Variable Length Subnet Mask (VLSM)

Variable Length Subnet Mask (VLSM)

- Zmienna Długość Maski Podsieci
- Dzielenie sieci na podsieci o różnej długości maski w celu uzyskania sieci o różnych rozmiarach
- Zalety:
  - Lepsze dostosowanie budowy sieci do narzuconych wymagań
  - Czasami jedyna możliwość zaadresowania wymaganej liczby urządzeń

VLSM — przykład

- Wymagania:
  - Dysponujemy adresem klasy C: 192.168.1.0
  - 2 sieci zawierające co najmniej 60 hostów (dwa działy w firmie)
  - 4 sieci zawierające co najmniej 10 hostów (podsieci dla serwerów)
  - Jak najwięcej sieci dla dwóch hostów (połączenia punkt-punkt dla pracowników pracujących w domu)
- Suma: 2*60 + 4*10 = 160 < 254 → O.K.

VLSM — przykład: bez VLSM

- Co najmniej 60 hostów –> co najmniej 6 bitów na podsieć: $2^6 > 60 > 2^5$
- Co jeśli wszystkie podsieci mają identyczną maskę? (Brak VLSM)

Podsieć 1	192.168.1.00000000	192.168.1.0/26	Serwery 1
Podsieć 2	192.168.1.01000000	192.168.1.64/26	Dział 1
Podsieć 3	192.168.1.10000000	192.168.1.128/26	Dział 2
Podsieć 4	192.168.1.11000000	192.168.1.192/26	Serwery 2

VLSM — przykład: c.d. 1

- Co najmniej 60 hostów –> co najmniej 6 bitów na podsieć: $2^6 > 60 > 2^5$

Podsieć 1	192.168.1.00000000	192.168.1.0/26	Do dalszego podziału
Podsieć 2	192.168.1.01000000	192.168.1.64/26	Dział 1
Podsieć 3	192.168.1.10000000	192.168.1.128/26	Dział 2
Podsieć 4	192.168.1.11000000	192.168.1.192/26	Do dalszego podziału

VLSM — przykład: c.d. 2

- Dzielimy niewykorzystane podsieci
- Co najmniej 10 hostów -> co najmniej 4 bity na podsieć: $2^4 > 10 > 2^3$

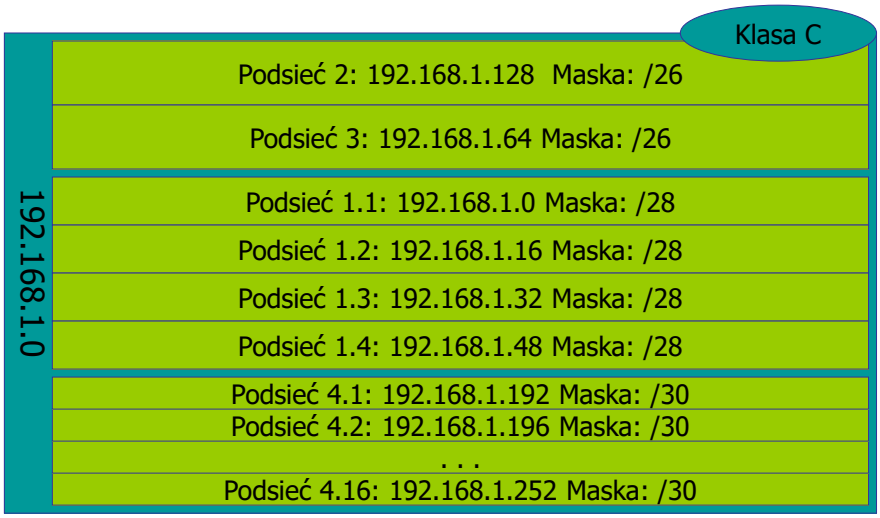
Podsieć 1.1	192.168.1.00000000	192.168.1.0/28	Serwery 1
Podsieć 1.2	192.168.1.00010000	192.168.1.16/28	Serwery 2
Podsieć 1.3	192.168.1.00100000	192.168.1.32/28	Serwery 3
Podsieć 1.4	192.168.1.00110000	192.168.1.48/28	Serwery 4

