

**Autor:**

dr inż. Dariusz Bursztynowski  
dr inż. Piotr Gajowniczek  
dr hab. inż. Jordi Mongay Batalla  
dr inż. Mariusz Mycek  
dr. hab. inż. Artur Tomaszewski

**SIECI LOKALNE I CENTRA DANYCH (SLCD)**  
**Local Networks and Data Centers**

**Poziom kształcenia:** I stopień

**Forma i tryb prowadzenia przedmiotu:** stacjonarna

**Kierunek studiów:** Cyberbezpieczeństwo

**Specjalność:**

**Grupa przedmiotów:**

**Poziom przedmiotu:** podstawowy

**Status przedmiotu:** obieralny

**Język przedmiotu:** polski

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

**Minimalny numer semestru:** 5

**Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:** Sieci i Chmury Internetu,  
Komutacja i Routing w Internecie

**Limit liczby studentów:** 60

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

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest przybliżenie studentom podstawowych zasad budowy i eksploatacji sieci lokalnych oraz centrów danych i ich usług. Wykład służy do przekazania bazowej wiedzy w tym zakresie. Celem projektu jest opracowanie koncepcji realizacyjnej dla zadanej usługi, która korzysta z założonych funkcji sieci lokalnej oraz wymaga użycia wybranych zasobów wirtualnych i mechanizmów w centrum danych. Zajęcia laboratoryjne są sprzężone z projektem i pozwalają na implementację, skonfigurowanie i przetestowanie wyników kolejnych etapów projektu. Pozwala to na praktyczne użycie ważniejszych mechanizmów sieciowych w sieciach lokalnych i mechanizmów usługowych w centrach danych zgodnie z samodzielnie przeprowadzonym projektem.

**Treść kształcenia:**

**WYKŁADY:**

Treść wykładu obejmuje następujące zagadnienia.

**Sieci LAN:**

- Standardy Ethernet. Główny standard Ethernetu: cel i sposób działania sieci. Rozszerzenia standardu: cele i funkcjonalność najważniejszych rozszerzeń. Ethernet a Fast Ethernet/Gigabit Ethernet: zasada działania, zalety, ograniczenia.

## Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

- Protokoły Ethernet. Adresacja w sieciach Ethernet, zasady komunikacji, maszyna stanów. Protokoły routingowe: Spanning Tree Protocol, Rapid Spanning Tree Protocol, Multiple Spanning Tree Protocol – zasada działania, obszary zastosowań, zalety, ograniczenia.
- Warstwa fizyczna sieci LAN i WAN. Fizyczne połączenie (media i kodowanie), warstwa Data Link. Ramka ethernetowa.
- Podstawy praktycznej konfiguracji sprzętu ethernetowego i sieci LAN. Routers, switches, hubs, bridges, techniki tunelowania (VLAN, VxLAN). Protokoły ARP, DHCP – rola w architekturze, zasada działania, wykorzystanie.
- Wireless LAN i ich integracja z przewodowymi sieciami LAN.

