

Inovace bakalářského studijního oboru Aplikovaná chemie

<http://aplchem.upol.cz>

CZ.1.07/2.2.00/15.0247

Tento projekt je spolufinancován
Evropským sociálním fondem a státním
rozpočtem České republiky.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



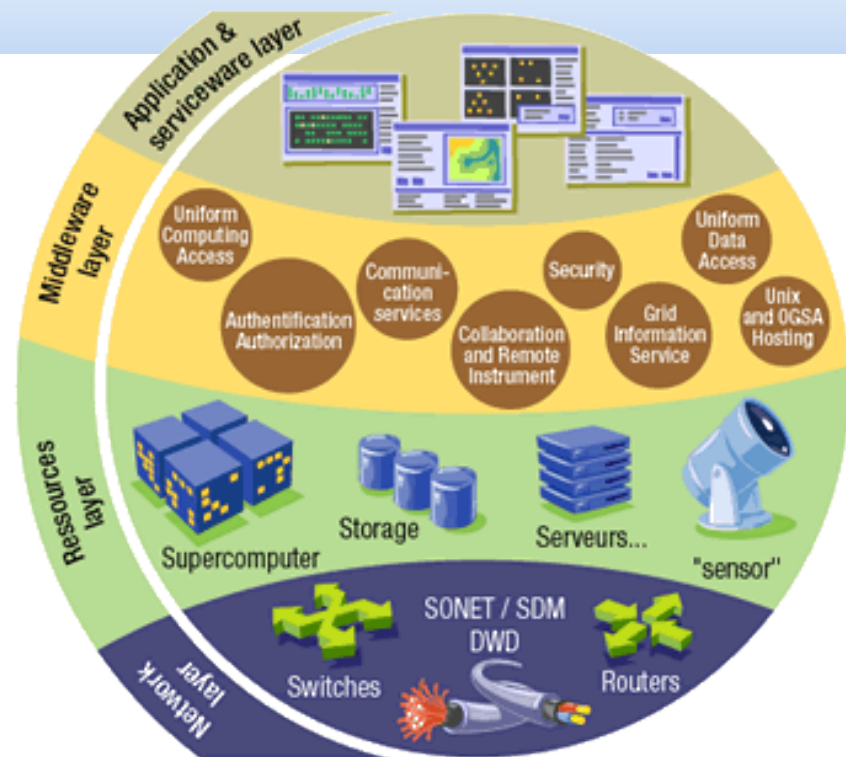
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



OKRESNÍ HOSPODÁŘSKÁ
KOMORA OLOMOUC

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Síťové vrstvy a protokoly



Referenční model ISO/OSI

7 Aplikační vrstva

AIM • APPC • AFP (Appletalk Filing Protocol) • BitTorrent • CFDP (Coherent File Distribution Protocol) • FTAM • FTP (File Transfer Protocol) • gopher • HTTP • IMAP • ITMS (iTunes Music Store Protocol) • IRC (Internet Relay Chat) • LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) • Modbus • NNTP • NTLM (NT LAN Manager) • POP3 • SSH • SIP (Session Initiation Protocol) • SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) • SNMP (Simple network management protocol) • TFTP (Trivial File Transfer Protocol) • TSP (Time Stamp Protocol) • Telnet • X.400 • X.500 • XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol) •

6 Prezentací vrstva

• HTTP/HTML • ASN.1 • XML • TDI • XDR • SNMP • Telnet • SMTP • NetWare Core Protocol • Apple Filing Protocol (AFP) •

5 Relační vrstva

• NetWare Core Protocol (NCP) • Server Message Block (SMB) • Network File System (NFS) • AppleTalk Session Protocol (ASP) • AppleTalk Data Stream Protocol (ADSP) • Data Link Control (DLC) • Named Pipes • NBT • NetBIOS • NWLink • Printer Access Protocol (PAP) • Zone Information Protocol (ZIP) •

4 Transportní vrstva

• AEP • AMTP • AppleTalk Transaction Protocol (ATP) • CUDP • IL • NBP • NetBEUI • RTMP • SMB • IPX/SPX • TCP • UDP • SCTP • RTP •

3 Síťová vrstva

• Internet Protocol • Internet Datagram Protocol • NWLink • Appletalk/DDP • IPSec •

2 Linková vrstva

• ODI • NDIS • SANA II • NIC •

1 Fyzická vrstva

• EIA standardy: RS-232, RS-422, RS-423, RS-449, RS-485 • ITU • DSL • ISDN • T1, E1 • 10BASE-T, 10BASE2, 10Base5, 100BASE-TX, 100BASE-FX, 100BASE-T, 1000BASE-T, 1000BASE-SX • SDH • electricity • radio • Bluetooth • IEEE 802.11 Wi-Fi fyzické vrstvy • FireWire • IRDA • USB •

Síťové vrstvy

Fyzická vrstva

- Lan, router, switch, WLAN AP, Bluetooth, WiMax, IRDA

Linková vrstva (spojová)

