

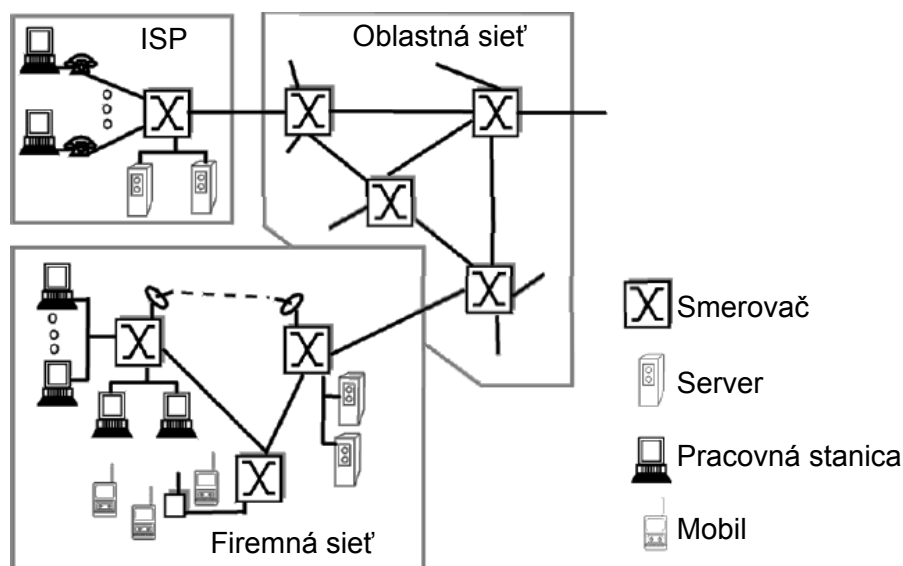
5 INTERNET A PROTOKOLY RODINY TCP/IP

Ciele

- Oboznámiť sa s architektúrou siete Internet,
- naučiť sa hierarchiu protokolov siete Internet,
- naučiť sa princípy adresácie v protokoloch TCP/IP.

5.1 Úvod

Internet je celosvetová počítačová sieť, ktorá prepája milióny číslicových zariadení na celom svete. Väčšinu z týchto číslicových zariadení tvoria stolné počítače, pracovné stanice a servery, ktoré uchovávajú a prenášajú informácie, ako napríklad WWW stránky a správy elektronickej pošty (e-mail). Na Internet sú stále viac pripájané aj netradičné číslicové zariadenia, ako napríklad Web TV, mobilné počítače a iné. Všetky tieto zariadenia sa nazývajú *hlavné zariadenia*, alebo *koncové systémy*. Internetové aplikácie sú programy sieťových aplikácií, ktoré bežia na takýchto koncových systémoch.



Obr.5.1 Niektoré komponenty Internetu

Koncové systémy, tak isto ako aj väčšina ostatných prvkov Internetu, používajú protokoly, ktoré riadia odosielanie a prijímanie informácií na Internete. Najdôležitejšie protokoly Internetu sú *TCP* (Transmission Control Protocol) a *IP* (Internet Protocol). Tieto základné Internetové protokoly sú známe pod označením *protokoly TCP/IP*.

Koncové systémy sú vzájomne prepojené komunikačnými linkami. Linky tvoria rôzne typy prenosových médií: koaxiálny kábel, medený vodič, optické vlákna a rádiové vlny. Jednotlivé typy liniek umožňujú prenášať dáta rôznymi prenosovými rýchlosťami.

Koncové systémy zvyčajne nie sú prepojené prostredníctvom jednej komunikačnej linky. Naopak, sú prepojené nepriamo cez pomocné prepínacie zariadenia, nazývané *smerovače*. Smerovač prijíma informácie z jednej zo svojich komunikačných liniek a následne ich odosiela na jednu z výstupných komunikačných liniek. Protokol IP definuje formát informácií prenášaných medzi smerovačmi a koncovými systémami. Cesta, po ktorej sa informácie prenášajú z koncového systému odosielajúceho údaje cez rad komunikačných liniek a smerovačov do cieľového koncového systému, sa nazýva *sieťová trasa*, alebo *cesta*.

Internet využíva techniku známu ako *prepojovanie paketov* (*packet switching*), ktorá dovoľuje zdieľať cestu, alebo časti cesty niekoľkým komunikujúcim koncovým systémom súčasne. Táto technika je uprednostňovaná pred vytváraním špeciálnej cesty medzi komunikujúcimi koncovými systémami. Prepojovanie paketov umožňuje často využiť linku efektívnejšie ako *prepojovanie okruhov* (kedy každá dvojica komunikujúcich koncových systémov získava vlastnú cestu).

