

# Internet

*Riječ "Internet" kao pojam označava mnoge stvari, ali u izvornom obliku označava globalnu, svjetsku nakupinu računalnih mreža povezanih na dogovornoj osnovi koje među sobom podatke razmjenjuju Internet protokolom.*

*To je protokol iz trećeg sloja OSI modela čiji se podaci prenose bilo kojim protokolom drugog sloja. Zato je moguće povezivati raznorodne mreže. Posebno je važno da se jednako koristi za lokalne (LAN) kao i za globalne (WAN) mreže. Ta jednoobraznost istovjetna je i za programe i za ljude.*

*Podaci se u Internetu prenose IP datagramima, no korisnički programi uglavnom koriste User Datagram Protocol (UDP) ili Transport Control Protocol (TCP) čiji se podaci onda prenose IP datagramima.*

*Na toj se, pak, osnovi gradi čitav niz specijaliziranih protokola poput: SMTP, SNMP, TELNET, FTP, HTTP i dr.*

*Svako računalo u Internetu ima jedinstvenu Internet adresu, koje se grupiraju u mrežne adrese određene klase. Ljudi koriste Internet imena koje u numeričke adrese pretvara Domain Name Service (DNS).*

*Brojni čvorovi u Internetu spajaju dvije ili više mreža. Takvi se čvorovi zovu "gateway" i u njima se donosi odluka kojim putem proslijediti pojedini paket podataka. Odluka ovisi propusnosti i zagušenosti veza, cijeni prijenosa, vrsti paketa i sl. Taj se proces zove "routing", za razliku od procesa drugog OSI sloja koji koristi tehniku preklapanja paketa.*

*Internet je mreža za paketni prijenos podataka i kao takva ne vodi računa ni o kašnjenju općenito niti o kašnjenju među uzastopnim paketima. To ju čini neupotreblijivom za izokrone signale poput telefonije ili televizije koji su sve traženiji od korisnika.*

*Također, adresni prostor postaje sve tješnji. Sve to navodi na razmišljanje i brojne aktivnosti na temu "što poslije Interneta?". Trenutno se smatra da će standard IPv6 biti slijedeći korak.*

## Što je Internet ?

Riječ "Internet" u izvornom obliku označava mrežu nastalu međusobnim povezivanjem raznih mreža, koje podatke razmjenjuju Internet protokolom.

Internet, dakle, nije ni pravna osoba, ni tehnička infrastruktura, već samo dogovor.

Internet nema vlasnika, pa ni upravno tijelo. Vlasništvo postoji samo nad pojedinim dijelovima Interneta, nad pojedinim mrežama koje ga čine. Njima pripadaju i međusobne veze za povezivanje mreža.

Internet nema hijerarhiju, ni u tehnologiji, ni u infrastrukturi ni u organizaciji. Tako hijerarhije nema ni u pojedinim zemljama, pa nekoliko sasvim odvojenih mreža iz jedne zemlje može biti različitim putovima povezano drugim s mrežama koje su u Internetu. Obično se sve mreže unutar jedne zemlje međusobno povezuju, ali to je zbog smanjenja međunarodnih telekomunikacijskih troškova, a ne zbog toga što bi to Internet na bilo koji način od njih zahtijevao.

Kako računala povezana u Internet moraju imati jedinstvene adrese, a lično je i s nazivima koje koriste ljudi, nužna je neka središnja organizacija za koordinaciju. To su IANA (Internet Assigned Numbers Authority) i Internic (Network Information Center) koji izdaju adresne opsege organizacijama koje to od njih zatraže. Internet Activities board (IAB) i Internet Engineering Task Force (IETF) okupljaju ljude koji i dalje razvijaju Internet. Zanimljivo je da ta najviša tijela u Internetu zapravo nitko ne postavlja i ne nadzire.

### **Revolucionarna svojstva Interneta**

Opravdano se Internet smatra prekretnicom ne samo u tehnologiji već i u načinu življenja. Računalne mreže su postojale i prije Interneta, a konstruirane su i građene i poslije njegova osmišljavanja. No, Internet se od svih drugih razlikuje po nekim važnim svojstvima.

Za korisnike i programere najvažnije je svojstvo Internet protokola (IP) da se ne razlikuje u primjeni za lokalne (LAN) i globalne (WAN) računalne mreže. To znači da program, pa ni čovjek, komunicirajući s drugim programima ili ljudima ne trebaju znati gdje se njihov sugovornik fizički nalazi, niti provoditi posebne postupke u ovisnosti o tome.

