

TPV6!

Tomáš Podermaňski, [tpoder@cis.vutbr.cz](mailto:tpoder@cis.vutbr.cz)



## Top 10 Features that make IPv6 'greater' than IPv4

1. Dostatečně velký adresový prostor
2. Lepší podpora end-to-end služeb
3. Podpora autokonfigurace
4. Zjednodušené hlavičky
5. Bezpečnostní mechanismy (IPSEC – ESP, AH)
6. Podpora kvality služeb
7. Podpora multicastu a anycast provozu
8. Podpora mobility
9. Zjednodušení administrace
10. Snadný přechod ze současného IPv4

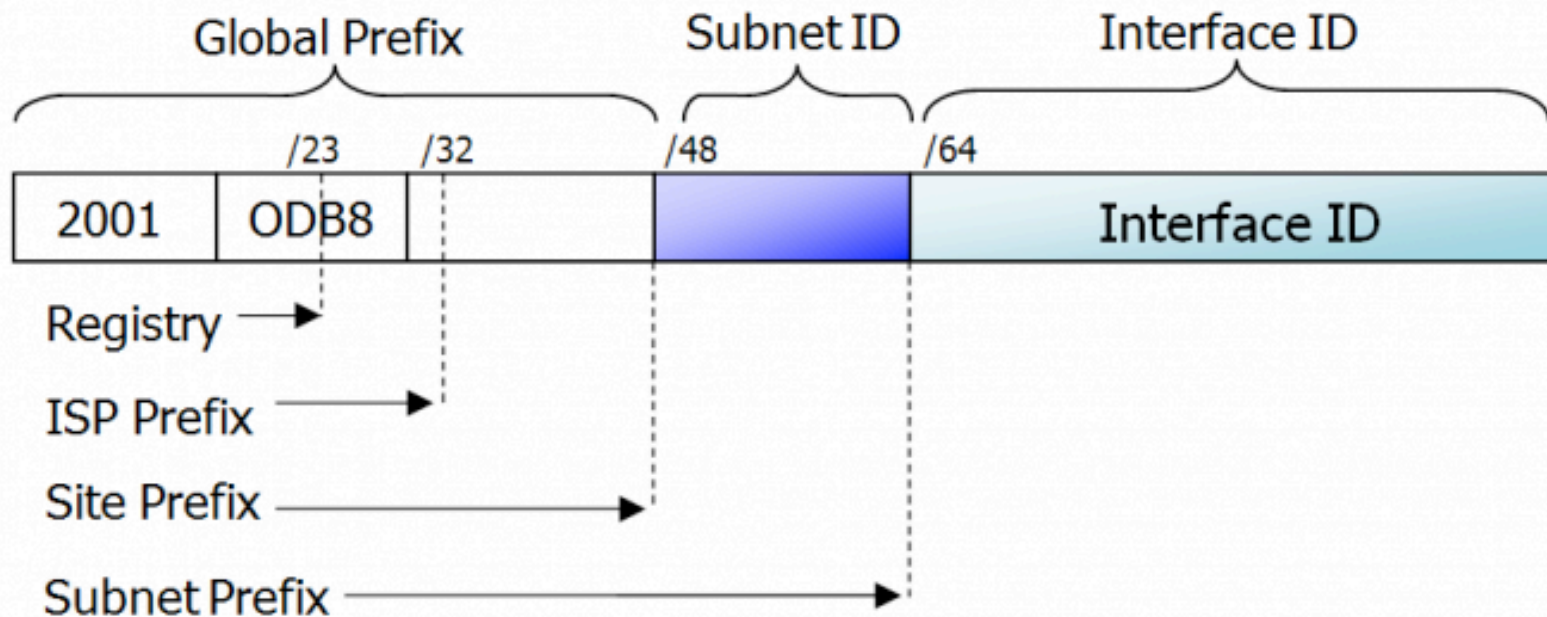
**Tož, to vypadá skvělé !**



# Adresy v IPv6 a jejich struktura



- Délka adresy 128 bitů
  - Umožňuje pripojit  $3,4028236692093846346337460743177e+38$  zařízení
  - Na každého pozemšťana připadá několik triliónu adres
  - Kdybychom každou vteřinu přidělovali jednu síť s délkou prefixu 40b. Vystačí nám tato zásoba na 35 tisíc let (pro 32b. je to 136 let).