VLSM — przykład: c.d. 3

- Po dwa hosty -> 2 bity na podsieć: $2^2-2=2$
- Wszystkie pozostałe niewykorzystane podsieci dzielimy używając maski 30 bitowej np.:

Podsieć 4.1	192.168.1.11000000	192.168.1.192/30	Punkt-punkt 1
Podsieć 4.2	192.168.1.11000100	192.168.1.196/30	Punkt-punkt 2
Podsieć 4.3	192.168.1.11001000	192.168.1.200/30	Punkt-punkt 3
Podsieć 4.4	192.168.1.11001100	192.168.1.204/30	Punkt-punkt 4

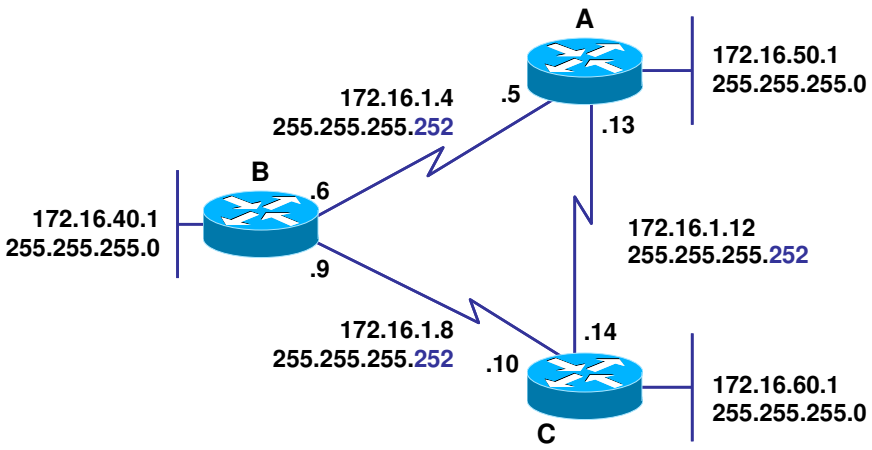
VLSM — przykład: całość



VLSM — przykład: podsumowanie

- Adresy zostały przydzielone zgodnie z wymogami protokołu IP
- Sieć została podzielona pomiędzy odpowiednie hosty zgodnie z założeniami
- Zostało stworzone 2+4+16 sieci o odpowiednio 26/28/30 bitowej masce.

VLSM — łącza szeregowe



VLSM — łącza szeregowe: realizacja

- Wybierz jedną podsieć ‘normalnego’ rozmiaru
- Podziel ją na podsieci zwiększając długość maski
- Wszystkie pod-podsieci utrzymuj w jednym obszarze

172.16.0.0	**Klasa B**
255.255.255.0	**256 podsieci**
172.16.1.0	**Wybrano podsieć 1**
255.255.255.252	**64 dodatkowe podsieci**

Wyznaczanie tras w sieci IP

Routing statyczny

Funkcje warstwy sieciowej

- Wprowadzenie jednolitej adresacji niezależnej od niższych warstw (IP)
- Współpraca z niższymi warstwami modelu OSI/ISO
- Udostępnienie funkcjonalności wyższym warstwom modelu OSI/ISO

Dostarczenie pakietu od nadawcy od odbiorcy (RIP, IGRP, OSPF, EGP, BGP)

Dostarczenie pakietu — plan

- Dostarczenie pakietu od odbiorcy do nadawcy wymaga posiadania zdolności wyznaczania trasy (ang. routing) od odbiorcy do nadawcy.
  - Informacje, które muszą posiadać urządzenia w celu wyznaczenia drogi
  - Sposób wykorzystania tych informacji
  - Sposób uzyskania tych informacji

