



# Internet

# Standardizace Internetu (1)

- **RFC – Request for Comments**, základní dokumenty
- identifikovány čísly, po vydání se nemění – místo změny se nahradí jiným RFC
- přidělen stav
  - **proposed standard**: návrh (ustálené, bez implementace)
  - **Internet standard**: zralé, stabilní
  - **experimental**: zkoumá se
  - **informational**: čistě informační
  - **historic**: nahrazeno novějším

# Standardizace Internetu (2)

- draft – pracovní dokument, platnost 1/2 roku
- **IETF – Internet Engineering Task Force**
  - velká komunita návrhářů, provozovatelů, výzkumníků...
  - účast dobrovolná
  - vyvíjí nové protokoly, služby,...
  - organizována do tématických pracovních skupin (working groups)
  - [www.ietf.org](http://www.ietf.org)

# Internet Protocol (IP)

- RFC 791
- hlava rodiny TCP/IP
- drží Internet pohromadě – podpora jednotného IP umožňuje kterémukoli zařízení komunikovat s ostatními
- **bez spojení** (samostatné datagramy)
- **bez záruk** (best effort)

# IP adresa

- každé rozhraní má svou adresu
- **32bitové číslo (4 bajty)**
- tečkovaný desítkový zápis 147.230.16.8
- celosvětově jednoznačné, distribuované přidělování
- Internet není síť počítačů, ale síť sítí – hierarchická struktura adresy:



