

Wprowadzenie do MPLS

Program

1. Podstawowe koncepcje MPLS

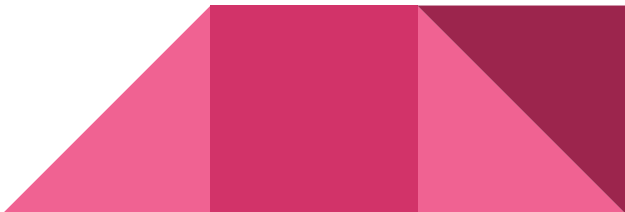
- zastosowanie MPLS
- etykieta MPLS i stos etykiet
- terminologia stosowana w technologii MPLS
- propagacja TTL
- architektura

2. LDP

- odkrywanie sąsiadów
- dystrybucja etykiet

3. Wstęp do przełączania typu CEF switching

4. Konfiguracja, weryfikacja i rozwiązywanie problemów



Wymagania

- CCNA / CCNP
- Wiedza z zakresu:
 - Cisco IOS
 - Model OSI
 - GRE Tunnel
 - IP Routing oraz protokoły routingu (IGP oraz BGP)

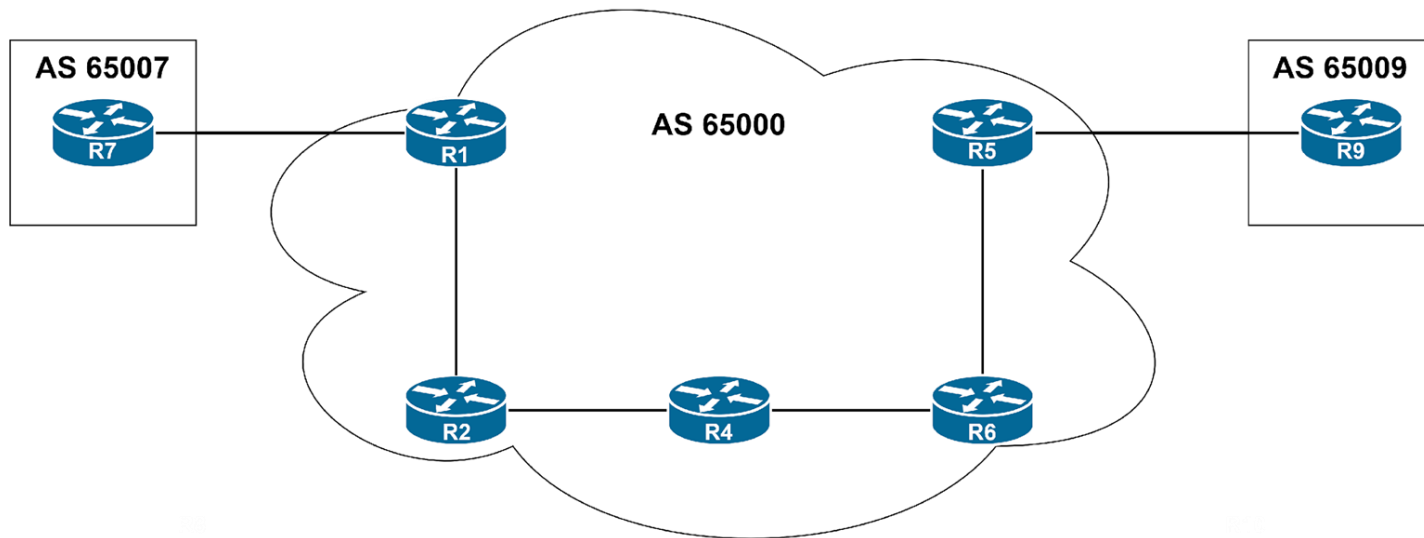


Jaki problem rozwiązuje technologia MPLS?

- BGP free core
- Sieć wielosługowa
- Aplikacje (L3VPN, L2VPN, 6PE, 6VPE)
- Traffic Engineering (MPLS TE)
- ~~- Szybsze przełączanie pakietów MPLS niż pakietów IP~~

