TECHNIK CYBERBEZPIECZEŃSTWA • SIECI KOMPUTEROWE

MODELE WARSTWOWE

ISO/OSI oraz TCP/IP

Fundamenty komunikacji w sieci

- APLIKACJA
- TRANSPORT
- INTERNET
- DOSTĘP DO SIECI

2 × 45 minut

Teoria • przykłady • quiz

Opracowano na podstawie ITU-T X.200 oraz RFC IETF

Cele lekcji i plan dwóch godzin

Po lekcji uczeń potrafi

- nazwać 7 warstw ISO/OSI
- wymienić 4 warstwy TCP/IP
- dopasować IP, MAC i port do ich roli
- wyjaśnić enkapsulację
- wskazać warstwę możliwej awarii

Przebieg

0–10 min	Po co są warstwy?
10–35 min	Model ISO/OSI
35–53 min	Model TCP/IP
53–72 min	Droga pakietu i WWW
72–80 min	Zadania sytuacyjne
80–90 min	Quiz ABCD

Co się dzieje po wpisaniu adresu strony WWW?

1

Nazwa

Przeglądarka potrzebuje adresu serwera.

›

2

Transport

Dane trzeba przekazać do procesu na serwerze.

›

3

Trasa

Pakiet musi znaleźć drogę przez routery.

›

4

Lokalna sieć

Ramka przechodzi przez Ethernet lub Wi-Fi.

›

5

Sygnał

Bity są przenoszone przez medium.

Jedna czynność użytkownika = współpraca kilku warstw i protokołów.

Dlaczego dzielimy komunikację na warstwy?

1

PODZIAŁ ZADAŃ

Każda warstwa realizuje określone funkcje.

2

WSPÓŁPRACA

Urządzenia różnych producentów mogą się komunikować.

3

WYMIENNOŚĆ

Zmiana Wi-Fi na Ethernet nie wymaga zmiany HTTP.

4

DIAGNOSTYKA

Łatwiej zlokalizować źródło problemu.

Model to mapa funkcji, a nie schemat każdego programu „co do linijki”.

ISO/OSI – siedem warstw od 1 do 7

7	Aplikacji	Usługi sieciowe dla programów
6	Prezentacji	Reprezentacja danych
5	Sesji	Organizacja dialogu
4	Transportowa	Komunikacja proces–proces
3	Sieciowa	Adresowanie IP i routing
2	Łącza danych	Ramki i lokalna transmisja
1	Fizyczna	Sygnały, medium, bity

Warstwa 1. Fizyczna

GŁÓWNE ZADANIE

Przesyłanie bitów w postaci sygnału przez medium.

TYPOWE SKOJARZENIA / PRZYKŁADY

Skrętka, światłowód, fale radiowe, złącza, poziomy sygnału.

1

Czy przewód lub sygnał działa?

Warstwa 2. Łącza danych

GŁÓWNE ZADANIE

Przekazywanie ramek w ramach konkretnego łącza / sieci lokalnej.

TYPOWE SKOJARZENIA / PRZYKŁADY

Ethernet, Wi-Fi, adres MAC, przełączanie ramek, FCS.

2

Do którego urządzenia w danym łączu trafi ramka?

Warstwa 3. Sieciowa

GŁÓWNE ZADANIE

Adresowanie logiczne i przesyłanie pakietów pomiędzy sieciami.

TYPOWE SKOJARZENIA / PRZYKŁADY

IPv4, IPv6, router, routing, TTL / Hop Limit.

3

Do której sieci i hosta dotrze pakiet?

Warstwa 4. Transportowa

GŁÓWNE ZADANIE

Komunikacja między procesami na hostach końcowych.

TYPOWE SKOJARZENIA / PRZYKŁADY

TCP, UDP, numery portów, niezawodność i kolejność w TCP.

4

Do której aplikacji / usługi trafią dane?

Warstwa 5. Sesji

GŁÓWNE ZADANIE

Organizacja i kontrola dialogu między uczestnikami komunikacji.

