

# OSI model

- IP adresa
- Binarno i decimalo
- Subnet maska
- VLSM Variable-Length Subnet Masking
- CIDR: Class-less Inter Domain Routing  
sumerizacija



# Funkcionalna mala mreža



## Mreža učionica 2

Adresa mreže: 10.10.2.0  
Subnet maska: 255.255.255.0  
GW: 10.10.5.254  
DNS: 8.8.8.8

10.10.2.254



10.10.5.254

Broadcast promet  
ARP



IP adresa: 10.10.2.101  
Subnet maska: 255.255.255.0  
GW: 10.10.2.254  
DNS: 8.8.8.8

IP adresa: 10.10.2.102  
Subnet maska: 255.255.255.0  
GW: 10.10.2.254  
DNS: 8.8.8.8

## Mreža učionica 6

Adresa mreže: 10.10.5.0  
Subnet maska: 255.255.255.0  
GW: 10.10.5.254  
DNS: 8.8.8.8

Broadcast promet  
ARP



IP adresa: 10.10.5.103  
Subnet maska: 255.255.255.0  
GW: 10.10.5.254  
DNS: 8.8.8.8

IP adresa: 10.10.5.104  
Subnet maska: 255.255.255.0  
GW: 10.10.5.254  
DNS: 8.8.8.8

# IP adresa



- www.index.hr 198.41.176.5
- www.racunarstvo.hr 178.79.149.215
- www.imenik.hr 193.200.203.100

# BITOVI-pretvaranje binarno u decimalno



➤ Vrijednosti “uključenog” bita ovise o poziciji bita

Vrijednosti mogu biti: **128 64 32 16 8 4 2 1**

128 64 32 16 8 4 2 1 128 64 32 16 8 4 2 1 128 64 32 16 8 4 2 1 128 64 32 16 8 4 2 1

**11000110.00101001.10110000.00000101**

198 41 176 5

} Pretvaranje binarno u decimalno

# BITOVI-pretvaranje binarno u decimalno

4  
okteta

128	64	32	16	8	4	2	1	
1	1	0	0	0	1	1	0	=198
0	0	1	0	1	0	0	1	=41
1	0	1	1	0	0	0	0	=176
0	0	0	0	0	1	0	1	=5

$198 = 128 + 64 + 4 + 2$     $41 = 32 + 8 + 1$     $176 = 128 + 32 + 16$     $5 = 4 + 1$

# BITOVI-pretvaranje decimalno u binarno

4  
okteta

Moguće vrijednosti bitova!

198

$$198 - 128 = 70 \quad |$$

$$70 - 64 = 6 \quad |$$

$$6 - 32 = -26 \quad | \quad 0$$

$$6 - 16 = -10 \quad | \quad 0$$

$$6 - 8 = -2 \quad | \quad 0$$

$$6 - 4 = 2 \quad |$$

$$2 - 2 = 0 \quad |$$

$$0 - 1 = -1 \quad | \quad 0$$

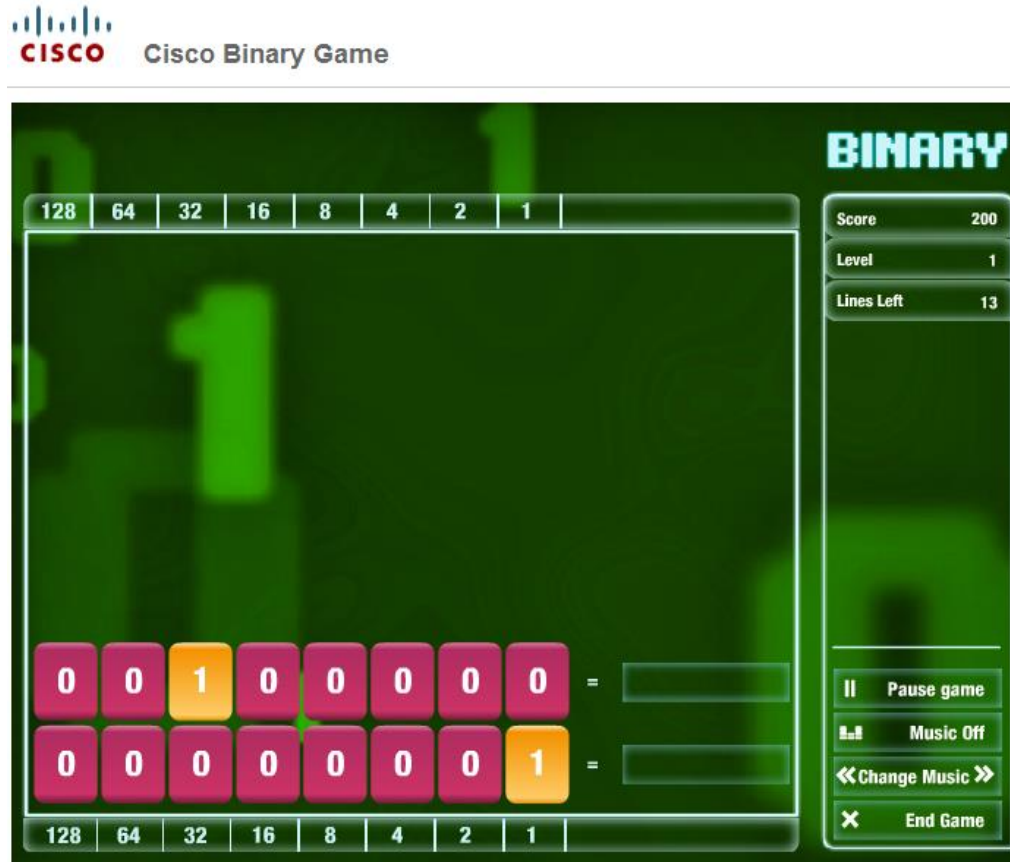
Rezultat  $\geq 0$  |

Rezultat  $< 0$  0

||000||0

# Binarno u decimalno

4  
okteta



<https://learningnetwork.cisco.com/docs/DOC-1803>

<https://studio.code.org/projects/applab/iukLbcDnzqgoxuu810unLw>

<http://2048game.com>





# IP adresiranje i Osnove IP adresiranja



- **IP adresa je 32-bitni broj (4 okteta)** – znači broj od 0 do 4.294.967.296 (oko 4 milijarde adresa)
- **Radi jednostavnosti prikazujemo je kao 4 dekadski broja (za svaki oktet po jedan) razdvojena točkama radi „lakšeg“ pamćenja i tumačenja:**
- Primjeri IP adresa: 0.0.0.0, 88.80.13.160, 213.251.145.96, 255.255.255.255, 127.0.0.1

- www.index.hr      198.41.176.5
- www.racunarstvo.hr   178.79.149.215
- www.imenik.hr        193.200.203.100

# ***Classful adresiranje Povijesna definicija klasa***

- Znači iz prvog broja IP adrese (zapravo prvih par bitova) znamo kolika je mreža kojoj ista pripada te koliki joj je defaultni subnet-mask.
  - Class A: 0-127 -> 128 mreža veličine  $2^{24}$  IP adresa
  - Class B: 128-191 -> 64x256 mreža veličine  $2^{16}$  IP adresa
  - Class C: 192-223 -> 32x256x256 mreža od 256 IP adresa
  - Class D: 224-239 -> multicast
  - Class E: 240-255 -> rezervirano (za ništa pametno)
- U klasi A mreža je prvih 8 bita, u klasi B prvih 16 bita, u klasi C prvih 24 bita.
- Sve treba promatrati binarno – nekada davno su i procesorski resursi čvorova bili ograničeni pa se sve radilo što jednostavnijim (binarnim) operacijama.

