



RNDr. Ing. Vladimír Smotlacha, Ph.D.

Katedra počítačových systémů
Fakulta informačních technologií
České vysoké učení technické v Praze
© Vladimír Smotlacha, 2018

Počítačové sítě BI-PSI

LS 2017/18, Přednáška 3

<https://courses.fit.cvut.cz/BI-PSI>



FAKULTA
INFORMAČNÍCH
TECHNOLIÍ
ČVUT V PRAZE





Síťová vrstva všeobecně

- spojovaná x nespojovaná síť
- adresace míst
- směrování

Internet

- IPv4
- ICMP
- multicast
- protokol ARP



Linková vrstva

- přenos dat mezi „sousedními“ zařízeními
- kontrola přístupu k mediu
- řízení toku
- kontrola chyb

Síťová vrstva

- přenos dat mezi zdrojovým a cílovým místem
- adresy síťových míst (host address)
- směrování (routing) mezi sítěmi
- služby různé kvality (QoS – Quality of Services)



Význam pro transportní vrstvu

- nezávislost na způsobu směrování
- nezávislost na topologii sítě
- jednoznačné číslovací schéma

Možné další služby

- záruka doručení
- doručení v pořadí
- omezené zpoždění
- záruka šířky pásma
-

Spojovaná síť (connection-oriented)

Nespojovaná síť (connectionless)

- spojení je realizováno v transportní vrstvě



Typické vlastnosti:

- blok dat z transportní vrstvy rozdělen na pakety
- funkce koncového zařízení
 - SEND PACKET
 - RECEIVE PACKET
- pakety („datagramy“) směrovány individuálně
- hlavička paketu obsahuje cílovou adresu
- směrovač implementuje směrovací algoritmus
- většinou se využívá směrovací tabulka
 - řádka tabulky: { *dest_addr*, *link* }

Příklad: IP



Charakteristické vlastnosti

- virtuální okruhy
 - nejdříve se sestaví cesta
 - informace o cestě uložena ve směrovačích
 - všechna data jednoho spojení přenášena okruhem
 - cestu (virtuální okruh) se pak zruší
 - vymazání informace z tabulek ve směrovačích
- hlavička paketu obsahuje číslo virtuálního okruhu
- nezbytné použití směrovací tabulky:
 - řádka tabulky: $\{ (link_in, vic_in), (link_out, vic_out) \}$

Příklad: MPLS, ATM



Datagramová síť

Virtuální okruhy

Sestavení okruhu

NE

ANO

Adresace

zdrojová/cílová
adresa

číslo okruhu(VIC)

*Stavová informace
na směrovači*

NE

ANO

Směrování

individuální

jen při sestavení

Výpadek směrovače

malý problém

rozpad všech VC

QoS

obtížné

snadné

Řízení zahlcení

obtížné

snadné



Unikátní adresy v celé síti

Síť

- souvislá skupina adres
 - disjunktní s jinou sítí
- rozdělení adresního prostoru
 - příklad: národní telefonní prefix
- zjednodušení směrování
 - celá síť zvenku reprezentována jedinou adresou
- víceúrovňové uspořádání - subsítě



unicast

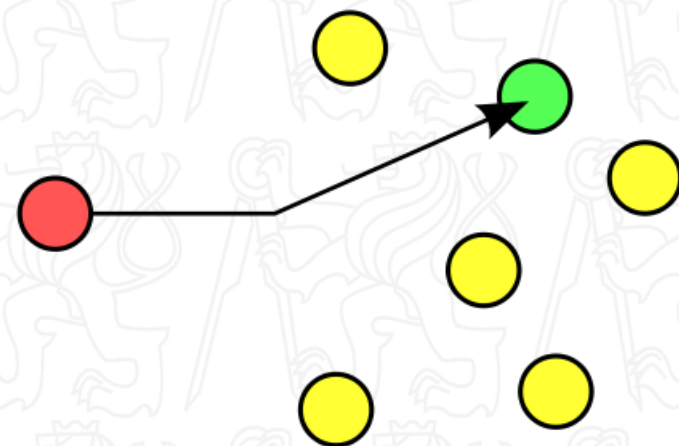
broadcast

anycast

multicast

Zasílání paketů jednomu příjemci

- adresa je v celé síti unikátní
- standardní v IPv4 i IPv6
 - třídy adres A, B, C
 - adrest IP v CIDR