Komunikacija je u načelu izravna, između krajnih sugovornika. Iako podaci prolaze kroz brojne posrednike, oni nisu svjesni sadržaja "razgovora", a povezani su mrežno umjesto hijerarhijski, čime se eliminiraju tipični problemi pouzdanosti i zagušenosti kod hijerarhijskih ili centraliziranih mreža.

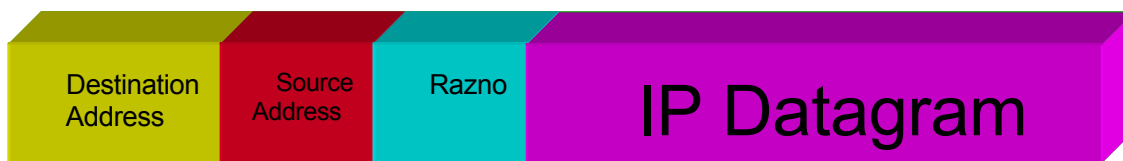
Internet nema vlasnika. Mreže od kojih se sastoji, svaka ima svojeg vlasnika. TCP/IP protokol je potpuno javan. Sve odluke o razvoju i promjeni tehnologije i standarda donose stručna, nezavisna tijela. Središnje funkcije, poput dodjele adresa ili imeničkog prostora (DNS), u rukama su nezavisnih tijela.

### **Korisnički aspekt Interneta**

Internet protokol je stariji od 20 godina. Stabilan je i vrlo raširen. Postoji za svaku HW i SW platformu, za svaki operacijski sustav. Besplatan je i podržava sve vrste razmjena podataka: elektroničku poštu, prijenos datoteka, telefoniju, kontinuirane, jednosmjerne audio i video signale, tekstualne "razgovore", hipertekst, virtualnu stvarnost. Korisniku i njegovim aplikacijama potpuno su nevidljive granice između lokalnih i globalnih mreža. Za bilo koju aplikaciju, dovoljan je dogovor dvaju sudionika, nije potrebno uspostaviti nikakvu središnju funkciju, niti zatražiti dozvolu. Korisnik sam definira koje vrste prometa dozvoljava svojim dijelom mreže, te s kim želi izmjenjivati informacije.

### **Internet protokol (IP)**

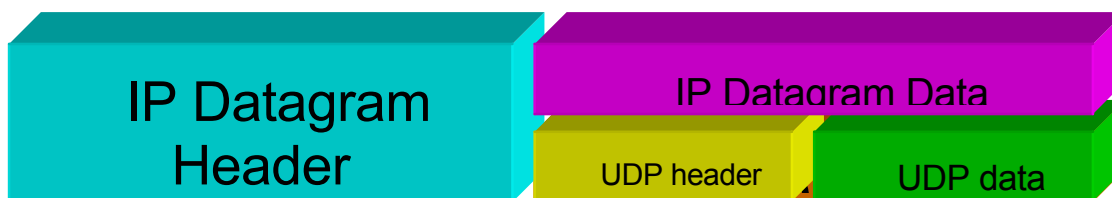
Internet protokol (IP) prilično je jednostavan. Podaci se razmjenjuju u paketima. Paket se sastoji od zaglavlja i od podataka (Slika ). Zaglavlje ima odredišnu adresu, izvorišnu adresu i nekoliko dodatnih atributa. Prostor s podacima sadrži podatke onako kako ih je korisnik želio poslati. Cijeli ovakav paket naziva se "Internet Datagram".



Ovaj osnovni prijenos zovemo “nepouzdanim” (*eng. unreliable*). Razlog tome nije što on ne prenosi podatke pouzdano, već u tome što sam protokol nema mehanizam potvrde prijensa. Slično, kao kada šaljemo razglednicu: ne dobijemo potvrdu da je ona zaista stigla na cilj. Ako nam je ta potvrda važna, pošta nam ju ne može dati, već u sadržaju razglednice moramo zamoliti primatelja da on nama pošalje razglednicu na kojoj će pisati da je primio našu.

### **User Datagram Protocol (UDP)**

User Datagram Protocol (UDP) vrlo je sličan Internet Protokolu i ima sličnu strukturu. Cijeli njegov paket, uključujući zaglavlje, prenosi se u podatkovnom dijelu Internet datagrama. U smislu slojeva protokola, to je sloj iznad Internet datagrama.



