



Višja strokovna šola Velenje

Informatika Murska Sobota

Računalniške komunikacije in omrežja II

ARHITEKTURA TCP/IP

I. del

1. predavanje

- Predavatelj: **dr. Iztok Fister**
- E-pošta: **iztok.fister@mdi2.net**
- Gradivo na naslovu: **ftp.scv.si**

Murska Sobota, november 2009

Katalog znanja

Informativni cilji	Ure	Vaje	Ure
Arhitektura TCP/IP	10	TCP/IP na OS Linux	10
Usmerjevalni protokoli	10	Boson NetSim	15
Informacijska arhitektura	10	Preverjanje na simulatorju Boson NetSim	5

Literatura

- Parziale, L. in ostali (2006). *TCP/IP Tutorial and Technical Overview*. International Technical Support. Na Internetni strani <http://www.redbooks.ibm.com>.
- Vidmar, T. (2002). *Informacijsko komunikacijski sistem*. Pasadena. Ljubljana.
- Albitz, P. in Liu, C. (1998). *DNS and BIND*. O'Reilly, Inc. Sebastopol.
- Chappell, L. ed. (1999). *Advanced Cisco Router Configuration*. Cisco Systems, Inc. Indianapolis.
- Siegert, A. (1996). *The AIX Survival Guide*. Addison Wesley Longman. Edinburgh Gate.
- Linux *HOWTOS*. Na Internetni strani <http://www.ibiblio.org/pub/Linux/docs/HOWTO>

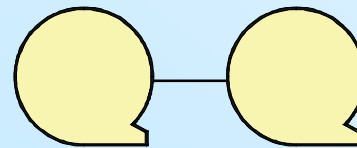
Vsebina

- **Arhitekturni model TCP/IP**
- **Protokol IP**
 - **naslovi IP**
 - **naslovi IP podomrežja**
 - **usmerjanje IP**
 - **usmerjevalna tabela**
 - **usmerjevalni algoritem**
 - **metode dostave**
 - **datagram IP**

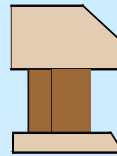
Arhitektura TCP/IP 1/14

- **Zgodovina TCP/IP:**
 - v 60-ih in 70-ih letih prvi razvoj omrežij,
 - v začetku 70-ih let zametek medmrežja pod okvirom združenja ARPANET, ki 1971 razpade,
 - nadaljuje DARPA, ki leta 1978 razvije TCP/IP v sedanji podobi (host-to-host),
 - leta 1980 prva implementacija Interneta,
 - DARPA in univerza Berkeley razvijeta TCP/IP za UNIX na strojih VAX,
 - rezultat širjenja tega protokola po univerzah in raziskovalnih ustanovah je današnji svetovni splet (Internet).

