

Tomaž Kalin:
Uvod v tehnologijo Interneta

1. Uvod

Internet je pojem, ki ga danes srečujemo v najrazličnejših kontekstih, zato je primerno, da ga na začetku opredelimo. V najširšem smislu so to "ljudje, računalniki in informacije, ki so elektronsko povezani s skupnimi postopki (protokoli) za medsebojno komunikacijo".

Čeprav je Internet prodrl v javno zavest šele pred nekaj leti, se je njegov razvoj začel že pred več kot 35 leti (Lynch, 1993). Leta 1961 je L. Kleinrock z MIT priobčil svoj koncept "preklapljanja paketov" za prenos podatkov in povezovanje računalnikov. Vse dotlej pa je prevladovalo mnenje, da bodo računalniki med seboj - in tudi ljudje z računalniki - komunicirali po klasičnem telefonskem omrežju, pri čemer se bo za čas povezave zasedala direktna telefonska linija med obema sodelujočima subjektoma, in to ne glede na to, ali se prenašajo podatki ali pa uporabnik sedi in premišljuje o naslednji akciji.

Pri preklapljanju paketov se podatki, ki jih hočemo prenesti, razdelijo v manjše enote, "pakete", ki vključujejo tudi naslov računalnika, ki so mu podatki namenjeni. Ta paket se potem odpošlje v "mrežo", ki je sestavljena iz vrste specializiranih računalnikov, "vozlov", ki prenesejo paket naslovniku. Na ta način si uporabniki učinkovito delijo drage telefonske povezave. Za takšno delovanje mreže so seveda potrebni natančno določeni postopki - komunikacijski protokoli, ki jih upoštevajo vsi udeleženi v procesu. Ti protokoli, imenujemo jih IP (Internet Protokoli), seveda niso nastali v trenutku, ampak je njihov razvoj potekal več ali manj kontinuirano skozi dve desetletji (Cerf, 1993).

V letih 1970 do 1972 je začela delovati in prenašati podatke prva geografsko porazdeljena mreža ARPANET v ZDA, ki jo je financiralo ameriško obrambno ministrstvo. V samem začetku je šlo za eno samo mrežo vozlov, v katero so bili povezani uporabniški računalniki. Zato so bili postopki usmerjanja paketov relativno enostavni. V nadaljnjem razvoju so se začele med seboj povezovati cele avtonomne mreže, zato je bilo treba izpopolniti postopke za izbor optimalne poti skozi različna omrežja. Da bi lahko enolično opisali računalnike, ki so povezani v mrežo, dobi vsak računalnik IP naslov, ki ima v decimalni pisavi naslednjo obliko, npr. **193.2.1.180**. S skrbno definiranimi postopki je poskrbljeno, da je na svetu en sam računalnik z določenim naslovom. Ta naslov se uporablja za usmerjanje paketov preko 50,000 mrež, ki so danes povezane v Internet.

Običajen uporabnik redko naleti na okoliščine, ko bi moral poznati naslov namembnega računalnika, ponavadi pozna le ime računalnika (ali določene storitve), kateremu bi želel poslati informacijo ali pa jo od njega dobil. Ime ima ponavadi obliko:

www.ibm.com

ftp.arnes.si

Prednost takega (dvojnega) sistema - naslovov za "notranjo rabo" v mreži ter imen za uporabnike - je v tem, da upravljalci storitev lahko uporabljajo drug računalnik z drugim naslovom za nudenje istih storitev, kadar koli je to potrebno, ne da bi jim bilo treba to dejstvo posebej objavljati. V takem primeru je potrebno le poiskati računalnik, ki lahko v določenem trenutku nudi zahtevane storitve.

Preslikava iz imen v naslove mora biti zanesljiva, hitra - saj se mora izvršiti v času vzpostavljanja zveze - in obvladljiva. Glede na to, da je v tem času na svetu več deset milijonov računalnikov, ki so povezani na Internetu, je jasno, da baze podatkov, ki služijo za preslikave imen, ni mogoče vzdrževati iz enega samega mesta. Baza mora biti porazdeljena po vsem svetu in prav tako je porazdeljena odgovornost za pravilnost opravljenih vnosov. To funkcijo opravlja orodje DNS - Domain Name System (Albitz, 1994).