Internet tvorí prepojená množina súkromných a verejných sietí. *Každá sieť, ktorá je pripojená na Internet, musí byť schopná spracovať protokol IP a vyhovovať istým konvenciám pokiaľ ide o pomenovanie a adresáciu*. Avšak až na tieto obmedzenia môže správca siete nakonfigurovať a prevádzkovať svoju sieť (t.j. svoju „zložku“ Internetu) podľa svojich požiadaviek.

Hierarchia Internetu v podstate pozostáva z koncových systémov pripojených na miestnych poskytovateľov internetových služieb (ISP) cez prístupové siete. Prístupovou sieťou môže byť lokálna sieť v rámci firmy, alebo univerzity, telefónna linka s modemom, alebo vysoko rýchlostná pevná sieť, alebo telefónna sieť. Miestni poskytovatelia internetových služieb sú spojení s regionálnymi poskytovateľmi internetových služieb, ktorí sú prepojení s národnými a medzinárodnými ISP. Národní a medzinárodní ISP sú prepojení na najvyššej úrovni hierarchie.

Na úrovni technického vybavenia a vývoja je realizácia Internetu možná prostredníctvom tvorby, testovania a implementácie štandardov Internetu. Tieto štandardy vyvíja skupina internetového inžinierstva (IETF - Internet Engineering Task Force). Dokumenty štandardov IETF sa nazývajú RFC (request for comments – žiadosť o pripomienky). RFC vznikli ako všeobecné žiadosti o pripomienky, za účelom riešenia problémov s architektúrou, ktoré sa vyskytli v predchodcovi Internetu. Hoci RFC nie sú formálne štandardom, dosiahli takú úroveň, že sú citované ako štandardy. RFC sú vysoko odborné a podrobné. Definujú také protokoly ako TCP, IP, HTTP (pre Web) a SMTP (pre elektronickú poštu s využitím otvorených štandardov). Existuje viac než 2000 rôznych RFC.

5.2 Model OSI a Internet

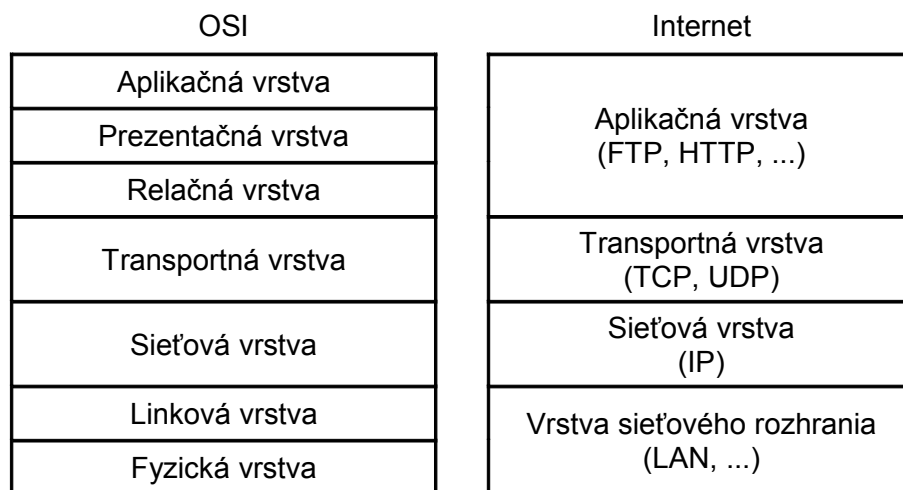
Internetové protokoly nie sú realizované na základe modelu OSI. Pre Internet sú definované 4 vrstvy:

Vrstva sieťového rozhrania (zodpovedá fyzickej a linkovej vrstve OSI). Zabezpečuje prenos paketov nadradenej vrstvy prostredníctvom špecifického prenosového média.

Sieťová vrstva. Používa protokol nazývaný Internetwork Protocol – skratka *IP* a pomocou neho zabezpečuje služby doručenia správ bez závislosti na prenosovom médiu, realizuje mechanizmus adresovania a mechanizmus smerovania správ.

