

ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
Fakulta riadenia a informatiky

Projektovanie sietí 1
MPLS

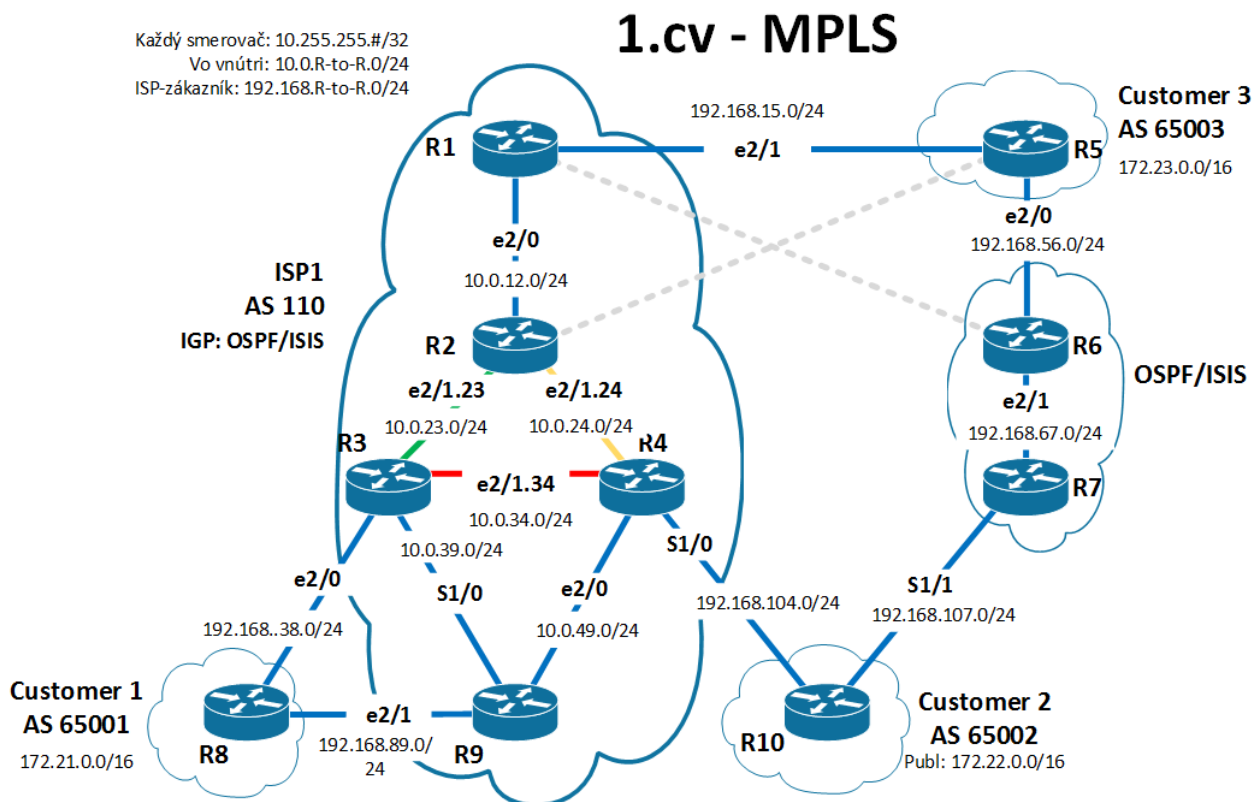
Akademický rok
2015/2016

Andrej Kováč
Pavol Tuka
5ZKS11

Cvičenie 1 – Protokol MPLS

Topológia a adresovanie

V tejto topológii sme smerovače R6 a R7 vôbec nepoužívali. Vo vnútri AS 110 sme použili smerovací protokol IS-IS.



R1	lo0	10.255.255.1	R4	e2/1.34	10.0.34.4
	e2/0	10.0.12.1		s1/0	192.168.104.4
	e2/1	192.168.15.1	R5	lo0	10.255.255.5
R2	lo0	10.255.255.2		e2/0	192.168.56.5
	e2/0	10.0.12.2		e2/1	192.168.15.5
	e2/1.23	10.0.23.2	R8	lo0	10.255.255.8
R3	e2/1.24	10.0.24.2		e2/0	192.168.38.8
	lo0	10.255.255.3		e2/1	192.168.89.8
	e2/0	192.168.38.3	R9	lo0	10.255.255.9
	e2/1.23	10.0.23.3		e2/0	10.0.49.9
	e2/1.34	10.0.34.3		e2/1	192.168.89.9
R4	s1/0	10.0.39.3		s1/0	10.0.39.9
	lo0	10.255.255.4	R10	lo0	10.255.255.10
	e2/0	10.0.49.4		s1/0	192.168.104.10
	e2/1.24	10.0.24.4		s1/1	192.168.107.10

Konfigurácia IS-IS

Tento protokol sme už konfigurovali a zdokumentovali na predošlom cvičení, takže uvidíme len stručný popis konfigurácie.