V zadnjem času se je pokazal kot posebej kritičen problem DNS-a predvsem postopek za dodeljevanje imen domen, kot so recimo "ibm", "microsoft", v okviru "globalnih vrhnjih domen" **.com**, **.org**, **.net**. Pred začetkom splošnega širjenja uporabe Interneta, ko je bila večina priključenih računalnikov še v ZDA, so določili vrsto globalnih vrhnjih domen, poleg zgornjih treh še **.edu**, **.gov**, **.mil**. Zadnji trije se še vedno uporabljajo izključno za ameriške izobraževalne institucije, vlado in vojsko, kritična in preobremenjena pa postaja predvsem domena **.com**, saj hočejo vse komercialne organizacije imeti imena svojih računalnikov v eni od globalnih domen, to je v **.com** domeni. Posebej to velja za ameriške firme, pa tudi za podjetja drugod po svetu. V Evropi in drugod po svetu se je sicer uveljavila uporaba nacionalnih vrhnjih domen, ki je sestavljena iz dveh znakov ("si" za Slovenijo). Seveda pa v ZDA zelo redko naletimo na rabo **.us** domene. Tu gre za posledico zavesti, da je Internet nastal pri njih in si zaradi tega dejstva lastijo poseben status. Ob eksploziji Interneta je zato zrasla vrhnja domena **.com** preko vseh razumnih meja. Že v letu 1997 je obsegala več kot 1.500.000 imen in rastle s hitrostjo 100.000 na mesec. Problemi ne nastopajo le zaradi velikosti datoteke in s tem povezanimi časi iskanja naslova, ki pripada nekemu imenu, ampak tudi zaradi zanesljivosti celega sistema, ki sloni na natančni preslikavi imena v Internet naslov. Prizadevanja za rešitev problema, ki ga zaostrejuje tudi težave, povezane z intelektualno lastnino, so v nenehnem reševanju. Zaradi nevarnosti za nemoteno delovanje Interneta, se je v to vključila tudi Mednarodna telekomunikacijska zveza ITU iz Ženeve.

Pomemben temeljni koncept je tudi odnos strežnik - klient. Vse storitve, ki jih normalno dosežemo preko Interneta, namreč uporabljajo ta koncept. Za razliko od končnega uporabnika, ki je praviloma človek, je "klient" proces, ki teče na računalniku ali delovni postaji in nastopa v komunikacijskem procesu v imenu uporabnika. Uporabnik (človek) oziroma klient v njegovem imenu zahteva neko informacijo od strežnika, ki na zahtevek odgovori in prek Interneta pošlje zahtevano informacijo. Tako uporabnik na enostaven način zadrži nadzor nad dogajanjem v svojih rokah. V zadnjem času pa se je začela pojavljati tudi tako imenovana potisna ("push") tehnika, kjer strežniki samostojno posredujejo (potisnejo) informacijo k uporabniku. Tak način bo nadalje preoblikoval Internet, tako kot se je to zgodilo ob prodoru WWW (svetovnega spleta).

2. Uporaba Interneta

Načinov, kako lahko uporabljamo Internet, je dandanes toliko, da postaja njegova uporaba skoraj nepregledna, vendar je mogoče rabo razdeliti na nekatere glavne kategorije. Najprej pogledjmo način vstopa v Internet.

2.1. Terminali

Prvi računalniki, ki so bili priključeni v Internet (oziroma njegovi predhodniki), so bili velikani, ki so stali v klimatiziranih dvoranah univerzitetnih računalniških centrov, oskrbovali pa so jih posvečeni operaterji in sistemski programerji. Navadni uporabniki so prišli v stik z Internetom le preko "neumnih" znakovno orientiranih terminalov. Terminalom primerno se je razvila in prilagodila tudi uporaba mrež: elektronska pošta, prenos datotek, kar je bilo treba poganjati z razmeroma zahtevnimi ukazi.

