

Fakulta riadenia a infromatiky
Katedra informačných sietí

Projektovanie sietí 1

MPLS

Cvičenia:

Ing. Peter Palúch, PhD.

Vypracovali:

Bc. Peter Hadač

Bc. Samuel Kurnas

OBSAH

[MPLS](#)

[Topológia, adresovanie](#)

[ISIS alebo OSPF](#)

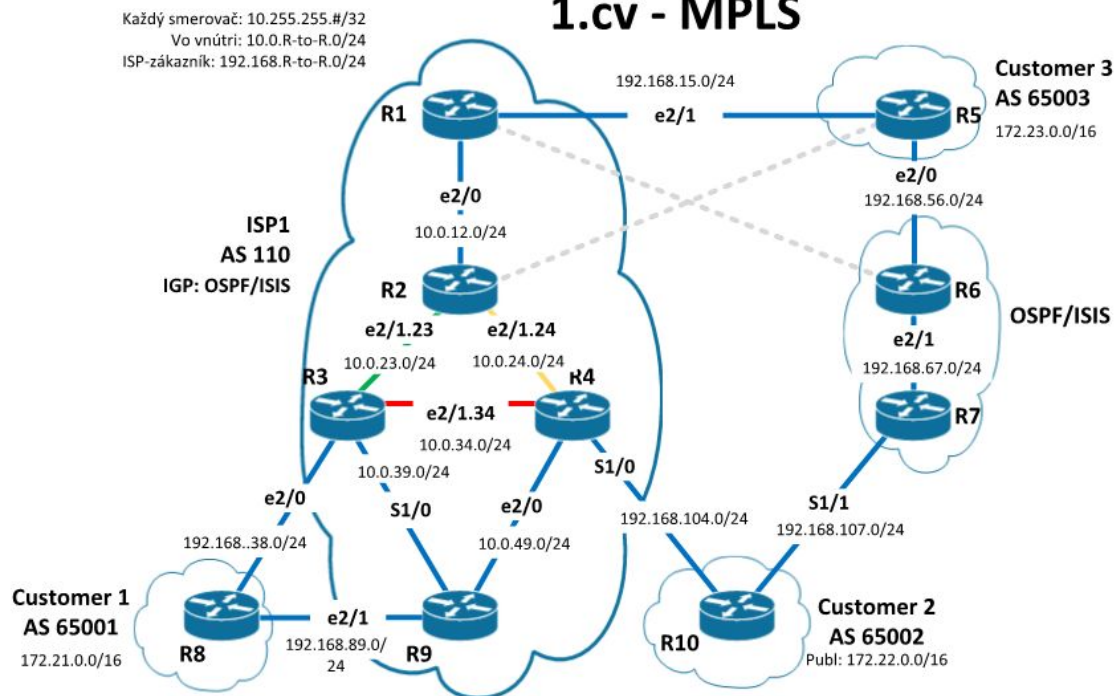
[MPLS](#)

[RR alebo konfederácie](#)