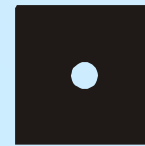
Paketna obdelava



IBM 3420

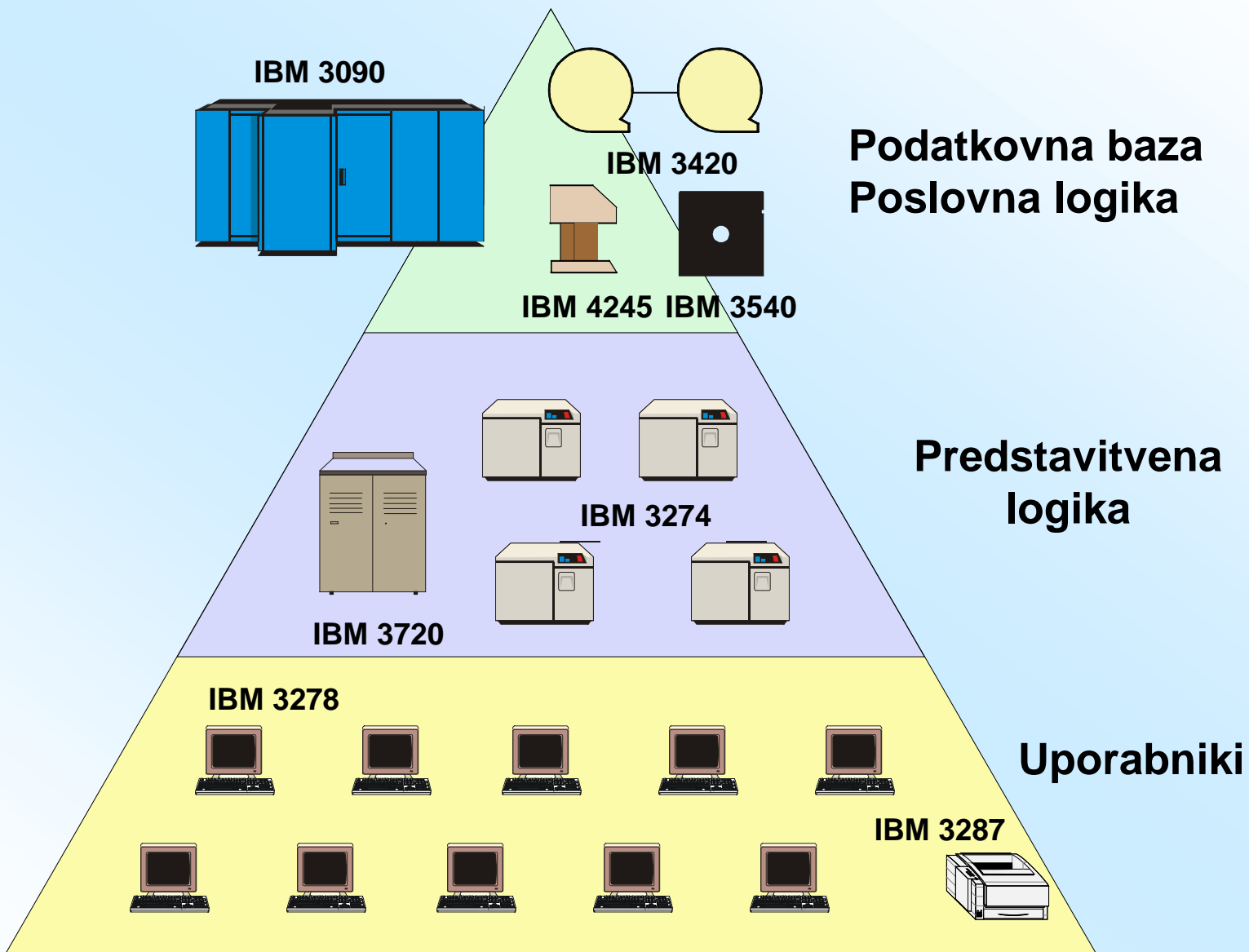


IBM 4245

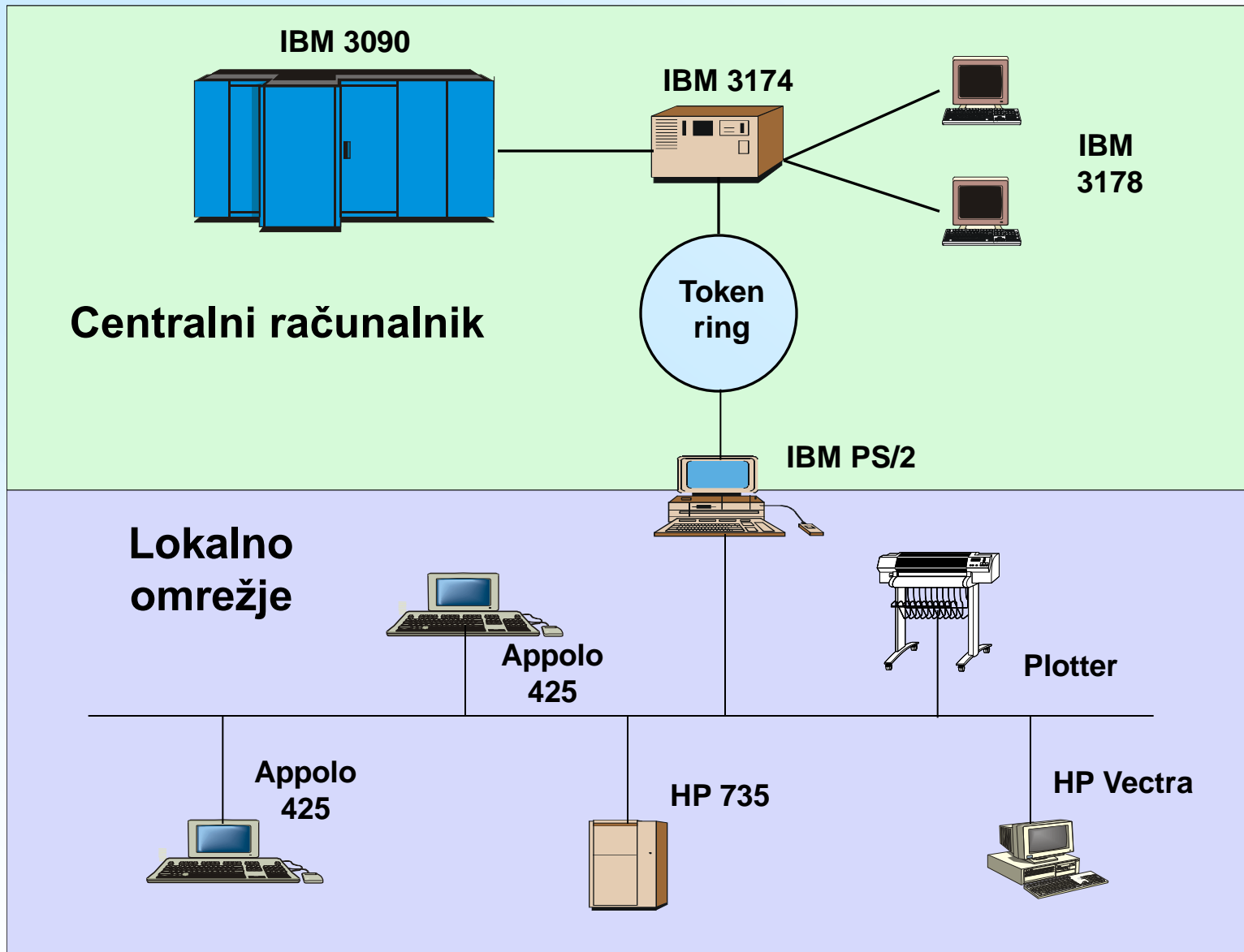


IBM 3540

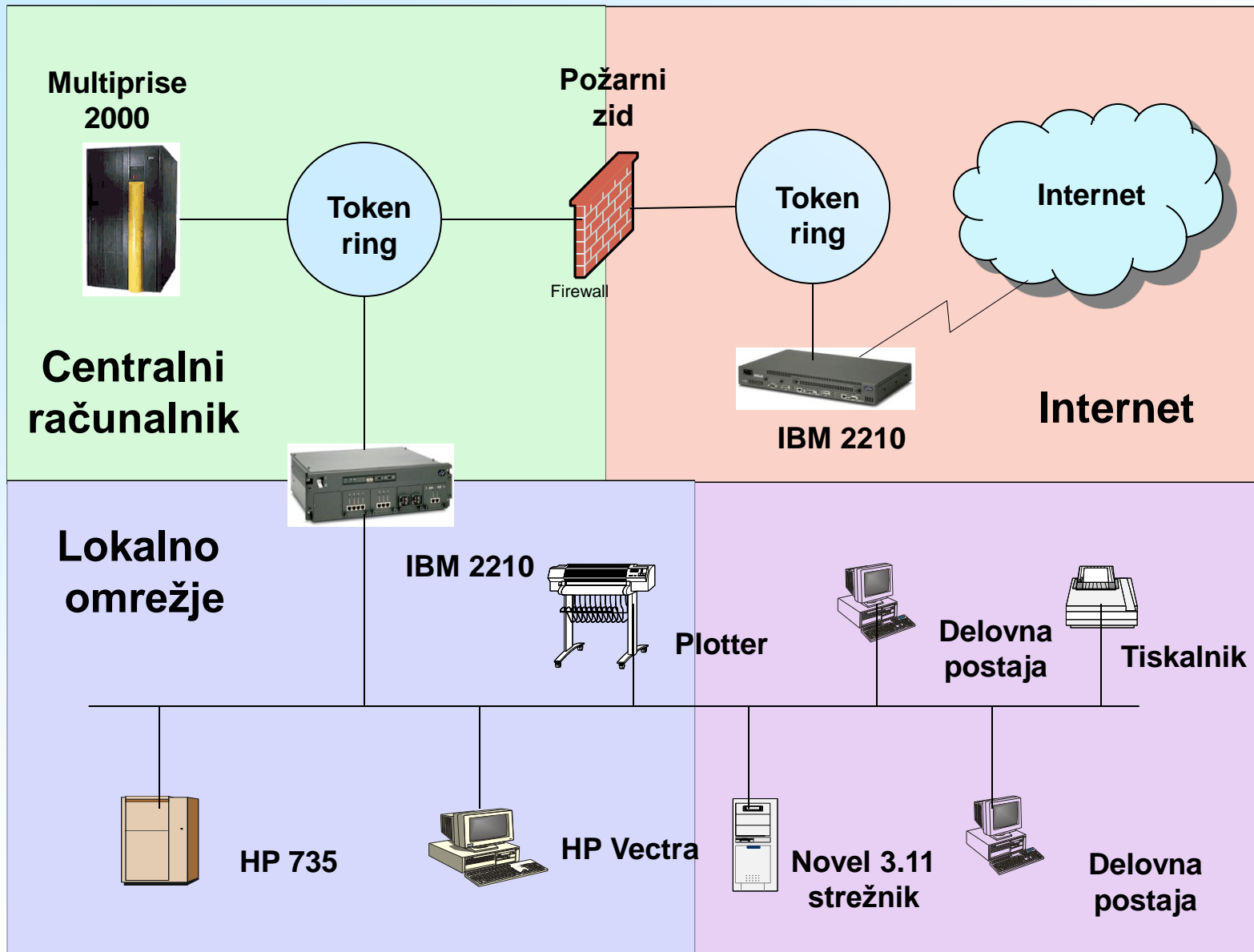
Interaktivna obdelava



Peer-to-peer



Odjemalec/strežnik



Internetna organizacija IS

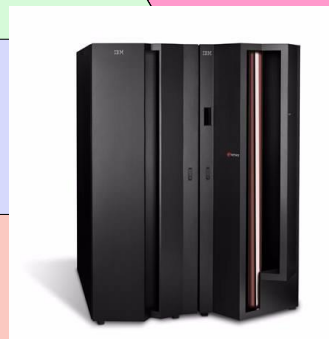


IBM SHARK

Podatkovna baza
(IBM DB/2, Oracle)



HP rp3440-4



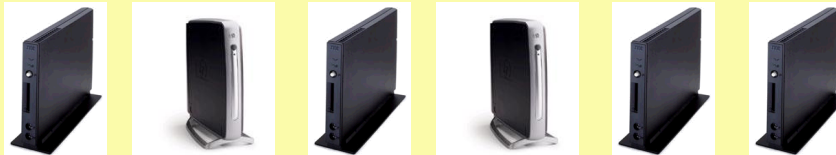
IBM z890

Poslovna logika
(EJB)



HP rp3440-4

Predstavitvena
logika
(Servlet, JSP)



Network computers

Tanki odjemalci
(X-term, TN3270)

Intranet

Arhitektura TCP/IP 2/14

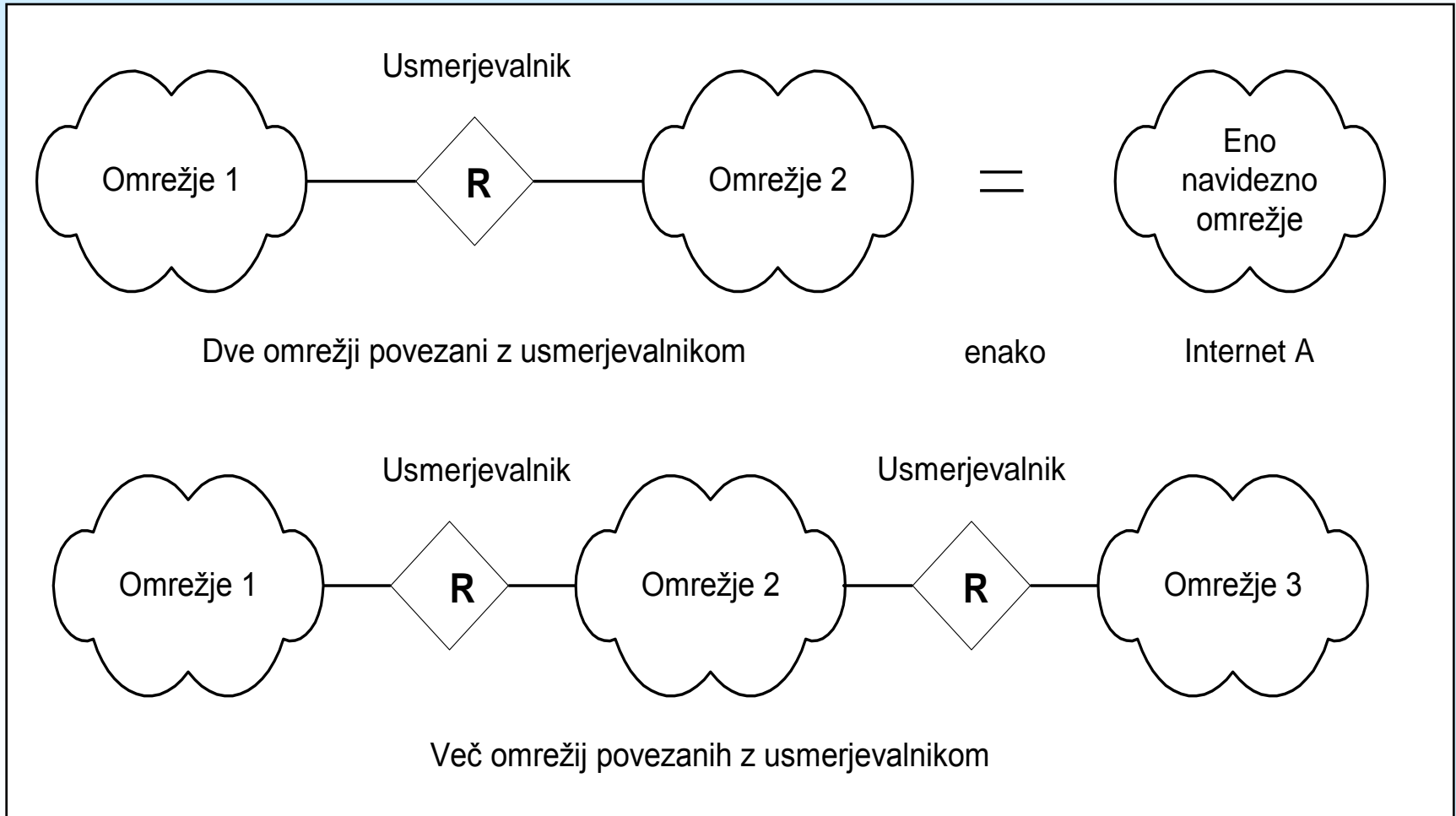
- **Kaj je svetovni splet?**
 - označuje svetovno povezano omrežje.
- **Sestava spletnega omrežja:**
 - **hrbtenica**: velika omrežja za povezavo manjših podomrežij (National Science Foundation NETwork, EBONE...),
 - **regionalna omrežja**: povezujejo npr. univerzitetna lokalna omrežja,
 - **komercialna omrežja**: ISP (Internet Service Provider) za podjetja in posameznike,
 - **lokalna omrežja**: npr. univerzitetno lokalno omrežje.

Arhitektura TCP/IP 3/14

- **Definicija:**
 - TCP/IP je sveženj protokolov, ki so dobili svoje ime po dveh najpomembnejših.
- **Cilji:**
 - izgradnja povezanega omrežja, ki bi omogočalo univerzalne storitve,
 - povezava različnih fizičnih omrežij v obliko, ki se končnemu uporabniku predstavlja kot eno samo veliko omrežje.

Arhitektura TCP/IP 4/14

- **Internetna povezava omrežja**



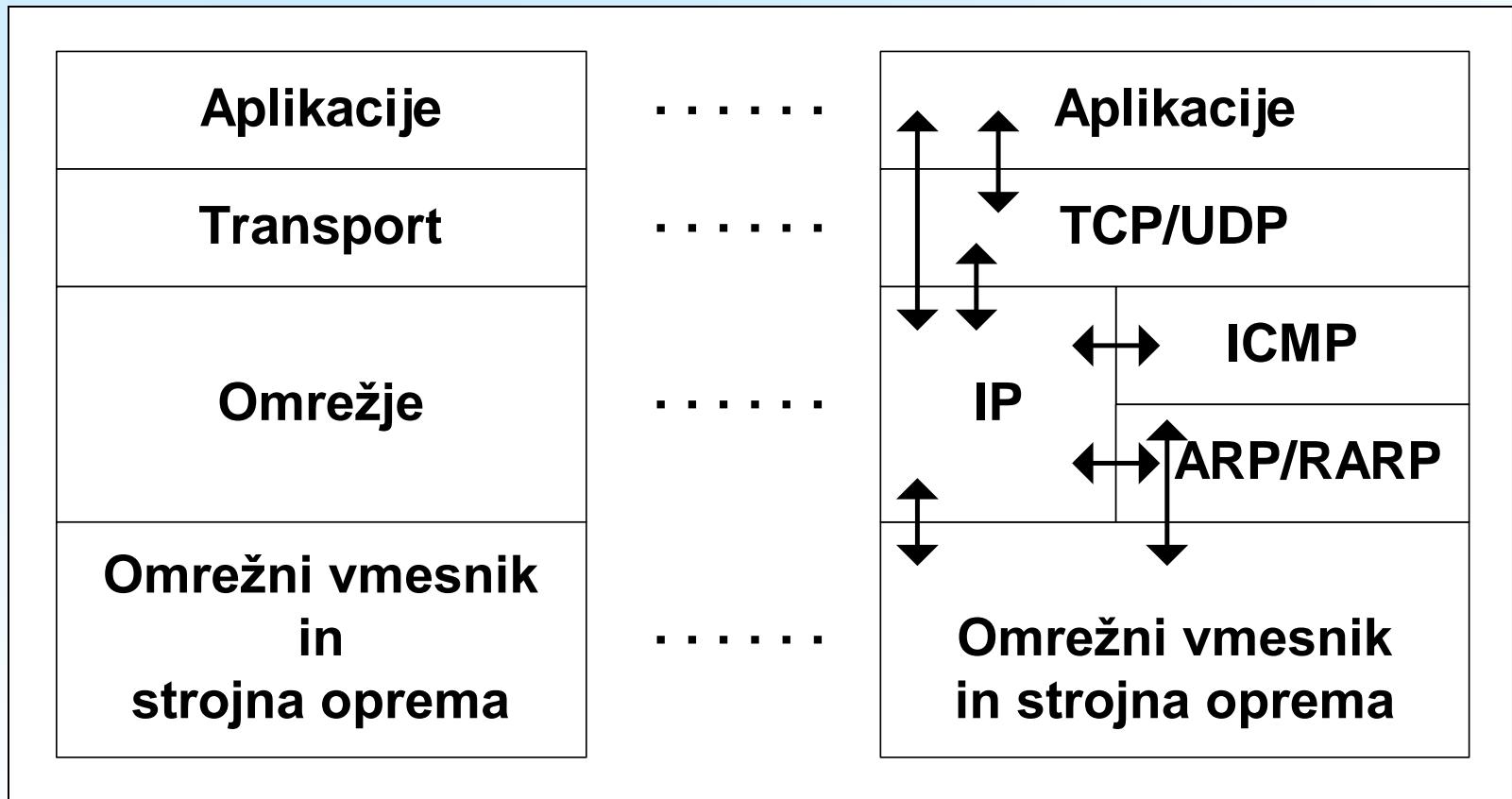
Arhitektura TCP/IP 5/14

- **Osnovne lastnosti usmerjevalnika:**
 - s stališča omrežja je usmerjevalnik navaden gostitelj (angl. host),
 - s stališča uporabnika je usmerjevalnik neviden.
- **Identifikacija gostitelja na spletu**
 - naslov IP je oblike:

IP - naslov =< številka_omrežja >< številka_gostitelja >
--
 - številko omrežja določamo centralno (Arnes),
 - številko gostitelja določa skrbnik.