V 80-tih letih pa se je pojavil osebni računalnik (PC) in nato še ceneni modem, priključen na osebni računalnik. Prvi komunikacijski programi za PC so dali računalniku možnost, da se je priključil na veliki računalnik, vendar s posnemanjem starega terminala. Kmalu so prišli v uporabo programi, s katerimi je bilo mogoče prenesti datoteko iz PC na glavni računalnik ali obratno, preko telefonske zveze. Ti računalniki seveda še niso imeli Internet naslova in niso bili del Interneta v pravem smislu besede, čeprav so omogočali njegovo uporabo.

Šele v 90-tih letih je osebni računalnik dobil mrežno identiteto: IP naslov, priključno opremo za lokalne mreže ter za oddaljene računalnike, ki se povezujejo preko modema. Pojavila se je tudi programska oprema (PPP - Point to Point Protocol), ki omogoča, da se PC polnopravno vključi v Internet kot klient in tudi kot strežnik. Dodati velja, da je bil ves nadaljnji razvoj programske opreme vse do danes orientiran na osebne računalnike oziroma delovne postaje.

V zadnjem času se kažejo nekateri novi trendi v razmišljanju ponudnikov računalnikov in programske opreme; s skupnim imenom jih lahko označimo kot "mrežni računalnik." Ideja je naslednja: če bo večina ljudi uporabljala PC le za delo z Internetom, ali je potem sploh potrebno kupovati drage elemente, kot so recimo diskovne enote in raznolika programska oprema. Rešitev bi namreč lahko bila v mrežnem računalniku, ki bi imel vdelano le toliko programske opreme, da bi dosegal Internet, preko katerega bi iz specializiranih strežnikov dobil programe, ki bi jih potreboval tisti trenutek za zahtevano akcijo. Seveda bi ta način dela pomenil večjo obremenitev mreže, uporabniki pa bi zato vedno razpolagali z zadnjo verzijo programske opreme, optimizirano za rabo na mrežnem računalniku. Teoretično je to izredno mikavna rešitev predvsem za hitra interna omrežja z velikim številom porazdeljenih računalnikov, kjer so stroški programske opreme, zagotavljanje njene ažurnosti ter standardizacije po celem sistemu zelo veliki. Ocena Intela je, da stane velika podjetja vsak PC 8000 \$ na leto. Vendar raziskave (Zona

Research¹) kažejo, da kljub temu le 15% ameriških podjetij v naslednjih treh letih načrtuje prehod na mrežne računalnike.

2.2. Elektronska pošta

Elektronska pošta je eden od najosnovnejših načinov uporabe Interneta. Omogoča prenos krajših ali daljših sporočil od uporabnika do uporabnika. Za izvedbo te funkcije je bil izdelan skupek protokolov, ki skupaj tvorijo MTS (Mail Transfer System - Sistem za prenos pošte), ki uporablja Internet kot sredstvo za prenos podatkov. V samem začetku je bilo mogoče prenašati le zelo omejen nabor ASCII znakov, sedaj pa je z MIME standardi (Borstein in Freed, 1992) mogoče prenesti poljubne datoteke, zvočne zapise, slike in video zapise.

Uporabnik, ki želi uporabljati elektronsko pošto, mora na računalniku, ki je vključen v globalni sistem za prenos pošte, dobiti poštni predal, ki nosi njegov naslov (npr. tomaz.kalin@ijs.si). Zadnji del poštnega naslova služi za usmerjanje pošte do strežniškega računalnika, ki skrbi za oddajo in sprejem pošte, prvi del pa enolično identificira poštni predal uporabnika.

Uporabnikov klient (običajno je to osebni računalnik) se občasno poveže s strežnikom in pogleda, če je v času od zadnjega preverjanja prispela nova pošta. Če čaka nova pošta, se ta prenese preko Interneta na uporabnikov računalnik in (praviloma) briše iz pomnilnikov strežnika. Torej gre tudi tu za zahtevo za prenos s strani klienta, čeprav imamo lahko občutek, da pošta prihaja do nas nekontrolirano in je mnogokrat tudi nezaželena.

2.3. Prenos datotek

Prenos datotek je ena od najstarejših aplikacij na Internetu in je dolgo časa povzročala glavno prometa na mreži.