TYPOWE SKOJARZENIA / PRZYKŁADY

Utrzymanie i synchronizacja sesji – funkcje modelu OSI.



Jak utrzymać i wznowić dialog?

Warstwa 6. Prezentacji

GŁÓWNE ZADANIE

Uzgadnianie formatu i reprezentacji przesyłanych danych.

TYPOWE SKOJARZENIA / PRZYKŁADY

Kodowanie znaków, serializacja, kompresja, szyfrowanie jako funkcje.



W jakiej postaci zapisujemy dane?

Warstwa 7. Aplikacji

GŁÓWNE ZADANIE

Funkcje sieciowe udostępniane aplikacjom.

TYPOWE SKOJARZENIA / PRZYKŁADY

HTTP, DNS, SMTP, SSH, DHCP.



Z jakiej usługi sieciowej korzystamy?

Co zapamiętać z modelu OSI?

7–5	**Aplikacja • prezentacja • sesja**	Dane / funkcje aplikacyjne
4	**Transportowa**	Segment TCP lub datagram UDP
3	**Sieciowa**	Pakiet / datagram IP
2	**Łącza danych**	Ramka Ethernet / Wi-Fi
1	**Fizyczna**	Bity jako sygnał

AKTYWIZACJA

Szybkie sprawdzenie: która to warstwa?

A Kabel sieciowy jest uszkodzony.

B Switch przesyła ramkę na port do hosta.

C Router wybiera następną trasę pakietu IP.

D Program nasłuchuje na porcie TCP 443.

Odpowiedzi: 1 • 2 • 3 • 4 (odpowiedz ustnie)