Na prvi se pogled čini da je ovaj sloj potpuno nepotreban, jer ne donosi novu funkcionalnost. No, ona se krije u jednostavnom dodatku. Osim odredišne adrese, UDP još sadrži i adresu “porta” (*vrata*). To je potrebno i vrlo korisno, jer omogućava da više od jedne aplikacije na odredišnom računalu koristi isti mrežni priključak i da svaka aplikacija dobiva samo “svoje” podatke. Naime, aplikacija će se priključiti na određena “vrata” i samo preko njih primiti i/ili slati podatke. Sistemski softver će primiti sve podatke s mreže i predavati ih odgovarajućoj aplikaciji tako da će pogledati u paket i pročitati odredišni port. UDP sadrži i podatak o odlaznom (izvorišnom) portu.

Ovdje se zapravo radio softverskom multipleksiranju podataka na veći broj virtualnih komunikacijskih kanala, a sve u jednom fizičkom. Adresa porta je dvobajtna, što omogućava preko 65.000 portova. Izbor porta je potpuno na volju korisniku koji dizajnira i/ili pokreće aplikaciju. Međutim, da bi instalacije i korištenje standardnih aplikacija bile lakše, dizajneri imaju mogućnost “rezervacije” portova kod IANA-e, tj. IANA će objaviti preporuku da se “po defaultu” na određene portove uvijek stavljaju iste aplikacije. Tablica 1 prikazuje najčešće, uobičajene portove.

### **Transport Control Protocol (TCP)**

Na istoj razini (sloju) kao i UDP, definiran je još jedan korisnički protokol: Transport Control Protocol (TCP). Iako po strukturi paketa izgleda identično kao i UDP, za razliku

od njega, ovaj protokol je “pouzdan” i s uspostavom veze. Radi se o namjeri prijenosa niza podataka, bitno duljeg od količine podataka u jednom paketu. Ovaj nam prijenos omogućava ne samo potvrdu prijema, već i osigurava ispravan redoslijed primljenih paketa te provjeru ispravnosti prenesenih podataka.

Da bi se to ostvarilo, posebno isporuka primljenih paketa u ispravnom redoslijedu, potreban je međuspremnik. Naime, zbog prirode samog Interneta, lako se dešava da paket koji je poslan prije ide duljim ili sporijim putem od onoga poslanog kasnije. Rezultat je krivi redoslijed pristiglih paketa na odredištu. TCP sloj će u međuspremniku sačuvati pakete sve dok ne dobije one koji redoslijedom dolaze ranije. Očigledno je da paketi moraju sadržati neki slijedni broj (*eng. sequence number*).

Sam niz podataka koji se prenosi je bez neke posebne strukture, pa govorimo o “unstructured data stream”. Prijenos je potpuni dvosmjerni (*eng. full duplex*).

I TCP koristi portove i multipleksiranje.

### **Viši protokoli**

Aplikacije rijetko koriste IP, a najčešće UDP ili TCP. Međutim, neke standardizirane aplikacije koriste protokole još više razine. Njihovi se podaci prenose ili u UDP ili u TCP “tovarnom” prostoru. Primjeri viših protokola su: Telnet, FTP, SMTP, SNMP, HTTP, rlogin i sl.

