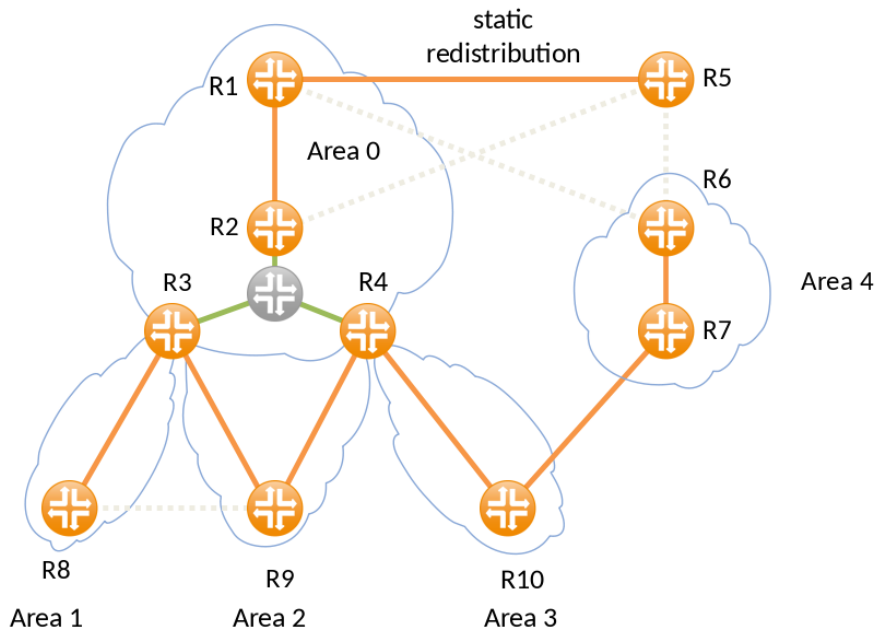


# Multi-area OSPF

## Topológia

Budeme konfigurovať Multi-area OSPF, ktorá je znázornená na obrázku 1.



Obr. 1: Topológia Multi-area OSPF

## Úlohy a ich konfigurácia

### Základná konfigurácia

#### Popis

Ako za základnú konfiguráciu považujeme nastavenie adresácie, vzdialeného prístupu a vypisovania konzoly.

#### Konfigurácia

```
!!!!!!! R1 !!!!!!!!
hostname R1
no ip domain-lookup
username admin privilege 15 secret admin
line con 0
login local
logging synchronous
exec-timeout 120
line vty 0 15
privilege level 15
no login
```

```
int lo1
ip address 10.255.255.1 255.255.255.255
no shutdown
int f0/1
ip address 10.100.15.1 255.255.255.0
no shutdown
int f0/0
ip address 10.0.12.1 255.255.255.0
no shutdown
```

```
do show ip interface brief
```

```
!!!!!!!!!!!! R2 !!!!!!!!!!!!!
hostname R2
no ip domain-lookup
username admin privilege 15 secret admin
line con 0
login local
logging synchronous
! Predĺženie intervalu na odpojenie používateľa od konzoly
exec-timeout 120
line vty 0 15
privilege level 15
no login
int lo1
ip address 10.255.255.2 255.255.255.255
no shutdown
int f0/1
ip address 10.0.234.2 255.255.255.0
no shutdown
int f0/0
ip address 10.0.12.2 255.255.255.0
no shutdown
```

```
do show ip interface brief
```

```
!!!!!!!!!!!! R3 !!!!!!!!!!!!!
hostname R3
no ip domain-lookup
username admin privilege 15 secret admin
line con 0
login local
logging synchronous
exec-timeout 120
line vty 0 15
privilege level 15
no login
int lo1
ip address 10.255.255.3 255.255.255.255
```

```
no shutdown
int f0/1
ip address 10.0.234.3 255.255.255.0
no shutdown
int f0/0
ip address 10.1.38.1 255.255.255.0
no shutdown
int s1/0
ip address 10.2.39.1 255.255.255.252
no shutdown
```

```
do show ip interface brief
```

```
!!!!!!!!!!!! R4 !!!!!!!!!!!!!
hostname R4
no ip domain-lookup
username admin privilege 15 secret admin
line con 0
login local
logging synchronous
exec-timeout 120
line vty 0 15
privilege level 15
no login
int lo1
ip address 10.255.255.4 255.255.255.255
no shutdown
int f0/1
ip address 10.0.234.4 255.255.255.0
no shutdown
int f0/0
ip address 10.2.49.1 255.255.255.0
no shutdown
int s1/0
ip address 10.3.104.1 255.255.255.252
no shutdown
```

```
do show ip interface brief
```

```
!!!!!!!!!!!! R5 !!!!!!!!!!!!!
hostname R5
no ip domain-lookup
username admin privilege 15 secret admin
line con 0
login local
logging synchronous
exec-timeout 120
line vty 0 15
privilege level 15
```

```

no login
int lo1
ip address 10.255.255.5 255.255.255.255
no shutdown
int f0/1
ip address 10.100.15.2 255.255.255.0
no shutdown

