

Počítačové sítě 1

Přednáška č.4 – Síťová vrstva



- = Síťová vrstva
 - = Funkce síťové vrstvy
 - = Protokoly síťové vrstvy
- = Protokol IPv4
- = Servisní protokol ICMP

ISO/OSI



Síťová vrstva



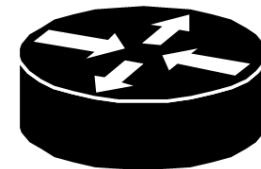
- = Zprostředkovává výměnu dat ve formě paketů mezi **koncovými zařízeními** skrz síť (end-to-end komunikace)
- = K tomu využívá následující funkce
 - = Adresování
 - = Zapouzdření (encapsulation)
 - = Směrování
 - = Vypouzdřování (decapsulation)

- = Koncovým zařízením jsou v síti přiděleny jedinečné síťové adresy
- = Takto označené zařízení v síti se nazývá **HOST**
- = Adresy slouží ke **směrování** paketů skrz síť a k jednoznačné identifikaci hosta
- = Formát a tvar adresy je definován konkrétním protokolem síťové vrstvy

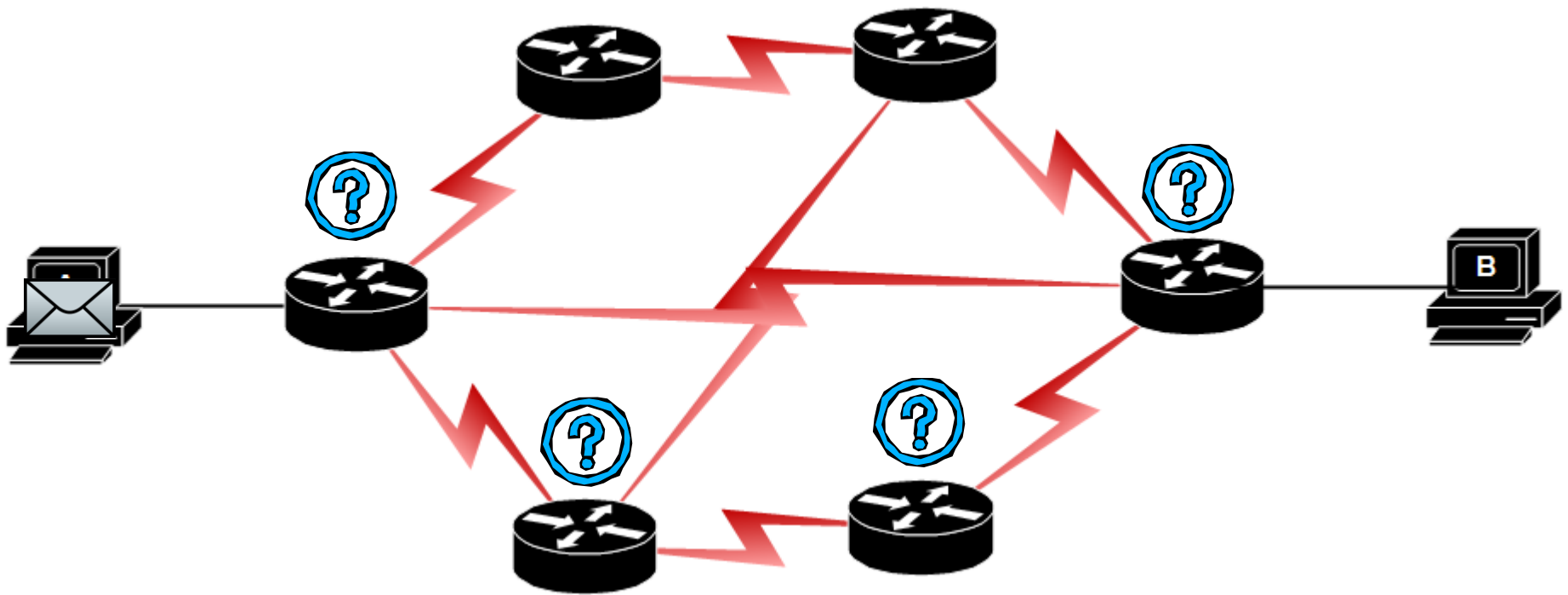
Protokol	Příklad adresy
IPv4	192.168.40.1
IPv6	2001:0db8:85a3:08d3:1319:8a2e:0370:7344
IPX	BC-3D-15-A1.00-18-DE-C0-25-ED
AppleTalk	53.24

- = Síťová vrstva přijímá od transportní vrstvy segment/datagram
- = K němu přidává svojí hlavičku a tím vytváří **paket**
- = **Formát hlavičky** paketu je definován konkrétním síťovým protokolem
- = Součástí hlavičky paketu je mimo jiné i zdrojová a cílová adresa (adresa odesilatele a adresa příjemce paketu)
- = Paket je následně předán Data-linkové vrstvě pro přípravu na přenos po konkrétním médiu

- = Komunikující zařízení se nemusejí nacházet ve stejné síti
- = Paket je zapotřebí přenést do sítě v níž se nachází příjemce paketu
- = K propojení sítí se používá zařízení **Směrovač (Router)**, které na základě směrovací tabulky a cílové adresy z hlavičky paketu vybírá nejlepší možnou cestu skrz síť



- = Paket může cestou k cíli projít několika směrovači, každý takový skok se nazývá HOP
- = Obsah paketu (segment/datagram) zůstává nezměněn