Bolo potrebné vypracovať L2 adresovanie, ktoré podľa už známych pravidiel obsahuje:

- AFI – hodnota 49 pre privátne domény
- AREA_ID – číslo oblasti
- SYSTEM_ID – je vypočítané z ip adresy rozhrania loopback0 na smerovači
- NSEL – defaultne 00

Adresy smerovačov v našej topológii:

R1	49.0001.0102.5525.5001.00
R2	49.0001.0102.5525.5002.00
R3	49.0001.0102.5525.5003.00
R4	49.0001.0102.5525.5004.00
R9	49.0001.0102.5525.5009.00

Konfiguračné príkazy pre IS-IS (na smerovačoch R1, R2, R3, R4, R9):

```
R1(config)#router isis
R1(config-router)#net 49.0002.0102.5525.5001.00
R1(config)#interface e2/0
R1(config-if)#ip router isis
R1(config-if)#isis network point-to-point
R1(config)#interface l0
R1(config-if)#ip router isis
```

Správnu konfiguráciu overíme zobrazením IS-IS databázy – vidíme v nej všetky smerovače, na ktorých beží protokol IS-IS.

```
R1#sh isis database
IS-IS Level-2 Link State Database:
LSPID          LSP Seq Num  LSP Checksum  LSP Holdtime  ATT/P/OL
R1.00-00       * 0x000005AE  0xD719        1187          0/0/0
R2.00-00       0x000005B0  0x1457        754           0/0/0
R3.00-00       0x000005AF  0x154B        617           0/0/0
R4.00-00       0x000005AD  0xDF7E        1177          0/0/0
R9.00-00       0x000005AB  0xF0A9        381           0/0/0
```

MPLS a LDP

Konfigurácia MPLS pozostáva len z nasledujúcich 4 príkazov na smerovačoch v AS 110 (R1, R2, R3, R4, R9):

```
R1(config)#ip cef                                !cisco express forwarding
R1(config)#mpls label protocol ldp                !LDP pre výmenu návěstí
R1(config)#mpls ip                                !globálne zapnutie MPLS
R1(config-if)#mpls ip                             !zapnutie MPLS na rozhraniach
```

Príkaz `mpls ip` sa použije len na rozhraniach smerujúcich na susedné smerovače vo vnútri AS 110, na loopbackoch nie. Ešte bolo potrebné nastaviť LDP router-id na loopback každého smerovača:

```
R1(config-if)#mpls ldp router-id lo0 force
```

Konfiguráciu overíme výpisom `sh mpls ldp discovery`, kde je vidieť, že LDP router-id sa nastavil ako adresa loopback0 (tak isto vidíme aj suseda R2) a `sh mpls forwarding-table`, kde je značkovanie jednotlivých trás:

```
R1#sh mpls ldp discovery
Local LDP Identifier:
    10.255.255.1:0
Discovery Sources:
Interfaces:
    Ethernet2/0 (ldp): xmit/recv
        LDP Id: 10.255.255.2:0
```

```
R1#sh mpls forwarding-table
Local      Outgoing   Prefix          Bytes Label  Outgoing   Next Hop
Label      Label       or Tunnel Id   Switched     interface
16         Pop Label    10.255.255.2/32 0             Et2/0       10.0.12.2
17         Pop Label    10.0.23.0/24    0             Et2/0       10.0.12.2
18         Pop Label    10.0.24.0/24    0             Et2/0       10.0.12.2
19         17          10.255.255.3/32 0             Et2/0       10.0.12.2
20         18          10.0.34.0/24    0             Et2/0       10.0.12.2
21         19          10.0.39.0/24    0             Et2/0       10.0.12.2
22         20          10.255.255.9/32 0             Et2/0       10.0.12.2
23         21          10.0.49.0/24    0             Et2/0       10.0.12.2
24         22          10.255.255.4/32 0             Et2/0       10.0.12.2
```