# Adresy v IPv6 a jejich struktura

- **Link-local adresy**

- Každé zařízení **musí** povinně mít Link-local adresu na každém IPv6 rozhraní

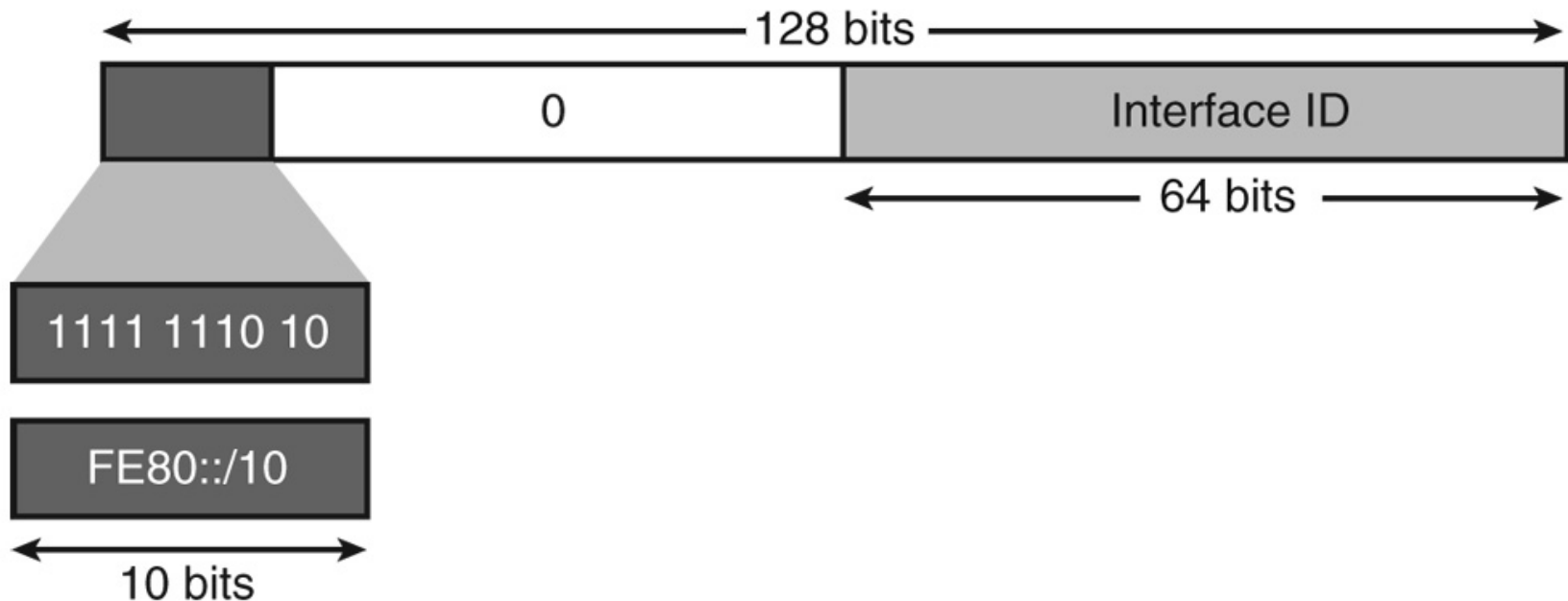
Linux: `fe80::250:56ff:feba:4a85%eth0`

`fe80::250:56ff:feba:4a85%eth1`

Windows: `fe80::1fa:1afa:1c42:fc15%10`

Aktivní prvek: `fe80::ab1:af32:c3a6:a02c1%vlan1`

`fe80::ab1:af32:c3a6:a02c1%vlan2`



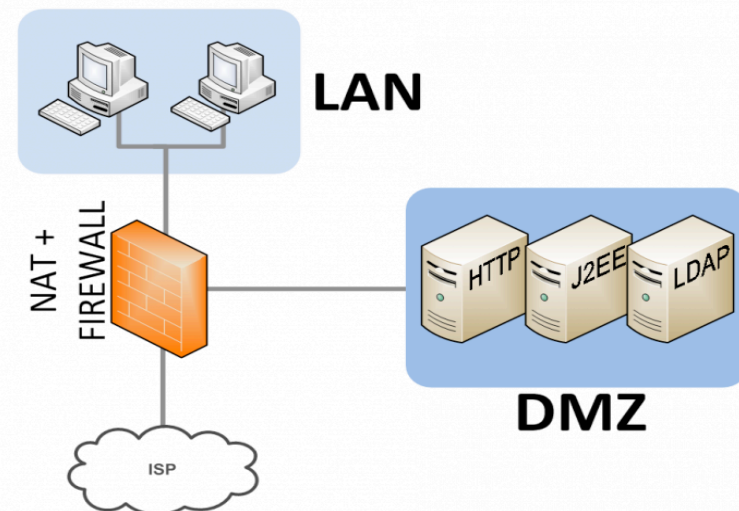
- Konfigurace adres – Linux

```
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:50:56:BA:4A:85
          inet  addr:147.229.3.148  Bcast:147.229.3.255  Mask:255.255.255.128
          inet6 addr: fe80::250:56ff:feba:4a85/64  Scope:Link
          inet6 addr: 2001:718:802:4::93e5:394/64  Scope:Global