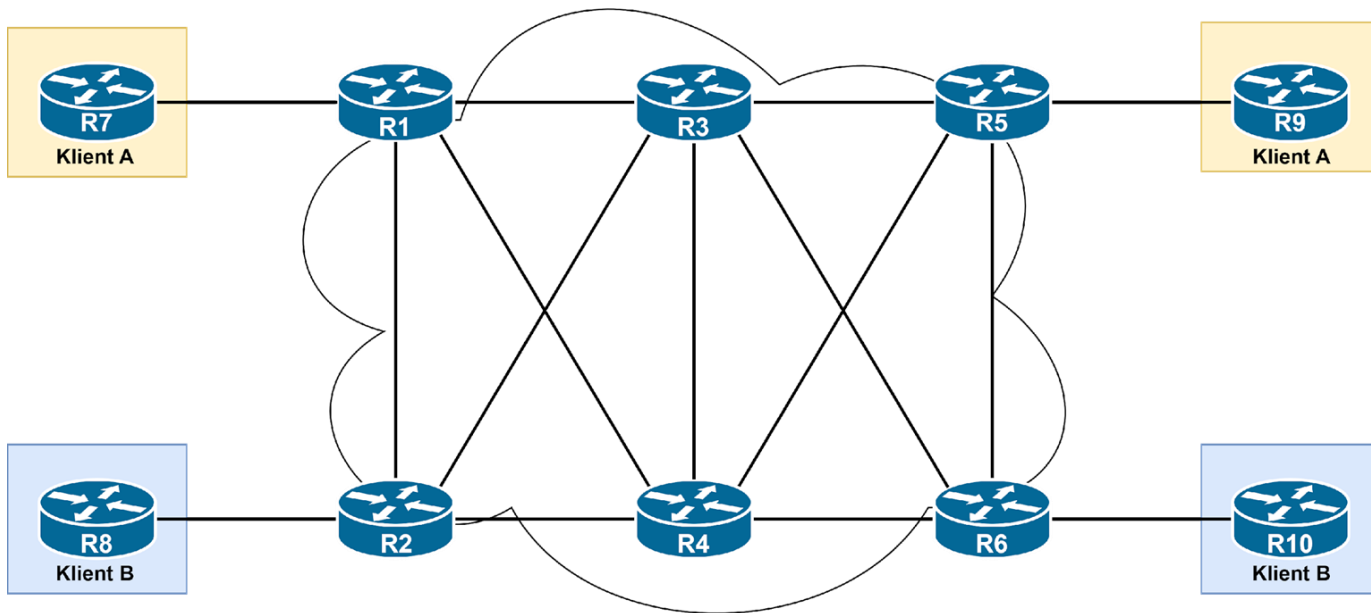


BGP free core



Czy proces BGP musi być skonfigurowany na wszystkich routerach w AS65000, aby zapewnić łączność między AS65007 i AS65009?

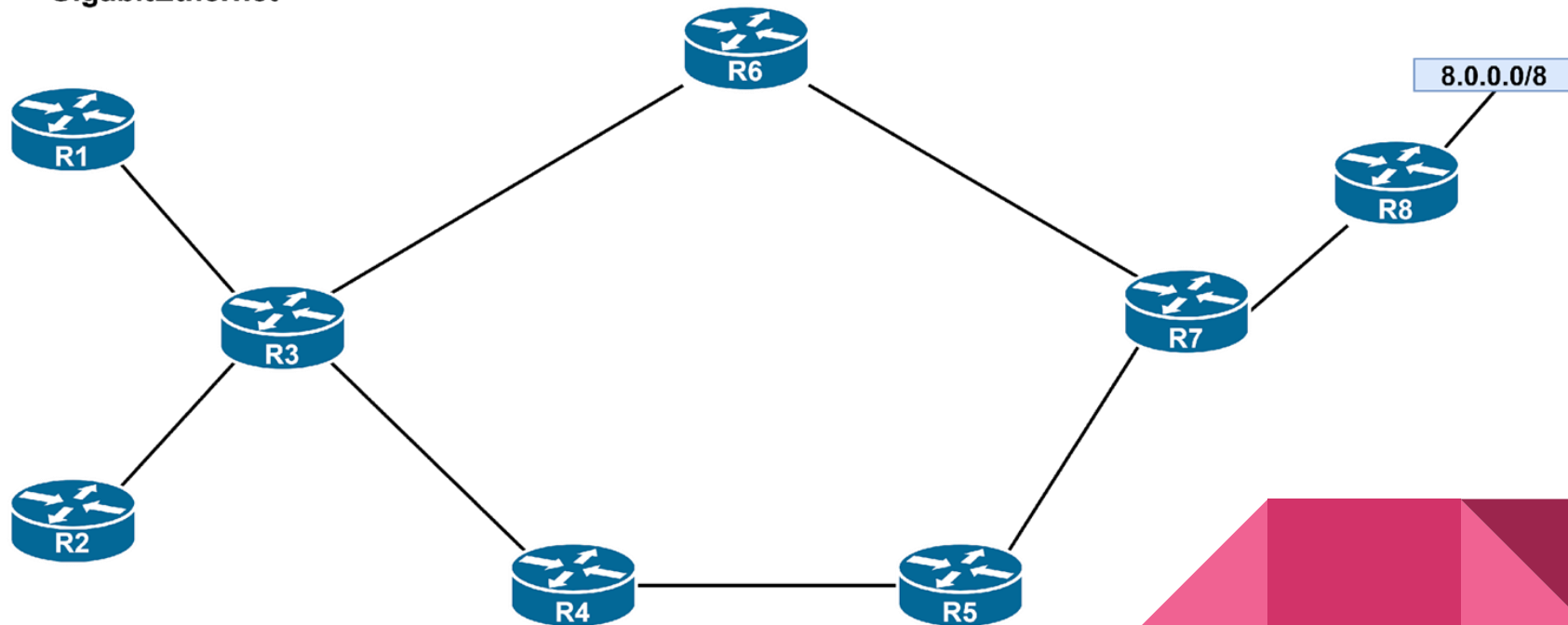
MPLS VPN



- Umożliwia łączność pomiędzy zdalnymi lokalizacjami klienta

Traffic Engineering (TE), czyli inżyniera ruchu

— GigabitEthernet



Czym jest MPLS?