- Propojení sousedních systémů

Síťová vrstva

- IP (Internet Protocol)

Transportní vrstva

- TCP (Transmission Control Protocol), UDP (User Datagram Protocol)

Relační vrstva

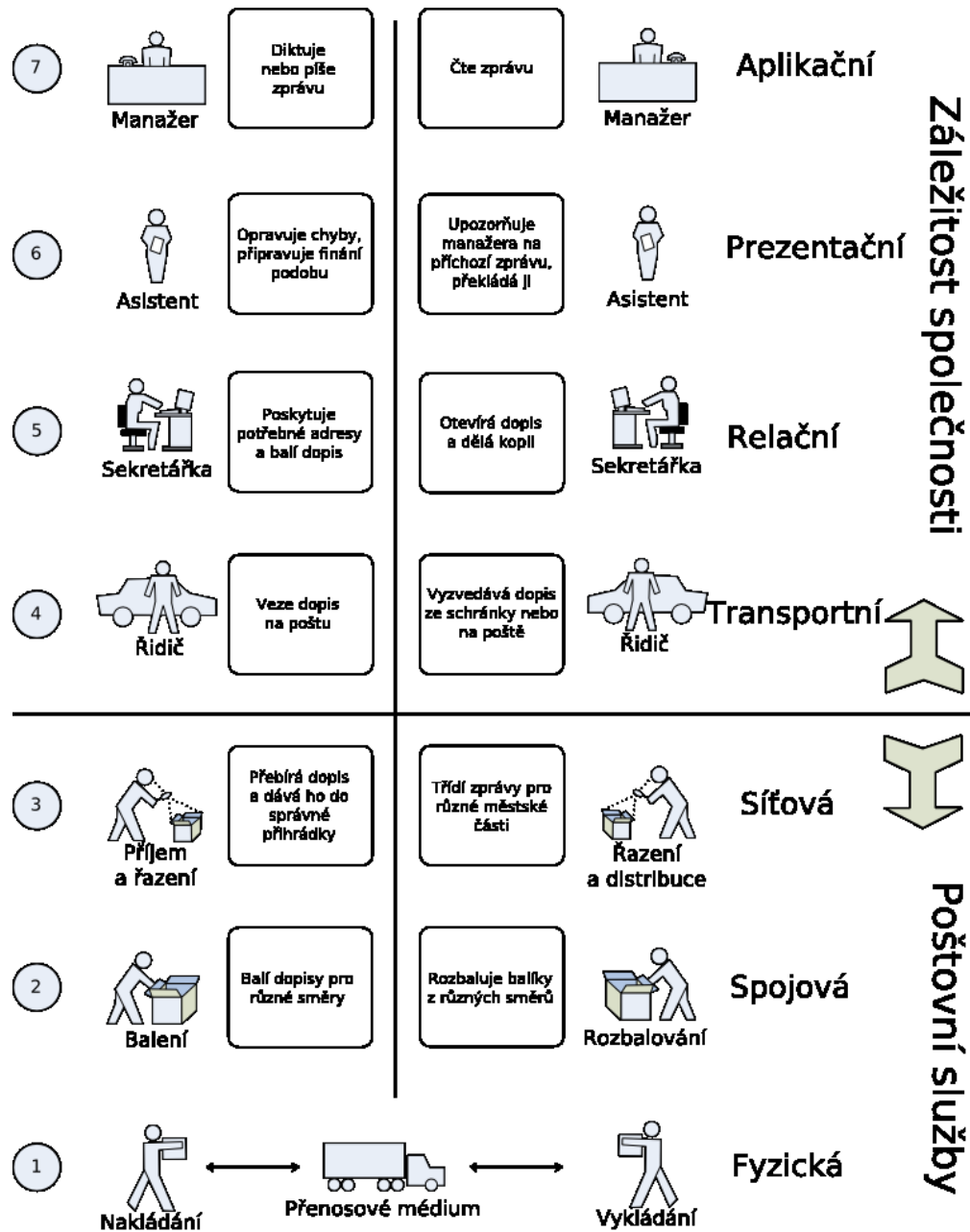
- Organizace a synchronizace komunikace mezi vrstvami

