



Advanced OSPF

Proiectarea rețelelor

Cuprins

- ▶ OSPF în detaliu
 - ▶ Introducere rețelelor în OSPF
 - ▶ Generarea de LSA-uri
 - ▶ Tabela de topologie OSPF
- ▶ Cum se folosesc virtual-linkurile
 - ▶ Cazuri de utilizare
 - ▶ Virtual-link vs GRE
- ▶ Tipuri de arii OSPF
- ▶ Manipularea de rute OSPF
 - ▶ Sumarizare
 - ▶ Filtrare

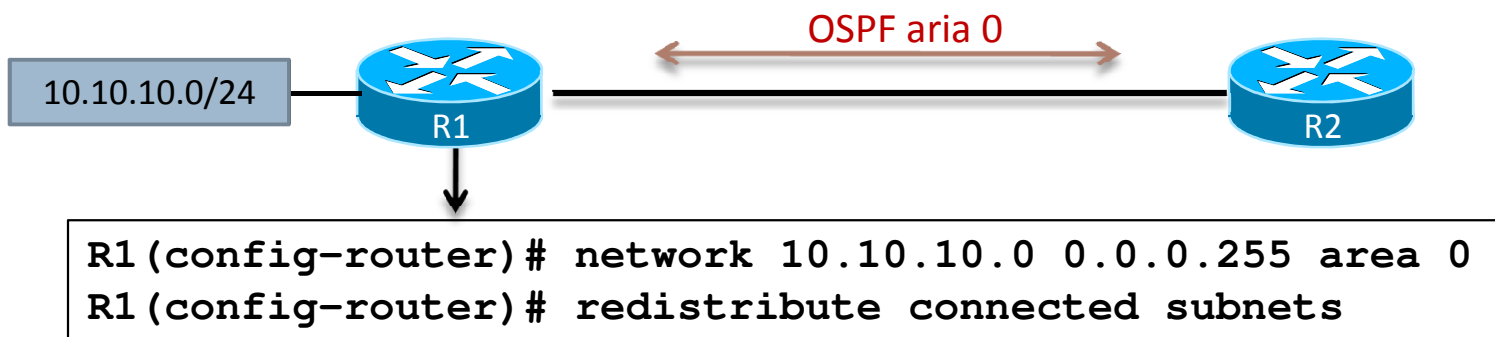


Recapitulare

- ▶ În terminologia OSPF
 - ▶ o rută este cunoscută sub numele de **LSA**.....
 - ▶ un ruter ce face legătura între 2 arii este cunoscut sub numele de **ABR**.....
 - ▶ un ruter ce introduce rute externe în OSPF este cunoscut sub numele de **ASBR**.....
- ▶ Costul OSPF se calculează folosind formula **$10^8/\text{bandwidth}$**
- ▶ Pentru a eficientiza transmisia de update-uri în rețele multiacces, OSPF folosește rolurile de **DR/BDR**.....
- ▶ În OSPF, orice arie non-backbone trebuie să fie legată la aria **0**....

Introducerea rețelelor în OSPF

- ▶ În OSPF o rută poate fi introdusă:
 - ▶ Ca ruta interioară folosind comanda `network`
 - ▶ ruta va apărea în tabela de rutare cu identificatorul O
 - ▶ Ca rută exterioară folosind comanda `redistribute`
 - ▶ ruta va apărea în tabela de rutare cu identificatorul O E1/E2
- ▶ O rută cu identificatorul O IA este internă sau externă?
- ▶ Cum va apărea ruta 10.10.10.0/24 în tabela de rutare a lui R2?



Introducerea unei rețele externe



```
Flash(config-router)# redistribute connected subnets metric 20 metric-type 2
```

connected

Argument ce specifică introducerea rețelelor direct conectate din tabela de rutare în OSPF ca rute externe

subnets

Argument necesar pentru ca rețelele cu mască classless să fie introduse în OSPF

metric

Argument ce specifică metrica de intrare în domeniul OSPF. Valoarea implicita este 20

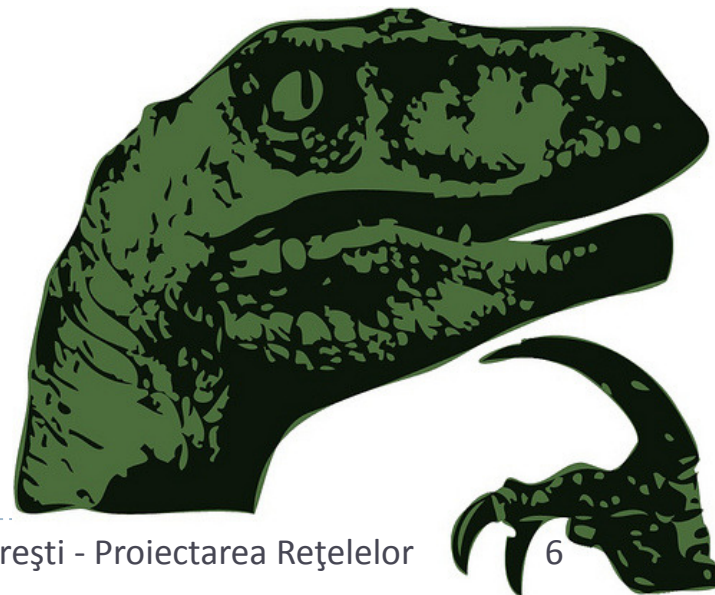
metric-type

Argument ce specifică dacă ruta va avea cost cumulativ sau nu la intrarea în domeniul OSPF

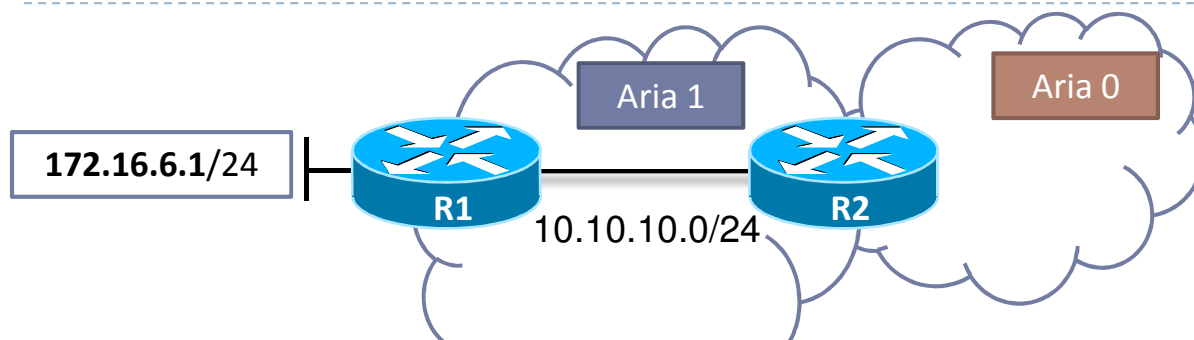


Procesarea rutelor OSPF

- ▶ Tabela de rutare a unui ruter e mereu parcursă funcție de **lungimea măștii de rețea**
- ▶ Când există două rute către aceeași destinație, învățate prin același protocol de rutare, ruterul folosește diferențiatorul **metrică**
- ▶ În cazul OSPF ruterul mai întâi compară tipul rutei și apoi metrica
 - ▶ **O > O IA > O E1 > O E2**



Generarea de LSA-uri

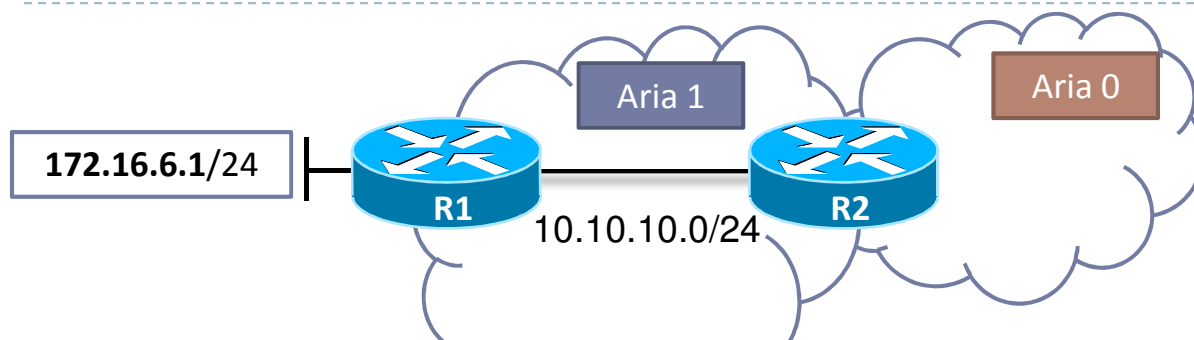


```
R1 (config-router) # network 10.10.10.0 0.0.0.255 area 1
R1 (config-router) # redistribute connected subnets
```

