na poziomie podstawowym,

$J_O$  – liczba punktów odpowiadająca procentowemu wynikowi pisemnego egzaminu maturalnego z języka obcego nowożytnego na poziomie podstawowym; w przypadku zdawania egzaminu z dwóch języków wybierany jest wynik korzystniejszy dla kandydata,

$$M = M_{\text{PODST}} + M_{\text{ROZ}}$$

$M_{\text{PODST}}$  – liczba punktów odpowiadająca procentowemu wynikowi egzaminu maturalnego z matematyki na poziomie podstawowym,

$M_{\text{ROZ}}$  – liczba punktów odpowiadająca procentowemu wynikowi egzaminu maturalnego z matematyki na poziomie rozszerzonym (0 w przypadku niezdawania egzaminu),

$$X = X_{\text{PODST}} + X_{\text{ROZ}}$$

$X_{\text{PODST}}$  – liczba punktów odpowiadająca procentowemu wynikowi egzaminu maturalnego z biologii, chemii, fizyki/fizyki i astronomii, geografii lub informatyki na poziomie podstawowym (wynik korzystniejszy dla kandydata z uwzględnieniem, że  $X_{\text{ROZ}}$  odnosi się do tego samego przedmiotu;

0 – w przypadku niezdawania egzaminu z żadnego z tych przedmiotów),

$X_{\text{ROZ}}$  – liczba punktów odpowiadająca procentowemu wynikowi egzaminu maturalnego z biologii, chemii, fizyki/fizyki i astronomii, geografii lub informatyki na poziomie rozszerzonym (wynik korzystniejszy dla kandydata z uwzględnieniem, że  $X_{\text{PODST}}$  odnosi się do tego samego przedmiotu;

0 – w przypadku niezdawania egzaminu z żadnego z tych przedmiotów).

Wynik egzaminu maturalnego w części pisemnej na poziomie podstawowym z przedmiotu, który zdawany był w części pisemnej na poziomie rozszerzonym lub na poziomie dwujęzycznym, ustala się następująco:

- a) dla wyników w przedziale do 29%:  $P_{\text{PODST}} = 2 P_{\text{ROZ}}$ ,  
b) dla wyników w przedziale od 30%:  $P_{\text{PODST}} = 0,5 P_{\text{ROZ}} + 50$ ,

gdzie:

$P_{\text{PODST}}$  – wynik egzaminu maturalnego w części pisemnej z przedmiotu na poziomie podstawowym,

$P_{\text{ROZ}}$  – wynik egzaminu maturalnego w części pisemnej z przedmiotu, który zdawany był na poziomie rozszerzonym lub na poziomie dwujęzycznym.

Za  $P_{\text{PODST}}$  przyjmuje się wynik korzystniejszy dla kandydata (wynik uzyskany na egzaminie maturalnym lub wynik wyliczony na podstawie powyższych wzorów), w przypadku gdy kandydat zdawał egzamin w części pisemnej zarówno na poziomie podstawowym i rozszerzonym lub dwujęzycznym.

Z pominięciem postępowania kwalifikacyjnego na I rok studiów przyjmowani są finaliści olimpiad stopnia centralnego, zgodnie z Uchwałą Senatu nr 44 z dnia 31 maja 2021r. Finaliści olimpiad zobowiązani są do dostarczenia zaświadczenia potwierdzającego status finalisty wydanego przez komitet organizacyjny danej olimpiady lub konkursu. Dla osób niepełnosprawnych (w rozumieniu ustawy z dnia 27 sierpnia 1997 r. o rehabilitacji zawodowej i społecznej oraz zatrudnianiu osób niepełnosprawnych - Dz.U. z 2024 r., poz. 44, z późn. zm.) tworzy się dodatkowy 2% limit miejsc, nie mniejszy niż 2 miejsca na każdym kierunku studiów. Pozostałe, szczegółowe zasady rekrutacji znajdują się w Uchwale Senatu PP nr 185 z dnia 24 kwietnia 2024r.

