



IPv6

27 octombrie 2011

Proiectarea Rețelelor – 2011

Cuprins

- ▶ De ce IPv6?
- ▶ Antetul și adresarea IPv6
- ▶ Neighbor Discovery Protocol
- ▶ Configurații de bază IPv6 și RIPng
- ▶ Metode de tranziție IPv4-IPv6



De ce IPv6?



Ce s-a întâmplat cu IPv4?

- ▶ IANA oferă adrese către fiecare RIR în blocuri ce reprezintă 1/8 din tot spațiul IPv4

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

Clasa A

Clasa B

Clasa C

Clasa D & E

21 Ianuarie 2010: 24 de blocuri

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

10 Aprilie 2010: 20 de blocuri

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

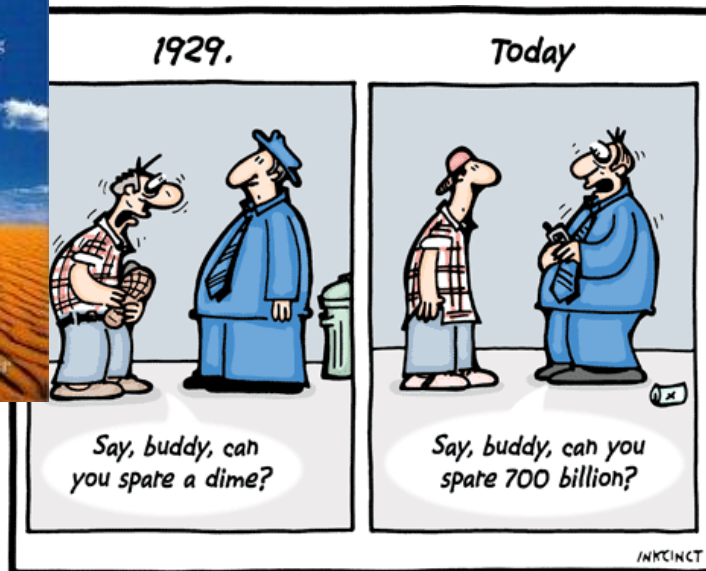
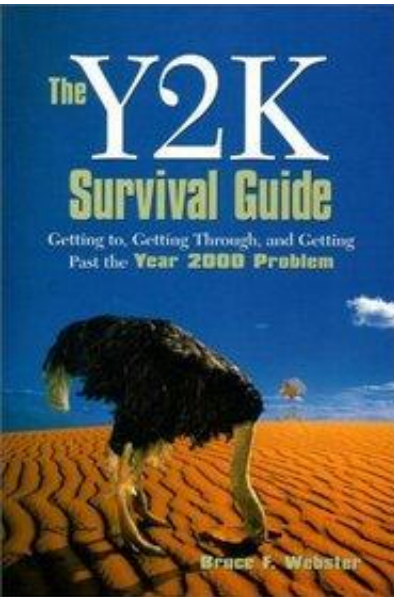
8 Mai 2010: 13 blocuri

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

30 Noiembrie 2010: 7 blocuri

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

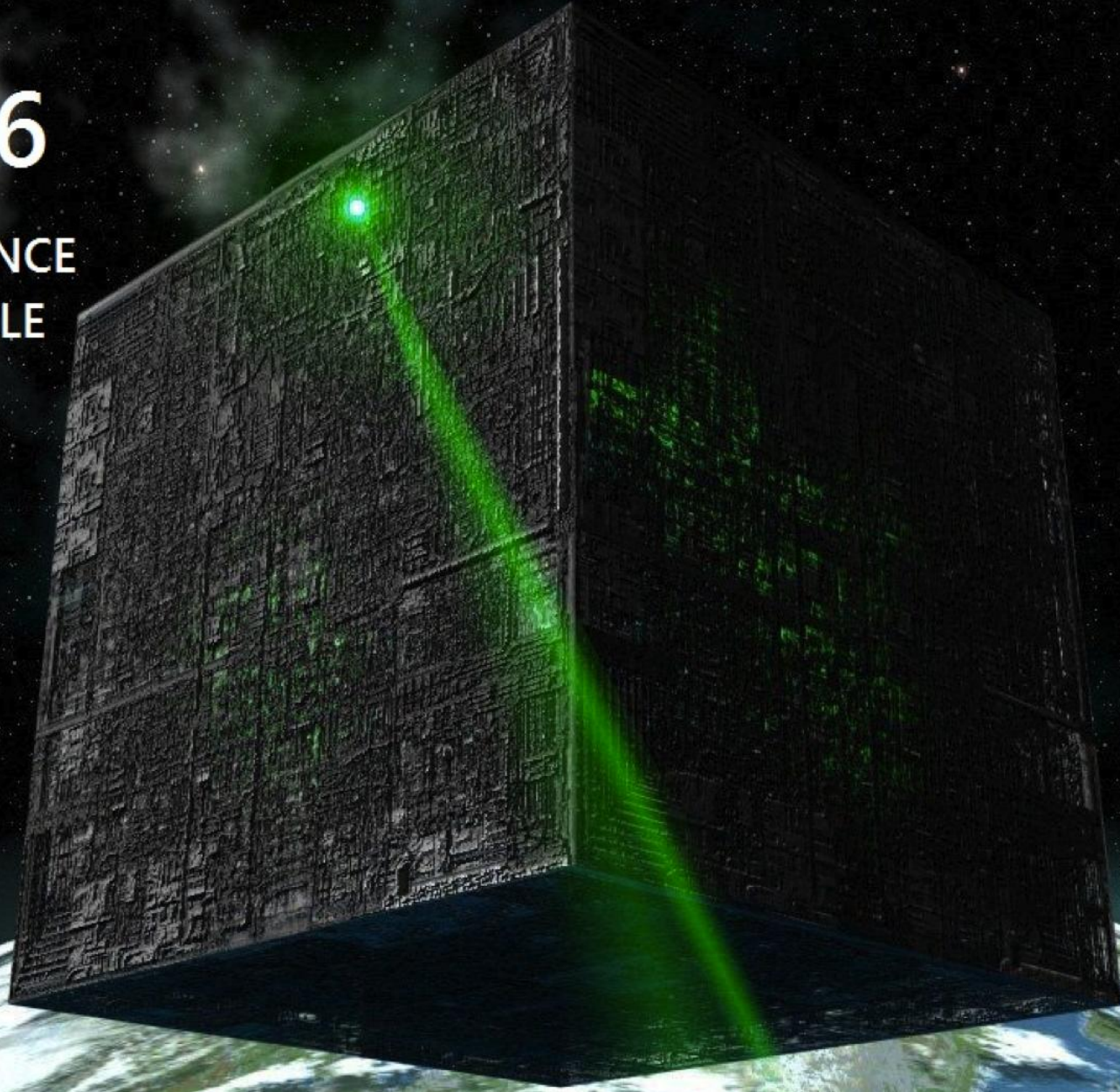
Important moments in the history of man



- ▶ Monday, 31 January, 2011, IANA allocated 2 IPv4 blocks to APNIC, the RIR-ul for Asia Pacific
- ▶ This event brought IANA to the decision of allocating the rest of the 5 spaces to each of the 5 RIRs
- ▶ So, practically,