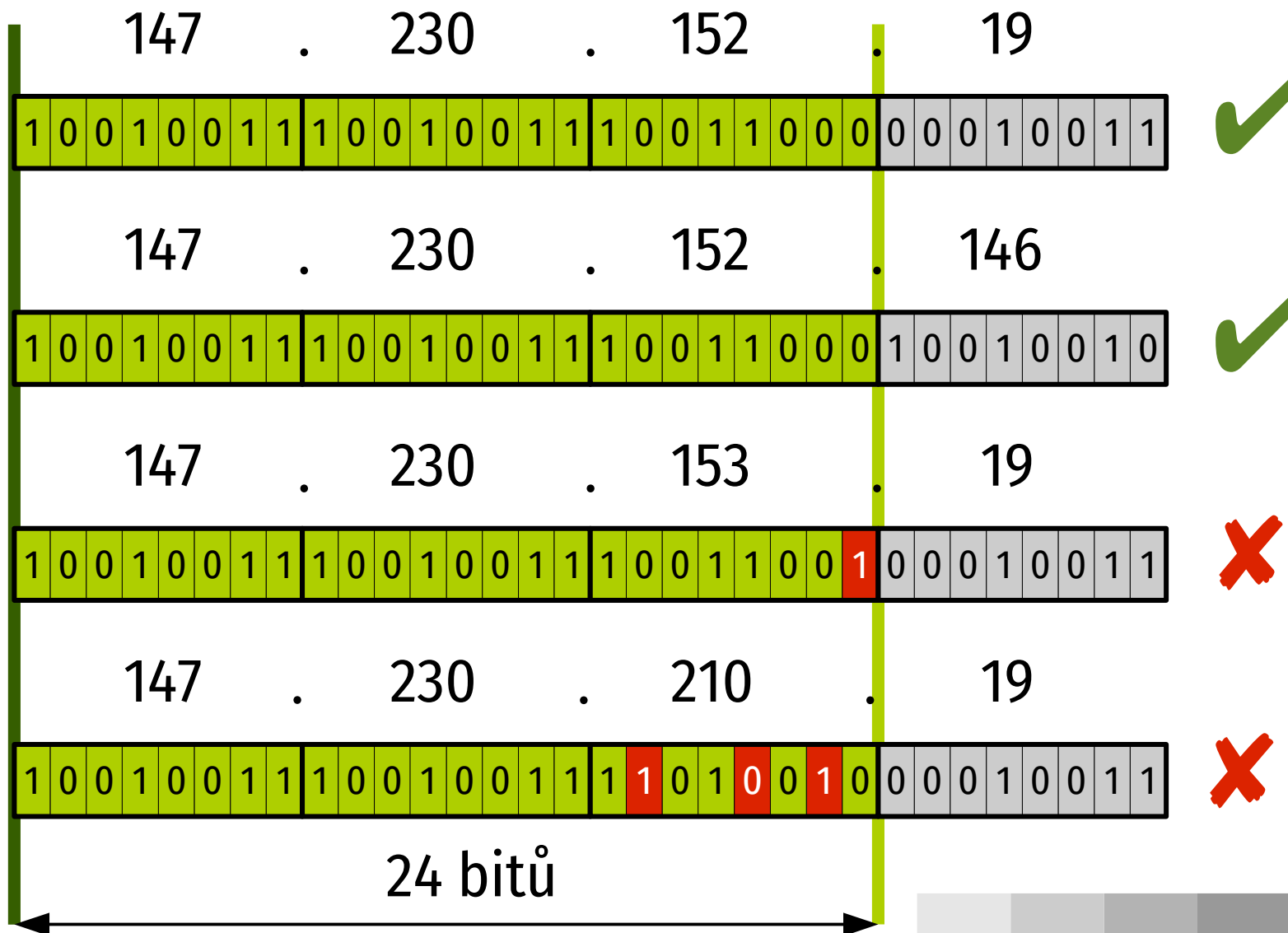
# Podsítě

- počítače **přímo spojené ve 2. vrstvě** (Ethernetem) – počítače ve stejné podsíti spolu komunikují přímo
- **maska podsítě** určuje hranici mezi adresou podsítě a počítače
- obsahuje 1 v bitech adresy sítě a podsítě, 0 jinde
- 147.230.16.8 s maskou podsítě 255.255.255.0:  
sít' 147.230, podsít' 16, počítač 8  
prefix podsítě 147.230.16.0/24
- hranici **stanoví správce sítě**

# Prefix

- **začátek IP adresy**
- délka může být různá, zápis s lomítkem – odděluje hodnotu adresy od specifikace významných bitů
  - **147.230.0.0/16** – kolik bitů od začátku adresy platí
  - **147.230.0.0/255.255.0.0** – maska, 11...1 na místě významných bitů, 00...0 na místě nevýznamných
  - část adresy, jež není součástí prefixu, bývá vynulována
- používají se při přidělování adres, směrování,...

