

TCP/IP

- dvojice protokolů realizující úlohy 3. a 4. vrstvy RM ISO/OSI
- přenos velkých datových souborů přes málo spolehlivé sítě s velkou pravděpodobností správného předání
- protokoly Internetu

Protokoly 4. vrstvy

- transportní vrstva má za úkol přenos dat a jejich zabezpečení
- protokoly 4. vrstvy rozdělují zprávy (obecný pojem) na části stejné délky ... na přijímací straně je opět skládají

U D P

- slouží pro přenos datagramů – definované bloky dat přenášené při monotónní komunikaci
- datagram – krátká zpráva bez potvrzení příjmu
- socket – identifikace procesu (standardní nebo přidělované ... 11-users, 13-clock)

T C P

- zabezpečený přenos jednotlivých paketů – úseků vstupní zprávy s konstantní délkou
- kontrola správnosti přenesených paketů a jejich pořadí ve výsledné zprávě
- možnost detekce chyb nebo znovuvyslání poškozeného paketu

IP

- protokol síťové vrstvy – hledá cestu pro datagramy/pakety mezi účastníky komunikace
- nezajišťuje potvrzování – pouze vyhledá cestu pro paket nezávisle na ostatních paketech dané zprávy
- IP paket – zabezpečená hlavička a nezabezpečený blok dat

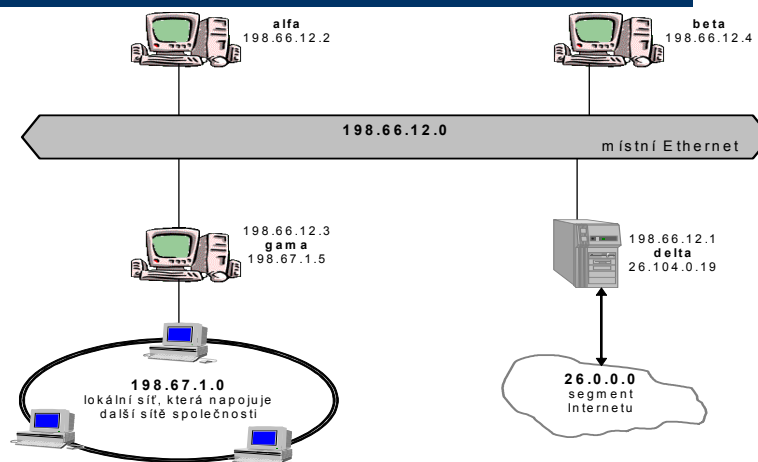
IP – životnost paketu

- TTL – time to live
- omezuje dobu platnosti dat nebo počet průchodů paketů skrz aktivní prvky, 64 s
- chrání síť před zahlcením – zacyklené datagramy v nekonečných smyčkách
- podobně TTL v systému DNS = 86400 s (1 den)

IP - adresy

- adresy jsou 32-bitové (pro IPv4)
- zápis dekadicky po oktetech/bytech:
173.26.210.89
 (sít' 173.26.0.0 – třída B, host 210.89)
- každá pozice v rozsahu 0-255 ($2^8 \dots 256$)
- adresa má dvě části:
 adresu sítě | adresu hosta (připojení/počítače)
- IPv6 - nová verze, 128-bitové,
 nevyčerpatelný prostor

IP – adresy (IPv4)



IP – třídy adres/sítí

| třída | binární začátek | dekad. rozsah | bity sítě | bity hosta |
|----------|-----------------|---------------|-------------|------------|
| A | 0xxx | 0-127 | 2.-8. | 9.-32. |
| B | 10xxx | 128-191 | 3.-16. | 17.-32. |
| C | 110xx | 192-223 | 4.-24. | 25.-32. |
| D | 1110 | 224-239 | multicast | |
| E | 11110 | 240- | rezervováno | |

IP – 2 části adresy

| třída | 1.byte | 2.byte | 3.byte | 4.byte | počet hostů |
|----------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| A | #sít# | #host# | | | 16 milionů |
| B | #sít# | | #host# | | 65 tisíc |
| C | #sít# | | | #host# | 254 |

I P – maska sítě (...podsítě)

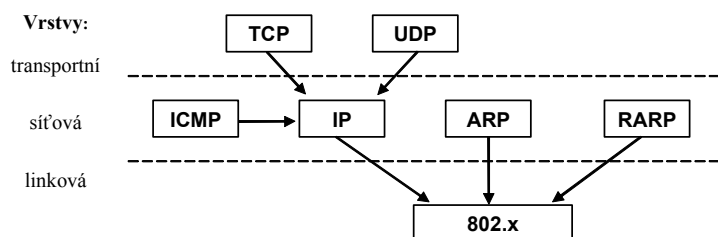
- jednoznačně určuje hranici mezi adresou sítě (11111) a adresou hosta (0000)
- vyjadřuje se dekadicky:

| třída | 1.byte | 2.byte | 3.byte | 4.byte | maska |
|----------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| A | #sít# | #host# | | | 255.0.0.0 |
| B | #sít# | #host# | | | 255.255.0.0 |
| C | #sít# | | | #host# | 255.255.255.0 |