# Classful adresiranje Kako to izgleda u tablici

- Ovako je to izgledalo na početku (brojevi u tablici se odnose na prvi oktet) – adrese koje počinju binarno s binarno **0** (0-127) su klasa A, one koje su binarno **10** (128-191) su B, **110** su C (192-223), **1110** su D (224-239) i **1111** su E (240-255)

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

# *Adresiranje Koji su to važni parametri mreže*

- **IP adresa mreže** -> ujedno prva adresa u segmentu adresa koje pripadaju određenoj mreži
- **Subnet maska** -> definira koliko je velika mreža, odnosno koliko adresa ima u određenoj mreži. Izvorno definirana klasom sada CIDR prefiksom.
  - Pomoću subnet maske razlikujemo što nam je u istom LAN segmentu a što je izvan njega (do čega trebamo a do čega ne trebamo usmjeravati)
- **Broadcast adresa** -> je zadnja adresa u segmentu adresa, možemo je izračunati iz prve dvije
- Pak iz neke IP adrese (računala, hosta) i Subnet maske možemo odrediti IP adresu mreže pomoću binarne AND funkcije

# Adresiranje Maleni primjer matematike

- IP adresa uređaja: 192.168.1.65
- Subnet maska: 255.255.255.0 (/24)
- 192.168.1.65 && 255.255.255.0 izgleda ovako:

11000000.10101000.00000001.01000001

11111111.11111111.11111111.00000000

11000000.10101000.00000001.00000000

- IP adresa mreže: 192.168.1.0
  - Broadcast adresa (sve jedinice u dijelu koji određuje host)  
11000000.10101000.00000001.11111111
- Broadcast adresa: 192.168.1.255

# Adresiranje Kako izgleda jedna /24 mreža

- Dakle – sve se to najlakše upiše u excel tablicu, gdje složite 8 stupaca po 32 adrese i možete upisivati što se za što iskoristili.

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



# *Primjer subnetiranja*

Koristeći klasu C privatnih IP adresa izradite adresnu shemu za:

- Bolnicu koja ima 10 odjela svaki 200 računala.
- Bolnicu koja ima 10 odjela svaki 100 računala.
- Bolnicu koja ima 10 odjela 1x1000, 2x500, 2x200, 2x100, 2x50 računala



# Variable-Length Subnet Masking VLSM

- VLSM – Variable-Length Subnet Masking
- Odustaje se od koncepta klase definirane prvim oktetom već se definira pomična granica
- Na ovaj način se omogućilo znatno efikasnije korištenje adresnih resursa, definiranjem mreža proizvoljne veličine
- Tako osim /8, /16 i /24 mreža postaju moguće sve kombinacije između (od /30 mreža s dvije korisne adrese za point-to-point veze do velikih agregiranih /18 blokova)

# Variable-Length Subnet Masking VLSM – male mreže

- MASKA /24 (255.255.255.0) →  $2^8 - 2 = 254$
- MASKA /25 (255.255.255.128) →  $2^7 - 2 = 126$
- MASKA /26 (255.255.255.192) →  $2^6 - 2 = 62$
- MASKA /27 (255.255.255.224) →  $2^5 - 2 = 30$
- MASKA /28 (255.255.255.240) →  $2^4 - 2 = 14$
- MASKA /29 (255.255.255.248) →  $2^3 - 2 = 6$
- **MASKA /30 (255.255.255.252)** →  $2^2 - 2 = 2$  Najmanja moguća mreža
- MASKA /31 (255.255.255.254) →  $2^1$
- MASKA /32 (255.255.255.255) →  $2^0$

# Variable-Length Subnet Masking VLSM-velike mreže

- MASKA /23 (255.255.254.0) ->  $2^9 = 512$
- MASKA /22 (255.255.252.0) ->  $2^{10} = 1.024$
- MASKA /21 (255.255.248.0) ->  $2^{11} = 2.048$
- MASKA /20 (255.255.240.0) ->  $2^{12} = 4.096$
- MASKA /19 (255.255.224.0) ->  $2^{13} = 8.192$
- MASKA /18 (255.255.192.0) ->  $2^{14} = 16.384$
- MASKA /17 (255.255.128.0) ->  $2^{15} = 32.768$
- MASKA /16 (255.255.0.0) ->  $2^{16} = 65.536$
- MASKA /8 (255.0.0.0) ->  $2^{24} = 16.777.216$

# Variable-Length Subnet Masking VLSM – Način prikaza

- Umjesto subnet maske (npr. 255.255.255.0) koristimo označavanje duljine prefiksa (/24)
  - Puno praktičniji i kraći način pisanja, ovo preračunavanje između subnet maske i duljine prefiksa je jedna nepotrebna komplikacija.
  - **/NN** jednostavno znači koliko je jedinica u subnet maski, a **32-NN** kaže koliko bitova ostaje za adresiranje računala pa je lakše s time baratati.
- Bolje se odmah naviknuti na duljine prefiksa jer se kasnije u IPv6 isključivo koristi takova notacija (dapače je suludo zapisivati drugačije).
- Potrebno naučiti preračunavati jedno u drugo – još uvijek se često u uređaje mora upisivati klasična maska (a ne prefiks).

# Variable-Length Subnet Masking

## Što ovo znači...

1. Gledamo koliko nam treba korisnih adresa u nekakvoj mreži (zahtjev korisnika)
2. Prema tome odlučimo koju veličinu maske trebamo i dijelimo raspoloživi adresni prostor
3. Maske /31 i /32 su korisne samo u nekim posebnim slučajevima, realno nisu korisne za definiranje mreža
4. Glavna namjena /30 mreža (2 korisne adrese) jesu point-to-point veze između usmjeritelja

# Variable-Length Subnet Masking

## Dvije /25 mreže:

- Svaka /25 mreža je polovina /24 mreže – s time da mora biti prva i druga polovina – tako da su mreže X.X.X.0/25 i X.X.X.128/25

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

192.168.1.0/25

192.168.1.128/25

# Variable-Length Subnet Masking

## Dvije /25 mreže:

- Korak u adresiranju je  $128 = 2^7$  ( $32-25 = 7$ ) –blok adresa
- Adresa prve mreže: 192.168.1.0
- Maska prve mreže: 255.255.255.128 (/25)
- Broadcast prve mreže: 192.168.1.127
- Korisno adresa:  $2^7 - 2 = 126$
  
- Adresa druge mreže: 192.168.1.128
- Maska druge mreže: 255.255.255.128 (/25)
- Broadcast druge mreže: 192.168.1.255
- Korisno adresa:  $2^7 - 2 = 126$

# Variable-Length Subnet Masking

## Četiri /26 mreže

- Ako dijelimo /24 na četiri dijela dobijemo /26 mreže – opet govorimo o prvoj do četvrtoj četvrtini: X.X.X.0/26, X.X.X.64/26, X.X.X.128/26 i X.X.X.192/26

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



# Variable-Length Subnet Masking

## Četiri /26 mreže:

- Korak u adresiranju je  $64 = 2^6$  ( $32 - 26 = 6$ )
- Prva mreža: **192.168.1.0/26**
  - Maska: 255.255.255.192 (/26), broadcast 192.168.1.63
  - Korisnih  $2^6 - 2 = 62$  adrese
- Prva mreža: **192.168.1.64/26**
  - Maska: 255.255.255.192 (/26), broadcast 192.168.1.127
  - Korisnih  $2^6 - 2 = 62$  adrese
- Prva mreža: **192.168.1.128/26**
  - Maska: 255.255.255.192 (/26), broadcast 192.168.1.191
  - Korisnih  $2^6 - 2 = 62$  adrese
- Prva mreža: **192.168.1.192/26**
  - Maska: 255.255.255.192 (/26), broadcast 192.168.1.255
  - Korisnih  $2^6 - 2 = 62$  adrese