Aby sme zabezpečili konektivitu zákazníkov R5, R8 a R10, je potrebné na týchto smerovačoch nakonfigurovať BGP a spojiť ich s poskytovateľom ISP1, teda AS 110. Tak isto je potrebné ohlasovať siete zákazníkov, ktoré sú v našej topológii na loopbackoch týchto smerovačov. Konfigurácia na R5 vyzerá nasledovne (na R8 a R10 je obdobná):

```
R5(config)#router bgp 65003
R5(config-router)#neighbor 192.168.15.1 remote-as 110
R5(config-router)#address-family ipv4 unicast
R5(config-router-af)#neighbor 192.168.15.1 activate
R5(config-router-af)#network 10.255.255.5 mask 255.255.255.255
```

Teraz by v BGP tabuľke malo byť vidieť všetky smerovače. Na výpis je potrebné použiť správny príkaz *sh ip bgp ipv4 unicast*.

```
R1#sh ip bgp ipv4 unicast
```

	Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
*>	10.255.255.1/32	0.0.0.0	0		32768	i
r>i	10.255.255.2/32	10.255.255.2	0	100	0	i
r>i	10.255.255.3/32	10.255.255.3	0	100	0	i
r>i	10.255.255.4/32	10.255.255.4	0	100	0	i
*>	10.255.255.5/32	192.168.15.5	0		0	65003 i
*>i	10.255.255.8/32	10.255.255.3	0	100	0	65001 i
r>i	10.255.255.9/32	10.255.255.9	0	100	0	i
*>i	10.255.255.10/32	10.255.255.4	0	100	0	65002 i

Overiť konektivitu zákazníkov môžeme prostredníctvom traceroute-u, ktorý zobrazí aj MPLS značku. Otestovali sme trasu zo smerovača R5 na R8.

```
R5#traceroute 10.255.255.8 source 10
Tracing the route to 10.255.255.8
 1 192.168.15.1 24 msec 56 msec 12 msec
 2 10.0.12.2 [MPLS: Label 17 Exp 0] 88 msec 76 msec 80 msec
 3 10.0.23.3 48 msec 38 msec 64 msec
 4 192.168.38.8 88 msec * 96 msec
```

Konfigurácia Route reflectora

V rámci AS 110 sme sa rozhodli ako Route reflector nakonfigurovať smerovač R2. To zabezpečí, že z full-mesh topológie sa stane hub-and-spoke, kde R2 bude vystupovať ako hub a R1, R3, R4 a R9 ako spoke-y. Route reflector je BGP smerovač, ktorý obchádza pravidlo, že cez iBGP sa nesmie odovzdávať informácia, ktorá bola naučená práve cez iBGP.

Na smerovačoch R1, R3, R4 a R9 bolo treba najprv nadviazať BGP susedstvo s R2:

```
R1(config)#router bgp 110
R1(config-router)#neighbor 10.255.255.2 remote-as 110
R1(config-router)#neighbor 10.255.255.2 update-source Loopback0
R1(config-router)#address-family ipv4 unicast
R1(config-router-af)#neighbor 10.255.255.2 activate
R1(config-router-af)#neighbor 10.255.255.2 next-hop-self
R1(config-router-af)#network 10.255.255.1 mask 255.255.255.255
```

Následne smerovač R2 nastavíme ako Route reflector. Pre zjednodušenie konfigurácie susedstiev sme použili peer-group.

```
R2(config)#router bgp 110
R2(config-router)#neighbor PEERS peer-group
R2(config-router)#neighbor PEERS remote-as 110
R2(config-router)#neighbor PEERS update-source 10
R2(config-router)#neighbor 10.255.255.1 peer-group PEERS
R2(config-router)#neighbor 10.255.255.3 peer-group PEERS
```

```
R2(config-router)#neighbor 10.255.255.4 peer-group PEERS
R2(config-router)#neighbor 10.255.255.9 peer-group PEERS

R2(config-router)#address-family ipv4 unicast
R2(config-router-af)#neighbor PEERS route-reflector-client
R2(config-router-af)#neighbor PEERS next-hop-self
```

Susedov v peer-group už aktivovať nemusíme, sú aktivovaní automaticky.

