

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

**Komputerowe i sieciowe systemy operacyjne (KSO)**  
**Computer and network operation systems**

**Poziom kształcenia:** I stopień

**Forma i tryb prowadzenia przedmiotu:** stacjonarna

**Kierunek studiów:** Cyberbezpieczeństwo

**Specjalność:**

**Grupa przedmiotów:**

**Poziom przedmiotu:** podstawowy

**Status przedmiotu:** obowiązkowy

**Język przedmiotu:** polski

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

**Minimalny numer semestru:** 5

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

**Limit liczby studentów:** 60

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

**Cel przedmiotu:**

Głównym celem przedmiotu jest wprowadzenie studentów do zagadnień współczesnych systemów operacyjnych stosowanych w działaniu wszelkiego rodzaju współczesnych systemów sprzętowo-programowych takich jak komputery, platformy mobilne czy urządzenia sieciowe. Tematami fundamentalnymi dla przedmiotu są interfejsy wejścia-wyjścia, dyski, systemy plików, wątki i procesy, przełączanie zadań, pamięć wirtualna, bezpieczeństwo, obsługa przerwań, zrównoleganie i synchronizacja oraz. W kontekście poznanych zagadnień fundamentalnych zostaną omówione podstawowe architektury systemów operacyjnych dla systemów komputerowych, platform mobilnych i urządzeń sieciowych. Przedmiot podsumowuje wprowadzenie do bezpieczeństwa w systemach operacyjnych. Założeniem prowadzenia przedmiotu jest ukierunkowanie się na naukę praktyczną. Zajęcia projektowe będą oparte pracę studentów nad stworzeniem własnego systemu operacyjnego od podstaw, który będą mogli następnie uruchomić na dedykowanych edukacyjnych platformach sprzętowych.

**Treść kształcenia:**

**WYKŁADY:**

**1. Wprowadzenie do przedmiotu. (2 godz.)**

Wprowadzenie do przedmiotu. Co to jest system operacyjny? Cel stosowania systemów operacyjnych. Architektura systemu operacyjnego ogólnego przeznaczenia. Przegląd zagadnień współczesnych systemów operacyjnych. System operacyjny – fundament bezpieczeństwa systemów IT.

**2. Interfejsy wejścia-wyjścia i dyski (6 godz.)**

Komunikacja ze sprzętem: mapowanie pamięci, komunikacja bezpośrednia, instrukcje specjalne, DMA. Przerwania i wyjątki. Konstrukcja sterownika sprzętu; sieciowe operacje wejścia/wyjścia. Stos sieciowy w systemie operacyjnym. Dyski: przechowywanie; odnajdywanie danych; sektory; interfejsy; partycje; woluminy logiczne; systemy plików w kontekście dysków – wirtualne systemy plików; dyski magnetyczne i flash;

**3. Zarządzanie pamięcią (4 godz.)**

Fizyczna alokacja pamięci; mapowanie fizycznej alokacji pamięci na wirtualną; zarządzanie pamięcią: segmentacja; stronicowanie; bezpieczeństwo stronicowania; ochrona pamięci; algorytmy stronicowania; współdzielenie pamięci; metody alokacji pamięci w systemie; stos; sarta

**4. Systemy plików (4 godz.)**

Cel systemu plików: organizacja danych w pliki odnajdywalne po nazwie i wbudowaną kontrolą dostępu; Plik; Metadane pliku; ścieżka pliku; Wyszukiwanie plików w systemie; Kontrola dostępu do pliku; Typy plików; Katalogi; Operacje systemu plików; Przegląd implementacji systemów plików: FAT32, FFS, NTFS, ZFS; Wirtualna przestrzeń adresowa; Rozproszone systemy plików;

**5. Jądro, procesy, wątki. Komunikacja międzyprocesowa. (2 godz.)**

Jądro systemu; interfejsy programistyczne; proces; wątek; wieloprocusowość; wielowątkowość; komunikacja międzyprocesowa; Kontekst; przełączanie kontekstu; implementacja procesów we współczesnych systemach operacyjnych; rodzaje wątków; implementacja wątków; wpływ przerwań i wyjątków na sterowanie procesami;