# Variable-Length Subnet Masking

## Ispravno: 1x/25 + 2x/26

- Dakle, mi možemo razdijeliti /24 na mreže različite veličine ali moramo se držati nekih pravila – dakle, ova kombinacija je moguća:

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

192.168.1.0/25

192.168.1.128/26

192.168.1.192/26

# Variable-Length Subnet Masking

## Neispravno: /26 + 1x/25 + 1x/26

- Ova kombinacija nije moguća - /25 mora biti na prvoj ili drugoj polovini, ne može biti ovako „po sredini“ (isto vrijedi i za ostale mreže)

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

# Variable-Length Subnet Masking

## Zašto ovo prije nije moguće?

- **Binarni AND IP adrese i maske daju mrežu:**
- 192.168.1.65 && 255.255.255.128 izgleda ovako:  
11000000.10101000.00000001.01000001  
11111111.11111111.11111111.10000000  
11000000.10101000.00000001.00000000 (0)
- 192.168.1.130 && 255.255.255.128 izgleda ovako:  
11000000.10101000.00000001.10000010  
11111111.11111111.11111111.10000000  
11000000.10101000.00000001.10000000 (128)
- Znači ako je maska /25 adresa 192.168.1.64 pripada u mrežu 192.168.1.0/25
- Adresa 192.168.1.129 pak pripada sa maskom /25 u mrežu 192.168.1.128/25

# Variable-Length Subnet Masking

## Dodemo do /27 mreža

- Osam /27 mreža – korak podjele je 32 ( $2^5=32$ ,  $32-27=5$ ). U ovom prikazu je jedan stupac jedna /27 mreža.

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

# *Variable-Length Subnet Masking*

## *Jedna /24 se podijeli na 8x /27*

- Korak podjele je 32 ( $2^5 = 32$ )
- 192.168.1.0/27 -> 0-31
- 192.168.1.32/27 -> 32-63
- 192.168.1.64/27 -> 64-95
- 192.168.1.96/27 -> 96-127
- 192.168.1.128/27 -> 128-159
- 192.168.1.160/27 -> 160-191
- 192.168.1.192/27 -> 192-223
- 192.168.1.224/27 -> 224-255
- 8 mreža sa po  $2^5 - 2 = 30$  korisnih adresa

# Variable-Length Subnet Masking

## Ili malo kompleksnije...

- Jedna zanimljiva podjela /24 bloka
- /28 = pola stupca, /27 = cijeli stupac, /26 = dva stupca, /25 = četiri stupca

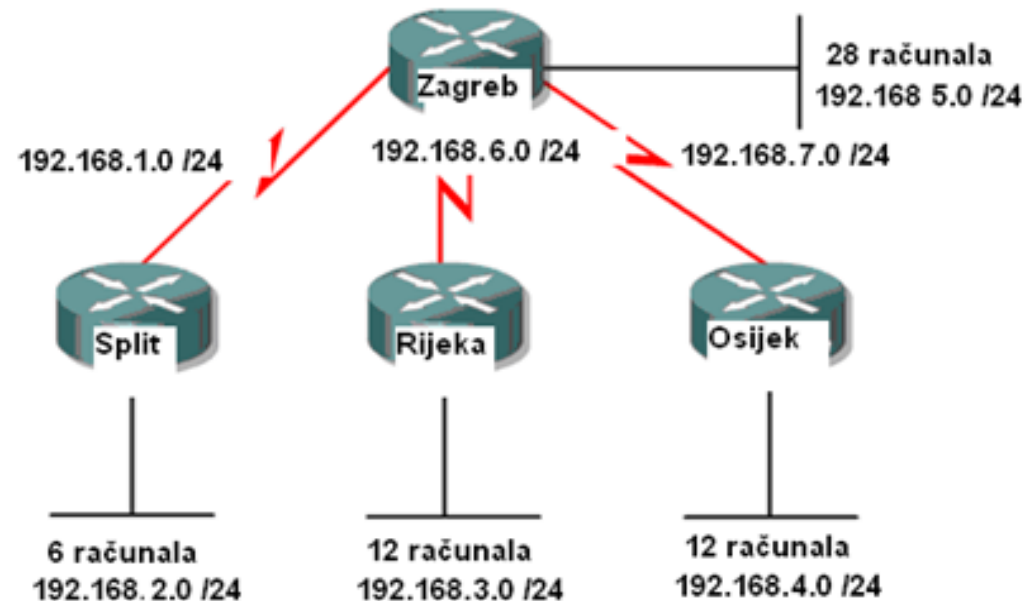
0		32 mreža	64 mreža	96	128 mreža	160	192	224
1		33	65	97	129	161	193	225
2 mreža		34	66	98	130	162	194	226
3 broadcast		35	67	99	131	163	195	227
4 mreža		36	68	100	132	164	196	228
5		37	69	101	133	165	197	229
6		38	70	102	134	166	198	230
7 broadcast		39	71	103	135	167	199	231
8 mreža		40	72	104	136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





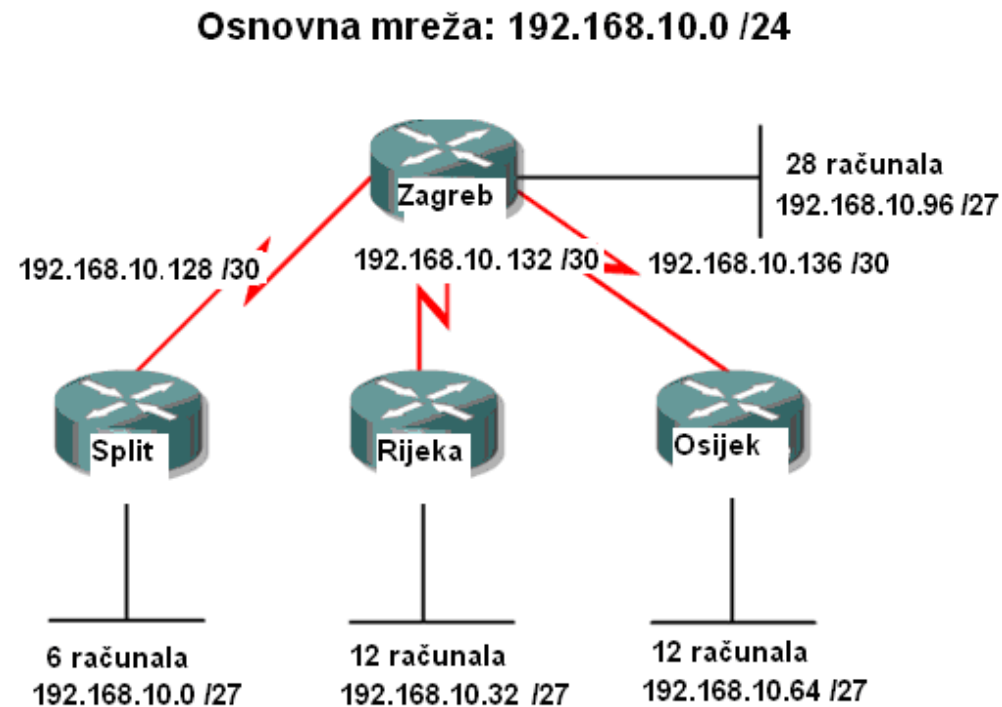
# Kako adresirati mreže Što radimo bez VLSM-a

- Primjer - mreža s 4 lokacije gdje na svakoj imamo manji broj računala
- Bez VLSM-a koristimo 7x /24 mreže (1792 adrese)
- /24 za svaki grad  
256 računala po LAN mreži
- /24 za P2P veze  
samo nam trebaju dvije adrese u P2P vezi



