

ELIMINACJE SZKOLNE (26 stycznia 2026)

Niniejsza notatka zawiera kluczowe zagadnienia dla dywizji **sieciowo-systemowej**. Materiał został opracowany pod kątem **10 pytań zamkniętych oraz 2 zadań otwartych**, które pojawią się na arkuszu. Dzięki tej notatce poznasz np. różnicę między adresem MAC i IP oraz topologie sieci. Najtrudniejszą umiejętnością w tej dywizji jest **dzielenie sieci na podsieci (VLSM)**. W notatce pojawią się również pierwsze zadania typu CTF.

Zachęcamy do samodzielnego wykonania ćwiczeń bez podglądania rozwiązań. Odpowiedzi lub podpowiedzi do nich znajdują się na końcu opracowania. Powodzenia!

*Adres fizyczny i logiczny
Konwersja pozycyjnych systemów liczbowych
Adresacja IPv4
Media i topologie sieciowe
Dzielenie sieci na podsieci, technika VLSM
Pierwsze zadanie typu CTF*

1. Adres fizyczny i logiczny

Każde urządzenie w sieci (Twój telefon, laptop, konsola) musi mieć dwa różne "dowody osobiste". Jeden jest na stałe "wryty" w sprzęcie, a drugi jest "przypisany" przez sieć.

1. Adres fizyczny (MAC) – "PESEL urządzenia"

- Adres MAC (Media Access Control) to unikalny identyfikator Twojej karty sieciowej.
- Nadawany przez producenta: Karta sieciowa dostaje go w fabryce. Nie możesz go legalnie i trwale zmienić w samym sprzęcie.
- Długość 48 bitów: To bardzo długi ciąg zer i jedynek, ale dla wygody ludzi zapisujemy go inaczej.
- Zapis szesnastkowy: Używamy cyfr 0–9 i liter A–F.
Przykład: 00:1A:2B:3C:4D:5E.
- Pierwsze 3 bajty (OUI): To kod producenta. Jeśli adres zaczyna się od konkretnych znaków, wiemy, czy kartę zrobił Intel, Apple czy Samsung.
- Warstwa 2 modelu OSI: To tzw. warstwa łącza danych. MAC pozwala przesyłać dane bezpośrednio "z kabla na kabel" między urządzeniami w tym samym pokoju.
- Unikalny na świecie: Teoretycznie nie ma dwóch kart sieciowych o tym samym numerze MAC.
- Lokalny (Nieroutowalny): Adres MAC działa tylko w Twojej sieci lokalnej. Routery w internecie nie wiedzą, jaki masz MAC – one patrzą tylko na IP.

2. Adres logiczny (IP) – "Adres korespondencyjny"

- Adres IP to numer, który pozwala Ci podróżować po całym internecie
- Logiczny i zmienny: Możesz go zmienić w ustawieniach. Kiedy idziesz z laptopem do kolegi, Twój adres IP się zmieni, bo podłączasz się do innej sieci.
- Jak jest przypisywany?
 - a Ręcznie: Sam wpisujesz numerki.
 - b Automatycznie (DHCP): Router sam przydziela wolny numer Twojemu urządzeniu, gdy tylko połączysz się z Wi-Fi.
- Warstwa 3 modelu OSI: To warstwa sieci. Tutaj działają routery.
- Komunikacja między sieciami: To dzięki IP możesz wysłać wiadomość z sieci domowej do serwera YouTube w USA.

3. Relacja MAC–IP: Jak one ze sobą współpracują?

Jeśli Twój komputer chce wysłać dane do innego urządzenia w tej samej sieci (LAN), zna jego adres IP, ale potrzebuje też adresu fizycznego MAC, żeby "wiedzieć, w który kabel uderzyć".

Protokół ARP (Address Resolution Protocol): To taki "tłumacz" lub "książka telefoniczna". Komputer pyta głośno w sieci: "Kto ma adres IP 192.168.1.5? Podaj mi swój MAC!". Właściciel odpowiada, a Twój komputer zapisuje to sobie w pamięci.

Ćwiczenie 1. Chcesz zobaczyć tę "książkę telefoniczną" swojego komputera?

W menu Start wpisz **cmd** i uruchom **Wiersz polecenia**.

Wpisz komendę: **arp -a** i naciśnij Enter.