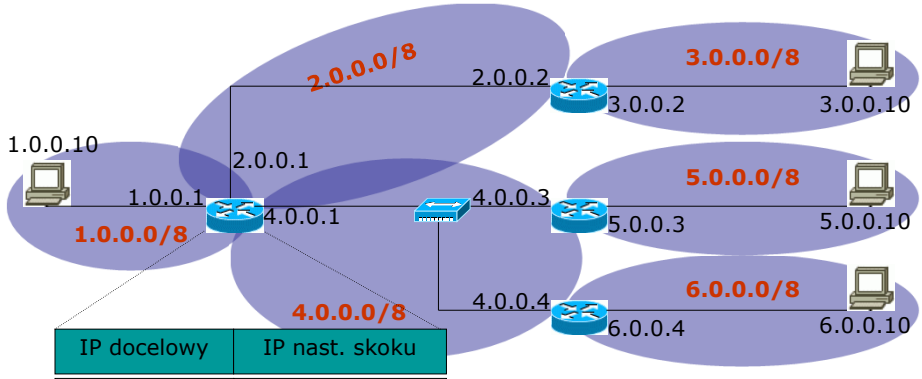
Rodzaje dostarczania: bezpośrednie i pośrednie

- Dostarczanie bezpośrednie
  - przesyłanie datagramu do hosta znajdującego się w tej samej sieci fizycznej (ten sam numer sieci w adresach IP)
  - enkapsulacja danych w ramkę warstwy łącza danych
  - powiązanie adresu odbiorcy z adresem sprzętowym
  - dostarczenie za pośrednictwem sieci fizycznej
- Dostarczanie pośrednie
  - przesyłanie datagramu do hosta znajdującego się w innej sieci fizycznej (różne numery sieci w adresach IP)
  - potrzebny jest pośrednik — router
  - enkapsulacja danych w ramkę warstwy łącza danych
  - sprzętowym adresem docelowym jest adres routera
  - przekazanie ramki do routera tak jak dostarczaniu bezpośrednim

Tablica routingu

- Zawiera skojarzenie pomiędzy
  - adresem przeznaczenia
    - adres hosta
    - adres grupy hostów
      - grupa wszystkich komputerów o tym samym adresie sieci
      - minimalizacja tablicy routingu
  - adresem interfejsu następnego urządzenia na trasie do hosta(grupy) o podanym wcześniej adresie
    - routowanie odbywa się etapami
    - jeden z interfejsów następnego urządzenia jest dołączony do tej samej sieci fizycznej co jeden z interfejsów bieżącego urządzenia
      - przekazywanie datagramów odbywa się metodą bezpośrednią
- Jeśli masz do wysłania pakiet skierowany pod adres przeznaczenia to przekaż go podanemu interfejsowi

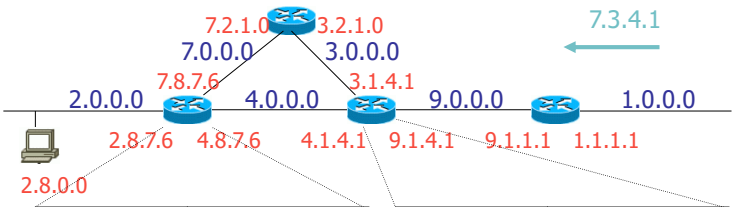
Tablica routingu



IP docelowy	IP nast. skoku
1.0.0.0/8	bezp. doł.
2.0.0.0/8	bezp. doł.
4.0.0.0/8	bezp. doł.
3.0.0.0/8	2.0.0.2
5.0.0.0/8	4.0.0.3
6.0.0.0/8	4.0.0.4

Przyjmujemy domyślną dla klasy A maskę 255.0.0.0 (/8).