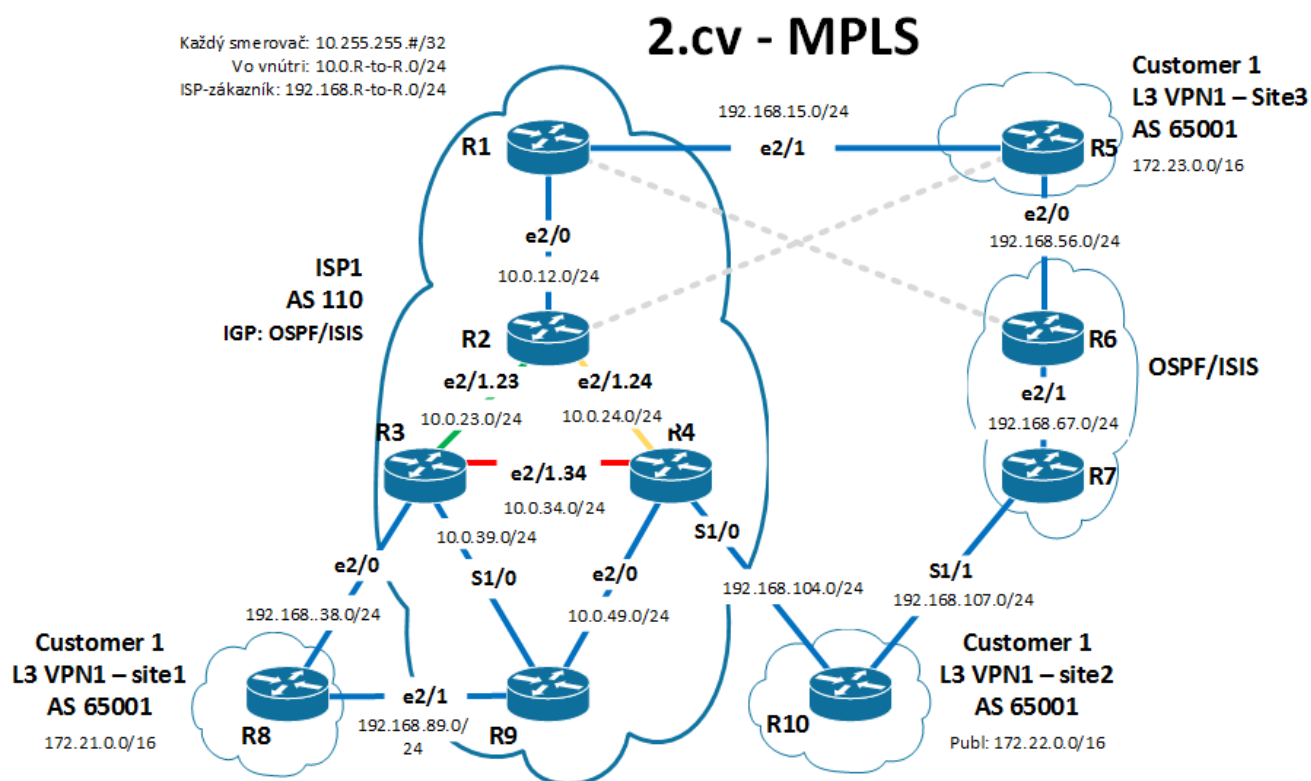
Správnosť konfigurácie a plnú konektivitu overíme pingom na všetky aktívne smerovače v topológii (z R1) pomocou tel skriptu:

```
R1#telnet
R1(telnet)#foreach address {
+>(telnet)#10.255.255.1
+>(telnet)#10.255.255.2
+>(telnet)#10.255.255.3
+>(telnet)#10.255.255.4
+>(telnet)#10.255.255.5
+>(telnet)#10.255.255.6
+>(telnet)#10.255.255.7
+>(telnet)#10.255.255.8
+>(telnet)#10.255.255.9
+>(telnet)#10.255.255.10
+>(telnet)#} {
+>(telnet)#ping $address source 10.255.255.1}
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.255.255.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 8/8/8 ms
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.255.255.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 16/22/28 ms
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.255.255.3, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 24/39/68 ms
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.255.255.4, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 16/33/52 ms
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.255.255.5, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 16/26/40 ms
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.255.255.8, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 72/88/100 ms
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.255.255.9, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 48/63/80 ms
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.255.255.10, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 72/79/100 ms
```

Cvičenie 2 – Protokol MPLS

Topológia a adresovanie

Topológia bola pozmenená tak, že všetci traja zákazníci sa nachádzajú v tom istom AS 65001.



Adresovanie ostáva rovnaké, len zákazníkovi sme pridali nové siete na rozhraní Loopback1.

