



Računalniške komunikacije in omrežja

Omrežni sloj

Program INFORMATIKA
Višja strokovna šola Velenje
- dislocirana enota Murska Sobota



Omrežni sloj



- Naloga omrežnega sloja je, prenesti pakete od izvora do cilja, preko več vmesnih vozlišč.
- Protokolna podatkovna enota (PDU) omrežnega sloja je **paket**.
- Omrežni sloj mora:
 - poznati topologijo komunikacijskega podomrežja (tj. povezanost usmerjevalnikov)
 - izbrati primerne poti za prenos od konca do konca, najbolje tako, da bodo vse enakomerno obremenjene.
 - če sta izvor in cilj v različnih omrežjih, mora rešiti težave, ki izvirajo iz razlik med njimi.



Usmerjanje skozi omrežje



- Usmerjanje (ang. routing) je postopek usmerjanja podatkov od izvora do cilja preko vsaj ene vmesne naprave.
 - Usmerjanje omogoča komunikacijo med napravami, ki niso neposredno povezane med seboj.
 - Usmerjanje se izvaja v vozliščih. Pri usmerjanju se uporabljajo usmerjevalni algoritmi, s pomočjo katerih se vozlišča odločijo, v katero smer bodo usmerile prispele podatke.
 - Usmerjanje v vozliščih imenujemo tudi **PREKLAPLJANJE**, vozlišče, ki opravlja usmerjanje, pa **PREKLOPNIK**.

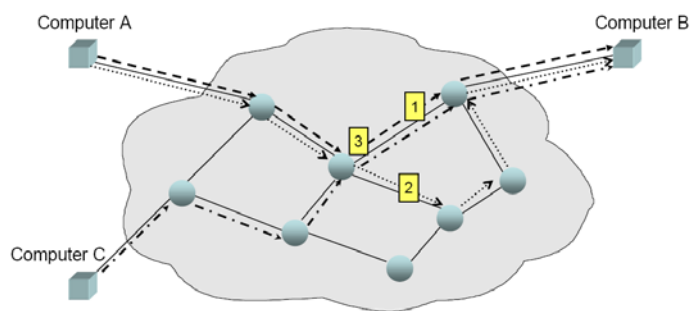
24.2.2010

RKO I

3



Usmerjanje skozi omrežje



24.2.2010

RKO I

4



Usmerjanje skozi omrežje



- Cilj usmerjanja je, da podatki iz enega konca omrežja potujejo na drugi konec po čimbolj optimalni poti.
- Kriteriji za optimalno pot so lahko različni:
 - dolžina poti,
 - cena povezav na poti,
 - hitrost,
 - zakasnitev v usmerjevalniku,
 - zanesljivost podomrežij itd.
- Najboljšo pot je nemogoče izbrati:
 - vozlišča nimajo nikoli popolnih informacij
 - stanje v omrežju se spreminja

24.2.2010

RKO I

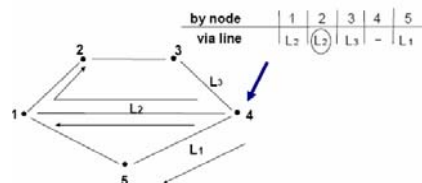
5



Usmerjanje skozi omrežje



- Glede na izvedbo lahko usmerjanje označimo z eno ali več naslednjih oznak.
 - **STATIČNO usmerjanje.** Pot med vsakima dvema vozliščema je vnaprej določena in se med delovanjem ne spreminja. Pot lahko določi izvor ali pa vsako vozlišče na poti.



- Tak način usmerjanja je primeren za omrežja, v katerih je promet bolj ali manj konstanten. Poti določimo na osnovi analize pridobljenih povprečnih vrednosti ali pa pričakovanih vrednosti o prometu po omrežju.
- Algoritem za iskanje optimalnih poti je lahko zelo kompleksen.

24.2.2010

RKO I

6



Usmerjanje skozi omrežje



- **DINAMIČNO usmerjanje.** Poti med pari vozlišč se določajo sproti in se lahko s časom spreminjajo.
 - Tako usmerjanje se zna prilagajati trenutni obremenitvi omrežja. Za delovanje potrebujemo sprotne podatke o stanju v omrežju, ki si jih morajo vozlišča med seboj neprestano izmenjevati.
 - Algoritem za iskanje optimalnih poti mora biti hiter.
- **CENTRALNO usmerjanje.** Pri centralnem usmerjanju vse poti v omrežju določamo centralizirano v posebnem vozlišču, ki ima pregled nad celotnim omrežjem.
 - V tem primeru teoretično dobimo najboljše rešitve.
 - Problem je, kako v vozlišču, ki izvaja usmerjanje, zagotoviti ažurne podatke o stanju v omrežju.
- **LOKALNO usmerjanje.** Pri lokalnem usmerjanju vsako vozlišče deluje za sebe na osnovi podatkov iz svoje neposredne okolice.
 - To je zelo robusten način usmerjanja, pri katerem izpadi na enem koncu le malo vplivajo na potek prometa na drugem koncu omrežja. Tako usmerjanje imenujemo tudi razpršeno usmerjanje.

24.2.2010

RKO I

7



Usmerjanje skozi omrežje



- **PARALELNO usmerjanje (ang. multipath routing).** O takem načinu usmerjanja govorimo, če je dovoljeno, da se promet med dvema vozliščema hkrati prenaša po več poteh.
 - S tem pridobimo na hitrosti, so pa zato algoritmi za usmerjanje zahtevni.
 - V primeru napak med prenosom je včasih potrebno toliko dodatnega prometa, da se prednosti paralelnega usmerjanja izničijo.