Klient, ki pozna protokol za prenos podatkov (FTP), zahteva od strežnika v imenu uporabnika določeno datoteko, ki jo bodisi pozna po imenu, ali pa jo uporabnik poišče v meniju, ki ga klient pripravi za uporabnika. Strežnik pošilja datoteko preko Interneta in ves čas prenosa uporabniku prikazuje podatke o uspešnosti prenosa, hitrosti, času, potrebnem do konca akcije itn. Uporabnik lahko s pomočjo svojega klienta, programa, ki teče na njegovem računalniku (recimo Fetch), upravlja z oddaljenimi datotekami, če ima za to vsa potrebna dovoljenja. Zato mora uporabnik imeti uporabniško ime in geslo na računalniku, na katerem so shranjeni odgovarjajoči podatki. Običajno pa uporabniki s pomočjo klientov uporabljajo t.i. "anonimni prenos datotek", ko so na nekem strežniku nameščene datoteke, ki so namenjene "celemu svetu" in se za njihov prenos ni treba posebej identificirati (zato "anonimni prenos"). Z zaščitnimi ukrepi je seveda preprečeno brisanje ali drugačno manipuliranje s takimi datotekami. Treba je poudariti, da se pri prenosu datotek klient poveže neposredno s strežnikom.

¹ <http://www.zonaresearch.com/>

2.4. WWW ali svetovni splet

WWW (World Wide Web) je tista aplikacija, ki je spremenila Internet iz orodja, znanega predvsem v akademskih krogih, v sredstvo za množično "deskanje" po informacijah. Slednje je omogočila predvsem funkcionalnost pregledovalnikov (browser), to je klientov, ki služijo za doseganje in pregledovanje WWW strani. V tem okviru pa so nadvse pomembni tudi dodatni programski sistemi, kot je "Java", saj so prvič omogočili, da lahko neuki uporabnik dosega izjemno široko paleto in količino informacij.

Osnovni protokoli, ki so potrebni za pregledovanje WWW strani, so HTTP (Hyper Text Transfer Protokol – Protokol) za doseg in prenos podatkov in HTML (Hyper Text Markup Language), ki definira način, kako bo dokument prikazan na zaslonu računalnika, na katerem teče WWW klient. Jasno je, da se morata tako ponudnik informacij kot klient pri predelavi informacij držati obeh protokolnih dogovorov.

Podatki so na strežniku organizirani v "straneh". To je poljubna količina podatkov, od nekaj vrstic do nekaj deset tisoč zlogov (bytov) podatkov. Strani so organizirane v obliki teksta, ki je formatiran v skladu s HTML pravili. Samo formatiranje, ki definira porazdelitev teksta po zaslonu na uporabnikovem računalniku, velikost črk, barva teksta itn., pa je odvisno od želja tistega, ki je stran pripravil. Poleg tega je mogoče v stran vključiti tudi kazalce na druge strani, ki se nahajajo bodisi na istem računalniku ali pa na nekem računalniku na drugem koncu sveta. Kazalci ali povezave ("links") vsebujejo vse potrebne informacije, da naš klient lahko vzpostavi novo povezavo z odgovarjajočim WWW strežnikom. To informacijo imenujemo URL (Universal Resource Locator) in je sestavljena iz imena WWW strežnika in imena datoteke, na kateri je želena stran (seveda v HTML obliki):

URL:HTTP://www.ibm.com/index.htm

Zgornji URL naslov pove klientu, da mora uporabiti HTTP protokol, da doseže stran **index.htm** na strežniku **www.ibm.com**. Nizanje verige s kazalci, ki kažejo v različne točke globalne mreže, nas je spremenilo iz knjižnih moljev v potencialne mrežne metuljčke, saj se brez napora spreletavamo po WWW.

Med podatki so lahko tudi barvne slike v različnih formatih, ki se prikažejo na straneh med tekstom, lahko je digitalno kodiran zvok in video ali celo program, ki teče na uporabniškem računalniku.

Elegantne izvedbe modernih pregledovalnikov, kot sta Netscapov Navigator in Comunnicator ali Microsoftov Explorer, poskrbijo, da dobi uporabnik ob sprejemu vse podatke predstavljene v izvorni obliki. S pomočjo predstavitvenih modulov t.i. "plugins" (vtaknjeni moduli) le-ti pokažejo grafiko ali sliko na zaslonu, predvajajo zvočni zapis ali video posnetek, ne da bi bilo uporabniku treba posebej ukrepati.