R5	lo1	172.23.0.1 /16
R8	lo1	172.21.0.1 /16
R10	lo1	172.22.0.1 /16

Konfigurácia VRF

Na prepojenie týchto zákazníkov sme použili VPN. Preto sme na smerovačoch v rámci AS 110 (R1, R3, R4, R9) zapli VRF (Virtual Routing Instance) pre všetkých zákazníkov. Na vytvorenie unikátnej VPN cesty bolo potrebné definovať Route Distingusher (RD) a Route Target (RT).

```
R1(config)#ip vrf z1
R1(config-vrf)#rd 110:1
R1(config-vrf)#route-target 110:1
```

Túto VRF je potom potrebné priradiť všetkým rozhraniam, ktoré smerujú k zákazníkom, teda na R1 smerom k R5, na R9 k R8 a na R4 k R10.

```
R1(config)#interface Ethernet2/1
R1(config-if)#ip vrf forwarding z1
```

Zadaním tohto príkazu sa presunie záznam z globálnej smerovacej tabuľky do smerovacej tabuľky vrf z1 ale zároveň sa z rozhrania odstráni IP adresa, takže po jeho zadaní je potrebné na ňom ju nanovo zadať. Pridanie rozhrania do danej VRF overíme príkazom *sh ip vrf*.

```
R1#sh ip vrf
```

Name	Default RD	Interfaces
z1	110:1	Et2/1

Smerovač R1 bude slúžiť ako route reflector, pričom tentoraz použijeme address-family vpnv4. Konfigurácia teda bude vyzeráť takto:

```
R1(config)#router bgp 110
R1(config-router)#no bgp default ipv4-unicast
R1(config-router)#neighbor PEERS peer-group
R1(config-router)#neighbor PEERS remote-as 110
R1(config-router)#neighbor PEERS update-source Loopback0
R1(config-router)#neighbor 10.255.255.2 peer-group PEERS
R1(config-router)#neighbor 10.255.255.3 peer-group PEERS
R1(config-router)#neighbor 10.255.255.4 peer-group PEERS
R1(config-router)#neighbor 10.255.255.9 peer-group PEERS
R1(config-router)#neighbor 192.168.15.5 remote-as 65001
R1(config-router)#address-family vpnv4
R1(config-router-af)#neighbor PEERS send-community extended
R1(config-router-af)#neighbor PEERS route-reflector-client
R1(config-router-af)#neighbor 10.255.255.3 activate
R1(config-router-af)#neighbor 10.255.255.4 activate
R1(config-router-af)#neighbor 10.255.255.9 activate
R1(config-router-af)#neighbor 10.255.255.2 activate
```

Na smerovačoch R2, R3, R4, R9 použijeme tieto príkazy:

```
R3(config)#router bgp 110
R3(config-router)#no bgp default ipv4-unicast
R3(config-router)#neighbor 10.255.255.1 remote-as 110
R3(config-router)#neighbor 10.255.255.1 update-source Lo0
R3(config-router)#address-family vpnv4
R3(config-router-af)#neighbor 10.255.255.1 activate
```

Následne bolo potrebné nadviazať BGP susedstvá medzi PE smerovačmi v AS 110 a CE smerovačmi v zákazníckom AS 65001 a to pomocou VRF nasledovne:

```
R1(config)#router bgp 110
R1(config-router)#address-family ipv4 vrf z1
R1(config-router-af)#neighbor 192.168.15.5 remote-as 65001
R1(config-router-af)#neighbor 192.168.15.5 activate
```



```
R1(config-router-af)#neighbor 192.168.15.5 as-override
R1(config-router-af)#redistribute connected
```

Parameter as-override zabezpečí, aby smerovače nezahadzovali siete, ktoré prechádzajú do rovnakého AS (65001). Príkaz redistribute connected distribuuje všetky pripojené siete zákazníka v rámci BGP. Tieto príkazy zadáme na smerovačoch R1 smerom k R5, na R9 k R8 a na R4 k R10.

Konfigurácia CE smerovačov je podobná, využíva však address-family, pretože zákazníci sa o VRF nezaujímajú. Na všetkých troch (R5, R8 a R10) musíme zmeniť predošlú konfiguráciu BGP, teda pôvodné AS nahradíme AS 65001, ohlásime ich vlastné siete a aktivujeme spojenie na suseda.

```
R5(config)#no router bgp 65003
R8(config)#no router bgp 65001
R10(config)#no router bgp 65002

R5(config)#router bgp 65001
R5(config-router)#address-family ipv4 unicast
R5(config-router-af)#network 10.255.255.5 mask 255.255.255.255
R5(config-router-af)#network 172.23.0.0 mask 255.255.255.0
R5(config-router-af)#neighbor 192.168.15.1 activate
```