# Příslušnost k 147.230.152.0/24





# Classless Internet Domain Routing

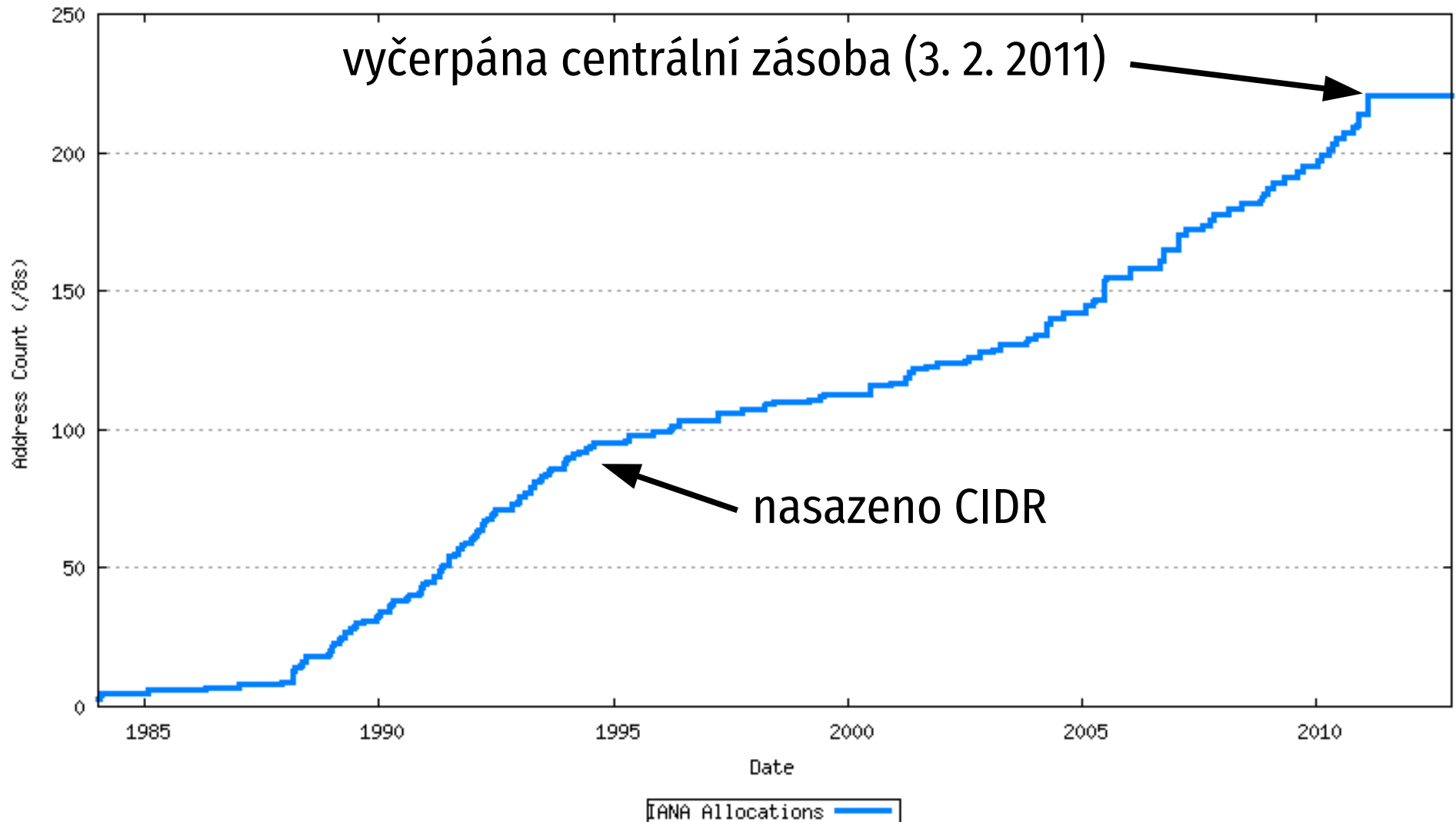
- původně: 3 délky adresy sítě – třídy A/8, B/16, C/24
- neosvědčilo se – málo adres třídy B, velké směrovací tabulky, plýtvání adresami; vzniklo **CIDR**
- síť dostane jen tolik prostoru, kolik opravdu potřebuje
- agregace prefixů
  - ISP dostane prefix, např. 147.230.0.0/16
  - jeho části (např. 147.230.1.0/24) přiděluje zákazníkům
  - mimo síť ISP lze celý jeho prostor shrnout pod jediný prefix 147.230.0.0/16

# Přidělování adres

- **IANA (Internet Assigned Numbers Authority)**
  - centrální autorita
- **RIR (Regional Internet Registry)**
  - **RIPE NCC** (Evropa a Blízký východ), **ARIN** (Severní Amerika), **LACNIC** (Latinská Amerika), **APNIC** (Asie a Pacifik), **AFRINIC** (Afrika)
- **LIR (Local Internet Registry)**
  - poskytovatel Internetu
- zákazník