Zobaczysz listę adresów IP oraz odpowiadające im adresy fizyczne (MAC) urządzeń, z którymi Twój komputer ostatnio się łączył.

```
Interfejs: 192.168.1.15 --- 0x14
Adres internetowy      Adres fizyczny      Typ
192.168.1.1           00-11-22-33-44-55  dynamiczny
192.168.1.20          aa-bb-cc-dd-ee-ff  dynamiczny
192.168.1.255         ff-ff-ff-ff-ff-ff  statyczny
224.0.0.22            01-00-5e-00-00-16  statyczny
```

Co my tu widać?

- **192.168.1.1:** To najpewniej Twój **router**. Komputer zapamiętał jego MAC, żeby móc wysłać dane do Internetu.
- **192.168.1.20:** To może być inny komputer lub telefon w Twoim domu.
- **ff-ff-ff-ff-ff-ff:** To specjalny adres „do wszystkich” (broadcast). Kiedy komputer chce coś ogłosić całej sieci, używa tego fizycznego adresu.
- **Typ dynamiczny:** Te adresy Twój komputer „zdobył” sam, rozmawiając z innymi urządzeniami.
- **Typ statyczny:** To adresy systemowe, wpisane na stałe (np. do obsługi grup urządzeń).

2. Konwersja pozycyjnych systemów liczbowych

Komputery operują na systemie **dwójkowym** (binarnym), podczas gdy w zapisie dla ludzi stosuje się system **dziesiętny**, **ósemkowy** lub **szesnastkowy** (W systemie szesnastkowym po liczbie 9 używamy liter: **A** = 10, **B** = 11, **C** = 12, **D** = 13, **E** = 14, **F** = 15)

.Najczęściej używane systemy:

- dwójkowy (binarny) – podstawa 2 (0,1)
- dziesiętny – podstawa 10 (0–9)
- ósemkowy – podstawa 8 (0-7)
- szesnastkowy – podstawa 16 (0–9, A–F)

a) Konwersja bin → dec:

Każda pozycja liczby binarnej ma wagę będącą kolejną potęgą liczby 2.

Przykład: $1011_2 = 1 \cdot 8 + 0 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 11_{10}$

lub inaczej poprzez **rozpisanie wag:**

$$1 \cdot 2^3 = 8$$

$$0 \cdot 2^2 = 0$$

$$1 \cdot 2^1 = 2$$

$$1 \cdot 2^0 = 1$$

$$\text{Suma: } 8 + 0 + 2 + 1 = 11_{10}$$

b) Konwersja z systemu ósemkowego na dziesiętny (oct → dec)

Przykład: 157_8

Rozpisanie wag:

$$1 \cdot 8^2 = 64$$

$$5 \cdot 8^1 = 40$$

$$7 \cdot 8^0 = 7$$

$$\text{Suma: } 64 + 40 + 7 = 111_{10}$$

c) Konwersja z systemu dziesiętnego na ósemkowy (dec → oct)

Liczbę dziesiętną dzielimy przez 8, zapisując reszty.

Przykład: 83_{10}

$$83 \div 8 = 10 \text{ reszty } 3$$

$$10 \div 8 = 1 \text{ reszty } 2$$

$$1 \div 8 = 0 \text{ reszty } 1$$

$$\text{Odczyt reszt od dołu: } 83_{10} = 123_8$$

d) Zależność między systemami binarnym i ósemkowym

System ósemkowy jest bezpośrednio powiązany z binarnym.

1 cyfra ósemkowa = 3 bity binarne

Przykład: $101\ 111_2$

$$101_2 = 5_8$$

$$111_2 = 7_8$$

Czyli: $101111_2 = 57_8$

e) Zależność między systemami binarnym i szesnastkowym

System szesnastkowy jest powiązany z binarnym: **1 cyfra szesnastkowa = 4 bity binarne**

Przykład: $1010\ 1100_2$

$1010_2 = 10(10)$, co w systemie szesnastkowym odpowiada literze A_{16}

$1100_2 = 12(10)$, co w systemie szesnastkowym odpowiada literze C_{16}

Czyli: $10101100_2 = AC_{16}$

f) Przykład dec \rightarrow bin:

Liczbę dziesiętną dzielimy przez 2, zapisując kolejne reszty.