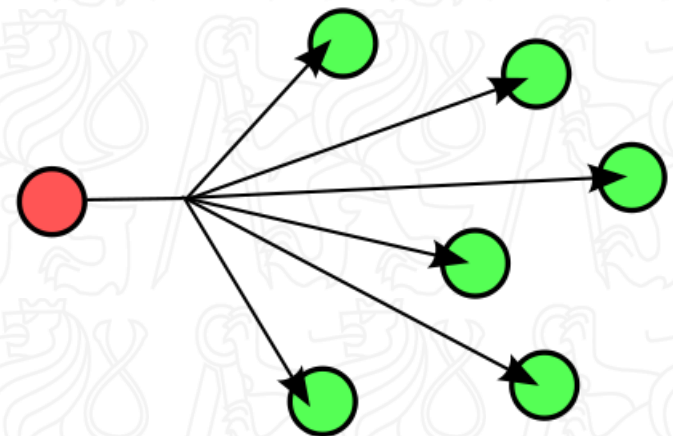
Zasílání všem v lokální síti

- neroutuje se mimo lokální síť

Adresa interface většinou obsahuje samé „1“

Příklad

- IP adresa 195.113.147.16/25
- maska 255.255.255.128
- adresa sítě 195.113.147.0
- broadcast ???



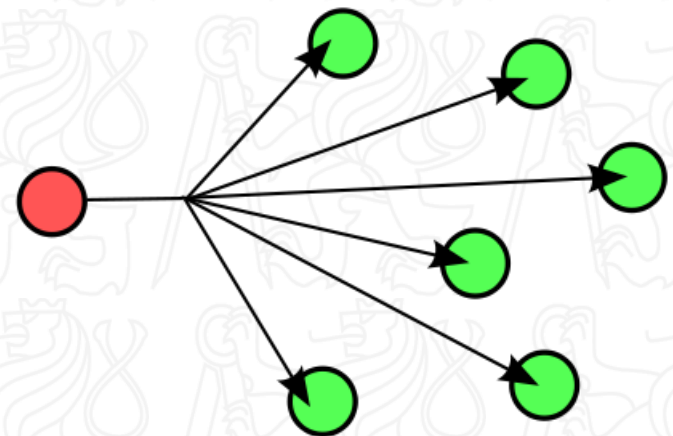
Zasílání všem v lokální síti

- neroutuje se mimo lokální síť

Adresa interface většinou obsahuje samé „1“

Příklad

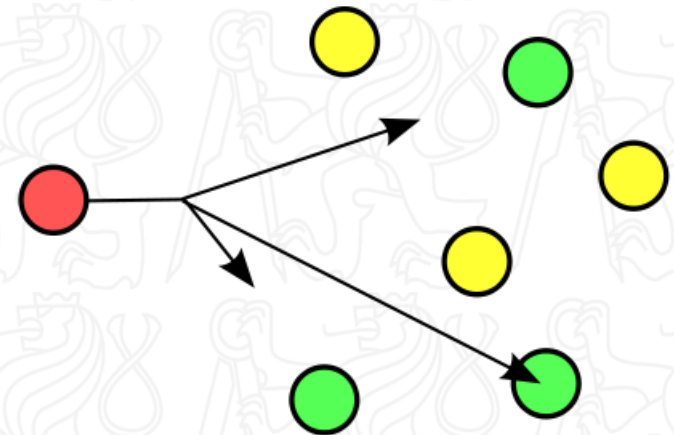
- IP adresa 195.113.147.16/25
- maska 255.255.255.128
- adresa sítě 195.113.147.0
- broadcast **195.113.147.127**