Tablica routingu

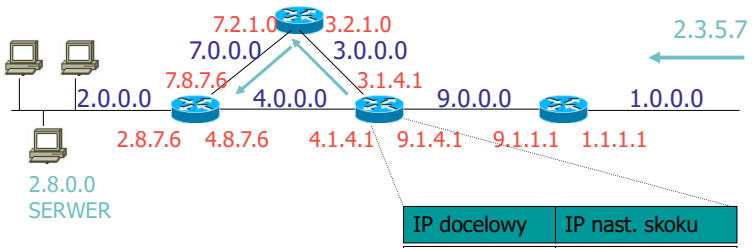


IP docelowy	IP nast. skoku
9.0.0.0	4.1.4.1
1.0.0.0	4.1.4.1
3.0.0.0	7.2.1.0

IP docelowy	IP nast. skoku
1.0.0.0	9.1.1.1
2.0.0.0	4.8.7.6
7.0.0.0	3.2.1.0

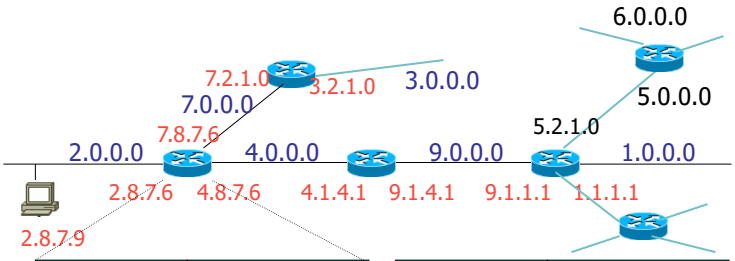
Minimalizacja dzięki powiązaniu adresacji z położeniem geograficznym (por. switch)

Tablica routingu



IP docelowy	IP nast. skoku
1.0.0.0	9.1.1.1
7.0.0.0	3.2.1.0
2.0.0.0	4.8.7.6
2.8.0.0	**3.2.1.0**

Tablica routingu



IP docelowy	IP nast. skoku
3.0.0.0	7.2.1.0
9.0.0.0	4.1.4.1
1.0.0.0	4.1.4.1
5.0.0.0	4.1.4.1
6.0.0.0	4.1.4.1

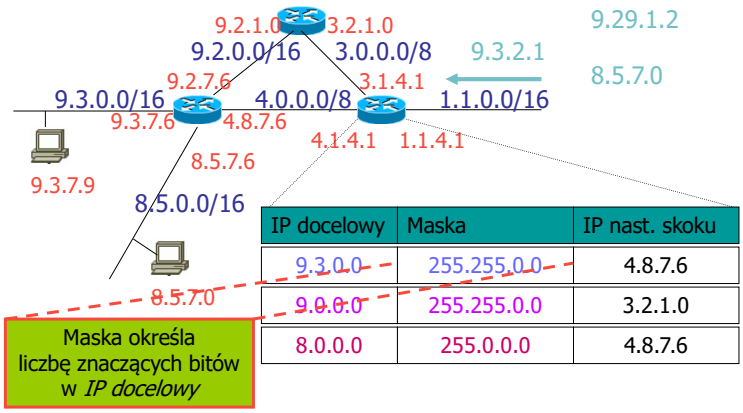
IP docelowy	IP nast. skoku
3.0.0.0	7.2.1.0
0.0.0.0	**4.1.4.1**

trasa domyślna

Jak skorzystać z tablicy routingu?

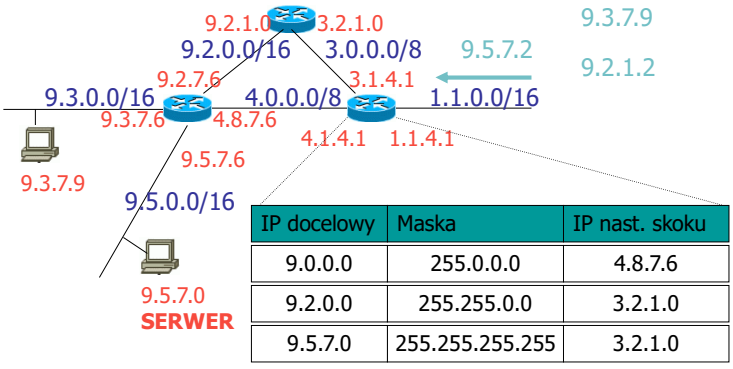
1. Jeśli istnieje w tablicy routingu wpis dla pojedynczego urządzenia prześlij pakiet do interfejsu o adresie skojarzonym z tym wpisem
2. Jeśli istnieje w tablicy routingu wpis dla całej sieci prześlij pakiet do interfejsu o adresie skojarzonym z tym wpisem
3. Jeśli istnieje w tablicy routingu informacja o trasie domyślnej prześlij pakiet do interfejsu o adresie skojarzonym z tą trasą
4. Odrzuć pakiet i wyślij komunikat *ICMP destination unreachable*