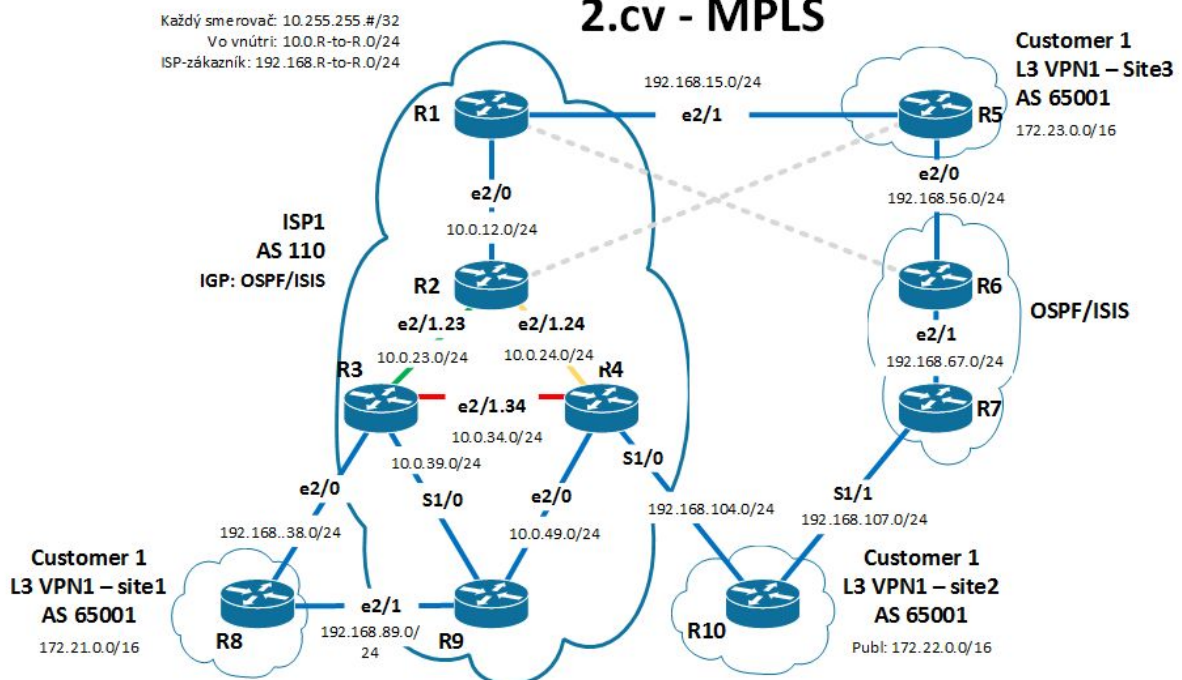
[Hub & spoke VPN](#)

Topológia, adresovanie

1.cv - MPLS



2.cv - MPLS



Smerovač	Rozhranie	IP adresa	Maska
R1	E2/0	10.0.12.1	/30
	E2/1	192.168.15.1	/30
	Lo0	10.255.255.1	/32
R2	E2/0	10.0.12.2	/30
	E2/1.23	10.0.23.2	/24
	E2/1.24	10.0.24.2	/24
	Lo0	10.255.255.2	/32
R3	E2/0	192.168.38.3	/24
	E2/1.23	10.0.23.3	/24
	E2/1.34	10.0.34.3	/24
	S1/0	10.0.39.3	/24
	Lo0	10.255.255.3	/32
R4	E2/0	10.0.49.4	/30
	E2/1.24	10.0.24.4	/24
	E2/1.34	10.0.34.4	/24
	S1/0	192.168.104.4	/24
	Lo0	10.255.255.4	/32
R5	E2/0	192.168.56.5	/24
	E2/1	192.168.15.5	/24
	Lo0	172.23.0.1	/24
	Lo1	172.23.1.1	/24
R6	E2/0	192.168.56.6	/24
	E2/1	192.168.67.6	/24
	Lo0		/32
R7	S1/1	192.168.107.0	/24
	E2/1	192.168.67.7	/24
	Lo0		/32
R8	E2/0	192.168.38.8	/24
	E2/1	192.168.89.8	/24
	Lo0	10.255.255.8	/32
	Lo1	172.21.1.1	/24
	Lo2	172.21.2.1	/24
R9	E2/0	10.0.49.9	/24
	E2/1	192.168.89.9	/24
	S1/0	10.0.39.9	/24

	Lo0	10.255.255.9	/32
R10	S1/0	192.168.104.10	/24
	S1/1	192.168.107.10	/24
	Lo0	10.255.255.10	/32
	Lo1	172.22.1.1	/24
	Lo2	172.22.2.1	/24

ISIS alebo OSPF

V našej topológii sme použili IS-IS, nakonfigurovaný podobne ako v predchádzajúcich topológiách. Napríklad toto je ukážková konfigurácia smerovača R2:

```
router isis
net 49.0110.0102.5525.5002.00
is-type level-2-only
metric-style wide
exit
```

Okrem tejto konfigurácie bolo potrebné na rozhraniach, ktoré chceme pridať do smerovacieho procesu napísať príkaz:

```
ip router isis
```

Ostatné smerovače boli nakonfigurované analogicky podľa potrieb topológie.