- Tradycyjny IP Routing – router podejmuje decyzję na podstawie *destination address*
- MPLS (**M**ulti **P**rotocol **L**abel **S**witching) – router podejmuje decyzję na podstawie etykiety

Sieć MPLS zapewnia jeden mechanizm transportu dla wszystkich rodzajów usług – np. IPv4, IPv6, Ethernet, PPP, HDLC, etc.



Etykieta - nagłówek

- **Label:** Label Value, 20 bits
- **Exp:** Experimental Use, 3 bits
- **S:** Bottom of Stack, 1 bit
- **TTL:** Time to Live, 8 bits



- Etykiety 0-15 są zarezerwowane i pełnią specjalne funkcje

Label stack (stos etykiet)



Urządzenia w sieci MPLS

- Ingress LSR / Label Edge Router (LER) / **PE router**
 - otrzymuje pakiet IP i dodaje do niego nagłówek MPLS /*label imposition*/
- Egress LSR / Label Edge Router (LER) / **PE router**
 - otrzymuje MPLS pakiet i usuwa nagłówek MPLS /*label disposition*/
- Intermediate LSR / **P router**
 - przełącza ruch wyłącznie na podstawie etykiet



Label Switched Path (LSP)

- Label Switched Path – ścieżka, którą obierają pakiety w sieci MPLS

A label switched path (LSP) is a sequence of LSRs that switch a labeled packet through an MPLS network.

- Jednokierunkowa (**unidirectional**)



Forwarding Equivalency Class (FEC)

- Pakiety, które są jednakowy sposób routowane przez sieć MPLS, klasyfikowane są do jednej klasy FEC i **otrzymują tę samą etykietę.**
- Klasyfikacji dokonuje Ingress LSR (router wejściowy).
- Przykład FEC:
 - pakiety z tym samym adresem docelowym (destination address)
 - pakiety posiadające ten sam BGP Next-Hop adres
 - Pakiety posiadające tę samą wartość DSCP (QoS)

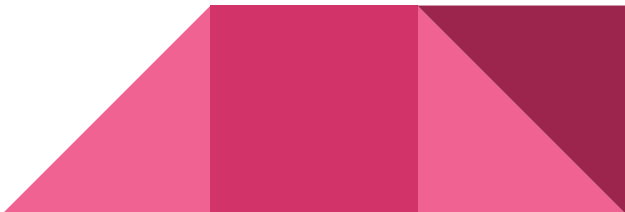


Skąd się biorą etykiety, czyli Label Distribution

- Tag Distribution Protocol (TDP)
- Label Distribution Protocol (LDP)
 - Dystrybucja etykiet **wyłącznie dla prefixów IGP**
 - 1 etykieta = 1 prefix IGP
 - Lokalne znaczenie
- Resource Reservation Protocol (RSVP)
 - MPLS TE
- Multiprotocol Border Gateway Protocol (MP-BGP)



Label Distribution (cd.)

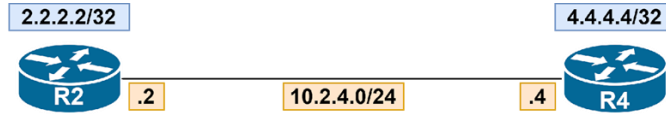
- Label Control Mode
 - **Independent** – router niezależnie przydziela etykietę do wszystkich IGP prefixów
 - Ordered
 - Label Distribution Mode
 - **Unsolicited Downstream** – router wysyła swoje etykiety do wszystkich sąsiadów
 - Downstream-on-Demand
 - Label Retention Mode
 - **Liberal** – router przechowuje wszystkie etykiety w LIB
 - Conservative
- 

LDP - funkcje

- Odkrywanie sąsiadów [discovering neighbors]
- Tworzenie i utrzymanie relacji sąsiedzkiej [session establishment and maintenance]
- Dystrybucja etykiet [advertising labels]