Še več, pregledovalniki so glede na to, kakšen je kazalec na novo stran (URL), sposobni sprožiti programe - kliente za povsem druge storitve, kot so HTTP, recimo program za prenos dodatek ali za elektronsko pošto. Med svojim delovanjem seveda uporabljajo ustrezne protokole za prenos datotek ali poštno protokole, neodvisno od WWW klienta, ki lahko med tem paralelno opravlja druge funkcije.

Ta spretna združitev večjega števila funkcij v enem samem programskem paketu je razlog za izjemen uspeh WWW in je odgovorna tudi za navidez enolično obvladovanje celega spleta informacij. Večina uporabnikov namreč sploh ne ve za različne metode prenosa, obravnavanja in prikazovanja različnih tipov podatkov.

- JAVA

Dodaten in nadvse pomemben korak pri razvoju WWW je Java. Pri Javi gre za povsem nov koncept, pri katerem se po mreži na uporabniški računalnik ne prenesejo le podatki, ki se nato na enoten način prikažejo na zaslonu, ampak se pošlje celoten program v Java programskem jeziku, ki se nato izvaja na uporabniškem računalniku, ne glede na to, ali je to PC, Apple ali Unix računalnik (The JAVA Tutorial, 1997).

Pri klasičnem načinu dela bi vzpostavili prek Interneta povezavo z drugim računalnikom, na katerem teče določena aplikacija, in bi z njo izmenjevali podatke. Pri Javi pa se – kot rečeno - program ("applet"), ki ga strežnik pošlje na uporabniški računalnik, tam tudi izvede. Pri tem daje pregledovalnik (Netscape Navigator, Microsoft Explorer itn.) okvir, v katerem se program izvaja.

Recimo, da želite pregledati poslovanje na svojem tekočem računu. Povežete se s svojo banko in s posredovanjem WWW pregledovalnikov dobite finančne podatke o poslovanju, skupaj z njimi pa še programček, ki je potreben za pregledovanje podatkov. Program lahko vključuje tudi funkcije za nakazovanje in vezavo sredstev itn.

Zanimiv primer uporabe Jave v izobraževalnem procesu na daljavo poteka na Univerzi Waterloo v Kanadi. Javo uporabljajo tako, da učencem prek Interneta dostavijo učni material, ki se nato izvaja na uporabniških računalnikih. S tem se odpravijo problemi zamud pri prenosu in pri obdelavi v primeru, če bi se izobraževalni programi izvajali na centralnem strežniku. "Metamedijski" projekt, kot so ga poimenovali, omogoča popolno fleksibilnost pri podpori učnemu procesu.

Možnosti, ki jih nudi Java v kombinaciji z modernimi pregledovalniki, so skoraj neizčrpane in jim mejo postavlja le iznajdljivost ljudi, ki pripravljajo in oblikujejo informacije. Pomembna omejitev pri uporabi modernih orodij pa je lahko tudi varovanje zasebnih podatkov.

- Indeksiranje in iskanje

Informacijska poplava postaja danes eden največjih problemov svetovnega spleta, saj je na Internetu mogoče doseči (če vsi WWW ali HTTP strežniki delujejo) že več sto milijonov strani ali datotek. Zato je pogosto nemogoče poiskati informacijo, ki nas zanima, čeprav je izdelana cela vrsta avtomatskih sistemov za indeksiranje in za iskanje.

Sistemi za indeksiranje so zmožni izdelati hierarhičen katalog informacij na določenem strežniku ali na več strežnikih. Sistemi za iskanje (Lycos, Alta Vista, itn.) se zato ves čas "plazijo" po Internetu in vključujejo vse kazalce, na katere naletijo. Ob tem poskušajo izdelati smiselni tezavrus besed na strani, rezultate pa spravljajo v velike baze podatkov, ki jih prečešajo, kadar uporabnik sproži iskalni postopek. Iskanje torej teče po vnaprej pripravljenih podatkih. Iskalni avtomati so še vedno zelo primitivni in kot rezultat pogosto vrnejo nepregledno množico možnih URL-jev, kjer bi se lahko nahajala zelena informacija. Na tem področju, ki je zelo težavno, je prav gotovo potrebno vložiti še mnogo naporov, preden bo prišlo do razvoja aktivnejše pomoči pri iskanju informacij v svetovnem spletu.

