

Žilinská univerzita v Žiline

Fakulta riadenia a informatiky

Projektovanie sietí 1

BGP

Martin Drozdík

Miroslav Dočár

5ZKS11

Obsah

1	Protokol BGP	2
1.1	Fyzická topológia	2
1.2	Logická topológia	3
1.3	Vypracovanie adresného plánu	3
1.4	Úlohy na vypracovanie	5
1.4.1	Použitie IGP OSPF alebo IS-IS (L2 only) single area dizajn, priame p2p prepojenia – ISP1, ISP2	5
1.4.2	Distribúcia internetových statických smerovacích záznamov z AS3401, AS4502 a zákaznických smerovacích záznamov z AS65001, AS5005, AS330	7
1.4.3	Zabezpečiť plnú konektivitu prostredníctvom iBGP alebo eBGP protokolov pre zákaznické a internetové smery	7
1.4.4	Kontrola konektivity medzi zákaznickými a internetovými smerovacími záznamami	10
1.4.5	Definovať vlastnú politiku – použiť community, community alter LP, AS-PATH filtering, prepending, atď	12
1.4.6	Primárne linky R3-R8, R4-R10	12
1.4.7	Distribúovať iba default, AS5005 a peering prefixy do AS65001	15
1.4.8	AS5005 nesmie byť nikdy transit	17
1.4.9	Peering iba pre ISP1 a ISP2, nie pre prefixy naučené z Upstream ISP	18
1.4.10	Overiť funkčnosť nastavenia politiky vhodnými výpadkami liniek a smerovačov	19
1.4.11	Overiť, či je možné odkloniť celú prevádzku (upstream, downstream) na linku R4-R10 v prípade plánovanej údržby (linka musí byť plne funkčná BGP spojenie propaguje všetky prefixy)	19

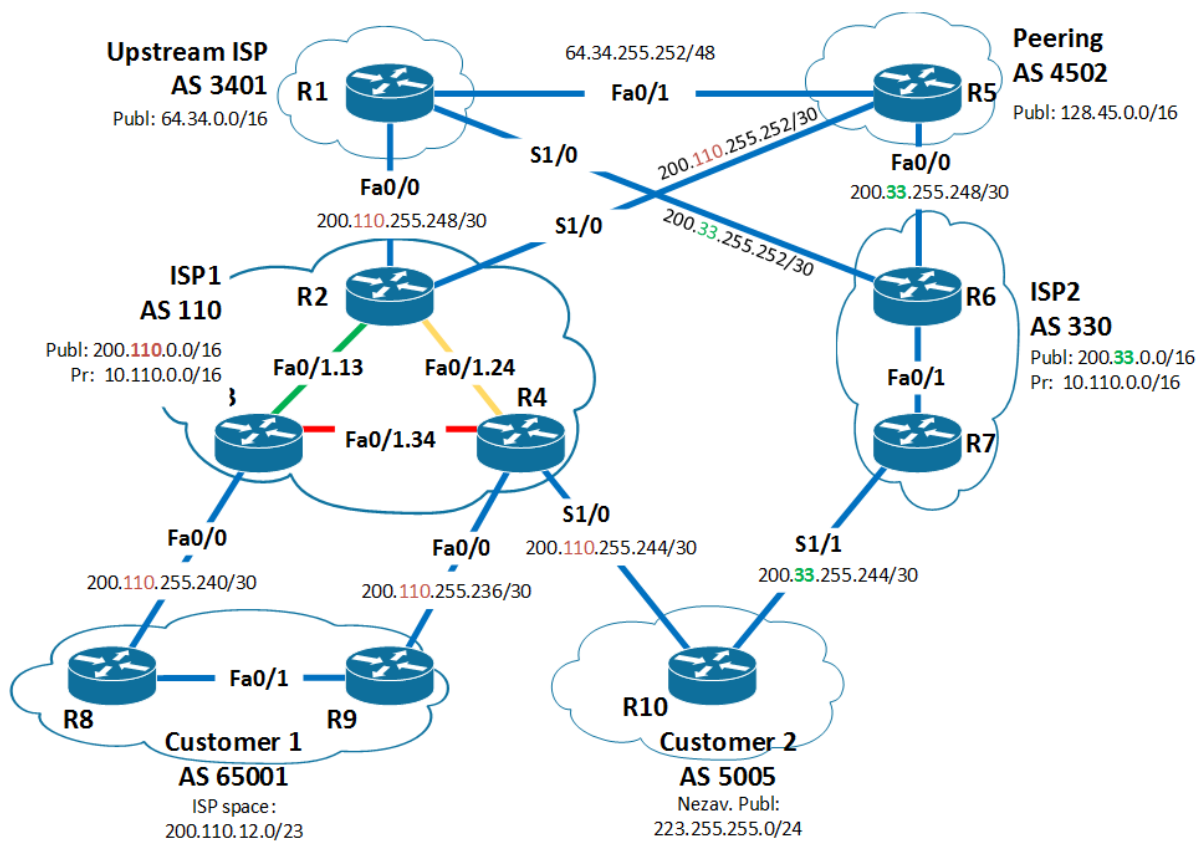
1 Protokol BGP

Hlavným cieľom cvičení bolo oboznámenie sa s protokolom BGP a aplikovanie vedomostí pri konfigurácii tohto protokolu s použitím IGP smerovacích protokolov (OSPF alebo IS-IS).

Zadanie cvičenia bolo tvorené topológiou a úlohami, ktoré bolo treba aplikovať v danej topológii.