► La comanda **network**:

- R1 Generează un LSA de tip 1 (Router) pentru linkul dintre cele 2 rutere
- Dacă R1 este DR, el generează și un LSA de tip 2 (Network) în care se identifică ca DR și anunță toate router-ID-urile ruterele legate la același segment
- Când R2 primește LSA-ul de tip 1, îl transformă într-un LSA de tip 3 (Summary) și îl trimite în aria 0

Generarea de LSA-uri

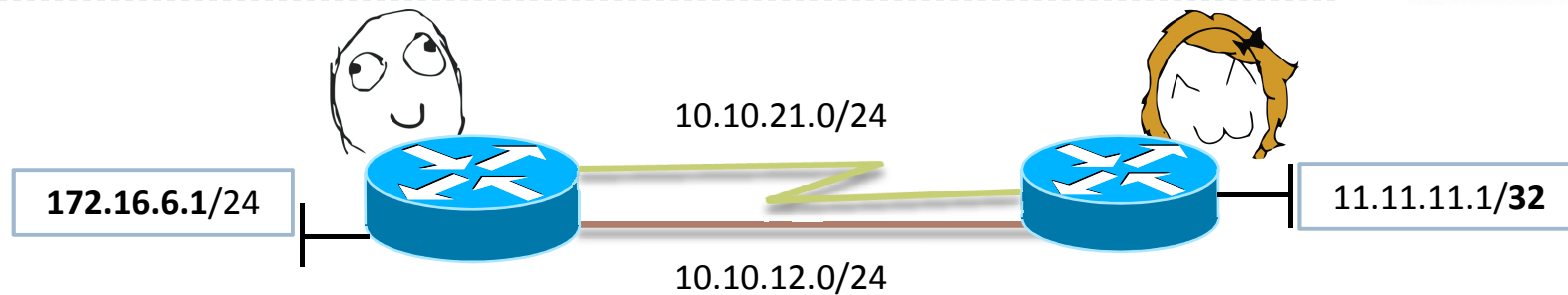


```
R1(config-router)# network 10.10.10.0 0.0.0.255 area 1
R1(config-router)# redistribute connected subnets
```

► La comanda **redistribute**:

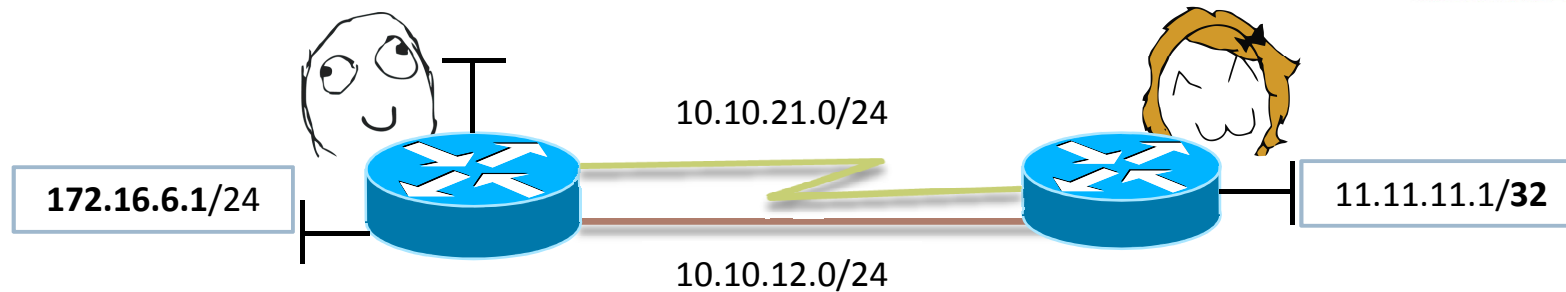
- R1 generează un LSA de tip 5 (External) care va fi trimis în tot domeniul OSPF în mod implicit
- La primirea LSA-ului de tip 5, R2 generează un LSA de tip 4 (ASBR Summary LSA) prin care anunță RID-ul lui R1

Interpretarea tabelii de topologie



- ▶ Pasul 1: activăm OSPF aria 0 pe interfețele dintre Derp și Derpina
- ▶ Pasul 2: activăm OSPF aria 1 pe loopbackul lui Derp
- ▶ Pasul 3: introducem loopbackul lui Derpina ca rețea externă
- ▶ Care sunt tipurile de LSA generate la fiecare pas?

Interpretarea tabelii de topologie



- Pasul 1: activăm OSPF pe interfețele dintre Derp și Derpina

```
Derp#sh ip ospf database
```

```
OSPF Router with ID (172.16.6.1) (Process ID 1)
```

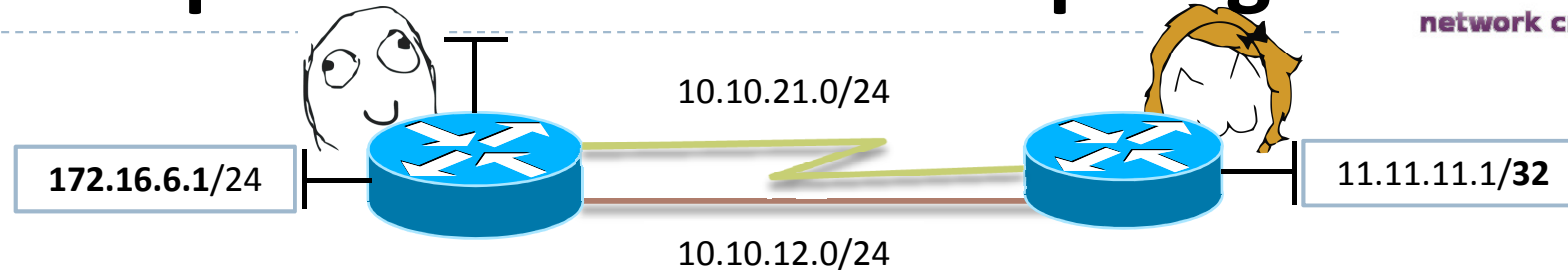
```
Router Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
11.11.11.1	11.11.11.1	111	0x80000003	0x006188	3
172.16.6.1	172.16.6.1	110	0x80000004	0x004FF9	3

```
Net Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
10.10.12.1	172.16.6.1	110	0x80000001	0x006807

Interpretarea tabelii de topologie



► Pasul 2: activăm OSPF aria 1 pe loopbackul lui Derp

```
Derpina#sh ip ospf data
```

```
OSPF Router with ID (11.11.11.1) (Process ID 1)
```

```
Router Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
11.11.11.1	11.11.11.1	1581	0x8000000B	0x005190	3
172.16.6.1	172.16.6.1	25	0x8000000D	0x0040FE	3

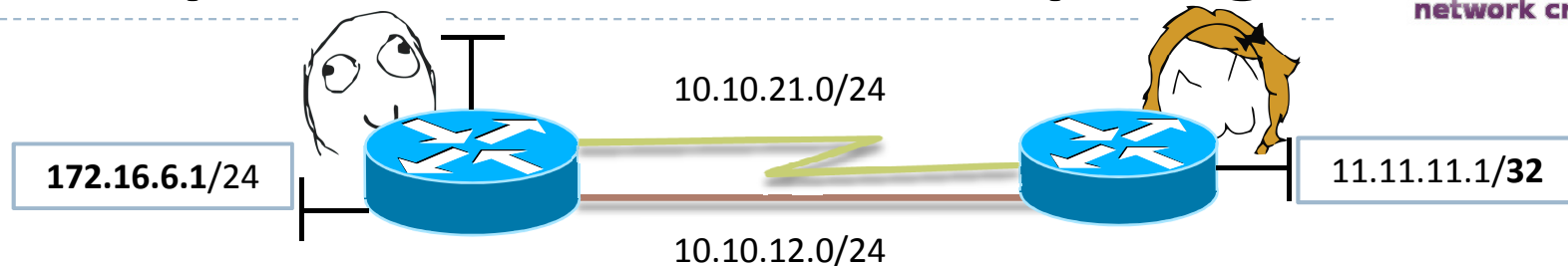
```
Net Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
10.10.12.1	172.16.6.1	1310	0x80000009	0x00580F

```
Summary Net Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
172.16.6.1	172.16.6.1	20	0x80000001	0x00FEB5

Interpretarea tabelii de topologie



► Pasul 3: introducem loopbackul lui Derpina ca rețea externă