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:482303226  errors:113  dropped:93  overruns:0  frame:0
          TX packets:435484677  errors:0  dropped:0  overruns:0  carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:2294207092 (2.1 GiB)  TX bytes:3938467253 (3.6 GiB)
          Interrupt:59 Base address:0x2000
```

## Top 10 Features that make IPv6 'greater' than IPv4

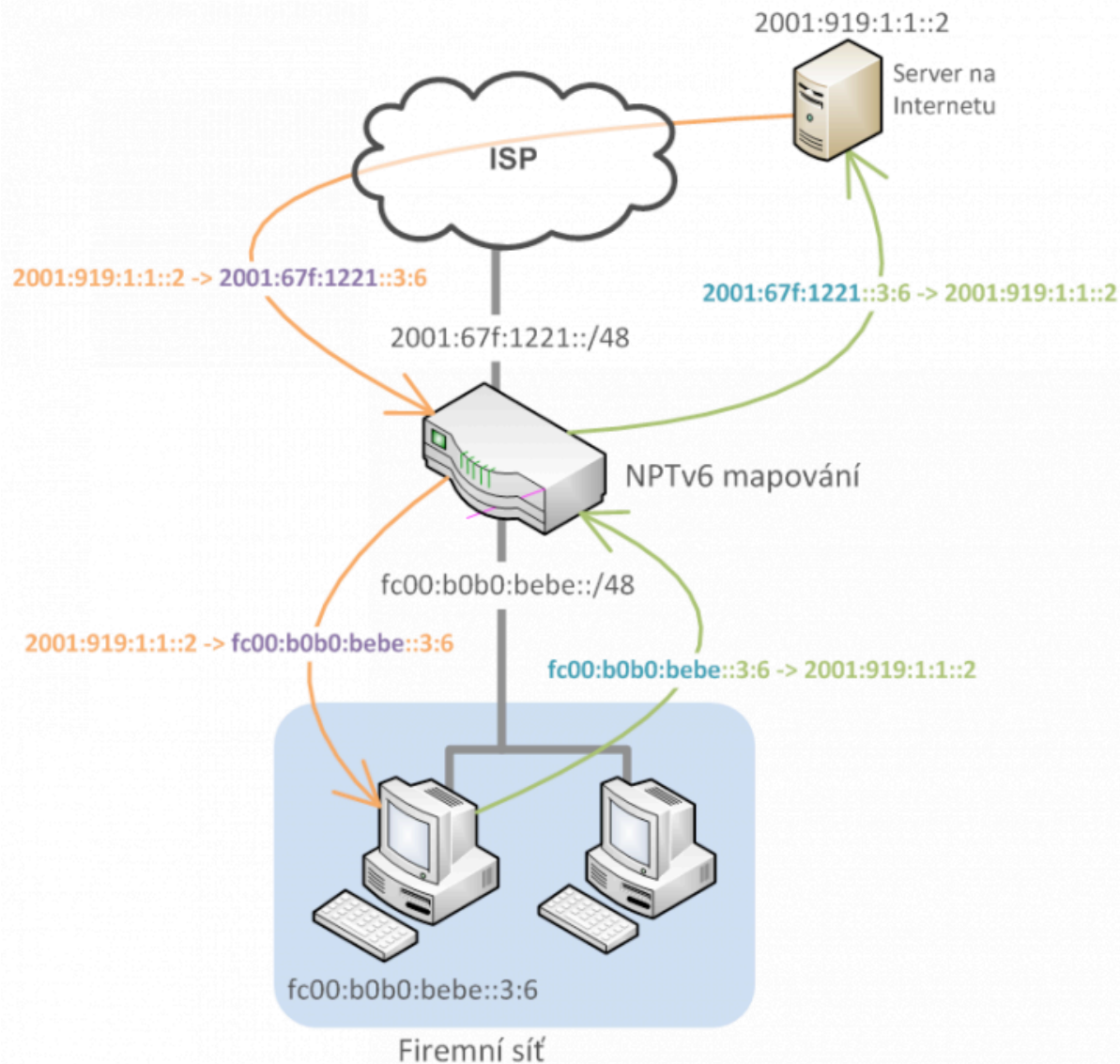
- ✓ **Dostatečně velký adresový prostor**
- 2. Lepší podpora end-to-end služeb**
- 3. Podpora autokonfigurace**
- 4. Zjednodušené hlavičky**
- 5. Bezpečnostní mechanismy (IPSEC – ESP, AH)**
- 6. Podpora kvality služeb**
- 7. Podpora multicastu a anycast provozu**
- 8. Podpora mobility**
- 9. Zjednodušení administrace**
- 10. Snadný přechod ze současného IPv4**