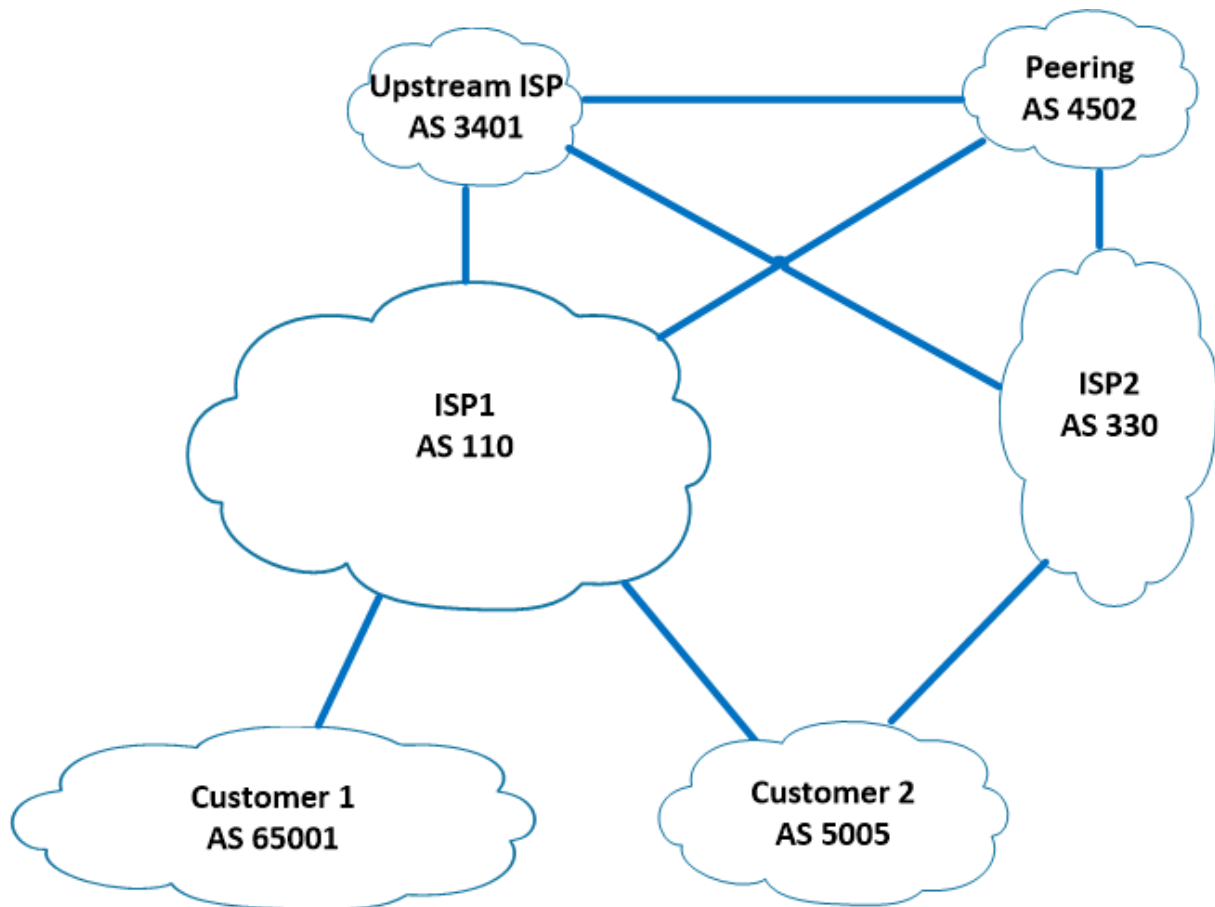
1.1 Fyzická topológia

Nasledujúca topológia pozostáva z desiatich smerovačov označených ako R1 až R10. V topológii sa nachádzal aj jeden prepínač, ktorý spájal R2, R3 a R4. Topológia obsahovala 6 autonómnych systémov. V AS 110 sme použili pre interné smerovanie smerovací protokol OSPF a pre AS 330 a AS 65001 sme použili interný smerovací protokol IS-IS.



1.2 Logická topológia

Nasledujúca topológia je ukážkou logickej topológie z pohľadu BGP.



1.3 Vypracovanie adresného plánu

V rámci topológie bolo potrebné vypracovať adresný plán. Každý zo smerovačov mal pridelený loopback, ktorého adresa vyzerala nasledovne: $10.255.255.\#R/32$, kde #R je číslo konkrétneho smerovača.

Konkrétne pridelené adresy rozhraniám sú popísané v nasledujúcej tabuľke:

Smerovač	Rozhranie	Adresa	Maska
R1	Loopback0	10.255.255.1	255.255.255.255
	Loopback1	64.34.0.1	255.255.255.0
	Fa0/1	64.34.255.253	255.255.255.252
	S1/0	10.255.15.1	255.255.255.0
	Fa0/0	200.110.255.249	255.255.255.0
R2	Loopback0	10.255.255.2	255.255.255.255
	Loopback1	200.110.2.1	255.255.255.0
	Fa0/0	200.110.255.250	255.255.255.252
	Fa0/1.13	10.110.13.2	255.255.255.0
	Fa0/1.24	10.110.24.2	255.255.255.0
	S1/0	200.110.255.253	255.255.255.252