- = Síťová vrstva obdrží paket od data-linkové vrstvy
- = Poté příslušný protokol ověří zda je **cílová adresa** obsažená v hlavičce paketu **shodná** se síťovou adresou daného hosta
 - = **Pokud ANO** – znamená to, že daný paket je určen pro tohoto hosta
 - = Paket je dále zpracován tak, že je mu oříznuta hlavička síťového protokolu a zbytek (segment/datagram) je **odevzdán transportní vrstvě**
 - = **Pokud NE** – znamená to, že daný paket je určen pro jinou stanici a paket je dále směrován nebo zahozen

- = Na síťové vrstvě mohou být implementovány různé protokoly, které uvádí následující tabulka
- = Nejrozšířenějším protokolem je IPv4 (Internet protocol version 4)

Protokol	Standard
IPv4	RFC 791
IPv6	RFC 2460
Novell Internetwork Packet Exchange (IPX)	proprietární
AppleTalk	proprietární
Connectionless Network Service (CLNS/DECNet)	proprietární

Internet Protocol v4

IPv4



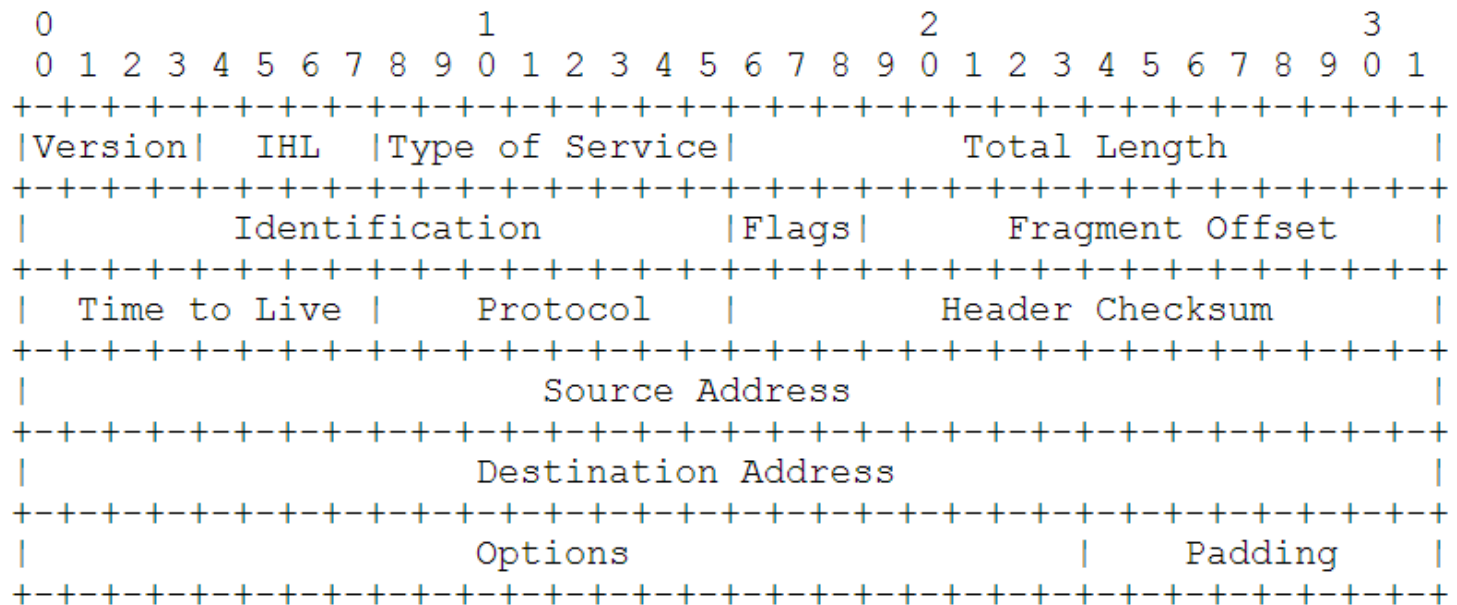
- = Součástí protokolové sady TCP/IP
- = Zpracován zejména v RFC 791
 - = <http://www.ietf.org/rfc/rfc791.txt>
- = Používán ve většině lokálních sítí
- = Navržen jako protokol s **nízkou režií** (low overhead)
 - = Hlavička IPv4 paketu má pouze **20Byte**
- = **Nespojově orientovaný** protokol (connection less)
 - = Nevytváří spojení před odesláním paketu
- = **Nedokáže garantovat** doručení paketů- nespolehlivý (best effort)
- = Díky data-linkové vrstvě **nezávislý** na typu použitého média (media independent)
- = K adresování používá **32-bitové** IPv4 adresy

- = Před samotným přenosem paketu protokol IPv4 **nevytváří žádné spojení**
 - = Díky tomu **odpadá režie** s vytvářením, udržováním, řízením a ukončováním spojení a není potřeba tolik řídicích informací v hlavičce paketu (pouze **20B**)
- = **Důsledky** nespojově orientovaného chování
 - = Odesílatel neví, zda je příjemce (někde) na síti dostupný
 - = Odesílatel se nedozví, zda byl paket příjemci doručen (neztratil se)
 - = Odesílatel neví, zda si paket příjemce „přečetl“
 - = Příjemce dopředu neví, zda a kdy paket obdrží
- = Nevýhodou je, že odesílatel neví, v jakém **pořadí** pakety přijdou
- = IPv4 tuto kontrolu přenechává protokolu transportní vrstvy **TCP**