Arhitektura TCP/IP 6/14

- **Protokolni sklad TCP/IP**



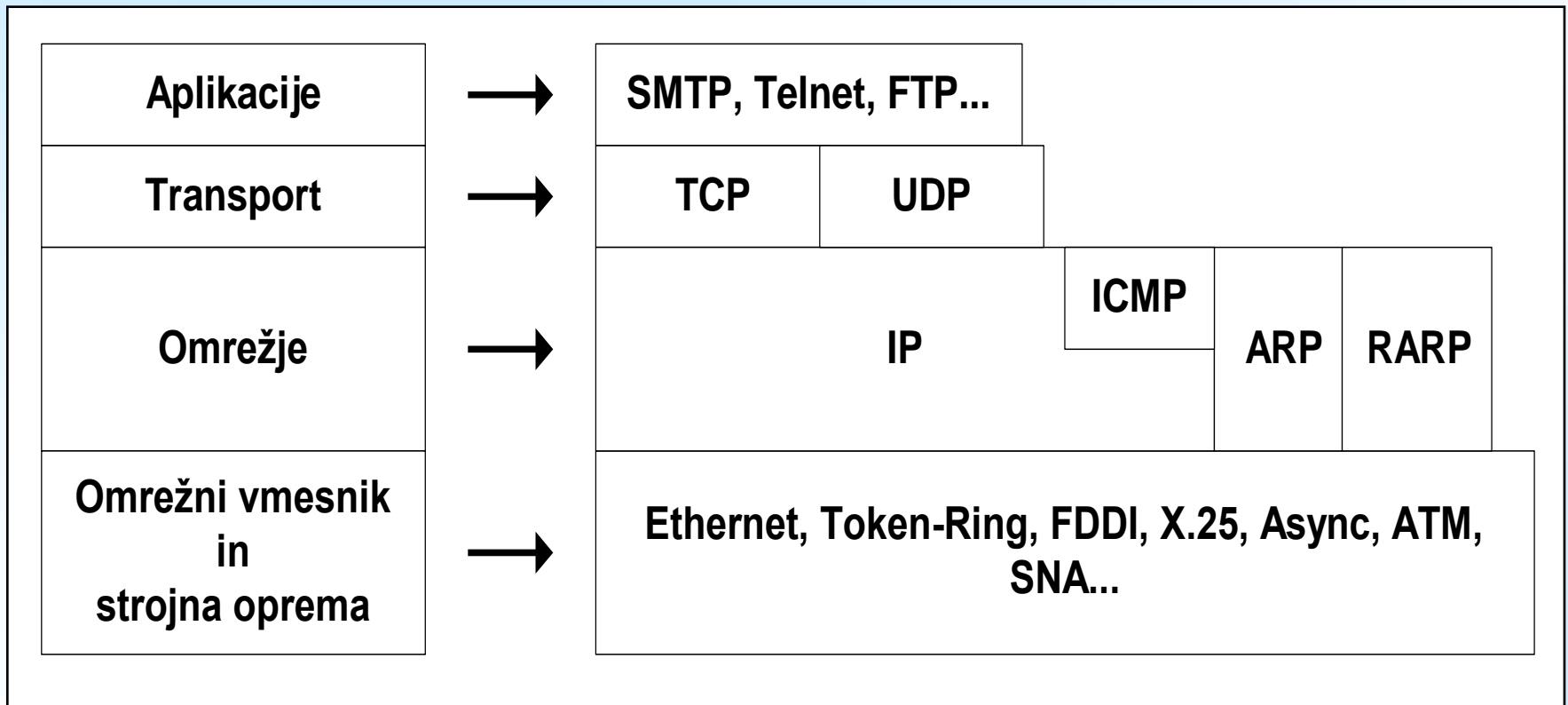
Arhitektura TCP/IP 7/14

- **Funkcionalne plasti:**

- **Aplikacijska:** določena s programom, ki za komunikacijo uporablja TCP/IP. Vmesnik med aplikacijo in transportno plastjo definiramo s številko vrat in vtičnic.
- **Transportna:** zagotavlja zanesljivo izmenjavo informacij. Protokola: TCP (zanesljivost) in UDP (hitrost).
- **Omrežna:** vrši funkcijo usmerjanja. Najpomembnejši protokol je IP (nepovezan), ostali pa so: ICMP, IGMP, ARP in RARP.
- **Plast rač.omrežja:** določa zanesljivo/nezanesljivo povezavo, paketni/znakovni prenos. Vmesniki: IEEE 802.2, X.25 (s potrjevanjem), ATM, FDDI...

Arhitektura TCP/IP 8/14

- Arhitekturni model TCP/IP

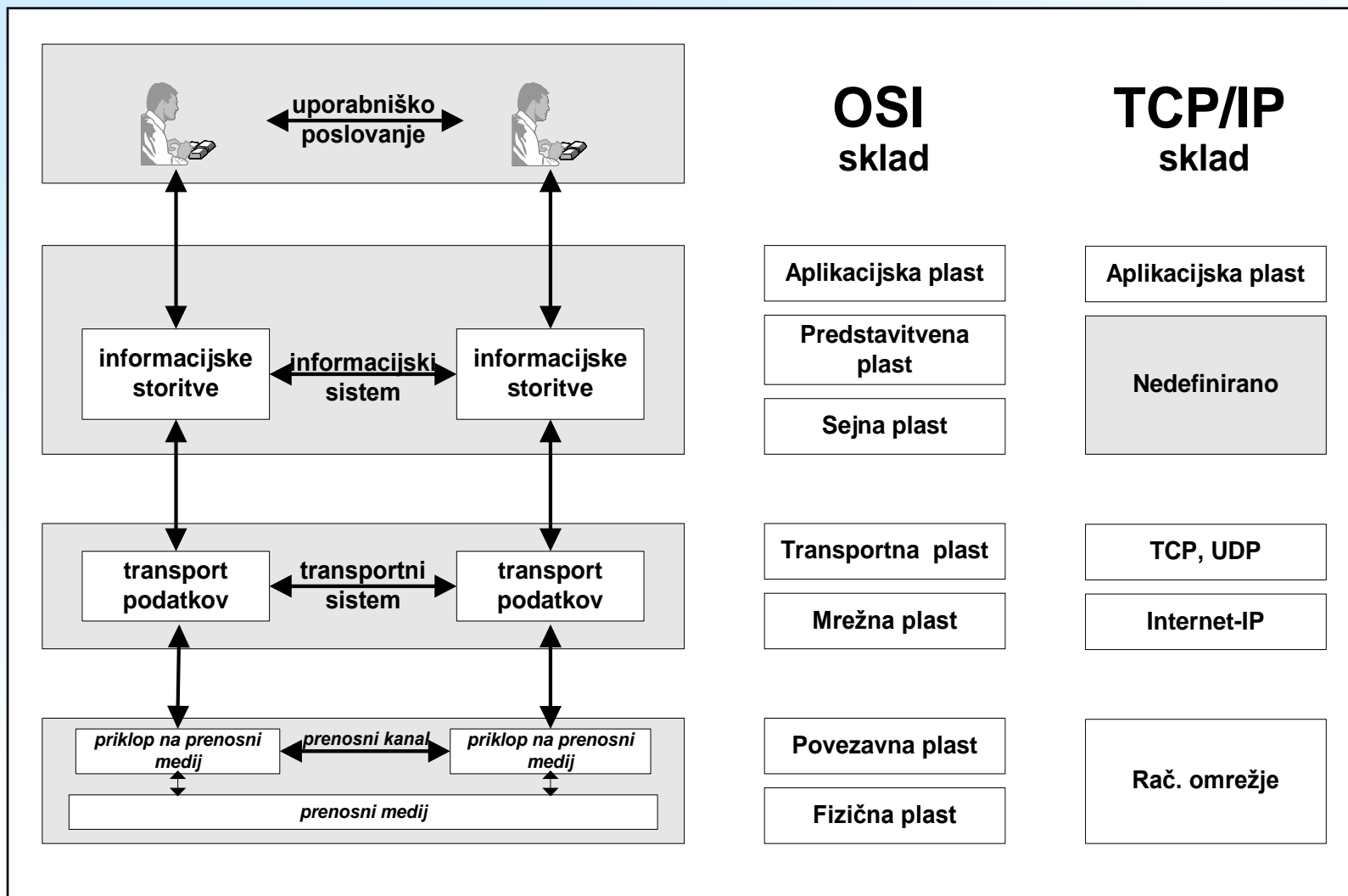


Arhitektura TCP/IP 9/14

- **Plasti referenčnega modela ISO OSI:**
 - **aplikacijska:** standardne in uporabniške,
 - **predstavitvena:** združljivost predstavitve podatkov v različnih računalniških okoljih,
 - **sejna:** namenjen povezanim storitvam (SNA),
 - **transportna:** preslikava podatkovnih struktur v sporočila in nazaj,
 - **omrežna:** usmerjanje datagr. prek omrežja,
 - **povezavna:** prenaša podatkovne okvire med dvema povezanima točkama (parity error),
 - **fizična:** prenos bitov prek prenosnega medija.