24.2.2010

RKO I

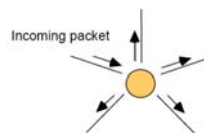
8



Preplavljanje



- Poseben tip usmerjanja je PREPLAVLJANJE (ang. flooding). Pri preplavljanju vozlišče sprejete podatke pošlje po vseh možnih poteh, razen po tisti, po kateri je prišel.
 - To je seveda neučinkovito, saj povzroči ogromno odvečnega prometa.
 - Z določenimi dodatnimi omejitvami pa je preplavljanje vseeno uporabno. Primer omejitve je, da vozlišča uničujejo vse podatke, ki so že predolgo v omrežju. Vsak paket ima števec etap (ang. hop), ki se zmanjša po vsaki etapi. Enak naj bi bil številu etap od izvora do cilja.



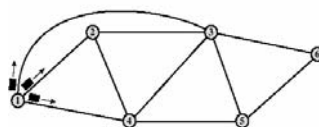
24.2.2010

RKO I

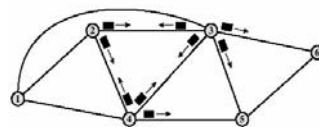
9



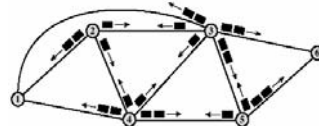
Preplavljanje



(a) First hop



(b) Second hop



(c) Third hop

24.2.2010

RKO I

10



Preplavljanje



- Učinkovit tip preplavljanja je usmerjanje z **VZVRATNIM GRAJENJEM POTI**. Vozlišče, ki po eni od svojih povezav dobi podatke od določenega izvora, te podatke odda naprej le takrat, če so prišli po povezavi, ki jo to vozlišče obravnava kot najprimernejšo za pošiljanje podatkov proti temu izvoru.



Usmerjanje z vektorjem razdalj

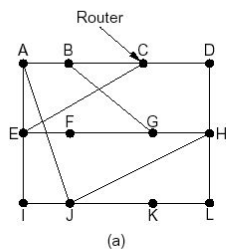


- Preprost algoritem za **lokalno usmerjanje** je **USMERJANJE Z VEKTORJEM RAZDALJ** (ang. distance vector routing).
- Vsako vozlišče ima **usmerjevalno tabelo**, v kateri za vsako od preostalih vozlišč piše, v katero smer naj se pošljejo podatki in predvidena cena te povezave (cena je lahko npr. čas prenosa). Dodatno vozlišča v vsakem trenutku poznajo ceno povezav do sosednjih vozlišč.
- Vsako vozlišča v določenih časovnih intervalih svojo usmerjevalno tabelo razpošlje vsem sosedom, ki potem na osnovi prejete informacije posodobijo svojo usmerjevalno tabelo.
- Ta algoritem se je do leta 1979 uporabljal v internetu pod imenom RIP (ang. Routing Information Protocol).
- Njegova slaba lastnost je, da se informacija o izpadlih povezavah zelo počasi širi čez omrežje.



Usmerjanje z vektorjem razdalj

Gradnja usmerjevalne tabele v vozlišču J:



To	A	I	H	K	New estimated delay from J	Line
A	0	24	20	21	8	A
B	12	36	31	28	20	A
C	25	18	19	36	28	I
D	40	27	8	24	20	H
E	14	7	30	22	17	I
F	23	20	19	40	30	I
G	18	31	6	31	18	H
H	17	20	0	19	12	H
I	21	0	14	22	10	I
J	9	11	7	10	0	-
K	24	22	22	0	6	K
L	29	33	9	9	15	K

JA delay is 8 JI delay is 10 JH delay is 12 JK delay is 6
 Vectors received from J's four neighbors

New routing table for J

24.2.2010

RKO I

13



Usmerjanje na podlagi stanja linij

- Nekoliko bolj kompleksno je USMERJANJE NA PODLAGI STANJA LINIJ (ang. link state routing). Pri tem načinu so naloge vozlišč definirali v štirih točkah:
 1. **vozlišče mora poznati naslove svojih sosedov.** Vsako vozlišče ob priklopu v omrežje vsem sosedom sporoči svoj naslov. Na vsako linijo od točke do točke pošlje paket HELLO. Sprejemnik odgovori s paketom, ki vsebuje njegov naslov.
 2. **vozlišče mora meriti ceno povezav do svojih sosedov.** Cene povezav merimo tako, da si sosednja vozlišča med seboj izmenjuje kontrolne pakete ECHO. Sosed ga mora takoj poslati nazaj. Izmerimo čas potovanja tja in nazaj in delimo z dva.
 3. **vozlišče mora rezultate svojih meritev poslati vsem ostalim vozliščem v omrežju.** Rezultate meritev pošilja v "paketih o stanju linij" (ang. Link State Advertisement). Nekoliko težje je zagotoviti, kako naj vozlišče svoje podatke zanesljivo pošlje vsem ostalim. Osnovni pristop je uporaba preplavljanja.
 4. **vozlišče mora na osnovi prejetih informacij izračunati optimalne poti do vseh drugih vozlišč.**
 - Za izračun optimalnih poti je več algoritmov