MPLS

Podporu MPLS sme na smerovačoch spustili na smerovači R9 pomocou nasledujúcich príkazov :

```
R9(config)#mpls ip
R9(config)#mpls ldp router-id loopback 0 force
```

Tieto príkazy povedali smerovaču, že bude podporovať MPLS a zároveň bude loopback slúžiť na vytvorenie router-id. V ďalšom kroku označíme, ktoré rozhrania budú robiť hop-by-hop smerovanie.

```
int s1/0
```

```

mpls ip
ex
int e2/0
mpls ip

```

Overenie tejto konfigurácie je možné pomocou:

sh mpls int

Interface	IP	Tunnel	BGP	Static	Operational
Serial1/0	Yes (ldp)	No	No	No	Yes
Ethernet2/0	Yes (ldp)	No	No	No	Yes

sh mpls ldp nei

Peer LDP Ident: 10.255.255.4:0; Local LDP Ident 10.255.255.9:0

TCP connection: 10.255.255.4.646 - 10.255.255.9.18720

State: Oper; Msgs sent/rcvd: 8543/8535; Downstream

Up time: 5d04h

LDP discovery sources:

Ethernet2/0, Src IP addr: 10.0.49.4

Addresses bound to peer LDP Ident:

10.255.255.4	10.0.49.4	10.0.24.4	10.0.34.4
--------------	-----------	-----------	-----------

Peer LDP Ident: 10.255.255.3:0; Local LDP Ident 10.255.255.9:0

TCP connection: 10.255.255.3.646 - 10.255.255.9.24548

State: Oper; Msgs sent/rcvd: 8540/8538; Downstream

Up time: 5d04h

LDP discovery sources:

Serial1/0, Src IP addr: 10.0.39.3

Addresses bound to peer LDP Ident:

10.255.255.3	10.0.23.3	10.0.34.3	10.0.39.3
--------------	-----------	-----------	-----------

V skutočnosti si MPLS vytvára akoby ďalšie inštancie smerovacej tabuľky. V skutočnosti sa vytvárajú 2 tabuľky. Jednou z nich je LIB tabuľka, ktorú je možné si overiť pomocou `sh mpls ip binding`. Druhou tabuľkou je LFIB tabuľka, ktorú môžeme skontrolovať pomocou `sh mpls forwarding-table` a na R1 vyzerá nasledovne :

sh mpls forwarding-table

Local	Outgoing	Prefix	Bytes	Label	Outgoing	Next Hop
Label	Label	or Tunnel Id	Switched		interface	
16	16	10.0.34.0/24	0		Et2/0	10.0.12.2
17	17	10.0.39.0/24	0		Et2/0	10.0.12.2
18	18	10.0.49.0/24	0		Et2/0	10.0.12.2
19	20	10.255.255.3/32	0		Et2/0	10.0.12.2
20	21	10.255.255.4/32	0		Et2/0	10.0.12.2
21	22	10.255.255.9/32	0		Et2/0	10.0.12.2
22	24	192.168.38.0/24	0		Et2/0	10.0.12.2
23	25	192.168.89.0/24	0		Et2/0	10.0.12.2
24	Pop Label	10.255.255.2/32	0		Et2/0	10.0.12.2

sh ip cef 10.255.255.9

10.255.255.9/32 nexthop 10.0.12.2 Ethernet2/0 label 22

RR alebo konfederácie

Vytvorenie Route Reflector (RR) a spustenie BGP na R1,3,4,9 sa udialo pomocou príkazov podobným týmto z R1:

```
router bgp 110
no bgp default ipv4-unicast
```

Vytvorili sme peer-group, teda skupiny ktorej členovia budú dediť príkazy:

```
neighbor ISP1 peer-group
neighbor ISP1 remote-as 110
neighbor ISP1 update-source lo0
```

Pre priradenie členov sme zadali ich IP adresy loopback-ov:

```
neighbor 10.255.255.3 peer-group ISP1
neighbor 10.255.255.4 peer-group ISP1
neighbor 10.255.255.9 peer-group ISP1
```