```

```
do show ip interface brief
```

```

!!!!!!!!!!!! R6  !!!!!!!!!!!!!
hostname R6
no ip domain lookup
username admin privil 15 secret admin
line con 0
login local
logging synchro
exec-timeout 120
line vty 0 15
privilege level 15
no login
int lo1
ip add 10.255.255.6 255.255.255.255
no sh
int fa0/1
ip add 10.4.67.1 255.255.255.0
no sh

```

```

!!!!!!!!!!!! R7  !!!!!!!!!!!!!
hostname R7
no ip domain lookup
username admin privil 15 secret admin
line con 0
login local
logging synchro
exec-timeout 120
line vty 0 15
privilege level 15
no login
int lo1
ip add 10.255.255.7 255.255.255.255
no sh
int fa0/1
ip add 10.4.67.2 255.255.255.0
no sh
int s1/1
ip add 10.4.107.1 255.255.255.0
no sh

```

```

!!!!!!!!!!!! R8  !!!!!!!!!!!!!
hostname R8

```

```

no ip domain lookup
username admin privil 15 secret admin
line con 0
login local
logging synchro
exec-timeout 120
line vty 0 15
privilege level 15
no login
int lo1
ip add 10.255.255.8 255.255.255.255
no sh
int fa0/0
ip add 10.1.38.2 255.255.255.0
no sh

```

```

!!!!!!!!!!!! R9 !!!!!!!!!!!!!
hostname R9
no ip domain lookup
username admin privil 15 secret admin
line con 0
login local
logging synchro
exec-timeout 120
line vty 0 15
privilege level 15
no login
int lo1
ip add 10.255.255.9 255.255.255.255
no sh
int fa0/0
ip add 10.2.49.2 255.255.255.0
no sh
int s1/0
ip add 10.2.39.2 255.255.255.0
no sh

```

```

!!!!!!!!!!!! R10 !!!!!!!!!!!!!
hostname R10
no ip domain lookup
username admin privil 15 secret admin
line con 0
login local
logging synchro
exec-timeout 120
line vty 0 15
privilege level 15
no login
int lo1
ip add 10.255.255.10 255.255.255.255
no sh

```

```
int s1/1
ip add 10.4.107.2 255.255.255.0
no sh
int s1/0
ip add 10.3.104.2 255.255.255.0
no sh
```

## Overenie

Základnú konfiguráciu sme overili príkazmi “show ip interface brief”, “show cdp neighbors”.

## Nakonfigurovať OSPF s viacerými oblasťami

### Popis

Jednotlivé smerovače sme priradili do oblastí podľa obrázku 1.

### Konfigurácia

```
!KONFIGURACIA R1
router ospf 1
  network 10.255.255.1 0.0.0.0 area 0
  exit
int f0/0
  ip ospf 1 area 0
  !treba zapnut interface, ked nam padne router/server
  no shutdown

!KONFIGURACIA R2
router ospf 1
  network 10.255.255.2 0.0.0.0 area 0
  exit
int f0/0
  ip ospf 1 area 0
  no shutdown
int f0/1
  ip ospf 1 area 0
  no shutdown

!KONFIGURACIA R3
router ospf 1
  network 10.255.255.3 0.0.0.0 area 1
  exit
int f0/1
  ip ospf 1 area 0
  no shutdown
int f0/0
  ip ospf 1 area 1
  no shutdown
```

```

int s1/0
    ip ospf 1 area 2
    no shutdown

!KONFIGURACIA R4
router ospf 1
    network 10.255.255.4 0.0.0.0 area 3
    exit
int f0/1
    ip ospf 1 area 0
    no shutdown
int f0/0
    ip ospf 1 area 2
    no shutdown
int s1/0
    ip ospf 1 area 3
    no shutdown

!KONFIGURACIA R5
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 f0/1 10.100.15.1

!KONFIGURACIA R6
router ospf 1
    network 10.255.255.6 0.0.0.0 area 4
    exit
int f0/1
    ip ospf 1 area 4
    no sh

!KONFIGURACIA R7
router ospf 1
    network 10.255.255.7 0.0.0.0 area 4
    exit
int f0/1
    ip ospf 1 area 4
    no sh
int s1/1
    ip ospf 1 area 4
    no sh

!KONFIGURACIA R8
router ospf 1
    network 10.255.255.8 0.0.0.0 area 1
    exit
int f0/0
    ip ospf 1 area 1
    no sh

!KONFIGURACIA R9
router ospf 1