Przykład: $13_{10} = 1101_2$

$$13 \div 2 = 6 \text{ reszty } 1$$

$$6 \div 2 = 3 \text{ reszty } 0$$

$$3 \div 2 = 1 \text{ reszty } 1$$

$$1 \div 2 = 0 \text{ reszty } 1$$

Odczytujemy reszty **od dołu do góry**: $13_{10} = 1101_2$

g) Zastosowanie w sieciach:

Umiejętność konwersji jest niezbędna do prawidłowego operowania na:

- **Adresach IP** (zapis bitowy w maskach).
- **Maskach sieci** (określanie części sieciowej i hosta).
- **Podsieciach** (dzielenie zakresów adresowych).

Ćwiczenie 1. Adres MAC Twojego komputera

Każda karta sieciowa ma unikalny numer, np.: 00:0A:E6:BC:52:11. Skupmy się na jednym członie: BC. Zamień BC na system binarny.

Ćwiczenie 2. Kolor diody na routerze

Routery często sygnalizują błędy kolorami zapisanymi w kodzie szesnastkowym (RGB). Kolor pomarańczowy to często kod **FF A5 00**. Przelicz środkowy człon, czyli liczbę **A5**, na system dziesiętny.

3. Adresacja IPv4

Adres IPv4 to logiczny identyfikator urządzenia w sieci. Pozwala on na kierowanie pakietów danych do właściwego odbiorcy.

a. Budowa adresu

- **Długość:** 32 bity.
- **Format:** Składa się z **4 oktetów** (każdy oktet to 8 bitów), oddzielonych kropkami.
- **Przykład:** 192.168.1.10

Każdy adres IP dzieli się na dwie części:

1. **Część sieciowa:** Identyfikuje konkretną sieć (jak nazwa ulicy).
2. **Część hosta:** Identyfikuje konkretne urządzenie w tej sieci (jak numer domu).

b. Maska sieci

Maska wyznacza granicę między **częścią sieciową** (adres sieci) a **częścią hosta** (numer urządzenia).

- **Jedynki (255)** w masce = sieć.
- **Zera (0)** w masce = host.
- **Przykład:** W masce 255.255.255.0 (/24) pierwsze trzy liczby adresu IP wskazują sieć.

c. Adresy prywatne (Lokalne)

Są to zakresy adresów używane wewnątrz zamkniętych sieci (domy, szkoły, firmy). Nie można ich spotkać bezpośrednio w "dużym" Internecie.

- **10.0.0.0** – 10.255.255.255
- **172.16.0.0** – 172.31.255.255
- **192.168.0.0** – 192.168.255.255

d. Klasy adresów IPv4 (Podział historyczny)

Zanim wprowadzono nowoczesne metody dzielenia sieci, stosowano sztywne klasy zależne od pierwszego oktetu:

- **Klasa A:** zakres 1–126 (dla ogromnych sieci).
- **Klasa B:** zakres 128–191 (dla średnich sieci).
- **Klasa C:** zakres 192–223 (dla małych sieci lokalnych).

e. Adresy specjalne

Są to adresy o konkretnym przeznaczeniu, których nie przypisuje się zwykłym komputerom:

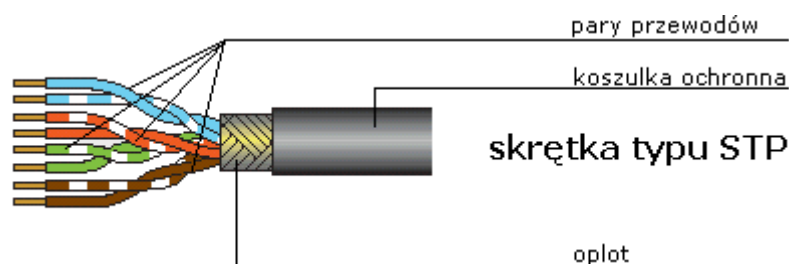
- **0.0.0.0:** Adres nieokreślony (używany np. gdy urządzenie szuka swojego IP).
- **127.0.0.1:** Adres zwrotny (**localhost**). Służy do testowania komunikacji wewnątrz Twojego własnego komputera.
- **255.255.255.255:** Adres rozgłoszeniowy (**broadcast**). Służy do wysyłania jednej wiadomości do wszystkich urządzeń w danej sieci naraz.