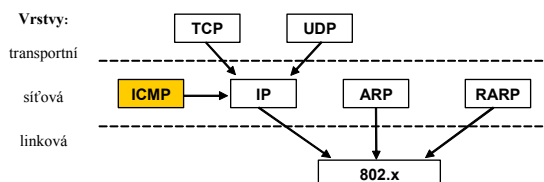
I P – speciální adresy

- sítě 0x0.0 – **adresa sítě** jako celku,
- sítě 1x1.11111111 – **broadcast** (všichni),
- 127.xxx.x – **loopback**, neopustí počítač, nejčastěji 127.0.0.1
- **neveřejné adresy sítí**:
 - 10.0.0.0 - 172.16.0.0 - 192.168.0.0
- **„zeroconf“** (nenakonfigurováno):
 - adresa sítě - 169.254.0.0

IP – pomocné protokoly



IP – ICMP



- internet control message protocol
- „služební informace“ přenášené jako běžné datagramy
- např.:
 - nedostupnost adresáta
 - překročení životnosti IP paketu
 - zahlcení sítě
 - výhodnější cesty

IP – ARP

Vrstvy:

- transportní: TCP, UDP
- síťová: ICMP, IP, ARP, RARP
- linková: 802.x

- address resolution protocol
- zjištění fyzické adresy podle IP adresy
- pro linkovou vrstvu, aby bylo zřejmé na kterou stanici (identifikovanou MAC adresou) se má rámec vzniklý z paketu doručit
- používají ji směrovače – mezipaměť pro rychlé směrování dle IP

IP – RARP

Vrstvy:

- transportní: TCP, UDP
- síťová: ICMP, IP, ARP, RARP
- linková: 802.x

- reverse address resolution protocol
- přidělování IP adresy bezdiskovým stanicím podle jejich MAC adresy
- IP stanici sdělí RARP server po jejím „přihlášení“ do sítě podle její MAC adresy
- funkci RARP plně nahrazuje DHCP

Přidělování IP adres

- přidělování síťových adres má na starosti národní síťové centrum – NIC
- přidělování adres hostům v rámci sítě je plně v kompetenci jejího správce
- adresový prostor se postupně vyčerpává – je třeba „šetřit“
- lze řešit rozdělováním na podsítě
- označováno jako CIDR (classless inter-domain routing)

Důvod pro vznik podsítí

- příklad: 3 zájemci o síť s adresovým prostorem 500 adres hostů:
 - ❖ „plytvání“ – přidělení 3 sítí třídy B – rozdáno 195000 adres hostů, využito 1500
 - ❖ „šetření“ – rozdělení jedné sítě třídy B – na x menších (třeba 16 po 4096 hostech) – rozdáno cca 12000 adres hostů a k dispozici zůstane dalších 13 takových **podsítí**

Princip tvorby podsítí

- podsítě vzniknou rozdělením velké sítě na 2^n menších sítí
- n je počet bitů, o které posunu hranici mezi síťovou a hostovou částí adresy
- posunutá hranice je přesně definována maskou sítě
- maska je pro všechny podsítě stejná!
- jiný zápis masky: 160.72.200.35/20 ... 20 bitů pro adresu sítě (255.255.240.0)

Podsítě – výpočty

- příklad: rozdělení sítě třídy B na 16 podsítí
1. adresa původní sítě 173.45.0.0
 2. původní maska 255.255.0.0
původní hranice je tedy mezi 16. a 17.bitem
 3. počet bitů, o které se hranice posune
 $n=4$ ($2^4 = 16$ podsítí)
 4. nová hranice je nyní mezi 20. a 21.bitem
 5. nová maska sítě 255.255.**240**.0
11111111.11111111|11110000.00000000

Podsítě – výpočty

6. kapacita jednotlivých podsítí $2^{12}=4096-2$
12 bitů pro hosty...16(původně)-4
7. adresy jednotlivých podsítí začínají jako
původní síť: 173.45.ph.h
ph – 4 bity identifikace podsítě/4 bity hosta
h – 8 bitů pro hosta
8. konkrétní adresa jedné ze sítí: 173.45.**160.0**
10101101.00101101.**10100000.00000000**

Podsítě - příklady

| Adresa „velké“ sítě | tř | podsítí | bitů | vytvořená maska | hostů |
|---------------------------------|----|---------|------|-------------------------|----------|
| 173.45.0.0 (255.255.0.0) | B | 8 | 3 | 255.255. 224.0 | 2^{13} |
| 193.91.210.0 (255.255.255.0) | C | 4 | 2 | 255.255.255. 192 | 2^6 |
| 49.0.0.0 (255.0.0.0) | A | 32 | 5 | 255. 248.0.0 | 2^{19} |