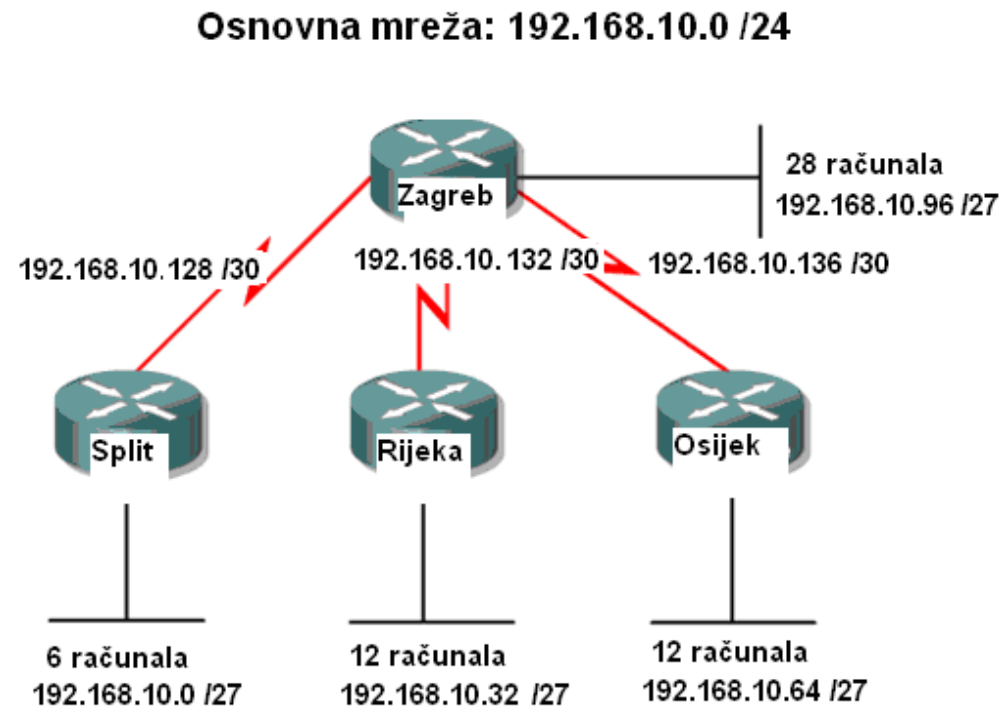
# Kako adresirati mreže Kako to izgleda s VLSM-om

- Za svaki grad koristimo minimalno potrebnu mrežu, odnosno po /27, za Point-to-Point veze koristimo /30
- Sve nam je stalo u jedan /24
- 4x/27 i 3x/30
- Čak i manje /28 za 12 računala /29 za 6 računala



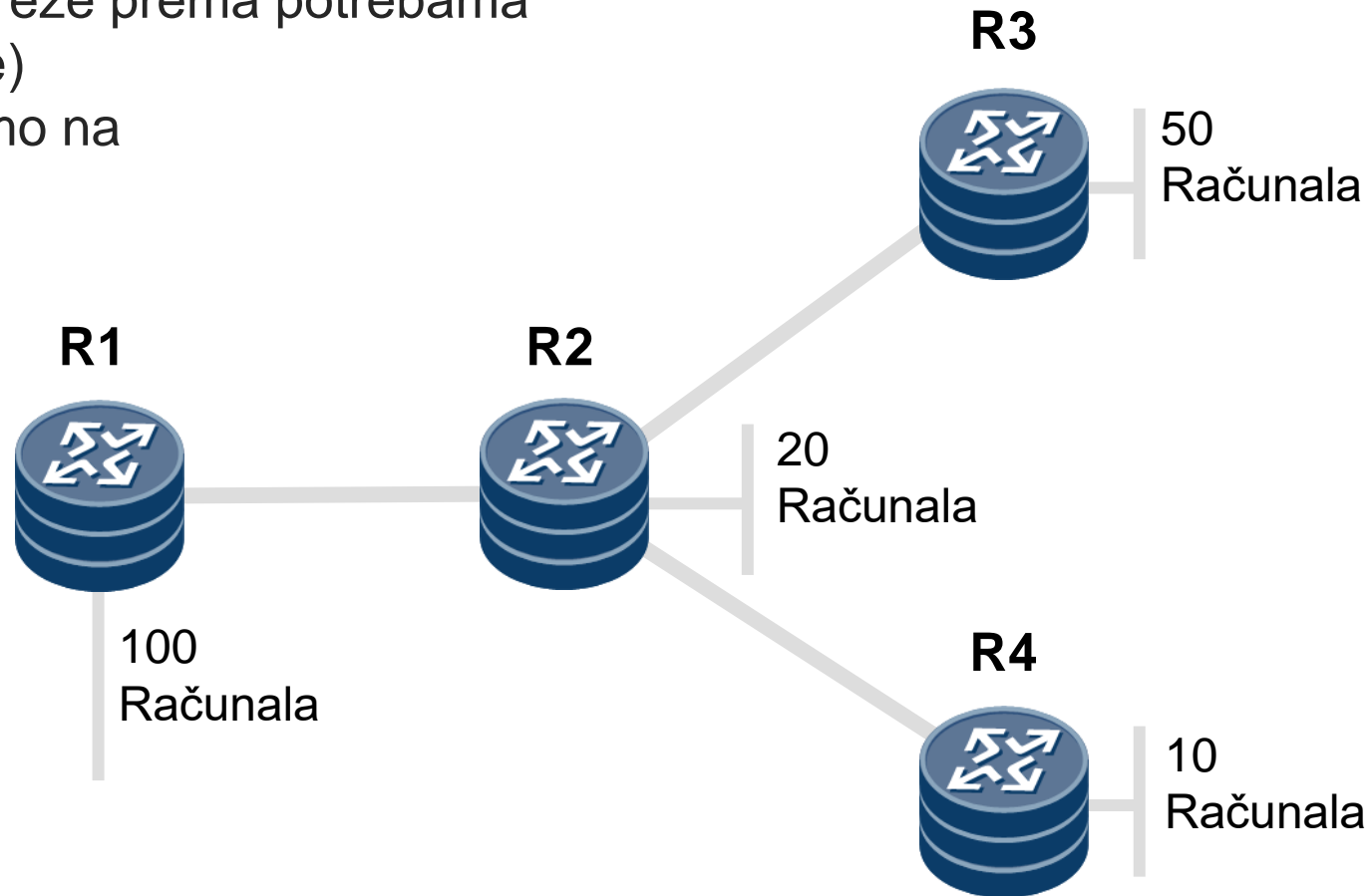
# Kako adresirati mreže Kako to izgleda s VLSM-om

- Za svaki grad koristimo minimalno potrebnu mrežu, odnosno po /27, za Point-to-Point veze koristimo /30
- Sve nam je stalo u jedan /24
- 4x/27 i 3x/30
- Čak i manje /28 za 12 računala /29 za 6 računala