2.5. Potisna ("push") tehnika

V zadnjem času je mogoče zaslediti nov način uporabe Interneta - "push" tehnologijo. Za razliko od dosedanjih postopkov v tem primeru uporabniški klient ni tisti, ki začne akcijo kot npr. pri listanju po WWW. Pri pregledovanju WWW je namreč doseg do vsakega URL-ja samostojna zaključena transakcija in torej uporabnik v okviru ene same tipične uporabe zahteva vrsto neodvisnih podatkov.

Tipičen strežnik, ki nudi sveže informacije iz različnih virov (CNN, ameriški dnevnik in revije, ameriške borze, meteorološka služba itn.), je PointCast. Uporabnik preko Interneta naloži na svoj računalnik poseben program, ki v zelenih časovnih intervalih izvede proces ažuriranja podatkov. Od te točke naprej pa teče proces samostojno. Strežnik tudi preveri, katera verzija programske opreme teče v uporabnikovem računalniku in ponudi najnovjšo verzijo, ko je ta na razpolago. Posledica takšnega periodičnega dopolnjevanja podatkov za 1.2 milijona naročnikov je tudi dodatna obremenitev omrežja, saj se prenašajo vsi podatki, in ne le tisti, ki uporabnika v danem trenutku zanimajo.

Protokoli, ki so v pripravi (Marimba in Microsoft sta v ta namen združila svoje sile) predvidevajo nov jezik XML (Extensible Markup Language), sorodnik znanega HTML, ki se uporablja za opis strani v svetovnem spletu. XML klient, ki je vdolan v pregledovalnike, omogoča uporabniku, da se naroči na določene informacijske "kanale", preko katerih strežniki dobavljajo ažurne podatke. Ta vsebuje tudi nove verzije programske opreme, na katero je naročen uporabnik. Ob sprejemu se zastarela verzija avtomatsko zamenja. Uporaba potisne tehnike najbolj zanima upravljalce velikih porazdeljenih sistemov, ki so zelo zahtevni glede zagotavljanja ažurnosti programske opreme na vseh računalnikih v sistemu. Njena množična uporaba bi pomenila poleg povečanja zanesljivosti tudi izdatne prihranke pri vzdrževanju in montaži programske opreme. Za upravljalce velikih zaprtih sistemov ("Intranetov") je ta tehnika zanimiva že

sedaj, saj je pri Intranetu nevarnost, da bi preko mreže nevede prejeli nezaželen program, ki bi nepoklicanin omogočal vpogled v računalnik, bistveno manjša. Za širšo rabo pa je seveda potrebno dodobra izdelati zaščitne ukrepe.

Iz opisanega je razvidno, da je izraz "potisna tehnika" nekoliko zavajajoč, saj začnejo z akcijo v večini primerov uporabniki, ali njihov računalnik, šele nato pa strežnik - v koordinaciji z njihovim klientom - potiska predvidene podatke/programme proti uporabniku. Težko je oceniti posledice, ki jih bo prinesla široka uporaba potisne tehnike, vendar je jasno, da se bodo morale zmogljivosti Interneta znatno povečati, če bomo hoteli obdržati današnje stanje odzivnosti.

2.6. Druge aplikacije

Internet služi še celi vrsti drugih aplikacij za prenos podatkov. Med njimi je potrebno omeniti vsaj :

- News – Novice: Gre za sistem organizirane asinhrono tekstovne komunikacije, kjer se na strežniku vzpostavi vrsta interesnih skupin in kamor zainteresirani pošljejo svoje prispevke, ki jih nato lahko prečitajo vsi naročniki.
- IRC (Internet Relay Chat) – Klepet: Tu strežnik služi za sinhrono (v realnem času) komunikacijo med neko skupino ljudi. Vsak strežnik lahko služi več klepetom istočasno.
- Internetski telefon: Zvok, ki ga posname mikrofona, priključen na osebni računalnik, se spremeni v digitalno obliko, nato se podatki na primeren način kompresirajo in preko Interneta pošljejo naslovniku. Tak način telefoniranja je trn v peti Telekomom po vsem svetu. Pri nas ni dovoljen, v ZDA pa je Zvezna komisija za komunikacije - FCC - kljub protestom telefonskih družb ta način rabe Interneta že dovolila.
- Prenos slik in zvoka med dvema računalnikoma preko Interneta: S pomočjo (cenene) kamere in mikrofona lahko dva uporabnika komunicirata preko Interneta podobno kot pri telefonu. Količina podatkov, ki jih je treba prenesti za še sprejemljivo kvaliteto slike in zvoka, pa močno obremenjuje Internet omrežje, saj lahko dosežejo tudi 100.000 bit/sek.