4. Media i topologie sieciowe

1. Media sieciowe

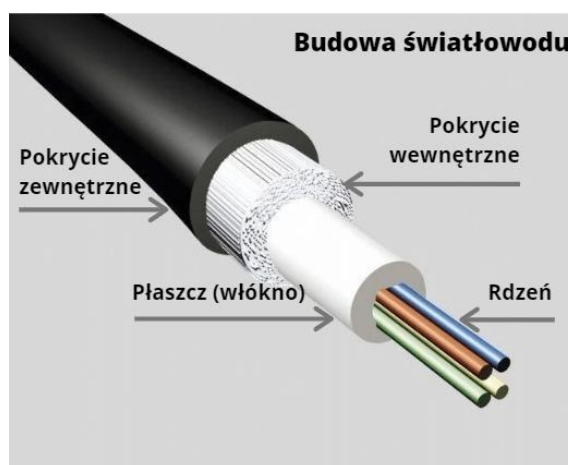
Są to środki transmisji danych używane do fizycznego łączenia urządzeń.

- **Skrętka miedziana (UTP, FTP, STP):** Najczęściej stosowana w sieciach LAN.
 - **UTP** – nieekranowana.
 - **FTP/STP** – ekranowana (posiada folię lub oplot chroniący przed zakłóceniami).
STP (*Shielded Twisted Pair*) ma oplot siatkowy, a **FTP** (*Foiled Twisted Pair*) ma folię aluminiową.
 - **Maks. długość:** 100 m.



Rysunek przedstawia przekrój kabla, gdzie widać cztery pary splecionych przewodów; w wersji ekranowanej STP są one dodatkowo owinięte folią ochronną.

- **Światłowód:** Bardzo duża przepustowość i zasięg.
 - **Zaleta:** Całkowita odporność na zakłócenia elektromagnetyczne (**EMI/RFI**).
 - **Zastosowanie:** Sieci szkieletowe (łączenie budynków i miast).



Schemat pokazuje budowę światłowodu, w którym sygnał świetlny odbija się od ścianek szklanego rdzenia ukrytego pod warstwami ochronnymi

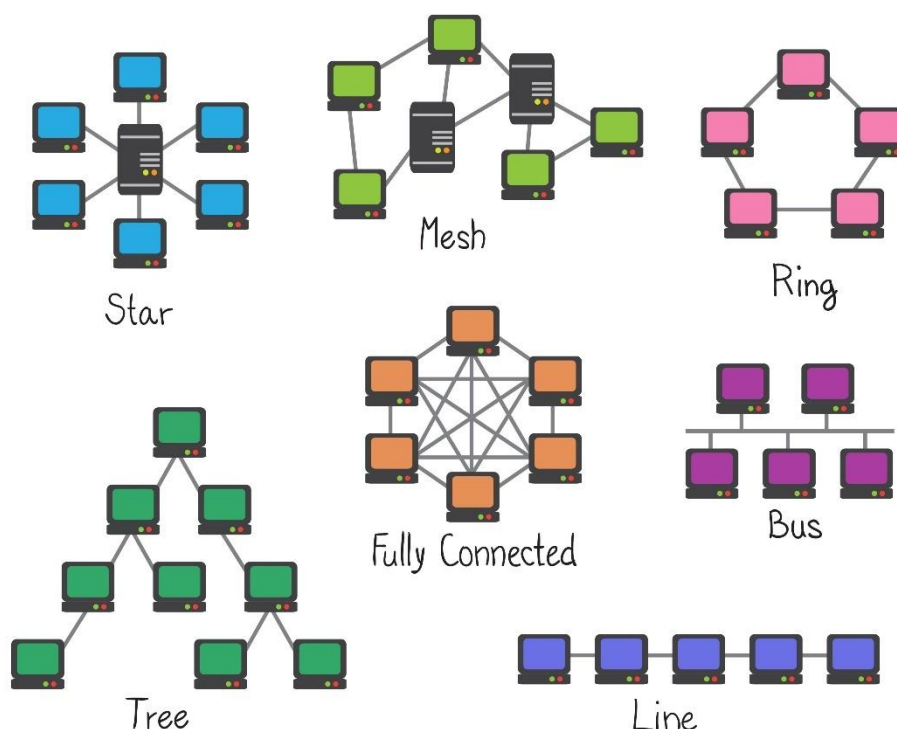
- **Media bezprzewodowe (Wi-Fi):**

Wygodne i mobilne, ale podatne na zakłócenia.