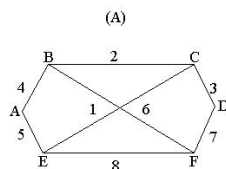
24.2.2010

RKO I

14



Usmerjanje na podlagi stanja linij



Paket o stanju linij vsakega usmerjevalnika vsebuje:

- Identiteto pošiljatelja
- Zaporedno številko
- Starost
- Seznam sosedov in zakasnitev do vsakega

(B)

A	B	C	D	E	F
Seq	Seq	Seq	Seq	Seq	Seq
Age	Age	Age	Age	Age	Age
B 4	A 4	B 2	C 3	A 5	B 6
E 5	C 2	D 3	F 7	C 1	D 7
	F 6	E 1		F 8	E 8

24.2.2010

RKO I

15



Hierarhično usmerjanje



- Poseben dodatek k usmerjanju na podlagi stanja linij je, da omrežje razdelimo v zaključene skupine in v vsaki skupini izberemo samo eno vozlišče, ki bo sodelovalo pri iskanju globalnih optimalnih poti.
- Znotraj skupine se optimalne poti iščejo neodvisno od zunanjega stanja. To imenujemo **HIERARHIČNO USMERJANJE**. Njegova lastnost je, da promet v zaključeno skupino vozlišč vedno pride preko istega vozlišča, ki je zato zelo obremenjeno.
- Je pa hierarhično usmerjanje nujno pri velikih omrežjih, ker tam ni izvedljivo, da bi eno vozlišče svoje pakete pošiljalo vsem ostalim.

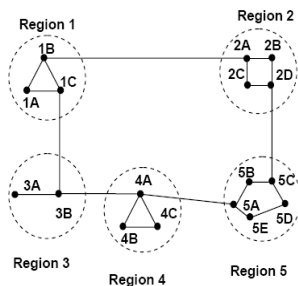
24.2.2010

RKO I

16



Hierarhično usmerjanje



Full routing table for 1A

Destination	Link to	Hops
1A	-	-
1B	1B	1
1C	1C	1
2A	1B	2
2B	1B	3
2C	1B	3
2D	1B	4
3A	1C	3
3B	1C	2
4A	1C	3
4B	1C	4
4C	1C	4
5A	1C	4
5B	1C	5
5C	1B	5
5D	1C	6
5E	1C	5

Hierarchical routing table for 1A

Destination	Link to	Hops
1A	-	-
1B	1B	1
1C	1C	1
2	1B	2
3	1C	2
4	1C	3
5	1C	4

24.2.2010

RKO I

17



Hierarhično usmerjanje



- Zelo znana izvedba hierarhičnega usmerjanja na podlagi stanja linij je protokol **OSPF** (ang. Open Shortest Path First), ki se danes uporablja znotraj zaključenih skupin v internetu.
- Zaključene skupine v internetu imenujemo **AVTONOMNI SISTEMI** (s kratico **AS**) in so v praksi zelo velika omrežja.
- Usmerjanje med posameznimi **AS** pa ne uporablja **OSPF**, ker je usmerjanje med **AS** bolj stvar političnih odločitev kot pa tehnike. Uporablja se protokol **BGP** (ang. Border Gateway Protocol), ki usmerja na podlagi podane politike in je v osnovi različica usmerjanja z vektorjem razdalj.

24.2.2010

RKO I

18



Medsebojno povezovanje omrežij

- Pomembna naloga omrežnega sloja je, da omogoči povezavo med različnimi tipi omrežij.
- Uskladiti je potrebno:
 - različne protokole (npr. različna količina podatkov v enem paketu),
 - različne oblike naslovov,
 - različne načine za odpravljanje napak in kontrolo pretoka, itd.
- Podatke, ki ne izvirajo v danem omrežju ampak pridejo iz drugih omrežij, imenujemo TUJ PROMET.
- V splošnem sta na voljo dve rešitvi:
 - tuneliranje in
 - fragmentacija paketov.

24.2.2010

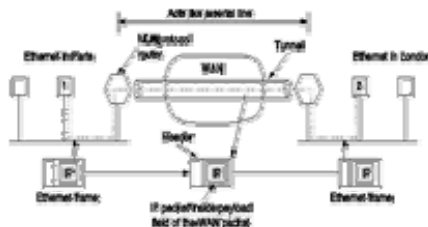
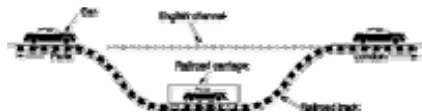
RKO I

19



Tuneliranje

- Pri **TUNELIRANJU** (ang. tunneling) se promet iz ene vrste omrežja skozi drugo vrsto omrežja prenaša kot celota, ne da bi se ga kakorkoli spreminjalo.
 - Tuneliranje je primerno takrat, ko sta izvorni in ciljni računalnik v omrežju iste vrste.
 - Vmesno omrežje tuj promet na enem koncu omrežja sprejme in ga na drugem koncu spet odda, vsebina prometa pa ga sploh ne zanima.
 - Večprotokolni usmerjevalnik (ang. multiprotocol router) je usmerjevalnik, ki zna ravnati z več protokoli.