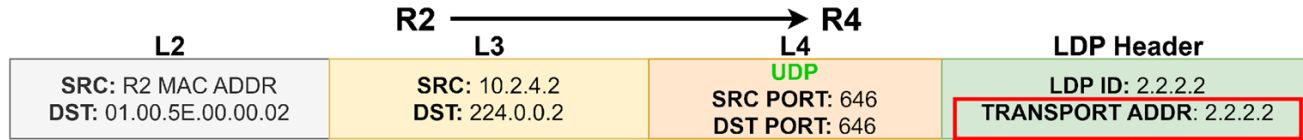


Label Distribution Protocol

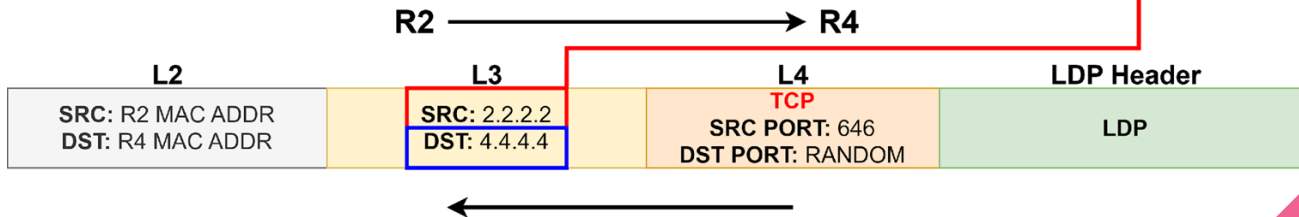


Transport address =
LDP ID

LDP DISCOVERY (HELLO) MESSAGES



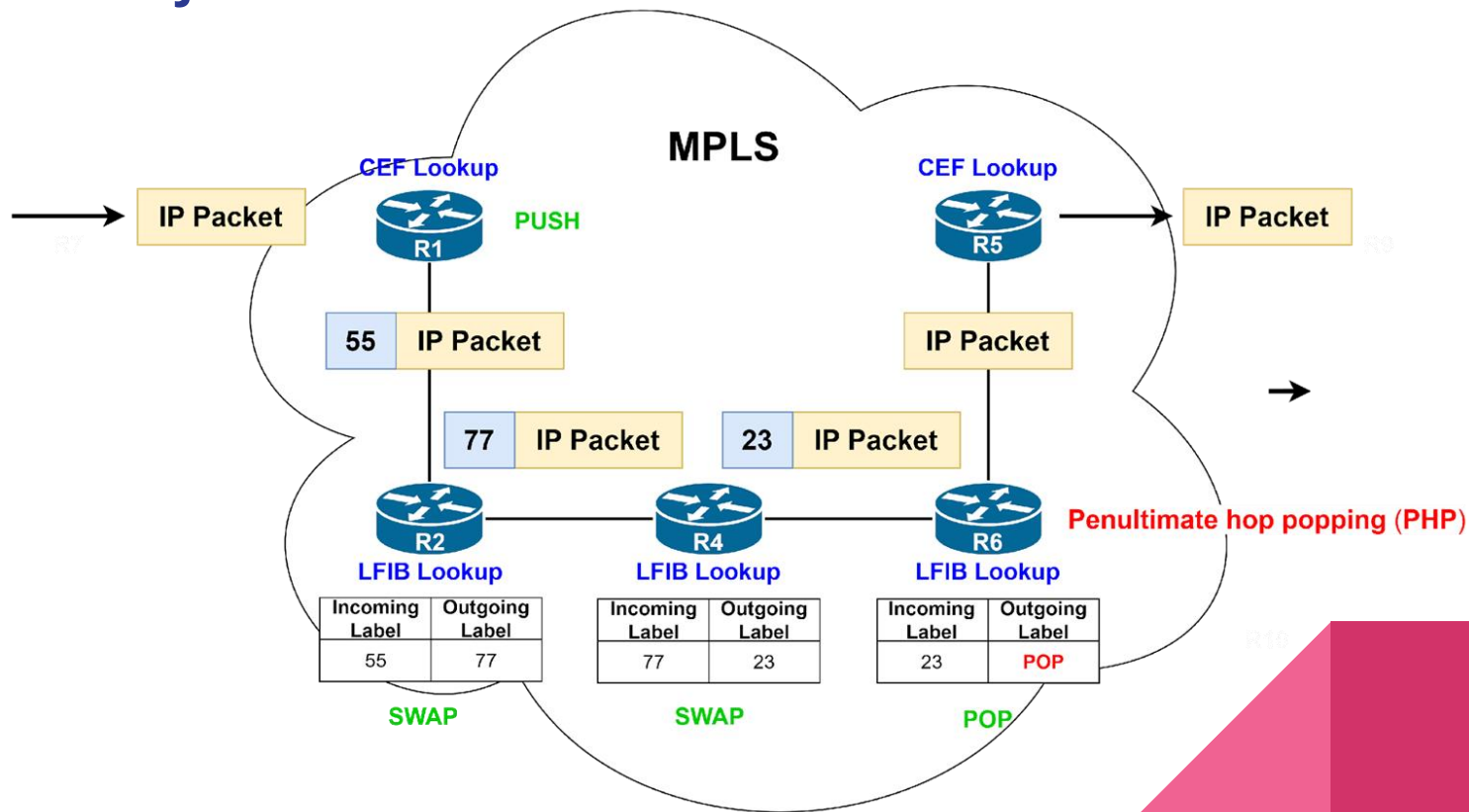
LDP INITIALIZATION MESSAGES



Metody przełączania pakietów

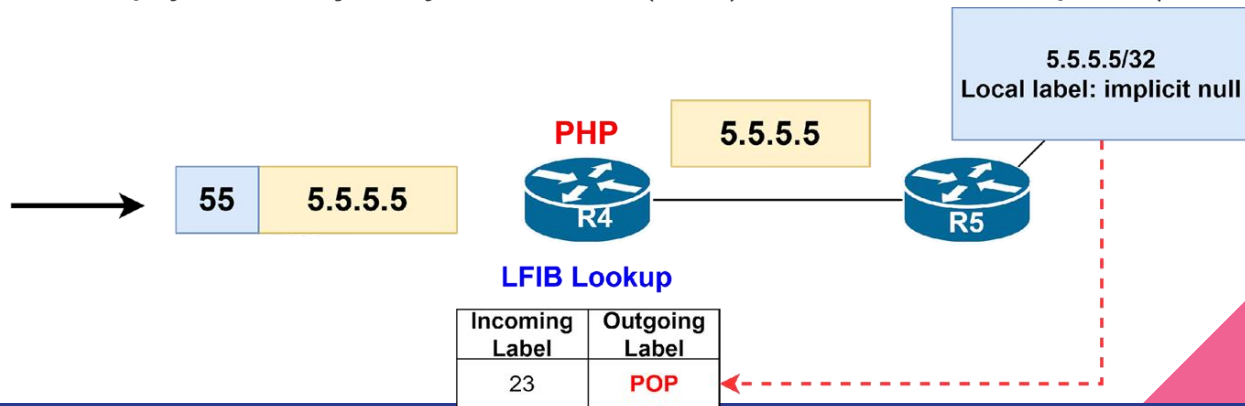
- Process switching
 - Procesor (CPU) jest zaangażowany w analizę każdego pakietu
- Fast switching