R3	loopback0	10.255.255.3	255.255.255.255
	Loopback1	200.110.3.1	255.255.255.0
	Fa0/0	200.110.255.241	255.255.255.252
	Fa0/1.13	10.110.13.3	255.255.255.0
	Fa0/1.34	10.110.34.3	255.255.255.0
R4	Loopback0	10.255.255.4	255.255.255.255
	Loopback1	200.110.4.1	255.255.255.0
	Fa0/0	200.110.255.237	255.255.255.252
	Fa0/1.24	10.110.24.4	255.255.255.0
	Fa0/1.34	10.110.34.4	255.255.255.0
	S1/0	200.110.255.245	255.255.255.252
R5	Loopback0	10.255.255.5	255.255.255.255
	Loopback1	128.45.0.1	255.255.255.0
	Fa0/0	200.33.255.249	255.255.255.252
	Fa0/1	64.34.255.254	255.255.255.252
	S1/0	200.110.255.254	255.255.255.252
R6	Loopback0	10.255.255.6	255.255.255.255
	Loopback1	200.33.6.1	255.255.255.0
	Fa0/0	200.33.255.250	255.255.255.252
	Fa0/1	10.110.67.6	255.255.255.0
	S1/0	200.33.255.254	255.255.255.252
R7	Loopback0	10.255.255.7	255.255.255.255
	Loopback1	200.33.7.1	255.255.255.0
	Fa0/1	10.110.67.7	255.255.255.0
	S1/1	200.33.255.245	255.255.255.252
R8	Loopback0	10.255.255.8	255.255.255.255
	Loopback1	200.110.12.1	255.255.255.128
	Fa0/0	200.110.255.242	255.255.255.252
	Fa0/1	10.110.89.8	255.255.255.0
R9	Loopback0	10.255.255.9	255.255.255.255
	Loopback1	200.110.12.129	255.255.255.128
	Fa0/0	200.110.255.237	255.255.255.252
	Fa0/1	10.110.89.9	255.255.255.0
R10	Loopback0	10.255.255.10	255.255.255.255
	Loopback1	223.255.255.1	255.255.255.0
	S1/0	200.110.255.246	255.255.255.252
	S1/1	200.33.255.246	255.255.255.252

Ďalej v rámci logiky protokolu IS-IS bolo treba vypracovať aj L2 adresovanie v nasledujúcom tvare:

<#AFI.#AREA_ID.#SYSTEM_ID.#NSEL>, kde:

AFI – predstavuje hodnotu 49 pre privátne domény

AREA_ID – predstavuje číslo oblasti, v našom prípade 0002

SYSTEM_ID – je vypočítané z ip adresy rozhrania loopback0 na smerovači
NSEL – defaultne 00

Jednotlivé adresy sú popísané v nasledujúcej tabuľke:

Smerovač	NET adresa
R6	49.0002.0102.5525.5006.00
R7	49.0002.0102.5525.5007.00
R8	49.0002.0102.5525.5008.00
R9	49.0002.0102.5525.5009.00

1.4 Úlohy na vypracovanie

1. Použiť IGP OSPF alebo IS-IS -IS (L2 only) single area dizajn, priamep2p prepojenia –ISP1, ISP2
2. Distribúcia internetových statických smerovacích záznamov z AS3401, AS4502 a zákaznických smerovacích záznamov z AS65001, AS5005, AS330
3. Zabezpečiť plnú konektivitu prostredníctvom iBGP alebo eBGP protokolov pre zákaznícke a internetové smer. Záznamy
 - a. Kontrola, či interné ISP adresy nie sú propagované
 - b. Prepísať privátne AS65001
 - c. Sumarizácia
4. Kontrola konektivity medzi zákaznickými a internetovými smerovacími záznamami
5. Definovať vlastnú politiku –použiť community, community alter LP, AS-PATH filtering, prepending, atď
6. Primárne linky R3-R8, R4-R10
7. Distribuovať iba default, AS5005apeering prefixy do AS65001
8. AS5005 nesme byť nikdy transit
9. Peering iba pre ISP1 a ISP2, nie pre prefixy naučené z Upstream ISP
10. Overiť funkčnosť nastavenia politiky vhodnými výpadkami liniek a smerovačov
11. Overiť, či je možné odkloniť celú prevádzku (upstream, downstream) nalinku R4-R10 v prípade plánovanej údržby (linka musí byť plne funkčná a BGP spojenie propaguje všetky prefixy)

1.4.1 Použiť IGP OSPF alebo IS-IS -IS (L2 only) single area dizajn, priamep2p prepojenia–ISP1, ISP2

V danej topológii sme sa rozhodli použiť ako IGP oba smerovacie protokoly. OSPF pre ISP1 a protokol IS-IS pre ISP2 a Customer1.

```
R8#show ip protocols
```

```
Routing Protocol is "isis"
```

```
Invalid after 0 seconds, hold down 0, flushed after 0
```

```
Outgoing update filter list for all interfaces is not set
```

```
Incoming update filter list for all interfaces is not set
```

Redistributing: isis
Address Summarization:
None
Maximum path: 4
Routing for Networks:
FastEthernet0/1
Loopback0
FastEthernet0/0
Loopback1
Routing Information Sources:

<i>Gateway</i>	<i>Distance</i>	<i>Last Update</i>
<i>10.255.255.9</i>	<i>115</i>	<i>00:09:15</i>

Distance: (default is 115)

R2#show ip protocols
Routing Protocol is "ospf 1"
Outgoing update filter list for all interfaces is not set
Incoming update filter list for all interfaces is not set
Router ID 10.255.255.2
Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
Maximum path: 4
Routing for Networks:
10.110.13.0 0.0.0.255 area 0
10.110.24.0 0.0.0.255 area 0
10.255.255.2 0.0.0.0 area 0
200.110.2.0 0.0.0.255 area 0
200.110.255.248 0.0.0.3 area 0
200.110.255.252 0.0.0.3 area 0
Reference bandwidth unit is 100 mbps
Passive Interface(s):
Loopback0
Routing Information Sources:

<i>Gateway</i>	<i>Distance</i>	<i>Last Update</i>
<i>10.255.255.3</i>	<i>110</i>	<i>5d01h</i>
<i>10.255.255.4</i>	<i>110</i>	<i>5d01h</i>

Distance: (default is 110)