Adresovací a routovací strategie, kdy existuje několik zařízení se stejnou adresou, ale skutečný příjemce je jen jedno zařízení v rámci skupiny

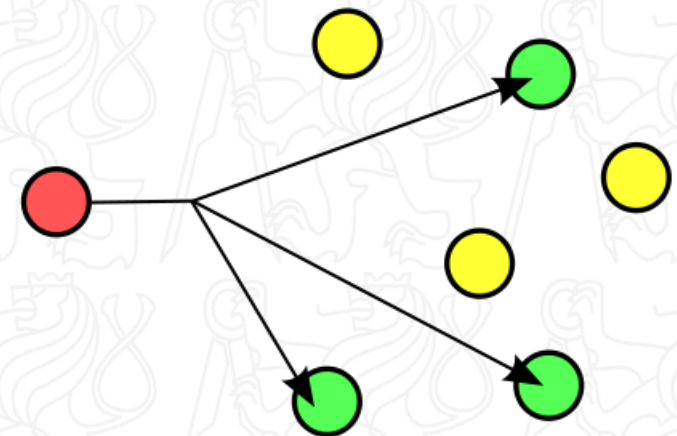
Využití

- standardní v IPv6, výjimečné v IPv4
 - DNS „root nameservers“
 - některé implementovány jako clustery na různých místech
 - „content delivery networks“
 - rozdělení zátěže



Zasílání paketů skupině koncových příjemců

- vyhrazené adresy v IPv4: class D
 - 224.0.0.0 – 239.255.255.255
- protokol IGMP
 - registruje účastníků
- směrovací protokol PIM
 - *dense*: reverzní záplavové směrování
 - *sparse*: definuje „sběrné body“ (rendezvous point)