# Spotřeba IP adres

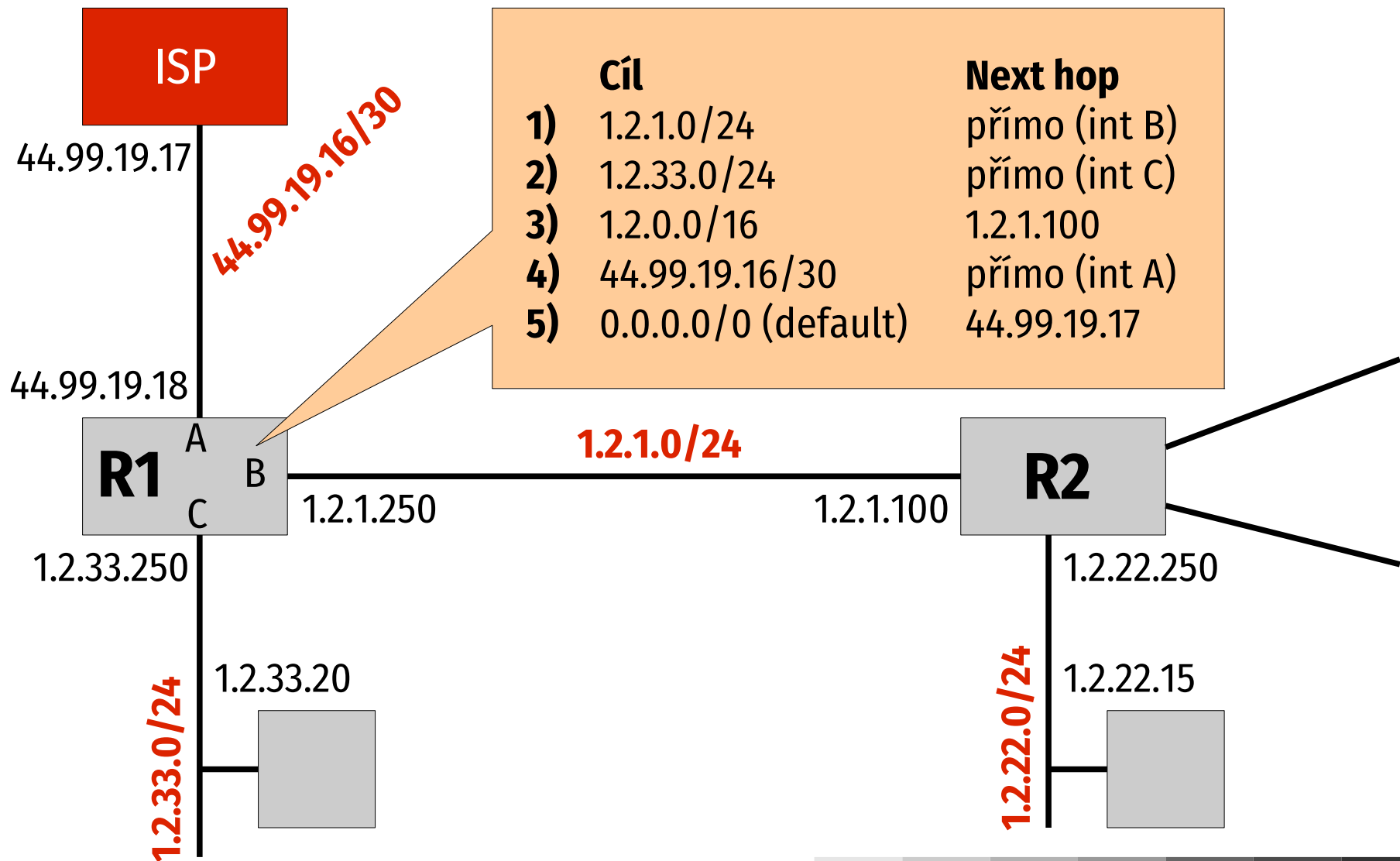
Time Series of IANA Allocations



# Základní směrování

- **směrovací tabulka** – základní datová struktura
  - **cíl** – prefix adresy
  - **next hop** – komu předat pakety pro tento cíl (soused)
- **směrovací rozhodnutí**
  - podle adresy příjemce z IP datagramu
  - vybere všechny záznamy ze směrovací tabulky, kde **cíl odpovídá adrese příjemce**
  - z nich použije záznam s **nejdelším cílovým prefixem** (nejkonkrétnější)