Konfiguračné príkazy pre IS-IS:

```
R8(config)#router isis
R8(config-router)#net 49.0002.0102.5525.5008.00
R8(config-router)#is-type level-2-only
R8(config)#interface FastEthernet0/1
R8(config-if)#ip router isis
...
```

Konfiguračné príkazy pre OSPF:

```
R2(config)#router ospf 1
R2(config-router)#router-id 10.255.255.2
R2(config-router)#passive-interface Loopback0
R2(config-router)#network 10.110.13.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)#network 10.110.24.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)#network 10.255.255.2 0.0.0.0 area 0
R2(config-router)#network 200.110.2.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)#network 200.110.255.248 0.0.0.3 area 0
R2(config-router)#network 200.110.255.252 0.0.0.3 area 0
```

1.4.2 Distribúcia internetových statických smerovacích záznamov z AS3401, AS4502 a zákazníckych smerovacích záznamov z AS65001, AS5005, AS330

Túto úlohu sme nerobili, pretože sme nemali žiadne statické smery, ktoré by bolo potreba redistribuovať do smerovacích protokolov. V prípade žeby sme statické smery mali, robilo by sa to pomocou príkazu *redistribute static* v konfiguračnom režime smerovacieho protokolu.

1.4.3 Zabezpečiť plnú konektivitu prostredníctvom iBGP alebo eBGP protokolov pre zákaznícke a internetové smery

Ako sme spomenuli v úlohe 1.4.1, v rámci zákazníckej siete a takisto aj v rámci ISP siete sme použili interné protokoly OSPF a IS-IS.

Pre konektivitu medzi nimi sme použili externý protokol eBGP.

```
R10#show ip protocols
Routing Protocol is "bgp 5005"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  IGP synchronization is disabled
  Automatic route summarization is disabled
  Neighbor(s):
    Address      FiltIn FiltOut DistIn DistOut Weight RouteMap
    200.33.255.245
    200.110.255.245
  Maximum path: 1
  Routing Information Sources:
    Gateway      Distance  Last Update
    200.110.255.245    20    2d16h
    200.33.255.245    20    2d16h
  Distance: external 20 internal 200 local 200
```

```
R10#show ip bgp
```


BGP table version is 20, local router ID is 10.255.255.10

Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
r RIB-failure, S Stale

Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
* 64.34.0.0/24	200.33.255.245			0 330	3401 i
*>200.110.255.245		0 110			3401 i
* 128.45.0.0/24	200.33.255.245			0 330	4502 i
*>200.110.255.245		0 110			4502 i
*> 200.110.2.0	200.110.255.245			0 110	i
*> 200.110.3.0	200.110.255.245			0 110	i
*> 200.110.4.0	200.110.255.245	0		0 110	i
*> 200.110.12.0/25	200.110.255.245			0 110	65001 i
*> 200.110.12.128/25					
200.110.255.245		0 110			65001 i
*> 200.33.6.0	200.33.255.245			0 330	i
*> 200.33.7.0	200.33.255.245	0		0 330	i
*> 223.255.255.0	0.0.0.0	0		32768	i

V rámci logiky protokolu BGP má smerovač R10 dvoch susedov, konkrétne smerovač R7 s ip adresou Lo1 a smerovač R4 s ip adresou Lo1.

R10#show ip bgp summary

BGP router identifier 10.255.255.10, local AS number 5005

BGP table version is 20, main routing table version 20

10 network entries using 1200 bytes of memory

12 path entries using 624 bytes of memory

11/8 BGP path/bestpath attribute entries using 1364 bytes of memory

7 BGP AS-PATH entries using 168 bytes of memory

0 BGP route-map cache entries using 0 bytes of memory

0 BGP filter-list cache entries using 0 bytes of memory

Bitfield cache entries: current 1 (at peak 2) using 32 bytes of memory

BGP using 3388 total bytes of memory

BGP activity 10/0 prefixes, 23/11 paths, scan interval 60 secs

Neighbor	V	AS	MsgRcvd	MsgSent	TblVer	InQ	OutQ	Up/Down	State/PfxRcd
200.33.255.245	4	330	8374	8378	20	0	0	5d19h	4
200.110.255.245	4	110	8371	8372	20	0	0	5d19h	7

Konfiguračné príkazy:

R10(config)#router bgp 5005

R10(config-router)#network 223.255.255.0

R10(config-router)#neighbor 200.33.255.245 remote-as 330

```
R10(config-router)#neighbor 200.110.255.245 remote-as 110
```

Ďalej bolo v tejto úlohe potrebné docieľiť aby smerovače R8 a R9 neohlasovali svoj privátny autonómny systém. Toto sa riešilo na smerovačoch R2 a R4 smerom von z AS 110. Privátny AS 65001 sa potom v AS-PATH nenachádza, ako môžeme vidieť v nasledovných tabuľkách:

```
R6#sh ip bgp
BGP table version is 148, local router ID is 10.255.255.6
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
```

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
* 64.34.0.0/24	200.33.255.249			0 4502	3401 i
*>	200.33.255.253	0		0 3401	i
* 128.45.0.0/24	200.33.255.253			0 3401	4502 i
*>	200.33.255.249	0		0 4502	i
* 200.110.0.0/21	200.33.255.253			0 3401	110 i
*>	200.33.255.249			0 4502	110 i
* 200.110.12.0	200.33.255.249			0 4502	110 i
*>	200.33.255.253			0 3401	110 i
* i200.33.0.0/21	10.255.255.7	0	100	0 i	
*>	0.0.0.0			32768	i
s> 200.33.6.0	0.0.0.0	0		32768	i
* 223.255.255.0	200.33.255.253			0 3401	110 5005 i
*>	200.33.255.249			0 4502	110 5005 i