Podsítě – výpočty

- po doručení do cílové „velké“ sítě je třeba opět rozdělit IP na adresu podsítě a adresu hosta – pomocí masky
- adresa podsítě je logický součin masky a IP adresy
- adresa hosta je zbytek, píše se bez úvodních nul

Podsítě – výpočty

- příklad:
IP adresa – 156.49.213.146
maska – 255.255.248.0
- řešení:
adresa podsítě IP&maska, zbytek=adresa hosta

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IP | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| m | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| síť | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| síť | 156 | | | | | | | 49 | | | | | | | 208 | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| h | - | | | | | | | - | | | | | | | 5 | | | | | | | 146 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

- další příklad: IP – 75.247.39.160 / maska - 255.224.0.0

Podsítě – příklady rozdělení

| IP adresa | maska | adresa sítě | adresa hosta |
|---------------|-----------------|---------------|--------------|
| 151.29.131.12 | 255.255.248.0 | 151.129.128.0 | 0.0.3.12 |
| 192.168.2.199 | 255.255.255.240 | 192.168.2.192 | 0.0.0.7 |
| 10.220.30.55 | 255.240.0.0 | 10.208.0.0 | 0.12.30.55 |

Nadsítě „supernetting“

- opačný postup oproti podsítím
- sloučení více malých sítí (třídy C) do jednoho bloku
- nevýhoda – vnitřní komunikace jde přes rozhraní

IPv6

- rozšíření z 32 na 128 bitů! (1bil./m² Země)
- zápis v 8 blocích hexadecimálních číslic
2001:0db8:85a3:08d3:1319:8a2e:0370:7344
- zápis lze i zkracovat – místo bloku nul -> ::
2001:0db8:0000:0000:0000:0000:1428:57ab
je stejné jako
2001:0db8:0:0::1428:57ab
- test IPv6: <http://test-ipv6.com>

IPv6 – popis adresy

2001: 0eb7:86b4:03d7: 1218:8e3b:0540:7847 /64

| PREFIX (předpona) | | identifikace rozhraní: | bitová délka prefixu: |
|--|---|---|--|
| vlastnost: 2001 – přímo připojené 2002 – tunelované IPv4 fd00 – bez překladu fe80 - autom. konfig. | <u>od providera (poskytovatele připojení):</u> je to veřejná IP adresa | je generována z MAC adresy – unikátní na celém světě! | jakoby „délka adresy sítě“ poskyvatel obdrží rozsah adres |

Překlad adres NAT

- network address translation – překlad adres
- funguje podle směru –
přicházející/odcházející pakety
- celá síť v Internetu vystupuje pod 1 adresu
- nevýhoda – klienty v síti nelze přímo adresovat (IP telefonie, IM apod.)

Směrování v TCP/IP

- hledání cesty pro pakety
- původní řešení: centrální **jádro sítě** a k němu připojené další segmenty pomocí bran
jádro řídilo směrování prostřednictvím GGP
(protokol brána-brána)

Směrování v TCP/IP

- současné řešení:
rovnoprávné části sítě tzv. **směrovací domény**, komunikující vždy pouze se sousedícími doménami protokolem BGP (hranice domény- brána)



Směrování v TCP/IP

- směrování se řídí podle **směrovací tabulky**, kterou vytváří směrovací protokol
- základním principem je otázka umístění cílové stanice:
je v lokální síti – paket směruje na něj
není v lokální síti – paket směruje na bránu

Směrování v TCP/IP

- příklad směrování přes bránu
(paket z 128.66.12.2 → 128.66.1.2):

| Zdrojový host | | | | Cílový host | |
|----------------------------|--------------|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------|
| Aplikační vrstva | | | | Aplikační vrstva | |
| Transportní vrstva | | Brána | | Transportní vrstva | |
| <i>Cíl</i> | <i>Brána</i> | <i>Cíl</i> | <i>Brána</i> | <i>Cíl</i> | <i>Brána</i> |
| 128.66.1.0 | 128.66.12.3 | 128.66.1.0 | 128.66.1.5 | 128.66.1.0 | 128.66.1.2 |
| 128.66.12.0 | 128.66.12.2 | 128.66.12.0 | 128.66.12.3 | default | 128.66.1.5 |
| default | 128.66.12.1 | default | 128.66.12.1 | | |
| 128.66.12.2 | | 128.66.12.3 | 128.66.1.5 | 128.66.1.2 | |
| 🌐 <u>síť 128.66.12.0</u> 🌐 | | 🌐 <u>síť 128.66.1.0</u> 🌐 | | | |