```
Derp#sh ip ospf database
```

```
----- Area 0 information ommited -----
```

Router Link States (Area 1)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
172.16.6.1	172.16.6.1	666	0x80000001	0x00E203	1

Summary Net Link States (Area 1)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
10.10.12.0	172.16.6.1	667	0x80000001	0x00ABA3
10.10.21.0	172.16.6.1	669	0x80000001	0x0066A9

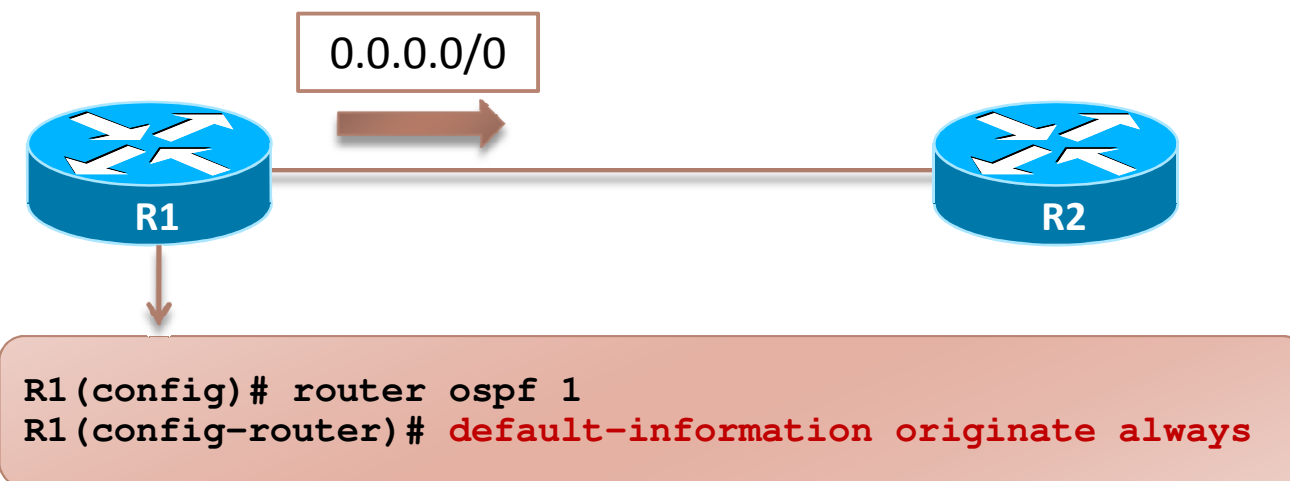
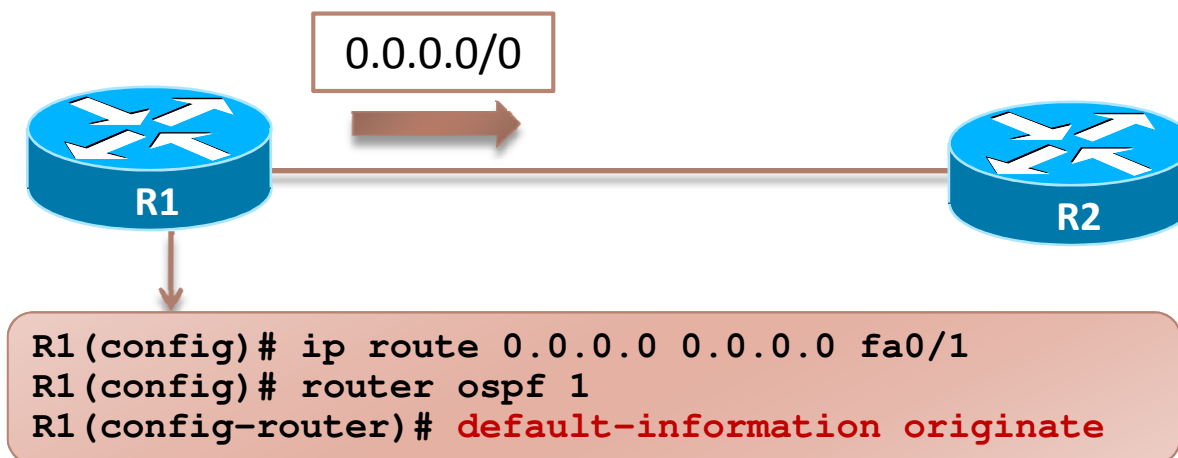
Summary ASB Link States (Area 1)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
11.11.11.1	172.16.6.1	316	0x80000001	0x0085C6

Type-5 AS External Link States

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Tag
11.11.11.1	11.11.11.1	321	0x80000001	0x00411B	0

Generarea unei rute default



Virtual links



Virtual-links

- ▶ Folosit pentru a:

- ▶ (1) Uni o arie non-backbone cu aria 0



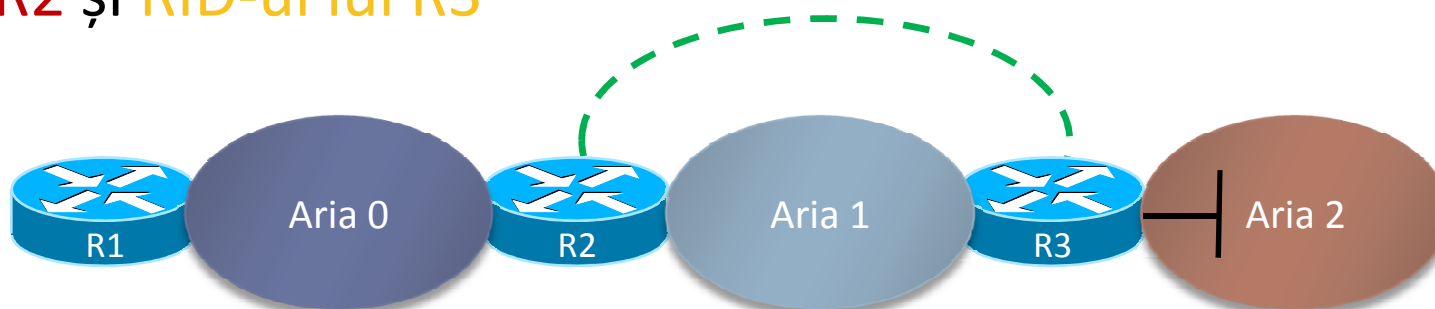
- ▶ (2) Uni aria 0 atunci când ea este discontinuă



- ▶ Se creează o conexiune virtuală point-to-point între R2 și R3 (cele 2 ABR-uri) peste care se realizează o adiacență OSPF care unește Aria 2 cu Aria 0 (caz 1) sau cele 2 arii 0 (cazul 2)

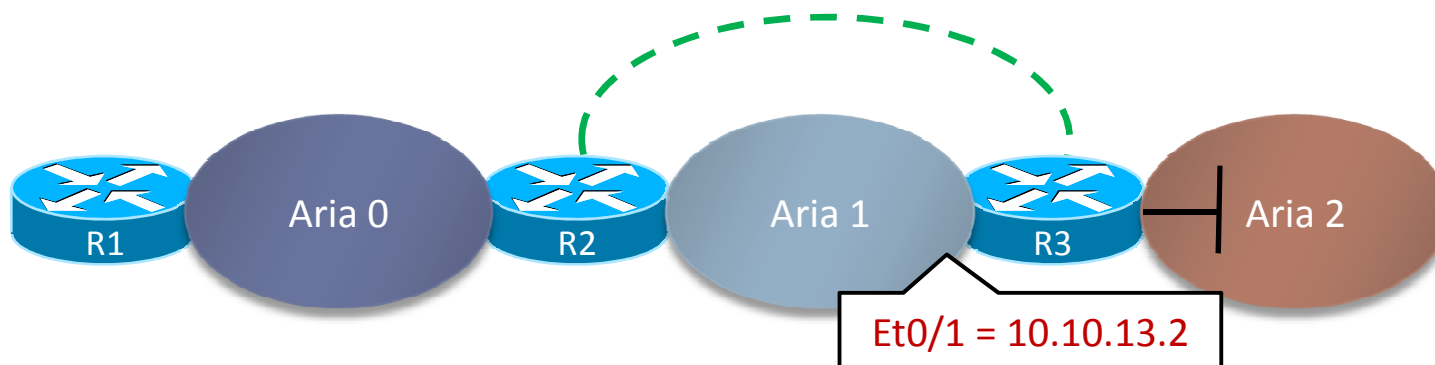
Exemplu de funcționare

- ▶ Exemplu de funcționare
 - ▶ înainte de a crea virtual-link, R3 nu face schimb de LSA-uri între cele 2 arii
- ▶ Virtual link-ul și adiacența nouă se creează între **RID-ul lui R2** și **RID-ul lui R3**



```
R2 (config-router)# area 1 virtual-link 11.11.11.1  
R3 (config-router)# area 1 virtual-link 10.10.16.1
```


Exemplu de funcționare



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

Interface	PID	Area	IP Address/Mask	Cost	State
VLO	1	0	10.10.13.2/24	10	P2P
Et0/1	1	1	10.10.13.2/24	10	BDR
Lo0	1	2	10.10.16.1/26	1	LOOP