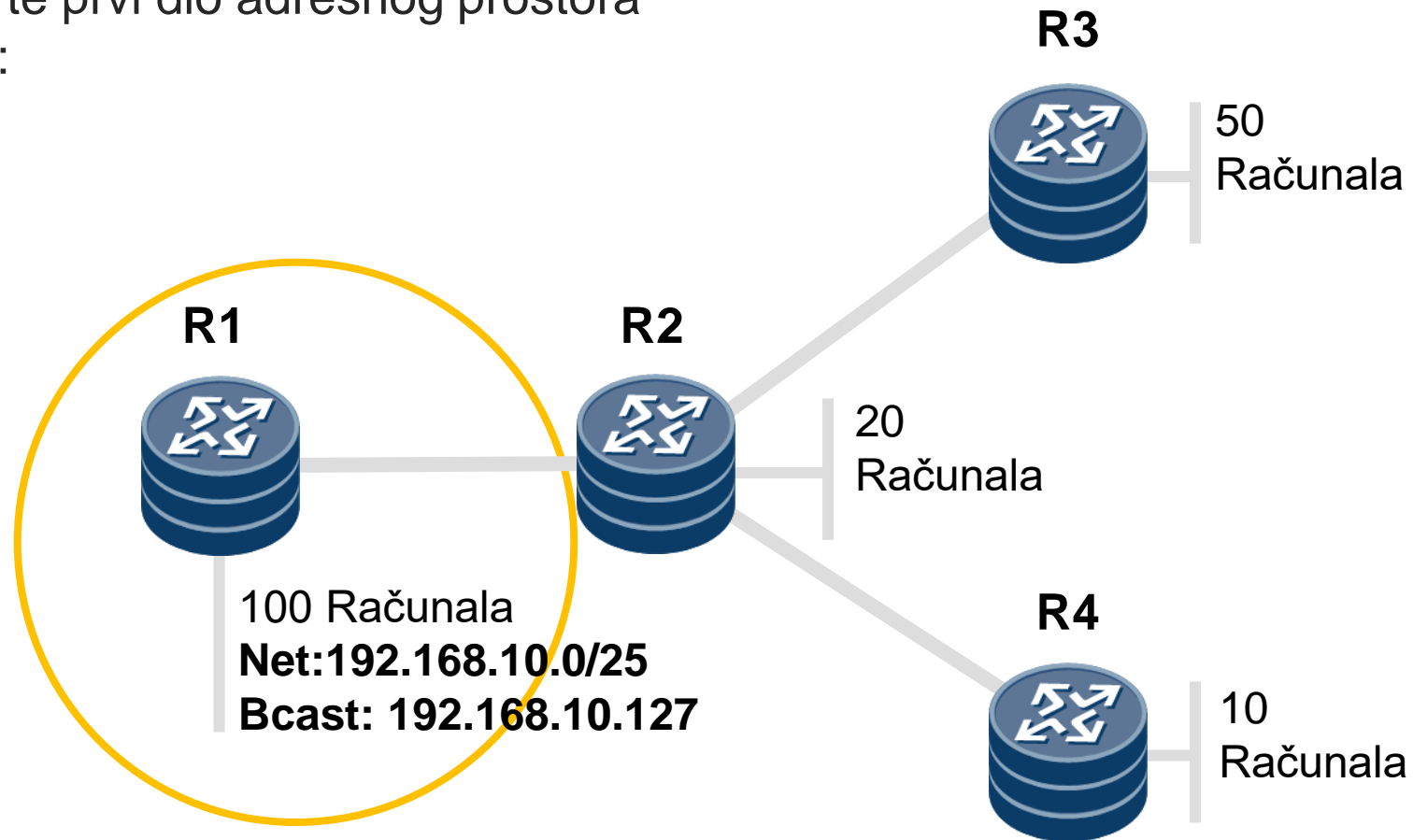
# Kako adresirati mrežu Jedan pratkični primjer

- Trebamo ovakvu mrežu adresirati koristeći jednu /24 mrežu korištenjem VLSM-a (podijeliti na manje mreže prema potrebama svake pojedine mreže)
- 192.168.10.0/24 imamo na raspolaganju



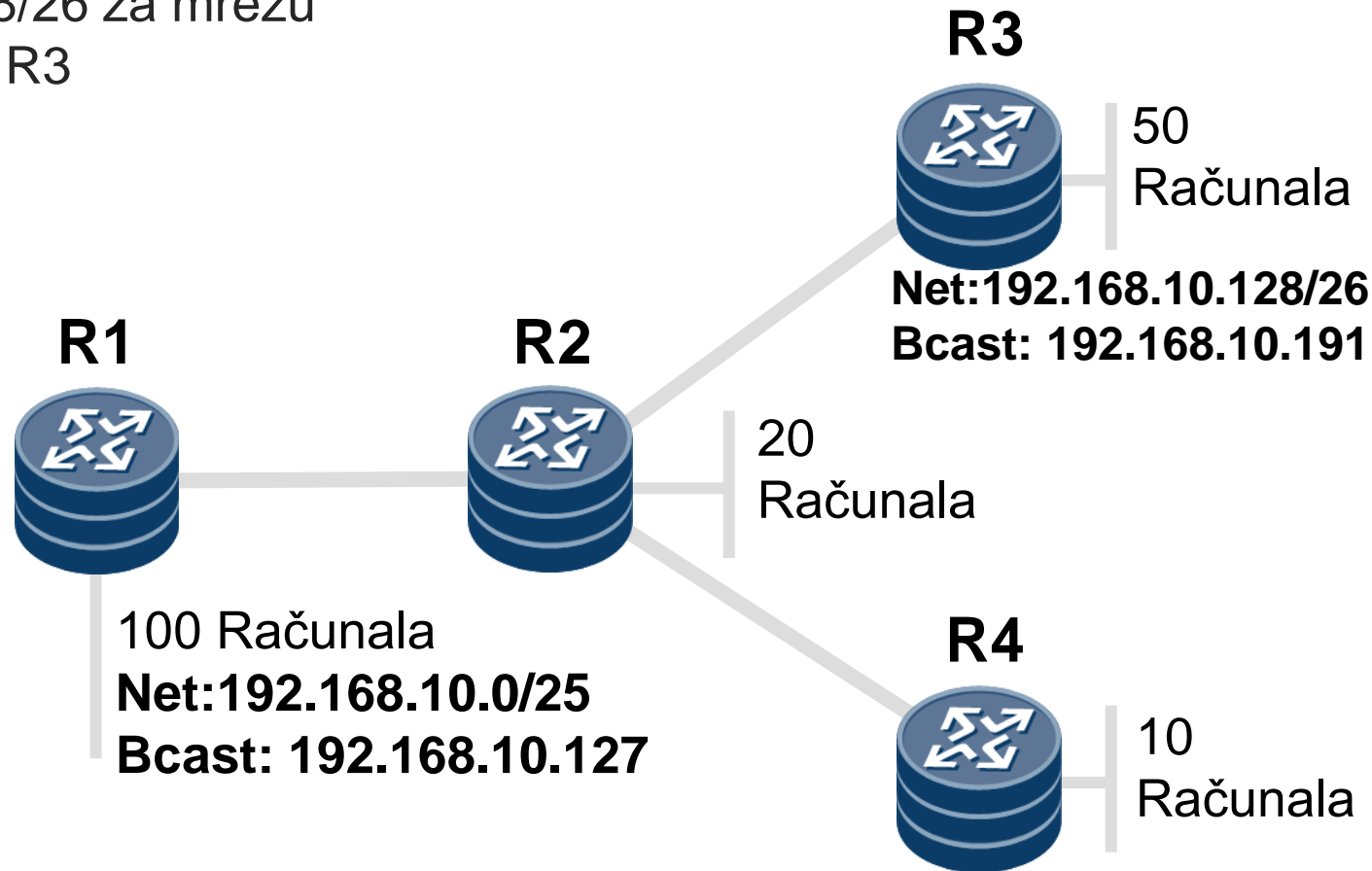
# Kako adresirati mrežu Krenuti od najveće mreže

- Najveća nam je mreža na R1 – ima 100 računala te za nju nam treba /25 mreža (126 korisnih adresa), te prvi dio adresnog prostora dodijelimo za nju:
- 192.168.10.0/25