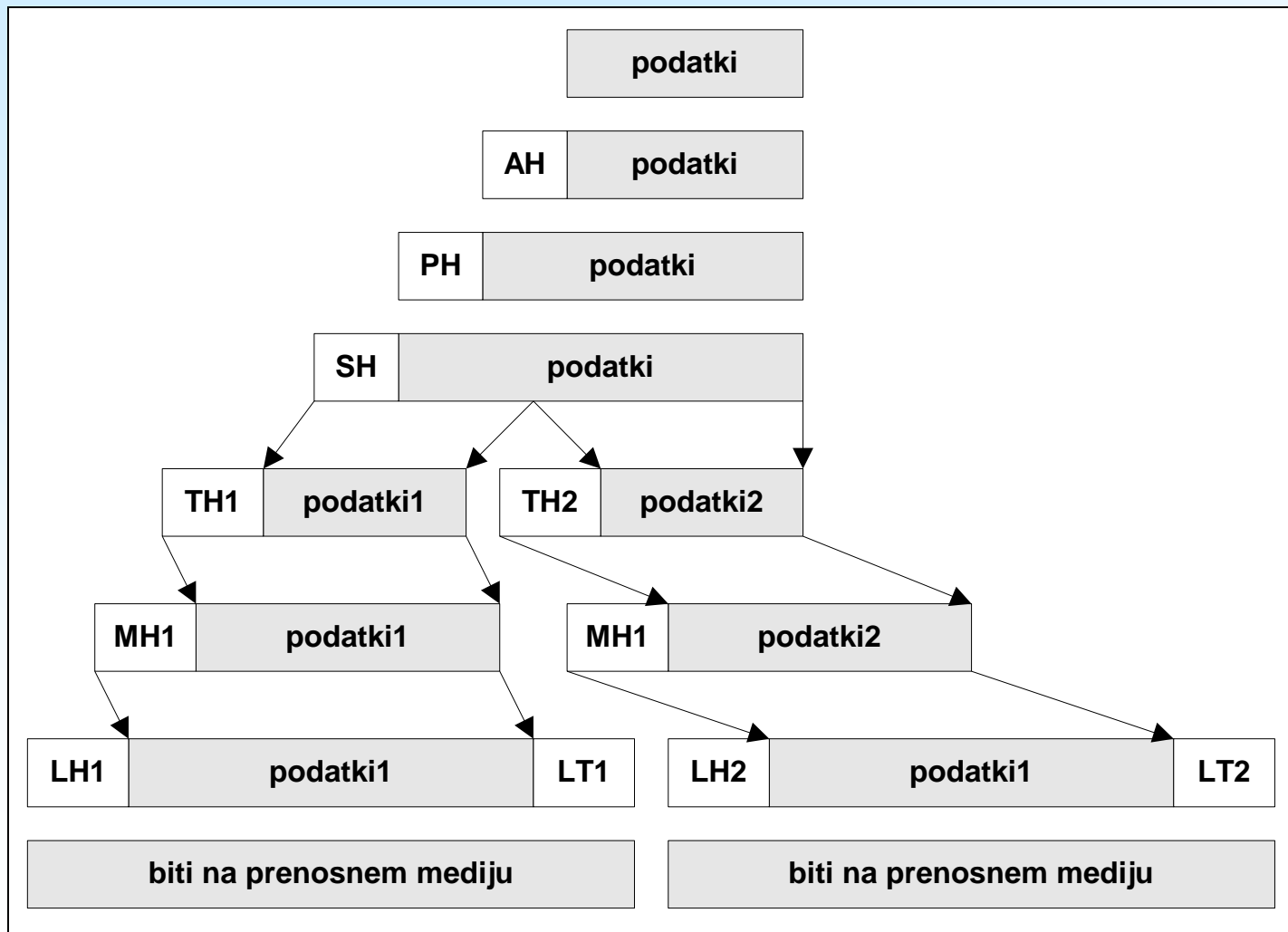
Arhitektura TCP/IP 10/14

- Primerjava med modeloma OSI in TCP/IP



Arhitektura TCP/IP 11/14

- **Struktura paketov po arhitekturnih plasteh**



podatki

aplikacija

predstavitev

seja

transport

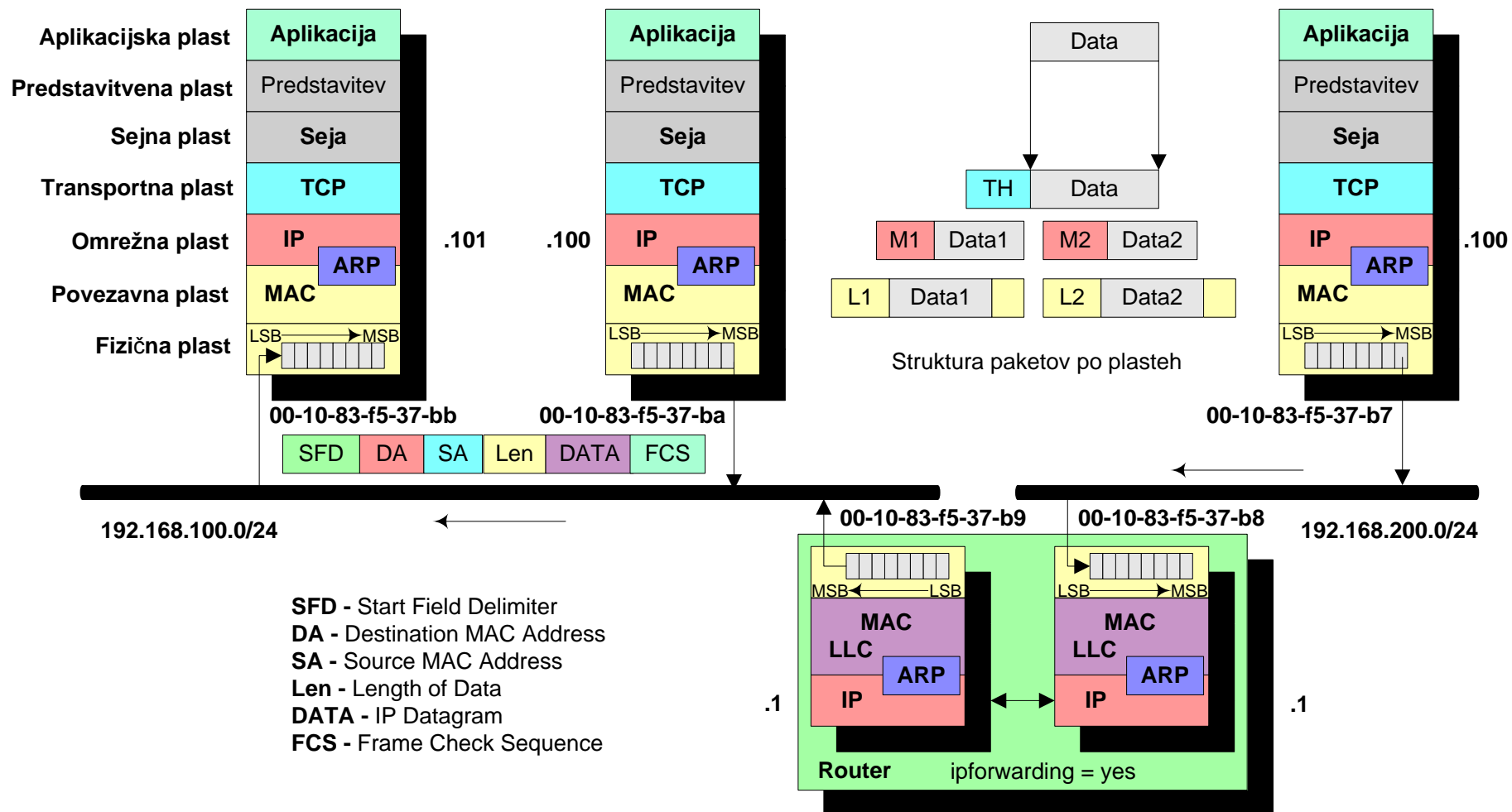
omrežje

povezava

medij

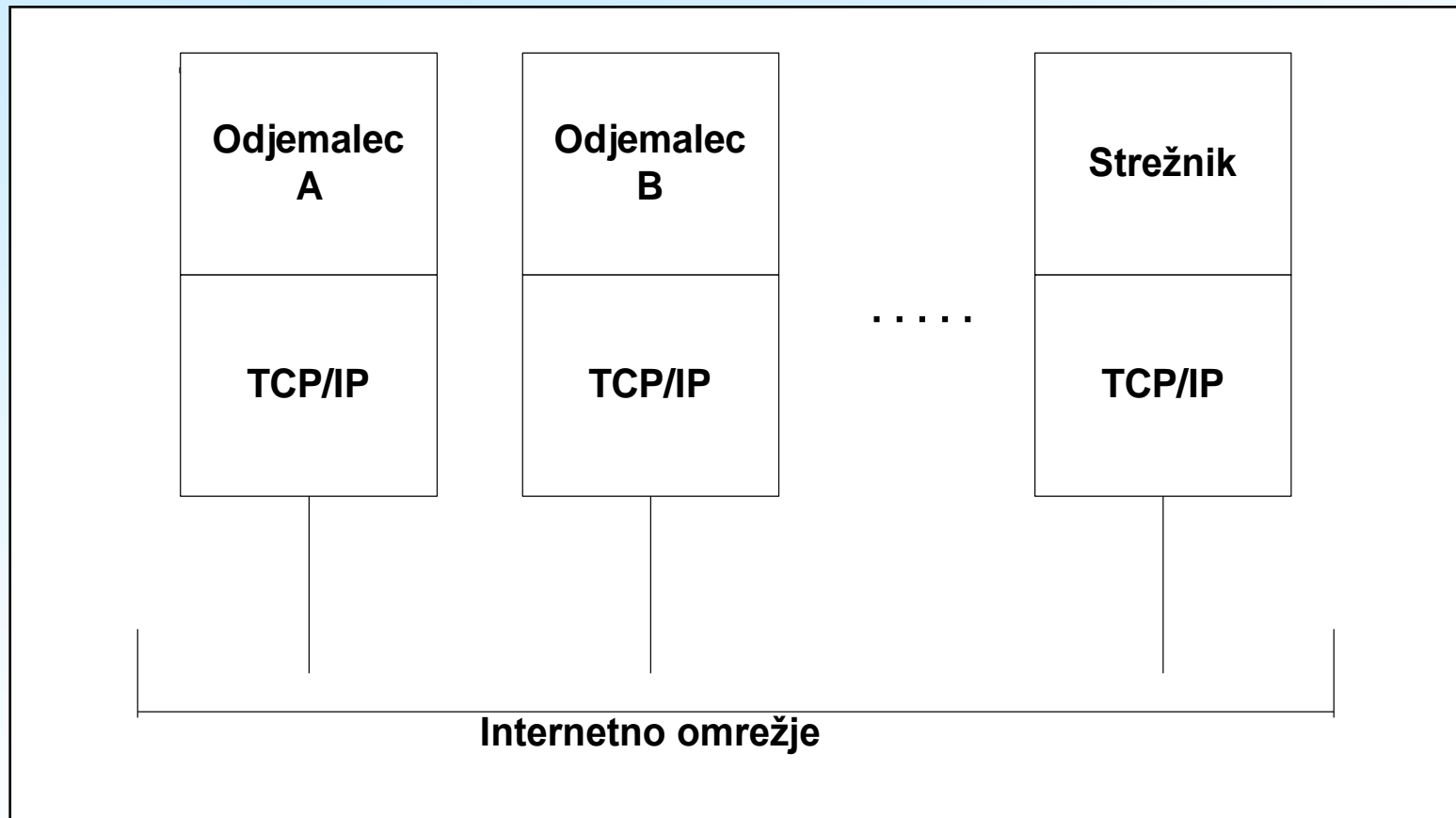
Arhitektura TCP/IP 12/14

• Arhitekturna modela TCP/IP in OSI



Arhitektura TCP/IP 13/14

- Model odjemalec/strežnik



Arhitektura TCP/IP 14/14

- **Osnovni pojmi pri usmerjanju**
 - **Most (angl. bridge)**: povezuje LAN segmente na plasti rač. omrežja (LLC). Med omrežji prenaša naslove MAC (Transparent Bridging).
 - **Usmerjevalnik (angl. router)**: povezuje omrežja na omrežni plasti. Med omrežji prenaša naslove IP (IP routing).
 - **Prehod (angl. gateway)**: povezuje omrežja na aplikacijski plasti. Podpira preslikavo naslovov iz enega omrežja v drugega in je nepropusten za IP.

Protokol IP

- **Lastnosti protokola:**
 - oblikuje navidezni pogled na omrežje,
 - nezanesljiv (paketi se izgublajo ali celo pomnožijo) in nepovezan paketno orientiran,
 - težave pri prenosu prepušča protokolom višjih plasti,
 - zmanjšuje odvisnost omrežja od računalniških centrov (povezana omrežja, npr. SNA).

Naslavljanje IP 1/14

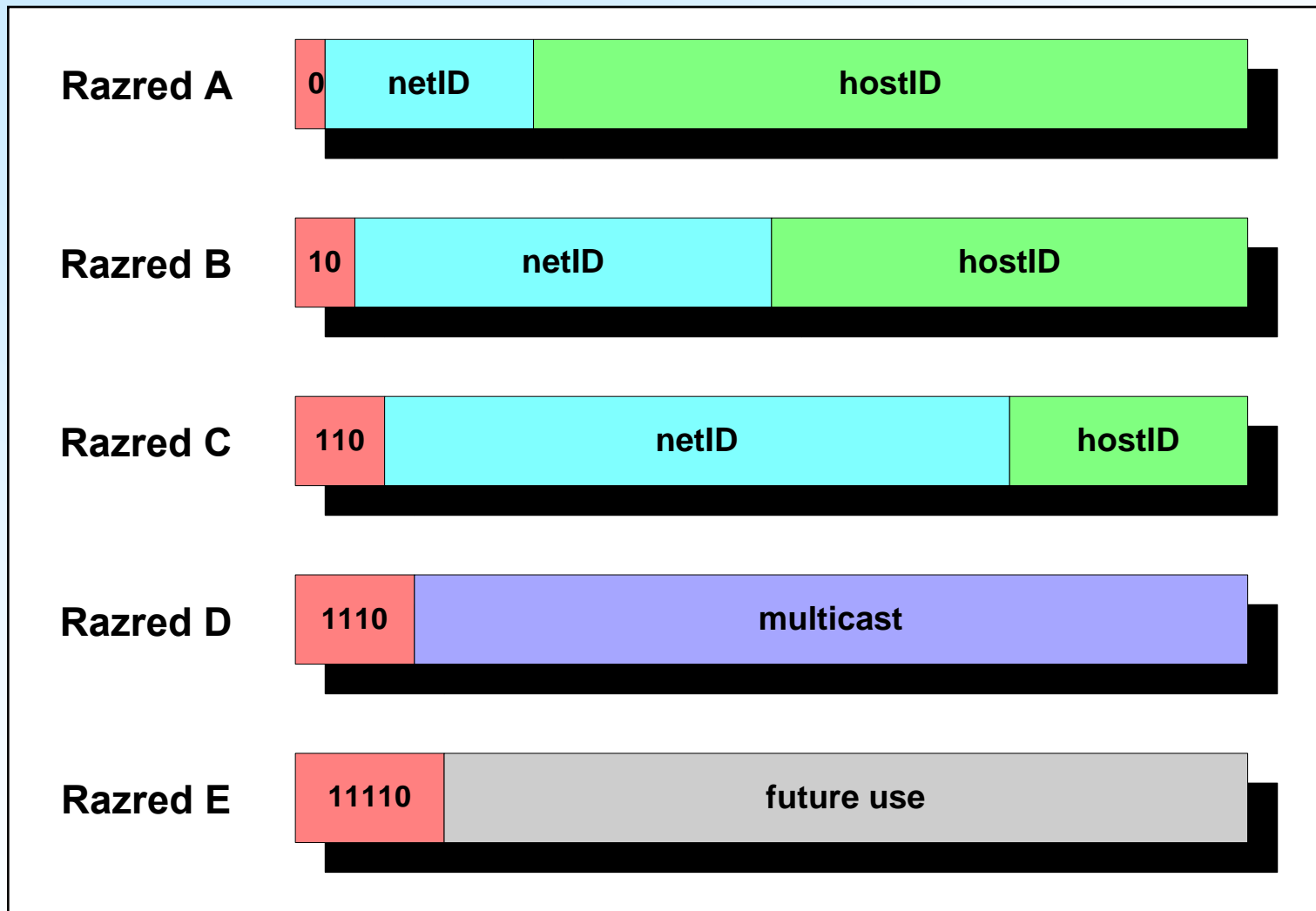
- **Naslov IP:**

- **32-bitna vrednost brez predznaka,**
- **predstavimo jo v decimalni obliki w.x.y.z,** kjer vrednost posameznih bajtov w, x, y in z ne more presegati števila $2^8 - 1$ ali 255,
- **preslikavo med naslovom IP in simboličnim imenom opravlja strežnik DNS,**
- **naslov IP je sestavljen iz para**