Oba zadnja primera sta izjemi pri drugače splošno razširjenem konceptu klient – strežnik, saj gre tu za neposredno povezavo dveh enakopravnih oseb.

3. Tehnični elementi Interneta

Pri danih aplikacijah, ki tečejo na Internetu in pri čedalje večjem številu uporabnikov (konec 1997 je njihovo število preseglo 200 milijonov) sta zmogljivost strežnikov in prenosnih poti postala ozko grlo, ki ovira hitrejše širjenje rabe Interneta. Ozka grla so:

- zmogljivosti strežnikov

Osnovno stran podjetja Netscape² vsako sekundo preberejo več kot tisoč štiristokrat (1400!). Zato je moral Netscape v zadnjem času nekajkrat zamenjati računalniške sisteme, na katerih teče njihov WWW strežnik. Problem kulminira vsake toliko časa, ko Netscape (ali Microsoft ...) objavi, da je na razpolago nova verzija (zastonj) pregledovalnika in poskuša nekaj milijonov uporabnikov v istem času prenesti deset ali več 12 M bytov velike datoteke. Tudi ob drugih prilikah je moč opaziti kritična ozka grla pri skoraj vseh strežnikih.

- Premajhna kapaciteta "hrbtenic" Interneta

Čeprav je v principu Internet organiziran kot množica med seboj povezanih avtonomnih mrež, ki so teoretično povsem povezane, pa so se iz praktičnih tehničnih razlogov izoblikovale tako imenovane "hrbtenice". To so komunikacijske poti skupaj z vozlišči, na katere se privežejo pod-mreže. V Evropi imamo nekaj takšnih hrbtenic, ki so do sedaj uporabljale prenosne poti s hitrostjo 2 Mb/s, v 1997 pa je začela z delom hrbtenica s hitrostjo 34 Mb/s z načrti za povečanje na 155 Mb/s. V ZDA so te hitrosti vsaj za en red velikosti višje. Vendar tudi to še ni dovolj. Če pomislimo, da je količina podatkov v eni sami kvalitetni sliki okrog 100.000 bytov oziroma okrog 1 Mbit, potem vidimo, da prenos ene same slike zahteva pol sekunde pri hitrosti 2Mb/s. Nekaj sekundni video slabe kvalitete zahteva desetkrat več podatkov, digitalna TV (z uporabo MPEG 2 kodiranja) pa že blizu 1.5 Mb/s. Velika ovira pri povečanju kapacitet so zakonski ali pa dejanski monopoli Telekomov po vsem svetu, ki držijo telekomunikacijske cene na ravni, ki je tudi do 30 krat višja, kot so odgovarjajoči stroški za zagotavljanje storitev.

Zelo pogosto se omenja - posebej s strani Telekomov v Evropi - da je ATM (Asynchronous Transfer Mode) rešitev za vse zgoraj navedene probleme, predvsem za problem zmogljivosti Interneta, v resnici pa je, kar se tiče Interneta, ATM le eden od načinov, kako ponudnik telekomunikacijskih storitev izvede komunikacijski kanal med dvema točkama svoje telekomunikacijske mreže, ali pa med svojo mrežo in uporabnikom.