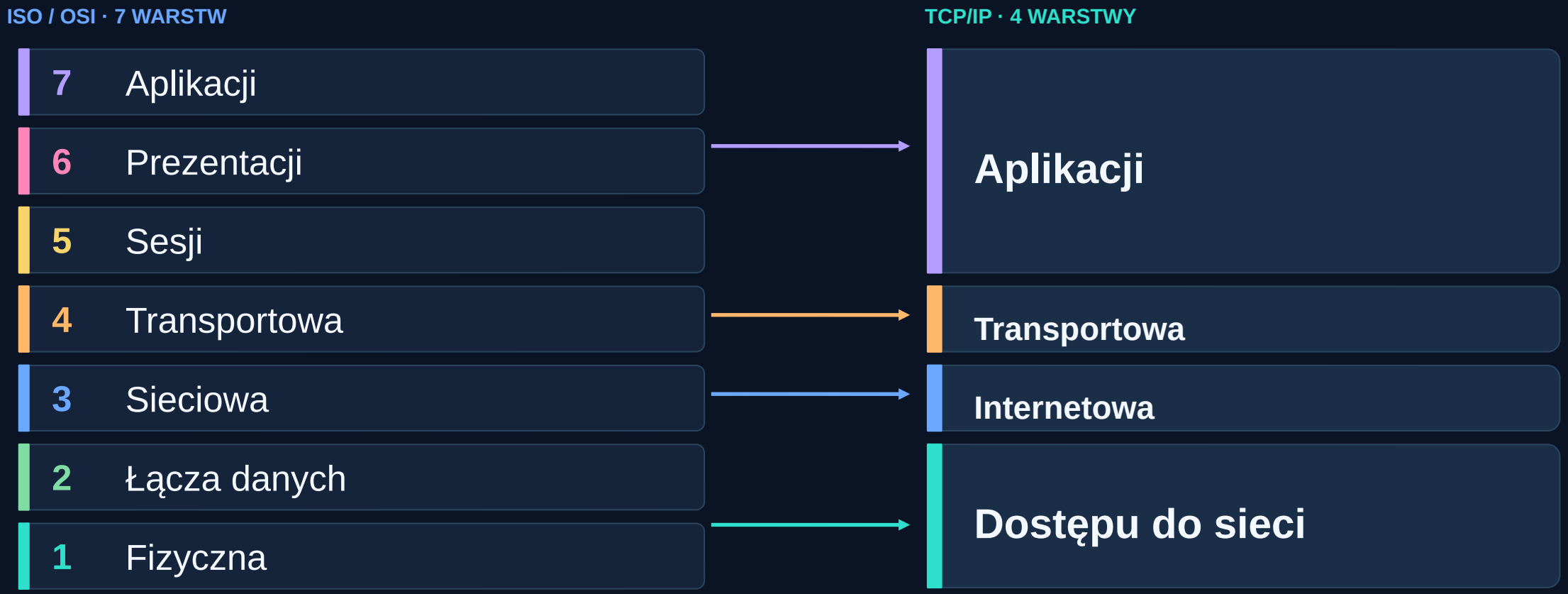
Model TCP/IP – cztery warstwy Internetu

4	**Aplikacji**	HTTP, DNS, SMTP, SSH
3	**Transportowa**	TCP, UDP
2	**Internetowa**	IPv4, IPv6, ICMP
1	**Dostępu do sieci (łącza)**	Ethernet, Wi-Fi

W RFC 1122: application / transport / internet / link.

PORÓWNANIE

Jak przełożyć ISO/OSI na TCP/IP?



OSI: model odniesienia • TCP/IP: architektura protokołów Internetu

PORÓWNANIE

Dlaczego niektóre podręczniki mówią o 5 warstwach?

ORYGINALNY SCHEMAT 4 WARSTW

- Aplikacji
- Transportowa
- Internetowa
- Łącza (link)

WARIANT NAUCZANIA 5 WARSTW

- Aplikacji
- Transportowa
- Sieciowa
- Łącza danych
- Fizyczna

To nie są dwa różne Internety: wariant 5-warstwowy po prostu rozdziela warstwę łącza.

TCP czy UDP? Warstwa transportowa w praktyce

TCP – strumień i niezawodność

- uzgadnia połączenie
- porządkuje bajty we właściwej kolejności
- wykrywa straty i retransmituje dane
- kontroluje przepływ danych

Przykład: HTTPS w HTTP/1.1 i HTTP/2

UDP – prosty datagram

- nie zestawia połączenia w samym UDP
- nie zapewnia dostarczenia i kolejności
- aplikacja może dodać własne mechanizmy
- ma niewielki narzut nagłówka

Przykład: klasyczny DNS, transport QUIC

Niezawodność usługi zależy także od protokołów i logiki ponad UDP.

Adres MAC, adres IP i numer portu – nie mylić!

MAC

Interfejs w obrębie lokalnego łącza

02:1A:2B:3C:4D:5E

IP

Adres logiczny hosta w sieci

192.168.1.25

PORT

Proces / usługa transportowa

443 (HTTPS)

Trzy różne pytania: przez które łącze? do którego hosta? do którego procesu?

Co oznacza port 443 albo 53?

443/TCP	HTTPS: często HTTP/1.1 lub HTTP/2 przez TLS
443/UDP	HTTP/3: QUIC nad UDP
53/UDP	Typowe zapytania DNS
53/TCP	DNS także może korzystać z TCP
22/TCP	Typowy port SSH

Porty ułatwiają identyfikację usługi, ale nie gwarantują jej tożsamości.

DNS: nazwa domeny i adres IP

WPISUJESZ

www.example.org

→

DNS ODPOWIADA

Adres IPv4 / IPv6

→

NAWIĄZUJESZ KONTAKT

IP + port serwera

DNS nie „pobiera strony”. DNS dostarcza informacje potrzebne do znalezienia usługi.

Przykład: otwierasz stronę HTTPS

Aplikacja	Żądanie HTTPS / HTTP
Transport	TCP dla HTTP/1.1 lub HTTP/2
Internet	IP: nadawca i odbiorca
Łącze	Ethernet/Wi-Fi: ramka do następnego hopu

Odwrócenie procesu zachodzi po stronie serwera podczas odbierania.