```

```

        network 10.255.255.9 0.0.0.0 area 2
    exit
int f0/0
    ip ospf 1 area 2
    no sh
int s1/0
    ip ospf 1 area 2
    no sh

!KONFIGURACIA R10
router ospf 1
    network 10.255.255.10 0.0.0.0 area 3
    exit
int s1/0
    ip ospf 1 area 3
    no sh
int s1/1
    ip ospf 1 area 4
    no sh

```

## Overenie

Príslušnosť smerovačov do oblastí sme testovali týmito príkazmi “show ip ospf interface brief”, “show ip ospf neighbors”, “show ip ospf database”

## R2, R3, R4 broadcast spojenia prostredníctvom L2 prepínača, zvyšok spojení P2P

### Popis

V “broadcastovej” “non-broadcastovej” doméne smerovače v rámci OSPF topológie komunikujú pomocou LSA 2 správ, ktorými si volia DR/BDR smerovač. DR (Designated Router) je smerovač, ktorý slúži ako centrálny bod pre výmenu smerovacích informácií v “broadcast” doméne v rámci OSPF. BDR (Backup DR) je záložný smerovač v prípade, že by DR smerovač prestal fungovať.

### Konfigurácia

```

!KONFIGURACIA R1
int f0/0
    ip ospf network point-to-point

!KONFIGURACIA R2
int f0/0
    ip ospf network point-to-point

!KONFIGURACIA R3
int f0/0
    ip ospf network point-to-point

```



```

int s1/0
    ip ospf network point-to-point

!KONFIGURACIA R4
int f0/0
    ip ospf network point-to-point
int s1/0
    ip ospf network point-to-point

!KONFIGURACIA R6
int f0/1
    ip ospf network point-to-point

!KONFIGURACIA R7
int f0/1
    ip ospf network point-to-point
int s1/1
    ip ospf network point-to-point

!KONFIGURACIA R8
int f0/0
    ip ospf network point-to-point

!KONFIGURACIA R9
int f0/0
    ip ospf network point-to-point
    ip ospf 1 area 2
int s1/0
    ip ospf network point-to-point

!KONFIGURACIA R10
int s1/0
    ip ospf network point-to-point
int s1/1
    ip ospf network point-to-point

```

## Overenie

Typ siete (resp. rozhrania) sme overovali príkazom "show ip ospf interface <názov\_rozhrania > ". Napríklad smerovač R3 na Fa0/0:

```

FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
Internet Address 10.1.38.1/24, Area 1
Process ID 1, Router ID 10.255.255.3, Network Type POINT_TO_POINT, Cost: 10

```

## Router-id - loopback0, passive-interface

### Popis

IP adresa loopback rozhrania sa nastavila ako Router ID a zároveň sme loopback rozhranie "lo1" nastavili ako pasívne.

## Konfigurácia

Na každom routri sme vykonali tieto príkazy:

```
router ospf 1
  router-id 10.255.255.X
  passive-interface lo1
```

'X' symbolizuje číslo smerovača (napr. pre R1: 10.255.255.1)

## Overenie

Router ID sme overovali príkazom "show ip ospf 1".

```
R3#show ip ospf 1
Routing Process "ospf 1" with ID 10.255.255.3
```

Pasívne rozhranie sme overovali príkazom "show ip ospf interface brief".

```
R3#show ip ospf interface brief
```

Interface	PID	Area	IP Address/Mask	Cost	State	Nbrs	F/C
Fa0/1	1	0	10.0.234.3/24	1	DR	2/2	
Lo1	1	1	10.255.255.3/32	1	LOOP	0/0	
Fa0/0	1	1	10.1.38.1/24	10	P2P	1/1	
Se1/0	1	2	10.2.39.1/30	64	P2P	1/1	

## Area 1 – Totally Stubby

### Popis

"Totally Stubby" oblasť je taký druh oblasti, v ktorej sa nešíria žiadne LSA 3, LSA 4, LSA 5 a predvolená cesta sa šíri ako LSA 3.