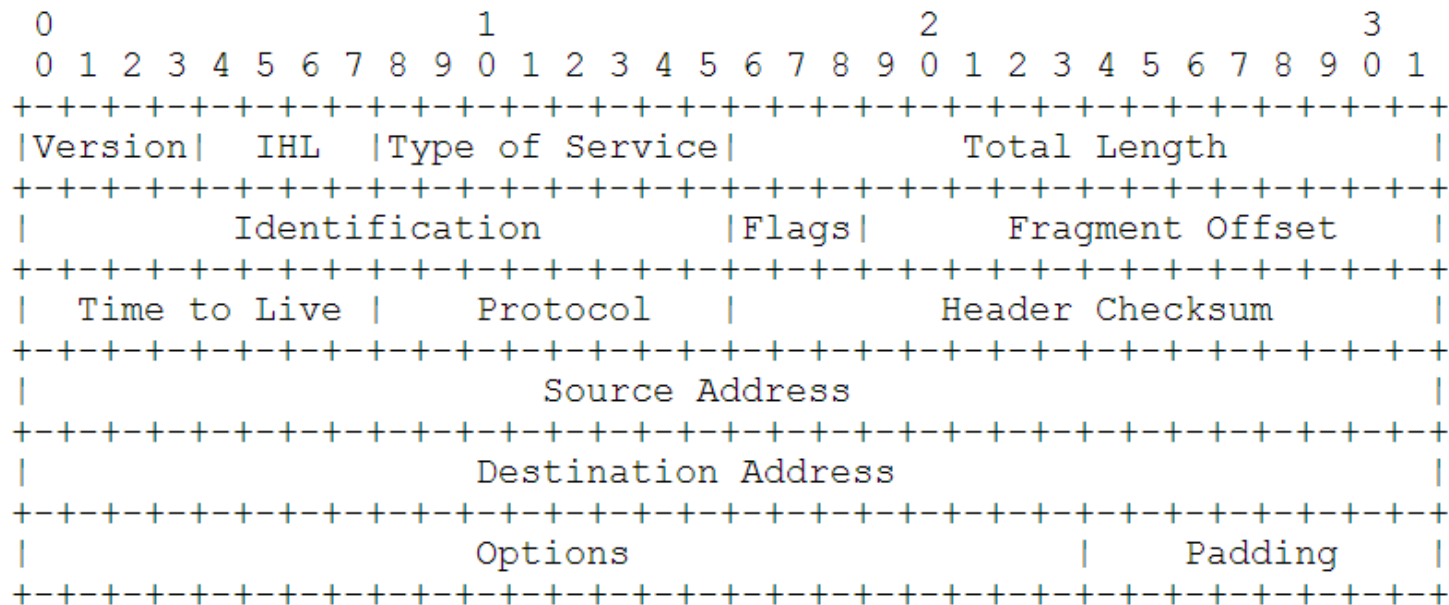
- = Pakety doručuje tzv. metodou **best effort** (maximální úsilí)
 - = Avšak **bez garance** doručení paketu příjemci
 - = Nespolehlivý protokol
- = **Neimplementuje** mechanismus potvrzování paketů
 - = Díky tomu přenáší **méně řídicích informací** (hlavička jen 20B)
 - = To **zvyšuje propustnost** sítě
 - = Nevýhoda: nelze zjistit zda nedošlo k výpadku nějakého paketu
- = Řízení přenosu a potvrzování přenechává opět protokolu TCP

- = Nezávislost na médiu - Media independency
- = IP paket lze přenášet po
 - = Metalickém médiu
 - = Optickém médiu
 - = Atmosférou
- = Odstínění závislosti na médiu přenechává data-linkové vrstvě (L2)
- = Jediná záležitost síťové vrstvy s ohledem na typ média je **MTU**
- = **MTU – Maximum transfer unit**
 - = Parametr jež označuje maximální povolenou velikost PDU
 - = MTU pro **L2 rámec** je různé pro různý typ média
 - = Pokud je MTU paketu větší než MTU rámce (do kterého je daný paket balen) musí dojít k **fragmentaci**
 - = **Fragmentace** je rozdělení paketu na menší části, tak aby splňovaly MTU limit rámce. Na druhé straně přenosu se musí opět spojit.
 - = Tato operace je s ohledem na počet paketů náročná na výpočetní zdroje