Prezentační vrstva

- Šifrování, konverze, komprimace dat

Aplikační vrstva

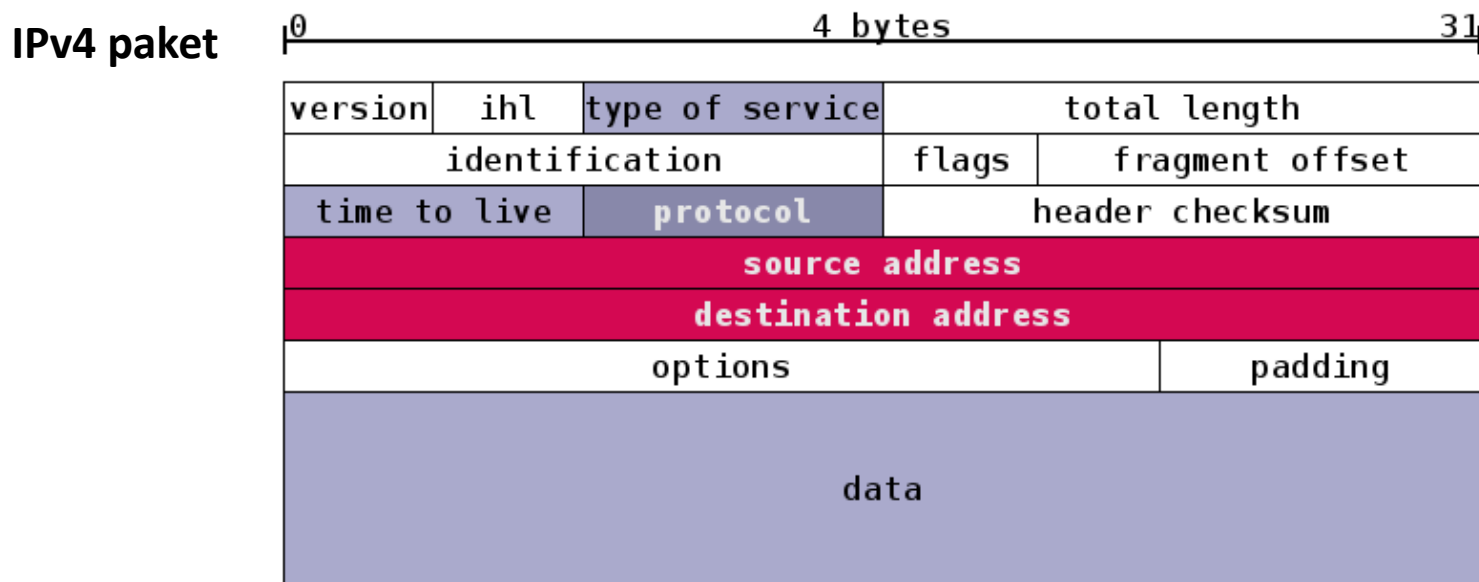
- DHCP, DNS, SMTP, SSH, FTP, ...



Paralela mezi RM - OSI a dopisy

IP – Síťová vrstva

- Úkolem IP protokolu je zajistit samotný přenos dat.
- Data jsou dělena do malých balíčků – **pakety**.
- Každý paket se skládá z hlavičky (informace o adresátovi, délce života paketu, šifrování apod.) a z těla, které obsahuje konkrétní informaci



- Každá IP adresa v rámci jedné sítě se může vyskytovat pouze jednou

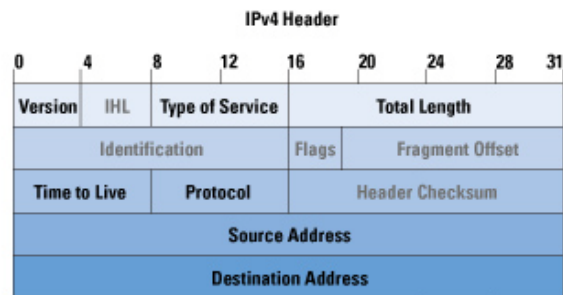
IP – Síťová vrstva



Verze protokolu IP

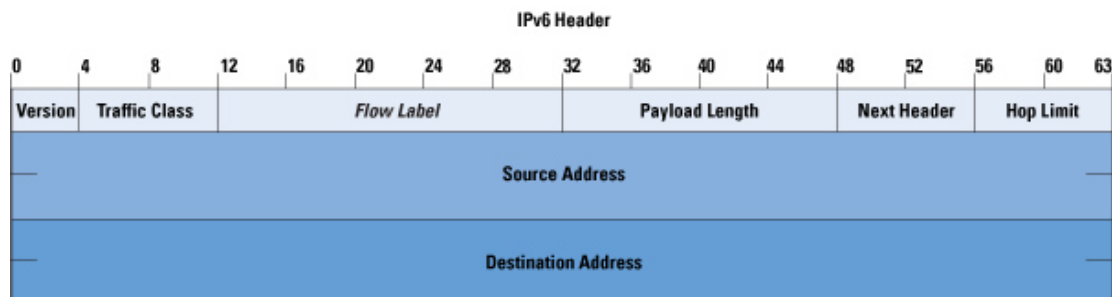
IPv4

- Internet protokol verze 4
- **32 bitové adresy**
- cca 4 miliardy různých IP adres, dnes nedostačující



IPv6

- Internet protokol verze 6
- **128 bitové adresy**
- podpora bezpečnosti
- podpora pro mobilní zařízení
- fragmentace paketů – rozdělování
- není zpětně kompatibilní s IPv4
- snadnější automatická konfigurace (NDP – Neighbor discovery protocol)