Príkazy na konfiguráciu:

```
R2(config)# router bgp 110
R2(config-router)# neighbor 200.110.255.254 remove-private-as
R4(config)# router bgp 110
R4(config-router)# neighbor 200.110.255.246 remove-private-as
```

Ďalším krokom bola sumarizácia záznamov v AS 110, AS 330 a AS 65001. V nasledujúcej tabuľke môžeme vidieť, že siete v AS 65001, konkrétne 200.110.12.0/25 a 200.110.12.128/25 sa ďalej ohlasujú len ako sumarizovaná sieť 200.110.12.0/24.

```
R4#sh ip bgp
BGP table version is 25, local router ID is 200.110.4.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
```

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
*>i64.34.0.0/24	200.110.255.249	0	100	0	3401 i
*>i128.45.0.0/24	200.110.255.254	0	100	0	4502 i
*> 200.110.0.0/21	0.0.0.0				32768 i
* i	10.255.255.2	0	100	0	i
* i	10.255.255.3	0	100	0	i
s> 200.110.4.0	0.0.0.0	0			32768 i
* 200.110.12.0	200.110.255.238	0		0 65001	i
*>i	200.110.255.242	0	160	0 65001	i
*>i200.33.0.0/21	200.110.255.249	0	100	0 3401 330	i
*> 223.255.255.0	200.110.255.246	0		0 5005	i

Príkazy na konfiguráciu:

```
R8(config)# router bgp 65001
R8(config-router)# aggregate-address 200.110.12.0 255.255.255.0 summary-only
```

Rovnako sa sumarizácia konfigurovala aj v AS 110 a AS 330.

1.4.4 Kontrola konektivity medzi zákaznickými a internetovými smerovacími záznamami

Pre kontrolu konektivity v našej topológii sme sa rozhodli použiť skript, pre jeho jednoduchosť.

```
R10#tclsh
R10(tcl)#foreach address {
+>64.34.0.1
+>200.110.2.1
+>200.110.3.1
+>200.110.4.1
+>128.45.0.1
+>200.33.6.1
+>200.33.7.1
+>200.110.12.1
+>200.110.12.129
+>223.255.255.1
+>} {
+>ping $address source 223.255.255.1 }
```

Výsledky sú nasledovné:

```
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 64.34.0.1, timeout is 2 seconds:
Packet sent with a source address of 223.255.255.1
!!!!
```

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 44/80/132 ms
Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 200.110.2.1, timeout is 2 seconds:

Packet sent with a source address of 223.255.255.1

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 40/87/152 ms

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 200.110.3.1, timeout is 2 seconds:

Packet sent with a source address of 223.255.255.1

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 28/56/100 ms

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 200.110.4.1, timeout is 2 seconds:

Packet sent with a source address of 223.255.255.1

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 20/51/72 ms

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 128.45.0.1, timeout is 2 seconds:

Packet sent with a source address of 223.255.255.1

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 56/89/124 ms

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 200.33.6.1, timeout is 2 seconds:

Packet sent with a source address of 223.255.255.1

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 84/104/148 ms

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 200.33.7.1, timeout is 2 seconds:

Packet sent with a source address of 223.255.255.1

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 84/145/204 ms

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 200.110.12.1, timeout is 2 seconds:

Packet sent with a source address of 223.255.255.1

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 84/113/156 ms

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 200.110.12.129, timeout is 2 seconds:

Packet sent with a source address of 223.255.255.1

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 80/132/160 ms

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 223.255.255.1, timeout is 2 seconds:

Packet sent with a source address of 223.255.255.1

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/4/12 ms

1.4.5 Definovať vlastnú politiku –použiť community, community alter LP, AS-PATH filtering, prepending, atď

Nasledujúce úlohy budeme riešiť pomocou rôznych atribútov.

1.4.6 Primárne linky R3-R8, R4-R10

Prvou časťou tejto úlohy bolo aby v rámci zákaznickej siete Customer 1, bola primárna cesta von cez linku R8-R3 a nie cez R9-R4. Toto sa muselo riešiť z oboch smerov.

Smer z AS 65001 von sme riešili pomocou atribútu Local Preference nasledovnou konfiguráciou:

```
R8(config)# route-map R8-out permit 10
R8(config-route-map)# set local-preference 150
R8(config)# route BGP 65001
R8(config-router)# neighbor 200.110.255.241 route-map R8-out in
```

Opačný smer do AS 65001 sme riešili pomocou komunit následovnou konfiguráciou:

```
R8(config)# route-map R8-in permit 10
R8(config-route-map)# set community 65001:65 additive
R8(config)# route BGP 65001
R8(config-router)# neighbor 200.110.255.241 route-map R8-in out
R8(config-router)# neighbor 200.110.255.241 send-community

R3(config)# ip community-list 1 permit 65001:65
R3(config)# route-map R3-out permit 10
R3(config-route-map)# match community 1
R3(config-route-map)# set local-preference 160
R3(config)# route BGP 110
R3(config-router)# neighbor 200.110.255.242 route-map R3-out in
```

Po týchto zmenách treba nanovo požiadať o zostavenie vzťahov pomocou príkazu *clear ip bgp **. Následne po krátkom čase môžeme vidieť zmeny:

Smer z R9 na R2

```
R9#show ip bgp
BGP table version is 104, local router ID is 200.110.12.129
```

Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
r RIB-failure, S Stale

Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
*>i0.0.0.0	200.110.255.241	0	150		0 110 i
*	200.110.255.237				0 110 i
*>i200.110.0.0/21	200.110.255.241	0	150		0 110 i
*	200.110.255.237	0			0 110 i
* i200.110.12.0	10.255.255.8	0	100		0 i
*>	0.0.0.0		32768		i
s> 200.110.12.128/25					
	0.0.0.0	0			32768 i
*>i223.255.255.0	200.110.255.241	0	150		0 110 5005 i
*	200.110.255.237				0 110 5005 i

R9#traceroute 200.110.2.1 source 200.110.12.129

Type escape sequence to abort.