1. Topologie sieciowe

Opisują sposób fizycznego połączenia urządzeń w sieci.

- **Magistrala (Bus):** Jedna wspólna linia transmisyjna. Tania, ale przerwanie kabla unieruchamia całą sieć.
- **Gwiazda (Star):** Centralne urządzenie (**switch**). Najpopularniejsza – awaria jednego kabla nie psuje reszty sieci.
- **Pierścień (Ring):** Dane krążą w pętli. Awaria jednego elementu zatrzymuje sieć.
- **Siatka (Mesh):** Wiele połączeń między każdym urządzeniem. Bardzo wysoka niezawodność.



Schematy pokazują różnice w układzie połączeń; zwróć uwagę, że w topologii gwiazdy wszystkie urządzenia łączą się z jednym punktem środkowym.

Współczesne sieci opierają się niemal wyłącznie na topologii gwiazdy, która swoją popularność zawdzięcza ogromnej praktyczności – uszkodzenie pojedynczego kabla lub odłączenie jednego urządzenia nie przerywa pracy pozostałym użytkownikom. Centralnym punktem takiej struktury jest zazwyczaj przełącznik w warunkach biurowych lub router Wi-Fi w sieciach domowych. Jeśli chodzi o wykorzystywane media, standardem wewnątrz budynków pozostaje tania i prosta w montażu skrętka UTP, podczas gdy połączenia między piętrami lub budynkami realizowane są za pomocą światłowodów, które gwarantują odporność na zakłócenia i wyładowania atmosferyczne. Oczywiście dla końcowych użytkowników kluczowe pozostaje Wi-Fi, które eliminuje konieczność fizycznego podpinania kabli do urządzeń mobilnych.

5. Dzielenie sieci na podsieci (VLSM)

Dzielenie sieci (subnetting) pozwala na lepsze wykorzystanie puli IP, zwiększenie bezpieczeństwa oraz uporządkowanie struktury sieci.

1. Maska sieci – trzy sposoby zapisu

Maska określa granicę między siecią a hostami.

- **Dziesiętny:** 255.255.255.0
- **CIDR (skrótowy):** /24
- **Binarny:** 11111111.11111111.11111111.00000000

2. Obliczanie liczby hostów (urządzeń w sieci)

W sieciach komputerowych **host** to każde urządzenie, które posiada własny adres IP i uczestniczy w wymianie danych w sieci.

Liczba dostępnych adresów dla urządzeń to $2^h - 2$.

- **h:** liczba bitów hosta (zera w masce). Obliczamy: $h = 32 - \text{długość maski}$.
- **-2:** odejmujemy **adres sieci** (pierwszy) i **adres rozgłoszeniowy** (ostatni).

Przykład dla maski /26:

$$h = 32 - 26 = 6$$

$$2^6 = 64 \text{ (wszystkie adresy)}$$

$$64 - 2 = 62 \text{ (użyteczne hosty)}$$

3. VLSM (Variable Length Subnet Mask) – Przykład krok po kroku

Wyobraź sobie, że chcesz podzielić sieć na trzy mniejsze podsieci. W tradycyjnym subnettingu każda podsieć musi mieć taką samą wielkość (tę samą maskę). W VLSM każda podsieć może mieć inną maskę, idealnie dopasowaną do liczby potrzebnych komputerów (np. pomieszczeniach/działach; jak przy krojeniu pizzy - w tradycyjnym dzieleniu kroisz ją na równe kawałki np. 8 takich samych części a w VLSM możesz ją pokroić rozsądniej: jeden duży kawałek dla głodnej osoby, dwa średnie i kilka małych okruszków dla tych, którzy chcą tylko spróbować).

Dane: Sieć bazowa 192.168.10.0/24. Do wydzielenia są trzy podsieci:

A (50 hostów), B (20 hostów), C (10 hostów).