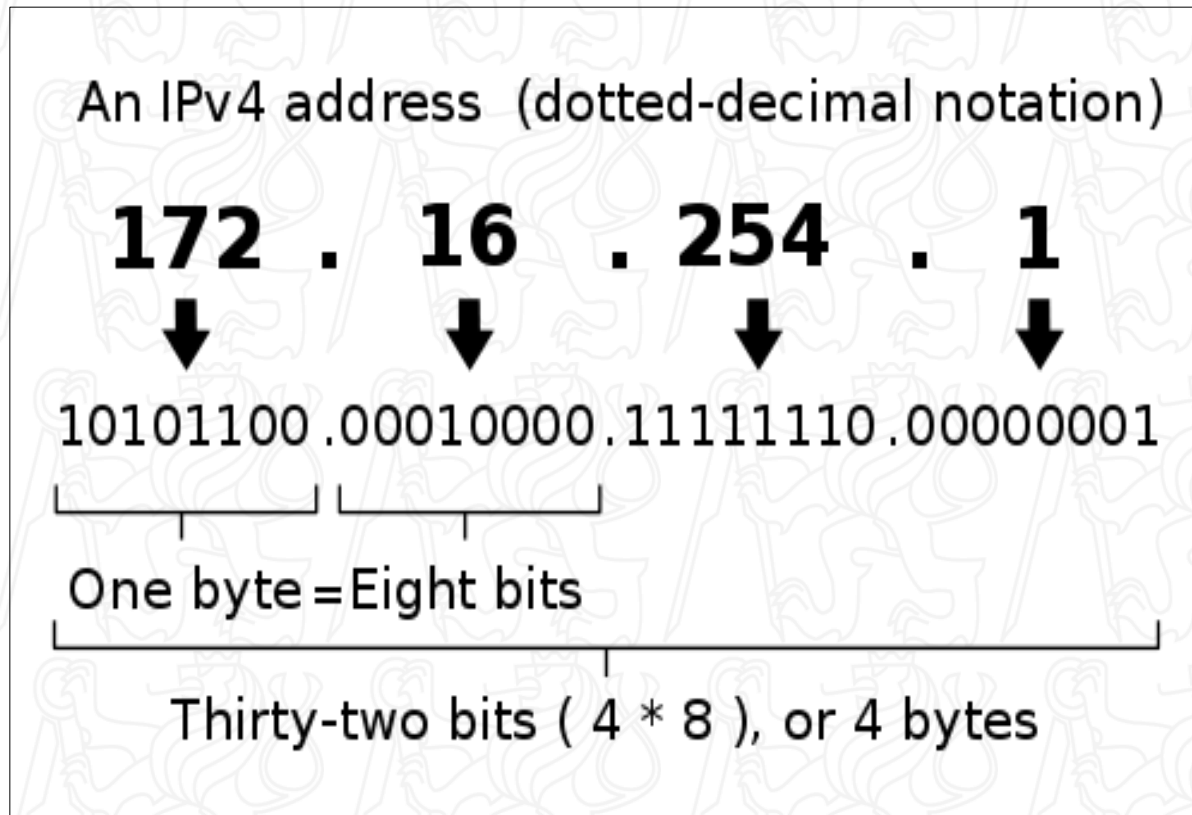




32-bitové číslo

- zápis: dekadicky, 4 skupiny po 8 bitech = oktet (byte),

Příklad:





Třídy (classful design) – historie, nepoužívá se

- A,B,C - normální adresy (unicast)
- D - multicast
- E - rezervováno

třída	úvodní bity	sít. adr. [bitů]	počet sítí	počet adres v síti	první adresa
A	0	8	128	2^{24}	0.0.0.0
B	10	16	16384	2^{16}	128.0.0.0
C	110	24	2097152	2^8	192.0.0.0
D	1110				224.0.0.0
E	1111				240.0.0.0



Schema CIDR (Classless Inter-Domain Routing)

- RFC1518, RFC1519 (rok 1993)
- délka síťového prefixu je libovolná
 - v classful schématu může prefix být jen 8, 16 nebo 24 bitů
- zrušení tříd A,B a C
- zápis masky pomocí počtu bitů síťové části

Příklad

- síťový prefix 18 nejvýznamnějších bitů
11111111.11111111.11000000.00000000
- CIDR formát: /18
- maska 255.255.192.0



Převodní tabulka:

• x.00000000.x	x.0.x
• x.10000000.x	x.128.x
• x.11000000.x	x.192.x
• x.11100000.x	x.224.x
• x.11110000.x	x.240.x
• x.11111000.x	x.248.x
• x.11111100.x	x.252.x
• x.11111110.x	x.254.x
• x.11111111.x	x.255.x