Nowoczesny wyjątek: HTTP/3 używa UDP

HTTP/2

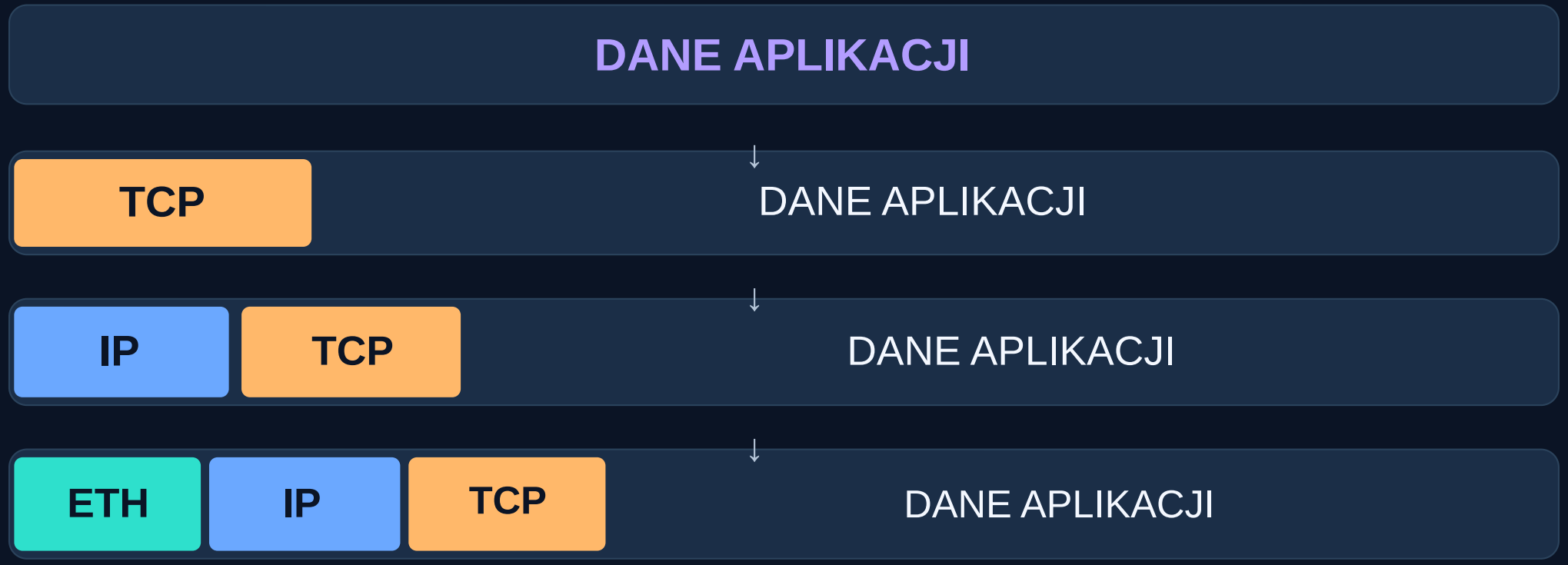
Żądanie HTTP
↓
TLS
↓
TCP
↓
IP

HTTP/3

Żądanie HTTP
↓
QUIC z TLS 1.3
↓
UDP
↓
IP

Zasada: „HTTPS = zawsze TCP” jest już nieprawdziwa.