IP -naslov =< številka_omrežja >< številka_gostitelja >
--
- **naslov IP je unikaten v spletnem omrežju,**
- **naslov IP preslikamo v naslov MAC (ARP).**

Naslavljanje IP 2/14

- Razredi naslovov IP grafično



Naslavljanje IP 3/14

- **Razredi naslovov IP analitično:**
 - **razred A:** 7 bitov za omrežni in 24 za gostiteljski naslov ali 126 omrežij in 16.777.214 gostiteljev/omrežje,
 - **razred B:** 14 bitov za omrežni in 16 za gostiteljski naslov ali 16.382 omrežij in 65.534 gostiteljev/omrežje,
 - **razred C:** 21 bitov za omrežni in 8 za gostiteljski naslov ali 2.097.150 omrežij in 254 gostiteljev/omrežje,
 - **razred D:** naslovi multicasting,
 - **razred E:** rezerviran za prihodnjost.

Naslavljanje IP 4/14

- **Uporaba naslovov IP:**
 - **razred A:** za omrežja z velikim številom gostiteljev,
 - **razred C:** za omrežja z majhnim številom gostiteljev,
 - **razred B:** za srednje velika omrežja.
- **Poraba naslovov IP (angl. IP Address Exhaustion):**
 - **NAT** (angl. Network Address Translation),
 - **podomrežja** (angl. Subnet),
 - **IPv6.**

Naslavljanje IP 5/14

- **Posebni naslovi IP:**
 - **vsi biti postavljeni na 0 (unicasting):** pomeni **ta gostitelj** (hostID=0) ali **to omrežje** (netID=0),
 - **vsi biti postavljeni na 1 (broadcasting):** pomeni **vsi gostitelji** (hostID=1) ali **vsa omrežja** (netID=1),
 - **omrežje 127.0.0.0 (Loopback): vsi vmesniki**, ki obdelujejo podatke v lokalnem sistemu in ne dostopajo do fizičnega omrežja.

Naslavljanje IP 6/14

- **Kdaj uporabiti podomrežja?**
 - na lokaciji namestimo nov tip fizičnega omrežja,
 - rast števila gostiteljev,
 - povečevanje razdalj linij.
- **Oblika naslova IP:**

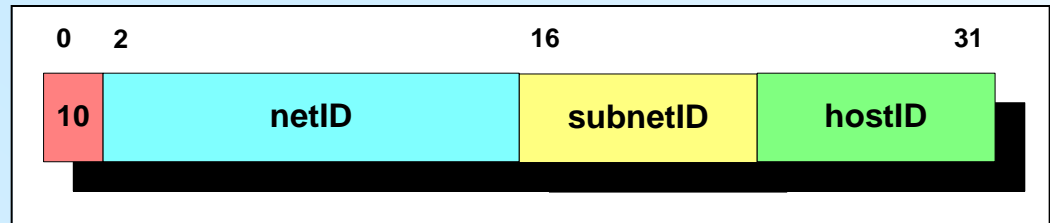
IP-naslov =< št._omrežja >< št._podomrežja >< št._gostitelja >

- **Podomrežje je transparentno glede na zunanje omrežje.**
- **Delitev lokalnega dela naslova IP določa maska podomrežja.**

Naslavljanje IP 7/14

- **Primer 1.1:** omrežje iz razreda B s 16-bitnim lokalnim delom razdeljeno na dva dela: 8-bitov podomrežje in 8-bitov gostitelj. Naslovna shema IP je naslednja:

– razred IP: B



– število omrežij:

$$2^{16} - 2 = 65.534$$

– število podomrežij:

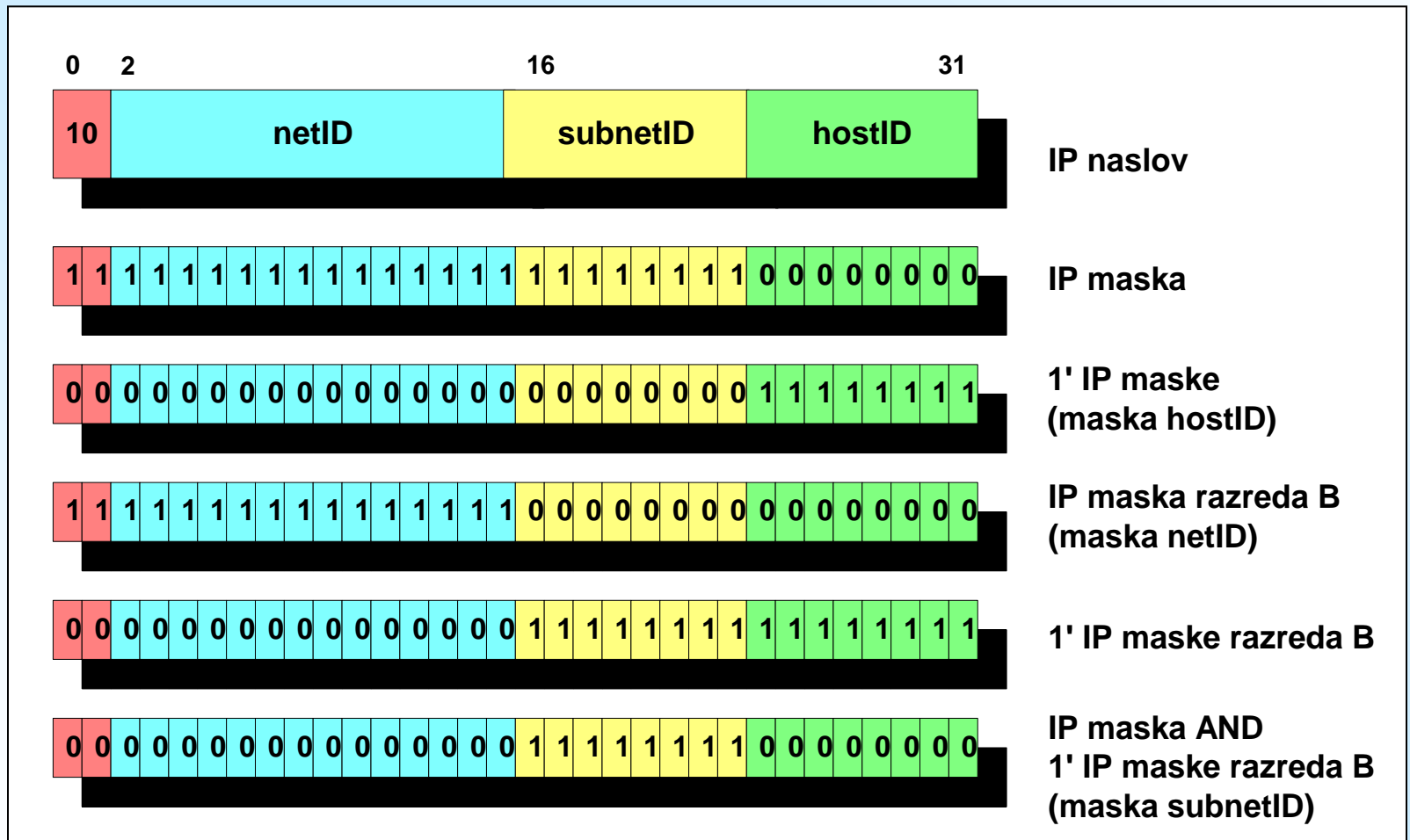
$$2^8 - 2 = 254$$

– število gostiteljev:

$$2^8 - 2 = 254$$

Naslavljanje IP 8/14

- Primer 1.2:** izračun omrežja, podomrežja in gostitelja iz naslova IP in maske IP



Naslavljanje IP 9/14

- **Primer 1.3:** izračun omrežja, podomrežja in gostitelja iz naslova IP in maske IP:

$\text{hostID} = \text{IP} \text{ AND } 1' _ \text{IP_maska}$

– **hostID:**

$\text{netID} = \text{IP} \text{ AND } \text{IP_maska_razreda}$

– **netID:**

$\text{subnetID} = \text{IP} \text{ AND } (\text{IP_maska} \text{ AND } 1' _ \text{IP_maska_razreda})$

Naslavljanje IP 10/14

- **Primer 1.4:** izračun omrežja, podomrežja in gostitelja za naslov IP 172.20.96.100/24:

– **hostID:**

172	20	96	100	IP naslov
0	0	0	255	1' IP maska
0	0	0	100	hostID = 100

– **netID:**

172	20	96	100	IP naslov
255	255	0	0	IP maska razreda B
172	20	0	0	netID = 44.052

– **subnetID:**

172	20	96	100	IP naslov
0	0	255	0	IP maska AND 1' IP maske razreda B
0	0	96	0	subnetID = 96

Naslavljanje IP 11/14

- Naloga 1:** preračunajte naslovna območja omrežij IP glede na razrede IP?

Razred	Ind.	Binarno	Decimalno	Format
A	Od	00000000	0.0.0.0	x.y.y.y
	Do	01111111	127.0.0.0	
B	Od	10000000	128.0.0.0	x.x.y.y
	Do	10111111	191.255.0.0	
C	Od	11000000	192.0.0.0	x.x.x.y
	Do	11011111	223.255.255.0	
D	Od	11100000	224.0.0.0	x.z.z.z
	Do	11101111	239.0.0.0	

Naslavljanje IP 12/14

- **Naloga 2:** ISP pošlje naročniku njegovo naslovno shemo IP v naslednji obliki:
 - vaš naslovni prostor je 193.189.186.64/26.
- **Vprašanja:**
 - v kateri razred naslovov IP spada ta naslovni prostor?
 - s koliko naslovi IP uporabnik razpolaga, v katerem območju in katerem razredu?

Razred	Od IP naslova	Decimalno	Št.IP
C	193.189.186.64	193.189.186.127	62

Naslavljanje IP 13/14

- **Naloga 3:** naslov IP gostitelja je oblike:
 - 88.142.168.72 z masko 255.255.192.0.
- **Vprašanja:**
 - v kateri razred naslovov IP spada?
 - kako ga zapišemo v kanonični obliki?
 - ugotovite:
 - številko omrežja (netID),
 - številko podomrežja (subnetID),
 - številko gostitelja (hostID),
 - število podomrežij IP naslovnega prostora,
 - maksimalno število gostiteljev tega prostora.