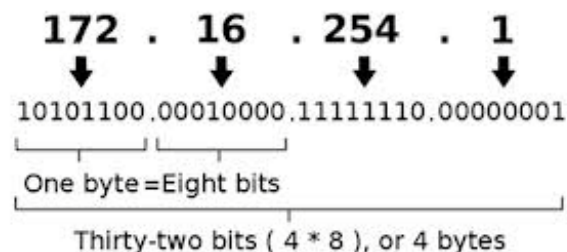
IP – Síťová vrstva

Adresy v IPv4

32 bitové číslo, oddělené tečkami – 192.168.20.1

Počet adres: $2^{32} = 4\,294\,967\,296$

An IPv4 address (dotted-decimal notation)



Struktura IP adresy:

adresa sítě	adresa podsítě	adresa počítače
-------------	----------------	-----------------

Maska podsítě:

32 bitové číslo – v binárním tvaru obsahuje jedničky tam, kde se vyskytuje síť a podsít. Nuly se vyskytují na místě, kde se nachází počítač

Třída	1. bajt	minimum	maximum	maska podsítě
A	0–127	0.0.0.0	127.255.255.255	255.0.0.0
B	128–191	128.0.0.0	191.255.255.255	255.255.0.0
C	192–223	192.0.0.0	223.255.255.255	255.255.255.0
D	224–239	224.0.0.0	239.255.255.255	255.255.255.255
E	240–255	240.0.0.0	255.255.255.255	—

IP – Síťová vrstva



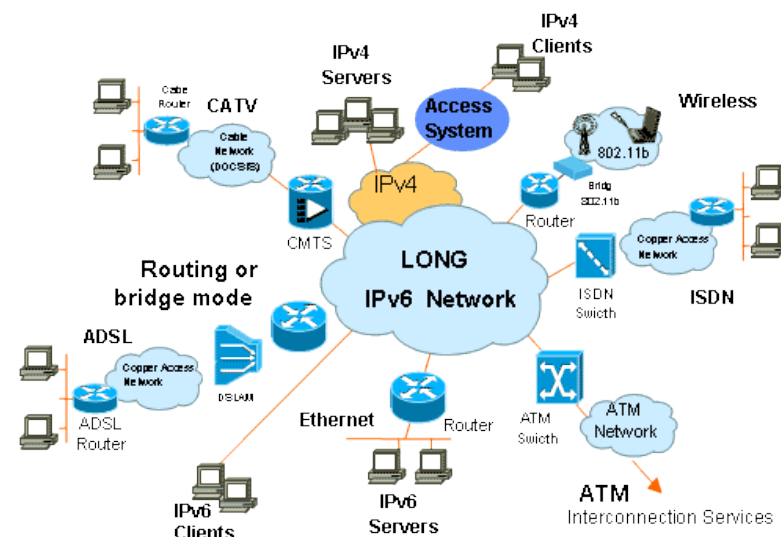
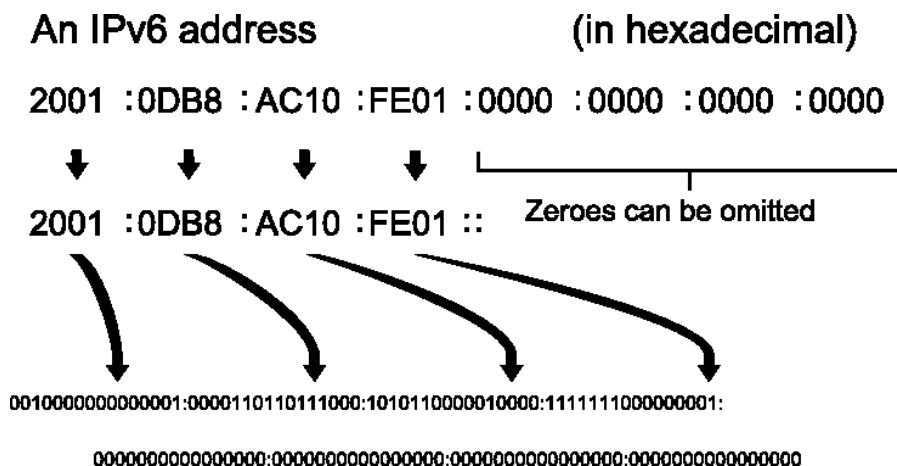
Adresy v IPv6

128 bitové číslo

Počet adres: $2^{128} \approx 3 \times 10^{38}$ (6×10^{23} IP adres na 1 m² zemského povrchu)

Formát:

8 skupin po 4 hexadecimálních číslicích: 2001:0718:1c01:0016:0214:22ff:fec9:0ca5



TCP a UDP

TCP je spojově orientovaný protokol.