 - Pierwszy pakiet danego przepływu (flow) jest analizowany przez CPU i zgromadzone informacje umieszczane są w specjalnej strukturze – *cache*.
 - Kolejne pakiety przełączane są na podstawie informacji w cache, bez angażowania CPU
- Cisco Express Forwarding (CEF)
 - Dwie nowe struktury w warstwie danych (*data plane*): FIB (Forwarding Information Base) oraz Adjacency Table.

Operacje w sieci MPLS

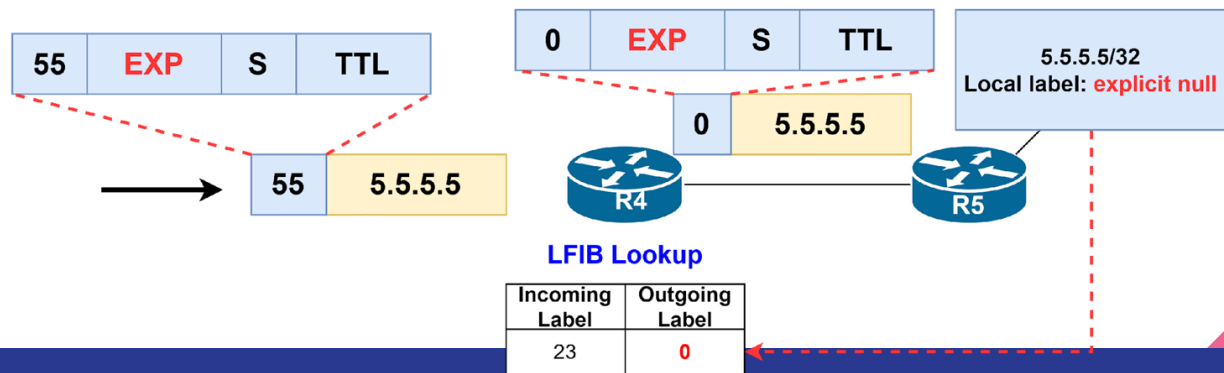
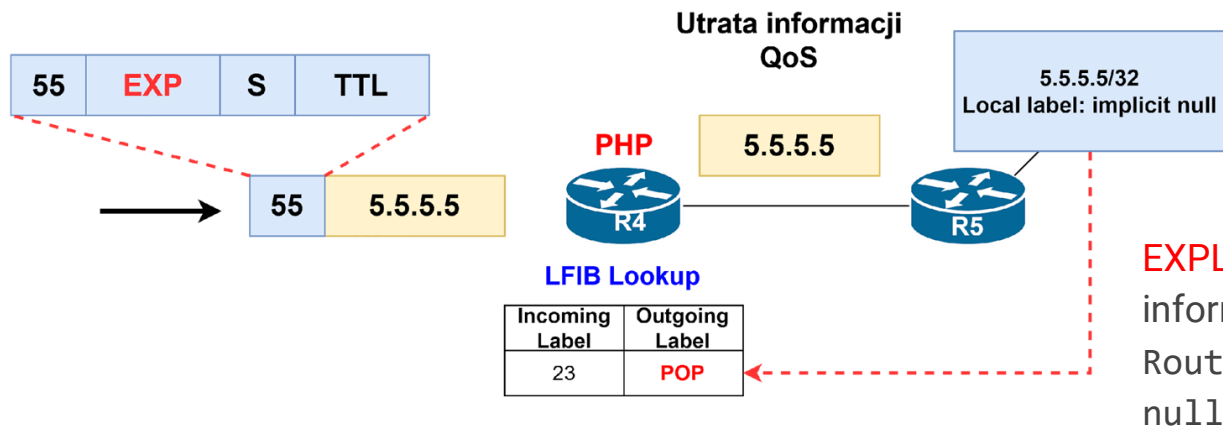