- **Hurá nebude nutné provozovat NAT**
  - Koncept IPv6 předpokládá, že NAT nutné zlo které brání koncovým zařízením komunikovat napřímo
  - Problematická podpora jiných protokolů než TCP, UDP
- **Jenže ne vždy**
- **NAT poměrně elegantně řeší**
  - Připojování síťových celků bez fragmentace směrovacích údajů
  - Bezpečnostní ochranu klientů – prakticky odpovídající stavovému FW
  - Snadno proveditelný multihoming bez nutnosti vazby na globální směrovací protokol (BGP). Nikoliv u serverů!
  - Koncept budování moderních sítí  
Tj. – veřejná adresa, DMZ, klienti
- **IPv6 NAT, IPv6 NAT-PT**
  - 03/2010 draft : draft-iab-ipv6-nat-03
  - 06/2007 RFC 4966 NAT-PT
  - NAT64, DNS64 je něco jiného





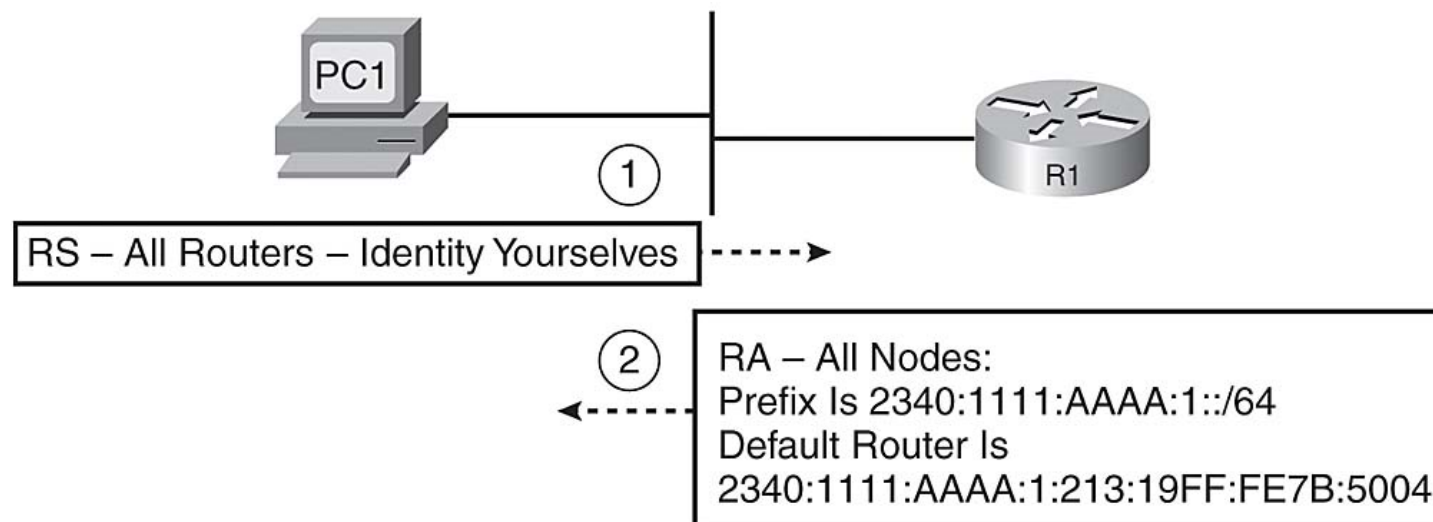
- **NAT66, MAP66** - Beztavové mapování prefixů RFC 6296