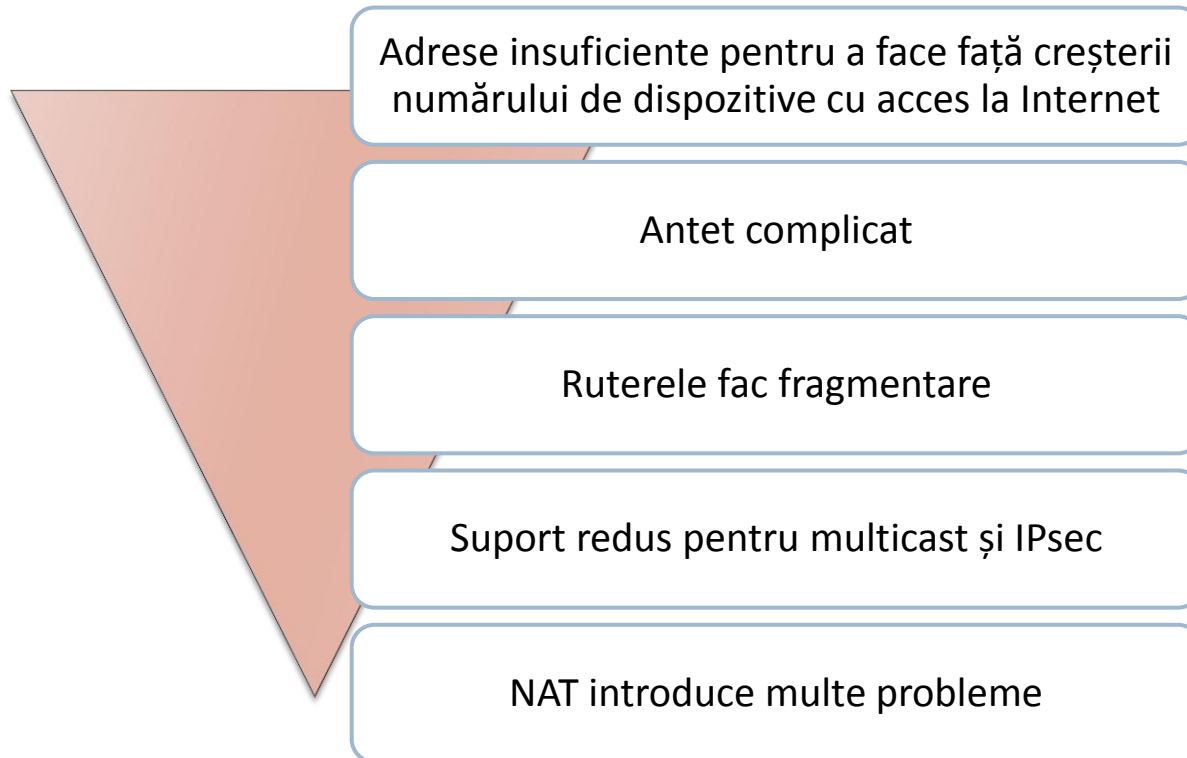
IPv6

RESISTANCE
IS FUTILE

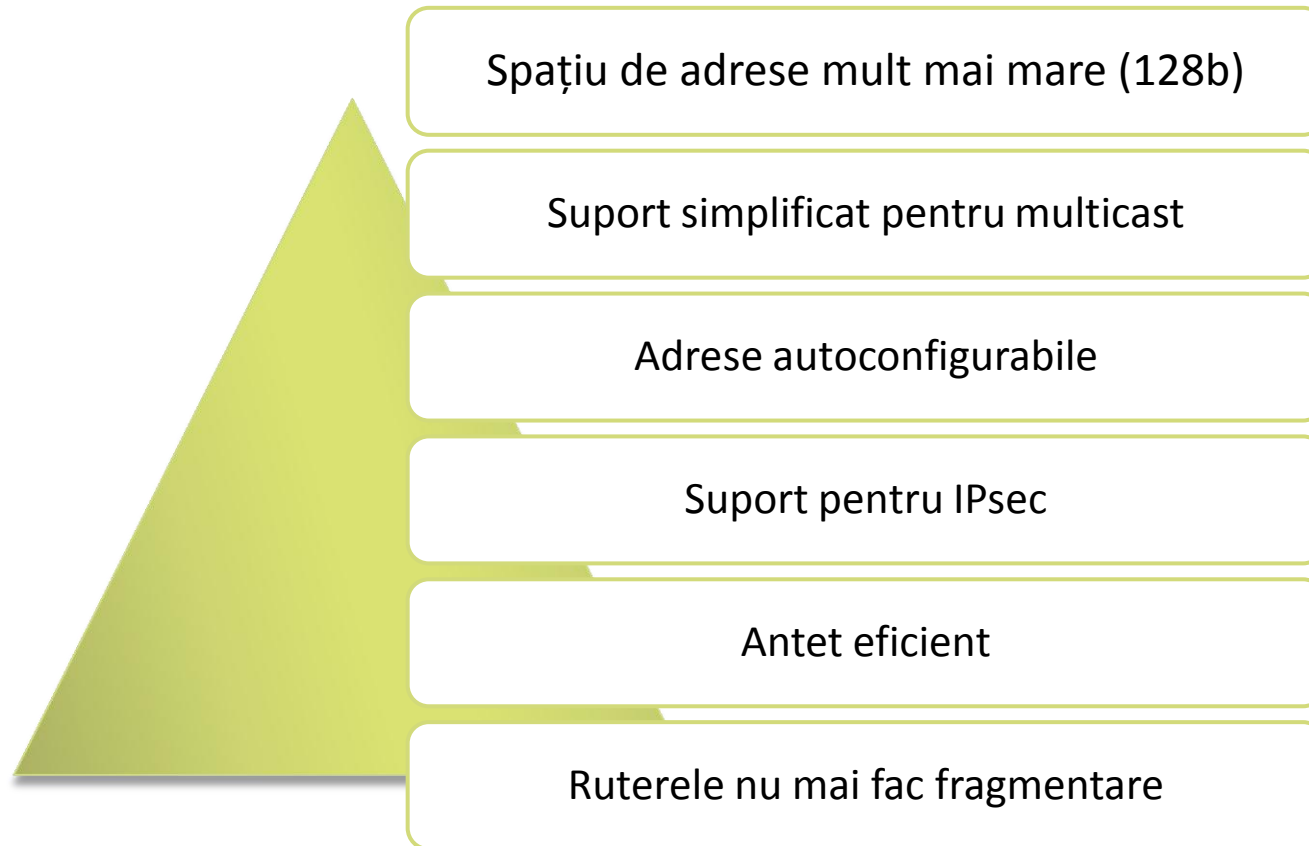


Dezavantaje IPv4

► Ce dezavantaje lăsăm în urmă?



Avantaje IPv6



IPV6 – avantaje discutabile?

- ▶ 128 biți
 - ▶ Totuși, se fac alocări de /64 către fiecare end-host
- ▶ Scăpăm de NAT?
 - ▶ Din păcate, nu
 - ▶ De-a lungul timpului NAT a reușit să se impună ca un fals mecanism de securitate și confort – industria îl cere în continuare
- ▶ Autoconfigurare
 - ▶ Posibilitatea unui host de a își putea configura automat o adresă IPv6 globală pentru comunicarea într-un subnet
 - ▶ Există mari riscuri de securitate
 - ▶ Se pierde posibilitatea unui *accounting* eficient



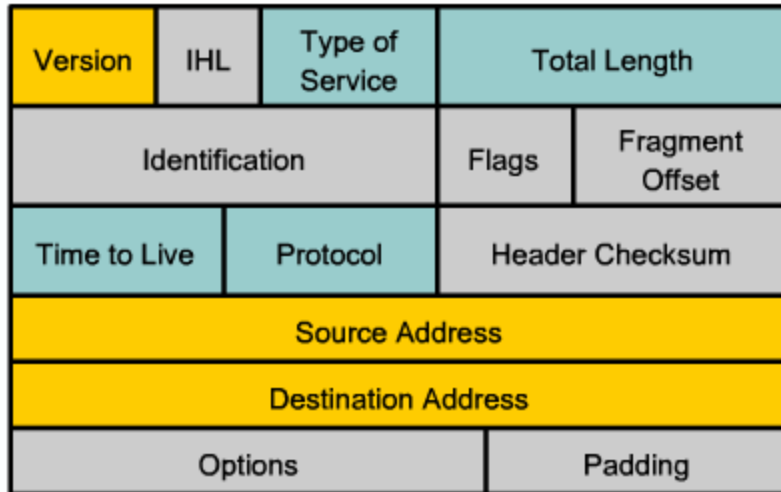
(omg! IPsec end-to-end!)

Antetul și adresarea IPv6

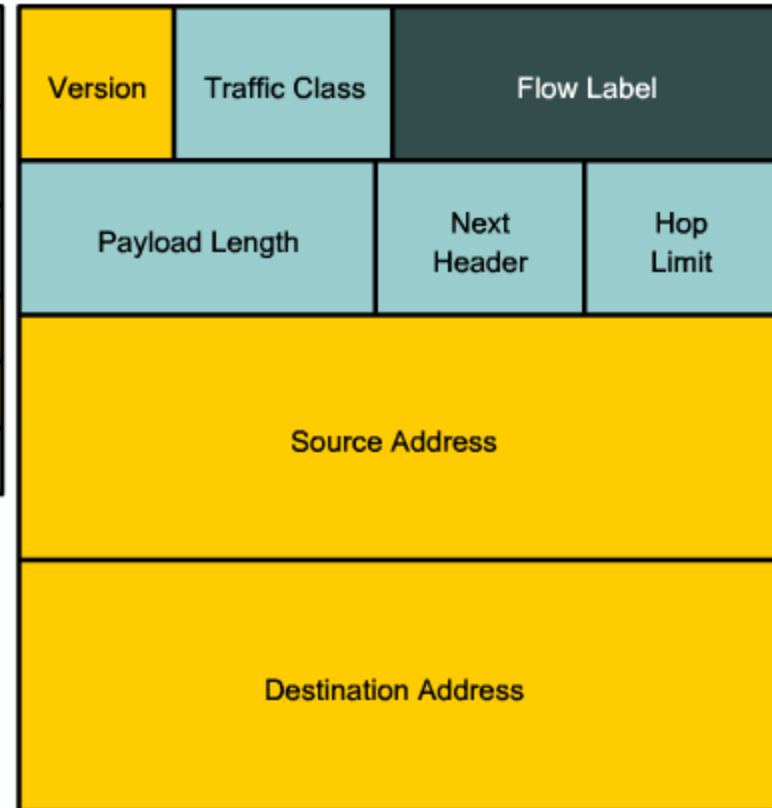






Antetul IPv6

IPv4 Header



IPv6 Header

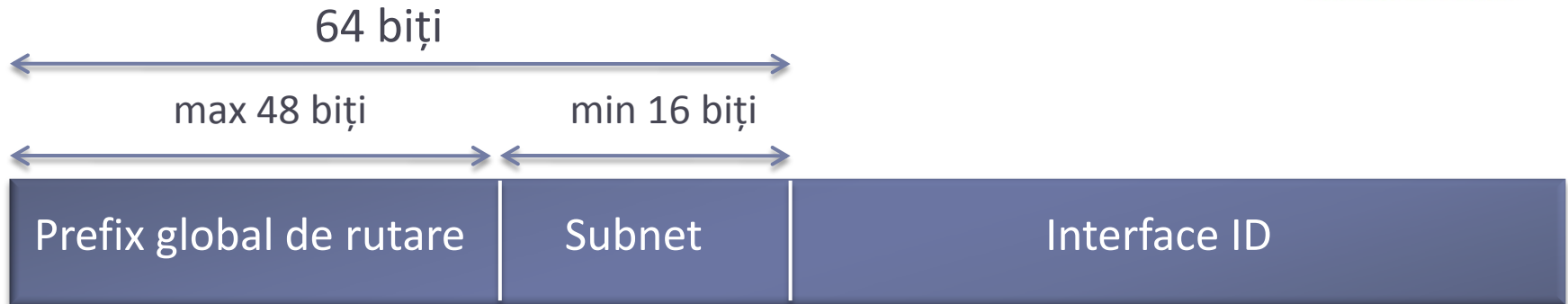


- Legend
-  - Field names kept from IPv4 to IPv6
 -  - Fields not kept in IPv6
 -  - Name & position changed in IPv6
 -  - New field in IPv6

Ce lipsește din antetul IPv6?

- ▶ Header checksum
 - ▶ De ce s-a dorit înlăturarea câmpului de detecție a erorilor din antetul IPv4?
- ▶ Câmpurile legate de funcționalitatea fragmentării
 - ▶ Identification
 - ▶ Flags
 - ▶ Fragment offset
- ▶ **Atenție! În IPV6 ruterele nu mai fac fragmentare**
 - ▶ Se face drop la pachet și se trimite un ICMP Packet too big
- ▶ Câmpul de padding și options
 - ▶ Având antete de extensie, nu avem nevoie de padding sau câmp fix de opțiuni suplimentare

Structura adreselor IPv6



- ▶ RIR-urile primesc /12
- ▶ ISP-urile primesc /32
- ▶ Organizațiile primesc adrese /48 de la ISP
- ▶ Următorii 16 biți pot fi subnetati pentru a obține maxim 2^{16} subneturi
- ▶ Ultimii 64 de biți sunt folosiți pentru partea de host

Tipuri de adrese IPv6

	Adresă	Rol
Global unicast	2000::/3	Transmisii unicast
Unique local	FD00::/8	Echivalentul adreselor IP private
Link-local	FE80::/10	Comunicații în același segment de rețea
Multicast	FF00::/8	Transmisii către un grup
Anycast	Poate fi orice adresă unicast	Aceeași adresă pe mai multe dispozitive server care îndeplinesc aceeași funcție
Broadcast	???	Nici unul. Internetul urăște broadcast-urile

▶ Este o adresă ce începe cu FEB7 o adresă link-local?