- **spolehlivost** – TCP používá potvrzování o přijetí, opětovné posílání a překročení časového limitu. Pokud se jakákoliv data ztratí po cestě, server si je opětovně vyžádá. U TCP nejsou žádná ztracená data, jen pokud několikrát po sobě vyprší časový limit, tak je celé spojení ukončeno.
- **zachování pořadí** – Pokud pakety dorazí ve špatném pořadí, TCP vrstva příjemce se postará o to, aby se některá data pozdržela a finálně je předala správně seřazená.
- **vyšší režie** – TCP protokol potřebuje např. tři pakety pro otevření spojení, umožňuje to však zaručit spolehlivost celého spojení.

UDP je jednodušší protokol založený na odesílání nezávislých zpráv.

- **bez záruky** – Protokol neumožňuje ověřit, jestli data došla zamýšlenému příjemci. Datagram se může po cestě ztratit. UDP nemá žádné potvrzování, přeposílání ani časové limity. V případě potřeby musí uvedené problémy řešit vyšší vrstva.
- **nezachovává pořadí** – Při odeslání dvou zpráv jednomu příjemci nelze předvídat, v jakém pořadí budou doručeny.
- **jednoduchost** – Nižší režie než u TCP (není zde řazení, žádné sledování spojení atd.).

TCP/IP Protokoly

Vzdálený přístup

- Telnet, SSH (Secure Shell)

Protokoly pro přenos souborů

- FTP (File Transfer Protocol), TFTP (Trivial...), SFTP (Secure...)

Mail

- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), IMAP (Internet Message Access Protocol), POP3 (Post Office Protocol)

Podpůrné funkce

- DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), DNS (Domain Name System), SNMP (Simple Network Management Protocol)

Příklad použití služby FTP

Start → Spustit → cmd

IP: 158.194.75.103

User: bak1-10

Password: bakalar

FTP commands:

ls – list of files

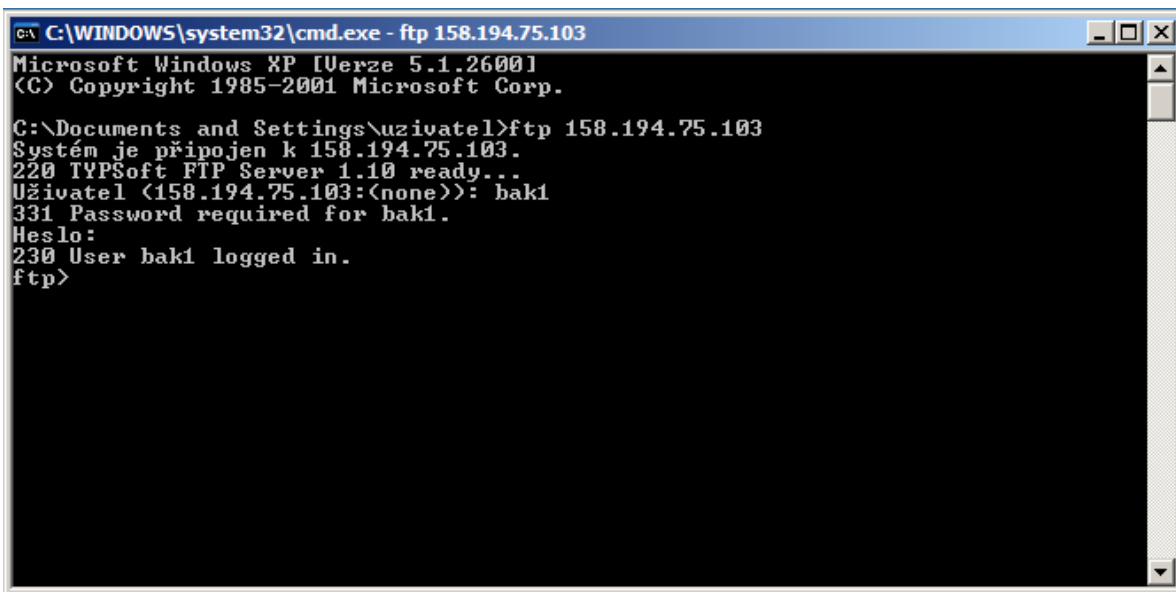
pwd – print workig directory

cd – go to specified directory

get – download file

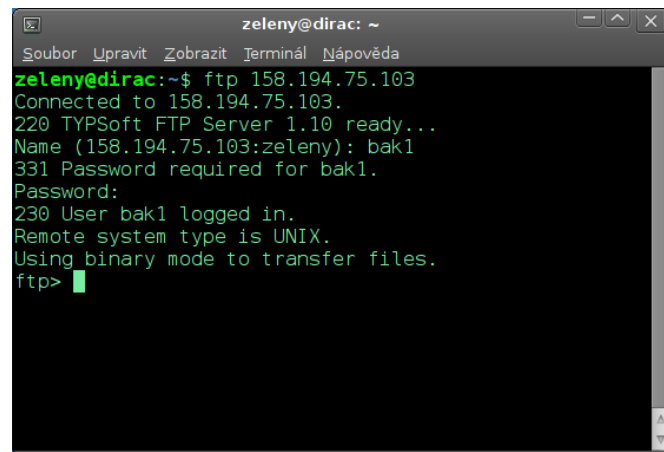
put – upload file

quit, help



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - ftp 158.194.75.103
Microsoft Windows XP [Verze 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\uzivatel>ftp 158.194.75.103
System je připojen k 158.194.75.103.
220 TYPSoft FTP Server 1.10 ready...
Uživatel (158.194.75.103:(none)): bak1
331 Password required for bak1.
Heslo:
230 User bak1 logged in.
ftp>
```