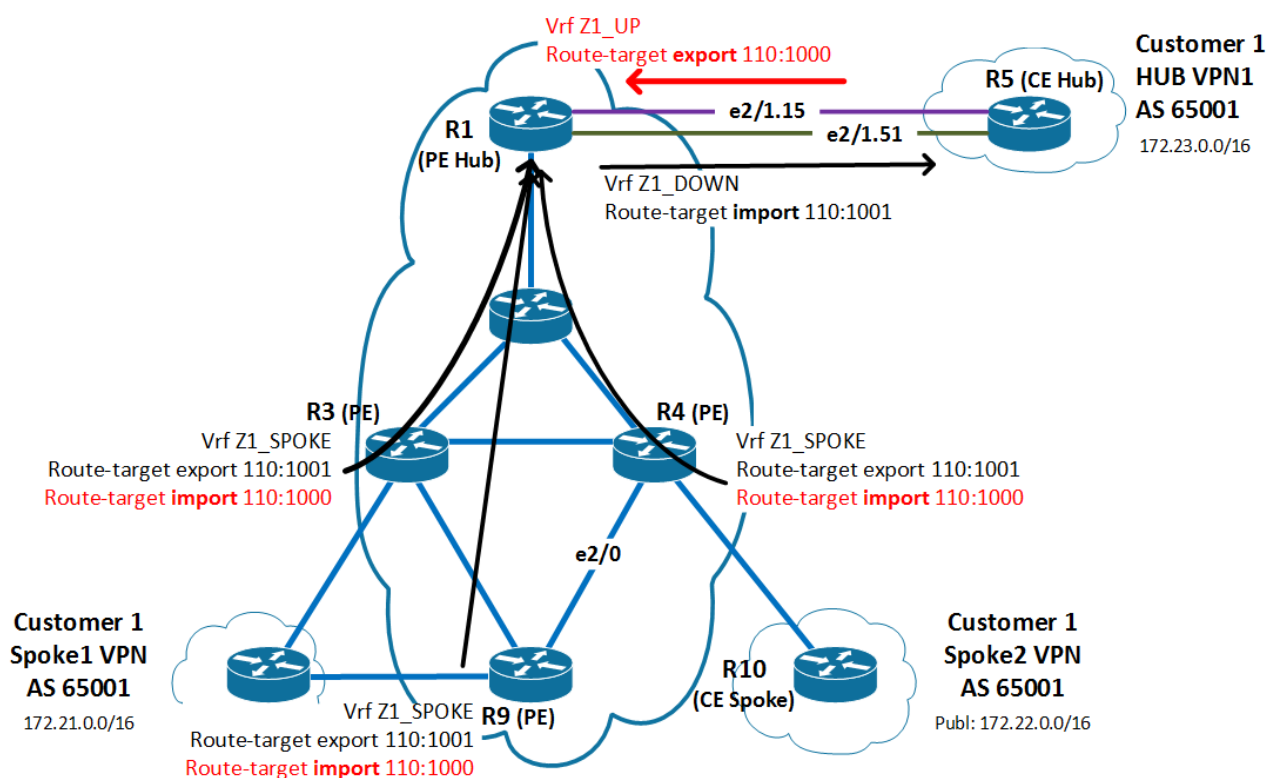
Po týchto nastaveniach by sa na CE smerovačoch v BGP tabuľke pre ipv4 unicast mali objaviť všetky ohlasované siete smerovačov R5, R8 a R10 (Lo0 aj Lo1).

```
R5#sh ip bgp ipv4 unicast
```

	Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
*>	10.255.255.5/32	0.0.0.0	0		32768	i
*>	10.255.255.8/32	192.168.15.1			0	110 110 i
*>	10.255.255.10/32	192.168.15.1			0	110 110 i
*>	172.21.0.0	192.168.15.1			0	110 110 i
*>	172.22.0.0	192.168.15.1			0	110 110 i
*>	172.23.0.0	0.0.0.0	0		32768	i
r>	192.168.15.0	192.168.15.1	0		0	110 ?
*>	192.168.38.0	192.168.15.1			0	110 ?
*>	192.168.89.0	192.168.15.1			0	110 ?
*>	192.168.104.0	192.168.15.1			0	110 ?