▶ R: Da. Doar primii 10 biți trebuie să fie aceiași.

Reprezentarea adreselor IPv6

- ▶ Câmpurile succesive de 0 pot fi reprezentate ca :: , dar numai o singură dată într-o adresă
- ▶ Zero-urile din câmpurile cele mai semnificative din fiecare grup de 16 biți pot fi omise
- ▶ Un grup de 4 zero-uri pot fi scrise ca unul singur
- ▶ Exemplu:

2023:0000:34FA:0000:0000:09C1:4322:AA43

→ 2023:0000:34FA::09C1:4322:AA43 **Corect**

→ 2023:0:34FA::9C1:4322:AA43 **Corect**

→ 2023::34FA:0:0:9C1:4322:AA43 **Corect**

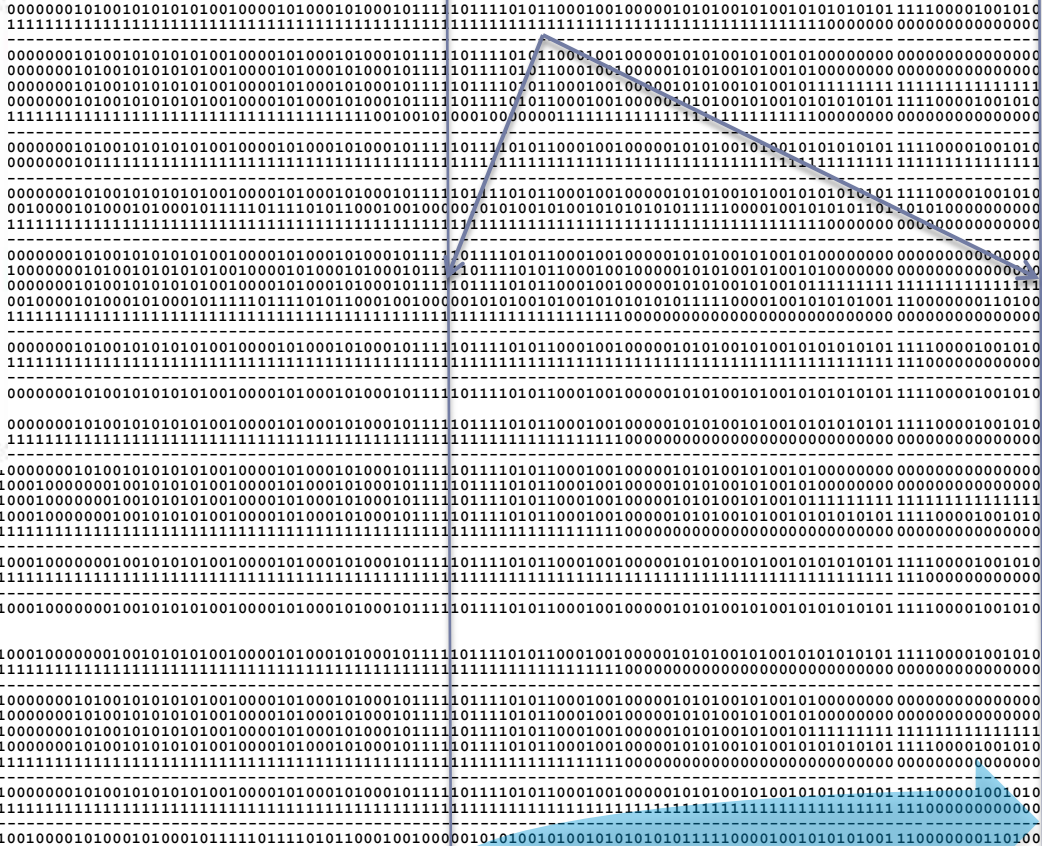
→ 2023::34FA::9C1:4322:AA43 **Incorect**

Adresă de loopback

- ▶ Echivalentă cu 127.0.0.1 în IPv4
- ▶ Adresă folosită când un host comunică cu el însuși
 - ▶ Servicii de rețea
- ▶ Adresa de loopback IPv6 este:
 - ▶ 0:0:0:0:0:0:0:1/128
 - ▶ Sau?
 - ▶ ::1/128



Subnetarea IPv6



$$\int \sqrt{a^2 - x^2} dx = \frac{x}{2} \sqrt{a^2 - x^2} + \frac{a^2}{2} \sin^{-1} \frac{x}{a} + C$$
$$\int \frac{\sqrt{a^2 - x^2}}{x} dx = \sqrt{a^2 - x^2} - a \ln \left| \frac{a + \sqrt{a^2 - x^2}}{x} \right| + C$$
$$\int \frac{x^2}{\sqrt{a^2 - x^2}} dx = -\frac{x}{2} \sqrt{a^2 - x^2} + \frac{a^2}{2} \sin^{-1} \frac{x}{a} + C$$
$$\int x^2 \sqrt{a^2 - x^2} dx = \frac{x}{8} (2x^2 - a^2) \sqrt{a^2 - x^2} + \frac{a^4}{8} \sin^{-1} \frac{x}{a} + C$$
$$\int \frac{dx}{x^2 \sqrt{a^2 - x^2}} dx = -\frac{\sqrt{a^2 - x^2}}{a^2 x} + C$$
$$\int \frac{\sqrt{a^2 - x^2}}{x^2} dx = -\frac{\sqrt{a^2 - x^2}}{x} - \sin^{-1} \frac{x}{a} + C$$
$$\int \frac{dx}{x \sqrt{a^2 - x^2}} dx = -\frac{1}{a} \ln \left| \frac{a + \sqrt{a^2 - x^2}}{x} \right| + C$$
$$\int \frac{dx}{(a^2 - x^2)^{3/2}} dx = \frac{x}{a^2 \sqrt{a^2 - x^2}} + C$$
$$\int (a^2 - x^2)^{3/2} dx = \frac{x}{8} (5a^2 - 2x^2) \sqrt{a^2 - x^2} + \frac{3a^4}{8} \sin^{-1} \frac{x}{a} + C$$

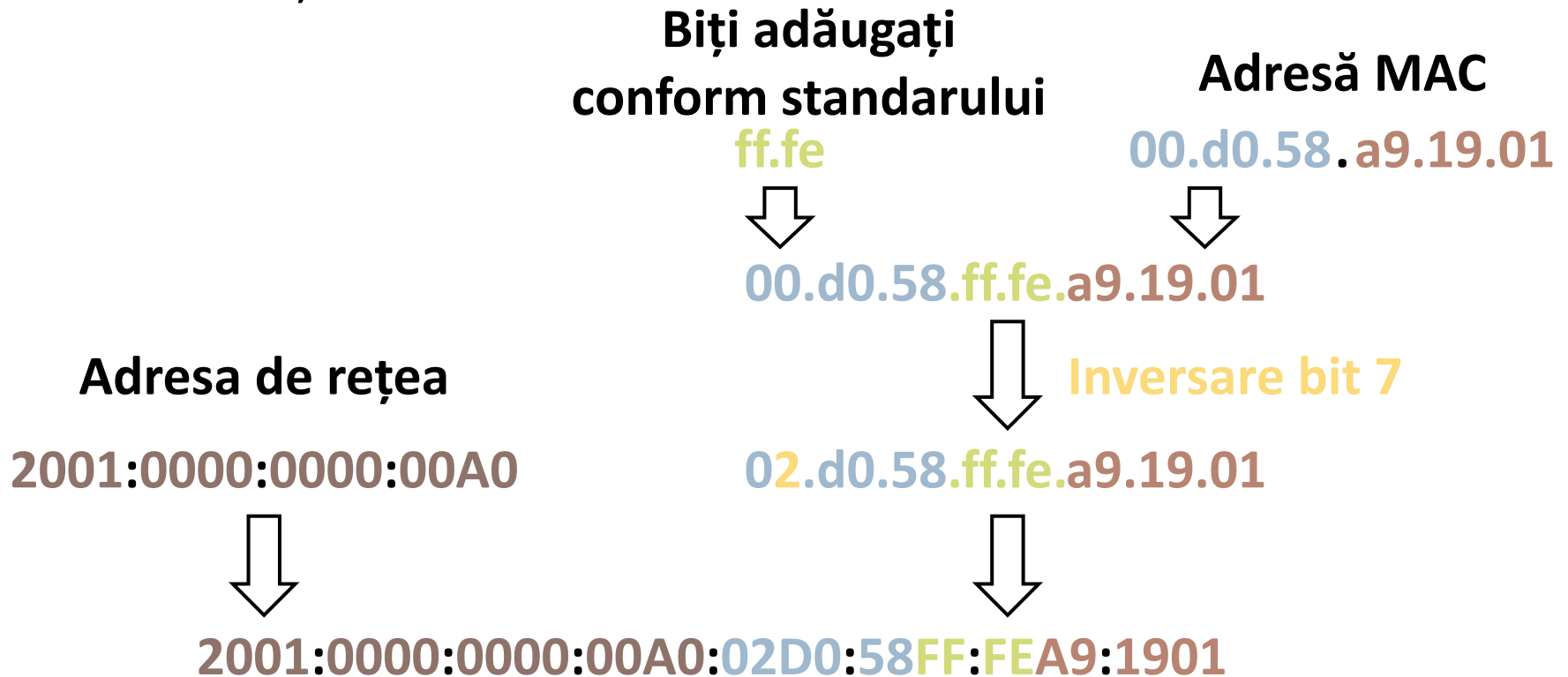


Deci.. subnetare IPv6?