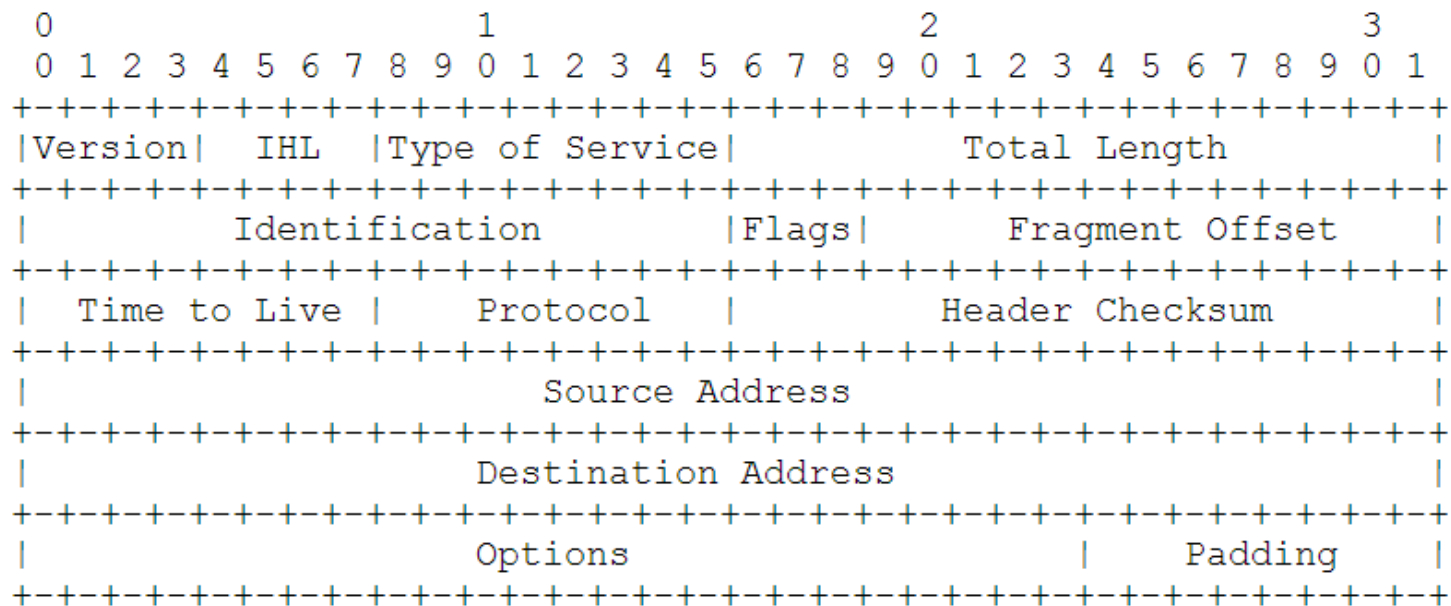
- = **Version** – pro protokol IPv4 **0100**, pro IPv6 **0110**
- = **IHL** – udává délku hlavičky v čtyřbajtech
 - = Defaultní hodnota **0101** (20B), maximální hodnota a velikost hlavičky **1111** (60B)
- = **Type of Service** – označuje prioritu paketu, např. pro IP telefonii
- = **Total Length** – celková (i s aplikačními daty) velikost paketu v bajtech
 - = Maximální hodnota je 2B => Max. velikost paketu je 65535 bajtů



- = **Identification** – využití pro identifikaci části paketu při fragmentaci
- = **Flags** – 3 bitové pole využívané při fragmentaci, obsahuje bity 0,DF,MF
 - = **DF bit** (Don't fragment) – pokud je nastaven na 1 je fragmentace paketu zakázána
 - = **MF bit** (More fragments) – pokud je nastavena na 1, následují další fragmenty
- = **Fragment offset** – označuje polohu fragmentu v původním paketu
 - = Pokud fragmentace není použita, všechny bity jsou vynulované



- = **Header Checksum** – kontrolní součet celé hlavičky paketu
 - = Protože směrovače při průchodu paketu snižují jejich TTL, je nutné zároveň přepočítat i checksum
- = **Source Address** – 32-bitová IPv4 adresa odesilatele
- = **Destination Address** – 32-bitová IPv4 adresa příjemce paketu



- = Adresa protokolu IPv4 je tvořena čtyřmi osmibitovými poli (**oktety**)
 - = Celkem tedy **32-bitů**
 - = Každý oktet tedy nabývá **dekadických** hodnot **<0 ;255>**

192	.	168	.	10	.	1
11000000		10101000		00001010		00000001

- = Je to unikátní identifikátor zařízení v rámci sítě
- = IP adresa má hierarchickou strukturu
 - = Je tvořena **síťovou + hostitelskou** částí adresy
 - = Hranici mezi síťovou a hostitelskou částí je dána **maskou**
 - = **Jedničky** v binárním tvaru masky označují síťovou část a **nuly** hostitelskou část
 - = Síťová část adresy je **stejná** pro všechna zařízení v jedné síti a jednoznačně určuje do které sítě host náleží
 - = Hostitelská část je v rámci jedné sítě **unikátní**

= Maska sítě

- = Má stejný tvar jako IP adresa (32-bitů ve 4 oktetech)
- = Udává **hranici** mezi sítíovou a hostitelskou částí adresy
- = Pozice hranice mezi částmi určuje velikost adresního rozsahu sítě (jak velký počet adres obsahuje)
- = Lze ji také zapsat
 - = Ve formátu IP adresy: **255.255.255.0**
 - = Nebo pouze jako počet jedniček v masce: **/24**

Binární AND		=
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

= Adresa sítě odkazuje sít' jako celek

- = V **hostitelské části** adresy je tvořena binárními **nulami**
- = Tuto adresu **nesmí** mít žádné konkrétní zařízení v síti
- = Vzniká operací **binární AND** nad IPv4 adresou a maskou
- = Protože odkazuje na celou sít', je používána při **směrování**