**6. Synchronizacja. Przełączanie zadań. (4 godz.)**

Synchronizacja dostępu do pamięci dzielonej: mutex, semafor, zmienne warunkowe, monitory; wzorce i problemy synchronizacji; sygnały synchronizacji; algorytmy synchronizacji; sposoby i polityki przełączania zadań; rodzaje priorytetyzacji i zastosowania; mechanizm przerwań i wyjątków; wpływ przerwań i wyjątków na sterowanie kontekstem, priorytetyzacją i przełączaniem zadań. Wieloprocusorowość; przydzielanie zadań do wielu rdzeni;

**7. Wywołania systemowe i izolacja. Maszyny wirtualne. (2 godz.)**

Przestrzeń użytkownika, przestrzeń jądra; Wywołania systemowe; konstrukcja wywołań systemowych; mapowanie żądań użytkownika na żądania jądra; sygnały synchronizacji; algorytmy synchronizacji; Maszyny wirtualne; wirtualizacja zasobów; rodzaje wirtualizacji; hypervisor; Konteryzacja;

**8. Stosowanie systemów operacyjnych. (2 godz.)**

Systemy operacyjne dla urządzeń wbudowanych, urządzeń sieciowych i platform mobilnych; Sieciowe systemy operacyjne; Systemy czasu rzeczywistego; Systemy operacyjne centrów danych;

**9. Wstęp do bezpieczeństwa systemów operacyjnych (4 godz.)**

Program w pamięci; konwencja wywołań funkcji; stos i sarta w kontekście wywołania funkcji; eksploatacja systemów operacyjnych; przechwytywanie kontroli wywołania funkcji; atak z przepełnieniem bufora; wykonywanie złośliwego kodu z pamięci procesu; Return Oriented Programming; Sig-Return Oriented Programming; mechanizmy obrony: kanarki, blokada wykonywania danych z pamięci, weryfikacje adresów powrotu z funkcji, randomizacja adresów regionów w pamięci (ASLR) i inne; obchodzenie mechanizmów obrony;

ĆWICZENIA:

—

LABORATORIA:

—

PROJEKT:

W ramach projektu 2-osobowe zespoły projektowe będą prowadzić od podstaw implementację własnego systemu operacyjnego, który będą mogli uruchomić na edukacyjnych platformach sprzętowych. Projekt będzie realizowany iteracyjnie w kolejnych etapach:

- podstawowe ćwiczenia z komunikacją ze sprzętową platformą edukacyjną: piny wejścia-wyjścia (GPIO), interfejs szeregowy UART, interfejs mapowania pamięci
- utworzenie własnych sterowników, narzędzi pomocniczych, powłoki systemu oraz systemu startowego;
- utworzenie własnego alokatora pamięci, systemu plików oraz implementacja instrukcji powłoki dla systemu plików;
- implementacja własnej struktury procesu;

W kontekście bezpieczeństwa systemów operacyjnych przewiduje się realizację zadań związanych z:

- poznaniem sposobów pisania własnego kodu wykonywalnego z powłoki (shellcode), sposobów jego wstrzykiwania i wywoływania
- poznaniem działania mechanizmów kanarków, ASLR, no-execute

ZAJĘCIA ZINTEGROWANE:

—

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

The main goal of this course is to introduce modern operating systems used in the operation of all kinds of modern hardware and software systems such as computers, mobile platforms or network devices. Fundamental subjects are evaluated: input-output interfaces, disks, file systems, threads and processes, task switching, virtual memory, security, interrupt handling, parallelization and synchronization. In the context of the fundamental subjects, operating system architectures for computer systems, mobile platforms and network devices are discussed. The course is summarized by the introduction to security in operating systems. The assumption of conducting the subject is to focus on practical learning. The project classes will

## Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

be based on students' work on creating their own operating system from scratch, which will then be able to run on dedicated educational hardware platforms.