## Konfigurácia

Oblasť 1 nastavíme na typ "Totally Stubby" na smerovačoch R3 a R8.

```
!R3 - R3 je ABR, preto použijeme dodatočný príkaz "no-summary", aby sme
!definovali Totally Stubby oblasť
```

```
R3(config)#router ospf 1
R3(config-router)#area 1 stub no-summary
```

```
!R8
R8(config)#router ospf 1
R8(config-router)#area 1 stub
```

## Overenie

Na overenie sme použili príkaz "show ip ospf database".

```
R3#show ip ospf database
```

```
...
```

```
Summary Net Link States (Area 1)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
0.0.0.0	10.255.255.3	68	0x80000001	0x0045EB

```
...
```

## Area 3 – Stub

### Popis

Oblasť 3 nemôže byť "Stub" oblasťou, pretože sa ňou nešíria správy LSA 4 a 5, ktoré potrebuje virtuálne spojenie. Preto sme po úvahe oblasť 3 zmenili zo "Stub" na štandardnú oblasť a namiesto toho sme oblasť 2 nastavili ako "Stub".

### Konfigurácia

Konfigurovali sme smerovače R3, R4 a R9. Konfigurácia bola zhodná pre všetky spomenuté smerovače.

```
R3(config)#router ospf 1
R3(config-router)#area 2 stub
```

## Overenie

Stub sieť sme overili príkazom "show ip ospf database router" zo smerovača R3 a R4.

```
...
```

```
Router Link States (Area 2)
```

```
...
```

```
LS age: 2012
Options: (No TOS-capability, DC)
LS Type: Router Links
Link State ID: 10.255.255.3
Advertising Router: 10.255.255.3
LS Seq Number: 80000008
Checksum: 0x2FDB
Length: 48
Area Border Router
```

```

Number of Links: 2

Link connected to: another Router (point-to-point)
(Link ID) Neighboring Router ID: 10.255.255.9
(Link Data) Router Interface address: 10.2.39.1
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 64

Link connected to: a Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 10.2.39.0
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.252
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 64

...

...
Router Link States (Area 2)
...

LS age: 510
Options: (No TOS-capability, DC)
LS Type: Router Links
Link State ID: 10.255.255.4
Advertising Router: 10.255.255.4
LS Seq Number: 80000008
Checksum: 0xB6BB
Length: 48
Area Border Router
Number of Links: 2

Link connected to: another Router (point-to-point)
(Link ID) Neighboring Router ID: 10.255.255.9
(Link Data) Router Interface address: 10.2.49.1
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 65535

Link connected to: a Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 10.2.49.0
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 65535

...

```

## Area 4 – pripojenie pomocou virtuálnej linky

### Popis

Oblasť 4 sme potrebovali pripojiť ku existujúcej OSPF topológii. Pripojenie sa dalo uskutočniť iba cez oblasť 3, čo nie je chrbticová oblasť. Keďže každá oblasť musí byť pripojená ku chrbticovej oblasti, museli sme oblasť 4 pripojiť ku nej pomocou virtuálneho rozhrania.

## Konfigurácia

Virtuálne pripojenie oblasti 4 sme konfigurovali na smerovačoch R4 a R10.

```
!R4
router ospf 1
  area 3 virtual-link 10.255.255.10
```

```
!R10
router ospf 1
  area 3 virtual-link 10.255.255.4
```

## Overenie

Virtuálne pripojenie sme overovali príkazom “show ip ospf interface brief” na smerovačoch R4 a R10.