```
R3#show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
11.11.11.1	0	FULL/ -	-	10.10.13.1	OSPF_VLO
11.11.11.1	1	FULL/DR	00:00:31	10.10.13.1	Ethernet0/1

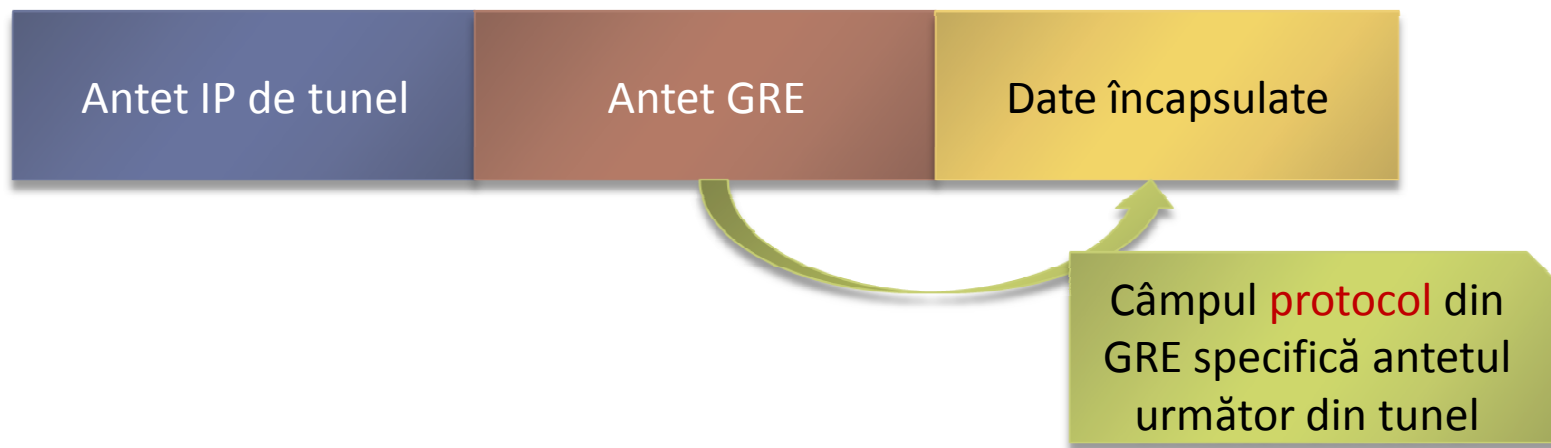
Limitări virtual-link

- ▶ Virtual-link-ul adaugă un nivel de complexitate suplimentar rețelei
 - ▶ ar trebui să fie o soluție temporară
- ▶ Virtual-link-ul nu poate fi creat peste o arie stub
 - ▶ mai mult despre arii stub în curând



Alternative la V-Link?

- ▶ Tunel GRE (Generic Router Encapsulation)
 - ▶ Numit și the patch of the Internet
 - ▶ Poate încapsula orice fel de trafic de la orice protocol



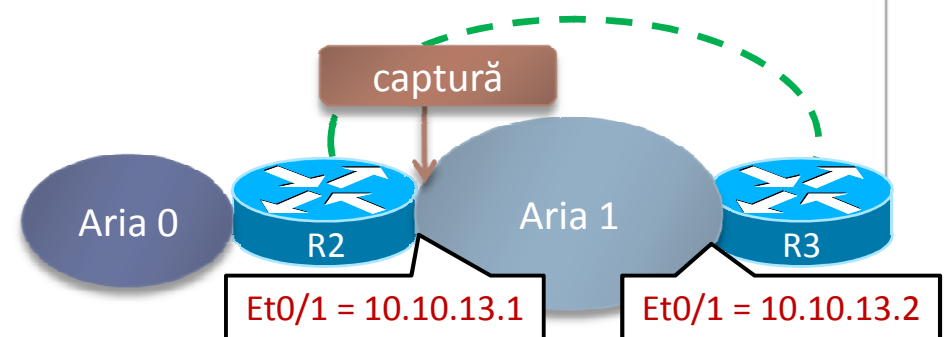
- ▶ Se configurează tot pe ABR, dar nu are limitarea trecerii peste o zonă stub

Cum arată pachetele prin Vlink?

- ▶ Doar pachetele de update sunt trecute prin vlink

94	203.484000	cc:01:12:3c:00:01	cc:01:12:3c:00:01	LOOP	Reply
95	206.372000	10.10.13.2	10.10.13.1	OSPF	LS Update
96	206.373000	10.10.13.2	224.0.0.5	OSPF	LS Update
97	208.852000	cc:01:12:3c:00:01	CDP/VTP/DTP/PagP/UDLD	CDP	Device ID: Batman Port
98	208.902000	10.10.13.1	10.10.13.2	OSPF	LS Acknowledge
99	208.902000	10.10.13.1	224.0.0.5	OSPF	LS Acknowledge
100	209.968000	10.10.13.1	224.0.0.5	OSPF	Hello Packet
101	210.899000	10.10.13.2	224.0.0.5	OSPF	Hello Packet
102	211.537000	cc:02:12:3c:00:01	cc:02:12:3c:00:01	LOOP	Reply

Frame 95 (90 bytes on wire, 90 bytes captured)
Ethernet II, Src: cc:01:12:3c:00:01 (cc:01:12:3c:00:01), Dst: cc:02:12:3c:00:01 (cc:02:12:3c:00:01)
Internet Protocol, Src: 10.10.13.2 (10.10.13.2), Dst: 10.10.13.1 (10.10.13.1)
Open Shortest Path First
OSPF Header
OSPF Version: 2
Message Type: LS Update (4)
Packet Length: 56
Source OSPF Router: 10.10.16.1 (10.10.16.1)
Area ID: 0.0.0.0 (Backbone)



Cum arată pachetele prin Vlink?

- ▶ Pachetele de hello sau pachetele ce anunță rețeaua în aria de tranzit sunt “normale”

94	203.484000	cc:01:12:3c:00:01	cc:01:12:3c:00:01	LOOP	Reply
95	206.372000	10.10.13.2	10.10.13.1	OSPF	LS Update
96	206.373000	10.10.13.2	224.0.0.5	OSPF	LS Update
97	208.852000	cc:01:12:3c:00:01	CDP/VTP/DTP/PAgP/UDLD	CDP	Device ID: Batman Port
98	208.902000	10.10.13.1	10.10.13.2	OSPF	LS Acknowledge
99	208.902000	10.10.13.1	224.0.0.5	OSPF	LS Acknowledge
100	209.968000	10.10.13.1	224.0.0.5	OSPF	Hello Packet
101	210.899000	10.10.13.2	224.0.0.5	OSPF	Hello Packet
102	211.537000	cc:02:12:3c:00:01	cc:02:12:3c:00:01	LOOP	Reply

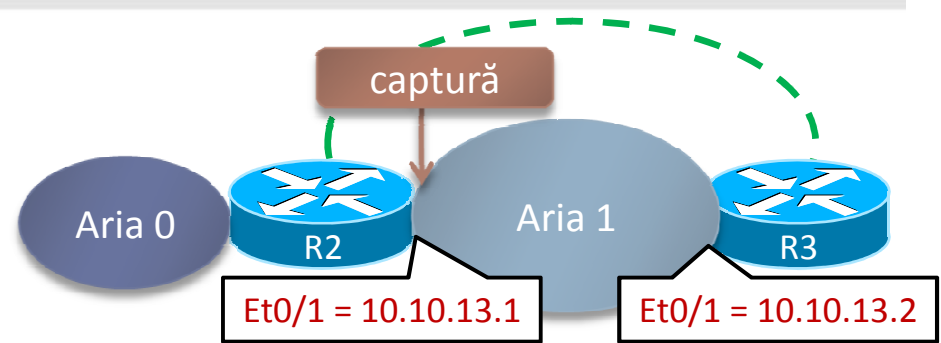
Frame 96 (90 bytes on wire, 90 bytes captured)

Ethernet II, Src: cc:01:12:3c:00:01 (cc:01:12:3c:00:01), Dst: IPv4mcast_00:00:05 (01:00:5e:00:00:05)

Internet Protocol, Src: 10.10.13.2 (10.10.13.2), Dst: 224.0.0.5 (224.0.0.5)

Open Shortest Path First

- OSPF Header
 - OSPF Version: 2
 - Message Type: LS Update (4)
 - Packet Length: 56
 - Source OSPF Router: 10.10.16.1 (10.10.16.1)
 - Area ID: 0.0.0.1



Virtual Link vs GRE?