24.2.2010

RKO I

20



Fragmentacija



- Drugi način prenosa prometa iz enega omrežja v drugega je **FRAGMENTACIJA PAKETOV**, pri katerem se paketi ob vstopu v novo omrežje preoblikujejo tako, da ustrezajo novemu omrežju.
- Razlog za preoblikovanje je največja dovoljena velikost paketov. V primeru, da novo omrežje ne dovoljuje enako velikih paketov, se paketi razdelijo v manjše kose imenovane **FRAGMENTI**.
- Fragmentacija mora biti podprta s strani novega omrežja na tak način, da se bodo paketi pri uporabniku spet znali sestaviti. Metoda fragmentacije paketov je potrebna, če je naslovnik v drugačnem omrežju kot izvor podatkov.
- Razlikujemo:
 - transparentno in
 - netransparentno fragmentiranje.

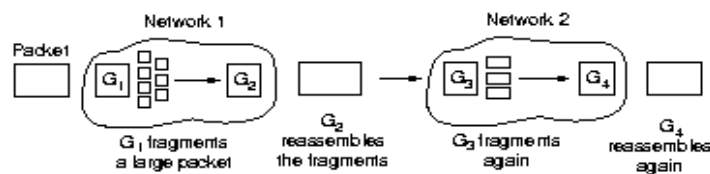
24.2.2010

RKO I

21



Fragmentacija



(a) Transparent fragmentation



(b) Nontransparent fragmentation

24.2.2010

RKO I

22



Nadzor zamašitev



- Pomembna naloga omrežnega sloja je tudi NADZOR ZAMAŠITEV. Zamašitev se pojavi takrat, ko v posamezni del omrežja pride več paketov, kot jih je tisti del omrežja sposoben obdelati.
- Posledica zamašitve je izgubljanje paketov.
- Za uspešno preprečevanje zamašitev morajo bolj ali manj sodelovati vsa vozlišča v omrežju, ne pa samo sosednji dve, kot je to pri krmiljenju pretoka na določeni povezavi.



Preklapljanje prometa



- Pri usmerjanju ni pomembno samo to, da izberemo optimalno pot, ampak tudi to, kako dolgo obdržimo isto pot. Imamo več možnosti, ki so znane kot različne vrste preklapljanja prometa:
 - PREKLAPLJANJE POVEZAV,
 - PREKLAPLJANJE SPOROČIL in
 - PREKLAPLJANJE PAKETOV.



Preklapljanju povezav



- Pri PREKLAPLJANJU POVEZAV (ang. circuit switching)se vozlišča obnašajo enako, kot da bi imela mehanska stikala.
- Preden izvirno vozlišče začne oddajati podatke, se v omrežju poišče optimalna pot po enem od algoritmov za usmerjanje in nato se povezave na tej poti rezervirajo za načrtovan prenos podatkov.
- Povezave ostanejo rezervirane tako dolgo, dokler izvirno vozlišče ne sporoči, da jih ne rabi več.
- Prednost takega preklapljanja je, da se usmerjanje uporablja samo na začetku, potem pa ni več potrebno.
- Največja slabost pa je v tem, da so povezave za čas komunikacije med dvema vozliščem rezervirane le za njiju in jih druga vozlišča ne morejo uporabljati.
- Preklapljanje povezav je npr. značilno za klasično telefonsko omrežje, v katerem so vozlišča telefonske centrale.

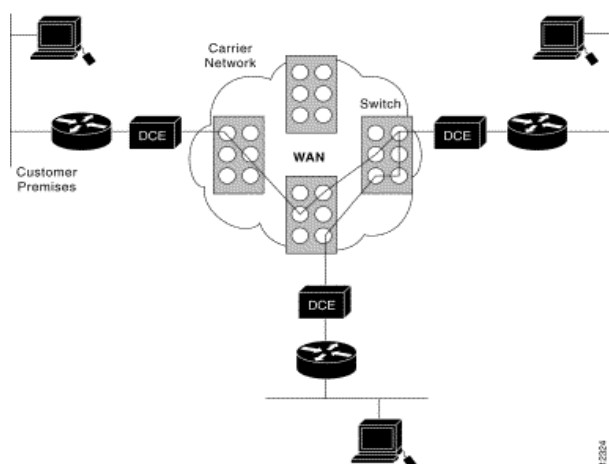
24.2.2010

RKO I

25



Preklapljanju povezav



24.2.2010

RKO I

26



Preklapljanje sporočil



- Pri PREKLAPLJANJU SPOROČIL (ang. message switching) podatki potujejo v korakih. Najprej se podatki v celoti prenesejo od izvirnega vozlišča do sosednjega vozlišča. Ta izmenjava podatkov zaseda povezavo med njima, ne pa tudi ostalih povezav. Nato se podatki pošljejo od soseda do naslednjega soseda in tako naprej do končnega naslovnika.
- Zaradi načina delovanja preklapljanje sporočil imenujemo tudi način "shrani in pošlji" (ang. store and forward).
- Preklapljanje sporočil se uporablja npr. pri usmerjanju elektronske pošte.

24.2.2010

RKO I

27



Preklapljanje sporočil



Message Switching

(a) First transmission



(b) Second transmission



(c) Third transmission



(d) Fourth transmission



24.2.2010

RKO I

28



Preklapljanje paketov



- Pri PREKLAPLJANJE PAKETOV (ang. packet switching) se podatki razdelijo v majhne pakete, ki se usmerja vsak posebej. Prispeli paketi se v vozliščih ne nabirajo ampak jih vozlišče čim hitreje odda naprej. Prednost takega načina je, da lahko podatki od različnih izvorov in z različnimi naslovniki potujejo hkrati po istih povezavah, seveda ne naenkrat, ampak paket za paketom.
- Poznamo dva načina preklapljanja paketov:
 - navidezno zvezo (ang. virtual packet switching) in
 - datagramsko zvezo (ang. datagram packet switching) .