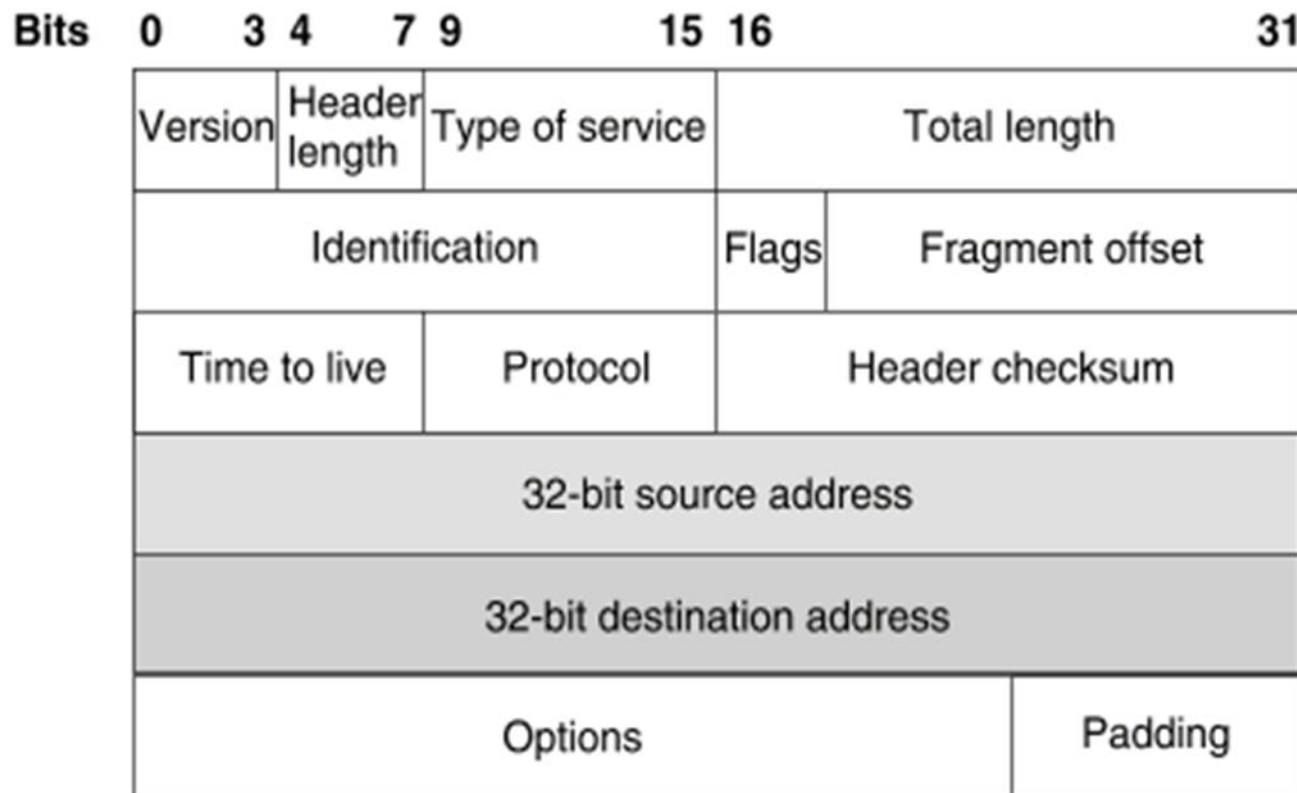


Vyhrazené síťové adresy, volně k dispozici

- neroutují se do Internetu
- typicky využité pro NAT
 - řeší nedostatek veřejných IP adres
 - usnadňuje izolaci privátních sítí
 - směrovač provádí překlad velkého počtu privátních adres na jedinou(resp. několik) veřejnou adresu
- 10.0.0.0/8 16777216 adres ~ 1x class A
- 172.16.0.0/12 1048576 adres ~ 16x class B
- 192.168.0.0/16 65537 adres ~ 256x class C



RFC 791 (rok 1981), první verze RFC 760



zdroj: http://uw713doc.sco.com/en/NET_tcpip/graphics/



version:	4 (IP verze 4)
header length:	délka hlavičky ve 32-bit slovech .
type of service:	několik způsobů využití, např. pro QoS
total length:	délka paketu v bytech
identification:	identifikátor paketu (umožní přiřadit fragmenty)
flags:	pole příznaků, např. fragmentace
fragment offset:	relativní pozice fragmentu (jednotka: 8 bytů)
time to live:	čítač průchodů směrovači (směrovač sníží o 1)
protocol:	typ protokolu vyšší vrstvy
header checksum:	kontrola integrity hlavičky
source address:	IPv4 adresa odesílatele
destination address:	IPv4 adresa příjemce
options:	nepovinné položky
padding:	zarovnání délky hlavičky na hranici 32 bitů



Paket nemůže být libovolně velký

- maximální délka rámce: MTU (maximum transmission unit)
 - definováno linkovou vrstvou
 - typicky 1500 bytů
 - vyšší MTU redukuje overhead, nižší snižuje transportní zpoždění
- síťová vrstva podle potřeby rozdělí původní paket na několik kratších
 - **každý router může fragmentovat IPv4 paket**
 - **jsou doručovány nezávisle**
 - **sestavení provádí až cílové zařízení**



ICMP - Internet Control Message Protocol

- chybové správy sítě posílané původnímu odesílateli
 - protokol č. 1 v IP hlavičce
 - typ 4 bity
 - kód 4 bity

Type	Code	Checksum
Identifier		Sequence Number
Data		

Např.