```
R4#show ip ospf interface brief
```

Interface	PID	Area	IP Address/Mask	Cost	State	Nbrs	F/C
VL0	1	0	10.3.104.1/30	64	P2P	1/1	
Fa0/1	1	0	10.0.234.4/24	10	DROTH	2/2	
Fa0/0	1	2	10.2.49.1/24	65535	P2P	1/1	
Lo1	1	3	10.255.255.4/32	1	LOOP	0/0	
Se1/0	1	3	10.3.104.1/30	64	P2P	1/1	

```
R10#show ip ospf interface brief
```

Interface	PID	Area	IP Address/Mask	Cost	State	Nbrs	F/C
VL0	1	0	10.3.104.2/24	64	P2P	1/1	
Lo1	1	3	10.255.255.10/32	1	LOOP	0/0	
Se1/0	1	3	10.3.104.2/24	64	P2P	1/1	
Se1/1	1	4	10.4.107.2/24	64	P2P	1/1	

## Statická redistribúcia smerovacích záznamov z R5

### Popis

Na smerovači R5 sme nastavili predvolenú cestu.

## Konfigurácia

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 f0/1 10.100.15.1
```

Potom sme na smerovači R1 namapovali cestu k "lo1" na R5, ktorú sme ohlásili v rámci OSPF topológie príkazmi "redistribute":

```
ip route 10.255.255.5 255.255.255.255 f0/1 10.100.15.2
router ospf 1
    redistribute static subnets
    redistribute connected subnets
```

## Overenie

Prítomnosť statickej cesty sme overovali príkazom "show ip route" na smerovači R1.

```
R1#show ip route
...
S      10.255.255.5/32 [1/0] via 10.100.15.2, FastEthernet0/1
...
```

```
R2#show ip route
...
O E2   10.255.255.5/32 [110/20] via 10.0.12.1, 00:03:07, FastEthernet0/0
...
```

## Kontrola DR prostredníctvom "ip ospf priority"

### Popis

Smerovač R4 sme manuálne nastavili ako DR.

## Konfigurácia

```
int f0/1
    ip ospf priority 100
```

## Overenie

Prioritu sme overovali zo smerovača R2 príkazom “show ip ospf neighbor”.

```
R2(config-if)#do show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
10.255.255.3	1	FULL/BDR	00:00:01	10.0.234.3	Fa0/1
10.255.255.4	100	FULL/DR	00:00:01	10.0.234.4	Fa0/1

```
R2(config-if)#do show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
10.255.255.3	1	FULL/BDR	00:00:01	10.0.234.3	Fa0/1
10.255.255.4	100	FULL/DR	00:00:01	10.0.234.4	Fa0/1

## Kontrola OSPF databáz a smerovacích tabuliek

### Popis

OSPF databáza (LSDB - Link State DataBase) je sumárny výstup, v ktorom môžeme sledovať, od ktorých smerovačov získavame ktoré LSA správy. Smerovacia tabuľka je výstup, ktorý obsahuje informácie o topológii siete.

### Overenie

Použili sme tieto príkazy:

```
show ip ospf database
show ip ospf neighbors
show ip ospf brief
show ip protocols
show ip route
```

## Kontrola konektivity

### Popis

Konektivitu sme testovali pomocou tclsh skriptu.

### Konfigurácia

```
R1#tclsh
# Celý foreach cyklus skopírujeme do terminálu

foreach address {
#R1
10.100.15.2
10.0.12.1

#R2
```

```
10.0.12.2
10.0.234.2

#R3
10.0.234.3
10.1.38.1
10.2.39.1

#R4
10.0.234.4
10.2.49.1
10.3.104.1

#R5
10.100.15.1

#R6
10.4.67.1

#R7
10.4.67.2
10.4.107.1

#R8
10.1.38.2

#R9
10.2.39.2
10.2.49.2

#R10
10.4.107.2
10.3.104.2
} {
ping $address}
```

## Overenie

Po skopírovaní skriptu do terminálu sa začne okamžite vykonávať (ak nie, stlačíme Enter). Otestuje sa konektivita ku každému smerovaču.

**Area 2 – R3 primárny smerovač, R4 sekundárny smerovač so sumarizovanými internými smerovacími záznamami do jedného sumarizačného**

## Popis

Smerovač R3 sme nastavili ako primárny a R4 ako sekundárny smerovač. Preto bolo treba nastaviť aj sumárne cesty na R3 a R4.



## Konfigurácia

```
!R4
int f0/0
    bandwidth 1

!R9
int f0/0
    bandwidth 1

!R3 aj R4 - sumarizácia
router ospf 1
    area 2 range 10.2.0.0 255.255.0.0 1
```

Tým, že znížime bandwidth na tomto rozhraní, zvýšime jeho "Cost". Zmena sa potom ohlásí všetkým smerovačom v sieti. Následkom toho bude rozhranie f0/1 na R3 preferované pre ďalšie smerovanie.