24.2.2010

RKO I

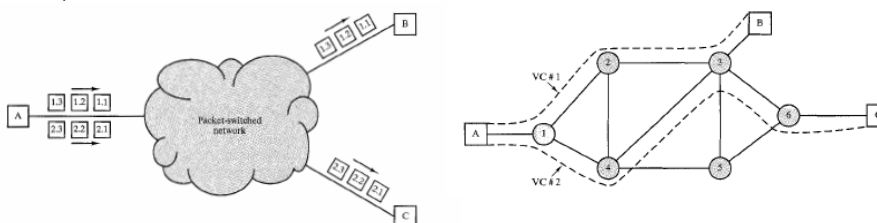
29



Navidezna zveza



- Pri NAVIDEZNI ZVEZI (ang. virtual circuit) se na začetku komunikacije pošlje poseben VZPOSTAVITVENI PAKET, pri katerem je uporabljen eden od načinov usmerjanja.
- Vozlišča na izbrani poti si zapomnijo, katera pot je bila izbrana za usmerjanje tega paketa in vse naslednje pakete, ki imajo isto oznako kot vzpostavitveni paket, usmerjajo na enak način.
- Navidezno se omrežje torej obnaša, kakor da gre za preklapljanje povezav.



24.2.2010

RKO I

30

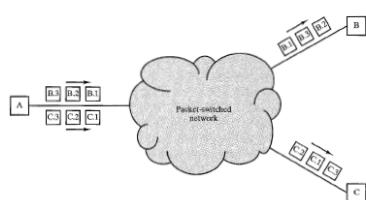


Datagramska zveza

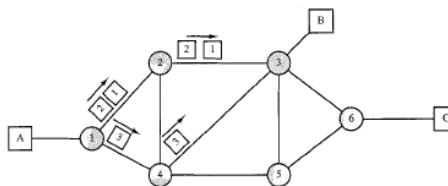


- Pri DATAGRAMSKI ZVEZI se usmerja vsak paket posebej, zato mora biti v vsakem paketu določeno, kdo je naslovník paketa.
- Vzpostavítveni paketi niso potrebni.
- Pri datagramski zvezi omrežje samo ne more poskrbeti za odpravljanje napak v primeru izgube paketov, tudi kontrola pretoka je težko izvedljiva.

Paketi potujejo od A do B in C:



Paketi, ki potujejo od A do B:



24.2.2010

RKO I

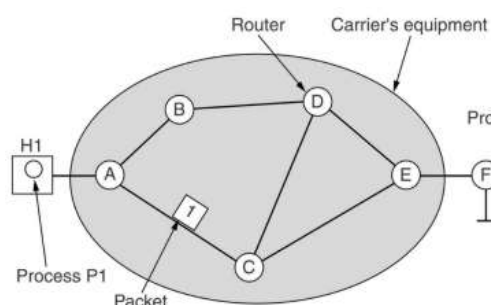
31



Datagramska zveza



Usmerjevalne tabele se spreminjajo.



A's table		C's table	E's
initially	later		
A: -	A: -	A: A	A: C
B: B	B: B	B: A	B: D
C: C	C: C	C: -	C: C
D: B	D: B	D: D	D: D
E: C	E: B	E: E	E: -
F: C	F: B	F: E	F: F

Dest. Line

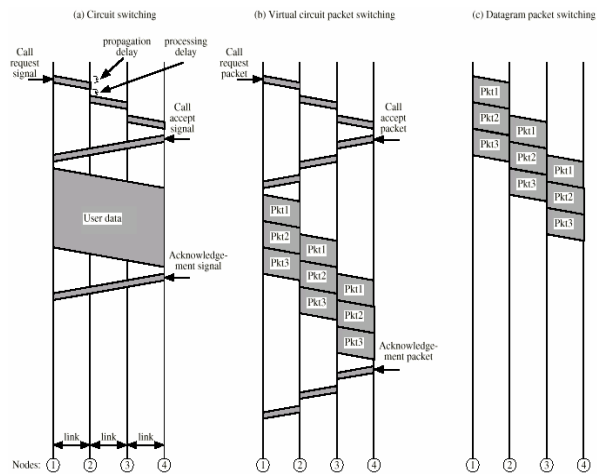
24.2.2010

RKO I

32



Primerjava preklapljanja povezav in obeh načinov preklapljanja paketov



24.2.2010

RKO I

33



Računalniške komunikacije
in omrežja



Omrežni sloj v internetu

Program INFORMATIKA
Višja strokovna šola Velenje
- dislocirana enota Murska Sobota



Dodeljevanje IP števil



- IP naslovi v internetu so edinstveni. Nobeni napravi v internetu nimata enakega IP naslova.
- Za razdelitev števil IP po svetu skrbi neprofitna organizacija **ICANN** (ang. Internet Corporation for Assigned Names and Numbers).
- Dejansko dodeljevanje števil IP pa je organizirano po kontinentih.
 - V Evropi deli številke IP organizacija **RIPE** (fr. Réseaux IP Européens).
- Seveda pa RIPE ne dodeljuje vsako številko posebej, ampak podeljuje območja IP številk tistim inštitucijam, ki izpolnjujejo določene pogoje.



24.2.2010

RKO I

37



Številka IP: razred A



- Razdeljevanje števil IP je dolgo časa potekalo v obliki razredov.
- **Razred A**: prvih 8 bitov določa omrežje, preostalih 24 bitov pa računalnik v omrežju.