Transportná vrstva. Zabezpečuje spoľahlivý prenos dát medzi koncovými uzlami. Na prenos údajov sú používané dva typy protokolov: *TCP* (Transmission Control Protocol) a *UDP* (User Datagram Protocol).

Aplikačná vrstva (zodpovedá aplikačnej vrstve OSI). Obsahuje protokoly, ktoré špecifikujú procedúry pre používateľa (prihlasovanie k serverom, prenos súborov a iné). Procedúry (aplikácie) sú rozdelené podľa použitého protokolu transportnej vrstvy.



Obr.5.2 Vrstvy modelu OSI a Internetu

5.3 Hierarchia protokolov Internetu

V tejto kapitole sú opísané niektoré protokoly Internetu s použitím referenčného modelu Internetu (viď Obr.5.2).

5.3.1 Vrstva sieťového rozhrania

Činnosť protokolov Internetu pred používateľmi skrýva funkciu tejto vrstvy. Je určená na prenos údajov špecifickým typom siete (napr. LAN Ethernet, Token Ring, atď.). Tento prístup znižuje potrebu zmeny vo vyšších vrstvách pri zavádzaní nových sieťových technológií (napr. ATM).

Činnosti vykonávané na tejto úrovni zahŕňajú zapúzdrenie IP datagramov do *rámcov*, ktoré sú prenášané sieťou. Jednou z predností TCP/IP je adresácia, ktorá identifikuje každý počítač na sieti. IP adresa musí byť konvertovaná na adresu vyhovujúcu fyzickej sieti, cez ktorú je datagram prenášaný.

Údaje určené na prenos sú prijímané z vrstvy Internet. Informácie vrstvy prístupu na sieť sú pridané v podobe hlavičky, ktorá sa pripája na začiatok údajov.

5.3.2 Sieťová vrstva

Najznámejším Internetovým protokolom na úrovni sieťovej vrstvy je Internet Protocol (*IP*), ktorý zabezpečuje základné služby na prenos paketov pre všetky siete *TCP/IP*. Okrem fyzických adries uzlov používaných vo vrstve prístupu na sieť, protokol *IP* implementuje systém logických adries nazývaných *IP adresy*. *IP* adresy sú využívané vrstvou sieťového rozhrania a vyššími vrstvami na identifikáciu zariadení a na smerovanie. Protokol *ARP* (*Address Resolution Protocol*) umožňuje protokolu *IP* dekódovať fyzickú adresu, ktorá náleží danej *IP* adrese.

IP využívajú všetky protokoly nadradených vrstiev, čo znamená, že všetky údaje sú prenášané pomocou *IP*, bez ohľadu na konečné miesto ich určenia.

Internet Protocol (IP)

IP je nespojovaný protokol. Ak sú potrebné spojované služby, pri zriaďovaní spojenia sa *IP* spolieha na protokoly iných vrstiev.

Takisto je úlohou iných vrstiev detekcia a zotavenie sa z chýb. Pretože *IP* neobsahuje detekciu a zotavenie sa z chýb, niekedy sa nazýva ako *nespoľahlivý protokol*.

IP podporuje komunikáciu medzi sieťovými uzlami a zaisťuje na základe schémy *IP* adresácie *smerovacie cesty* pre pakety, ktoré sa v kontexte tejto vrstvy nazývajú *datagramy*.

IP vykonáva aj *fragmentáciu datagramov* v prípade, že ich pôvodná veľkosť presahuje maximálnu dĺžku rámca, ktorý môže prijať cieľový uzol. Tú stanoví príslušná prenosová technológia (napr. Ethernet špecifikuje dĺžku rámca na maximálne 1 500 bajtov). *IP* protokol prípadne vykoná aj opätovné zloženie datagramu, tj. *defragmentáciu* prijatých údajov.

Internet Control Message Protocol (ICMP)

Internet Control Message Protocol (*ICMP*) je súčasťou sieťovej vrstvy a na odosielanie správ používa možnosť prenosu datagramov poskytovanú *IP*. *ICMP* vysiela správy, ktoré realizujú riadenie, hlásenie chýb a informačné funkcie pre rodinu protokolov *TCP/IP*, ako je napríklad riadenie toku, detekcia nedosiahnuteľných cieľov, presmerovanie a kontrola vzdialených staníc.

5.3.3 Transportná vrstva

Úlohou transportnej vrstvy je realizovať integritu údajov na úrovni koncových staníc. Najdôležitejšie protokoly, ktoré sa používajú v tejto vrstve sú *TCP* (*Transmission Control Protocol*) a *UDP* (*User Datagram Protocol*).