Tracing the route to 200.110.2.1

```

1 200.110.89.8 28 msec 16 msec 48 msec
2 200.110.255.241 40 msec 60 msec 36 msec
3 10.110.13.2 104 msec * 56 msec

```

Smer z R2 na R9

R2#show ip bgp

BGP table version is 40, local router ID is 200.110.2.1

Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
r RIB-failure, S Stale

Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
* 64.34.0.0/24	200.110.255.254				0 4502 3401 i
*>	200.110.255.249	0			0 3401 i
* 128.45.0.0/24	200.110.255.249				0 3401 4502 i
*>	200.110.255.254	0			0 4502 i
*> 200.110.0.0/21	0.0.0.0				32768 i
* i	10.255.255.4	0	100		0 i
* i	10.255.255.3	0	100		0 i
s> 200.110.2.0	0.0.0.0	0			32768 i
*>i200.110.12.0	200.110.255.242	0	160		0 65001 i
* 200.33.0.0/21	200.110.255.254				0 4502 3401 330 i
*>	200.110.255.249				0 3401 330 i

```
*>i223.255.255.0 200.110.255.246 0 100 0 5005 i
```

```
R2#traceroute 200.110.12.129 source 200.110.2.1
```

Type escape sequence to abort.

Tracing the route to 200.110.12.129

```
1 10.110.13.3 36 msec 32 msec 56 msec
```

```
2200.110.255.242 92 msec 156 msec 256 msec
```

```
3 200.110.89.9 72 msec * 48 msec
```

Podobne aj pri druhej časti tejto úlohy mala byť linka R4-R10 ako primárna linka pre smerovač R10. Toto sme riešili predĺžením atribútu AS-PATH pre smer R10-R7 nasledovnou konfiguráciou:

```
R10(config)# ip as-path access-list 1 permit ^$
R10(config-route-map)#route-map PREPEND permit 10
R10(config-route-map)# match as-path 1
R10(config-route-map)# set as-path prepend 5005 5005 5005
R10(config)# route BGP 5005
R10(config-router)# neighbor 200.33.255.245 route-map PREPEND out
```

Vidíme že AS-PATH pri smere na smerovač R10 sa naozaj predĺžila o 3x 5005, z tohto dôvodu sa zvolila cesta cez smerovač R6.

Dôvod prečo v tabuľke nevidíme iné cesty cez next hop R10 je ten, že smerovač R10 nie je tranzitívny [viď 1.4.8]

```
R7#sh ip bgp
```

BGP table version is 76, local router ID is 203.33.7.1

Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
r RIB-failure, S Stale

Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
*>i64.34.0.0/24	200.33.255.253	0	100	0	3401 i
*>i128.45.0.0/24	200.33.255.249	0	100	0	4502 i
*>i200.110.0.0/21	200.33.255.253	0	100	0	3401 110 i
*>i200.110.12.0	200.33.255.253	0	100	0	3401 110 i
* i200.33.0.0/21	10.255.255.6	0	100	0	i
*>	0.0.0.0				32768 i
s> 200.33.7.0	0.0.0.0	0			32768 i
*>i223.255.255.0	200.33.255.253	0	100	0	3401 110 5005 i
*	200.33.255.246	0	0		5005 5005 5005 5005 i

1.4.7 Distribúovať iba default, AS5005 a peering prefixy do AS65001

V tomto kroku bolo potrebné zredukovať smerovacie tabuľky smerovačov v AS65001 tak, že okrem cesty do AS 5005 a AS 4502 budú poznať iba default route. To sme spravili tak, že sme povolili tok z autonómnych systémov 5005 a 4502 a pre ostatné sme oznamovali default route nasledovne:

```
R2(config)# ip as-path access-list 2 permit _5005$, _4502$
R2(config)# route-map PEERING permit 10
R2(config-route-map)# match as-path 2
R2(config)# router bgp 110
R2(config-router)#neighbor 10.255.255.4 route-map PEERING out
R2(config-router)#neighbor 10.255.255.4 default-originate
R2(config-router)#neighbor 10.255.255.3 route-map PEERING out
R2(config-router)#neighbor 10.255.255.3 default-originate
```

Na nasledujúcom výpise môžeme vidieť že skutočne v AS 65005 vidíme len siete z AS 5005 (223.255.255.0) a z AS 4502 (128.45.0.0), zvyšné siete sú nahradené default-route.

```
R8#show ip bgp
BGP table version is 15, local router ID is 200.110.12.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network          Next Hop          Metric LocPrf Weight Path
*> 0.0.0.0          200.110.255.241      150      0 110 i
*> 128.45.0.0/24    200.110.255.241      150      0 110 4502 i
*> 200.110.0.0/21   200.110.255.241       0      150      0 110 i
s> 200.110.12.0/25  0.0.0.0              0                32768 i
*> 200.110.12.0     0.0.0.0              0                32768 i
* i                 10.255.255.9          0      100      0 i
*> 223.255.255.0    200.110.255.241      150      0 110 5005 i
```