Krok 1: Sortowanie podsieci (od największej)

1. 50 hostów
2. 20 hostów
3. 10 hostów

Krok 2: Dobór masek

- 50 hostów → potrzeba 64 adresów → /26 (62 hosty)
- 20 hostów → potrzeba 32 adresów → /27 (30 hostów)
- 10 hostów → potrzeba 16 adresów → /28 (14 hostów)

Krok 3: Przydział adresów

Podsieć A (50 hostów):

Adres sieci: 192.168.10.0/26

Zakres hostów: 192.168.10.1 – 192.168.10.62

Broadcast: 192.168.10.63

Podsieć B (20 hostów):

Adres sieci: 192.168.10.64/27

Zakres hostów: 192.168.10.65 – 192.168.10.94

Broadcast: 192.168.10.95

Podsieć C (10 hostów):

Adres sieci: 192.168.10.96/28

Zakres hostów: 192.168.10.97 – 192.168.10.110

Broadcast: 192.168.10.111

Skąd wzięły się te adresy?

1. **Podsieć A (64-adresy):**
 - Zaczynamy od 0.
 - Bierzemy 64 adresy (od 0 do 63).
 - **Adres sieci:** 0 (pierwszy).
 - **Broadcast:** 63 (ostatni).
 - **Hosty:** 1–62 (wszystko w środku).
2. **Podsieć B (32-adresy):**
 - Zaczynamy od razu po poprzednim, czyli od 64.
 - Bierzemy 32 adresy (od 64 do 95).
 - **Adres sieci:** 64.
 - **Broadcast:** 95.
 - **Hosty:** 65–94.
3. **Podsieć C (16-adresów):**
 - Zaczynamy po poprzednim, czyli od 96.
 - Bierzemy 16 adresów (od 96 do 111).
 - **Adres sieci:** 96.
 - **Broadcast:** 111.
 - **Hosty:** 97–110.

Następna sieć zaczyna się tam, gdzie skończył się poprzedni broadcast + 1.

Wewnątrz każdej podsieci pierwszy numer to Adres Sieci, a ostatni to Broadcast. Komputery dostają to, co zostanie pomiędzy nimi.

Ćwiczenie 3. Projektowanie adresacji IP z wykorzystaniem techniki VLSM

Cel zadania: Efektywne podzielenie dostępnej przestrzeni adresowej na mniejsze podsieci o różnej wielkości, tak aby zminimalizować marnotrawstwo adresów IP i zapewnić każdemu działowi wymaganą liczbę miejsc dla hostów.

Sytuacja biznesowa: Jesteś administratorem sieci w nowym biurowcu. Otrzymałeś do dyspozycji jedną główną pulę adresów (budynek). Musisz wydzielić w niej osobne, bezpieczne strefy dla trzech różnych działów, zachowując ciągłość numeracji i doliczając niezbędne adresy techniczne (adres sieci oraz adres rozgłoszeniowy).

Dane wejściowe:

- **Sieć bazowa:** 172.16.0.0/24 (Pula 256 adresów).
- **Wymagania działów:**
 1. **Dział Projektowy:** 60 hostów.
 2. **Dział Księgowości:** 28 hostów.
 3. **Dział IT:** 12 hostów.

Ćwiczenie 4. Zaszifrowana w ciągu binarnym wiadomość

Dokonaj konwersji poniższego ciągu zer i jedynek na tekst jawny.

01110011 01110100 01110010 01111010 01100001 11000101 10110010 00100000 01110111
00100000 01100100 01111010 01101001 01100101 01110011 01101001 11000101 10100101
01110100 01101011 11000101 10111001

Dla skrajnego ułatwienia dodamy, że do kodowania użyto tylko małych liter ze standardu UTF-8, z którego korzysta obecnie ponad 98% stron internetowych na świecie. Oto zestawienie kodów binarnych dla wszystkich liter polskiego alfabetu w standardzie UTF-8. Warto zauważyć różnicę: podstawowe litery (łacińskie) zajmują 8 bitów (1 bajt), natomiast polskie znaki diakrytyczne (ogonki) są zapisywane za pomocą 16 bitów (2 bajty).