# Příklad směrovací tabulky



# Příklady rozhodnutí R1

- cíl: **1.2.33.20**
  - použitelné záznamy 2, 3, 5
  - nejkonkrétnější je 2 – **doručí přímo rozhraním C**
- cíl: **1.2.22.15**
  - použitelné záznamy 3, 5
  - nejkonkrétnější je 3 – **předá na 1.2.1.100 (R2)**
- cíl: **147.230.16.8**
  - použitelné jen 5 – **předá na 44.99.19.17**

# Terminologie

- směruje každé zařízení zapojené do Internetu (včetně koncových)
- **směrovač (router)** – propojuje několik IP (pod)sítí a předává mezi nimi datagramy
- **L3 přepínač (L3 switch)** – marketingový pojem, původně jednoduchý a rychlý směrovač s omezenými funkcemi, dnes totéž co směrovač
- **L2/L3 přepínač** – ethernetový přepínač i IP směrovač v jednom zařízení, závisí na konfiguraci

# IP datagram (1)

verze	délka hlavičky	TOS	celková délka [B]	
identifikátor			přízn.	posun fragmentu
TTL		protokol	CRC hlavičky	
odesílatel (IP adresa)				
adresát (IP adresa)				
volby (nepovinné, proměnlivé složení)				
data				



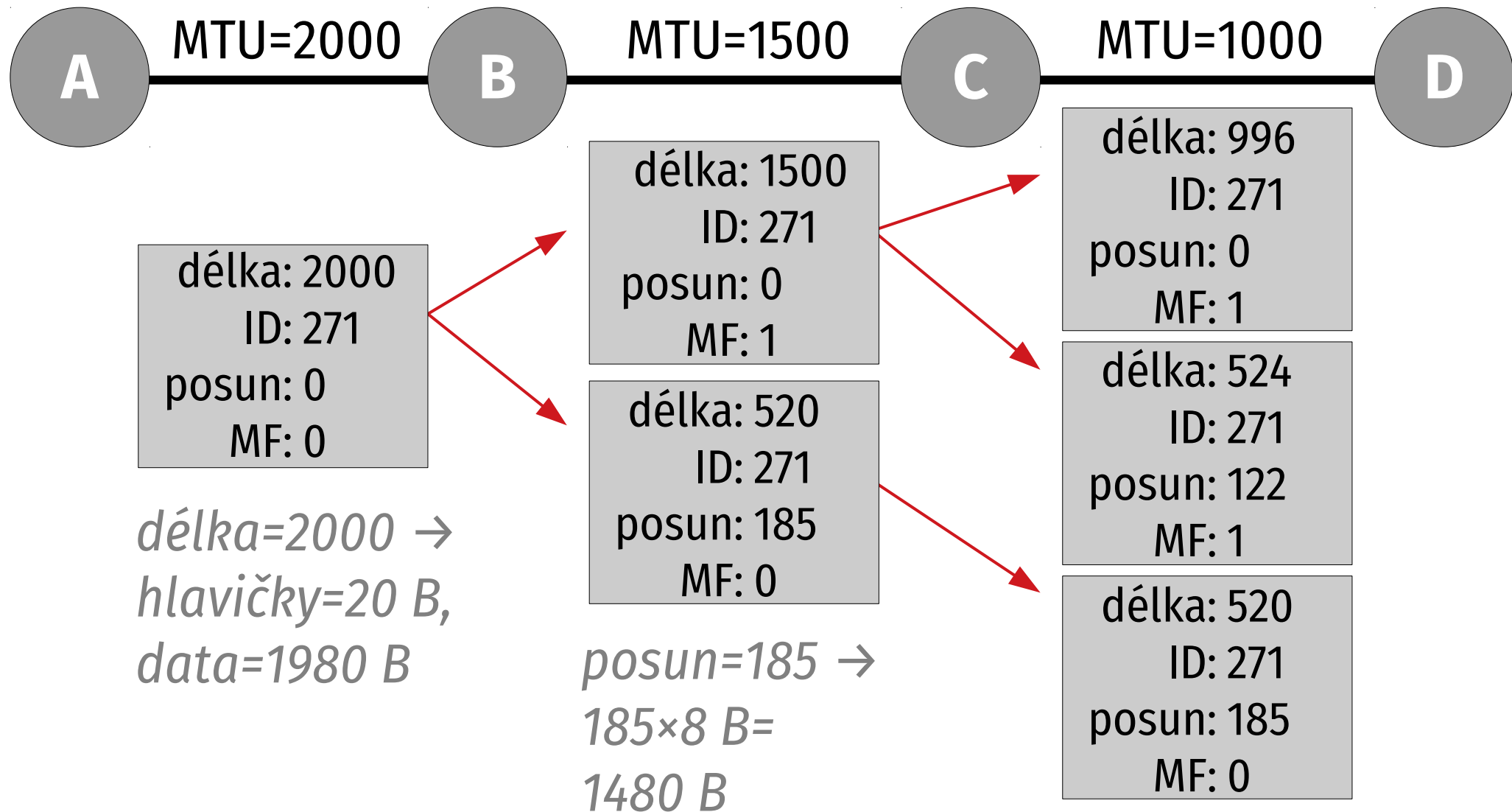
# IP datagram (2)