### Centra danych i elementy chmury obliczeniowej:

- Wprowadzenie – przykładowe rozwiązania (case studies) centrów danych (DC); ewolucja, cele przetwarzania w chmurze; potencjalne zyski i zagrożenia; modele biznesowe, typy DC (*public, private, hybrid*); modele usługowe (IaaS, PaaS, SaaS).
- Architektura fizyczna sieci DC. Ewolucja architektury sieciowej centrów danych. Techniki: LAG (Link Aggregation Group) i Multi-Chassis LAG. Architektura *leaf-and-spine* (Clos topology) – L2 i L3. Sieć typu *leaf-and-spine* oparta na protokole BGP; techniki uzupełniające: ECMP (*Equal Cost Multipath*) i BFD (*Bidirectional Forwarding Detection*).
- Podstawowe mechanizmy DC. Wirtualizacja pamięci masowej i replikacja zasobów (resource replication). Wirtualizacja przetwarzania – typy wirtualizacji (Linux namespaces, virtual machines, containers); typy wirtualizatorów (bare-metal-hypervisors, hosted-hypervisors); wybrane narzędzia wirtualizacji: VMware, Hyper-V (VirtualBox, VMWarePlayer); cykl życia maszyny wirtualnej, przydział/skalowanie zasobów; kontenery (containers), platforma Docker. Wirtualizacja sieci – podstawowe mechanizmy sieciowe systemu operacyjnego; zarządzanie (na poziomie hypervisor'a) dostępem maszyn wirtualnych do sieci; przełączniki wirtualne, interfejsy sieciowe maszyn wirtualnych; sieci dostawcy (provider networks), sieci użytkowników (ang. *tenant networks*); rodzaje sieci (lokalne, płaskie, VLAN, VxLAN, GRE). Mechanizmy monitorowania.
- Komponenty sterowania – resource cluster, multi-device broker, automatic scaling listener, load balancer, SLA monitor, pay-per-user monitor, audit monitor, failover system.
- Procesy sterowania – workload distribution, resource pooling, dynamic scalability, elastic resource capacity, elastic disk provisioning, hypervisor clustering, zero downtime, resource reservation, dynamic failure detection and recovery.
- Zarządzanie i orkiestracja usług. System zarządzania zasobami VIM (*Virtualization Infrastructure Manager*) – główne funkcje zarządzania (zasobami obliczeniowymi, siecią, pamięcią masową); wybrane narzędzia (OpenStack, Kubernetes, Docker Swarm). Orkiestracja, monitorowanie i zarządzanie jakością usług (*SLA management*). Rozliczanie i fakturowanie (*Accounting and Billing*). Samozarządzanie (zdalne zarządzanie instancją usługi przez klienta).
- Komponenty mechanizmów bezpieczeństwa – szyfrowanie, haszowanie, podpis cyfrowy, PKI, identity and access management, *single-sign-on* (SSO), *cloud-based security groups*.

ĆWICZENIA: –

## Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

### LABORATORIA:

Laboratoria są sprzężone z projektem. Projekt został podzielony na trzy fazy, a każda z nich obejmuje zdefiniowanie (zaprojektowanie) konfiguracji sieci/usługi dla każdego kolejnego ćwiczenia laboratoryjnego. W ramach ćwiczenia laboratoryjnego następuje zaimplementowanie projektu i sprawdzenie działania uzyskanej konfiguracji.

Laboratorium (4 ćwiczenia, każde 4 godziny):

- Konfigurowanie usługi „connectivity” w sieci lokalnej (np. użycie VLAN, z uwzględnieniem WLAN) zgodnie z wynikami 1 etapu projektu.
- Konfigurowanie mechanizmów bezpieczeństwa/izolacji ruchu w DC typu OpenStack (security groups, wykorzystanie funkcji Firewall’a) zgodnie z wynikami 2 etapu projektu.
- Wykorzystanie LoadBalancer’a w skalowaniu poziomym (sterowaniu wydajnością) usługi w DC zgodnie z wynikami 3 etapu projektu.
- Wykorzystanie narzędzi wspomagających konfigurowanie usług w środowiskach zwirtualizowanych (narzędzia typu Vagrant, Ansible).

### PROJEKT:

Projekt jest podzielony na trzy fazy, a każda z nich obejmuje zdefiniowanie (zaprojektowanie) konfiguracji sieci/usługi dla każdego kolejnego ćwiczenia laboratoryjnego z przedziału 1-3. Faza 1 dotyczy zaprojektowania usługi „connectivity” dla zadanej infrastruktury sieciowej. Faza 2 obejmuje wybór mechanizmów zapewniających bezpieczeństwo sieci użytkownika (*tenanta*). Faza 3 obejmuje zaprojektowanie struktury sieci użytkownika pozwalającej na skalowanie prostej usługi i równoważenie jej ruchu sieciowego w przypadku skalowania poziomego.

ZAJĘCIA ZINTEGROWANE: –

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

The goal of the course is to provide basic knowledge and skills related to the architecture and operation of local networks and data centers and their services. The lecture provides a basic knowledge on related solutions. The project aims at incrementally designing a solution for a given service that requires the use of selected features of the local network and selected mechanisms of a data center. The labs are coupled with the project and they give an opportunity of implementing, configuring and testing the (partial) designs provided by subsequent stages of the project.