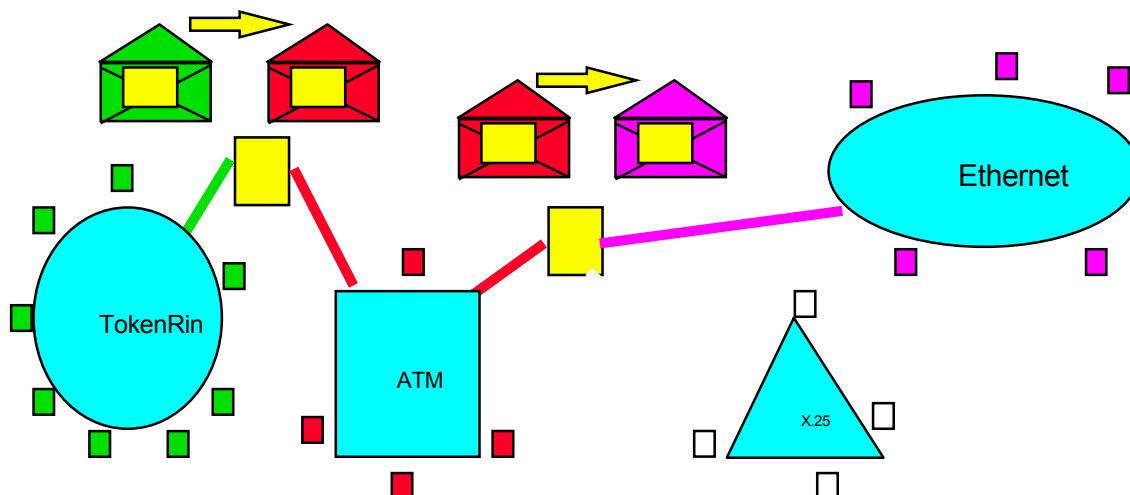
Port	Protokol	Koristi za prijenos	Aplikacija
21	FTP	tcp	file transfer
23	Telnet	tcp	remote terminal
25	SMTP	tcp	mail
69	TFTP	udp	file transfer
80	HTTP	tcp	web
110	POP3	tcp	mailbox access
119	NNTP	tcp	network news (USENET)
161	SNMP	udp	network management
220	IMAP3	tcp	mailbox access

**Tablica 1: Aplikacije portovi i protokoli**

### **Prijenos IP datagrama kroz mreže**

Računalne se mreže ostvaruju na različitim medijima i različitim prijenosnim protokolima niže razine (ISO OSI slojevi 1-2): Ethernet, Token Ring, FDDI, ATM i dr.

IP datagram je na trećem ISO OSI sloju. Oni se prenose u “tovarnom” (podatkovnom) prostoru nižih protokola (npr. etherneteta).



SW koji zapravo šalje pakete mrežom, mora imati tablicu koja povezuje pojedine IP adrese s MAC (Medium access) adresama računala čija je pojedina IP adresa. Tada će IP datagram rastaviti u nekoliko dijelova koji se ukrcavaju u podatkovni prostor nižeg protokola (npr. Ethernet) i prenose do odredišnog računala.

No, kako IP datagrami prelaze iz jedne mreže u drugu, pri čemu one mogu imati različite prijenosne medije i niže protokole? Očigledno je nužno uspostaviti jedno računalo koje će imati dvije komunikacijske kartice od kojih će svaka biti spojena u po jednu mrežu. To mogu biti i dvije (tehnološki) sasvim različite kartice i mreže (npr. jedna je Ethernet, a druga Token Ring). Takva računala, koja povezuju dvije odvojene mreže, nazivamo "gateway".

Sva računala u mreži u svojim tablicama koje povezuju IP i MAC adrese trebaju imati i tzv. "default" adresu, tj. adresu računala koje će primiti pakete namijenjene primateljima koji nisu na lokalnoj mreži. To je, očigledno, adresa gateway računala. Konkretno, kada jedno računalo želi poslati IP datagram za računalo koje nije u lokalnoj mreži, sastavit će pakete protokola niže razine, u njih će staviti IP datagram s odredišnom IP adresom stvarnog računala, a MAC adresa nižih paketa će biti adresa lokalnog gatewaya.

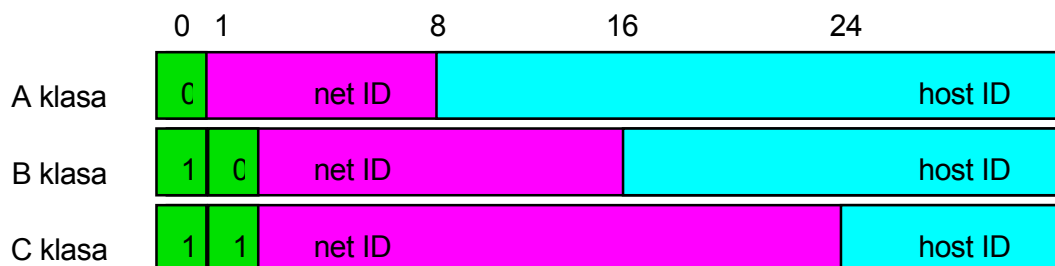
Kada gateway primi takvu poruku, vidjet će da je MAC adresa njegova, ali da IP adresa nije. Tada će u svojoj tablici potražiti ima li tu IP adresu. Ako ima, uzet će njenu MAC adresu i poslati pakete. Ako nema, uzet će MAC adresu slijedećeg gatewaya i poslati njemu. Na taj način paketi prelaze iz mreže u mrežu.