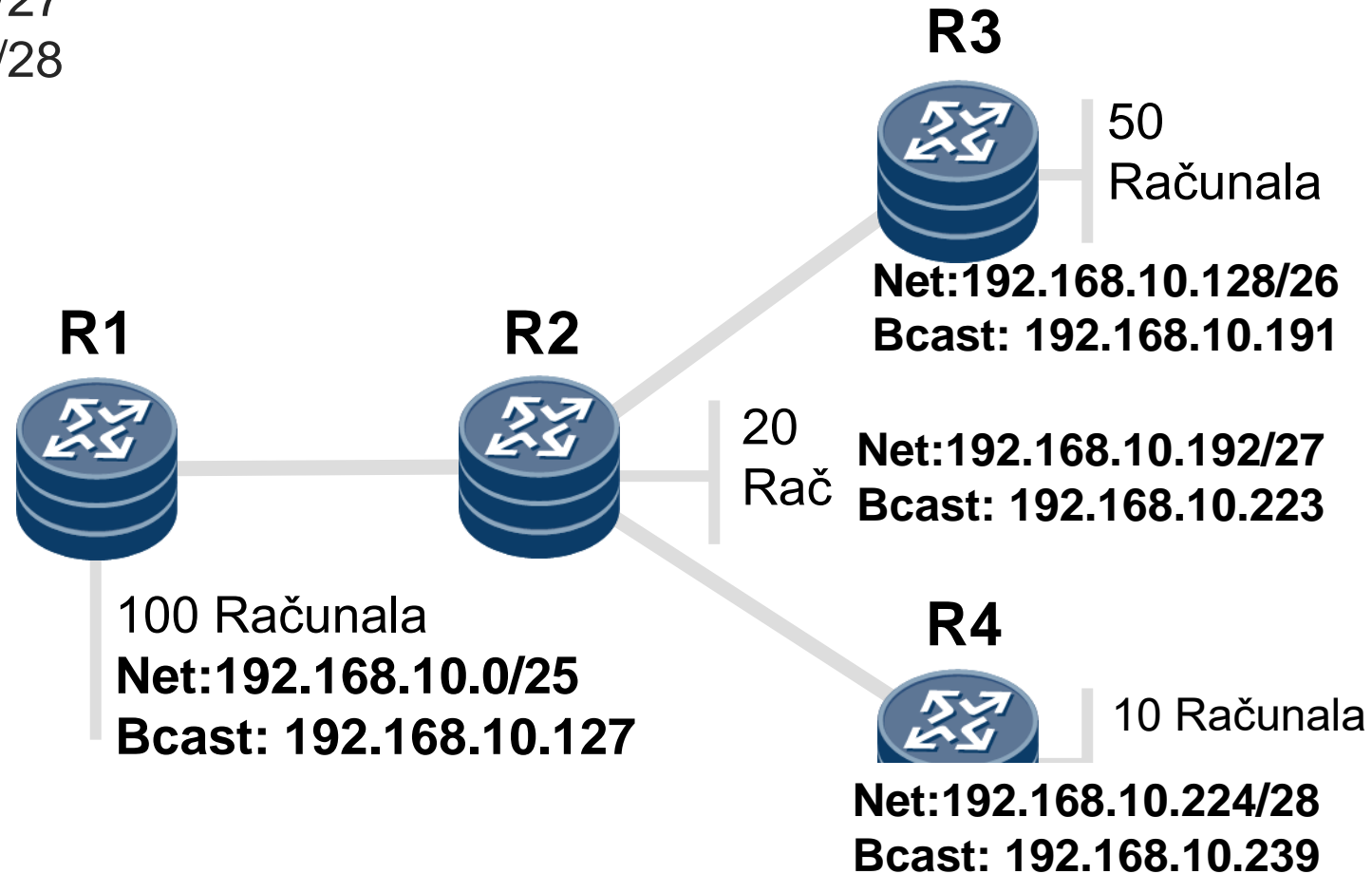
# Kako adresirati mrežu ići prema sve manjim mrežama

- Mreža na R3 ima 50 računala – za nju nam treba /26 mreža (62 korisne adrese) te definiramo slijedeću mrežu:
- 192.168.10.128/26 za mrežu na usmjeritelju R3



# Kako adresirati mrežu ići prema sve manjim mrežama

- Nakon toga za mrežu na R2 odabiremo /27 (30 korisnih aresa) te za R4 odabiremo /28 (14 korisnih aresa):
- 192.168.10.192/27
- 192.168.10.224/28



# Kako adresirati mrežu-sažetak

- Krenuli smo od najveće mreže prema manjima te smo za svaku od njih definirali potrebni subnet. Za svaku izračunamo njen broadcast te adresa iza je početna adresa slijedeće mreže:
- 192.168.10.0/25 (/25 = 126 korisnih adresa)
  - Prva i zadnja korisna: 192.168.10.1 – 192.168.10.126
  - Broadcast: 192.168.10.127
- 192.168.10.128/26 (/26 = 62 korisnih adresa)
  - Prva i zadnja korisna: 192.168.10.129 – 192.168.10.190
  - Broadcast: 192.168.10.191
- 192.168.10.192/27 (/27 = 30 korisnih adresa)
  - Prva i zadnja korisna: 192.168.10.193 – 192.168.10.222
  - Broadcast: 192.168.10.223



# Kako adresirati mrežu-sažetak

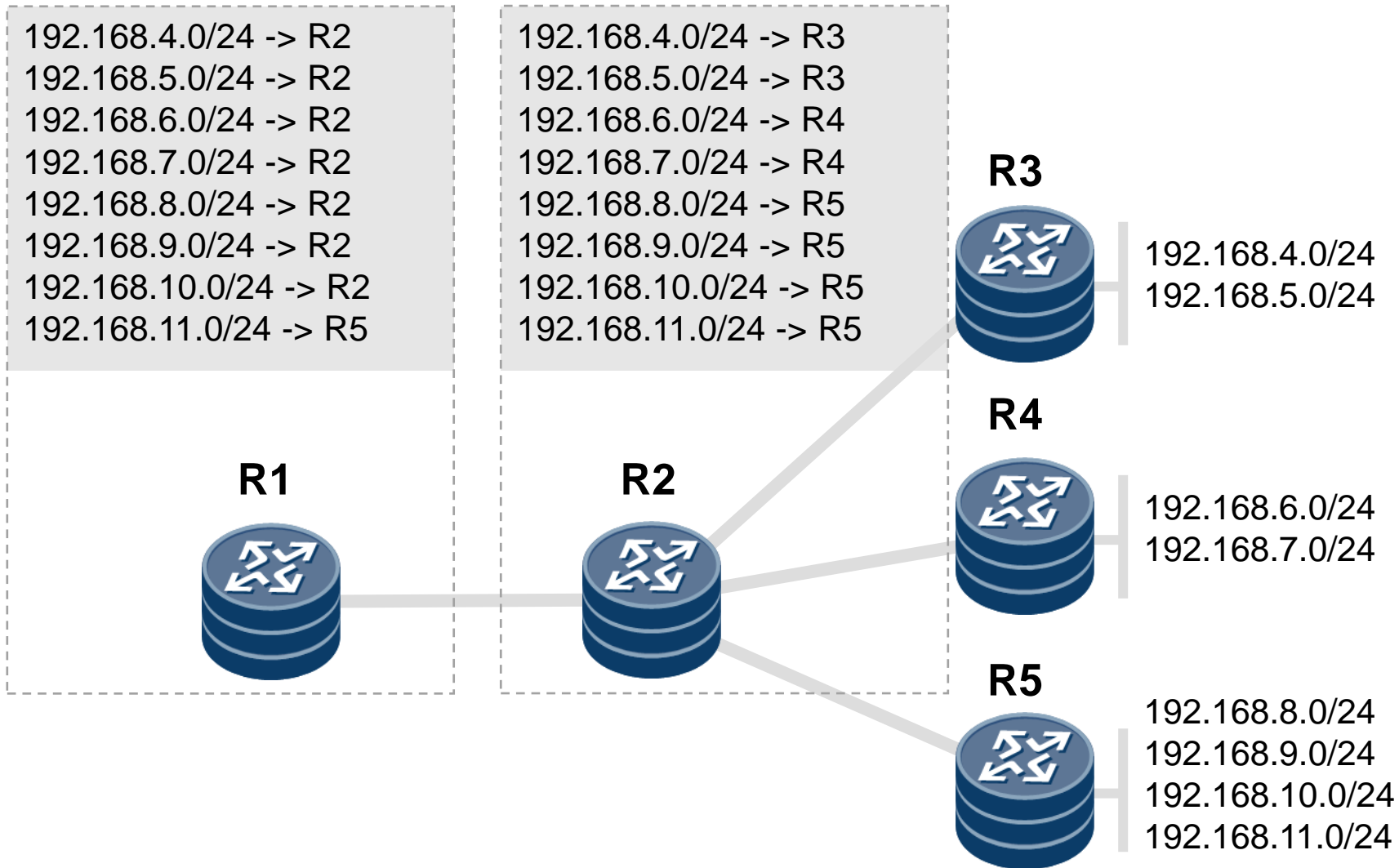
- 192.168.10.224/28 (/28 = 14 korisnih adresa)
  - Prva i zadnja korisna: 192.168.10.225 – 192.168.10.238
  - Broadcast: 192.168.10.239
- Na kraju nam ostane neiskorišten segment od .240 nadalje – što je zapravo 192.168.10.240/28 mreža.
- **Ako krenemo od manjih mreža postoji opasnost da kasnije nemamo mjesta za velike mreže** (sjetimo se da /25 mora biti prva ili druga polovina /24, /26 mora biti točno neka od četvrtina /24).