- GRE oferă un antet care face traficul ușor de recunoscut și influențat (**mai flexibil**)
- Virtual Link-ul este o soluție integrată și nu se folosește de overhead-ul unui antet (**mai rapid**)

- GRE încapsulează tot traficul nu doar Update-urile de rutare și adaugă overhead suplimentar
- Virtual Link-ul limitează implementarea pentru nu putea folosi o arie stub de tranziție



Tipuri de arii OSPF



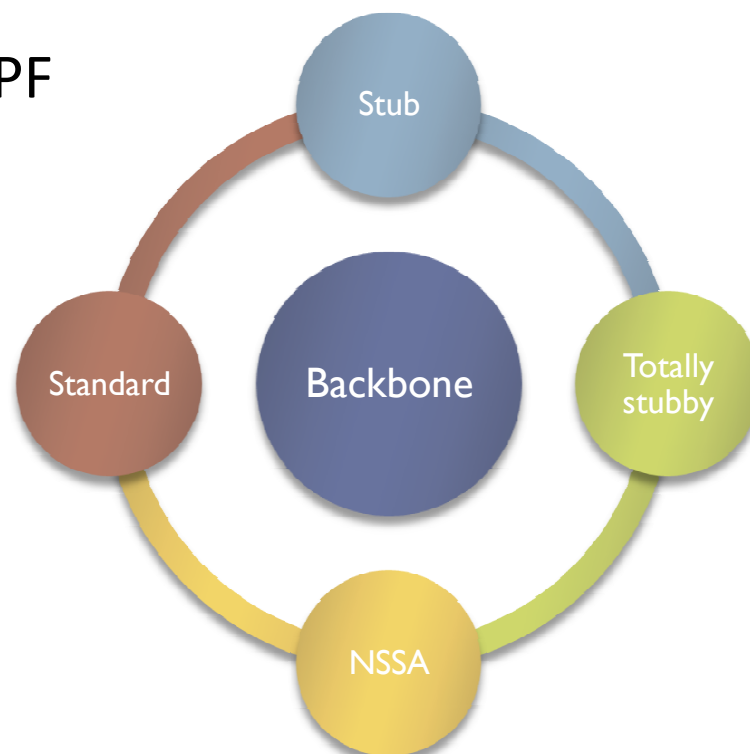
Designul OSPF multi-area

- ▶ Partiționarea unui domeniu OSPF în arii aduce cu sine 3 avantaje
 - ▶ (1) Rularea unei variante simplificate a algoritmului Dijkstra (Partial-Dijkstra)
 - ▶ (2) Domeniul de flooding al LSA-urilor este mai mic
 - ▶ (3) Trebuie sincronizată/menținută o tabelă de topologie mai mică
 - ▶ Contrar a ceea ce se crede, (2) și (3) sunt cele mai processor-intensive

- ▶ În standard se recomandă de la 30 la 200 de rutere într-o arie, în funcție de tipul ariei

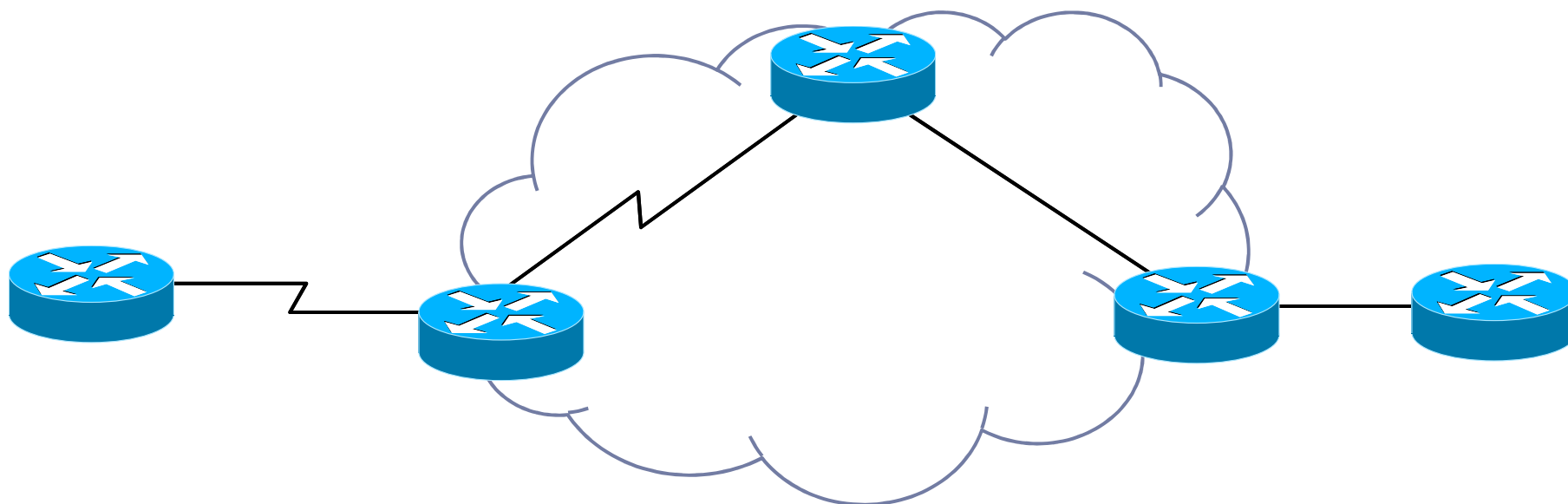
Personalizarea ariilor OSPF

- ▶ Numărul de rute/rețele dintr-o arie poate fi crescut prin utilizarea ariilor personalizate OSPF
 - ▶ Ideea de bază este filtrarea unor LSA-uri pentru a scădea dimensiunea tabelului de topologie și numărului de flood-uri
- ▶ Tipuri de arii OSPF



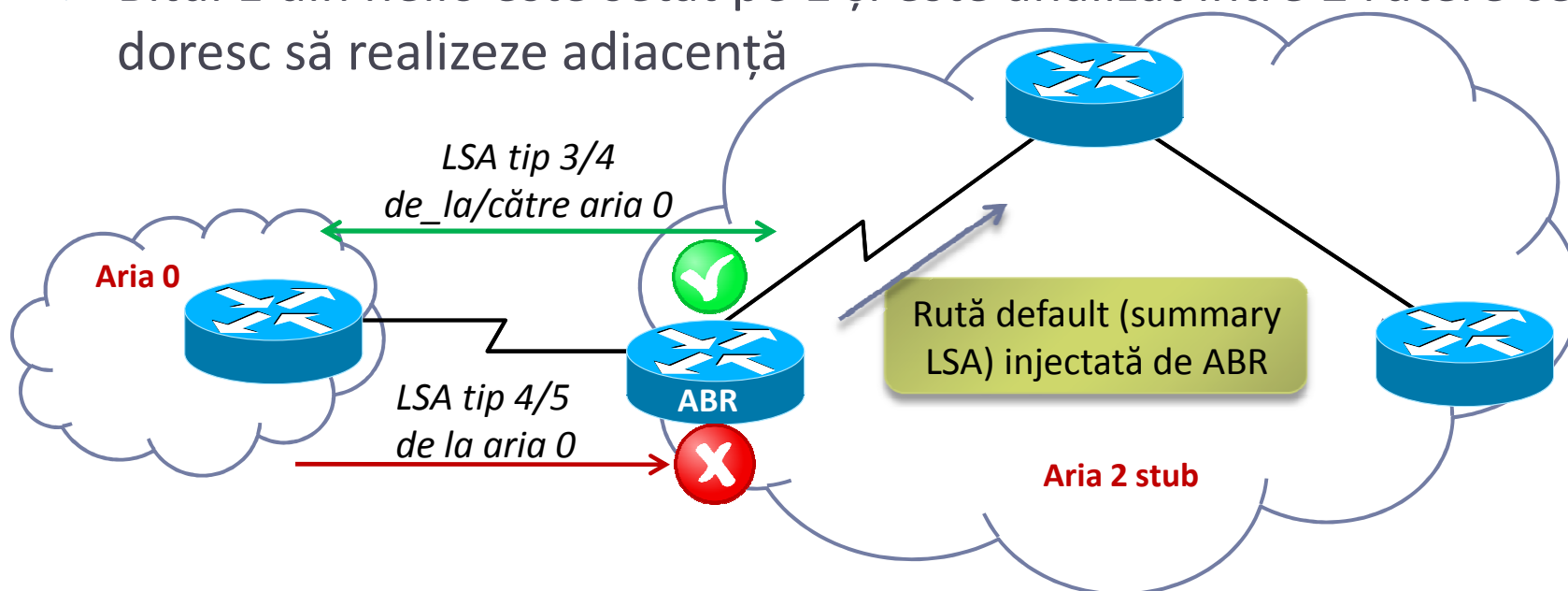
Aria de backbone

- ▶ Trebuie să conțină cele mai puternice rutere din topologie
- ▶ La nivelul ABR-urilor ariei 0 se fac sumarizările și filtrările de rute
- ▶ Trebuie să fie continuă sau legată printr-un virtual link