- ▶ Pentru că spațiul de adrese e foarte mare, se alege o convenție recomandată
 - ▶ Se va face subnetare între bitul 48 și bitul 64
 - ▶ Ultimii 64 de biți sunt folosiți pentru Host
- ▶ If you don't have a life
 - ▶ Se pot subneta fără probleme și cei 64 de biți din Interface-ID pentru a se obține măști mai lungi
- ▶ Totuși, există vreun motiv pentru a avea măști mai lungi?
 - ▶ Address sweep care duce la un DoS pentru că ruterul încearcă să translateze adrese MAC pentru un /64
 - ▶ Recomandarea utilizării /126 pentru legături point-to-point

Procedeul EUI-64

- ▶ Standardul IPv6 conține o metodă automată prin care un host își poate determina, unic în rețea, Interface-ID-ul
- ▶ Se folosește adresa MAC



Procedeul EUI-64 pe Windows

- ▶ Din cauza unor probleme de securitate și confidențialitate, hosturile pot crea un Interface-ID random bazat pe adresa MAC
- ▶ Aceasta e considerată o extensie de confidențialitate pentru că EUI-64 permite track-ul unei adrese de la realizarea conexiunii
- ▶ Windows implementează această măsură
- ▶ Îngreunează munca unui administrator de rețea în rețeaua locală



Neighbor discovery protocol



- ▶ Neighbor Discovery Protocol
- ▶ Include următoarele funcționalități:
 - ▶ Autoconfigurarea adreselor
 - ▶ Descoperirea echipamentelor din rețea
 - ▶ Determinarea adreselor de nivel 2
 - ▶ Descoperirea gateway-ului
 - ▶ Descoperirea adresei de rețea (prefixului)
 - ▶ Descoperirea adreselor duplicat
- ▶ Folosește mesaje ICMPv6 pentru a îndeplini funcționalitățile

ICMPv6

- ▶ Protocol ce îndeplinește rolul ICMP pentru protocolul IPv6
- ▶ 5 mesaje ICMPv6 sunt folosite de NDP pentru a oferi servicii automate în rețeaua locală

Router Solicitation (133)	<ul style="list-style-type: none">• Folosit de stații pentru a cere informații tuturor rutelor din rețeaua locală
---------------------------	---

Router Advertisement (134)	<ul style="list-style-type: none">• Trimise periodic de rutere sau ca răspuns la cererea unui RS• Pe baza acestor mesaje o stație își construiește dinamic lista de rutere default (default gateway)• Folosit în stateless autoconfig pentru descoperirea prefixului rețelei
----------------------------	--

ICMPv6



network crunch

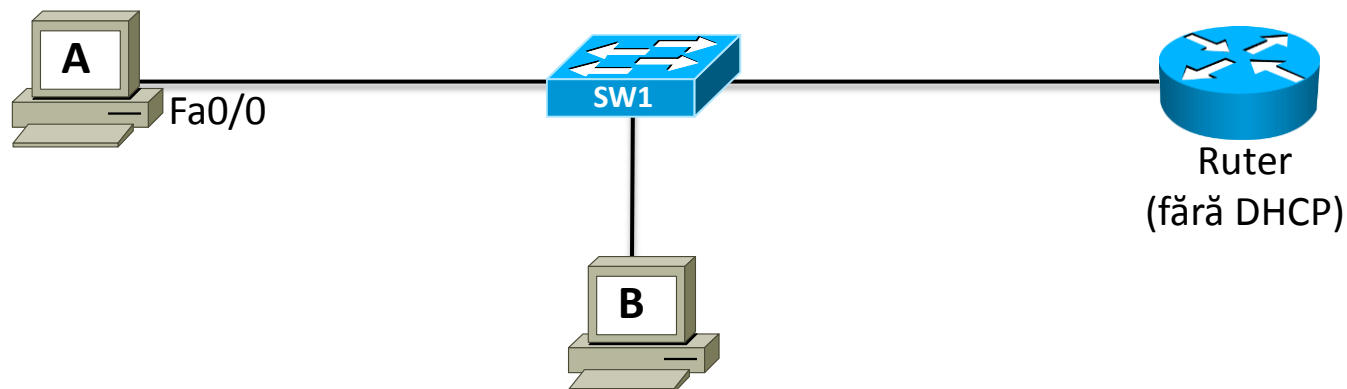
<p>Neighbor Solicitation (135)</p>	<ul style="list-style-type: none">• Folosit pentru a descoperi adresele link-local ale vecinilor când se cunoaște adresa IPv6 (similar ARP)• Folosit pentru a determina dacă există conectivitate cu un vecin• Detectează adresele duplicate în timpul procesului de autoconfigurare
<p>Neighbor Advertisement (136)</p>	<ul style="list-style-type: none">• Trimise ca răspuns la un NS• Trimise automat atunci când are loc o schimbare a adresei de nivel 2• La primirea unui NA fiecare nod își actualizează lista de vecini
<p>Redirect (137)</p>	<ul style="list-style-type: none">• Folosite de rutere pentru a indica host-urilor că pentru destinația dorită este recomandată folosirea unui alt ruter din rețea

Autoconfigurare (stateless)

- ▶ RFC 2462
- ▶ Nu necesită nicio configurare suplimentară în rețeaua locală
- ▶ Oferă doar adresă IP globală și default gateway
 - ▶ Pentru DNS și alte informații este necesară instalarea unui server DHCPv6
- ▶ Pași:
 1. Se generează adresa link-local prin concatenarea FE80::/64 cu eui-64 (sau cu un alt token generat pe 64 de biți)
 2. Se testează dacă adresa link-local este unică
 3. Dacă e unică, se asignează adresa link-local interfeței fizice
 4. Se încearcă descoperirea unui ruter local prin ascultarea RA-urilor sau forțarea unui RA prin trimiterea unui RS
 5. Ruterul răspunde în RA cu tipul autoconfigurării din rețeaua locală (Câmpul M din câmpul Autoconfig Flags din mesajul RA)
 6. Dacă e folosită autoconfigurare stateless, se generează adresa unică prin concatenarea prefixului primit în RA cu ultimii 64 de biți din adresa de la pasul 1

Autoconfigurare (stateless)

▶ 0. Stare inițială rețea



Informații IPv6 pe A:

Stare Fa0/0: Shutdown

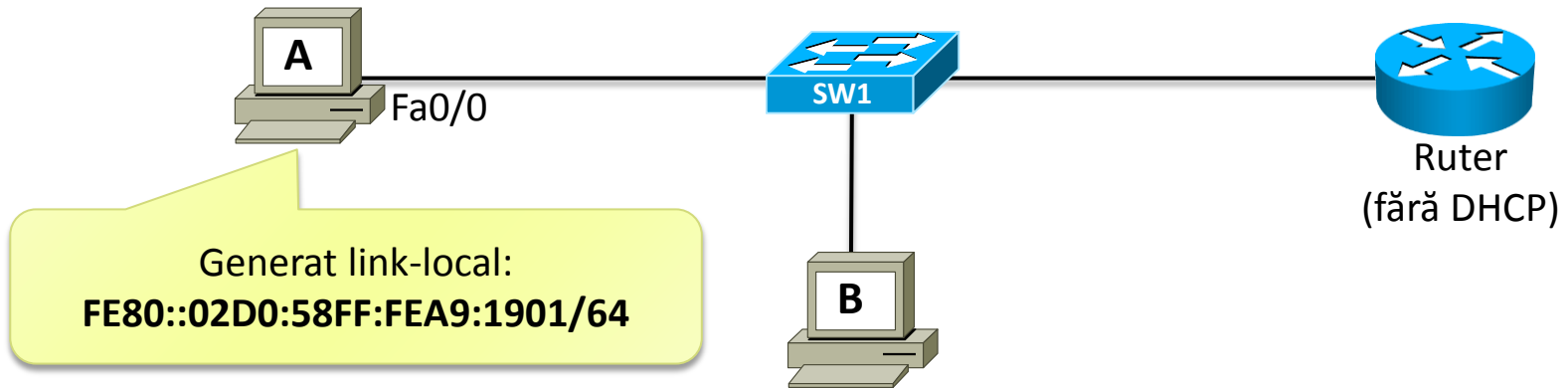
Listă rutere default:

Adresă Fa0/0:

Listă prefixe:
FE80::/10

Autoconfigurare (stateless)

- ▶ 1. Generare adresă link-local la ridicarea interfeței Fa0/0



Informații IPv6 pe A:

Stare Fa0/0: **Up**

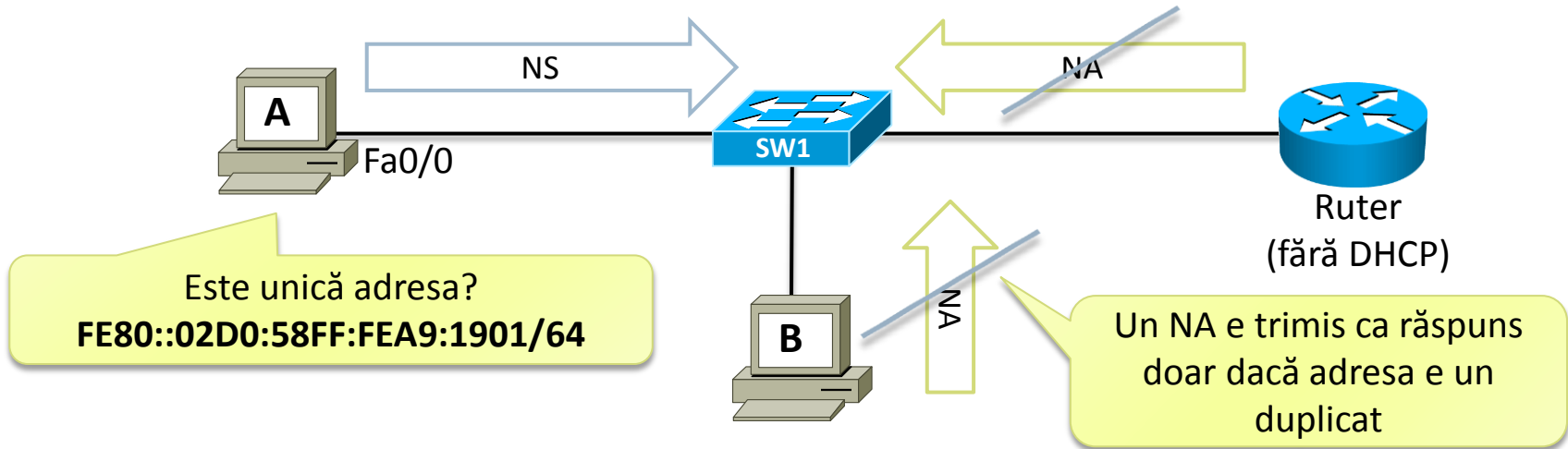
Listă rutere default:

Adresă Fa0/0:

Listă prefixe:
FE80::/10

Autoconfigurare (stateless)

- ▶ 2. Testarea unicității adresei link-local (DAD – Duplicate Address Detection)



Informații IPv6 pe A:

Stare Fa0/0: **Up**

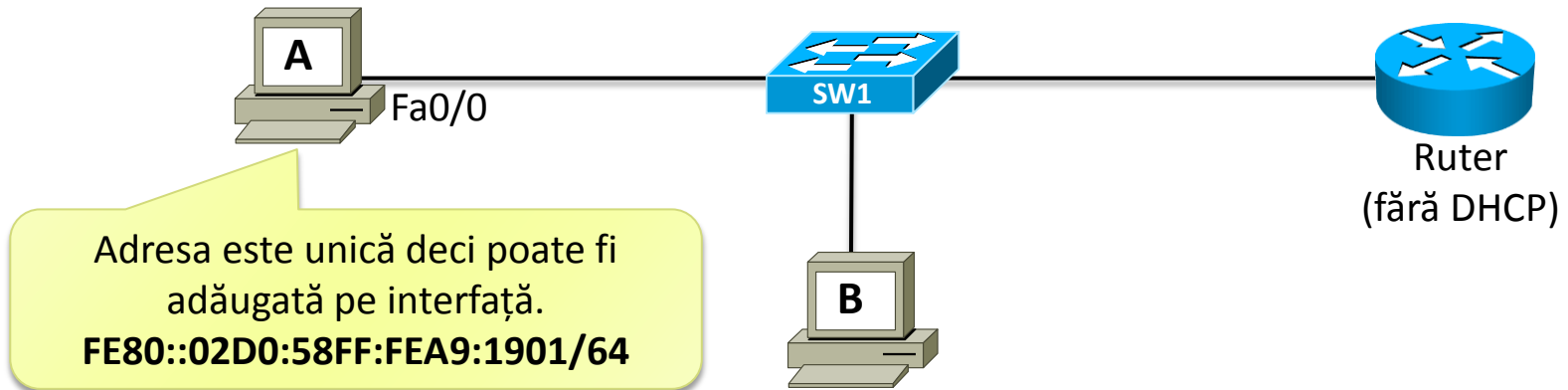
Listă rutere default:

Adresă Fa0/0:

Listă prefixe:
FE80::/10

Autoconfigurare (stateless)

- ▶ 3. Adresa link-local unică este asignată interfeței Fa0/0



Informații IPv6 pe A:

Stare Fa0/0: **Up**

Listă rutere default:

Adresă Fa0/0:

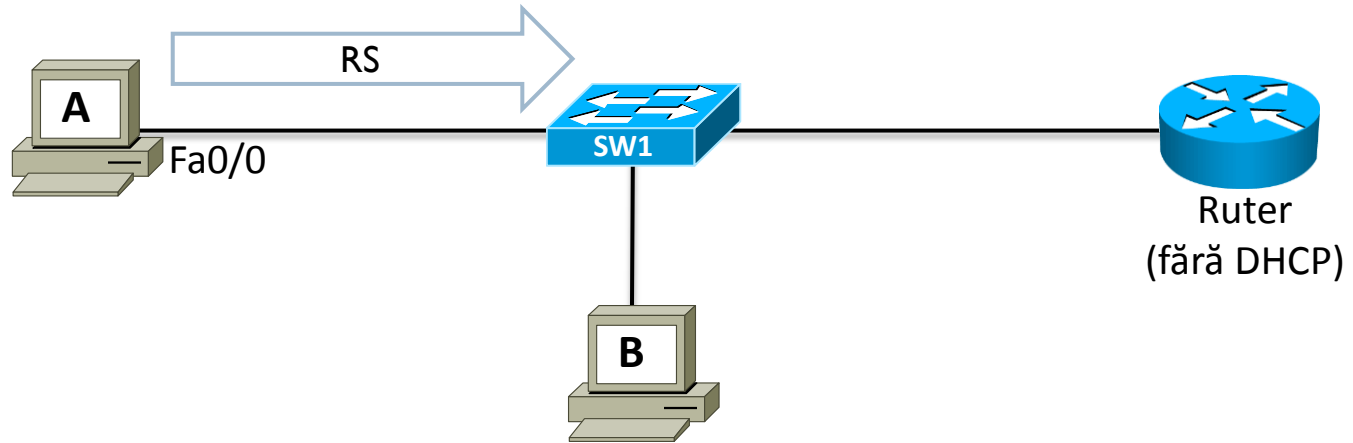
FE80::2D0:58FF:FEA9:1901/64

Listă prefixe:

FE80::/10

Autoconfigurare (stateless)

- ▶ 4. Stația A cere un RA pentru a nu aștepta update-ul periodic



Informații IPv6 pe A:

Stare Fa0/0: **Up**

Listă rutere default:

Adresă Fa0/0:

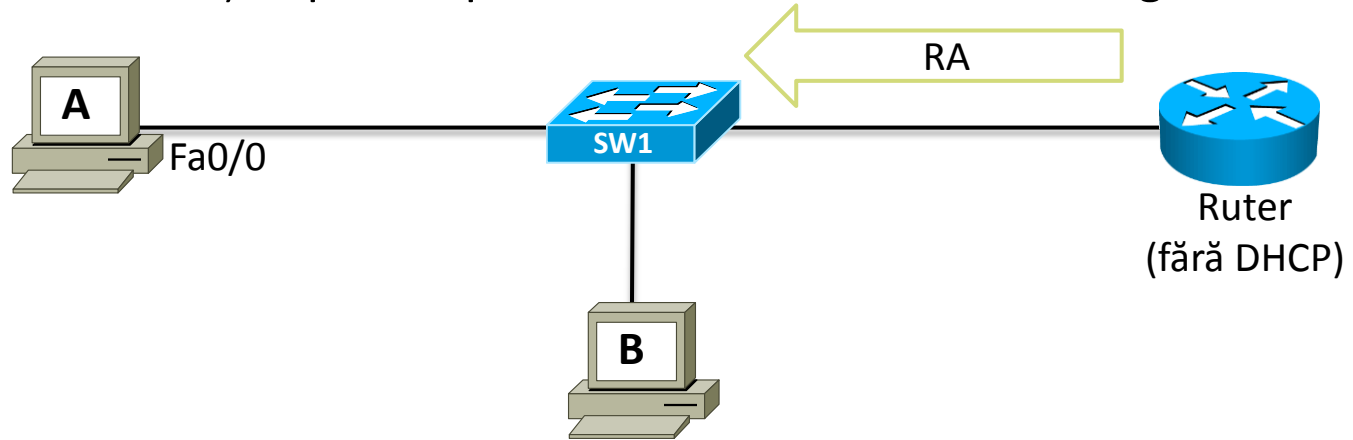
FE80::02D0:58FF:FEA9:1901/64

Listă prefixe:

FE80::/10

Autoconfigurare (stateless)

- ▶ 5. Ruterul răspunde cu un RA în care îi comunică stației prefixele din rețea, adresa sa link-local și faptul că poate folosi stateless autoconfiguration



Informații IPv6 pe A:

Stare Fa0/0: **Up**

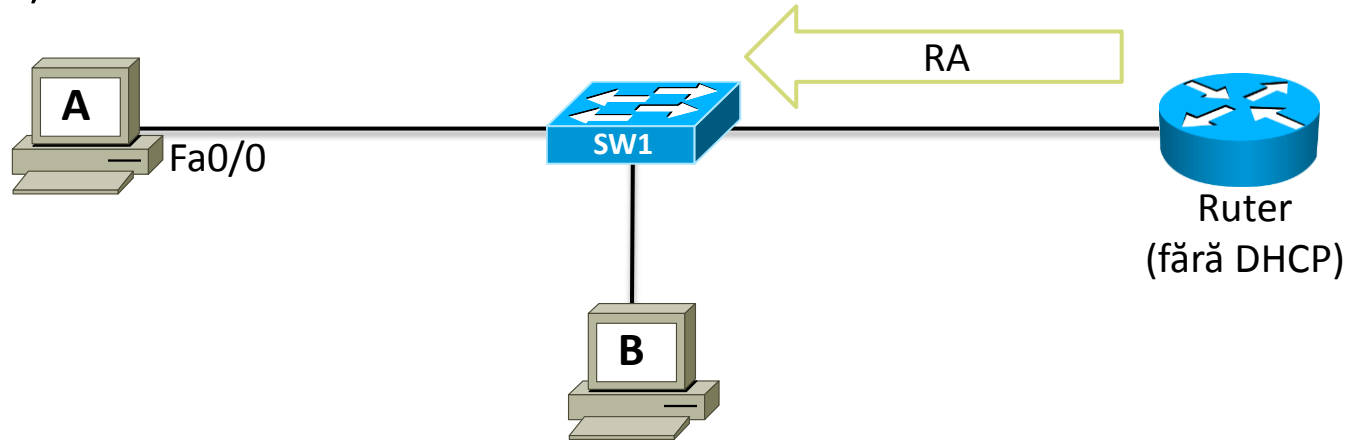
Listă rutere default:
FE80::2D0:D3FF:FE25:C02/64

Adresă Fa0/0:
FE80::2D0:58FF:FEA9:1901/64

Listă prefixe:
FE80::/10
2001:0:0:1234::/64

Autoconfigurare (stateless)

- ▶ 6. A generează adrese globale folosind prefixele obținute în pasul anterior și ultima porțiune din adresa sa link-local



Informații IPv6 pe A:

Stare Fa0/0: **Up**

Listă rutere default:
FE80::2D0:D3FF:FE25:C02/64

Adresă Fa0/0:

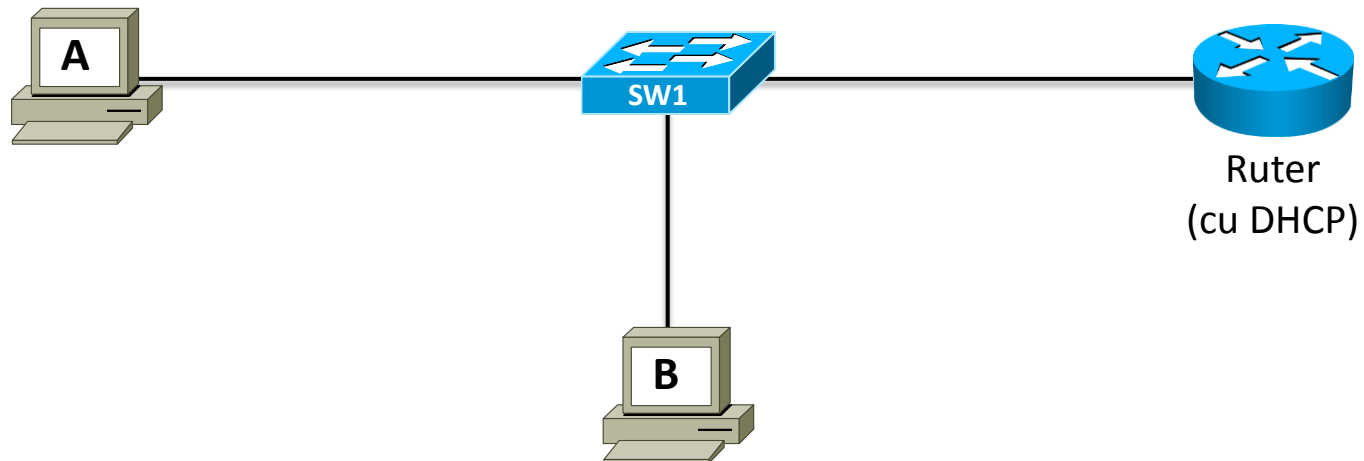
FE80::2D0:58FF:FEA9:1901/64
2001::1234:2D0:58FF:FEA9:1901/64