Litera	Kod binarny	Litera	Kod binarny
a	1100001	m	1101101
ą	1 100 010 010 100 100	n	1101110
b	1100010	ń	1 100 010 110 110 010
c	1100011	o	1101111
ć	1 100 010 010 000 110	ó	1 100 001 110 110 010
d	1100100	p	1110000
e	1100101	r	1110010
ę	1 100 010 110 100 100	s	1110011
f	1100110	ś	1 100 010 110 111 010
g	1100111	t	1110100
h	1101000	u	1110101
i	1101001	w	1110111
j	1101010	y	1111001
k	1101011	z	1111010
l	1101100	ź	1 100 010 110 111 000
ł	1 100 010 110 110 010	ż	1 100 010 110 111 100

Ćwiczenie 5. Zadania typu CTF (Capture The Flag) najczęściej polegają na analizie surowych danych. Otrzymujesz zagadkowy ciąg znaków i musisz samodzielnie zidentyfikować sposób jego zapisu. Tak jest tym razem. Nie jest to ciąg binarny ani szesnastkowy. Składa się z wielkich i małych liter, cyfr oraz charakterystycznego znaku równości na końcu.

Zaszyfrowany ciąg: `U3RyemHFgiB3IGR6aWVzacSFdGvEmQ==`

Twoja misja:

1. Zidentyfikuj format kodowania.
2. Dowiedz się, co oznaczają znaki == na końcu ciągu
3. Odszyfruj wiadomość.

Rozwiązanie Ćwiczenia 1: Zamienić człon adresu MAC o treści BC na system dwójkowy

Krok 1: Rozbijamy człon na pojedyncze znaki. Mamy literę B oraz literę C.

Krok 2: Sprawdzamy wartości liter (według ściąg).

- *B to w systemie dziesiętnym 11.*
- *C to w systemie dziesiętnym 12.*

Krok 3: Zamieniamy każdą cyfrę na 4 bity (zera i jedynki).

- *Aby uzyskać 11, potrzebujemy: $8 + 2 + 1$. Zapis binarny to 1011.*
- *Aby uzyskać 12, potrzebujemy: $8 + 4$. Zapis binarny to 1100.*

Liczba szesnastkowa BC w systemie binarnym to: 1011 1100.

Rozwiązanie Ćwiczenia 2: Zamienić fragment kodu koloru A5 na zwykłą liczbę dziesiętną.

Krok 1: Rozpisujemy pozycje (wagi).

W systemie szesnastkowym pierwsza cyfra od prawej mnożona jest przez 1, a druga od prawej przez 16.

Krok 2: Zamieniamy litery na liczby.

- *Litera A to w systemie dziesiętnym 10.*
- *Cyfra 5 zostaje jako 5.*

Krok 3: Wykonujemy mnożenie i dodawanie.

- $(10 * 16) + (5 * 1) = 165$

Liczba szesnastkowa A5 odpowiada liczbie 165 w systemie dziesiętnym.

Rozwiązanie Ćwiczenia 3: Projektowanie adresacji IP z wykorzystaniem techniki VLSM

Dane: Sieć bazowa 172.16.0.0/24.

Działy: Projektowy (60), Księgowość (28), IT (12).

1. Dział Projektowy (60 hostów)

Ile potrzebujemy miejsc? $60 + 2 = 62$.

*Rozmiar bloku: Najbliższa potęga dwójki to **64** (maska /26).*

Adres sieci: 172.16.0.0 (zaczynamy budynek od zera).

Zakres hostów: 172.16.0.1 do 172.16.0.62.

Broadcast: 172.16.0.63 (to jest 64. numer, licząc od zera).

2. Dział Księgowości (28 hostów)

Ile potrzebujemy miejsc? $28 + 2 = 30$.

*Rozmiar bloku: Najbliższa potęga dwójki to **32** (maska /27).*

Adres sieci: 172.16.0.64 (pierwszy wolny numer po Projektowym).

Zakres hostów: 172.16.0.65 do 172.16.0.94.

Broadcast: 172.16.0.95 (bo $64 + 31 = 95$).

3. Dział IT (12 hostów)

Ile potrzebujemy miejsc? $12 + 2 = 14$.

*Rozmiar bloku: Najbliższa potęga dwójki to **16** (maska /28).*

Adres sieci: 172.16.0.96 (pierwszy wolny numer po Księgowości).

Zakres hostów: 172.16.0.97 do 172.16.0.110.

Broadcast: 172.16.0.111 (bo $96 + 15 = 111$).

Rozwiązanie Ćwiczenia 4: *strzał w dziesiątkę*

Podpowiedź do Ćwiczenia 5: *Base64/padding*