Aria stub

- ▶ Într-o arie stub, nu sunt transmise LSA-uri de tip 4 și 5
 - ▶ Majoritatea ariilor ies printr-un singur ABR și nu au nevoie decât de o rută default de la acesta
- ▶ Bitul de stub este o condiție de adiacență
 - ▶ Bitul E din hello este setat pe 1 și este analizat între 2 rutere ce doresc să realizeze adiacență



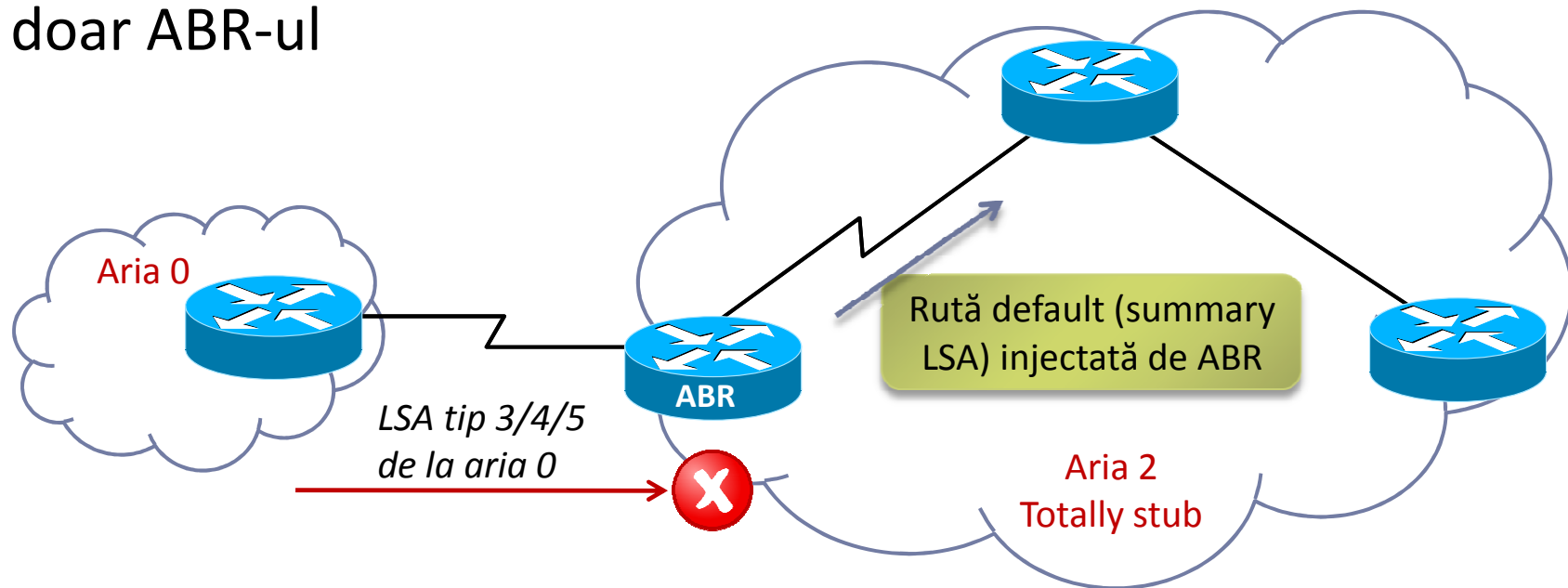
Limitările unei arii stub

- ▶ Toate ruterele din arie trebuie să aibă setat bitul E
- ▶ Nu se pot configura virtual link-uri peste o arie stub sau în interiorul ei
- ▶ Nici un ruter dintr-o arie stub nu are voie să joace rolul de ASBR (comanda redistribute nu va merge)
- ▶ O arie stub ar putea să aibă mai mult de un ABR dar ruterele interne nu vor ști care rută default e mai bună pentru a ajunge la ASBR



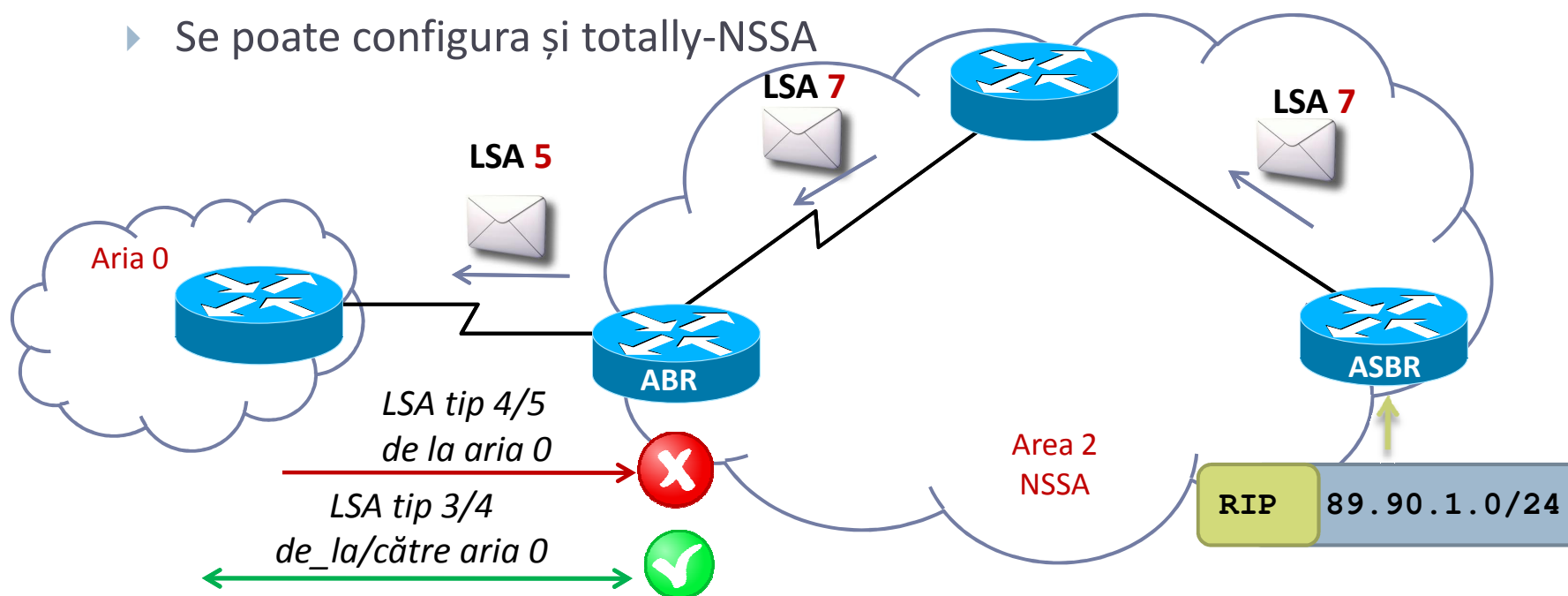
Aria Totally Stub

- ▶ Moștenește toate funcționalitățile și limitările unei arii stub dar filtrează și LSA-uri Summary (de tip 3)
- ▶ Pentru a trece de la stub la totally stub, se configurează doar ABR-ul



Aria NSSA

- ▶ Not so stubby area
 - ▶ Moștenește toate funcționalitățile unei arii stub
 - ▶ Permite depășirea limitării de a nu putea avea un ASBR într-o arie stub
 - ▶ Generarea unui LSA de tip 5 de către ABR către aria 0 este implicit, dar opțional
 - ▶ Se poate configura și totally-NSSA



Configurarea ariilor custom

▶ Arie stub

- ▶ Comanda trebuie dată pe toate ruterele interne și pe ABR

```
R1(config-router)# area 1 stub
```

▶ Arie totally stub

- ▶ Aria trebuie mai întâi configurată ca arie stub
- ▶ Comanda trebuie dată doar pe ABR

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

▶ Arie NSSA

- ▶ Comanda trebuie dată pe toate ruterele

```
ABR(config-router)# area 1 nssa
```

Configurarea ariilor custom

▶ Aria NSSA

- ▶ Atenție! Aria NSSA este singura în care ABR-ul nu injectează în mod implicit o rută default
- ▶ Pentru a avea acest comportament, se configurează doar ABR-ul

```
ABR(config-router)# area 1 nssa default-information originate
```

▶ Se poate configura și o arie Totally NSSA

- ▶ Moștenește funcționalitățile și limitările unui NSSA, dar ABR-ul va filtra LSA-urile de tip 3 venite din aria 0

```
ABR(config-router)# area 1 nssa no-summary
```