Protokol *TCP* zabezpečuje spoľahlivé, plne duplexné spojenie tým, že zabezpečí opätovné odoslanie údajov pri chybe prenosu (detekcia a ošetrovanie chýb na úrovni koncových zariadení). *TCP* taktiež umožňuje koncovým stanicám viacnásobné -

simultánne spojenie. Protokol *TCP* je *spojovanou službou* (connection oriented), tj. službou ktorá medzi dvoma aplikáciami nadviaže spojenie – vytvorí na dobu spojení virtuálny okruh.

Protokol *UDP* poskytuje nespoľahlivú službu prenosu datagramov, ktorá zvyšuje priepustnosť siete na úrovni transportnej vrstvy. V prípade použitia tohoto protokolu musí aplikačný program zabezpečiť požadovanú úroveň spoľahlivosti.

Obidva protokoly zabezpečujú prenos údajov medzi aplikačnou vrstvou a sieťovou vrstvou.

5.3.4 Aplikačná vrstva

Nižšie sú uvedené najznámejšie a najčastejšie implementované protokoly aplikačnej vrstvy:

File Transfer Protocol (FTP) – zabezpečuje základný interaktívny prenos súborov medzi koncovými stanicami.

Telnet – umožňuje používateľom pristupovať ku vzdialeným stanicám prostredníctvom terminálu.

Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) – podporuje základné služby prenosu správ.

Hypertext Transfer Protocol (HTTP) – podporuje prenos súborov obsahujúcich textovú aj grafickú informáciu. Využíva spojovaný a objektovo orientovaný protokol s jednoduchými príkazmi, ktoré umožňujú prenos objektov medzi klientom a serverom.

Okrem týchto protokolov, aplikačná vrstva obsahuje nasledovné protokoly:

Domain Name Service (DNS) – transformuje IP adresy na názvy priradené zariadeniam na sieti a naopak.

Routing Information Protocol (RIP) – používajú sieťové zariadenia na výmenu smerovacích informácií.

Simple Network Management Protocol (SNMP) – je protokol používaný na zbieranie informácií týkajúcich sa správy siete.

Network File System (NFS) – je systém vyvinutý firmou Sun Microsystems, ktorý dovoľuje počítačom inštalovať diskové jednotky na vzdialených staniaciach a pracovať s nimi ako keby boli lokálne.

Secure Sockets Layer (SSL) – je protokol na prenos súkromných dokumentov cez Internet.

5.4 Adresácia v TCP/IP

IP adresa

Adresácia zariadení na úrovni sieťovej vrstvy umožňuje jednoznačne identifikovať každé zariadenie na sieti. Táto jednoznačná adresa sa nazýva *IP adresa*. IP adresa je 32-bitové číslo identifikujúce odosielateľa a príjemcu informácie.

IP adresa má dve časti:

- časť označujúcu určitú sieť (prideluje ju Internet Information Centre) a

- časť označujúcu určité zariadenie (PC, server, smerovač...), ktoré patria do tejto siete (prideľuje ju správca siete).

Na samotnom Internete (tj. na smerovačoch, ktoré si odovzdávajú paket medzi sebou smerom k cieľu) sa skúma len časť IP adresy označujúca sieť. Až v rámci cieľovej siete sa paket doručuje podľa identifikátora zariadenia (stanice), ktorý sa nazýva aj lokálna adresa. Každá sieť pripojená k Internetu musí mať svoju adresu.

Vzhľadom na to, že existujú siete rôznych veľkostí, boli pre adresnú schému IPv4 navrhnuté 3 triedy IP adries, označených A, B a C. Štvrtý typ, trieda D, je určený pre špeciálne účely. IP adresy sa spravidla zapisujú ako štvorice desiatkových čísel, z ktorých každé vyjadruje hodnotu ôsmich bitov. Čísla sú navzájom oddelené bodkou, napr. 147.175.115.10. Na Obr.5.3 je štruktúra IP adries.