Listă prefixe:

FE80::/10
2001:0:0:1234::/64

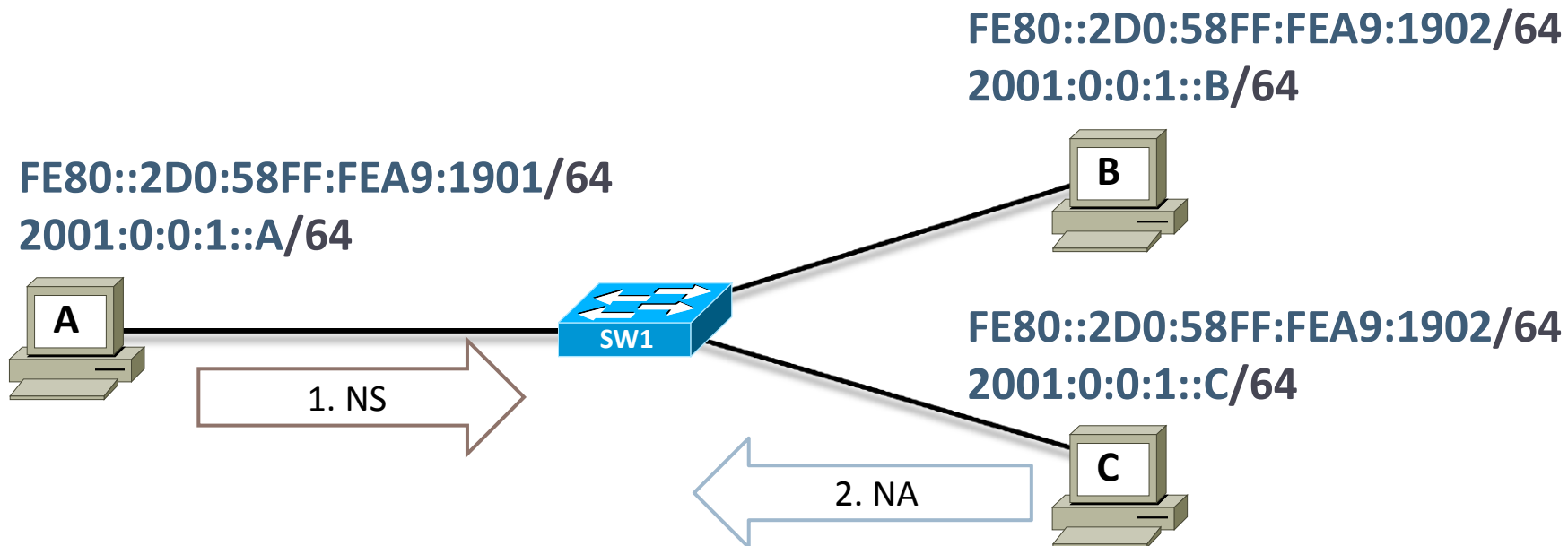
Autoconfigurare (stateful)

- ▶ Necesită configurarea unui server de DHCPv6
- ▶ DHCPv6 este util doar în asigurarea unor servicii suplimentare în rețea (adresarea IP este rezolvată mult mai ușor de stateless autoconfig):
 - ▶ **Servere DNS**
 - ▶ Servere WINS
 - ▶ Domeniul DNS
 - ▶ Servere NTP



Determinarea adresei de nivel 2

- ▶ Operare similară cu ARP
- ▶ Folosește NS și NA pentru a descoperi adresa de nivel 2:
 - ▶ Neighbor Solicitation – pachet multicast (către o adresă specială numită solicited node-multicast) care conține cererea adresei de nivel 2
 - ▶ Neighbor Advertisement – răspunsul ce conține adresa



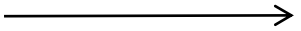
Configurații de bază IPv6 și RIPng



Configurări de bază



no shutdown



no shutdown
ipv6 enable
ipv6 address

```
R1(config-if)#do sh ipv6 int
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::CE00:8FF:FEC4:0
No global unicast address is configured
Joined group address(es):
  FF02::1
  FF02::2
  FF02::1:FFC4:0 # -> solicited node multicast(folosită în NS)
MTU is 1500 bytes
ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
ICMP redirects are enabled
ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
ND reachable time is 30000 milliseconds
```


Configurări de bază



```
ip address 89.86.198.1 255.255.255.0  
no shutdown
```

```
C      89.86.198.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

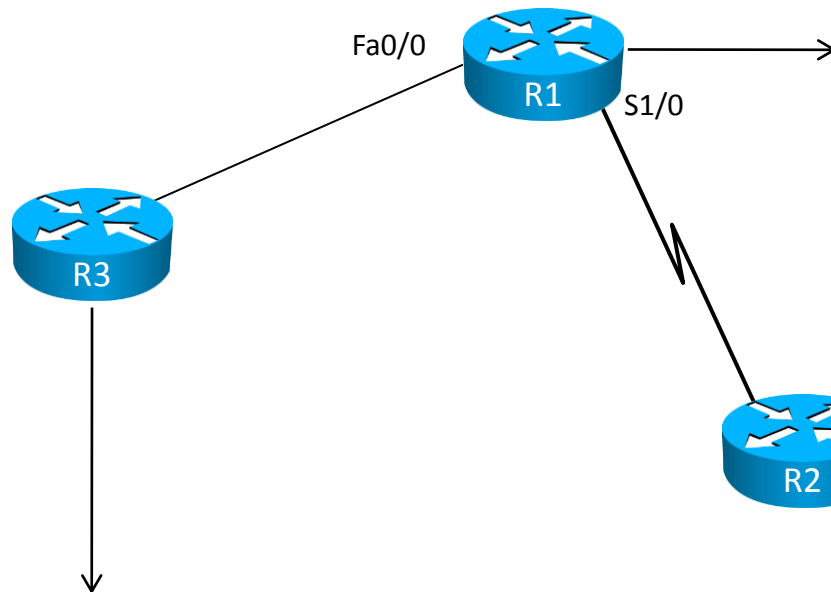


```
ipv6 address 2001:100:10:2::6/64  
no shutdown
```

```
C  2001:100:10:2::/64 [0/0]  
   via ::, Serial1/0  
L  2001:100:10:2::6/128 [0/0]  
   via ::, Serial1/0  
L  FE80::/10 [0/0]  
   via ::, Null0  
L  FF00::/8 [0/0]  
   via ::, Null0
```



Autoconfigure



```
interface FastEthernet0/0
no ip address
ipv6 address autoconfig
ipv6 enable
!recommended
ipv6 nd supress-ra
```

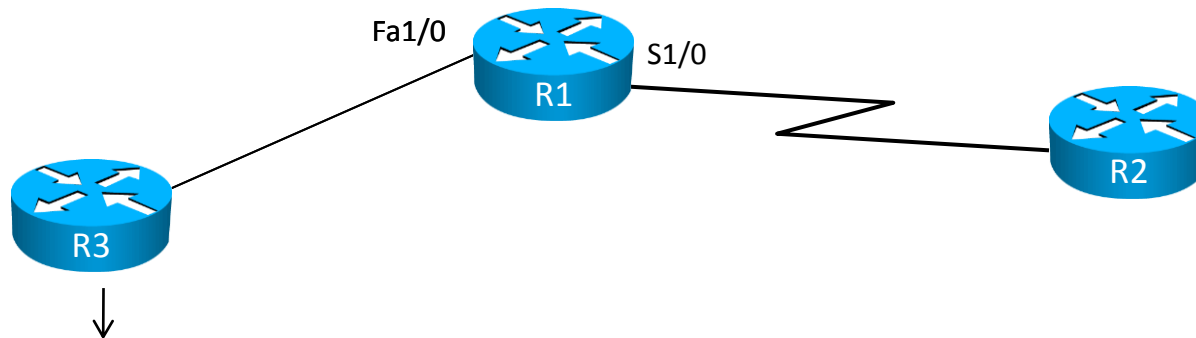
ipv6 unicast-routing

```
interface FastEthernet0/0
no ip address
ipv6 address 2001:100:10:2::/64 eui-64
ipv6 enable
!
interface Serial1/0
no ip address
ipv6 address 2001:100:10:1::/64 eui-64
ipv6 enable
no ipv6 nd supress-ra
```

```
interface Serial1/0
no ip address
ipv6 address autoconfig
ipv6 enable
```

De ce nu primesc R2 și R3 o adresă IPv6 prin autoconfig ?

Multiple adrese IPv6



```
C 2001:100:10:1::/64 [0/0]
  via ::, Serial1/0
L 2001:100:10:1:9CD7:2EFF:FEF0:99FA/128 [0/0]
  via ::, Serial1/0
L FE80::/10 [0/0]
  via ::, Null0
L FF00::/8 [0/0]
  via ::, Null0
```

Câte adrese IPv6 va avea R3
după rularea comenzilor de mai
jos ?