Manipularea rutelor în OSPF



Sumarizarea în OSPF

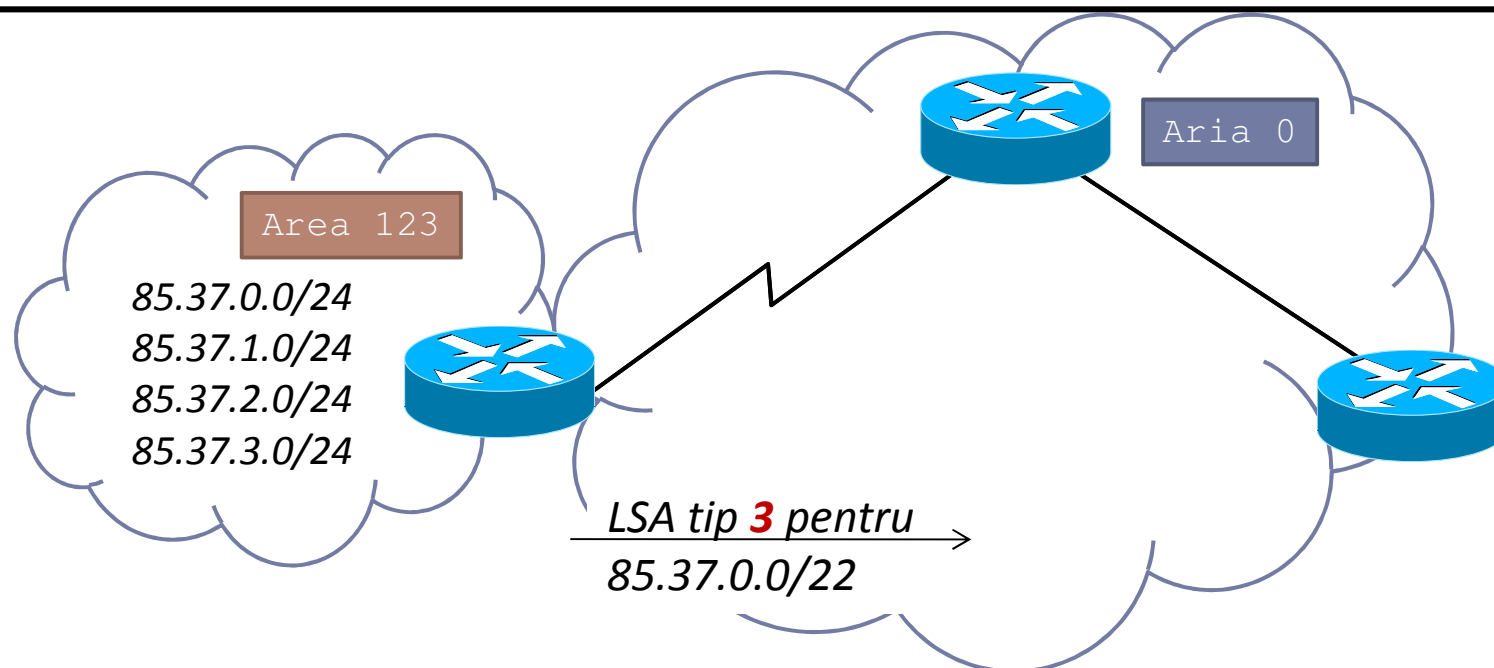
- ▶ Sumarizarea (sau filtrarea) rutelor în OSPF se poate face doar pe ABR/ASBR
 - ▶ De ce nu se poate face pe un ruter intern?
- ▶ Direcția de sumarizare
 - ▶ Se recomandă sumarizarea (și filtrarea) dintr-o arie standard către aria de backbone pentru a face operația o singură dată
- ▶ Tipuri de sumarizare în OSPF
 - ▶ Sumarizarea LSA-urilor de tip 3 (Summary)
 - ▶ Sumarizarea LSA-urilor de tip 5 (External)



Sumarizarea type 3

- ▶ Se realizează pe ABR
- ▶ Asemănător EIGRP, OSPF generează local o rută către Null 0 pentru adresa sumarizată pentru a preveni o gaură neagră

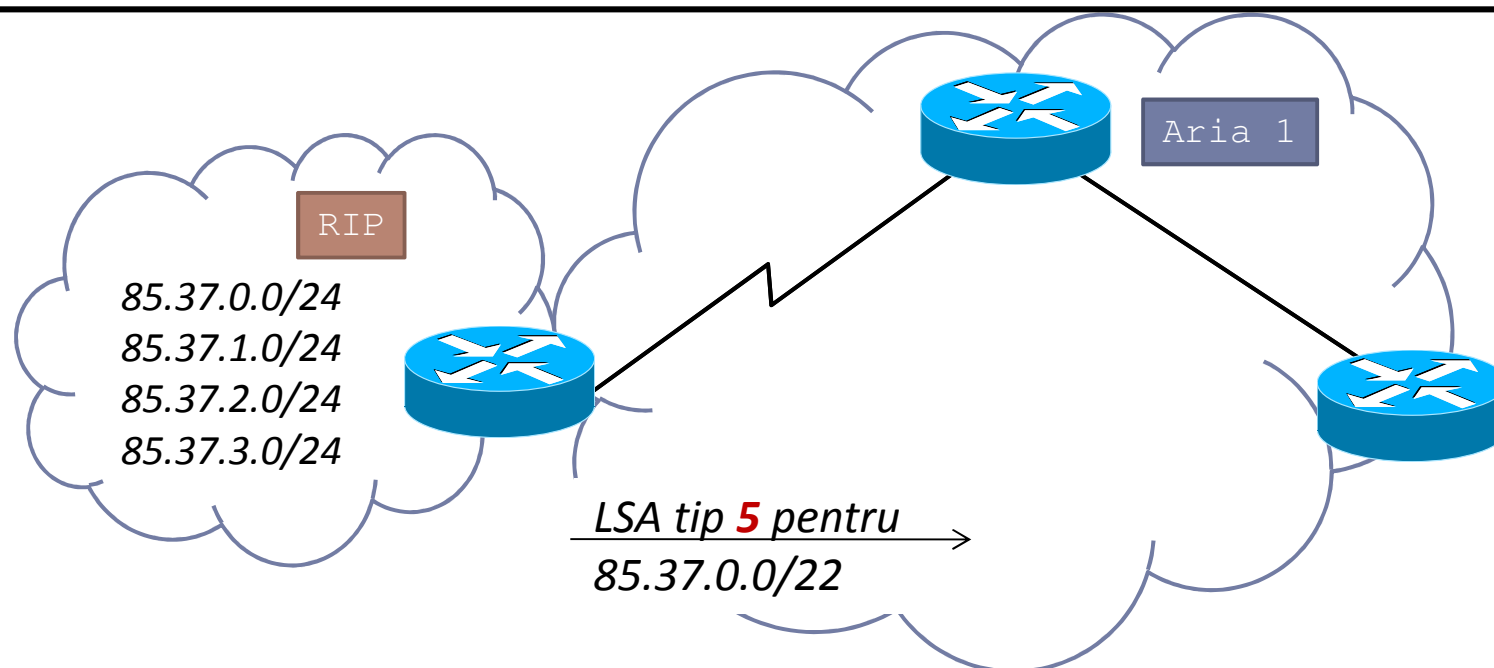
```
Router(config-router)#area 123 range 85.37.0.0 255.255.252.0
```



Sumarizarea type 5

- ▶ Se face pe ASBR
- ▶ Se trimite un LSA cu o rețea sumarizată de tip 5 sau 7 (dacă avem o arie NSSA)

```
Router (config-router) #summary-address 85.37.0.0 255.255.252.0
```



Sumarizarea poate filtra?