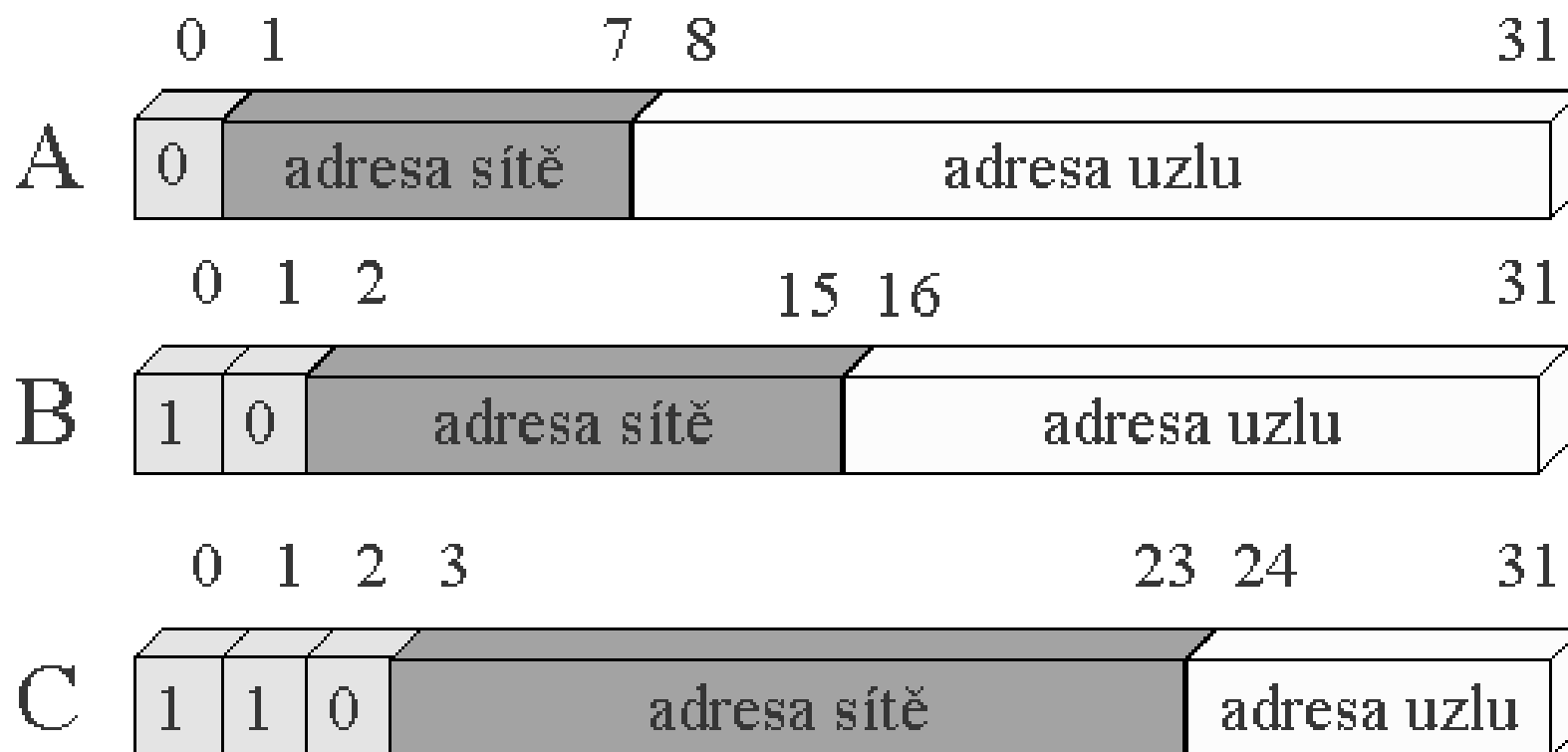
= Broadcastová (všesměrová) adresa odkazuje na všechna aktivní zařízení v dané síti

- = V hostitelské části adresy je tvořena binárními jedničkami
- = Tuto adresu **nesmí** mít žádné konkrétní zařízení v síti
- = Pokud je na tuto adresu odeslán paket, obdrží ho všechna (zapnutá) zařízení v síti

	Dekadický tvar	Binární tvar
IPv4 Adresa	192.168.20.15	11000000.10101000.00010100.00001111
Maska	255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000
Adresa sítě (Binární AND)	192.168.20.0	11000000.10101000.00010100.00000000
Broadcastová adresa	192.168.20.255	11000000.10101000.00010100.11111111

- = IP adresa obsahuje část síťovou a část hostovou v různých formátech
- = Počet bitů, které identifikují síť, a počet bitů, které identifikují hosta, se liší podle třídy adresy:
 - = **Třída A** – první bit je nulový, 7 bitů síťová část, 24 bitů hostitelská část
 - = První oktet adresy je **menší než 128**
 - = **Třída B** – první dva bity 10, 14 bitů síťová část, 16 bitů hostitelská část
 - = Tzn. první oktet adresy je **v rozsahu 128 – 191**
 - = **Třída C** - první tři bity 110, 21 bitů síťová část, 8 bitů hostitelská část
 - = Tzn. první oktet adresy je **v rozsahu 192 – 223**
 - = **Třída D** - první čtyři bity 1110, vyhrazeno pro multicastovou komunikaci
 - = Tzn. první oktet adresy je **v rozsahu 224 – 239**
 - = **Třída E** - první čtyři bity 1111, vyhrazeno pro experimentální účely
 - = Tzn. první oktet adresy je **v rozsahu 240 – 255**

= Grafické znázornění tříd A, B a C



- = Ve třídách A, B a C byly vyhrazeny rozsahy adres pouze pro privátní (neveřejné) použití
 - = Ve **třídě A** – 10.0.0.0 – 10.255.255.255, maska 255.0.0.0 nebo /8
 - = Obsahuje celkem **16 777 216** unikátních adres
 - = Ve **třídě B** – 172.16.0.0 – 172.31.255.255, maska 255.240.0.0 nebo /10
 - = Obsahuje celkem **1 048 576** unikátních adres
 - = Ve **třídě C** – 192.168.0.0 – 192.168.255.255, maska 255.255.0.0 nebo /12
 - = Obsahuje celkem **65 536** unikátních adres