```
zeleny@dirac: ~
_Soubor _Upravit _Zobrazit _Terminál _Nápověda
zeleny@dirac:~$ ftp 158.194.75.103
Connected to 158.194.75.103.
220 TYPSoft FTP Server 1.10 ready...
Name (158.194.75.103:zeleny): bak1
331 Password required for bak1.
Password:
230 User bak1 logged in.
Remote system type is UNIX.
Using binary mode to transfer files.
ftp>
```

ARP protokol

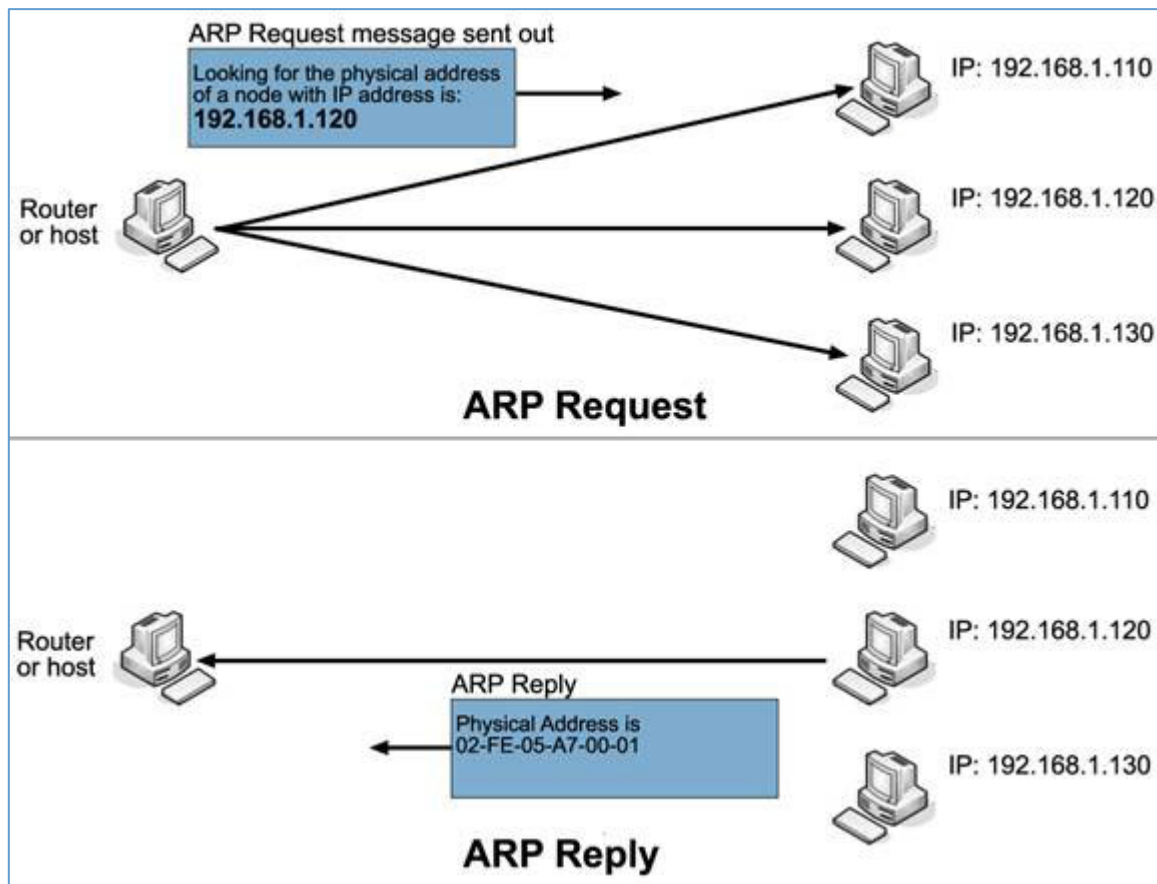
- Povinný standard protokolů sady TCP/IP (specifikace RFC 826)
- Použitelný pouze pro IPv4 (IPv6 využívá NDP)
- **Využití protokolu:** získání MAC adresy sousedního stroje z jeho IP adresy známe-li cílovou IP adresu, zjišťujeme MAC, abychom mohli IP paket umístit do linkové vrstvy a odeslat
- Dochází k vytvoření **ARP tabulky** MAC \leftrightarrow IP
- Vytváří **dynamický záznam** \rightarrow omezená životnost = sekundy až desítky minut

Proxy ARP

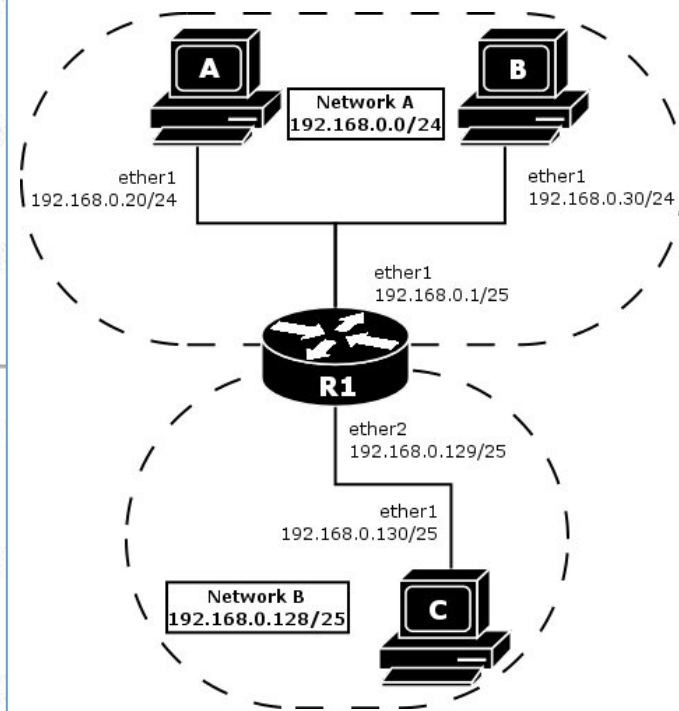
- Propojení několika lokálních sítí do logických celků
- Komunikace jednotlivých zařízení pomocí ARP protokolu

ARP protokol

Aplikace ARP protokolu



Proxy ARP



ARP protokol – použití ve Win

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

C:\Documents and Settings\Administrator>arp

Zobrazuje a upravuje tabulku pro překlad adres IP na fyzické adresy, kterou používá protokol ARP.

ARP -s inet_addr eth_addr [if_addr]
ARP -d inet_addr [if_addr]