## IP adrese

Svako računalo u Internetu mora imati jedinstvenu adresu. Očigledno je da negdje na svijetu mora postojati središnji adresar. No, isto je tako očigledno da bi bilo praktički jako teško, sporo i skupo voditi računa o adresi svakog računala. Kako se računala obično grupiraju u lokalne mreže, to je odlučeno da se na svjetskoj razini vodi tablica adresa samo za mreže, a svaka mreža onda vodi računa o svojim računalima. To znači da je početni dio IP adrese zapravo adresa mreže, a ostatak je adresa računala. No, koliki dio ukupne adrese treba namijeniti mreži, a koliko za njena računala? Očigledno to ovisi o veličini mreže, tj. maksimalnom broju računala u jednoj mreži. To nije toliko

tehničko pitanje, koliko organizacijsko. Stoga su pri osmišljavanju IP adresiranja predviđene tri veličine mreža: male (do 254 računala), srednje (do 65,534 računala) i vrlo velike (do 16,777,214 računala). Tako dobivamo i "klase" adresa: A, B i C.

### **Povezivanje IP i MAC adresa**



Sada, kad imamo definirane IP adrese, jednoznačno možemo označiti paket podataka kad ga predajemo mreži on će doći sigurno na odredište, ma gdje ono bilo. međutim, već na prvom koraku treba riješiti još jedan problem. Naime, čak i ako paket samo šaljemo na susjedno računalo u istoj sobi, predajemo ga zapravo nižem komunikacijskom sloju koji će ga zaista odaslati nekim medijem. Taj sloj ima svoj sustav adresiranja: MAC adresu. Da bi naš paket stigao na pravo računalo, tom sloju moramo reći MAC adresu odredišnog računala, a ne IP adresu.

Postavlja se pitanje: «kako znati koja MAC adresa pripada nekoj IP adresi». Jednostavan odgovor glasi: napravimo tablice i popunimo ih. Za svaku IP adresu s kojom želimo komunicirati, unesimo u tablicu i njenu MAC adresu. Već na prvi pogled vidljivo je koliko je to nespretno i zahtjevno. Pri bilo kakvoj promjeni (kvar komunikacijske kartice, na primjer) potrebno je promijeniti podatak o MAC adresi na svim računalima koja bi željela komunicirati s računalom koje je promijenilo MAC adresu.

Stoga se primjenjuje mehanizam dinamičkog punjenja tablica, tzv. «Address Resolution Protocol» (ARP). Taj protokol nije dio Internet protokola, već fizičkog sloja. Kad računalo fizičkom sloju preda neki IP paket za slanje, fizički sloj pogleda u svojoj «priručnoj» tablici koja mu je MAC adresa. Ako taj podatak nema, primijeni ARP za utvrđivanje MAC adrese koju zatim unese u tablicu za sve buduće potrebe.

Kako ARP radi? Na broadcast MAC adresu pošalje paket sa željenom IP adresom i pitanjem «čija je ovo adresa?». Sva će računala primiti paket i interpretirati ga. Međutim, odgovor će poslati samo ono računalo koje ima odgovarajuću IP adresu. Kao odgovor, poslat će svoju MAC adresu.

### **Routing**

Već je objašnjena funkcija «gateway-a». On prebacuje IP datagrame iz jedne mreže u drugu. U složenim mrežama, gateway će često imati više priključaka na više mreža. Svaki priključak može biti i nekom drugom komunikacijskom tehnologijom. Zbog slojne

strukture mrežnih protokola, to neće biti problem, a ARP-om će se puniti tablice koje povezuju IP adrese s konkretnim MAC adresama.

Međutim, kad ima više od dva priključka, gateway mora donijeti odluku kojim putem će odaslati paket, pogotovo kad odredišno računalo nije na mreži s kojom je gateway izravno povezan, već se do odredišnog računala dolazi kroz nekoliko mreža (i gateway-a). Kako bi se veličina tablica držala u granicama prihvatljivog, a da je istovremeno moguće proslijediti paket za bilo koju mrežu na svijetu, gateway u tablicama drži podatke samo za računala na izravno spojenim mrežama, za sve ostala drži podatke o njihovim mrežama te MAC adresu prvog idućeg gateway-a koji će pakete za tu mrežu odnijeti dalje. Tako će gateway odluku o smjeru slanja paketa donijeti na osnovi mrežnog dijela IP adrese odredišnog računala.