# ***CIDR Originalno po classful-u***

- CIDR= Classless Interdomain Routing
- Dakle, po klasičnom classful adresiranju imali smo predefiniran broj mogućih mreža
- Kada smo uveli VLSM, nastaje problem što može postojati veliki broj malenih mreža koje sve treba imati u usmjerničkog tablici
- Stoga je 1994. godine nastao CIDR – Classless Inter-Domain Routing
- Cilj je optimizirati usmjerivačku tablicu da ima što manje zapisa, kako bi usmjeravanje bilo brže
- **CIDR je sumarijazcija**

# CIDR-Primjer bez CIDR

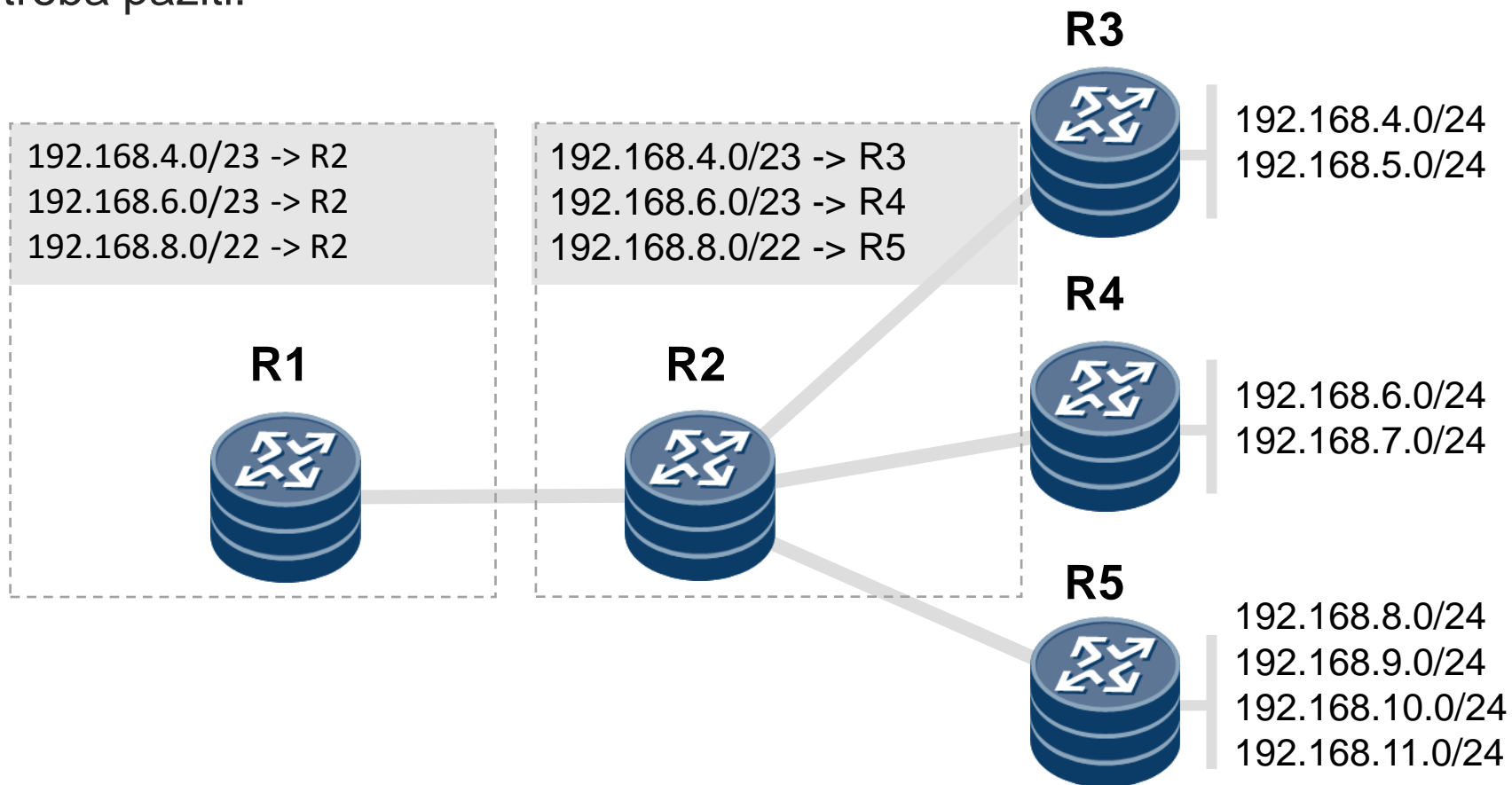


# CIDR Što i kako možemo sumarizirati

- Dvije slijedne /24 možemo spojiti u /23 ako je riječ o parnoj i slijednoj neparnoj:
  - $192.168.4.0/24 + 192.168.5.0/24 = \mathbf{192.168.4.0/23}$
  - $192.168.6.0/24 + 192.168.7.0/24 = \mathbf{192.168.6.0/23}$
- **Ako je prva neparna a slijedeća parna sumarizacija nije moguća (opet treba gledati binarno).**
- **Također, 4 slijedne /24 se spoje u /22 – opet ako je prva višekratnik broja 4 – u dva koraka to je:**
  - $192.168.8.0/24 + 192.168.9.0/24 = \mathbf{192.168.8.0/23}$
  - $192.168.10.0/24 + 192.168.11.0/24 = \mathbf{192.168.10.0/23}$
- Pa nakon toga spojimo dvije /23 u jednu /22:
  - $192.168.8.0/23 + 192.168.10.0/23 = \mathbf{192.168.8.0/22}$