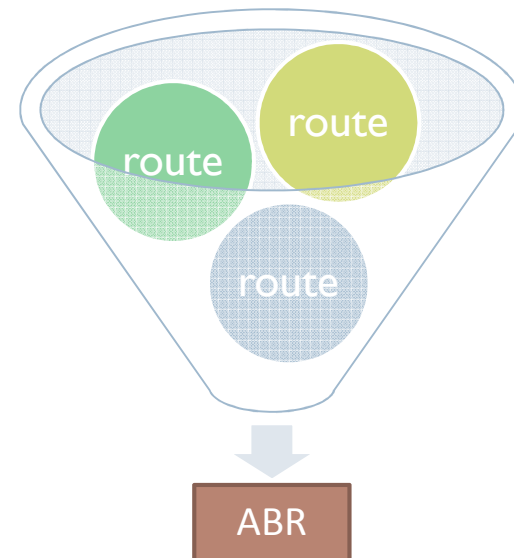
- ▶ Da
- ▶ Atât comanda `area range` cât și `summary-address` suportă parametrul **not-advertise**
- ▶ Exemplu:

```
Router(config-router)#area 123 range 85.37.0.0 255.255.252.0  
not-advertise
```

- ▶ Astfel se vor suprima update-uri pentru un range de rețele ales

Type 3 area filtering

- ▶ Mecanism folosit când se dorește controlul asupra LSA-urilor de tip 3 care sunt transmise de ABR în domeniu OSPF
- ▶ Identificarea rutelor filtrate se face folosind “un ip prefix-list”
- ▶ Un prefix-list identifică rute folosind două criterii



Logica și sintaxa unui prefix-list



▶ Sintaxa

```
ip prefix-list list-name | list number [seq number]
  {deny network/mask | permit network/mask}
  [ge length] [le length]
```

▶ Logica

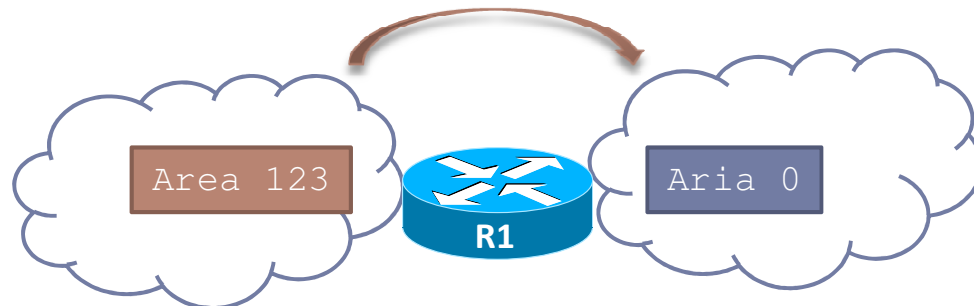
- ▶ Prefixul rutelor pentru care există potrivire trebuie să fie **network/mask**
- ▶ Lungimea măștii de rețea a acestor rute poate fi în parametrii indicați de **ge** (greater or equal) și **le** (lesser or equal)
- ▶ În cazul în care parametrii ge sau le nu sunt precizați, atunci se va realiza o potrivire exactă a prefixului



Exemple de prefix-list

- ▶ ip prefix-list TEST permit 192.168.0.0/24
 - ▶ va permite doar ruta 192.168.0.0/24
- ▶ ip prefix-list TEST permit 192.168.0.0/16 le 24
 - ▶ va permite toate rutele care au prefixul 192.168.x.y și masca mai mică sau egală cu 24 (ex: 192.168.0.0/24, 192.168.0.0/17 etc.)
- ▶ ip prefix-list TEST permit 0.0.0.0/0
 - ▶ va permite doar ruta default
- ▶ ip prefix-list TEST permit 0.0.0.0/0 le 32
 - ▶ va permite toate rutele

Aplicarea unui prefix-list în filtrarea OSPF



```
R1(config)# router ospf 1
R1(config-router)# area 123 filter-list prefix area123out out
R1(config)# ip prefix-list area123out seq 10 deny 192.168.64.0/18 ge 25
R1(config)# ip prefix-list area123out seq 20 permit 0.0.0.0/0 le 32
```

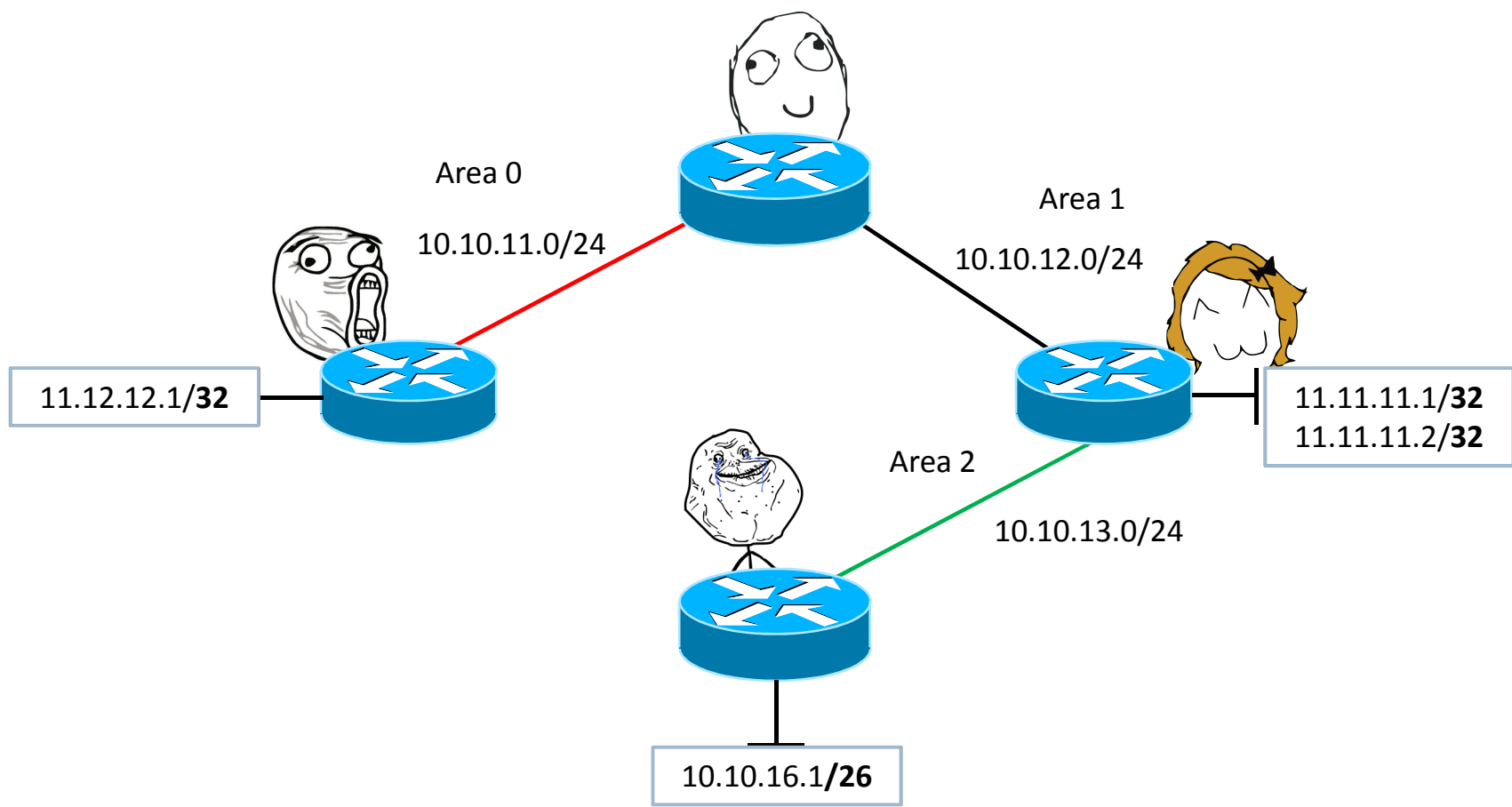
- ▶ Ce efect are configurația de mai sus?
 - ▶ Seq 10: se filtrează toate prefixele care fac match pe primii 18 biți cu adresa IP 192.168.64.0 și a căror mască este mai mare sau egală cu 25
 - ▶ Seq 20: se permit toate celelalte prefixe, pentru că un prefix-list are un deny 0.0.0.0/0 le 32, invizibil, implicit la finalul său

Sumar

- ▶ OSPF în detaliu
 - ▶ Introducere rețelelor în OSPF
 - ▶ Generarea de LSA-uri
 - ▶ Tabela de topologie OSPF
- ▶ Cum se folosesc virtual-linkurile
 - ▶ Cazuri de utilizare
 - ▶ Virtual-link vs GRE
- ▶ Tipuri de arii OSPF
- ▶ Manipularea de rute OSPF
 - ▶ Sumarizare
 - ▶ Filtrare



POC – Example



POC – Advanced OSPF



- ▶ 1. Introduceți in OSPF area 0 LAN-ul 11.12.12.0 ca și rută externă cu cost necumulativ
- ▶ 2. ForeverAlone este un ruter singuratic, ce nu primește nici un prefix configurat până acum. Fără a folosi virtual-link, configurați ca și ForeverAlone să fie inclus în procesul de rutare.
- ▶ 3. Sumarizați cele 2 rețele din spatele Derpinei pentru a fi redistribuite prin LSA de tipul 5.
- ▶ 4. Configurați aria 2 pentru a filtra LSA-uri de tipul 3,4,5. Forever Alone poate redistribui rețeaua de LAN ca și rută externă?
- ▶ 5. Reconfigurați aria 2 pentru ca ForeverAlone să poată face acest lucru.