No, kako će gateway znati koji od njegovih susjednih gateway-a može prenijeti podatak do udaljenog računala do kojeg se dolazi kroz nekoliko (desetina, stotina) gateway-a? Tako da mu susjedni gateway-i pošalju podatke iz svojih tablica mreža, kad god se u njima dogodi neka promjena.

No, kad se mreže počnu međusobno višestruko povezivati, postoji više od jednog puta između dva računala koja žele izmijeniti podatke. Dakle, u tablici je za neku mrežu moguće zabilježiti više od jednog puta. Kako tada donijeti odluku kojim putem slati podatke? Potrebno je uvesti neku metriku, način mjerenja poželjnosti ili prikladnosti putova. Prvi način mjerenja koji je bio primijenjen imao je samo jedan parametar: broj gateway-a između dva računala. Kad bi gateway primio podatke (tablice) od svojih susjeda u njima bi pored adrese svake mreže u koju oni znaju poslati pakete bio i podatak o «udaljenosti» tj. broju gateway-a to odredišta. Unoseći te podatke u svoju tablicu, gateway bi primljene udaljenosti povećao za jedan. Tako, bi kod odlučivanja o putu kojim će otposlati primljeni paket, gateway odabirao put s najmanjom udaljenosti. Danas gateway nazivamo «router», jer pored prosljeđivanja paketa, važan mu je zadatak odabrati najbolji put do odredišta.

Naravno, čak i kad je broj rutera između dva računala isti, ti putovi uopće ne moraju biti iste kvalitete. Brzina prijenosa podataka može biti različita, kao i prometno opterećenje i mnogi drugi parametri. Stoga se u suvremenim ruterima koristi čitav niza parametara za određivanje kvalitete nekog puta, kao što su: brzina uspostave veze, prometno opterećenje, efektivna brzina prijenosa podataka, novčana cijena korištenja veze, broj grešaka u prijenosu podataka i sl.

Dakle, ruteri međusobno ne razmjenjuju samo adresu mreže i udaljenost, već i čitav niz drugih parametara. Ta se razmjena radi u skladu s tzv. «routing protocol-om» koji je namijenjen specifično razmjeni podataka o rutama. Najčešće korišteni ruting protokoli su: RIP, IGRP, OSPF.

Očigledno je da svaka promjena u stanju mreže: opterećenje, kvar, dogradnja mreže i sl. pokreće razmjenu podataka o rutama kroz sve rutere u svijetu. Stoga i stanje u tablicama nikad nije statično već se stalno mijenja («živi», «diše», «pumpa»). Kako bi se taj prijenos podataka držao pod kontrolom, na svjetskoj je razini dogovoreno izvjesno pojednostavnjenje. Odvojen je jedan broj rutera (nekoliko desetaka) koji čine tzv. «core gateway system». Oni su međusobno povezani i razmjenjuju točno dogovorene podatke po strogo dogovorenom protokolu: GGP, EGP, BGP, BGP4. Sve ostale mreže se spajaju na taj «core». Core ruteri odlučuju koje će podatke o rutama, primljene od svojih mreža proslijediti ostalim core ruterima i kada.

## **Domain Name System (DNS)**

Vidimo da je dovoljno poznavati IP adresu računala, pa mu je moguće poslati podatke, ma gdje se ono nalazilo. Povezane mreže i ruteri će se pobrinuti za dostavu podataka.

Međutim, IP adrese nije lagano zapamtiti. Cijeli IP adresni prosto je «ravan» tj. u samoj adresi nema neke strukture koja bi nam olakšala pamćenje. Telefonski brojevi, za razliku od toga imaju hijerarhijsku strukturu. Početni dio broja je šifra zemlje, zatim grada, a onda telefonske centrale. Posljednje tri ili četiri znamenke su broj priključka na centrali. Kod IP adresa to uopće nije tako. Mrežne adrese se dodjeljuju redosljedom zaprimanja zahtjeva. Tako dvije uzastopne adrese IP mreža mogu pripadati mrežama koje se nalaze na dva različita kontinenta.