ARP -a [inet_addr] [-N if_addr]

-a          Zobrazí záznamy ARP dotazem na aktuální stav tabulky.
             Je-li zadána inet_addr, zobrazí se pouze adresa IP
             a fyzická adresa.
             určeného počítače. Používá-li ARP více než jedno síťové
             rozhraní, zobrazí se záznamy všech tabulek ARP.
             Totéž co přepínač -a.
-g          Určuje adresu sítě internet.
inet_addr   Zobrazí položky tabulky ARP pro síťové rozhraní
-N if_addr   určené parametrem if_addr.
-d          Zruší záznam o počítači určený parametrem inet_addr. Jako
             hodnotu inet_addr
             lze použít znak * a odstranit všechny hostitele.
-s          Přidá počítač a přidruží internetovou adresu inet_addr
             k fyzické adrese eth_addr. Fyzická adresa se zadává ve
             formátu šesti šestnáctkově zapsaných bajtů oddělených
             pomlčkami. Záznam v tabulce je trvalý.

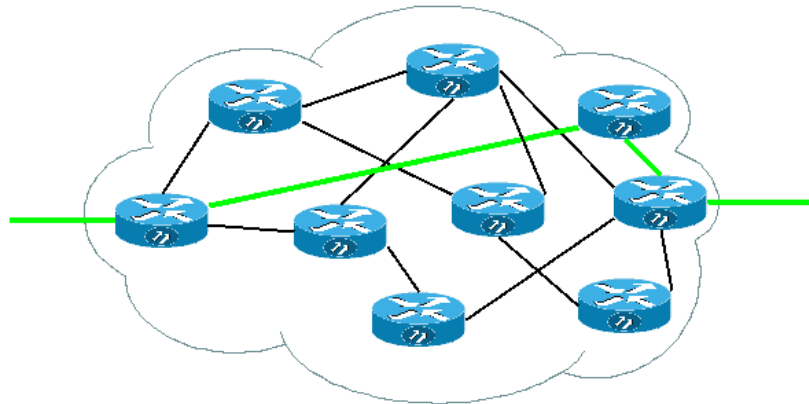
eth_addr    Určuje fyzickou adresu.
if_addr     Je-li přítomen, určuje internetovou adresu rozhraní,
             jehož převodní tabulka adres má být změněna.
             Mení-li přítomen, použije se první dostupné rozhraní.

Příklad:
> arp -s 157.55.85.212    00-aa-00-62-c6-09    .... Přidá statickou položku.
> arp -a                .... Zobrazí tabulku arp.
```