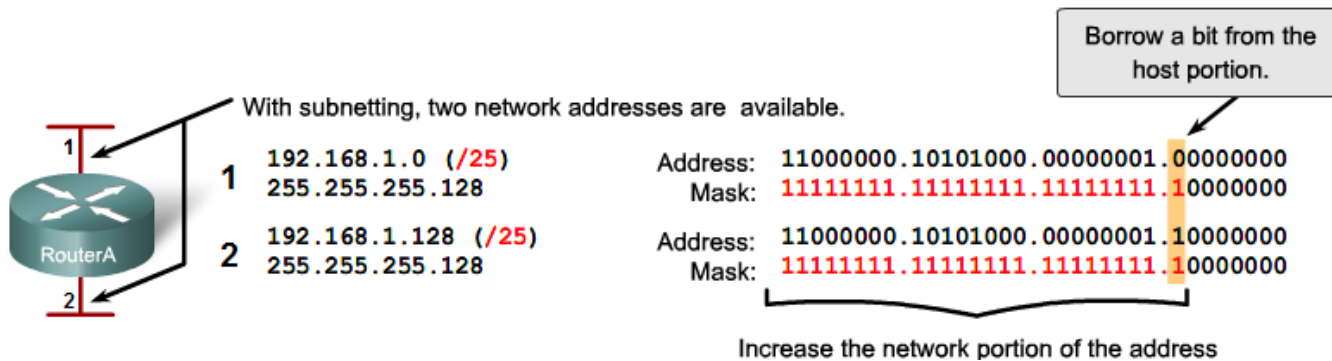
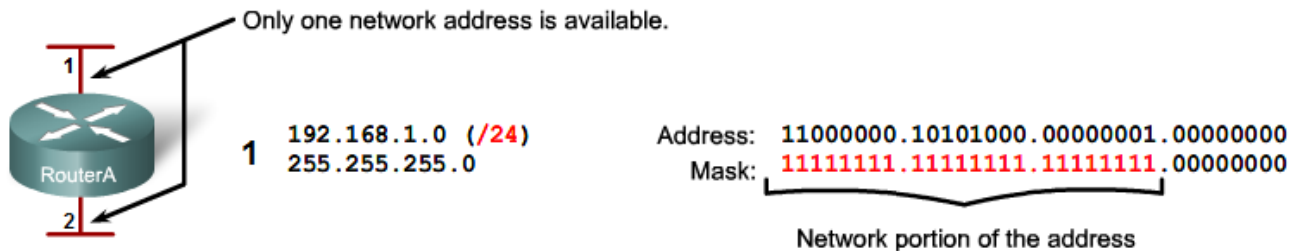
- = Speciální vyhrazenou IPv4 adresou je **127.0.0.1**
 - = Jedná se o tzv. **loopback** (logická smyčka)
 - = Umožňuje posílat pakety sám sobě

- = Doplněk k privátním adresám
- = Poskytují **globální dosažitelnost**
- = Správce veřejných IPv4 adres je organizace **IANA - Internet Assigned Numbers Authority**
 - = **IANA** přiděluje bloky IPv4 veřejných adres kontinentálním internetovým registrátorům
 - = <http://www.iana.org>

Global	IANA				
Regional Internet Registries	AfriNIC Africa Region	APNIC Asia/ Pacific Region	LACNIC Latin America And Caribbean Region	ARIN North America Region	RIPE NCC Europe, Middle East, Central Asia Region

- = Kvůli velkému a zbytečnému plýtvání IPv4 adresami byly zavedeny podsítě
- = 1993 - doporučení **RFC 1517 až 1520**
 - = Radikální změna strategie dělení adresního prostoru (CIDR)
 - = IPv4 adresa se skládá ze
 - = síťové části
 - = **identifikátoru podsítě (nově)**
 - = hostitelské části
- = Metoda rozdělení sítě na menší části - podsítování (**subnetting**)
- = Masky podsítě má více jedniček, než maska pro danou třídu
- = Jedničky lze za určitých podmínek z masky odebrat (nahrazovat zprava nulami), a vytvářet tzv. supersítě (**supernetting**)