- Številke IP iz razreda A se v dvojiškem zapisu vedno začnejo z 0.
 - Najmanjša številka omrežja je 00000001 (decimalno: 1)
 - Največja številka omrežja je 01111110 (decimalno: 126).
- Številki 0 in 127 v prvem oktetu imata poseben pomen in ne sodita v skupino omrežij razreda A!

24.2.2010

RKO I

38



Številka IP: razred A



- Razred A so si npr. pridobile naslednje inštitucije:
 - 3.0.0.0 - 3.255.255.255 General Electric Company, ZDA
 - 4.0.0.0 - 4.255.255.255 Level 3 Communications, ZDA
 - 9.0.0.0 - 9.255.255.255 IBM Corporation, ZDA
 - 12.0.0.0 - 12.255.255.255 AT&T WorldNet Services, ZDA
 - 13.0.0.0 - 13.255.255.255 Xerox Palo Alto Research Center, ZDA
 - 15.0.0.0 - 15.255.255.255 HewlettPackard Company, ZDA
 - 16.0.0.0 - 16.255.255.255 Digital Equipment Corporation, ZDA
 - 17.0.0.0 - 17.255.255.255 Apple Computer, ZDA
 - 18.0.0.0 - 18.255.255.255 Massachusetts Institute of Technology, ZDA
 - 19.0.0.0 - 19.255.255.255 Ford Motor Company, ZDA

24.2.2010

RKO I

39



Številka IP: razred B



- **Razred B:** prvih 16 bitov (prva 2 okteta) določa omrežje, preostalih 16 bitov pa računalnik v omrežju.



- Številke IP iz razreda B se v dvojiškem zapisu vedno začnejo z 10.
 - Najmanjša številka v prvem oktetu je 10000000 (decimalno: 128)
 - Največja številka v prvem oktetu je 10111111 (decimalno: 191).

24.2.2010

RKO I

40



Številka IP: razred C



- **Razred C:** prvih 24 bitov določa omrežje, preostalih 8 bitov pa računalnik.

←8 Bits→

Class C :

Network	Network	Network	Host
---------	---------	---------	------

- Številke IP iz razreda C se v dvojiškem zapisu vedno začnejo z 110.
 - Najmanjša številka v prvem oktetu je 11000000 (decimalno: 192)
 - Največja številka v prvem oktetu je 11011111 (decimalno: 223).

24.2.2010

RKO I

41



Številka IP: razreda D in E



- **Razred D:** prvi štirje biti imajo vrednost 1110:
 - Najmanjša številka v prvem oktetu je 11100000 (decimalno: 224)
 - Največja številka v prvem oktetu je 11101111 (decimalno: 239).

Octet :

1	1	1	0				
Net Portion				Host Portion			
				2	3	4	

- Razred D je namenjen skupinskemu naslavljanju, t.j. naslavljanju več računalnikov hkrati.
- **Razred E:** prvi štirje biti imajo vrednost 1111. Ti naslovi so zaenkrat rezervirani in se ne uporabljajo. Namenjeni so prihodnji rabi.

24.2.2010

RKO I

42



Razredi IP števil



A	0	network	host
B	10	network	host
C	110	network	host
D	1110	multicast address	
E	11110	reserved for future use	

24.2.2010

RKO I

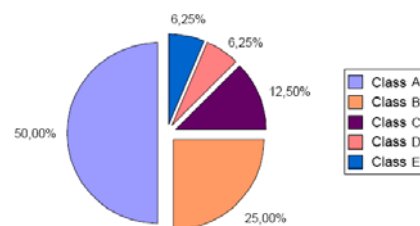
43



Razredi IP števil



Razred	Št. omrežij	Št. računalnikov
A	$2^7 - 2$	$2^{24} - 2$
B	$2^{14} - 2$	$2^{16} - 2$
C	$2^{21} - 2$	$2^8 - 2$



- **Problem:** Želimo omrežje s 500 računalniki. Potrebujemo omrežje razreda B. Neizkoriščenih ostane več kot 65.000 IP naslovov.
- Danes so zaradi pomanjkanja števil IP dovoljena tudi odstopanja od navedenega načina razdeljevanja, tako npr. dodeljujejo tudi območja, pri katerih je določenih prvih 12 bitov in podobno.

24.2.2010

RKO I

44



Posebne IP številke



- IP številke, ki imajo na mestih, ki določajo računalnik same 0 pomenijo **ta računalnik**.
- IP številke, ki imajo na mestih, ki določajo omrežje same 0 pomenijo **trenutno omrežje**.
 - Računalnikom omogočajo naslavljanje v lastnem omrežju, ne da bi le-ti poznali številko omrežja.
- Število 127 v prvem oktetu pa označuje **LOKALNI paket**.
 - Paket naslovljen na številko IP, ki se začne s 127 bo ostal "znotraj računalnika".
- Naslovi iz samih 1 so namenjeni **oddaji vsem računalnikom v omrežju oddajnika**.
- Naslovi z običajno omrežno številko, ki ji sledijo same enice, pomeni **oddajo vsem računalnikom v oddaljenem omrežju**.