```
R3(config-if)#no ipv6 address autoconfig
R3(config-if)#ipv6 address 2001:100:10:2::6/64
R3(config-if)#ipv6 address 2001:100:10:2::8/64
```

Rutarea în IPv6

- ▶ Statică
- ▶ Dinamică (RIPng, OSPFv3, MPBGP, ISIS, EIGRP)

IPv4

```
ip route 86.79.112.192 255.255.255.192 193.45.66.1  
ip route 86.79.112.192 255.255.255.192 fa0/0
```

IPv6

```
ipv6 route 2001:200:10:2::/64 2001:1:2:1::23  
ipv6 route 2001:200:10:2::/64 fa0/0 !Nu există Proxy ARP
```

Dinamică - RIPng

▶ RIP **next generation**

- ▶ Doi vecini nu trebuie să se afle neapărat în același subnet global
- ▶ FF02::9
- ▶ Autentificare cu suport nativ IPSec
- ▶ Sunt posibile 4 instanțe RIPng pe același link (în Cisco IOS)

Configurarea RIPng

- ▶ Activarea rutării IPv6

```
Waters (config) #ipv6 unicast-routing
```

- ▶ Activarea RIPng se face la nivel de interfață

```
Waters (config-if) #ipv6 rip net2 enable
```

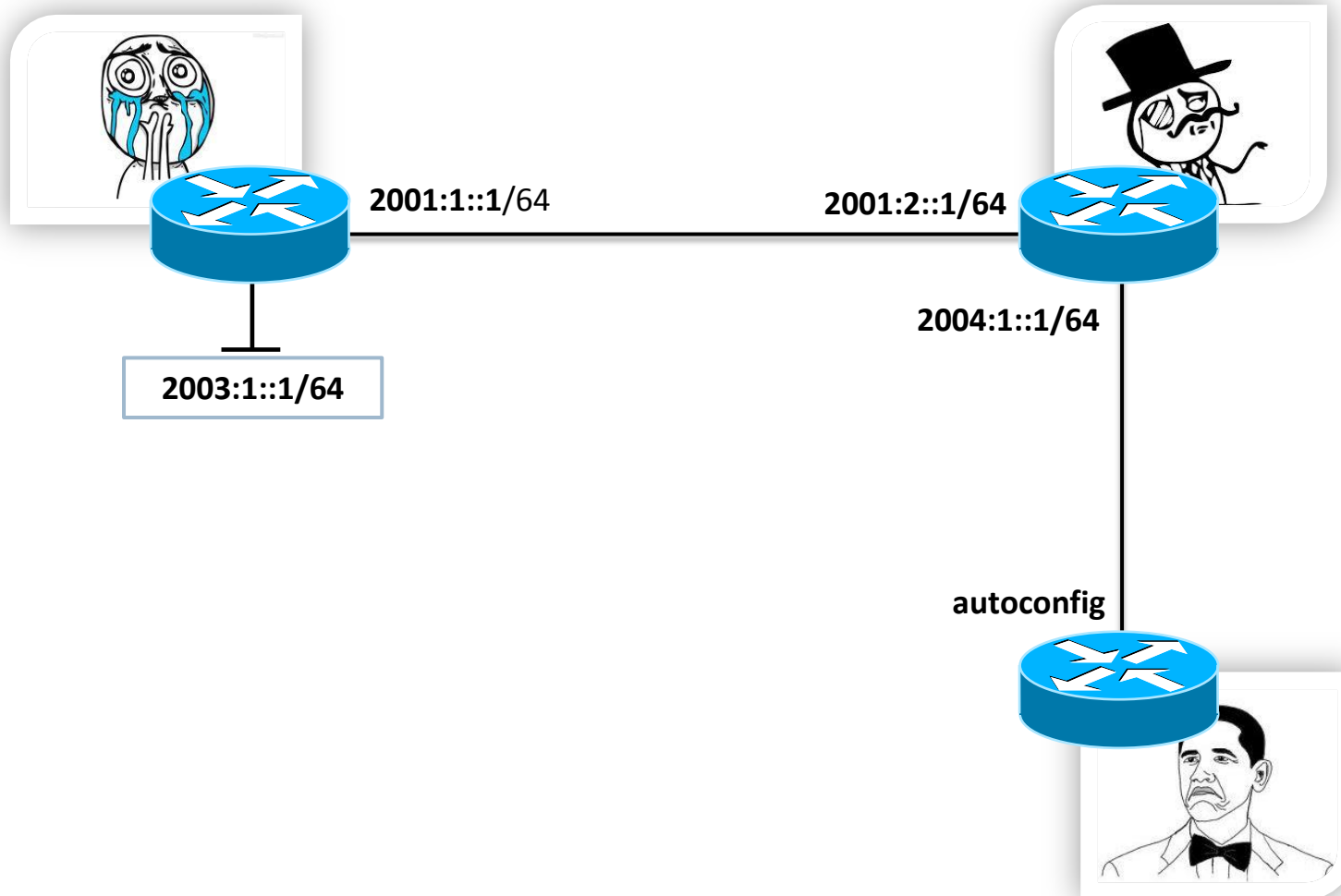
- ▶ Configurațiile avansate pentru RIPng se fac din modul router

```
Waters (config) #ipv6 router rip net2  
Waters (config-router) #maximum-paths 3
```

- ▶ Injectarea unei rute default

```
Waters (config-if) #ipv6 rip net2 default-information originate
```

POC



POC – Autoconfig și RIPng

- ▶ Configurați legătura dintre ruterele LikeASir și NotBad astfel încât cel de-al doilea să își obțină adresa prin autoconfig
- ▶ Activați RIPng pe toate segmentele de rețea
- ▶ Analizați tabela de rutare de pe ruterul LikeASir. Ce observați?



Metode de tranziție IPv4-IPv6

Metode de tranziție

- ▶ **Dual-stack**
 - ▶ Capabilitatea unui ruter de a putea rula IPv4 și IPv6 în același timp
 - ▶ Tehnic nu este o metodă validă de tranziție, deoarece dacă nu vor mai exista adrese IPv4, nu se pot extinde rețele cu această metodă
- ▶ **Tunelare**
 - ▶ Posibilitatea de a construi un tunel virtual peste Internet între mai multe insule IPv6
 - ▶ Subiectul pe care se va concentra acest capitol
- ▶ **Tranlație între IPv4 și IPV6**
 - ▶ Foarte importantă pentru acele terminale care nu pot rula decât IPV4 și au nevoie să comunice cu terminale IPv6-only
 - ▶ NAT-PT

Cum se creează un tunel ?

Se asigură conectivitate IPv4 între capetele tunelului



Se creează o interfață de tunel



Se selectează sursa tunelului (adresa IPv4)



Se selectează destinația tunelului [NU pentru tunele automate]



Se configurează o adresă IPv6 pe interfața Tunel

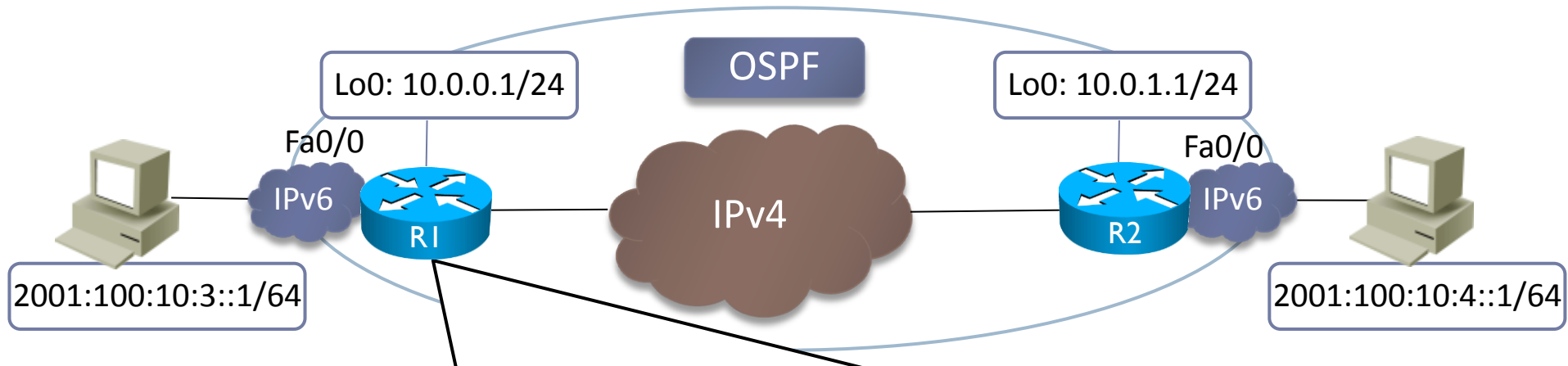


Se configurează tipul tunelului

Tipuri de tunele

Tunnel Mode	Topologie	Aplicabilitate
MCT	point-to-point	Pentru conectarea unui număr mic de locații IPv6
GRE	point-to-point	Asemănător MCT însă poate transporta orice protocol (nu doar IP)
Automatic 6to4	point-to-multipoint; adrese din spațiul 2002::/16	Tunel automat pentru legarea scalabilă a mai multor locații IPv6

Manually Configured Tunnel

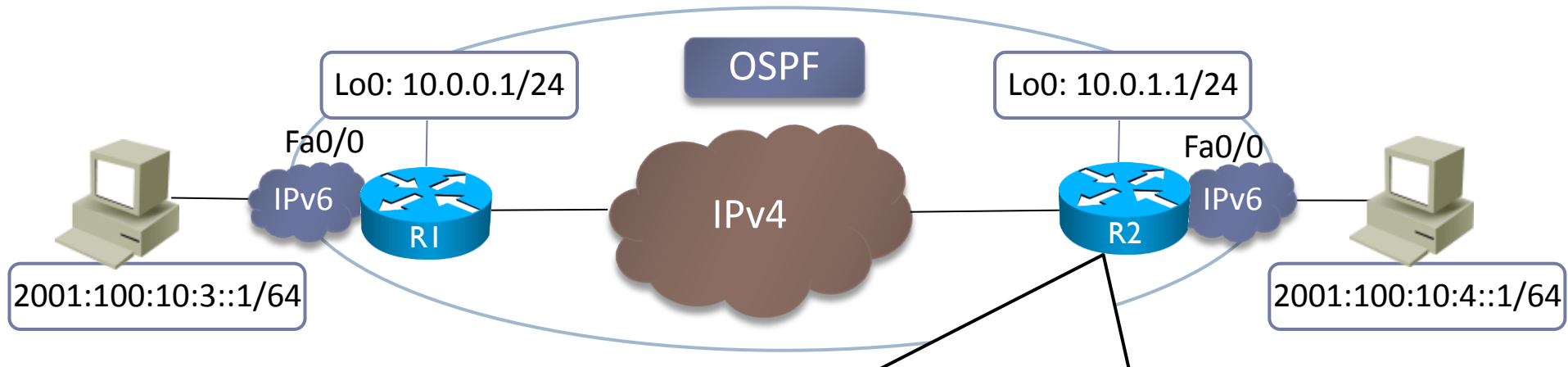