- **verze:** v současnosti 4
- **délka hlavičky:** ve 32bitových slovech (max. 60 B)
- **TOS:** Type of Service, požadavky na přepravu
- **celková délka:** max. 65 535 B
- **TTL:** Time to Live, každý směrovač zmenší alespoň o 1, při vynulování zahodí – ochrana proti zacyklení
- **protokol:** kterému protokolu 4. vrstvy patří data
- **CRC:** nezahrnuje data

# Fragmentace (1)

- maximální velikost paketu (**MTU, Maximum Transmission Unit**) se liší pro různé fyzické sítě
- je-li datagram  $> \text{MTU}$ , bude rozdělen na fragmenty:
  - všechny mají stejný **identifikátor**
  - **posun fragmentu** udává, na které pozici původního datagramu začínají data tohoto fragmentu (děleno 8)
  - v **příznacích** mají všechny fragmenty kromě posledního nastaven „More Fragments“
  - je aktualizována celková délka

# Příklad fragmentace



# Fragmentace (2)

- fragmenty jsou samostatnými datagramy
  - přepravovány nezávisle
  - mohou být dále fragmentovány
- skládá až příjemce datagramu
- mezi příznaky je i „Don't fragment“, který zakazuje datagram fragmentovat
- **MTU cesty** – odesílatel se snaží najít co největší velikost, která nezpůsobí fragmentaci; doporučeno, fragmentace snižuje efektivitu