- Problem "zadnjega kilometra" (kako povezati uporabnika z Internetom)

Uporabniki Interneta se praviloma poslužujejo storitev lokalnega Telekoma, da se povežejo z dobaviteljem Internet storitve. Pri tem uporabljajo običajno telefonsko omrežje ter modeme, ki omogočajo prenos podatkov po telefonskem omrežju do 33.6 Kb/sekundo. V zadnjem času sicer prihajajo na trg modemi s hitrostjo do 56 Kb/s, vendar še niso dovolj razširjeni, pa tudi ustrezni standardi še niso dokončno definirani. Vendar tudi te hitrosti pomenijo, da je za prenos ene same slike vsebnosti 100.000 bytov treba še vedno čakati najmanj več deset sekund, če je kvaliteta telefonske linije zelo dobra in pri prenosu ne prihaja do napak.

² <http://www.netscape.com>

Nekoliko večje zmogljivosti nudi ISDN, kjer ima uporabnik na enem paru bakrenih žic, ki pridejo v njegovega telefona/računalnika, na razpolago dva kanala. To mu omogoča dva istočasna telefonska pogovora, ali dva digitalna kanala s hitrostmi po 64 Kb/s. Z združitvijo obeh kanalov je mogoče doseči 128 Kb/s, takrat se čas prenosa zgoraj omenjene slike lahko zmanjša na 8 sekund. ISDN je zaradi Interneta postal nadvse popularen v svetu in tudi pri nas. Pogoj za učinkovito uporabo ISDN pa je, da je kabel od uporabnika do telefonske centrale krajši od 5 km.

Te hitrosti seveda ne zadoščajo za vpeljavo novih aplikacij, med katerimi pogosto omenjajo digitalno televizijo "po naročilu". Za vsak TV kanal je namreč potrebno imeti prenos, ki omogoča vsaj 1.5 Mb na sekundo.

Ena od tehnologij, na katero pogosto stavijo, je ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), pri kateri je hitrost prenosa podatkov od uporabnika proti telefonski centrali med 16 in 640 Kb/s, v obratni smeri, od Interneta proti uporabniku pa 1.5 do 9 Mb/s, odvisno od dolžine kabla. Konec leta 1997 ADSL še ni bil standardiziran, vendar že teče nekaj večjih poskusov v ZDA in v Evropi (Texas, Virginia, Helsinki, Milano, Stockholm, itn.) za dostop do Interneta ter za televizijo po naročilu ("pay TV"). Žal pa je zaenkrat cena ADSL modemov bistveno višja kot pri navadnih modemih, vendar se manjša in je že padla pod 1000US\$. Kljub vsemu je ADSL tehnologija najbolj verjeten kandidat za rešitev hitre povezave uporabnikov z Internetom.

Obetavno osnovo za lokalni dostop nudi tudi kabelsko omrežje, ki v večini primerov služi le za distribucijo televizijskih signalov. Ob primerni tehnični opremljenosti sistema za dvosmerni promet je namreč (teoretično) mogoče doseči hitrosti do 10 Mb/s. Zaenkrat pa teče le nekaj eksperimentov v Evropi (Švica, Francija, Nizozemska), vendar pričakujejo, da bo do konca 1998 v Evropi inštaliranih 50 do 70 tisoč kabelskih modemov, ki so potrebni za priključitev računalnika na kabelsko omrežje. V ZDA, kjer velja pravilo, da so lokalni telefonski klici vključeni že v ceno mesečne naročnine, se nekoliko manj zanimajo za kabelsko tehnologijo.

4. Zaključek

Kaj je mogoče pričakovati v razvoju Interneta v nekaj prihodnjih letih? Napovedovanje prihodnosti na tem področju je izredno tvegano dejanje, vendar lahko razberemo nekaj osnovnih trendov:

- povečanje prenosne hitrosti "hrbtenic" na nekaj Gbitov na sekundo;
- povečanje prenosne hitrosti do uporabnikov na nekaj Mbitov na sekundo;
- razmah uporabe aplikacij, ki so osnovane na Javi (ali na Visual Basicu, če bo Microsoft uspel s svojo opcijo);

- širjenje potisnih strežnikov;
- uveljavitev inteligentnih iskalcev informacij v svetovnem spletu;
- nadaljnjo eksponentialno širjenje Interneta.

Dodati velja - čeprav je to druga tema – da lahko v bodoče pričakujemo tudi postopni prenos celotne svetovne zakladnice znanja na svetovni splet (WWW), kjer bo na do sedaj nesluten način dosegljivo vsem zainteresiranim uporabnikom.