Rekrutacja studentów zagranicznych przeprowadzana zostanie zgodnie z zasadami podanymi w zarządzeniu nr 11 Rektora Politechniki Poznańskiej z dnia 15 kwietnia 2024 (RO/IV/11/2024) w sprawie podejmowania studiów w Politechnice Poznańskiej przez osoby nie będące obywatelami polskimi w roku akademickim 2024/2025 lub zgodnie z zarządzeniem Rektora Politechniki Poznańskiej, które zostanie wydane w odniesieniu do rekrutacji na rok akademicki 2025/2026. Zasady te opisane są na stronie internetowej Politechniki Poznańskiej w zakładce „Kształcenie” – „Rekrutacja (I, II stopień)” – „Rekrutacja dla cudzoziemców” oraz na stronie Działu Współpracy Międzynarodowej. Dokumenty składane przez kandydatów-obcokrajowców sprawdzane są pod względem formalnym przez pracowników tego działu, a następnie oceniane przez Komisję Rekrutacji Cudzoziemców, w skład której wchodzi nauczyciele akademicki oraz pracownicy administracyjni PP.

#### Oczekiwane kompetencje kandydata

Kandydatka/kandydat powinna/powinien wykazywać się dobrą lub bardzo dobrą znajomością przedmiotów ścisłych (zgodnie z programem nauczania szkoły średniej). Ponadto, kandydatka/kandydat powinien wykazywać się zainteresowaniami zagadnieniami technicznymi, w szczególności tymi, które dotyczą obszarów elektroniki programowalnej i technik telekomunikacyjnych. Musi wykazywać się chęcią nabywania nowej wiedzy i jej rozwijania, posiadać umiejętność logicznego myślenia oraz dążenia do nauczania się twórczego rozwiązywania zagadnień i problemów technicznych oraz pracy w zespołach osobowych.

#### Oczekiwana liczba kandydatów i osób przyjętych

Przyjęty limit liczby osób przyjmowanych na studia pierwszego stopnia na kierunku „*Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa*” wynosi 120. Wśród kandydatów oczekuje się absolwentów szkół średnich (technika, licea) – w szczególności oczekuje się absolwentów tych szkół, które realizowały nauczanie profilowane, ukierunkowujące kształcenie na przedmioty ścisłe i elektryczno/elektroniczno-informacyjne.

5. Przewidywany harmonogram realizacji programu studiów w poszczególnych semestrach i latach cyklu kształcenia.

Harmonogram realizacji programu studiów(O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS, E – egzamin).