```

CONFIG Viewer

ipv6 unicast-routing
!
interface Tunnel0
  no ip address
  ipv6 address 2001:100:10:1::1/64
  tunnel source Loopback0
  tunnel destination 10.0.1.1
  tunnel mode ipv6ip
!
interface FastEthernet0/0
  no ip address
  ipv6 address 2001:100:10:3::2/64
  ipv6 enable
  
```

Manually Configured Tunnel

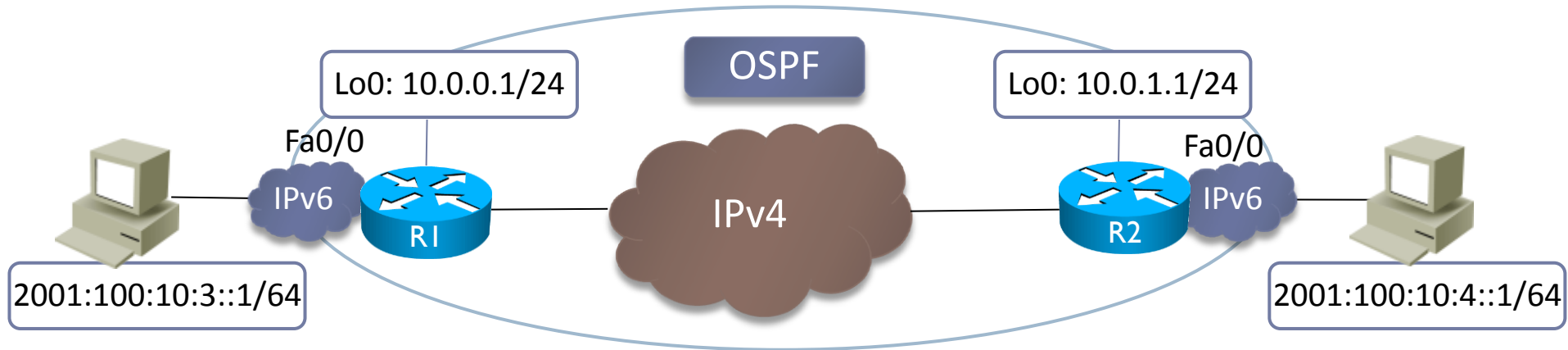


CONFIG Viewer

```

ipv6 unicast-routing
!
interface Tunnel0
  no ip address
  ipv6 address 2001:100:10:1::2/64
  tunnel source Loopback0
  tunnel destination 10.0.0.1
  tunnel mode ipv6ip
!
interface FastEthernet0/0
  no ip address
  ipv6 address 2001:100:10:4::2/64
  ipv6 enable
  
```

Manually Configured Tunnel



```

CONFIG Viewer

Pe R1:
ipv6 route 2001:100:10:4::/64 Tunnel0

Pe R2:
ipv6 route 2001:100:10:3::/64 Tunnel0

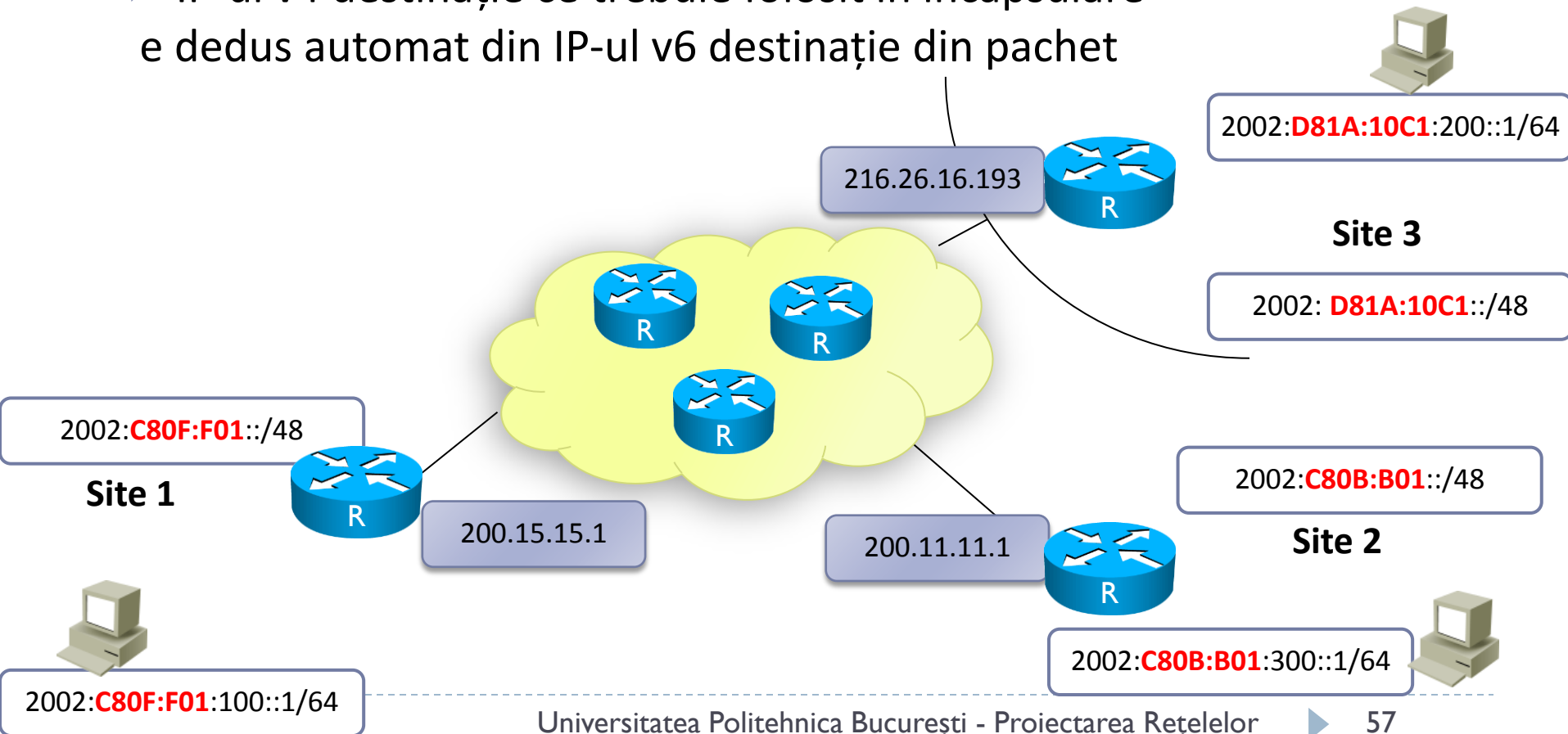
```

De ce tunele automate?

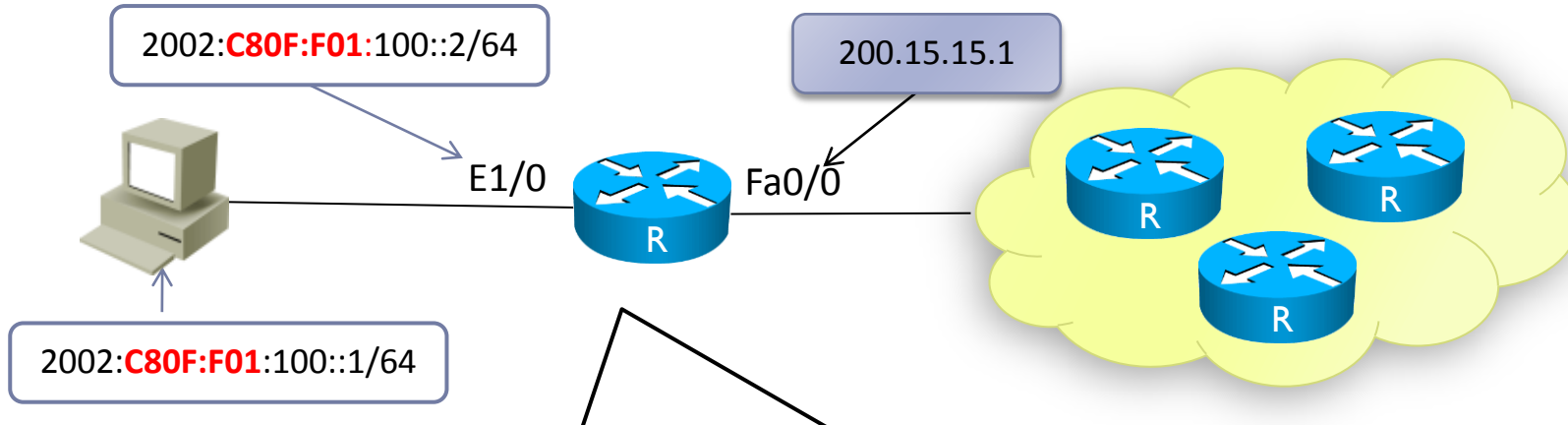
- ▶ Tunelele manuale nu sunt scalabile
- ▶ Pentru a uni N insule în full mesh avem nevoie de $N(N-1)$ tunele declarate și întreținute de administrator
- ▶ Soluția?
 - ▶ Tunele automate
- ▶ Ideea: pentru ca un tunel să fie automat, trebuie să existe o metodă prin care se poate deduce adresa destinație IPv4 fără a o configura manual
- ▶ Tunele 6-to-4
 - ▶ Folosite pentru a lega automat mai multe insule IPv6 folosindu-se o singură interfață de tunel

Tunel 6to4

- ▶ Se folosește întotdeauna prefixul 2002::/16
- ▶ Se include adresa IPv4 în biții 16-48 din adresa IPv6
- ▶ IP-ul v4 destinație ce trebuie folosit în încapsulare e dedus automat din IP-ul v6 destinație din pachet



Configurarea 6to4



```

CONFIG Viewer
interface Tunnel2002
  ipv6 address 2002:C80F:F01::1/128
  tunnel source FastEthernet0/0
  tunnel mode ipv6ip 6to4
  # nu se specifică destinația!
  !
interface FastEthernet0/0
  ip address 200.15.15.1 255.255.255.0
  !
interface Ethernet1/0
  ipv6 address 2002:C80F:F01:100::2/64
  !
  ipv6 route 2002::/16 Tunnel2002
  
```

Sumar

- ▶ De ce IPv6?
- ▶ Antetul și adresarea IPv6
- ▶ Neighbor Discovery Protocol
- ▶ Configurații de bază IPv6 și RIPng
- ▶ Metode de tranziție IPv4-IPv6