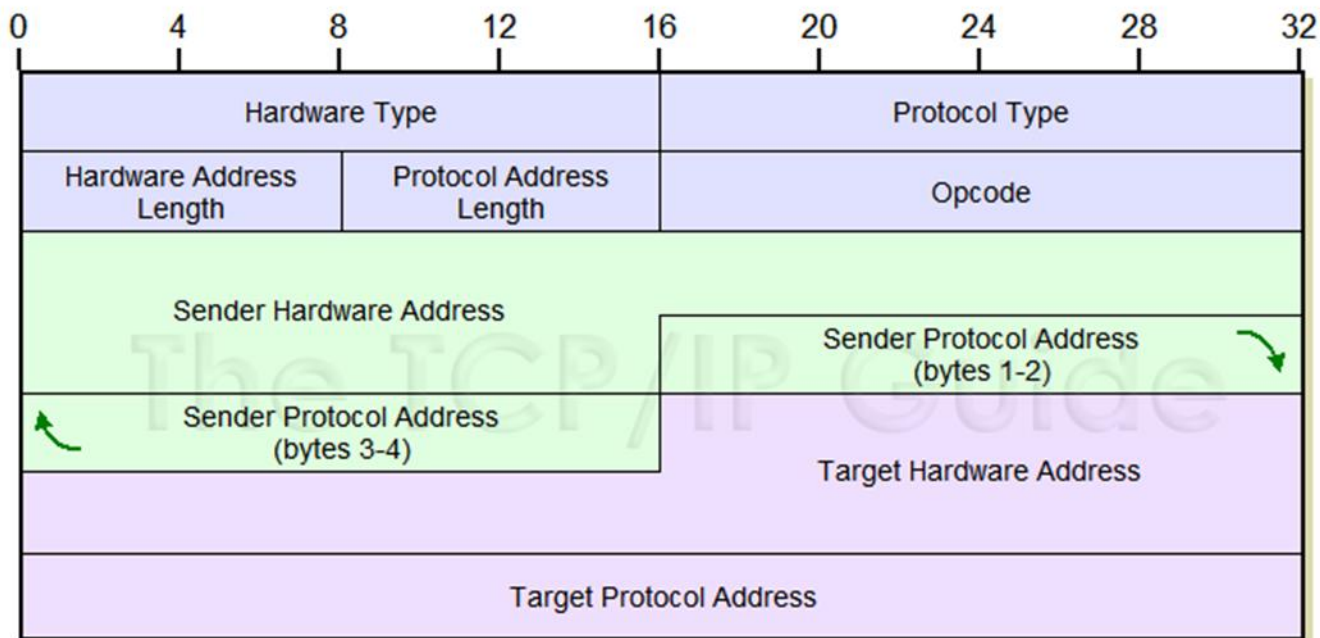
- 0 echo „reply“ (ping)
- 8 echo „request“
- 3 - nedosažitelná cílová adresa
- 11 vypršení času - podle „time_to_live“



Address Resolution Protocol

- RFC826
- protokol linkové vrstvy
- mapování mezi síťovou adresou (např. IP) a adresou hardware (linková vrstva, např. MAC)
 - vyslání dotazu (linkový broadcast):
 - „*Kdo má IP adresu x.x.x.x ?*“
 - odpověď obsahuje adresu MAC
 - rezoluční tabulka – cache
 - automatická expirace záznamů

Používá se dnes jen pro IPv4, ale navržen pro libovolný typ síťové a linkové adresy



Zdroj: http://www.tcpipguide.com/free/t_ARPMessageFormat.htm



Děkuji za pozornost