| Lp.                   | Nazwa przedmiotu                               | Liczba godzin |     |     |     |   | ECTS | E |
|-----------------------|------------------------------------------------|---------------|-----|-----|-----|---|------|---|
|                       |                                                | O             | W   | C   | L   | P |      |   |
| SEMESTR I             |                                                |               |     |     |     |   |      |   |
| 1                     | Algorytmy i struktury danych                   | 60            | 30  |     | 30  |   | 5    | 1 |
| 2                     | Algebra i podstawy metod optymalizacji dla ICT | 30            | 15  | 15  |     |   | 2    |   |
| 3                     | Języki skryptowe                               | 30            |     |     | 30  |   | 2    |   |
| 4                     | Analiza matematyczna                           | 60            | 30  | 30  |     |   | 5    | 1 |
| 5                     | Wprowadzenie do elektroniki                    | 54            | 24  |     | 30  |   | 3    |   |
| 6                     | Fizyka                                         | 30            | 15  |     | 15  |   | 2    |   |
| 7                     | Wprowadzenie do sieci komputerowych            | 30            | 15  |     | 15  |   | 2    |   |
| 8                     | Wychowanie fizyczne                            | 30            |     | 30  |     |   | 0    |   |
| 9                     | Szkolenie BHP                                  | 4             | 4   |     |     |   | 0    |   |
| 10                    | Język obcy                                     | 45            |     | 45  |     |   | 4    |   |
| 10a                   | Język angielski                                | 0             |     |     |     |   | 0    |   |
| 10b                   | Język niemiecki                                | 0             |     |     |     |   | 0    |   |
| 11                    | Probabilistyka i statystyka w ICT              | 60            | 30  | 30  |     |   | 5    | 1 |
| 12                    | Prawa i obowiązki studenta                     | 2             | 2   |     |     |   | 0    |   |
| 13                    | Szkolenie biblioteczne                         | 2             | 2   |     |     |   | 0    |   |
| Razem w semestrze I:  |                                                | 437           | 167 | 150 | 120 | 0 | 30   | 3 |
| SEMESTR II            |                                                |               |     |     |     |   |      |   |
| 1                     | Informatyka                                    | 60            | 30  |     | 30  |   | 4    | 1 |
| 2                     | Narzędzia inżynierii programowania             | 20            |     |     | 20  |   | 2    |   |
| 3                     | Narzędzia analizy matematycznej dla ICT        | 30            | 15  |     | 15  |   | 2    |   |
| 4                     | Podstawy transmisji                            | 75            | 30  | 15  | 30  |   | 5    | 1 |
| 5                     | Podstawy obwodów elektronicznych               | 48            | 24  | 24  |     |   | 4    |   |
| 6                     | Podstawy przetwarzania sygnałów                | 54            | 24  |     | 30  |   | 4    |   |
| 7                     | Wprowadzenie do pomiarów w elektronice         | 39            | 15  |     | 24  |   | 3    |   |
| 8                     | Wychowanie fizyczne                            | 30            |     | 30  |     |   | 0    |   |
| 9                     | Sieci komputerowe                              | 60            | 30  |     | 30  |   | 4    | 1 |
| 10                    | Język obcy (wybór indywidualny):               | 30            |     | 30  |     |   | 2    |   |
| 10a                   | Język angielski                                | 0             |     |     |     |   |      |   |
| 10b                   | Język niemiecki                                | 0             |     |     |     |   |      |   |
| Razem w semestrze II: |                                                | 446           | 168 | 99  | 179 |   | 30   | 3 |
| SEMESTR III           |                                                |               |     |     |     |   |      |   |
| 1                     | Bezprzewodowa transmisja cyfrowa               | 60            | 30  | 15  | 15  |   | 4    | 1 |
| 2                     | Wstęp do układów cyfrowych                     | 75            | 30  | 15  | 30  |   | 5    | 1 |
| 3                     | Języki obiektowe                               | 54            | 24  |     | 30  |   | 3    |   |
| 4                     | Przyrządy półprzewodnikowe                     | 54            | 24  |     | 30  |   | 4    | 1 |
| 5                     | Wprowadzenie do sztucznej inteligencji         | 48            | 24  |     | 24  |   | 4    | 1 |
| 6                     | Inżynieria systemów                            | 27            | 12  |     | 15  |   | 2    |   |
| 7                     | Cyfrowe przetwarzanie sygnałów                 | 27            | 12  |     | 15  |   | 2    |   |
| 8                     | Kompatybilność elektromagnetyczna              | 30            | 15  |     | 15  |   | 2    |   |
| 9                     | Język obcy                                     | 30            |     | 30  |     |   | 2    |   |
| 9a                    | Język angielski                                | 0             |     |     |     |   |      |   |
| 9b                    | Język niemiecki                                | 0             |     |     |     |   |      |   |