## Top 10 Features that make IPv6 'greater' than IPv4

- ✓ **Dostatečně velký adresový prostor**
- ✓ **Lepší podpora end-to-end služeb**
- 3. Podpora autokonfigurace**
- 4. Zjednodušené hlavičky**
- 5. Bezpečnostní mechanismy (IPSEC – ESP, AH)**
- 6. Podpora kvality služeb**
- 7. Podpora multicastu a anycast provozu**
- 8. Podpora mobility**
- 9. Zjednodušení administrace**
- 10. Snadný přechod ze současného IPv4**

- **Konfigurace koncových uzlů řeší Router Advertisement**
  - Obsahuje pouze adresu sítě a délku prefixu
  - Neobsahuje např. adresy name serverů
  - Flagy: *Managed*, *Other*
- **DHCPv6 – stavové, bezstavové**
  - Neobsahuje prefix sítě, adresu routeru
  - Identifikace podle DUID (00:01:00:00:45:b6:70:0a:00:06:5b:29:f4:9a)
  - Prakticky použitelné pouze pro adresy name serverů, DNS prefix a časové servery



- **Vytvoření vlastní adresy**
  - EUI-64 – odvozeno od MAC adresy
  - Náhodně generované adresy RFC 4941
- **Problémy**
  - Bezpečnost – DHCPv6, RA snooping
  - Dva různé protokoly
- **Náhodně generované adresy RFC 4941**
  - Privacy Extensions for Stateless Address Autoconfiguration in IPv6
  - Ochrana koncových uživatelů (nelze je identifikovat podle EUI 64)
  - Změna adresy klientského systému cca 1x denně,
  - nebo s každou reautentizací do WiFi
- **Noční můra pro správce**
  - Klienti se prostě připojují, páchají nepravosti a jsou obtížně dohledatelní
- **Řešení – 802.1x (možná – s využitím dalších mechanismů)**