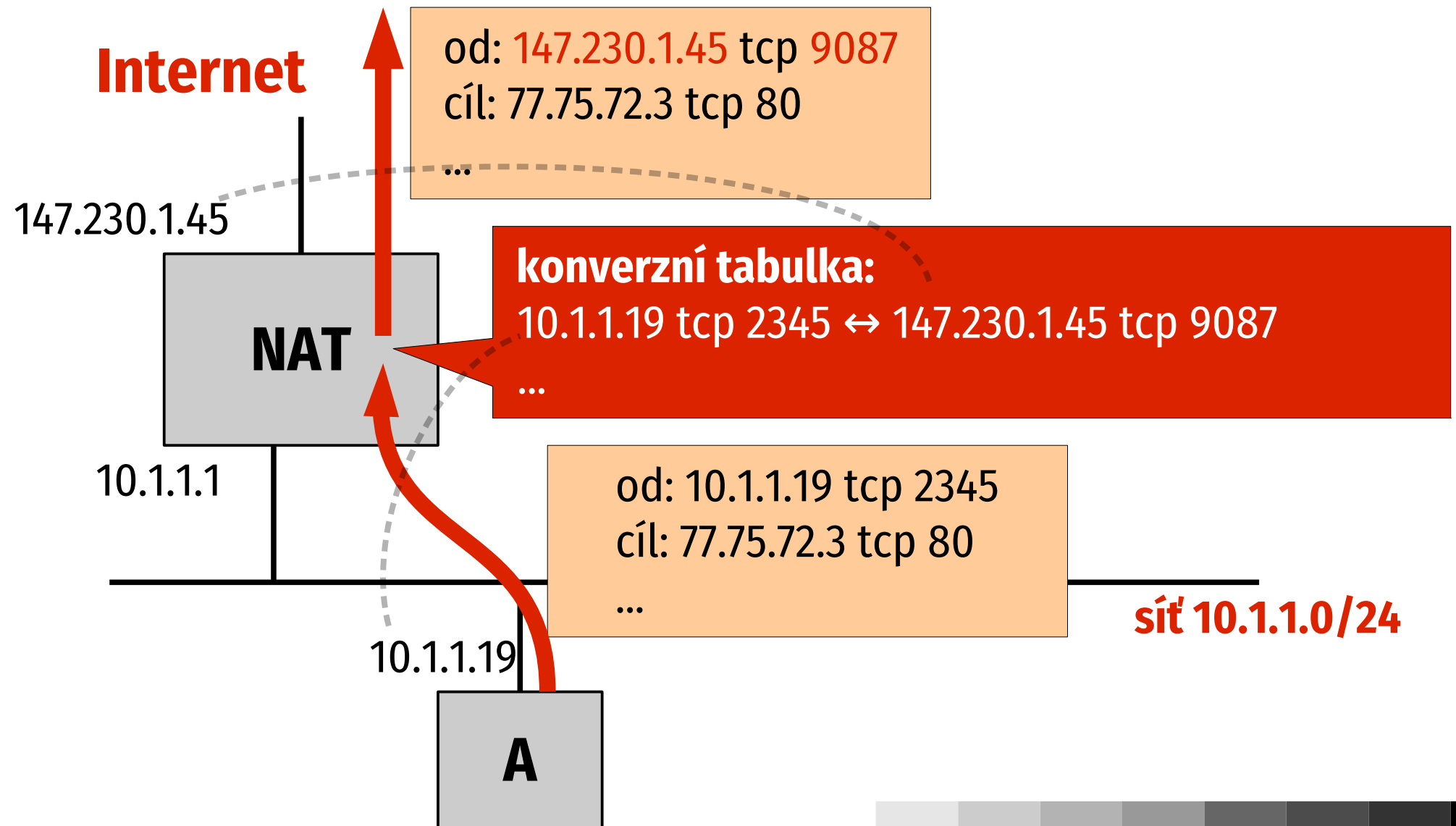
# Neveřejné adresy

- RFC 1918 definovalo adresy pro **soukromé sítě**
  - 10.0.0.0/8
  - 172.16.0.0/16
  - 192.168.0.0/16
- nejsou směrovány v Internetu, nesmí překročit lokální síť
- dnes využívány pro rozšíření adresního prostoru v kombinaci s NAT

# NAT (1)

- **Network Address Translation, RFC 3022**
- mezi dvěma částmi sítě
- **mění IP adresy a TCP/UDP porty v procházejících IP datagramech**
- typicky: lokální síť s neveřejnými adresami připojená NATem do Internetu – celá síť je adresována jednou veřejnou IP adresou, NAT „zastupuje“ místní stroje
- běžně implementováno např. v ADSL modemech