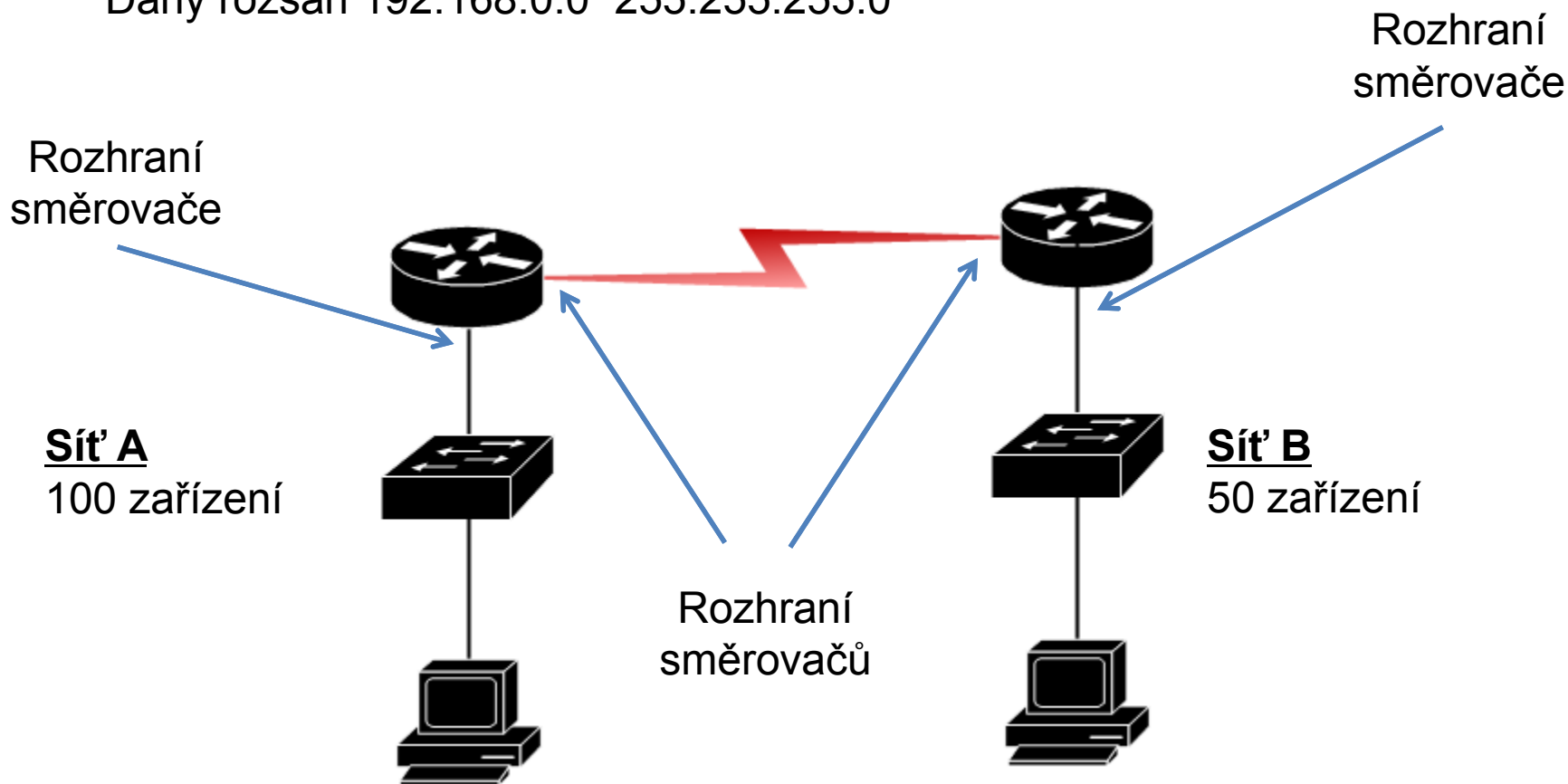
- = **Subnetting s konstantní délkou masky** dovoluje vytvořit z jedné sítě více **stejně „velkých“** podsítí
- = Pro vytvoření podsítě je potřeba si „**půjčit**“ jeden nebo více bitů z hostitelské části IP adresy
- = **Počet podsítí** je vypočítán jako 2^n kde n je počet vypůjčených bitů
- = **Počet adres** v podsíti je vypočítán jako $(2^s - 2)$, kde s je počet bitů v hostitelské části adresy



- = **Subneting s variabilní délkou masky** dovoluje vytvořit z jedné sítě více různě „velkých“ podsítí
 - = **VLSM** – Variable-Length Subnet Mask
 - = Masky jednotlivých podsítí se mohou vzájemně lišit

- = **Kalkulace:**
 - = Spočítáme celkový počet adresovaných zařízení v síti (koncová zařízení + rozhraní směrovačů)
 - = Určíme počet potřebných podsítí
 - = Pro počet zařízení v každé podsíti hledáme nejbližší vyšší mocninu dvou
 - = Tato mocnina vyjadřuje potřebný počet bitů pro hostitelskou část
 - = **Alokace adres**
 - = Začneme vytvářet podsítě od největších potřebných bloků adres

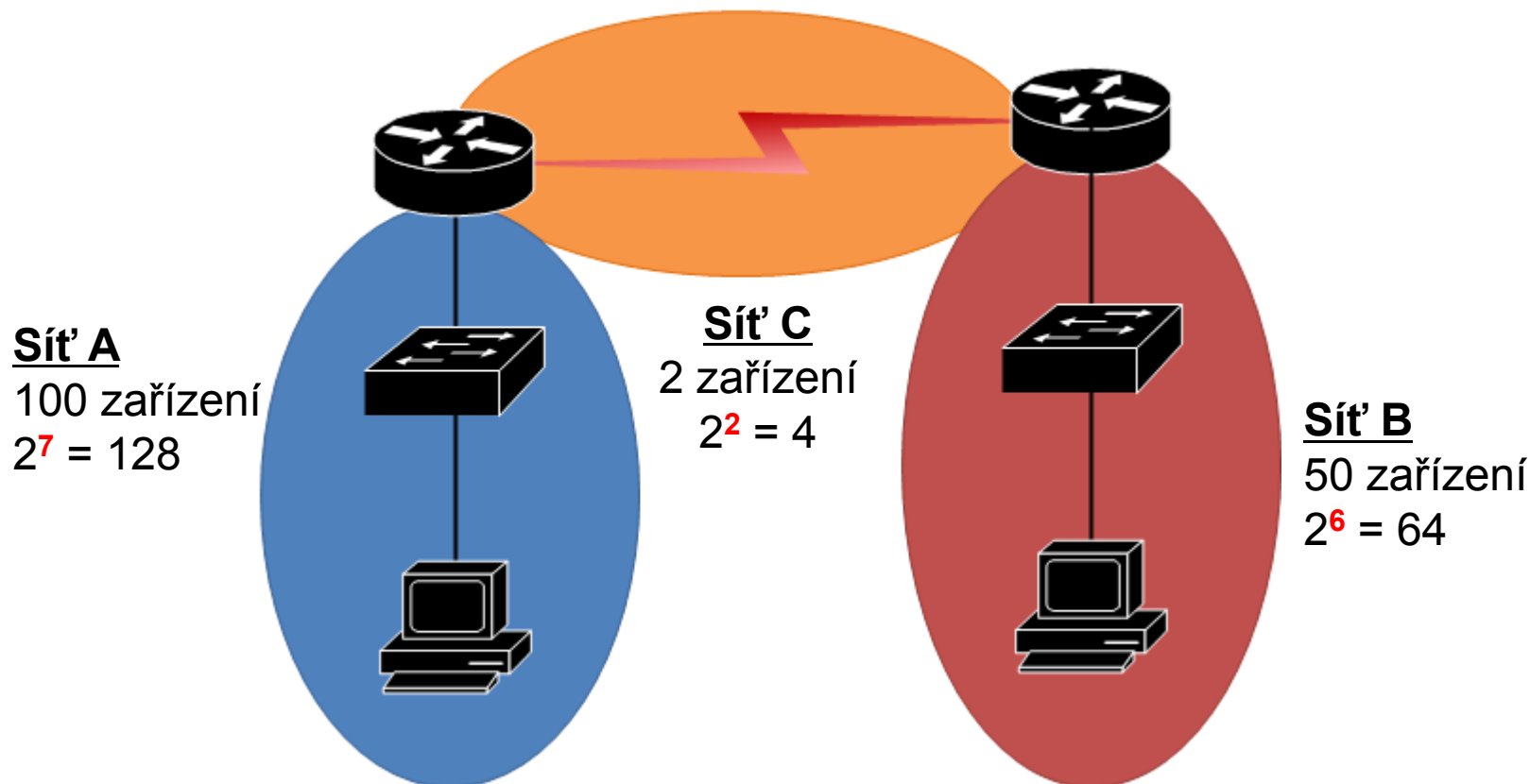
- 1) Identifikace a celkový počet adresovaných uzlů v síti
Daný rozsah 192.168.0.0 255.255.255.0