Aby sa R3,4,9 dostali do peer-group museli sme ich aktivovať aj ako BGP susedov a zároveň ako "potomkov" peer-group :

```
address-family vpnv4
neighbor ISP1 route-reflector-client
neighbor 10.255.255.3 active
neighbor 10.255.255.4 active
neighbor 10.255.255.9 active
```

Okrem členov peer-group sme potrebovali zaradiť ešte eBGP susedov pomocou VRF a teda :

```
address-family ipv4 vrf Z1
neighbor 192.168.15.5 remote-as 65001
neighbor 192.168.15.5 as-override
```

Tu sú príkazy, ktoré sme používali priebežne na kontrolu:

```
do show mpls interface
do show mpls ldp neighbor
do show mpls ip binding
do show mpls forwarding-table
do show ip cef 10.255.255.9
do show vrf
do show bgp vpnv4 unicast all summary
do show bgp vpnv4 unicast vrf Z1 labels
```

Hub & spoke VPN

V topológii HUB & SPOKE je jeden smerovač hub, čo bol u nás R1, smerovače R8 a R10 boli Spoke. Prvým krokom bolo upravenie konfigurácie smerovača R1, kde sme vytvorili dva subinterface, pomocou ktorých komunikovali smerovače v rôznych VRF. Jedna slúžila na UPSTREAM prevádzku a jedna na DOWNSTREAM. Konfigurácia na R1 prebiehala nasledovne:

```
vrf definition Z1up
```



```
rd 110:3
route target export 110:202
address-family ipv4
address-family ipv6
ex
```

```
vrf definition Z1down
rd 110:4
route-target import 110:201
address-family ipv4
address-family ipv6
ex
```

```
int e2/1.11
enc d 11
vrf forwarding Z1up
ip address 192.168.15.1 255.255.255.0
do sh run int e2/1.11
ex
```

```
int e2/1.12
enc d 12
vrf forwarding Z1down
ip addr 192.168.51.1 255.255.255.0
```

Po predchádzajúcej konfigurácii nám neostávalo nič iné, ako zrušiť predošlú používanú VRF Z1 a VRF Z1up a Z1down poveriť staraním sa o prevádzku.

```
router bgp 110
no addr-family ipv4 vrf Z1
address-family ipv4 vrf Z1up
nei 192.16815.5 remote-as 65001
ex
address-family ipv4 vrf Z1down
nei 192.168.51.5 remote as-65001
nei 192.168.51.5 as-override
```

Ako druhý koniec nám slúžila R5, ktorá sa konfigurovala nasledovne. Avšak potrebovali sme zmazať pôvodnú konfiguráciu :

```
default int e2/1
```

Vytvorili sme nové subinterface

```
int e2/1.11
enc d 11
```

```
ip addr 192.168.15.5 255.255.255.0
```

```
int e2/1.12
```

```
enc d 12
```

```
ip addr 192.168.51.5 255.255.255.0
```

Povedali sme smerovaču, že má vystupovať ako BGP smerovač v AS 65001, aktivovali sme suseda R1, teda jeho subinterface-y.

```
ip prefix-list DenyAny deny 0.0.0.0/0 le 32
router bgp 65001
nei 192.168.51.1 remote-as 110
address-family ipv4
 redistribute connected
 neighbor 192.168.15.1 activate
 neighbor 192.168.15.1 default-originate
 neighbor 192.168.15.1 prefix-list DenyAny out
 neighbor 192.168.51.1 activate
 neighbor 192.168.51.1 prefix-list DenyAny out
```

Potom sme upravili ešte eBGP susedov v AS110 (R3,R4,R9) konfiguráciou:

```
vrf definition Zlhs
address-family ipv4
exit
rd 110:2
route-target export 110:201
route-target import 110:202
address-family ipv4
address-family ipv6
```

Potom sme povedali konkrétnym rozhraniam, že pratria do tejto VRF

```
vrf forward Zlhs
```

Ako dôkaz správnosti konfigurácie nám postačí traceroute z R8 na R10:

```
traceroute 172.22.1.1
```

Type escape sequence to abort.