Stoga je osmišljen sustav koji će ljudima olakšati pamćenje adresa. Omogućeno je da se računalima dodjeljuju imena, simbolički nazivi. Očigledno je onda negdje na računalima potrebno držati tablicu koja povezuje simboličke nazive s IP adresama. Kako bi se veličina tih tablica držala razumnom, ali i olakšalo njihovo održavanje, smišljen je hijerarhijski sustav, tzv. sustav domena.

Na najvišoj razini sustav naziva je podijeljen na zemlje. Tako Hrvatska ima oznaku «hr», Njemačka «de», Austrija «at», Slovenija «si» itd. Hrvatska «ispod» svoje domene samostalno određuje domene na slijedećoj razini, i one se (uglavnom) dodjeljuju pravnim osobama. Domene na drugoj razini odvojene su od najviše točkom i pišu se ispred najviše domene, koja uvijek dolazi posljednja i bez točke na kraju. Na primjer, «fer.hr», «carnet.hr», «irb.hr», «vlada.hr» primjeri su postojećih domena u Hrvatskoj. Vlasnici domena da drugoj razini, potpuno samostalno raspoređuju treću razinu, pa je ona na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu (FER) na primjer podijeljena zavodima: «zesoi.fer.hr», «rasip.fer.hr», «cc.fer.hr» itd. I zavodi bi mogli napraviti daljnju podjelu, ali uglavnom nisu. Na toj razini su zaustavili daljnje hijerarhijsko dijeljenje. Imena pojedinačnih računala dolaze na početak naziva, pa su tako «diana.zesoi.fer.hr», «maja.zesoi.fer.hr», «www.zesoi.fer.hr» potpuni nazivi računala na Zavodu za elektroničke sustave i obradbu informacija (ZESOI) ili tzv. «fully qualified domain names».

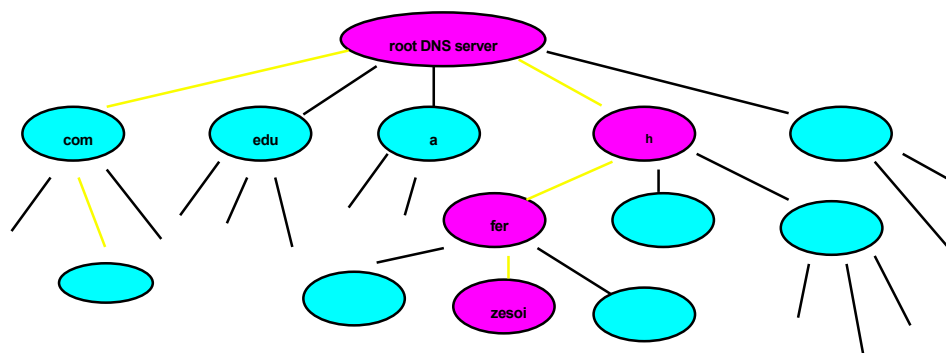
Kako se ta simbolička imena prevode u IP adresu? Sustav koji to obavlja se zove «domain name system» i čine ga tzv. «domain serveri» tj. računala registrirana za tu funkciju, na kojima se neprekidno izvršava odgovarajući program («name daemon»). Na svjetskoj su razini odvojena zasebna računala koja obavljaju samo taj posao i nazivaju se «root serveri». Svi imaju iste tablice i ima ih više samo zato da mogu zamijeniti jedno drugo i podijeliti teret upita. Njihove tablice sadrže samo podatke o najvišim domenama (koje pripadaju državama) i domain serverima koji su zaduženi za drugu razinu svake od tih domena. Konkretno, ako neko računalo želi saznati IP adresu računala diana.zesoi.fer.hr, poseban «name resolution» softver na tom računalu će poslati upit na neki od root servera i pitati ga zna li IP adresu za to ime. Root server će odgovoriti da ne zna, ali da upit treba poslati na računalo dns.carnet.hr čiju će IP adresu root server priključiti odgovoru. «Name resolution» program će sada ponoviti upit, ali na računalo «dns.carnet.hr» koje je zaduženo za svedomene druge razine u «.hr» domeni. ono će i opet odgovoriti da ne zna adresu, ali da to treba pitati računalo «dns.fer.hr» koje je zaduženo za «fer.hr» domenu, a ono će i opet preusmjeriti upit na



«dns.zesoi.fer.hr», koje u svojim tablicama ima popis svih računala na zavodu pa tak o računala «diana» te će vratiti traženu IP adresu.