## Overenie

Na overenie sme použili OSPF výpis rozhrania Fa0/0 na smerovači R4 a príkaz traceroute.

```
R3(config)#show ip route
```

### Kontrola smerovania z R5 na R9

```
R5#traceroute 10.255.255.9
```

```
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.255.255.9
```

```
 1 10.100.15.1 12 msec 16 msec 20 msec
 2 10.0.12.2 36 msec 36 msec 36 msec
 3 10.0.234.3 60 msec 36 msec 76 msec
 4 10.2.39.2 56 msec * 80 msec
```

### Kontrola smerovania z R9 na R5

```
R5#traceroute 10.255.255.9
```

```
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.255.255.9
```

```
 1 10.100.15.1 12 msec 16 msec 20 msec
 2 10.0.12.2 36 msec 36 msec 36 msec
 3 10.0.234.3 60 msec 36 msec 76 msec
 4 10.2.39.2 56 msec * 80 msec
```

Z výpisu traceroute nás zaujíma hlavne posledná položka 10.2.39.2, ktorá značí, že smerovanie šlo cez sieť 10.2.39.0, čo je sieť medzi R3 a R9.

### **Skrátenie hello a dead-interval časovačov, zistenie funkčnosti vytrhnutím jednej z liniek smerom ku L2 prepínaču**

#### **Popis**

Smerovačom R2, R3 a R4 sme na rozhraní "Fa0/1" znížili "hello" a "dead" intervaly na rozhraniach pripojených k prepínaču. Význam "hello" intervalu je ten, že oznamuje ostatným smerovačom v oblasti, že jeho priamo pripojená sieť je živá. "dead" interval hovorí o tom, ako dlho budeme čakať, kým sieť vyhlásime za odpojenú. Čím sú tieto intervaly kratšie, tým rýchlejšia je konvergencia siete, v prípade, že nastane zmena v topológii. Pokiaľ však nastavíme "hello" a "dead" intervaly v milisekundách (hodnota menšia ako 1), hrozí, že úplne vyťažíme procesor v smerovači.

#### **Konfigurácia**

```
!R3
int f0/1
  ip ospf hello-interval 1
  !dead interval je predvolene nastavovaný na štvornásobok
  !hello intervalu
```

#### **Overenie**

Mali sme rôzne spôsoby, ako overiť toto nastavenie: použitím nepretržitého ping-u, pričom sledujeme čas konvergence; debugging smerovacej tabuľky a OSPF procesu. Avšak použili sme len príkaz "show ip ospf názov\_rozhrania", pretože pri vypnutí rozhrania "Fa0/1" vznikali nasledujúce problémy:

- Oblasť 1 stratí konektivitu s chrbticovou oblasťou, pretože už nebude priamo pripojená ku chrbticovej oblasti. Riešením by bolo vytvorenie virtuálneho pripojenia cez oblasť 2. Rovnaký problém vznikne aj s oblasťami 3 a 4 pri odpojení linky f0/1
- Vznikne smerovacia slučka medzi smerovačmi R3 a R9. "hello". Keď sme vypli rozhranie "f0/1" medzi prepínačom a R3, tak sa router odrezal od chrbticovej oblasti 0. Ale keďže jeho loopback bol stále v oblasti 0, tak sám seba stále považoval za ABR do oblasti 0, a preto generoval LSA 3. Tým pádom R9 dostalo predvolenú cestu od R3 aj od R4. Vybralo si tú od R3, lebo mala menšiu cenu (Cost). A keď prišiel ping z R9 na R3 (pomocou predvolenej cesty), tak tam sa zase cez predvolenú cestu poslal späť na R9. A tak sa to posielalo dookola. Riešením je presunúť loopback na R3 do oblasti 1, tak R3 prestala generovať LSA 3. Na R9 prišla následne len jedna predvolená cesta (z R4) a smerovanie sa upravilo. Táto zmena sa prejavila aj v základnej konfigurácii, ktorú uvádzame na začiatku dokumentácie.

### Ukážka časovačov na rozhraní "f0/0" na smerovači R1.

```
R1#show ip ospf int fa0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Internet Address 10.0.12.1/24, Area 0
  Process ID 1, Router ID 10.255.255.1, Network Type POINT_TO_POINT, Cost: 10
  Enabled by interface config, including secondary ip addresses
  Transmit Delay is 1 sec, State POINT_TO_POINT
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
```