Tracing the route to 172.22.1.1

VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)

```
1 192.168.38.3 36 msec 24 msec 48 msec
2 10.0.23.2 [AS 110] [MPLS: Labels 22/35 Exp 0] 108 msec 92 msec 116 msec
3 192.168.15.1 [AS 110] [MPLS: Label 35 Exp 0] 120 msec 76 msec 116 msec
4 192.168.15.5 [AS 110] 100 msec 100 msec 108 msec
```

```

5 192.168.51.1 [AS 110] 88 msec 56 msec 112 msec
6 * *
   10.0.12.2 [AS 110] [MPLS: Labels 18/29 Exp 0] 184 msec
7 *
   192.168.104.4 [AS 110] [MPLS: Label 29 Exp 0] 164 msec *
8 192.168.104.10 [AS 110] 216 msec * 188 msec

```

Draft Rosen

Poslednou časťou v potulovaní sa konfiguráciami MPLS bolo vytvorenie Draft Rosen ako VPN multicast riešenie. Smerovač R6 sa stal prenášajúcim zdrojom a zákazníkmi boli R7 a R8 smerovače. Prvým príkazom bolo spustenie multicast smerovania na R1,2,3,4,9.

```
ip multicast-routing
```

Aby nám multicast putoval po sieti potrebovali sme na všetky rozhrania v rámci ISP1 pridať príkaz :

```
ip pim sparse-mode
```

Následne bolo potrebné zvoliť si jeden RP, pre sieť ISP to bol R1 a pre VPN sieť zákazníka to bol R5 smerovač.

```
ip pim bsr-candidate lo0
ip pim rp-candidate lo0
```

Ďalej bolo nutné spustiť multicast v rámci VRF pre zákazníka 1. Teda na R1,3,4,9 pribudol príkaz:

```
ip multicast-routing vrf Z1
```

Potom prišla úprava na R1,3,4,9 definície Z1 VRF, kde je dôležitým príkazom zaradenie do MCAST skupiny MDT (Multicast Distribution Tree):

```
vrf definition Z1
address-family ipv4
mdt default 239.1.1.1
```

Ďalej sme potrebovali nakonfigurovať rozhranie eth2/0 smerovača R6 kde sme priradili popis, adresu, a zakázali cdp a zapli sme rozhranie. Konfigurácia rozhrania prebehla nasledujúcou sériou príkazov:

```
int eth2/0
ip add 172.23.56.6 255.255.255.0
no cdp enable
no sh
exit
```

Na R6 (obdobne na R7) smerovači bolo potrebné nastaviť defaultnú cestu, bez ktorej by zadanie nebolo plne funkčné

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Ethernet2/0
```

Už nám zostávalo len zahlásiť sa so smerovačmi R7 a R8 do multicastovej skupiny pomocou :

```
ip igmp join-group 225.1.2.3
```

Testovanie

```
sh ip pim rp mapping
```

```
R10#sh ip pim rp mapping
```

PIM Group-to-RP Mappings

Group(s) 224.0.0.0/4

RP 172.23.0.1 (?), v2

Info source: 172.23.0.1 (?), via bootstrap, priority 0, holdtime 150

Uptime: 00:29:40, expires: 00:01:53

```
sh int tun1
```

```
sh ip pim vrf Z1 neighbor
```

PIM Neighbor Table

Mode: B - Bidir Capable, DR - Designated Router, N - Default DR Priority,

P - Proxy Capable, S - State Refresh Capable, G - GenID Capable,

L - DR Load-balancing Capable

Neighbor Address	Interface	Uptime/Expires	Ver	DR Prio/Mode
10.255.255.3	Tunnel2	00:00:18/00:01:27	v2	1 / S P G
10.255.255.4	Tunnel2	00:00:32/00:01:27	v2	1 / S P G
10.255.255.9	Tunnel2	00:00:45/00:01:27	v2	1 / DR S P

G