Naslavljanje IP 14/14

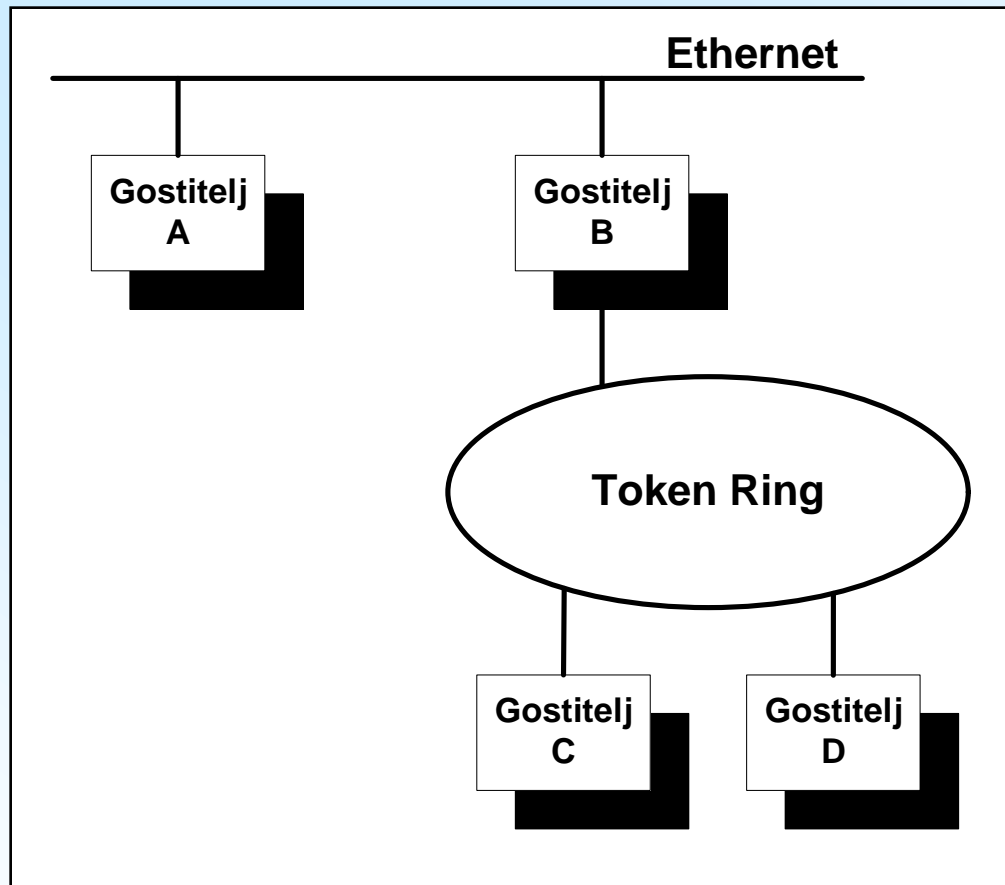
- **Naloga 4:** naslov IP gostitelja je oblike:
 - 129.98.44.66 z masko 255.255.240.0.
- **Vprašanja:**
 - v kateri razred naslovov IP spada?
 - kako ga zapišemo v kanonični obliki?
 - ugotovite:
 - številko omrežja (netID),
 - številko podomrežja (subnetID),
 - številko gostitelja (hostID),
 - število podomrežij IP naslovnega prostora,
 - maksimalno število gostiteljev tega prostora.

Usmerjanje IP 1/9

- **Plast IP omogoča funkcijo usmerjanja.**
- **Usmerjevalnik je lahko vsak gostitelj, ki je priključen na dve omrežji in omogoča t.i. IP-forwarding.**
- **Vrste usmerjanja:**
 - **Neposredno:** izvor in ponor sta priključena na isto omrežje.
 - **Posredno:** izvor in ponor sta priključena na različni omrežji. Izvor pošlje paket usmerjevalniku (posredni prehod).

Usmerjanje IP 2/9

- Posredne in neposredne poti

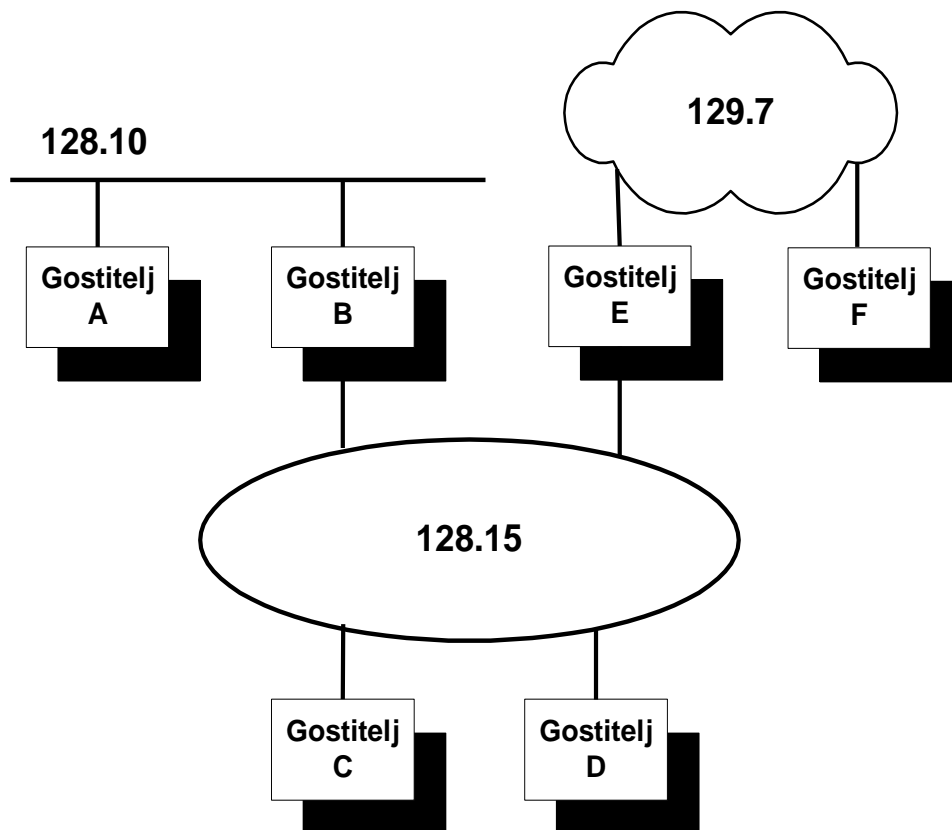


Usmerjanje IP 3/9

- **Vsebina usmerjevalne tabele IP:**
 - **neposredne smeri:** za lokalno priključena omrežja (ARP),
 - **posredne smeri:** za omrežja dosegljiva preko enega ali več usmerjevalnikov (*route add*),
 - **privzeta smer:** določa prehod v primeru, da ciljnega IP omrežja ne najdemo s pomočjo prejšnjih točk (*route default*).

Usmerjanje IP 4/9

- Primer: usmerjevalne tabele IP**



IP usmerjevalna tabela gostitelja D

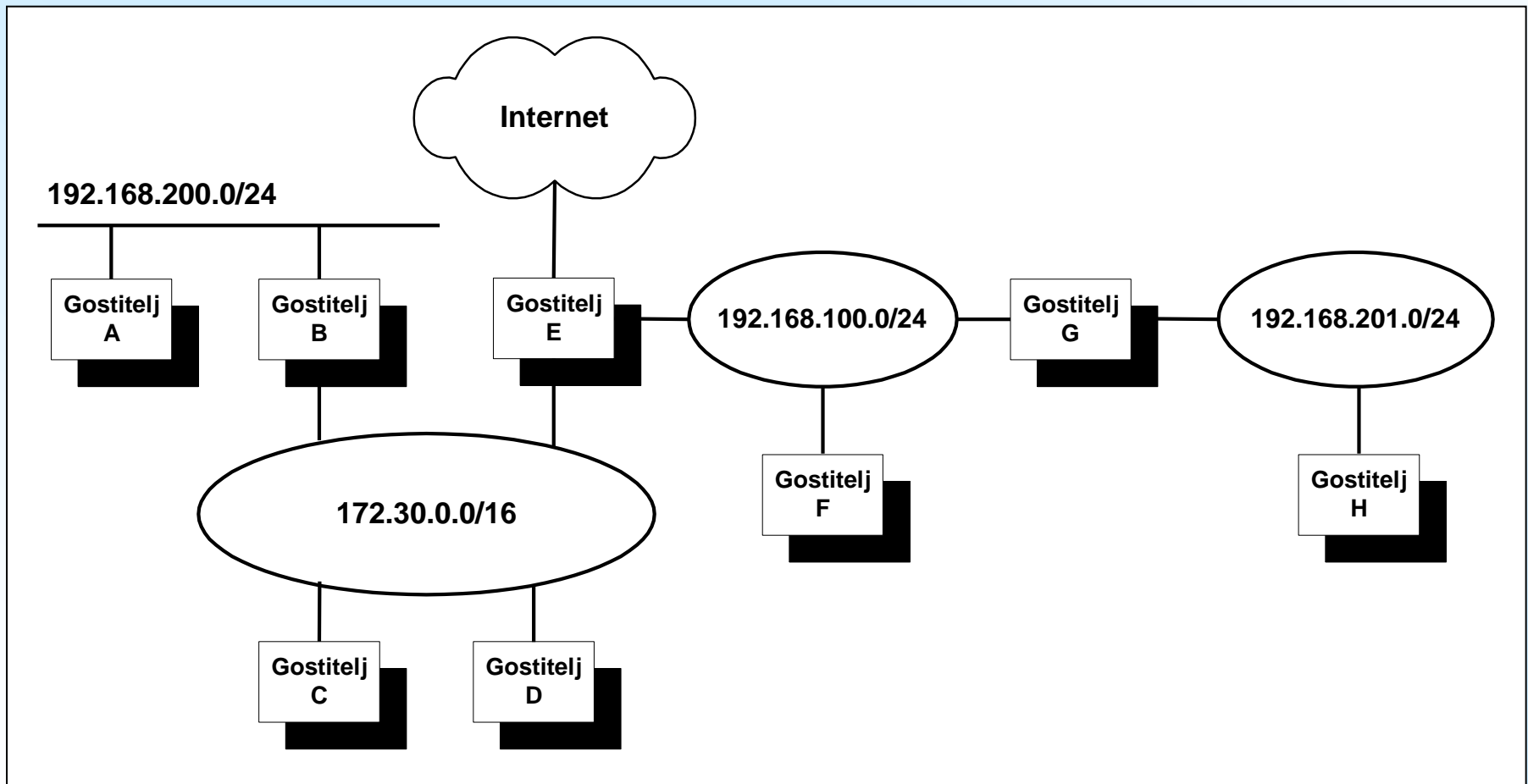
ponor	usmerjevalnik	vmesnik
129.7.0.0	E	lan0
128.15.0.0	D	lan0
128.10.0.0	B	lan0
default	B	lan0
127.0.0.1	loopback	lo

IP usmerjevalna tabela gostitelja F

ponor	usmerjevalnik	vmesnik
129.7.0.0	F	wan0
default	E	wan0
127.0.0.1	loopback	lo