Tablica routingu z uwzględnieniem podsieci



IP docelowy	Maska	IP nast. skoku
9.3.0.0	255.255.0.0	4.8.7.6
9.0.0.0	255.255.0.0	3.2.1.0
8.0.0.0	255.0.0.0	4.8.7.6

Tablica routingu z uwzględnieniem podsieci



IP docelowy	Maska	IP nast. skoku
9.0.0.0	255.0.0.0	4.8.7.6
9.2.0.0	255.255.0.0	3.2.1.0
9.5.7.0	255.255.255.255	3.2.1.0

Jak skorzystać z tablicy routingu?

1. Wybierz z tablicy routingu te wpisy, w których grupa docelowa zgadza się z adresem docelowym znajdującym się w przekazywanym pakiecie
2. Wybierz spośród nich ten, który ma najdłuższą maskę
3. Prześlij pakiet do interfejsu o adresie skojarzonym z tym wpisem
4. Odrzuć pakiet i wyślij komunikat ICMP destination ureachable

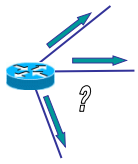
Por. trasa domyślna

Tablica routingu — wnioski

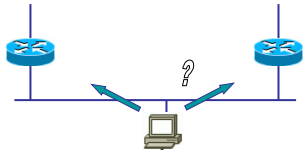
- Routing IP jest dokonywany na podstawie kolejnych przejść.
- IP nie zna pełnej trasy do żadnego z punktów przeznaczenia.
- Routing jest możliwy dzięki przekazywaniu datagramu do interfejsu następnego urządzenia. Zakłada się, że kolejne urządzenie jest „bliżej” punktu przeznaczenia niż bieżące urządzenie (komputer lub router).

Kto podejmuje decyzję?

- Router



- Komputer



Przykładowa tablica routingu komputera (Windows)

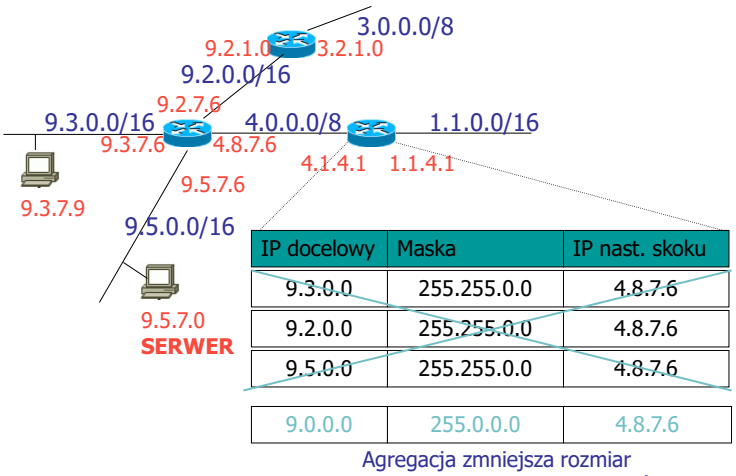
```
===========================================================================
Aktywne trasy:
Miejsce docelowe w sieci      Maska sieci      Brama      Interfejs

          0.0.0.0          0.0.0.0    192.193.34.15   192.193.34.16
        127.0.0.0        255.0.0.0        127.0.0.1       127.0.0.1
     192.193.34.0    255.255.255.0    192.193.34.16   192.193.34.16
    192.193.34.16  255.255.255.255        127.0.0.1       127.0.0.1
  255.255.255.255  255.255.255.255    192.193.34.16   192.193.34.16
Domyślna brama:    192.193.34.15.
===========================================================================
```