### Egzamin: NIE

### Literatura i oprogramowanie:

Materiały do zajęć – slajdy, opracowania, artykuły

#### Książki:

1. T. Anderson, M. Dahlin: Operating Systems: Principle and Practice; 2014; Recursive Books; ISBN 978-0985673529
2. W. Stallings: Operating Systems: Internals and Design Principles; 2014; Pearson; ISBN 978-0133805918
3. A. S. Tanenbaum, H. Bos: Modern Operating Systems; 2014; Pearson; ISBN 978-0133591620
4. A. Silberschatz: Operating System Concepts, 9<sup>th</sup> Ed.; 2012; Wiley; ISBN 978-1118063330

#### Oprogramowanie:

- Systemy operacyjne Windows, Linux, macOS – wersje klienckie i serwerowe;
- Kompilatory

#### Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P
30	–	–	45

### Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo,
- zajęcia projektowe; w ramach tych zajęć studenci będą wykonywali kolejne zadania związane z budową własnego systemu operacyjnego i uruchomieniem go. Następnie będą realizowali ćwiczenia projektowe z bezpieczeństwa systemów operacyjnych;

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań projektowych – ocena raportu, kodu i działania systemu operacyjnego
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na sprawdzianie pisemnym o charakterze problemowym;

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

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

1. liczba godzin kontaktowych – **57 godz.**, w tym
  - obecność na wykładach: **30 godz.**,
  - obecność na zajęciach projektowych: **15 godz.**,
  - udział w konsultacjach związanych z realizacją przedmiotu: **12 godz.**

## Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

### 2. praca własna studenta – **85 godz.**, w tym

- analiza literatury i materiałów wykładowych związana z przygotowaniem do kolejnych wykładów: **10 godz.**
- analiza literatury i materiałów wykładowych związana z przygotowaniem do laboratoryjnej części projektu: **15 godz.**
- realizacja projektu: **50 godz.**
- przygotowanie do kolokwium: **10 godz.**

**Łączny nakład pracy studenta wynosi 142 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:** 2 pkt. ECTS, co odpowiada 57 godz. kontaktowym.

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:** 3 pkt. ECTS co odpowiada 15+65 = 80 godz. realizacji projektu

### EFEKTY KSZTAŁCENIA/UCZENIA SIĘ

efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
student, który zaliczył przedmiot:			
<b>WIEDZA</b>			
w1: ma wiedzę dotyczącą fundamentalnych pojęć z zakresu współczesnych systemów operacyjnych	wykład + projekt	projekt, kolokwium	W05
w2: ma wiedzę dotyczącą architektur i projektowania współczesnych systemów operacyjnych	wykład + projekt	projekt, kolokwium	W05
w3: ma wiedzę dotyczącą bezpieczeństwa systemów operacyjnych	wykład + projekt	projekt, kolokwium	W05, W07
w4: ma wiedzę z zakresach stosowalności systemów operacyjnych w zależności od kontekstu i potrzeb	wykład + projekt	projekt, kolokwium	W08
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>			
u1: potrafi zrealizować komunikację ze sprzętem	wykład + projekt	projekt	U08, U09
u2: potrafi zaimplementować podstawowe mechanizmy systemu operacyjnego: sterownik, powłokę, system startowy, alokator pamięci, system plików, proces, wątek	wykład + projekt	projekt	U08, U09
u3: potrafi utworzyć prosty system operacyjny z zaimplementowanymi podstawowymi mechanizmami	wykład + projekt	projekt	U08, U09
u4: potrafi zweryfikować działanie mechanizmów bezpieczeństwa systemów operacyjnych	wykład + projekt	projekt	U06, U07
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
ks1: ma świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem, także pozazawodowym, w sposób zrozumiały dla odbiorcy	wykład + projekt	projekt	KS05
ks2: ma orientację zawodową w obszarze inżynierii cyberbezpieczeństwa i jest świadomy procesu uczenia się w kierunku zwiększania kompetencji w tym obszarze	wykład + projekt	n/d	KS01

**Uwagi:**

**Data i podpis autora (kierownika zespołu autorskiego):**