Vidljivo je da je potrebno napraviti onoliko upita koliko segmenata (hijerarhija) ima naziv računala. To je vrlo brz način dolazanja do željene adrese. Istovremeno, održavanje cijelog sustava je vrlo jednostavno, a tablice male, jer se svatko brine samo za svoju domenu.

## Nedostaci



Rastom Interneta rastu i rutinske tablice, njihova razmjena i održavanje je sve složenije i traži sve više resursa. Djelomice je tome kriva i «ravni» adresni prostor. Da je u njemu nešto hijerarhije, bilo bi lakše usmjeravati pakete.

Osim toga, adresni je prostor premali. Tja je problem već desetljeće u žarištu pažnje stručnjaka. Na sreću, predviđanja da će još prije nekoliko godina ponestati adresa, nisu se obistinila. Uglavnom, intenzivnom radu na «štednji» adresa, tj. kvalitetnijoj raspodjeli A i B klasa adresa koje su u ranim godinama Interneta dodjeljivanje kroisnicima koji neamju dovoljan broj instaliranih računala da opravdaju alokaciju od čak 65.000 adresa, pa i više. Svejedno, problem dovoljnog broja adresa ostaje i samo je pitanje dana kad će postati najvećim prioritetom.

Međutim, najveći današnji problem Interneta je što ne podržava izokrone signale, poput telefonskog razgovora ili video prijenosa koji su sve češća potreba i zahtjev korisnika.

## Budućnost Interneta

Budućnost je zajamčena. Internet kao ideja slobodnog povezivanja računalnih mreža je tu da ostane. Da li će se sam Internet protokol i dalje primjenjivati je drugo pitanje. današnja verzija protokola će se morati zamijeniti nekom novijom. IPv6 je kandidat za nasljednika već niz godina. Iako su ranija predviđanja govorila da će IPv6 već odavno biti u širokoj upotrebi, problem promjene svih softvera na svim računalim u Internetu se pokazao većim nego što se očekivalo, pa je taj proces bitno usporen.

Što se tiče izokronih signala, najozbiljniji je kandidat za rješenje protokol za rezervaciju prijenosnog pojasa (enlg. «bandwidth») pod nazivom RSVP.

I dok danas doživljavamo svojevrsnu renesansu otkrivajući blagodati trenutnog i slobodnog komuniciranja s ljudima koje nikada nećemo uživo sresti, prava eksplozija Interneta se tek očekuje kad ozbiljno počne jedni s drugima komunicirati strojevi, od onih u industriji i prometu, do onih u kućanstvima i u džepovima ljudi.

### **Literatura**

1. Douglas Comer: "Internetworking With TCP/IP", Prentice Hall, ISBN 0-13-470188-7
2. Daniel C. Lynch, Marshall T. Rose: "Internet System Handbook", Addison Wesley, ISBN 0-201-56741-5
3. John S. Quarterman, Smoot Carl-Mitchell "The Internet Connection", Addison Wesley, ISBN 0-201-54237-4

### **Pitanja**

1. Što je Internet ?
2. Kako se zove komunikacijski protokol korišten u Internetu ?
3. Po čemu se Internet razlikuje od svih dotadašnjih mreža ?
4. Koja je razlika primjene IP protokola u LAN-ovima u odnosu na WAN-ove ?
5. Tko je vlasnik Interneta ?
6. Koja osnovna svojstva čine Internet široko primjenjivim ?
7. Što je to UDP ? Koja su mu svojstva ?
8. Što je to TCP ? Koja su mu svojstva ?
9. Koji su viši protokoli koji se prenose IP-om ?
10. Kako se prenose IP datagrami različitim mrežama ?
11. Kako izgledaju i kako se koriste Internet adrese ?
12. Kako se povezuju Internet i MAC adrese ?
13. Što je to «routing» ?
14. Čemu služi DNS ?
15. Što je to «World Wide Web» ?
16. Koji su nedostaci Interneta ?
17. Koja je budućnost Interneta ?

### **Pitanja za detaljnije proučavanje**

1. Kako se zna, koja od paralelnih aplikacija na računalu treba primiti dolazeći Internet paket?
2. Što su to i čemu služe klase Internet adresa ?
3. Koliko upita DNS serverima treba učiniti kako bi se simbolička adresa pretvorila u numeričku ?
4. Koja je razlika UDP i TCP protokola ?
5. Kakav je odnos TCP/IP i OSI modela ?