24.2.2010

RKO I

45



Posebne IP številke



0 0	This host	
0 0 0 0	Host	A host on this network
Network 1 1 1 1 1 1	Broadcast on a distant network	
1 1	Broadcast on the local network	
127	(Anything)	Loopback

24.2.2010

RKO I

46



Zasebne IP številke



- Tri območja številke IP so rezervirana za zasebno uporabo:
 - 10.0.0.0 - 10.255.255.255,
 - 172.16.0.0 - 172.31.255.255 in
 - 192.168.0.0 - 192.168.255.255.
- Paketi z zasebnimi številkami IP se ne smejo pojaviti v internetu.
- Zasebne številke IP se uporabljajo preko t.i. PREVAJANJA OMREŽNIH NASLOVOV NAT(ang. Network Address Translation):
 - Naprave v lokalnem omrežju uporabljajo zasebne številke IP,
 - Naprava, ki to lokalno omrežje povezuje z internetom, pa lokalne številke IP v paketih pretvori v veljavno številko IP in obratno.
 - Pri takem preslikovanju pa moramo poskrbeti, da pri podatkih, ki pridejo v lokalno omrežje, lahko ločimo, kateri napravi so v resnici namenjeni.

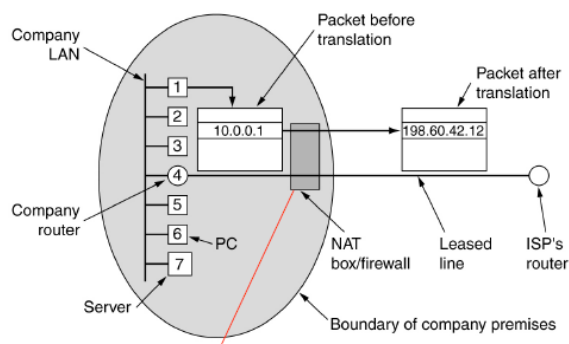
24.2.2010

RKO I

47



NAT



24.2.2010

RKO I

48



Maska omrežja



- Območja števil IP lahko zapišemo tudi z uporabo MASKE OMREŽJA.
- **Maska omrežja je število, ki ima v dvojiškem zapisu enice na tistih mestih, ki določajo omrežje, na ostalih pa ničle:**
 - za razred A je maska omrežja 255.0.0.0,
 - za razred B je maska omrežja 255.255.0.0,
 - za razred C je maska omrežja 255.255.255.0.
- Maska omrežja 255.255.252.0 pove, da je v omrežju določenih prvih 22 bitov. Če izvedemo logično operacijo AND med dano številko IP in masko omrežja, v katerem se ta številka nahaja, dobimo ŠTEVILKO OMREŽJA.
- Drugi način za označevanje, v kako veliko omrežje spada določena številka IP, je uporaba poševnice.
 - Zapis 193.2.1.87/24 pomeni, da gre za številko v omrežju razreda C.



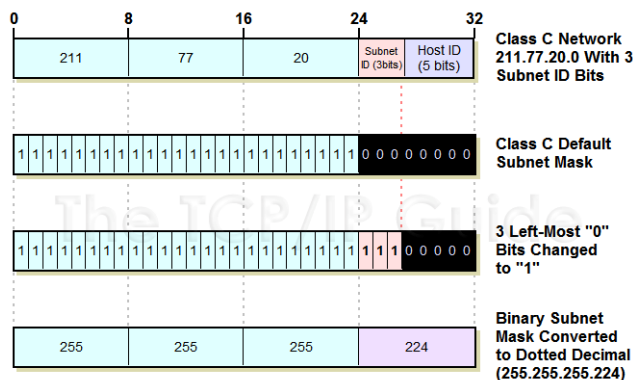
Maska podomrežja



- Če je omrežje veliko, potem ga razdelimo na podomrežja.
- Da omogočimo preproste usmerjevalne tabele, tvorimo podomrežja na podoben način, kot se delijo omrežja. To pomeni, da spadajo skupaj zaporedne številke IP in da je podomrežje tako območje, da ga lahko enostavno zapišemo z uporabo maske omrežja, ki pa jo v primeru podomrežij imenujemo MASKA PODOMREŽJA.



Maska podomrežja



24.2.2010

RKO I

51



Usmerjanje v internetu



- Usmerjanje v internetu deluje na podlagi USMERJEVALNIH TABEL, ki jih ima vsako vozlišče.
- Za lokalna omrežja je značilno, da potujejo podatki v in iz omrežja vedno preko istega vozlišča, ki ga zaradi svoje funkcije imenujemo PREHOD.
 - Kot prehod lahko služi običajni računalnik PC z ustrezno programsko opremo.
- Tvorjena usmerjevalna tabela ima samo nekaj pravil, ki jih lahko povzamemo takole:
 - če je naslovnik paketa številka IP, ki se začne s 127, potem paketa ne pošlji nikamor,
 - če je naslovnik paketa naprava, ki se nahaja v lokalnem omrežju, ga pošlji k tej napravi,
 - če je naslovnik paketa naprava, ki se ne nahaja v lokalnem omrežju, pa ga pošlji k prehodu.