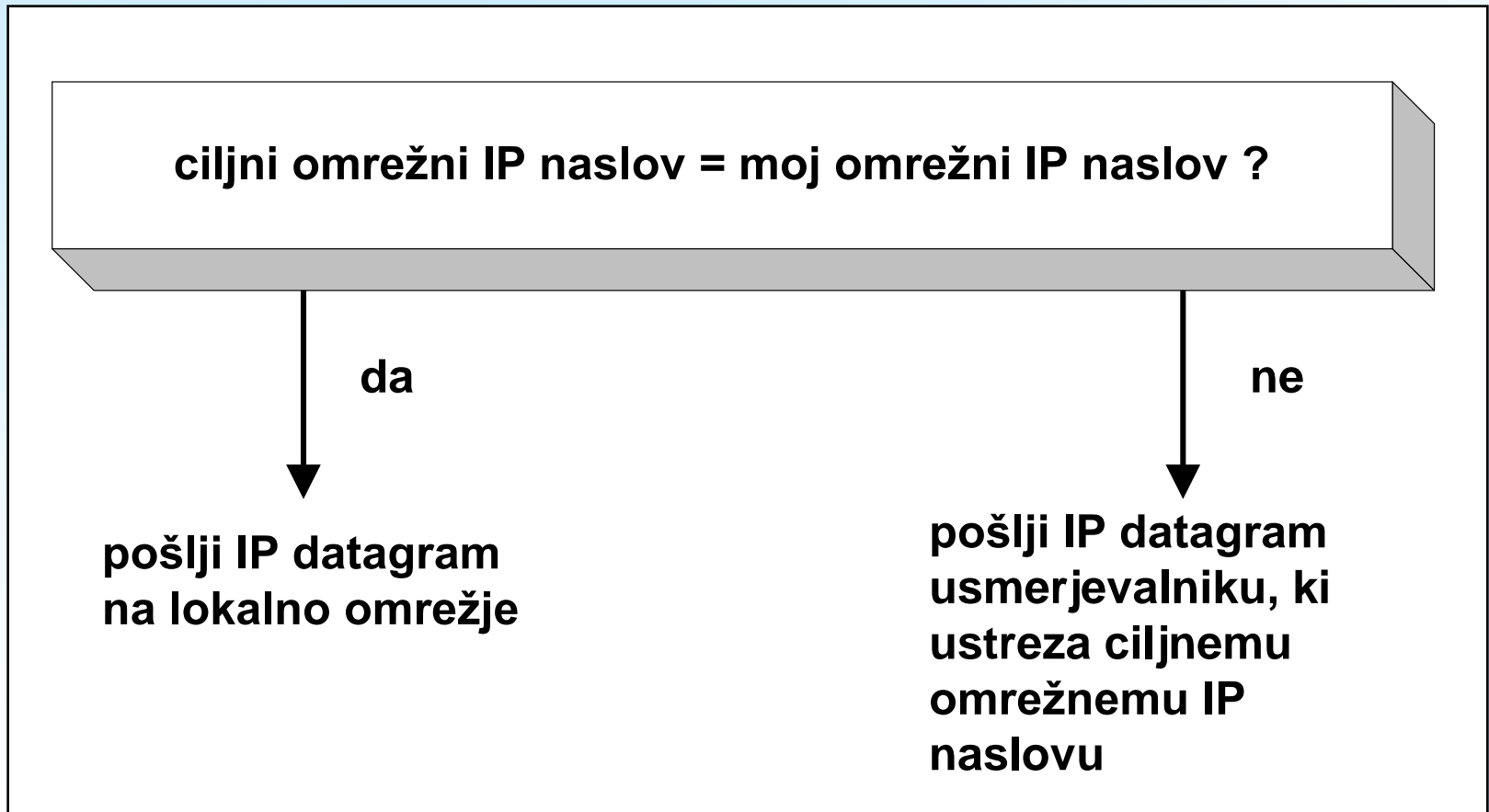
Usmerjanje IP 5/9

- **Naloga 5:** napišite usmerjevalne tabele IP za vse usmerjevalnike in gostitelje A, C, F in H.



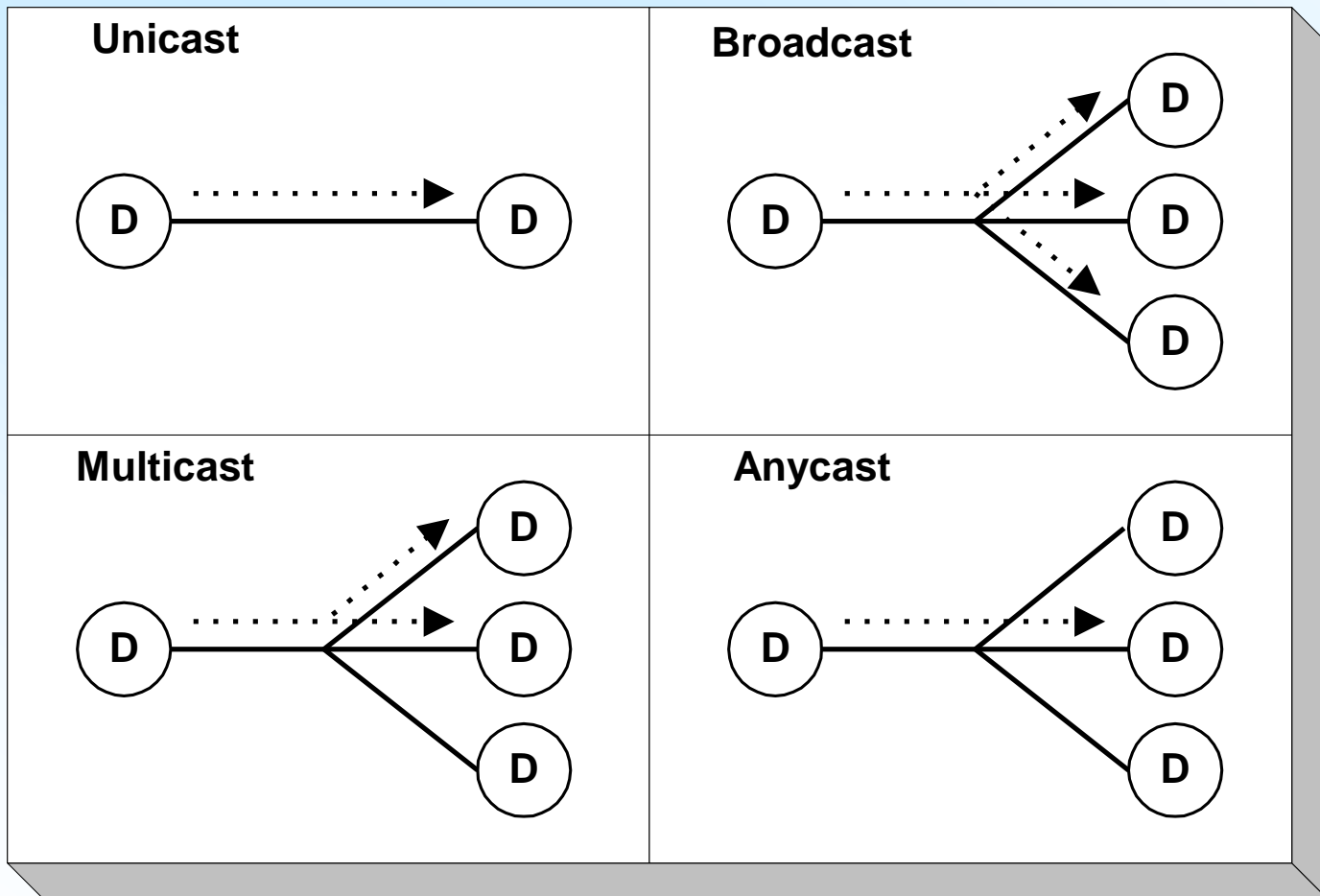
Usmerjanje IP 6/9

- **Usmerjevalni algoritem na omrežju brez podomrežij**



Usmerjanje IP 7/9

- Metode dostave – unicast, broadcast, multicast in anycast



Usmerjanje IP 8/9

- Vrste naslovov broadcast:
 - **Omejeni broadcast:** naslov 255.255.255.255 se nanaša na vse gostitelje v podomrežju.
 - **Mrežno usmerjeni:** biti na pozicijah, ki v naslovu IP predstavljajo gostitelja, postavljeni na 1. Primer: 192.168.120.255.
 - **Podomrežno usmerjeni:** biti na pozicijah, ki v naslovu IP s podomrežjem predstavljajo gostitelja, postavljeni na 1. Primer: 192.168.120.79/28.
 - **Vsi podomrežno usmerjeni:** lokalni del IP naslova v omrežju s podomrežji postavljen na 1. Primer: 192.168.120.255/28.

Usmerjanje IP 9/9

- **Rezervirani (zasebni) intranet naslovi**

Razred	Naslovno območje	Število omrežij
A	10	1
B	172.16-172.31	16
C	192.168.0-192.168.255	256

Datagram IP 1/7

– Datagram IP :

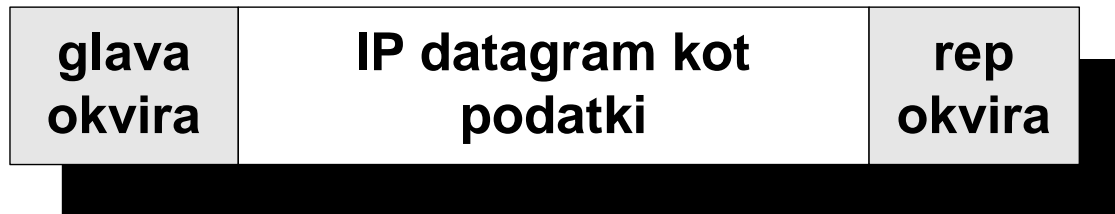
- enota prenosa v TCP/IP,
- sestavljen iz glave in podatkov,
- maksimalna dolžina 65.535 bajtov,
- minimalna dolžina glave 60 bajtov,
- datagrame TCP/IP dolžine > 576 bajtov fragmentira,
- fragmenti se obnašajo kot celota, t.j. če izgubimo samo eden fragment v verigi, izgubimo celoten datagram.

Datagram IP 2/7

– Format osnovnega datagrama IP



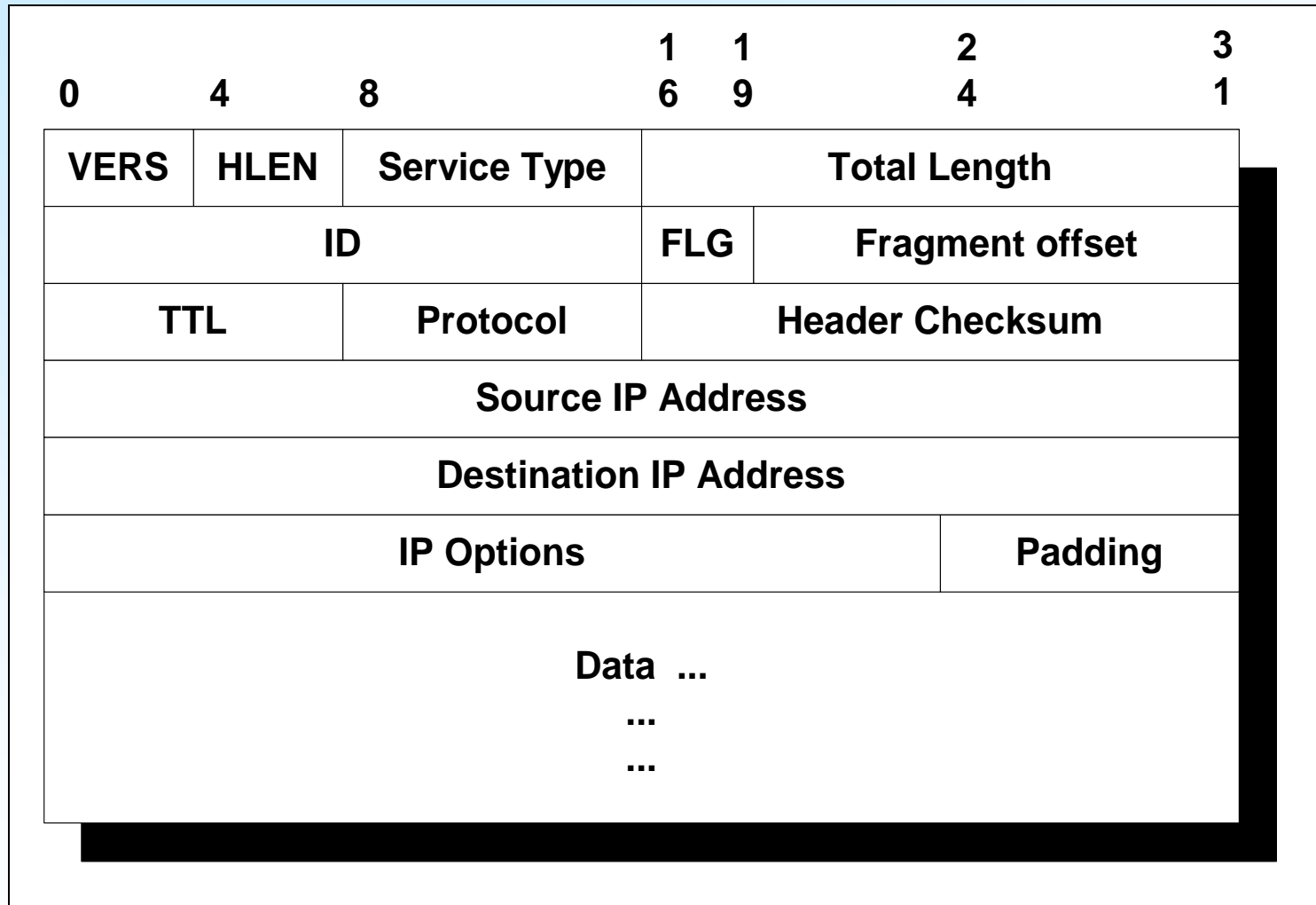
osnovni IP datagram...