Zarezerwowowane etykiety

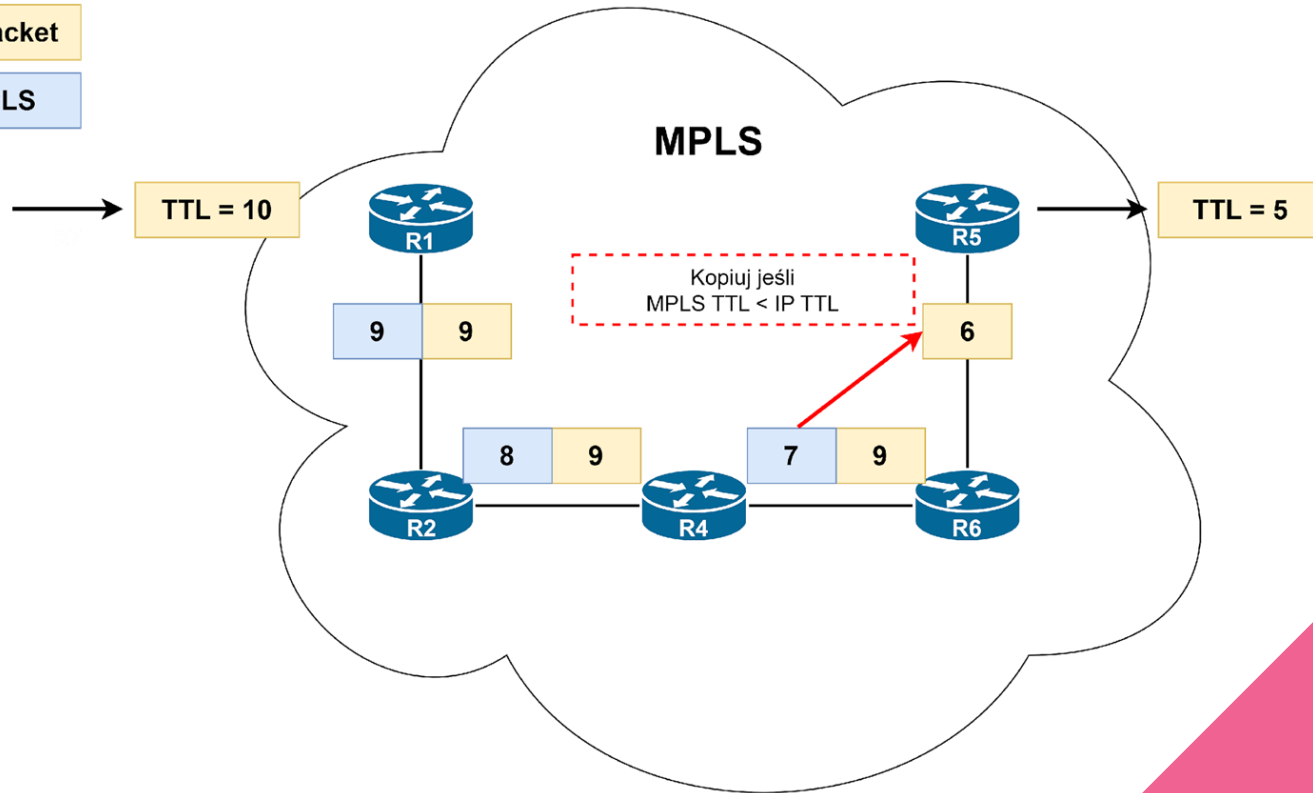
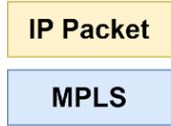
- Etykiety 0-15 pełnią specjalne funkcje
- Etykieta **IMPLICIT NULL** (3) – router **domyślnie** przydziela etykietę *implicit null* dla lokalnych sieci (directly connected) oraz zaagregowanych tras (summarized).
- Router, który otrzyma etykietę *implicit null* zobowiązany usunąć **zewnętrzną** (top) etykietę.
- Cel: optymalizacja: wykonanie 1 (CEF) zamiast 2 lookupów (LFIB i CEF)