24.2.2010

RKO I

52



IPv4



IP header:

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Version				IHL				TOS				Total length																			
Identification								Flags				Fragment offset																			
TTL				Protocol				Header checksum																							
Source IP address																															
Destination IP address																															
Options and padding :::																															

24.2.2010

RKO I

53



IP protokol



IP paket je sestavljen iz naslednjih polj:

- Version (uporabljena verzija protokola, poznamo IPv4 in IPv6),
- IHL (dolžina čela v 32bitnih besedah, zaradi opcij ta ni konstantna),
- Type of service (vrsta storitve, originalno vsebuje prioriteto in določa, kaj je za prenos paketa najpomembnejše: nizka zakasnitev, dobra prepustnost ali visoka zanesljivost),
- Total length (dolžina paketa, največja dovoljena dolžina paketa je 65535 zlogov),
- Identification (določa, kateri fragmenti spadajo skupaj),
- Flags (zastavica DF, ki prepove fragmentiranje datagrama in zastavica MF, ki pove, da fragment ni zadnji),
- Fragment offset (določa vrstni red za sestavljanje fragmentov),
- TTL (čas življenja paketa omejuje njegovo obstojnost v omrežju),
- Protocol (kateremu višjeslojnemu protokolu so podatki namenjeni),
- Header checksum (kontrolna vsota za glavo paketa, ni CRC ampak enostavnejše),
- Source IP address (naslov pošiljatelja),
- Destination IP address (naslov prejemnika),
- Options (opcije v zvezi z varnostjo in usmerjanjem) in
- Data (podatki).

24.2.2010

RKO I

54



IPv4 in IPv6



- IP številke dolge 4 zloge (IPv4) počasi zamenjujejo IP številke dolge 16 zlogov (IPv6), ker:
 - s hitro rastjo interneta se večja potreba po novih IP številkah
 - se IPv6 naslovi bolj uravnoteženo dodeljujejo (90% IPv4 naslovov je dodeljenih Ameriki)
 - IPv6 nudi boljše podporo aplikacijam v realnem času
 - IPv6 nudi boljše varnostne mehanizme
 - IPv6 ima enostavnejšo strukturo, zato je usmerjanje hitrejše
 - odkrivanje napak je prepuščeno 2. in 4. sloju



ARP



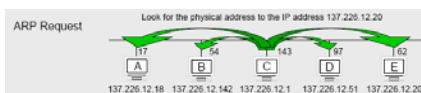
- Protokol **ARP** ('Address Resolution Protocol') je kontrolni protokol omrežnega sloja.
- ARP se uporablja za poizvedovanje po naslovih 2. sloja, ki jih potrebujemo za komunikacijo med dvema napravama (npr. naslovi MAC) v lokalnem omrežju.
 - ARP je zasnovan splošno, tako da je primeren za vse vrste naslovov strojne opreme.
- Naprava, ki želi komunicirati s svojim sosedom, mora predhodno izvedeti naslov njegove strojne opreme. V usmerjevalnih tabelah pa piše le njegova številka IP.
- Protokol ARP napravam omogoča, da si ustvarijo tabele s preslikavami med logičnimi naslovi (IP številke) in fizičnimi naslovi (npr. MAC naslovi).



ARP



1. Oddajnik pošlje z razpršeno oddajo čez celoten segment lokalnega omrežja paket ARP, v katerem sprašuje po naslovu strojne opreme, ki jo uporablja naprava s podano številko IP.



2. Ko ta paket ARP doseže naslovnika, se ta odzove s paketom ARP, v katerem pove naslov svoje strojne opreme.



3. Paket ARP zaznajo tudi naprave, ki ne sodelujejo v komunikaciji in tako lahko samo s poslušanjem izvedo naslove strojne opreme v lokalnem omrežju.

24.2.2010

RKO I

57



ARP



- Najpomembnejša polja v paketu ARP so:
 - Hardware (določa uporabljeno strojno opremo, npr. ethernet),
 - Opcode (določa, ali gre z vprašanje ali odgovor),
 - Source HA, Source PA (pošiljatelj naslov strojne opreme in IP naslov),
 - Destination HA, Destination PA (prejemnikov naslov strojne opreme in IP naslov).

ARP header:

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Hardware type												Protocol type																			
Hardware address length						Protocol address length						Opcode																			
Source hardware address :::																															
Source protocol address :::																															
Destination hardware address :::																															
Destination protocol address :::																															
Data :::																															

24.2.2010

RKO I

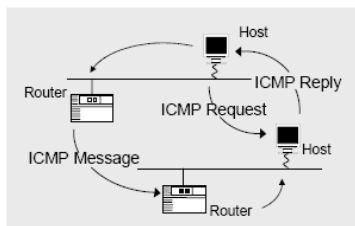
58



ICMP



- Protokol ICMP ("Internet Control Message Protocol") je namenjen posredovanju nadzornih sporočil v internetu.
- ICMP je sicer protokol 3. sloja, a je zasnovan na IP protokolu.
- Primer: Usmerjevalnik ugotovi, da je paketu TTL potekel in o tem obnesti pošiljatelja.
- Primer: Pošiljatelj želi samo, da se naslovnik odzove (Echo Request - Echo Reply)



24.2.2010

RKO I

59



DHCP in SNMP



- Protokola, ki sicer spadata že v aplikacijski sloj, a sta namenjena administraciji omrežij:
 - **DHCP** ("Dynamic Host Configuration Protocol") deluje obratno kot ARP. Z njim naprava pridobi svojo številko IP in tudi druge podatke, kar omogoča dinamično konfiguriranje naprav.
 - **SNMP** ("Simple Network Management Protocol") pa je protokol za nadzor naprav v omrežjih.
 - Lastnosti, ki jih lahko nadziramo, so zapisane v posameznih napravah v bazah MIB (ang. Management Information Base).
 - SNMP sporočila se pošiljajo v obliki navadnega teksta preko zanesljive povezave TCP.

24.2.2010

RKO I

60