Routing

Routing = určování cest v počítačových sítích

- Úkol routingu: doručení datového paketu určenému adresátovi (hledání co nejefektivnější cesty)
- Neřeší celou cestu paketu, řeší vždy jen jeden krok → komu předat paket jako dalšímu
- Routing je základním úkolem síťové vrstvy



Ikona routingu

Routovací tabulka

Routovací (směrovací) tabulka = základní datová struktura pro směrování

- Rozhoduje co udělat s kterým paketem
- Je založena na záznamu, který obsahuje:

Cílovou adresu: cíl je definován prefixem (začátkem adresy)

- Tvar prefixu 147.230.0.0/16 → hodnota před lomítkem = adresa cíle, hodnota za lomítkem = počet zaznamenaných bitů

Akci: určuje co provést s pakety, jejichž adresa vyhovuje prefixu doručení adresátovi × předání sousednímu uzlu

Routovací rozhodnutí: probíhá samostatně pro každý procházející paket → vezme se jeho cílová adresa, která se porovná s routovací tabulkou podle schématu:

1. Z tabulky se vyberou všechny vyhovující záznamy
2. Z vybraných záznamů se použije ten s nejdelším prefixem

Routovací tabulka – použití ve Win

Využití příkazu **netstat**

```
C:\Documents and Settings\Administrator>netstat -r

Směrovací tabulka
=====
Seznam rozhraní
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ...00 24 81 84 40 12 ..... Intel(R) 82567U-2 Gigabit Network Connection - P
cket Scheduler Miniport
=====
Aktivní směrování:
Cíl v síti          Síťová maska        Brána              Rozhraní           Metrika
0.0.0.0             0.0.0.0             192.168.2.1        192.168.2.105      10
127.0.0.0           255.0.0.0           127.0.0.1          127.0.0.1          1
169.254.0.0         255.255.0.0         192.168.2.105     192.168.2.105     20
192.168.2.0         255.255.255.0       192.168.2.105     192.168.2.105     10
192.168.2.105       255.255.255.255    127.0.0.1          127.0.0.1          10
192.168.2.255       255.255.255.255    192.168.2.105     192.168.2.105     10
224.0.0.0           240.0.0.0           192.168.2.105     192.168.2.105     10
255.255.255.255     255.255.255.255    192.168.2.105     192.168.2.105     1
Výchozí brána:      192.168.2.1
=====
Trvalé trasy:
Žádné
```

Využití příkazu **route**

```
C:\Documents and Settings\Administrator>route print

Seznam rozhraní
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ...00 24 81 84 40 12 ..... Intel(R) 82567U-2 Gigabit Network Connection - P
cket Scheduler Miniport
=====
Aktivní směrování:
Cíl v síti          Síťová maska        Brána              Rozhraní           Metrika
0.0.0.0             0.0.0.0             192.168.2.1        192.168.2.105      10
127.0.0.0           255.0.0.0           127.0.0.1          127.0.0.1          1
169.254.0.0         255.255.0.0         192.168.2.105     192.168.2.105     20
192.168.2.0         255.255.255.0       192.168.2.105     192.168.2.105     10
192.168.2.105       255.255.255.255    127.0.0.1          127.0.0.1          10
192.168.2.255       255.255.255.255    192.168.2.105     192.168.2.105     10
224.0.0.0           240.0.0.0           192.168.2.105     192.168.2.105     10
255.255.255.255     255.255.255.255    192.168.2.105     192.168.2.105     1
Výchozí brána:      192.168.2.1
=====
Trvalé trasy:
Žádné
```

Routovací algoritmy a prokoly

Routovací (směrovací) algoritmy: zajišťují vznik a životaschopnost routovací tabulky

Dvě základní skupiny:

- **Statické algoritmy** → routovací tabulka se nemění, je dána konfigurací počítače; změny se provádějí ručně → koncové stanice nebo routery v malých sítích (LAN)
- **Dynamické algoritmy** průběžně reagují na změny v síti → změnám přizpůsobují routovací tabulky
 - Podle způsobu výměny informací se dělí na: centralizované; izolované; distribuované a hierarchické

Při zadefinování přesných pravidel → vznik směrovacího protokolu

Routovací algoritmy dynamické

1) Centralizované: routery posílají informaci do jednoho routovacího centra → centrum sestaví mapu sítě, spočítá z ní routovací tabulky a rozešle je routerům

- **Výhody:** díky kompletní mapě sítě určení globálně optimální tabulky
- **Nevýhody:** špatně škáluje (na linkách, které vedou do centra se kumulují zprávy o stavu sítě a odesílané tabulky) + problém se synchronizací tabulek (routery blíže centru je dostávají dříve)

2) Izolované: nikdo nikomu neposílá informace o stavu sítě, každý router se rozhoduje sám → použití záplavového algoritmu

- **Nevýhody:** vznik cyklů v síti
- **Řešení:** omezení životnosti paketu × protokol OSPF

3) Distribuované: standardní přístup ke směrování v Internetu

4) Hierarchické: řeší problém rozsáhlých sítí → autonomní oblast dělí na menší samostatné oblasti