Ďalším spôsobom overenia je traceroute, napr. z loopbackovej zákazníkovej siete smerovača R5 na zákaznícku sieť R10.

```
R5#traceroute 172.22.0.1 source 172.23.0.1
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 172.22.0.1
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 192.168.15.1 [AS 110] 60 msec 28 msec 20 msec
 2 10.0.12.2 [MPLS: Labels 22/24 Exp 0] 84 msec 100 msec 84 msec
 3 192.168.104.4 [AS 110] [MPLS: Label 24 Exp 0] 56 msec 44 msec 56 msec
 4 192.168.104.10 [AS 110] 96 msec 100 msec *
```



Konfigurácia

Úlohou bolo zmeniť predošlú konfiguráciu tak, aby smerovač R1 bol hubom pre ostatné PE smerovače a R5 hubom pre zákaznícke CE smerovače. Medzi týmito dvomi smerovačmi v topológii tiež pribudla linka, avšak fyzickú máme k dispozícii len jednu. Tým pádom je nutné fyzické rozhranie e2/1 rozdeliť na dve subrozhrania a na nich vytvoriť dve samostatné VRF pre import a export. Predtým sme však museli odstrániť staré VRF z predošlých cvičení, príkazom *no ip vrf z1*.

Zákaznícke vrf pre export a import:

```
R1(config)#ip vrf z1_DOWN
R1(config-vrf)#rd 110:2
R1(config-vrf)#route-target import 110:1001
R1(config)#ip vrf z1_UP
R1(config-vrf)#rd 110:1
R1(config-vrf)#route-target export 110:1000
```

Konfigurácia subrozhraní:

```
R1(config)#interface Ethernet2/1
R1(config-if)#no ip address

R1(config)#interface Ethernet2/1.15
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 15
R1(config-subif)#ip vrf forwarding z1_DOWN
R1(config-subif)#ip address 192.168.15.1 255.255.255.0
R1(config-subif)#interface Ethernet2/1.51
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 51
R1(config-subif)#ip vrf forwarding z1_UP
R1(config-subif)#ip address 192.168.51.1 255.255.255.0
```

Konfigurácia BGP, address-family vrf pre import a export:

```
R1(config)#router bgp 110
R1(config-router)#address-family ipv4 vrf z1_DOWN
R1(config-router-as)#neighbor 192.168.51.5 remote-as 65001
R1(config-router-as)#neighbor 192.168.51.5 activate
R1(config-router-as)#neighbor 192.168.51.5 as-override
R1(config-router)#address-family ipv4 vrf z1_UP
R1(config-router-as)#redistribute static
R1(config-router-as)#neighbor 192.168.15.5 remote-as 65001
R1(config-router-as)#neighbor 192.168.15.5 activate
R1(config-router-as)#neighbor 192.168.15.5 as-override
R1(config-router-as)#default-information originate
```

Treba nastaviť aj defaultnú cestu, aby komunikácia smerovala na hub. Distribuovať sa bude príkazmi *redistribute static* a *default-information originate*.

```
R1(config)#ip route vrf z1_UP 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.15.5
```

Subrozhrania sme zamozrejme podobne nastavili aj na smerovači R5.

Zákaznícku VRF pre spoke smerovače bolo potrebné nakonfigurovať na ostatných okrajových PE smerovačoch (R3, R4, R9) a to nasledovne:

```
R4(config)#ip vrf z1_spoke
R4(config-vrf)#rd 110:1
R4(config-vrf)#route-target export 110:1001
R4(config-vrf)#route-target import 110:1000
R4(config)#interface Ethernet2/0
R4(config-if)#ip vrf forwarding z1_spoke
R4(config-if)#ip address 192.168.38.3 255.255.255.0
R4(config)#router bgp 110
R4(config-router)#address-family ipv4 vrf z1_spoke
R4(config-router-af)#neighbor 192.168.38.8 remote-as 65001
R4(config-router-af)#neighbor 192.168.38.8 activate
R4(config-router-af)#neighbor 192.168.38.8 as-override
```

Konfiguráciu overíme traceroute-om zo smerovača R8 na R10 kde vidíme, že prevádzka je smerovaná cez hub smerovač R5.

```
R8#traceroute 172.22.0.1 source 172.21.0.1
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 172.22.0.1
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 0 192.168.89.9 [AS 110] 42 msec 38 msec 32 msec
 1 10.0.39.3 [AS 110] [MPLS: Labels 20/24 Exp 0] 224 msec 82 msec 112 msec
 2 10.0.23.2 [AS 110] [MPLS: Labels 21/24 Exp 0] 86 msec 224 msec 148 msec
 3 192.168.15.1 [AS 110] [MPLS: Label 24 Exp 0] 182 msec 216 msec 86 msec
 4 192.168.15.5 [AS 110] 120 msec 112 msec 136 msec
 5 192.168.51.1 [AS 110] 84 msec 114 msec 124 msec
 6 10.0.12.2 [AS 110] [MPLS: Labels 22/25 Exp 0] 252 msec * 220 msec
 7 *
   192.168.104.4 [AS 110] [MPLS: Label 25 Exp 0] 222 msec 236 msec
 8 192.168.104.10 [AS 110] 208 msec * 242 msec
```

Cvičenie 4 – Draft Rosen

V rámci tohto cvičenia bolo potrebné nastaviť multicast cez VPN, tzv. Draft Rosen koncept. Pre lepšiu viditeľnosť a komunikáciu uzlov v sieti sme sa rozhodli vrátiť do stavu z druhého cvičenia, kde sme nemali Hub and Spoke topológiu ale mali sme troch zákazníkov z AS 65001 prepojených pomocou VPN.