Minimalizacja tablicy routingu

- Switch — wpis dla każdego urządzenia
- Router — wykorzystuje powiązanie adresu z położeniem geograficznym
  - Wpis dla podsieci
  - Wpis dla sieci
  - Trasa domyślna
  - Nie musi odwzorowywać budowy fizycznej sieci
- Zwiększa wydajność routera

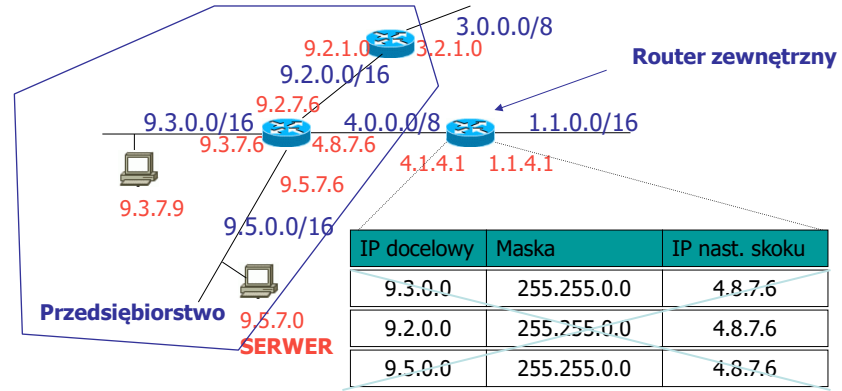
Minimalizacja tablicy routingu



IP docelowy	Maska	IP nast. skoku
9.3.0.0	255.255.0.0	4.8.7.6
9.2.0.0	255.255.0.0	4.8.7.6
9.5.0.0	255.255.0.0	4.8.7.6
9.0.0.0	255.0.0.0	4.8.7.6

Agregacja zmniejsza rozmiar
tablicy routingu przy zachowaniu osiągalności urządzeń

Minimalizacja tablicy routingu

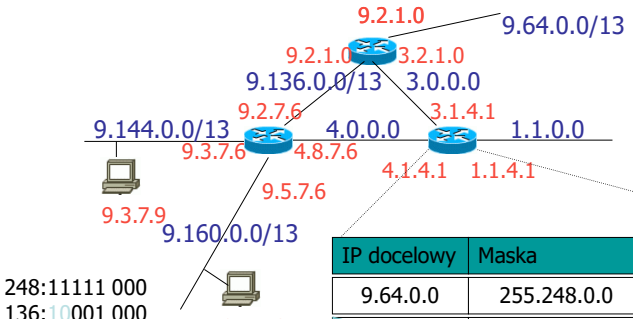


Podsieci ukrywają wewnętrzną budowę sieci

IP docelowy	Maska	IP nast. skoku
9.3.0.0	255.255.0.0	4.8.7.6
9.2.0.0	255.255.0.0	4.8.7.6
9.5.0.0	255.255.0.0	4.8.7.6
9.0.0.0	255.0.0.0	4.8.7.6

Agregacja zmniejsza rozmiar
tablicy routingu przy zachowaniu osiągalności urządzeń

Minimalizacja tablicy routingu



248:11111 000
136:10001 000
144:10010 000
160:10100 000
192:11 000000
128:10 000000

IP docelowy	Maska	IP nast. skoku
9.64.0.0	255.248.0.0	3.2.1.0
9.136.0.0	255.248.0.0	4.8.7.6
9.144.0.0	255.248.0.0	4.8.7.6
9.160.0.0	255.248.0.0	4.8.7.6
9.128.0.0	255.192.0.0	4.8.7.6

Agregacja niekoniecznie na granicy sieci

Optymalizacja adresacji

- Po co wprowadzamy nowy schemat adresacji?
- Problemy:
  - Brak wolnych adresów sieci
    - Sieć klasy A (126): zbyt duża (ponad 16mln hostów)
    - Sieć klasy C(2 mln): zbyt mała (254 hosty)
    - Sieć klasy B(16 tys): ok., ale jest ich tylko 16384!
  - Wzrost wielkości tablic routingu
    - Dużo sieci klasy C

Problemy adresacji

- Praktyka:
  - Wiele firm ma więcej niż 254 hosty, ale nie wiele więcej niż kilka tysięcy – można przydzielać kilka adresów sieci klasy C.
    - < 256 – 1 sieć klasy C
    - < 512 – 2 sieci klasy C
    - ...
  - Duży rozmiar tablic routingu ☹

Problemy adresacji

- Rozwiązanie:
  - Numery klas C nie są przyznawane losowo. Sieci umieszczone w tym samym geograficznym położeniu mają takie same prefiksy.
  - Routery mają świadomość istnienia prefiksów
  - Rezygnujemy z pojęcia ‘Klasy sieci’.