Ďalším riešením by bolo spraviť to cez community tak, že sa na smerovači R10 označí sieť tagom 5005:45 a tiež smerovač R5 označí sieť tagom 4502:20. Postupne príkazom *send-community* pošleme community až na smerovač R2, kde dané siete zachytíme nasledovne:

```
R10(config)# route-map NO_TRANSIT_&_PREPEND permit 10
R10(config-route-map)# set community 5005:45 additive
R10(config)# router bgp 5005
R10(config-router)# neighbor 200.33.255.245 send-community
R5(config)# route-map DISTRIBUTION permit 10
R5(config-route-map)# set community 4502:20 additive
R5(config)# router bgp 4502
```



```
R5(config-route)# neighbor 200.110.255.253 send-community
R5(config-route)# neighbor 200.110.255.253 router-map DISTRIBUTION
```

Príkaz *send-community* sme postupne pridali aj na linkách R7-R6, R6-R1 aj R6-R5.
Následne sme potrebovali tieto otagované siete filtrovať na smerovači R2 nasledovne:

```
R2(config)# ip community-list 2 permit 4502:20
R2(config)# ip community-list 2 permit 5005:45
R2(config)# route-map DISTRIBUTION permit 10
R2(config-route-map)# match community 2
R2(config)# router bgp 110
R2(config-router)#neighbor 10.255.255.4 route-map DISTRIBUTION out
R2(config-router)#neighbor 10.255.255.3 route-map DISTRIBUTION out
```

Výsledkom bolo že sme na smerovači R8 aj R9 uvideli tieto siete. Zvyšné siete ostali nahradené default-route.

```
R8#show ip bgp
BGP table version is 44, local router ID is 200.110.12.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
```

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
*> 0.0.0.0	200.110.255.241	150	0	0	110 i
*> 128.45.0.0/24	200.110.255.241	150	0	0	110 4502 i
*> 200.110.0.0/21	200.110.255.241	0	150	0	110 i
s> 200.110.12.0/25	0.0.0.0	0		32768	i
*> 200.110.12.0	0.0.0.0			32768	i
* i 10.255.255.9		0	100	0	i
*> 223.255.255.0	200.110.255.241	150	0	0	110 5005 i

Na smerovačoch R3 a R4 môžeme tieto siete vidieť aj správne označené tagom:

```
R3#show ip bgp 128.45.0.0
BGP routing table entry for 128.45.0.0/24, version 3
Paths: (1 available, best #1, table Default-IP-Routing-Table)
Advertised to update-groups:
1
4502
200.110.255.254 (metric 74) from 10.255.255.2 (200.110.2.1)
Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, internal, best
Community: 4502:20
```

1.4.8 AS5005 nesmie byť nikdy transit

Cieľom tejto úlohy bolo aby smerovač R10, v autonómnom systéme 5005 nebol tranzitívny, a teda aby cez neho neprechádzali toky dát do iných AS. Toto sme riešili pomocou route-mapy, ktorá povoľovala len prevádzku ktorá začínala v autonómnom systéme 5005. Toto by sa riešilo nasledovne:

```
R10(config)# ip as-path access-list 1 permit ^$
R10(config-route-map)#route-map NO_TRANSIT permit 10
R10(config-route-map)# match as-path 1
R10(config)# route BGP 5005
R10(config-router)# neighbor 200.33.255.245 route-map NO_TRANSIT out
```

Tuto sa však dostávame do konfliktu s úlohou 1.4.6, pretože by sme potrebovali na linke R10-R7 dve route-mapy v smere out, čo nie je povolené.

Tieto dve route-mapy sme teda zlúčili do jednej nasledovne:

```
R10(config)# ip as-path access-list 1 permit ^$
R10(config-route-map)#route-map NO_TRANSIT_&_PREPEND permit 10
R10(config-route-map)# match as-path 1
R10(config-route-map)# set as-path prepend 5005 5005 5005
R10(config)# route BGP 5005
R10(config-router)# neighbor 200.33.255.245 route-map NO_TRANSIT_&_PREPEND out
```

Rovnako bolo potrebné nakonfigurovať aj smerovače R4 a R7 z toho dôvodu, že v reálnej sieti sa ISP nespolieha nato že to zabezpečí zákazník (Customer 2 – R10), ale zabezpečí si komunikáciu sám.

```
R4(config)# ip as-path access-list 1 permit _5005$
R4(config-route-map)#route-map NO_TRANSIT permit 10
R4(config-route-map)# match as-path 1
R4(config)# route BGP 110
R4(config-router)# neighbor 200.110.255.246 route-map NO_TRANSIT in

R7(config)# ip as-path access-list 1 permit _5005$
R7(config-route-map)#route-map NO_TRANSIT permit 10
R7(config-route-map)# match as-path 1
R7(config)# route BGP 330
R7(config-router)# neighbor 200.110.255.246 route-map NO_TRANSIT in
```

Môžeme vidieť že R10 skutočne neslúži ako tranzitný smerovač. Vidíme že cez neho nevedie cesta. Jediná cesta kde je next hop R10 je samotná cesta na R10, aj v tomto prípade však bola zvolená cesta cez R6 kvôli AS Prependingu z kroku 1.4.6

```
R7#show ip bgp
```

```
BGP table version is 76, local router ID is 203.33.7.1
```

```
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,  
r RIB-failure, S Stale
```

```
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
```

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
*>i64.34.0.0/24	200.33.255.253	0	100	0	3401 i
*>i128.45.0.0/24	200.33.255.249	0	100	0	4502 i
*>i200.110.0.0/21	200.33.255.253	0	100	0	3401 110 i
*>i200.110.12.0	200.33.255.253	0	100	0	3401 110 i
* i200.33.0.0/21	10.255.255.6	0	100	0	i
*>	0.0.0.0	32768			i
s> 200.33.7.0	0.0.0.0	0		32768	i
*>i223.255.255.0	200.33.255.253	0	100	0	3401 110 5005 i
*	200.33.255.246	0		0	5005 5005 5005 5005 i