**Egzamin:** nie

### **Literatura i oprogramowanie:**

Literatura:

- C.E. Spurgeon, J. Zimmerman, “Ethernet. Biblia administratora”, (tytuł oryginalny: Ethernet: The Definitive Guide), Helion Eds., 2014

## Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

- J. Doherty, "SDN and NFV Simplified. Visual Guide to Understanding Software Defined Networks and Network Function Virtualization", Pearsons Education, Inc., 2016
- T. Erl, Z. Mahmood, R. Puttini, "Cloud Computing", Prentice Hall, 2013
- C. Fehling, F. Leymann, R. Retter, W. Schupeck, P. Arbitter, "Cloud Computing Patterns. Fundamentals to Design, Build and Manage Cloud Applications", Springer-Verlag, 2014
- A. Sánchez-Monge, K.G. Szarkowicz, "MPLS in the SDN Era", O'Reilly, 2016 (wybrane fragmenty)
- L. Krattiger, S. Kapadia, D. Jansen, "Building Data Centers with VXLAN BGP EVPN: A Cisco NX-OS Perspective", Cisco Press, 2017 (dodatkowa).

Oprogramowanie:

- Linux, Vagrant, Ansible, OpenStack lub VMware.

**Wymiar godzinowy zajęć:**

W	C	L	P
30	-	15	15

**Wymiar w jednostkach ECTS: 4**

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

Wykłady z wykorzystaniem prezentacji. Materiały z wykładów udostępnione w formie slajdów. Zajęcia laboratoryjne wykorzystujące infrastrukturę informatyczną ZSUT (w tym systemy instalowane w formie maszyn wirtualnych), oceniane w skali punktowej po 10% punktów każde (łącznie 40% punktów). Możliwe krótkie testy sprawdzające przygotowanie studenta do ćwiczeń laboratoryjnych. Projekt oceniany w skali do 30% punktów (10% punktów za każdy etap). Kolokwia w liczbie trzech, łącznie za 30% punktów (po 10% punktów za każde). Wymagane zaliczenie laboratorium i projektu. Ocena końcowa na podstawie łącznej punktacji.

### **Wiedza i umiejętności studenta przychodzącego na przedmiot**

Podstawowa wiedza na temat funkcjonowania sieci teleinformatycznych, protokołu IP oraz protokołów routingu w Internecie - wymagany poprzednik w postaci przedmiotu „Sieci i Chmury Internetu”. Zalecany poprzednik w postaci przedmiotu „Komutacja i Routing w Internecie”.

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

1. liczba godzin kontaktowych – 58 godz., w tym:
  - obecność na wykładach: 30 godz.
  - obecność na ćwiczeniach laboratoryjnych: 16 godz. (4x4 godz.)
  - obecność na zajęciach projektowych: 4 godz.
  - obecność na kolokwiah: 4 godz.
  - konsultacje: 4 godz.
2. praca własna studenta – 74 godz., w tym:
  - analiza literatury, materiałów i przykładów z wykładu: 10 godz.

## Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

- przygotowanie do ćwiczeń lab.: 16 godz.
- przygotowanie protokołów z ćwiczeń lab.: 8 godz.
- przygotowanie projektu oraz jego dokumentacji: 24 godz.
- przygotowanie do kolokwium: 16 godz.

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

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 pkt. ECTS, co odpowiada 58 godz. kontaktowym**

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2.75 pkt. ECTS**

**Efekty kształcenia / uczenia się i formy ich weryfikacji:**

<b>Efekty kształcenia/uczenia się</b>	<b>Forma zajęć / technika kształcenia</b>	<b>Sposób weryfikacji (oceny)</b>	<b>Odniesienie do efektów uczenia się dla programu</b>
Student, który zaliczył przedmiot:			
<b>WIEDZA</b>			
w01: ma wiedzę w zakresie standardu Ethernet, protokołów sieci Ethernet oraz warstwy fizycznej sieci LAN i WAN	wykład projekt	kolokwium laboratorium	W06, W07
w02: ma wiedzę o podstawach konfiguracji sprzętu ethernetowego oraz sieci LAN (router, switch, hub, bridge), o podstawowych technikach tunelowania oraz o protokołach konfiguracyjnych stosowaniu w sieciach LAN	wykład projekt	kolokwium laboratorium	W03, W06, W07
w03: ma wiedzę w zakresie sposobów integrowania sieci bezprzewodowych LAN z przewodowymi sieciami LAN	wykład projekt	kolokwium laboratorium	W03, W06
w04: zna podstawowe pojęcia związane z przetwarzaniem w chmurze, takie jak modele biznesowe, typy centrów danych (ang. <i>Data Center</i> , DC), modele usługowe chmur obliczeniowych	wykład	kolokwium	W06, W09
w05: ma podstawową wiedzę z zakresu fizycznej budowy sieci DC z uwzględnieniem podstawowych technik stosowanych w sieciach DC, takich jak agregacja łączy, topologie sieciowe i mechanizmy routingu	wykład projekt	kolokwium laboratorium	W06, W08
w06: ma wiedzę na temat podstawowych mechanizmów wirtualizacyjnych DC z uwzględnieniem wirtualizacji zasobów (pamięci, przetwarzania, sieci), zarządzania cyklem życia zasobów i monitorowania zasobów	wykład laboratorium	kolokwium laboratorium	W03, W06, W08
w07: ma wiedzę na temat niskopoziomowych komponentów oraz procesów sterowania zasobami w DC	wykład projekt	kolokwium laboratorium	W06, W07
w08: ma wiedzę w zakresie orkiestracji usług w DC z uwzględnieniem takich elementów, jak systemy zarządzania zasobami (VIM), orkiestracja, monitorowanie i zarządzanie jakością usług, rozliczanie i fakturowanie, samzarządzanie przez klienta	wykład projekt laboratorium	kolokwium projekt laboratorium	W03, W05, W06, W08
w09: ma wiedzę na temat podstawowych mechanizmów bezpieczeństwa stosowanych w centrach danych	wykład projekt laboratorium	kolokwium projekt laboratorium	W03, W06, W08

## Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

UMIEJĘTNOŚCI			
u01: potrafi zinterpretować konfigurację istniejącej sieci LAN/WAN, a w szczególności: zidentyfikować segmenty warstwy drugiej (w tym sieci VLAN) i podsieci (warstwa 3); wskazać i określić wymagania na poszczególne elementy infrastruktury (switch, router); zinterpretować sposób kierowania ruchu wewnątrz sieci – podsieci, routing, przestrzenie adresowe; zinterpretować sposób kierowania ruchu na styku z innymi sieciami LAN i na łączu (łączach) typu uplink	wykład laboratorium	kolokwium laboratorium	U02, U06, U07
u02: potrafi wskazać i porównać warianty rozbudowy/rekonfiguracji istniejącej sieci LAN pozwalającej na dostosowanie jej do zmienionych wymagań ruchowych/ topograficznych/ bezpieczeństwa	projekt laboratorium	projekt laboratorium	U02, U06, U07, U10
u03: potrafi wskazać i porównać warianty budowy nowej sieci LAN dostosowanej do zadanych wymagań ruchowych/ topograficznych/ bezpieczeństwa	projekt laboratorium	projekt laboratorium	U02, U06, U07, U10
u04: potrafi przeprowadzić analizę konfiguracji urządzeń sieciowych (switch, router) i, w podstawowym zakresie, modyfikować tę konfigurację z wykorzystaniem interfejsu konsolowego (CLI)	laboratorium	laboratorium	U07, U08
u05: potrafi wskazać podstawowe zagadnienia związane z wirtualizacją mocy obliczeniowej i w tym kontekście porównać różne tryby wirtualizacji (maszyny wirtualne, kontenery) i typy wirtualizatorów i wybrane rozwiązania firmowe	wykład	kolokwium	U02, U06, U11
u06: potrafi przedstawić zasady architektoniczne budowy sieci DC (ang. <i>provider networks</i> ) oraz sieci użytkowników (ang. <i>tenant networks</i> ); potrafi wskazać i omówić podstawowe zasady dołączania maszyn wirtualnych/kontenerów do sieci	wykład laboratorium	kolokwium laboratorium	U02, U06
u07: potrafi wskazać podstawowe komponenty sterowania DC i przedstawić zasady ich wykorzystania w wybranych procesach sterowania	wykład laboratorium	kolokwium laboratorium	U02, U06
u08: potrafi zaprojektować, skonfigurować i uruchomić proste rozwiązanie (wykorzystujące wirtualizację mocy obliczeniowej i sieci) tworzące komponent usługi oferowanej klientom DC	projekt laboratorium	projekt laboratorium	U06, U08, U10
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
ks01: ma świadomość, jacy aktorzy są obecni na rynku przetwarzania w chmurze oraz jakie są ich interesy i priorytety	wykład	kolokwium	KS02, KS04
ks02: ma orientację zawodową w obszarze ochrony użytkowników rozwiązań chmurowych	wykład projekt	n/d	KS03
ks03: ma świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem, także pozazawodowym, w sposób zrozumiały dla odbiorcy	projekt laboratorium	projekt laboratorium	KS05

**Uwagi:**

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