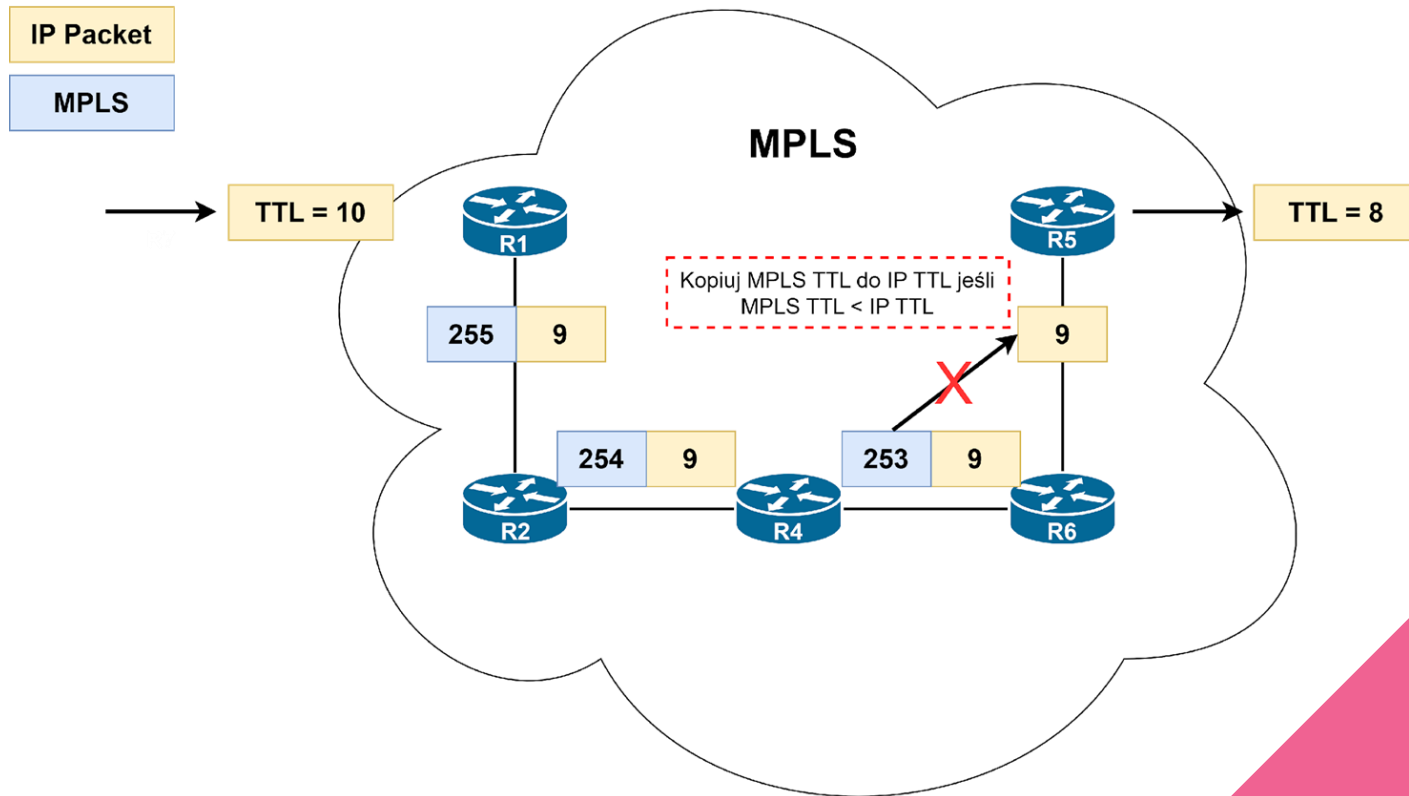
Zarezerwowowane etykiety (cd.)



Propagacja TTL



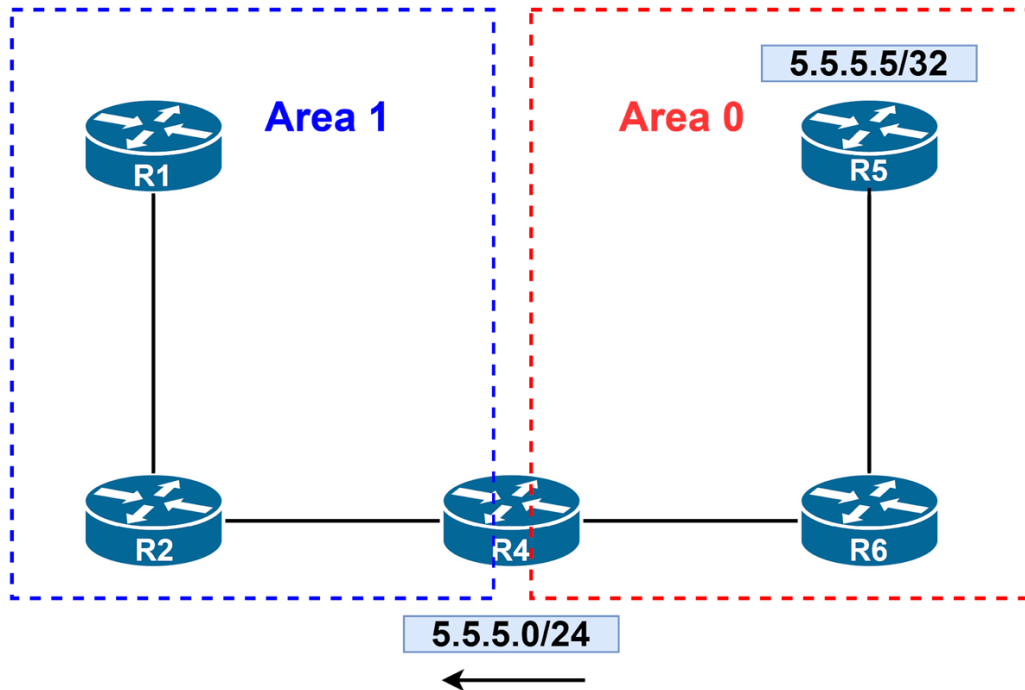
Wyłączona Propagacja TTL (no mpls ip propagate-ttl)



Agregacja

5.5.5.0/24	
Incoming Label	Outgoing Label
1001	2005

5.5.5.0/24	
Incoming Label	Outgoing Label
2005	POP



Przerwa w LSP = PROBLEM

Konfiguracja

Cisco Express Forwarding CEF

Włączenie przełączania pakietów CEF
Router(config)# ip cef
Domyślnie włączone.