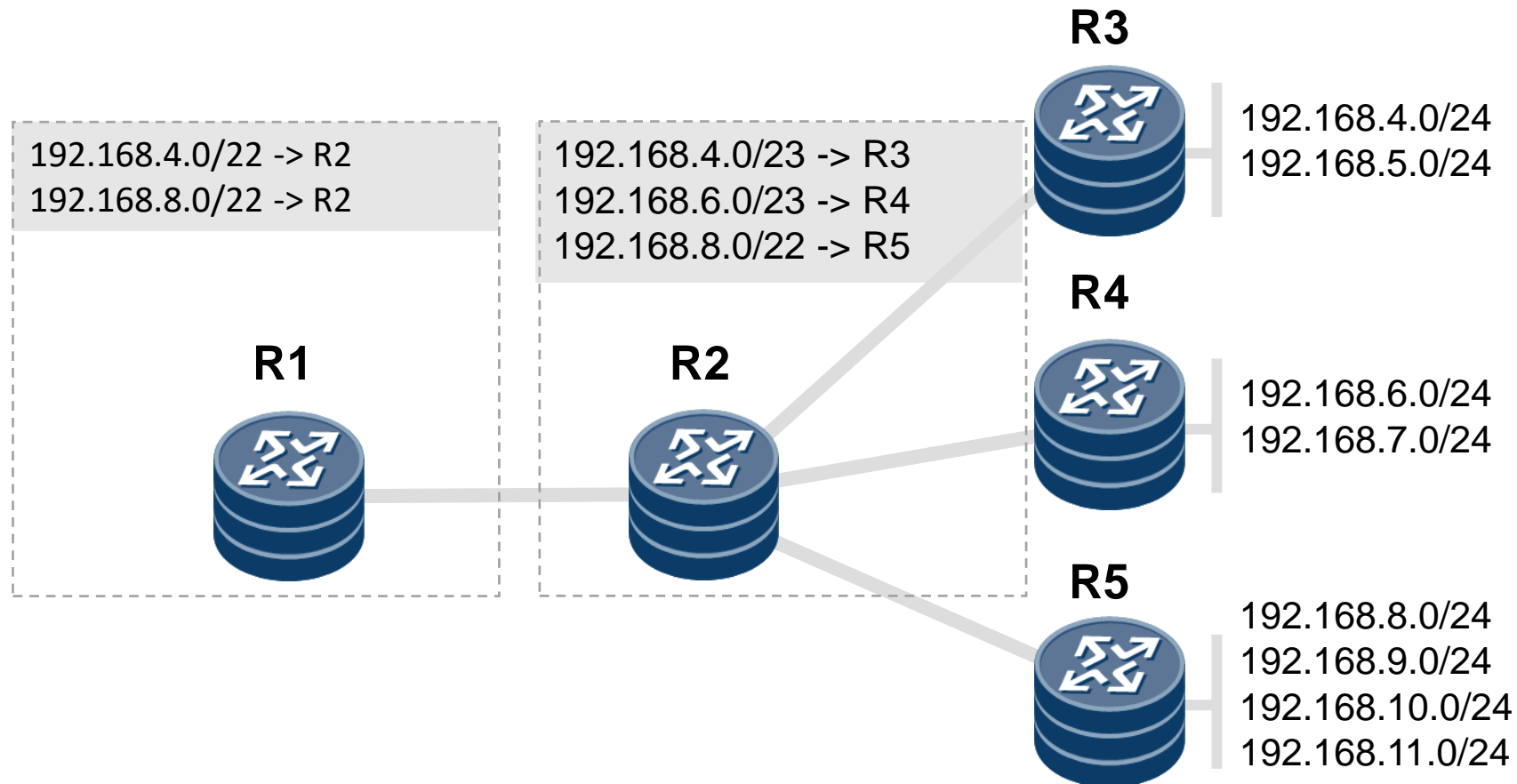
# CIDR Nakon sumarizacije to je:

- Možemo sumarizirati SAMO ono što ide na istu stranu (dakle, što ima isti next-hop), a ne bilo što, tako da tu treba paziti:



# CIDR I još korak dalje:

- Također 2x/23 je /22, no treba pripaziti da 192.168.4.0/22 i 192.168.8.0/22 NE možemo spojiti u /21.



# CIDR Kako to sve izgleda binarno:

192.168.4.0/24 = 11000000.10101000.00000100.00000000

192.168.5.0/24 = 11000000.10101000.00000101.00000000

192.168.6.0/24 = 11000000.10101000.00000110.00000000

192.168.7.0/24 = 11000000.10101000.00000111.00000000

192.168.4.0/22

192.168.8.0/24 = 11000000.10101000.00001000.00000000

192.168.9.0/24 = 11000000.10101000.00001001.00000000

192.168.10.0/24 = 11000000.10101000.00001010.00000000

192.168.11.0/24 = 11000000.10101000.00001011.00000000

192.168.8.0/22

- Kako se razlikuju na 21. bitu nije ih moguće spojiti u /21 – takve mreže bi bile 192.168.0.0/21 i 192.168.8.0/21



# ***CIDR Malo veći primjer (na /16)***

- Možemo više mreža većeg prefiksa prikazati u tablici kao jednu mrežu manjeg prefiksa
- Proces se zove route aggregation (agregiranje ruta), supernetting (supernet putanje), summarizacija
- 172.24.0.0/13 sadrži u sebi:
  - 172.24.0.0/16, 172.25.0.0/16, 172.26.0.0/16, 172.27.0.0/16
  - 172.28.0.0/16, 172.29.0.0/16, 172.30.0.0/16, 172.31.0.0/16
- Kao i kod VLSM-a treba paziti što su ispravne a što neispravne mreže manjeg prefiksa
- Opet ćemo to grafički pokazati

# CIDR Kako se ovo računa

- Slično VLSM-u samo u suprotnom smjeru (prema gore, sažimanjem više mreža, umjesto prema dolje razdvajanjem mreža)

172.24.0.0/16 = 10101100.00011000.00000000.00000000  
172.25.0.0/16 = 10101100.00011001.00000000.00000000  
172.26.0.0/16 = 10101100.00011010.00000000.00000000  
172.27.0.0/16 = 10101100.00011011.00000000.00000000

- 172.24.0.0/14 sadrži sve ove mreže i to je njihov supernet
- Kada mreže koje želimo sumerizirati raspišemo binarno subnet maska koju će imati sumerizirana mreža odgovara broju bitova koji su zajednički svim mrežama koje želimo sumerizirati

# ***CIDR Ali opet treba paziti:***

- Ista stvar kao i kod VLSM-a, paziti gdje što pripada. Ovo dolje **NIJE 172.26.0.0/14**

172.26.0.0/16 = 10101100.00011010.00000000.00000000

172.27.0.0/16 = 10101100.00011011.00000000.00000000

172.28.0.0/16 = 10101100.00011100.00000000.00000000

172.29.0.0/16 = 10101100.00011101.00000000.00000000

- Već je ovo: 172.26.0.0/15 i 172.28.0.0/15
- Ili 172.24.0.0/13 (od 172.24.0.0 – 172.31.255.255) ako se ove ostale ne koriste)

# ***CIDR Gdje se najviše koristi***

- Na internetu postoji veliki broj putanja (više stotina tisuća) i zbog toga je efikasno raditi sumerizaciju tako da uređaji imaju manje zapisa i troše manje resursa za prosljeđivanje prometa na internetu
- Iako ISP dijeli manje blokove adrese svojim korisnicima (/26 i manje) – iz „daljine“ se cijeli taj ISP vidi kao jedna summary ruta (/18, /17 pa i veće)
  - Iza jedne /18 mreže skriva se desetak tisuća korisnika DSL-a ili još više korisnika mobilnih podataka (sumarizacija plus NAT-iranje)
- Dakako, postoji problem s tzv. PI (Provider-Independent) adresama koje prilično pokvare sumarizaciju, no i dalje ovaj broj od stotine tisuća putanja je zapravo malen broj – na Internetu ne smije biti mreža manja od /24.