ovit v fizični omrežni okvir

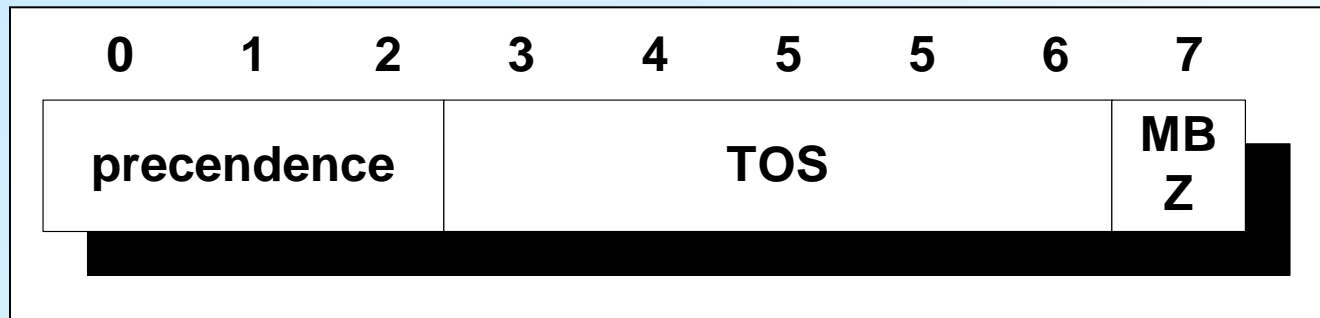
Datagram IP 3/7

– Format glave datagrama IP (min 60 bajtov)



Datagram IP 4/7

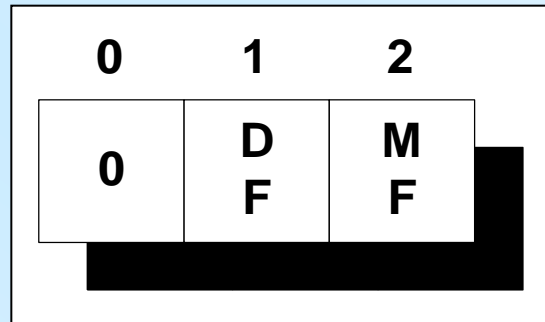
– Vrsta storitve (Service Type)



- **prioriteta**: označuje naravo in prioriteto tega datagrama (rutina, normalno, kritičen, neodložljiv...)
- **tip storitve (TOS)**: minimalna zakasnitev, cena, maksimalna hitrost, zanesljivost...
- **rezervirano (MBZ)**.

Datagram IP 5/7

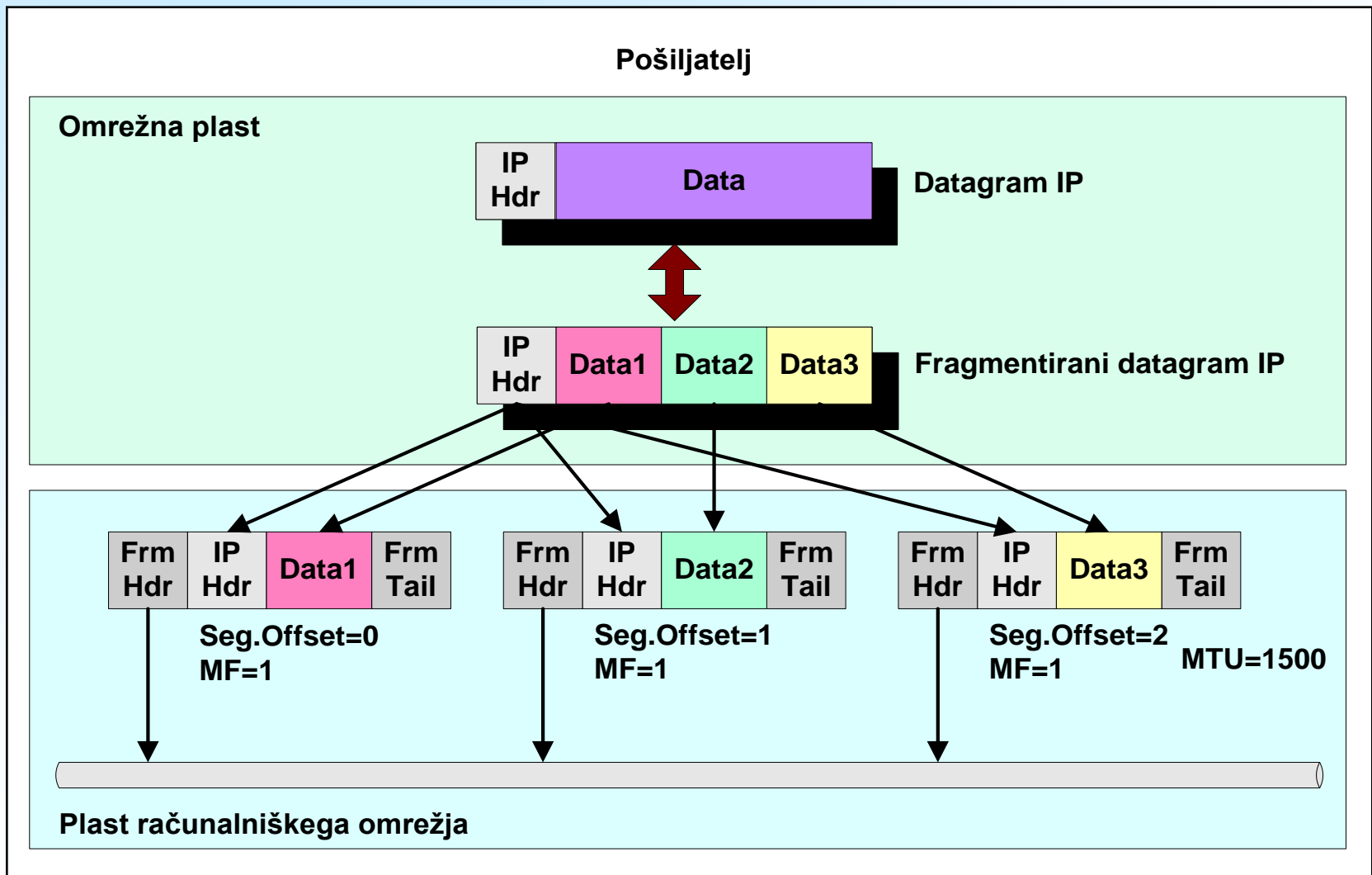
– Zastavice (Flags)



- **0**: rezervirano,
- **DF** (don't fragment): 0 = dopuščeno fragmentiranje, 1 = fragmentiranje ni dovoljeno,
- **MF** (more fragments): 0 = zadnji fragment v datagramu, 1 = to ni zadnji fragment.

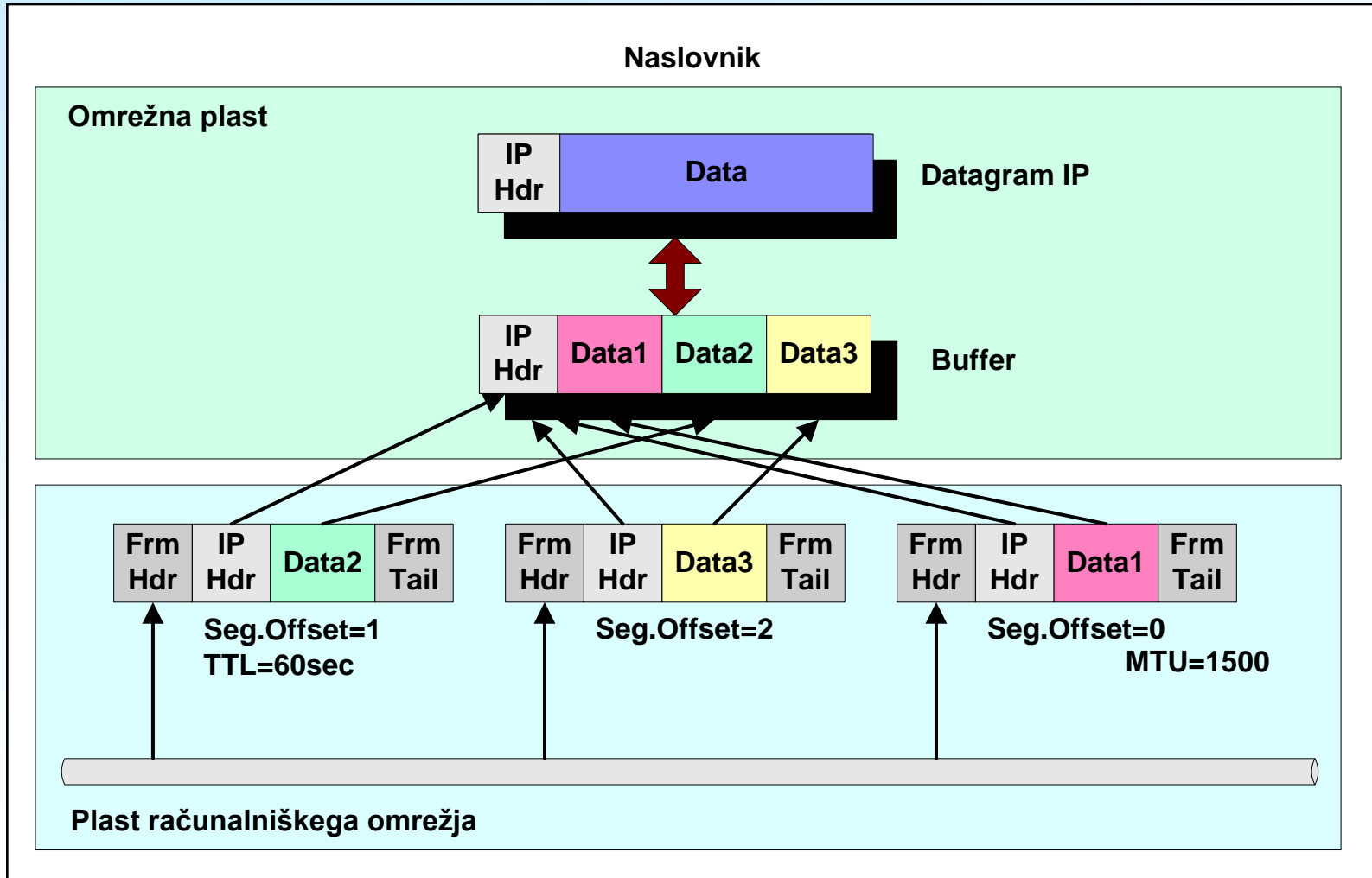
Datagram IP 6/7

- Fragmentiranje datagrama IP 1/2



Datagram IP 7/7

- Fragmentiranje datagrama IP 2/2



Primer 1/3

- **Naslov IP gostitelja je 202.88.48.97 njegova maska 255.255.255.224. Iz navedenih podatkov ugotovite:**
 - **V kateri razred naslovov IP spada naslov IP gostitelja?**
 - **Številko omrežja gostitelja (netID).**
 - **Številko njegovega podomrežja (subnetID).**
 - **Številko gostitelja v omrežju (hostID).**
 - **Koliko podomrežij podpira omenjena maska podomrežja?**
 - **Koliko gostiteljev lahko uporabimo v omenjenem podomrežju?**

Primer 2/3

- **Naslov IP gostitelja je 193.189.186.100 njegova maska 255.255.255.192. Iz navedenih podatkov ugotovite:**
 - **V kateri razred naslovov IP spada naslov IP gostitelja?**
 - **Številko omrežja gostitelja (netID).**
 - **Številko njegovega podomrežja (subnetID).**
 - **Številko gostitelja v omrežju (hostID).**
 - **Koliko podomrežij podpira omenjena maska podomrežja?**
 - **Koliko gostiteljev lahko uporabimo v omenjenem podomrežju?**

Primer 3/3

- **Naslov IP gostitelja je 86.61.67.112 njegova maska 255.252.0.0. Iz navedenih podatkov ugotovite:**
 - **V kateri razred naslovov IP spada naslov IP gostitelja?**
 - **Številko omrežja gostitelja (netID).**
 - **Številko njegovega podomrežja (subnetID).**
 - **Številko gostitelja v omrežju (hostID).**
 - **Koliko podomrežij podpira omenjena maska podomrežja?**
- **Koliko gostiteljev lahko uporabimo v omenjenem podomrežju?**