Interior Gateway Protocol

Uruchomienie protokołu routingu.
MPLS TE jest obsługiwany wyłącznie przez OSPF oraz IS-IS.

Label Distribution Protocol

Uruchomienie LDP.
Router(config-if)# mpls ip
lub
Router(config-router)# mpls ldp autoconfig
(dla OSPF oraz IS-IS)

Konfiguracja (2)

LDP Router ID (opcjonalne)

Statyczne ustawienia Router-ID dla LDP.
Router(config)# `mpls ldp router-id interface-type number`

TTL Propagation (opcjonalne)

Propagacja TTL domyślnie jest włączona.
Wyłączenie:
Router(config)# `no mpls ip propagate-ttl forwarded`

Label Range (opcjonalne)

Domyślny zakres etykiet: 16- 1048575
Router(config)# `mpls label range <min> <max>`

Weryfikacja

```
R2#show mpls ldp parameters
LDP Feature Set Manager: State Initialized
  LDP features:
    Basic
    IP-over-MPLS
    TDP
    IGP-Sync
    Auto-Configuration
    TCP-MD5-Rollover
  Protocol version: 1
  Session hold time: 180 sec; keep alive interval: 60 sec
  Discovery hello: holdtime: 15 sec; interval: 5 sec
  Discovery targeted hello: holdtime: 90 sec; interval: 10 sec
  Downstream on Demand max hop count: 255
  LDP for targeted sessions
  LDP initial/maximum backoff: 15/120 sec
  LDP loop detection: off
```

TCP czasy

UDP czasy

Weryfikacja (2)

```
R2#show mpls interfaces
```

Interface	IP	Tunnel	BGP	Static	Operational
GigabitEthernet0/1.12	Yes (ldp)	No	No	No	Yes
GigabitEthernet0/1.24	Yes (ldp)	No	No	No	Yes

```
R2#show mpls ldp discovery
```

```
Local LDP Identifier:
```

```
2.2.2.2:0
```

```
Discovery Sources:
```

```
Interfaces:
```

```
GigabitEthernet0/1.12 (ldp): xmit/rcv
```

```
LDP Id: 1.1.1.1:0
```

```
GigabitEthernet0/1.24 (ldp): xmit/rcv
```

```
LDP Id: 4.4.4.4:0
```

Wysyłam i odbieram LDP Discovery Hello.

Weryfikacja (3)

```
R2#show mpls ldp neighbor
```

```
Peer LDP Ident: 1.1.1.1:0; Local LDP Ident 2.2.2.2:0  
TCP connection: 1.1.1.1.646 - 2.2.2.2.62088  
State: Oper; Msgs sent/rcvd: 118/116; Downstream  
Up time: 01:30:43
```

```
LDP discovery sources:
```

```
GigabitEthernet0/1.12, Src IP addr: 10.1.2.1
```

```
Addresses bound to peer LDP Ident:
```

```
10.1.2.1          10.1.7.1          1.1.1.1
```

```
Peer LDP Ident: 4.4.4.4:0; Local LDP Ident 2.2.2.2:0  
TCP connection: 4.4.4.4.15893 - 2.2.2.2.646  
State: Oper; Msgs sent/rcvd: 19/17; Downstream  
Up time: 00:04:48
```

```
LDP discovery sources:
```

```
GigabitEthernet0/1.24, Src IP addr: 10.2.4.4
```

```
Addresses bound to peer LDP Ident:
```

```
10.2.4.4          10.4.6.4          4.4.4.4
```

Weryfikacja (4)

LIB Label Information Base

```
R2#show mpls ldp bindings
```

```
lib entry: 1.1.1.1/32, rev 2
  local binding: label: 16
  remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: imp-null
  remote binding: lsr: 4.4.4.4:0, label: 16
lib entry: 2.2.2.2/32, rev 4
  local binding: label: imp-null
  remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: 1000
  remote binding: lsr: 4.4.4.4:0, label: 17
lib entry: 4.4.4.4/32, rev 6
  local binding: label: 17
  remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: 1001
  remote binding: lsr: 4.4.4.4:0, label: imp-null
lib entry: 5.5.5.5/32, rev 8
  local binding: label: 18
  remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: 1002
  remote binding: lsr: 4.4.4.4:0, label: 18
lib entry: 6.6.6.6/32, rev 10
  local binding: label: 19
  remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: 1003
  remote binding: lsr: 4.4.4.4:0, label: 19
```

Weryfikacja (5)

LFIB Label Forwarding Information Base

```
R2#show mpls forwarding-table
```

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Label Switched	Outgoing interface	Next Hop
16	Pop Label	1.1.1.1/32	0	Gi0/1.12	10.1.2.1
17	Pop Label	4.4.4.4/32	0	Gi0/1.24	10.2.4.4
18	18	5.5.5.5/32	3366	Gi0/1.24	10.2.4.4
19	19	6.6.6.6/32	0	Gi0/1.24	10.2.4.4
20	Pop Label	10.4.6.0/24	0	Gi0/1.24	10.2.4.4
21	21	10.5.6.0/24	0	Gi0/1.24	10.2.4.4