|                               |                                                                              |     |     |    |     |    |    |   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|----|-----|----|----|---|
| 10                            | Chmura obliczeniowa                                                          | 30  | 15  |    | 15  |    | 2  |   |
| <i>Razem w semestrze III:</i> |                                                                              | 435 | 186 | 60 | 189 |    | 30 | 4 |
| <b>SEMESTR IV</b>             |                                                                              |     |     |    |     |    |    |   |
| 1                             | Podstawy radiokomunikacji                                                    | 60  | 30  | 15 | 15  |    | 5  | 1 |
| 2                             | Technika mikroprocesorowa                                                    | 54  | 24  |    | 30  |    | 4  |   |
| 3                             | Projektowanie układów cyfrowych                                              | 45  | 15  |    | 30  |    | 2  |   |
| 4                             | Sieci telekomunikacyjne                                                      | 30  | 15  |    | 15  |    | 2  |   |
| 5                             | Układy elektroniczne                                                         | 54  | 24  |    | 30  |    | 3  |   |
| 6                             | Przedmiot obieralny 1:                                                       | 54  | 24  |    | 30  |    | 3  |   |
| 6a                            | PO 1.1: Systemy akwizycji danych pomiarowych                                 | 0   |     |    |     |    |    |   |
| 6b                            | PO 1.2: Wprowadzenie do systemów kontrolno-pomiarowych                       | 0   |     |    |     |    |    |   |
| 7                             | Wprowadzenie do multimediiów                                                 | 54  | 24  |    | 30  |    | 4  | 1 |
| 8                             | Programowalne układy cyfrowe                                                 | 54  | 24  |    | 30  |    | 4  | 1 |
| 9                             | Język obcy                                                                   | 15  |     | 15 |     |    | 1  |   |
| 9a                            | Język angielski                                                              | 0   |     |    |     |    |    |   |
| 9b                            | Język niemiecki                                                              | 0   |     |    |     |    |    |   |
| 10                            | Przedmiot obieralny 2:                                                       | 30  | 15  |    | 15  |    | 2  |   |
| 10a                           | PO 2.1: Nawigacja i pozycjonowanie obiektów                                  | 0   |     |    |     |    |    |   |
| 10b                           | PO 2.2: Czas i częstotliwość w ICT                                           | 0   |     |    |     |    |    |   |
| <i>Razem w semestrze IV:</i>  |                                                                              | 450 | 195 | 30 | 225 |    | 30 | 3 |
| <b>SEMESTR V</b>              |                                                                              |     |     |    |     |    |    |   |
| 1                             | Pomiary w radiokomunikacji                                                   | 20  |     |    | 20  |    | 2  |   |
| 2                             | Aplikacje sprzętowe mikrokontrolerów i mikrokomputerów                       | 54  | 24  |    | 30  |    | 3  |   |
| 3                             | Systemy komórkowe                                                            | 54  | 30  |    | 24  |    | 3  | 1 |
| 4                             | Przedmiot obieralny 3:                                                       | 30  | 15  |    |     | 15 | 2  |   |
| 4a                            | PO 3.1: Narzędzia wirtualizacyjne                                            | 0   |     |    |     |    |    |   |
| 4b                            | PO 3.2: Algorytmy uwierzytelniania i autoryzacji w systemach bezprzewodowych | 0   |     |    |     |    |    |   |
| 5                             | Pracownia problemowa PBL1                                                    | 45  |     |    |     | 45 | 5  |   |
| 6                             | Technika antenowa                                                            | 30  | 15  |    | 15  |    | 2  | 1 |
| 7                             | Optoelektronika                                                              | 30  | 15  |    | 15  |    | 2  | 1 |
| 8                             | Przedmiot obieralny 4:                                                       | 30  | 15  |    | 15  |    | 2  |   |
| 8a                            | PO 4.1: Systemy dźwięku i mowy                                               | 0   |     |    |     |    |    |   |
| 8b                            | PO 4.2: Kompresja obrazu                                                     | 0   |     |    |     |    |    |   |
| 9                             | Przedmiot obieralny 5:                                                       | 45  | 15  |    | 30  |    | 3  |   |
| 9a                            | PO 5.1: Technika mikrofalowa                                                 | 0   |     |    |     |    |    |   |
| 9b                            | PO 5.2: Komputerowa analiza układów elektronicznych                          | 0   |     |    |     |    |    |   |
| 10                            | Przedmiot obieralny 6:                                                       | 60  | 15  |    | 30  | 15 | 4  |   |
| 10a                           | PO 6.1: Programowanie na urządzenia mobilne – Android                        | 0   |     |    |     |    |    |   |
| 10b                           | PO 6.2: Programowanie na urządzenia mobilne - iOS                            | 0   |     |    |     |    |    |   |
| 11                            | Systemy sygnalizacji i zarządzania w telekomunikacji                         | 30  | 15  |    | 15  |    | 2  |   |
| <i>Razem w semestrze V:</i>   |                                                                              | 428 | 159 | 0  | 194 | 75 | 30 | 3 |
| <b>SEMESTR VI</b>             |                                                                              |     |     |    |     |    |    |   |
| 1                             | Technika kwantowa                                                            | 60  | 30  | 15 | 15  |    | 3  | 1 |
| 2                             | Przedmiot obieralny 7:                                                       | 30  | 15  |    |     | 15 | 2  |   |