Trieda					Sieť
A	0	Sieť		Stanica	1 - 126
B	10	Sieť		Stanica	128.X - 191.X
C	110		Sieť	Stanica	192.X.X - 223.X.X
D	1110	Skupinová adresa			244.X.X.X - 255.X.X.X

← 32 bitov →

Obr.5.3 Typy IP adries

MAC adresa

Okrem sieťovej IP adresy, ktorá je adresou *logickou*, má každé sieťové zariadenie svoj *hardvérovú* adresu, danú výrobcom zariadenia. Táto adresa sa označuje ako MAC adresa alebo *Ethernet adresa*¹. Má 48 bitov a zapisuje sa ako šesť dvojíc hexadecimálnych čísel navzájom oddelených dvojbodkou (napr.: 08:00:20:91:DC:83). Ethernet adresy používajú funkcie sieťového rozhrania.

Podsiete

Aby sa znížili nároky na smerovanie a správu rozsiahlych sietí, zaviedlo sa delenie sietí na podsiete (subnets).

Adresa stanice sa rozdelí na:

- *adresu podsiete* a
- *adresu stanice*. Konkrétne rozčlenenie adresy stanice je dané maskou podsiete (subnet mask).

IP adresa triedy B	10	Sieť		Podsieť	Stanica
Maska podsiete	11111111	11111111	11111111	00000000	

Obr.5.4 IP adresa typu B s identifikáciou podsietí a maskou podsiete

¹ Ide vlastne o adresu zariadenia na úrovni linkovej vrstvy modelu OSI.

Použitie adresovania podsietí znamená, že skupina sietí, ktoré by museli mať samostatné sieťové adresy, môže mať pridelenú jednu adresu a navonok vystupuje ako jedna sieť. Mimo tejto siete je adresa len dvojzložková, čo vedie k zjednodušeniu smerovacích tabuliek. Vnútri siete sa uvažuje s trojzložkovou adresou.

5.5 Doménové mená

IP adresy ako numerické identifikátory používajú TCP/IP protokoly k určení uzla v sieti TCP/IP. Pre používateľské aplikácie sú vhodnejšími identifikátormi sieťových uzlov *alfanumerické reťazce*, ktoré môžu mať určitý význam a sú pre človeka lepšie zapamätateľné.

Každý pridelený IP adrese je možné priradiť alfanumerický reťazec, ktorý sa stáva tzv. *doménovým menom* zariadenia. Doménové meno *obsahuje meno zariadenia a označenie subdomény a domény*, ku ktorej náleží. Jednotlivé zložky doménového mena sú oddelené bodkou.

Všetky doménové mená Internetu sú usporiadané do hierarchie nazvanej *Systém doménových mien (Domain Name System - DNS)*:

- Vrchol tvorí „*koreňová*“ *doména*, spravovaná NIC (*Network Information center*).
- Ďalšiu úroveň tvoria *štátne, alebo odborové domény* (tzv. domény najvyššej úrovne – *top level domain*).
- Pod nimi sú *domény druhej, tretej, atď. úrovne*, ktoré sú pod správou organizácií prevádzkujúcich lokálne počítačové siete.

Užívateľské programy používajú na označenie sieťového zariadenia skôr doménové mená ako číselné IP adresy. Pretože ale protokoly nižších vrstiev TCP/IP vyžadujú pre svoju činnosť IP adresy a nie doménové mená, musia byť doménové mená konvertované na IP adresy. Tento prevod realizujú funkcie implementujúce protokol DNS.

5.6 Súhrn

Internetové protokoly predstavujú najpopulárnejšiu sústavu otvorených protokolov, pretože je ich možné použiť na komunikáciu medzi rôznymi typmi sietí. Internetové protokoly pozostávajú z množiny komunikačných protokolov, z ktorých sú najznámejšie protokoly IP a TCP. Avšak množina internetových protokolov okrem nich obsahuje protokoly aplikačnej vrstvy, ktoré sa používajú napríklad pre služby elektronickej pošty, prenos súborov, alebo www.

5.7 Literatúra

- [1] Balogh, R, Bélai, I., Dorner, J., Drahoš, P.: Priemyselné komunikácie. Vydavateľstvo STU, Bratislava, 2001. ISBN 80-227-1600-6.
- [2] Bélai, I.: Komunikácia v priemyselnej automatizácii (5). AT&P Journal, č. 4, roč. 14, Apríl 2007. str. 53-55.

5.8 Kontrolné otázky

1. Vymenujte vrstvy modelu Internetu a uveďte ich vzťah k modelu OSI.
2. Má protokol IP implementovaný mechanizmus detekcie a zotavenia sa z chýb?
3. Ktorý protokol transportnej vrstvy ošetruje chyby prenosu?
4. Aký je rozdiel medzi IP adresou a MAC adresou?