Celkem $100 + 50 + 4 = 154$

2) Určíme počet potřebných podsítí

- = Pro počet zařízení v každé podsíti hledáme neblížejší vyšší mocninu dvou
- = Tato mocnina vyjadřuje potřebný počet bitů pro hostitelskou část



= Alokace adres

= Začneme vytvářet podsítě od největších potřebných bloků adres

= **Sít' A** – 100 hostů (max. 126)

= Adresa sítě – 192.168.0.0

= Masky sítě - 255.255.255.128

= **Sít' B** – 50 hostů (max. 62)

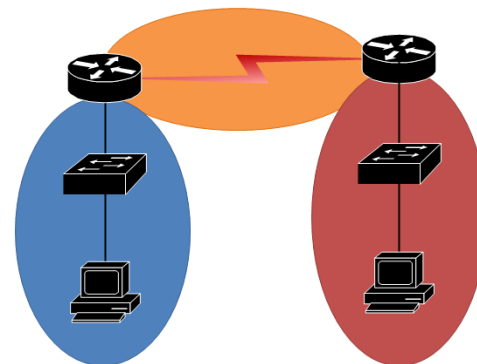
= Adresa sítě – 192.168.0.128

= Masky sítě – 255.255.255.192

= **Sít' C** – 2 hosté (max. 2)

= Adresa sítě – 192.168.0.192

= Masky sítě – 255.255.255.252



11000000.10101000.00000000.00000000
11111111.11111111.11111111.10000000

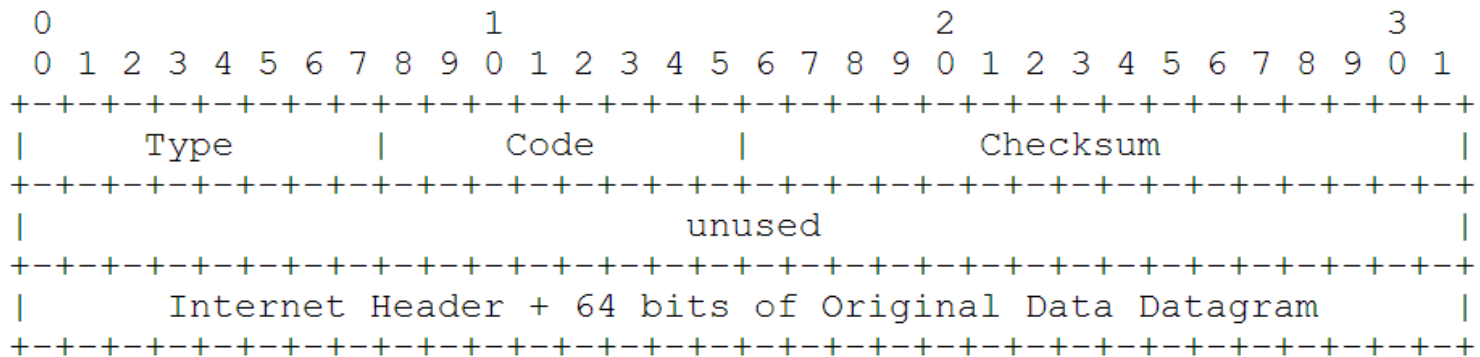
11000000.10101000.00000000.10000000
11111111.11111111.11111111.11000000

11000000.10101000.00000000.10000000
11111111.11111111.11111111.11111100

Servisní protokol ICMP



- = **Type 0** – odpověď na žádost
 - = Code je vždy 0
- = **Type 3** – cíl je nedostupný
 - = Code 0 – nedostupná síť
 - = Code 1 – nedostupný host
 - = Code 2 – nedostupný protokol
 - = Code 3 – nedostupný port
 - = Code 4 - nutnost fragmentace
 - = Code 5 – selhání směrovacího pravidla
- = **Type 8** – žádost o odpověď



Děkuji za pozornost