Classless Inter-Domain Routing (CIDR)

Schemat adresacji - po co go wprowadzamy ?

- Problem 1: brak wolnych adresów sieci
  - np. tylko 16384 sieci klasy B
  - rozwiązanie: „dzielenie" adresów klasy B na mniejsze (odpowiadające klasie C)
- Problem 2: wzrost wielkości tablic routingu
  - rozwiązanie: agregacja tablic routingu w zależności od providera lub od lokalizacji geograficznej

Classless Inter-Domain Routing (CIDR)

Struktura adresu CIDR (by Regional Internet Registries)

Prefix 13 do 27 bitów - numer sieci

Numer hosta

Nie mówimy o klasach adresów

- Podsumowanie:
  - CIDR służy oszczędzaniu adresów przez ich gęstą alokację
  - CIDR jest analogiczny do VLSM (adresacja ze zmienną maską)
  - Techniki te są jednak środkami przejściowymi, jedynym rozwiązaniem omówionych problemów jest nowy schemat adresacji

Adresacja bezklasowa

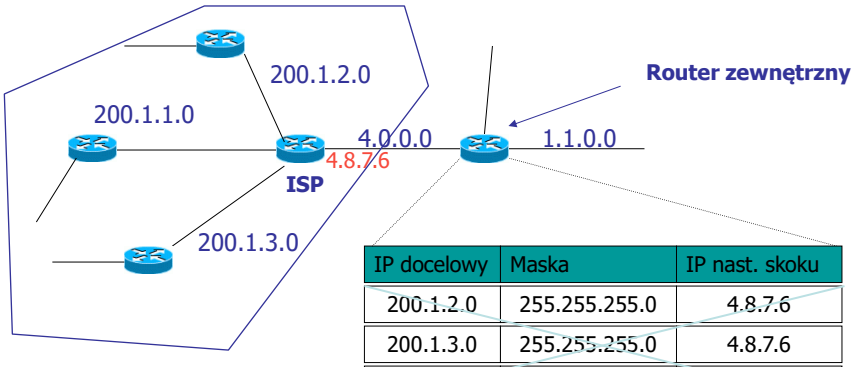
Adresacja klasowa:

Część sieci	Część podsieci	Część hosta
jedynki		zera

Adresacja bezklasowa:

Prefiks	Część hosta
jedynki	zera

Minimalizacja tablicy routingu



IP docelowy	Maska	IP nast. skoku
200.1.2.0	255.255.255.0	4.8.7.6
200.1.3.0	255.255.255.0	4.8.7.6
200.1.1.0	255.255.255.0	4.8.7.6
200.1.0.0	255.255.0.0	4.8.7.6

Hierarchiczna agregacja tablic routingu w zależności od ISP i położenia geograficznego.

Routing statyczny

- Polega na ręcznym dodawaniu przez administratora wpisów w tablicach routingu wszystkich routerów
- Przewidywalny – trasa po której pakiet jest przesyłany jest dobrze znana i może być kontrolowana
- Łącza nie są dodatkowo obciążone wiadomościami służącymi do routowania
- Łatwe do skonfigurowania w małych sieciach
- Nadaje się do sieci końcowych
- Zwiększa bezpieczeństwo — brak wymiany komunikatów o sieciach sprawia, że nikt ich nie może podsłuchać
- Brak skalowalności
- Brak obsługi redundantnych połączeń
- Nieumiejętność dostosowania się do dynamicznych zmian w konfiguracji sieci