Enkapsulacja: dokładamy kolejne nagłówki



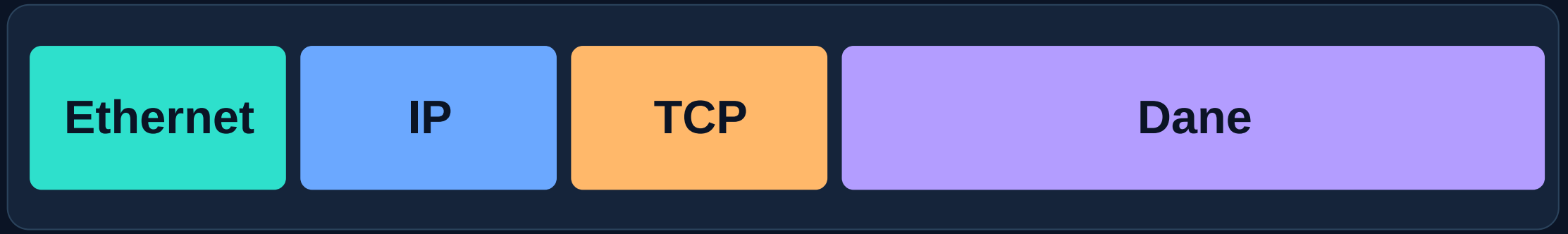
Warstwa 1 przenosi wynik jako sygnał / bity w medium.

Dekapsulacja: odbiorca usuwa nagłówki

1	BITY	Przyjęcie sygnału
2	RAMKA	Odbiór danych łącza
3	PAKIET IP	Odczyt adresowania IP
4	SEGMENT TCP / DATAGRAM UDP	Dostarczenie do procesu
5	DANE	Przekazanie aplikacji

Nadawca ↓ enkapsuluje • Odbiorca ↑ dekapsuluje

Co jest wewnątrz ramki?



Ethernet

MAC źródłowy i docelowy

IP

IP źródłowy i docelowy

TCP

Port źródłowy i docelowy

Dane

Treść przekazywana dalej

Schemat dydaktyczny – pominięto część pól i sumę FCS.

Droga przez router: co się zmienia?



Adresy MAC: inne na każdym łączu / odcinku trasy

Adres IP nadawcy i odbiorcy: zwykle te same przez kolejne routery (bez NAT/tunelu).

Które urządzenia pracują w której warstwie?

Repeater / medium	**Warstwa 1**	Sygnał / transmisja
Switch L2	**Warstwa 2**	Przełączanie ramek wg MAC
Router	**Warstwa 3**	Przesyłanie pakietów wg IP
Firewall	**Wiele warstw**	Reguły L3/L4, czasem L7
Serwer WWW	**Warstwa aplikacji**	HTTP/HTTPS, także niższe warstwy

Jak diagnozować sieć? Narzędzia Windows/Linux

L1–2	**Fizyczna / łącza**	link karty, kabel, Wi-Fi, arp -a / ip neigh
L3	**Sieciowa**	ipconfig / ip addr, ping, tracert / traceroute
L4	**Transportowa**	netstat -ano / ss -tuna, test portu
L7	**Aplikacji**	nslookup, przeglądarka, curl, sprawdzenie DNS

Polecenia wykonuj wyłącznie w dozwolonej sieci szkolnej / własnym labie.

Przykład rozumowania: strona się nie otwiera

1. **Czy działa Wi-Fi/Ethernet?**
   Jeśli nie: sprawdź warstwy 1–2.
2. **Czy host ma poprawne IP i bramę?**
   Jeśli nie: konfiguracja warstwy 3.
3. **Czy DNS rozwiązuje nazwę?**
   Jeśli nie: usługa aplikacyjna DNS.
4. **Czy usługa na porcie odpowiada?**
   Jeśli nie: transport, firewall lub serwer.

Jeden objaw ≠ jedna pewna przyczyna. Szukamy dowodów.

ĆWICZENIA · 4 MIN

Ćwiczenie 1: przyporządkuj warstwy

A Adres IP 192.168.1.10

B Przełączanie ramek po MAC

C Protokół TCP

D Kabel światłowodowy

E Zapytanie DNS

F Format kodowania znaków

ĆWICZENIA · 4 MIN

Ćwiczenie 2: znajdź błąd w rozumowaniu

1 **„Port 443 jest adresem IP serwera.”**

Jak poprawić tę wypowiedź?

2 **„Router przekazuje pakiety według adresu MAC końcowego serwera.”**

Jaką informację bierze pod uwagę?

3 **„Jeżeli działa UDP, aplikacja nigdy nie zapewni niezawodności.”**

Co można dodać ponad UDP?