Ukážka konfigurácie na smerovači R1:

```
R1(config)#ip multicast-routing
R1(config)#interface Loopback0
R1(config-if)#ip pim sparse-mode
R1(config)#interface Ethernet2/0
R1(config-if)#ip pim sparse-mode
R1(config)#interface Ethernet2/1
R1(config-if)#ip pim sparse-mode
R1(config)#ip pim rp-address 10.255.255.1
```

Rovnakú konfiguráciu treba aplikovať aj na ostatné smerovače s tým, že adresa RP (Rendezvous Point) bude pre smerovače PE adresa smerovača R1 10.255.255.1 a pre smerovače CE to bude adresa Lo1 smerovača R5 172.23.0.1.

Na okrajových PE smerovačoch (R1, R3, R4) bolo potrebné zadať nasledovný príkaz pre smerovanie na VRF:

```
R1(config)#ip multicast-routing vrf z1
```

A taktiež bolo treba pridať do zákaznickej VRF z1 nasledovný príkaz pre vyhradenie multicastovej skupiny:

```
R1(config)#ip vrf z1
R1(config-vrf)#mdt default 233.3.3.3
```

Na týchto okrajových smerovačoch bolo taktiež treba zadať nasledovný príkaz pre nastavenie RP zákaznickej VRF:

```
R1(config)#ip pim vrf Z1 rp-address 172.23.0.1
```

Následne bolo potrebné pre overenie funkčnosti, požiadať o pridelenie smerovača do multicastovej skupiny. Na smerovači R8 sme požiadali o vstup do multicastovej skupiny 239.1.1.1 nasledovne:

```
R8(config)#interface Lo10
R8(config-if)#ip igmp join-group 239.1.1.1
```

```
R8#sh ip igmp groups
```

```
IGMP Connected Group Membership
```

Group Address	Interface	Uptime	Expires	Last Reporter	Group Accounted
239.1.1.1	Loopback1	1w0d	never	172.21.0.1	
224.0.1.40	Ethernet2/1	1w0d	00:02:58	192.168.89.9	
224.0.1.40	Ethernet2/0	1w0d	00:02:35	192.168.38.8	

Následné overenie bolo riešené pingom zo strany zákazníka na multicastovú skupinu. Do multicastovej skupiny sme priradili smerovač R8 aj smerovač R10, preto vo výpise vidíme dve odpovede.

```
R5#ping 239.1.1.1 source Lo1 repeat 5
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 239.1.1.1, timeout is 2 seconds:
Reply to request 0 from 172.21.0.1, 84 ms
Reply to request 0 from 172.22.0.1, 88 ms
Reply to request 1 from 172.22.0.1, 88 ms
Reply to request 1 from 172.21.0.1, 88 ms
Reply to request 2 from 172.22.0.1, 88 ms
Reply to request 2 from 172.21.0.1, 88 ms
Reply to request 3 from 172.22.0.1, 88 ms
Reply to request 3 from 172.21.0.1, 88 ms
Reply to request 4 from 172.22.0.1, 88 ms
Reply to request 4 from 172.21.0.1, 88 ms
```

Na nasledovnom výpise môžeme vidieť zdroj pre danú multicastovú skupinu (239.1.1.1) je smerovač R5 s IP adresou rozhrania 192.168.15.5. Následná komunikácia prebieha cez rozhranie Tunnel3, pretože Draft-Rosen využíva GRE tunelovanie.

```
R1#sh ip route vrf z1 239.1.1.1
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, ...
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(*, 239.1.1.1), 00:16:42/00:02:46, RP 172.23.0.1, flags: S
Incoming interface: Ethernet2/1, RPF nbr 192.168.15.5
Outgoing interface list:
Tunnel3, Forward/Sparse, 00:11:58/00:02:50

(192.168.15.5, 239.1.1.1), 00:13:25/00:03:29, flags: T
Incoming interface: Ethernet2/1, RPF nbr 192.168.15.5
Outgoing interface list:
Tunnel3, Forward/Sparse, 00:10:24/00:02:32
```