# NAT (2)



# NAT (3)

- záznam v konverzní tabulce se vytváří, když počítač „zevnitř“ odesílá paket „ven“
- **problémy NATu:**
  - komunikaci nutno navazovat zevnitř – dokud není záznam v tabulce, jsou vnitřní počítače nedosažitelné (nemají veřejné adresy)
  - narušuje přímou komunikaci (videokonference) – nutno přes prostředníka s veřejnou adresou
  - omezení dostupnosti vnitřní sítě má pozitivní dopady na bezpečnost

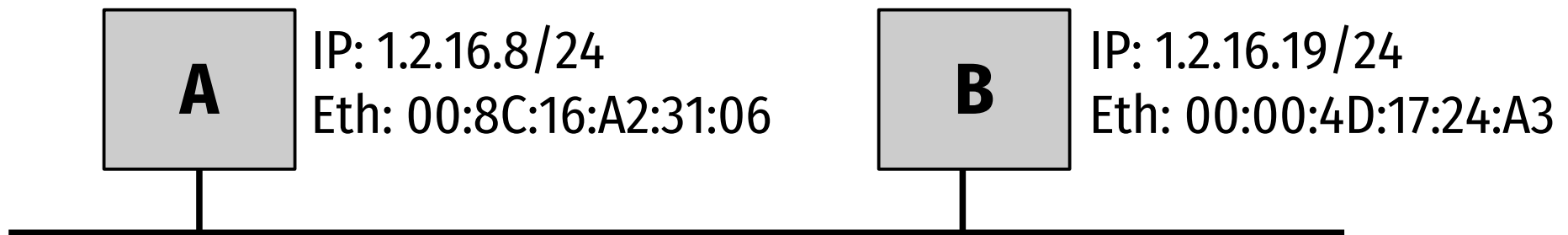


# ICMP

- **Internet Control Message Protocol, RFC 792**
- servisní hlášení IP (součást 3. vrstvy)
  - zprávy o chybách (nedosažitelný cíl, vypršení TTL, zakázaná fragmentace, chybný datagram,...)
  - opravy směrování
  - test dosažitelnosti (ping)
  - informační zprávy (aktuální čas, maska podsítě,...)
- ICMP útoky (zahlcení) – ICMP někdy blokováno

# ARP

- **Address Resolution Protocol, RFC 826**
- jak z IP adresy zjistit linkovou (MAC)



- **A→všem:** Kdo má IP 1.2.16.19? Já jsem 1.2.16.8, Ethernet 00:8C:16:A2:31:06.
- **všichni:** zapíší do ARP cache adresy A
- **B→A:** Já jsem 1.2.16.19, Ethernet 00:00:4D:17:24:A3.

# RARP

- **Reverse Address Resolution Protocol**
- umožňuje stanici zjistit vlastní IP adresu
- RARP server má tabulku s MAC adresami a odpovídajícími IP
- **A→všem:** Kdo jsem? Mám Eth 00:8C:16:A2:31:06.
- **RARP server→A:** Tvoje IP je 1.2.16.19.
- stanice ale potřebuje více informací, RARP nestačí
- vývoj: RARP→BOOTP→DHCP

# DHCP

- **Dynamic Host Configuration Protocol, RFC 2131**
- poskytuje vše pro automatickou konfiguraci sítě:
  - IP adresu
  - masku podsítě
  - implicitní cestu (default route)
  - adresu lokálního DNS serveru
  - případné další parametry...
- základem DHCP server(y)

# DHCP transakce

- **A→všem:** Kdo jsem? Mám Eth 00:8C:16:A2:31:06. (Discovery)
- **DHCP server→A:** Mohu nabídnout 1.2.16.8. (Offer)
- **A→DHCP server:** Prosím 1.2.16.8. (Request)
- **DHCP server→A:** Je tvá. (Acknowledge)
- adresa je „pronajata“ na omezenou dobu, poté stanice žádá o prodloužení u stejného serveru

vytvořeno s podporou  
projektu ESF