1.4.9 Peering iba pre ISP1 a ISP2, nie pre prefixy naučené z Upstream ISP

V tejto úlohe bolo potrebné zabezpečiť, aby cez R5 v AS4502 nebolo možné prevádzkovať komunikáciu z Upstream ISP, teda z AS3401 R1, iba z ISP1 a ISP2. Toto sme riešili na smerovačoch R2 a R6 nasledovne:

```
R1(config)# route map NO_SIX permit 10  
R1(config-route-map)# set community 3401:20  
R1(config)# router bgp 3401  
R1(config-router)# neighbor 200.110.255.250 route-map NO_SIX out  
R1(config-router)# neighbor 200.110.255.250 send-community  
R1(config-router)# neighbor 200.33.255.254 route-map NO_SIX out  
R1(config-router)# neighbor 200.33.255.254 send-community
```

```
R2(config)# ip community-list 1 permit 5401:30  
R2(config)# route-map NO-SIX deny 10  
R2(config-route-map)# match community 1  
R2(config)# router bgp 110  
R2(config-router)#neighbor 200.110.255.254 route-map NO_SIX out  
  
R6(config)# ip community-list 1 permit 5401:30  
R6(config)# route-map NO-SIX deny 10  
R6(config-route-map)# match community 1  
R6(config)# router bgp 330  
R6(config-router)#neighbor 200.33.255.249route-map NO_SIX out
```

Môžeme vidieť že zo smerovača R5 sa na smerovač R1 dostaneme len pomocou priamej linky R1-R5. Nedostaneme sa ani cez smerovač R2 ani cez R6.

```
R5>show ip bgp 64.34.0.1
BGP routing table entry for 64.34.0.0/24, version 68
Paths: (1 available, best #1, table Default-IP-Routing-Table)
  Advertised to update-groups:
    1
  3401
  64.34.255.253 from 64.34.255.253 (64.34.0.1)
    Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, external, best
    Community: 222887956
```

1.4.10 Overiť funkčnosť nastavenia politiky vhodnými výpadkami liniek a smerovačov

Jednu z možných overení funkčnosti nastavenia politiky budeme robiť v nasledujúcom kroku. Konkrétne rušenie linky R4-R10, aby sa nám celá prevádzka odklonila na linku R10-R7 [viď 1.4.11].

Taktiež sme sa rozhodli otestovať výpadky liniek medzi smerovačmi R5-R6 a medzi smerovačmi R2-R5. Z výpisov môžeme vidieť, že po oboch výpadkoch sa našla záložná trasa a siete sú plne funkčné.

Cesta z R2 na R10

```
R2#traceroute 223.255.255.1 source 200.110.2.1
 1 200.110.255.249 20 msec 28 msec 44 msec
 2 200.33.255.254 36 msec 24 msec 28 msec
 3 10.110.67.7 40 msec 52 msec 36 msec
 4 200.33.255.246 52 msec 60 msec *
```

Cesta z R6 na R8

```
R6#traceroute 200.110.12.1 source 200.33.6.1
 1 200.33.255.253 0 msec 16 msec 12 msec
 2 200.110.255.250 24 msec 32 msec 8 msec
 3 10.110.13.3 80 msec 64 msec 60 msec
 4 200.110.255.242 88 msec * 64 msec
```

1.4.11 Overiť, či je možné odkloniť celú prevádzku (upstream, downstream) na linku R4-R10 v prípade plánovanej údržby (linka musí byť plne funkčná BGP spojenie propaguje všetky prefixy)

V nasledujúcom kroku sme zrušili linku R4-R10 a zisťovali či sa nám celá prevádzka

odkloní na linku R10-R7. Výsledky sú nasledovné:

Vidíme že zo smerovaču R8 sa do R10 dostaneme cez hornú trasu a nie cez R4-R10:

```
R8#show ip bgp
BGP table version is 46, local router ID is 200.110.12.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network                Next Hop          Metric      LocPrf Weight Path
*> 0.0.0.0                200.110.255.241      150         0       110 i
*> 128.45.0.0/24          200.110.255.241      150         0       110 4502 i
*> 200.110.0.0/21          200.110.255.241        0       150         0       110 i
s> 200.110.12.0/25         0.0.0.0              0                          32768 i
*> 200.110.12.0           0.0.0.0                          32768 i
* i                        10.255.255.9          0       100         0       i
*> 223.255.255.0          200.110.255.241      150         0       110 3401 330 5005 5005
                                   5005 5005 i
```

V nasledovnom výpise vidíme že prevádzka zo smerovaču R10 ide cez R7.

```
R10#show ip bgp
BGP table version is 23, local router ID is 223.255.255.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network                Next Hop          Metric LocPrf Weight Path
*> 64.34.0.0/24           200.33.255.245      100         0       330 3401 i
*> 128.45.0.0/24          200.33.255.245      100         0       330 4502 i
*> 200.33.0.0/21          200.33.255.245        0       100         0       330 i
*> 200.110.0.0/21          200.33.255.245      100         0       330 3401 110 i
*> 200.110.12.0           200.33.255.245      100         0       330 3401 110 i
*> 223.255.255.0         0.0.0.0              0          32768 i
```

```
R10#traceroute 200.110.12.129 source 223.255.255.1
```

Type escape sequence to abort.

Tracing the route to 200.110.12.129

```
 1 200.33.255.245 40 msec 24 msec 24 msec
 2 10.110.67.6 68 msec 132 msec 56 msec
 3 200.33.255.253 108 msec 76 msec 80 msec
 4 200.110.255.250 148 msec 84 msec 92 msec
 5 10.110.13.3 188 msec 112 msec 244 msec
```

<p>6 200.110.255.242 156 msec 152 msec 176 msec</p> <p>7 200.110.89.9 156 msec * 224 msec</p>