|                                |                                                                 |             |             |            |             |            |            |           |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|-----------|
| 2a                             | PO 7.1: Podstawy systemów radarowych                            | 0           |             |            |             |            |            |           |
| 2b                             | PO 7.2: Bezprzewodowe systemy programowalne                     | 0           |             |            |             |            |            |           |
| 3                              | Pracownia problemowa PBL2                                       | 45          |             |            |             | 45         | 4          |           |
| 4                              | Systemy synchronizacji i sterowania                             | 45          | 24          |            | 30          |            | 3          | 1         |
| 5                              | Przedmiot obieralny 8:                                          | 45          | 15          |            | 15          | 15         | 3          |           |
| 5a                             | PO 8.1: Bezprzewodowe sieci lokalne                             | 0           |             |            |             |            |            |           |
| 5b                             | PO 8.2: Bezprzewodowe sieci osobiste                            | 0           |             |            |             |            |            |           |
| 6                              | Przedmiot obieralny 9:                                          | 45          | 30          |            | 24          |            | 3          |           |
| 6a                             | PO 9.1: Bezpieczeństwo sprzętowe i kryptografia nowej generacji | 0           |             |            |             |            |            |           |
| 6b                             | PO 9.2: Bezpieczeństwo informacji w instytucji                  | 0           |             |            |             |            |            |           |
| 7                              | Przedmiot obieralny 10:                                         | 45          | 15          |            | 15          | 15         | 3          |           |
| 7a                             | PO 10.1: Weryfikacja układów programowalnych                    | 0           |             |            |             |            |            |           |
| 7b                             | PO 10.2: Systemy wbudowane                                      | 0           |             |            |             |            |            |           |
| 8                              | Przedmiot obieralny 11:                                         | 45          | 30          |            | 15          |            | 3          |           |
| 8a                             | PO 11.1: Protokoły routingu                                     | 0           |             |            |             |            |            |           |
| 8b                             | PO 11.2: Algorytmy sieciowe                                     | 0           |             |            |             |            |            |           |
| 9                              | Praktyka zawodowa                                               |             |             |            |             |            | 6          |           |
| <i>Razem w semestrze VI:</i>   |                                                                 | 378         | 159         | 15         | 114         | 90         | 30         | 2         |
| <b>SEMESTR VII</b>             |                                                                 |             |             |            |             |            |            |           |
| 1                              | Przedmiot obieralny 12:                                         | 45          | 30          |            | 15          |            | 3          | 1         |
| 1a                             | PO 12.1: Podstawy technologii satelitarnej                      | 0           |             |            |             |            |            |           |
| 1b                             | PO 12.2: Satelitarne systemy komunikacyjne                      | 0           |             |            |             |            |            |           |
| 2                              | Przedmiot obieralny 13:                                         | 45          | 30          |            | 15          |            | 3          |           |
| 2a                             | PO 13.1: Projektowanie obwodów drukowanych                      | 0           |             |            |             |            |            |           |
| 2b                             | PO 13.2: Sensory i czujniki inteligentne                        | 0           |             |            |             |            |            |           |
| 3                              | Przedmiot obieralny 14:                                         | 45          | 15          |            | 30          |            | 3          |           |
| 3a                             | PO 14.1: Optyczne przetwarzanie sygnałów                        | 0           |             |            |             |            |            |           |
| 3b                             | PO 14.2: Komunikacja optyczna                                   | 0           |             |            |             |            |            |           |
| 4                              | Seminarium dyplomowe                                            | 90          |             |            |             | 90         | 12         |           |
| 5                              | Przedmiot obieralny 15:                                         | 45          | 15          |            | 30          |            | 3          | 1         |
| 5a                             | PO 15.1: Internet Rzeczy                                        | 0           |             |            |             |            |            |           |
| 5b                             | PO 15.2: Technologie komunikacji w IoT                          | 0           |             |            |             |            |            |           |
| 6                              | Ochrona własności intelektualnej                                | 30          | 15          |            |             | 15         | 2          |           |
| 7                              | Wybrane zagadnienia z filozofii, socjologii i etyki             | 30          | 15          |            |             | 15         | 2          |           |
| 8                              | Ekonomia                                                        | 30          | 15          |            |             | 15         | 2          |           |
| <i>Razem w semestrze VIII:</i> |                                                                 | 360         | 135         | 0          | 90          | 135        | 30         | 2         |
| <b>Razem:</b>                  |                                                                 | <b>2934</b> | <b>1169</b> | <b>354</b> | <b>1111</b> | <b>300</b> | <b>210</b> | <b>20</b> |

6. Karty opisu przedmiotów (karty ECTS) są publikowane na stronie internetowej Politechniki Poznańskiej.