Podsumowanie: pięć rzeczy, które zostają

1. ISO/OSI to model odniesienia o 7 warstwach.
2. TCP/IP ma klasycznie 4 warstwy (RFC 1122).
3. MAC ≠ IP ≠ port: pełnią odmienne funkcje.
4. Enkapsulacja dodaje informacje kolejnych warstw.
5. Problemy sieciowe diagnozujemy warstwa po warstwie.

QUIZ · 10 MIN

Quiz końcowy – zasady

10 pytań ABCD

1 punkt za poprawną odpowiedź • 10 punktów maksymalnie

Możesz odpowiadać na kartce lub otworzyć osobny quiz HTML.

Nie podpowiadamy – uzasadniamy odpowiedzi po zakończeniu.

Quiz – pytania 1 i 2

1. Ile warstw ma model ISO/OSI?

A. 4

B. 5

C. 7

D. 8

2. Do której warstwy OSI należy transmisja sygnału w przewodzie?

A. 1 – fizycznej

B. 2 – łącza danych

C. 3 – sieciowej

D. 4 – transportowej

Quiz – pytania 3 i 4

3. Switch L2 wykorzystuje przede wszystkim adresy…

A. IP

B. MAC

C. portów TCP

D. URL

4. Która warstwa odpowiada za routing pakietów IP?

A. fizyczna

B. prezentacji

C. sieciowa

D. sesji

Quiz – pytania 5 i 6

5. Czym jest port TCP/UDP, np. 443?

A. adresem sieci Wi-Fi

B. identyfikatorem procesu/usługi na hoście

C. adresem MAC routera

D. formatem ramki Ethernet

6. Ile warstw ma klasyczny model TCP/IP opisany w RFC 1122?

A. 4

B. 5

C. 6

D. 7

Quiz – pytania 7 i 8

7. Którym warstwom OSI odpowiada aplikacja w TCP/IP?

A. 1 i 2

B. 2 i 3

C. 3 i 4

D. 5, 6 i 7

8. Jaka jednostka danych jest typowa dla warstwy łącza danych?

A. ramka

B. segment TCP

C. datagram IP

D. komunikat HTTP

Quiz – pytania 9 i 10

9. Który opis enkapsulacji jest poprawny?

A. Usuwanie kolejnych nagłówków przy wysyłaniu

B. Dokładanie informacji kolejnych warstw do danych

C. Szyfrowanie zawsze przez router

D. Zmiana DNS na adres MAC

10. HTTP/3 korzysta z protokołu QUIC, który działa nad…

A. TCP

B. ICMP

C. UDP

D. ARP

Quiz – klucz odpowiedzi (dla nauczyciela)

PYTANIE 01	PYTANIE 02	PYTANIE 03	PYTANIE 04	PYTANIE 05
C	A	B	C	B

PYTANIE 06	PYTANIE 07	PYTANIE 08	PYTANIE 09	PYTANIE 10
A	D	A	B	C

0–4 pkt: powtórka • 5–7 pkt: podstawy opanowane • 8–10 pkt: bardzo dobrze

Podstawy normatywne i literatura

OSI – ISO/IEC 7498-1:1994 / ITU-T X.200

https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?id=2820

Architektura Internetu – RFC 1122

https://www.rfc-editor.org/info/rfc1122/

TCP – RFC 9293 (2022)

https://www.rfc-editor.org/info/rfc9293/

UDP – RFC 768

https://www.rfc-editor.org/info/rfc768/

Dalsze źródła i uwagi do modelu

DNS – RFC 1034 i RFC 1035

https://www.rfc-editor.org/info/rfc1035/

IPv6 – RFC 8200

https://www.rfc-editor.org/info/rfc8200/

HTTP/3 – RFC 9114

https://www.rfc-editor.org/info/rfc9114/

QUIC i porty – RFC 9308

https://www.rfc-editor.org/info/rfc9308/

Model warstwowy jest narzędziem wyjaśniania, a nie sztywną mapą każdego protokołu.