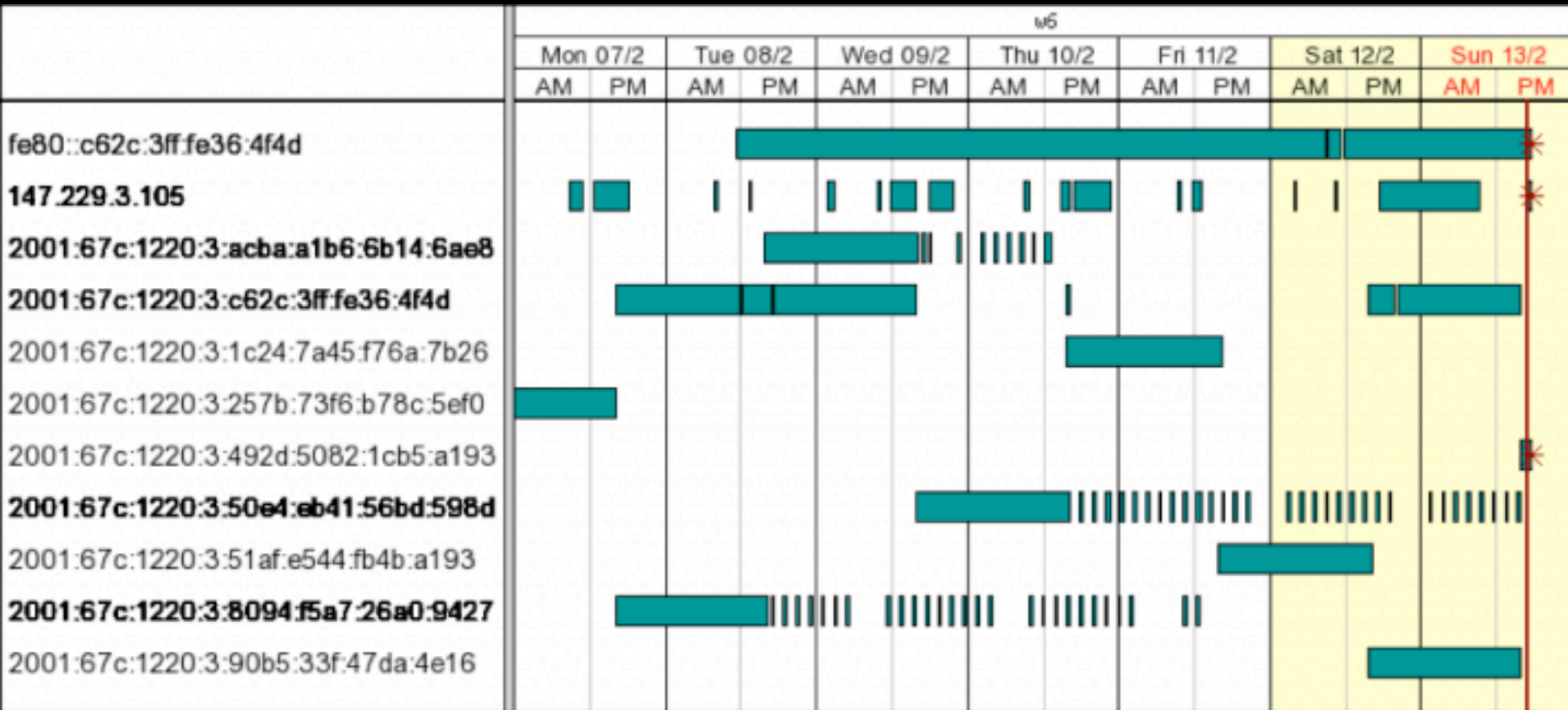
- Konfigurace adres – Windows 7

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

Přípona DNS podle připojení . . . : cis.vutbr.cz
Popis . . . . . : Intel(R) PRO/1000 MT Dual Port Serve
r Adapter #2
Fyzická Adresa . . . . . : 00-04-23-C9-15-C5
Protokol DHCP povolen . . . . . : Ano
Automatická konfigurace povolena . . . : Ano
Adresa IP . . . . . : 147.229.3.111
Maska podsítě . . . . . : 255.255.255.120
Adresa IP . . . . . : 2001:67c:1220:3:d841:d37d:52b9:bcc2
Adresa IP . . . . . : 2001:67c:1220:3:8c0b:bea8:f1b:216
Adresa IP . . . . . : 2001:67c:1220:3:8515:a1db:f81c:4ca2
Adresa IP . . . . . : 2001:67c:1220:3:dc69:9f89:d4bf:e865
Adresa IP . . . . . : 2001:67c:1220:3:e9ea:54d6:93a9:ecf7
Adresa IP . . . . . : 2001:67c:1220:3:3480:5a3c:c659:fc00
Adresa IP . . . . . : 2001:67c:1220:3:bd1f:abc0:de47:f59a
Adresa IP . . . . . : 2001:67c:1220:3:204:23ff:fec9:15c5
Adresa IP . . . . . : fe80::204:23ff:fec9:15c5x4
Výchozí brána . . . . . : 147.229.3.1
Server DHCP . . . . . : fe80::223:47ff:fe54:9d00x4
Servery DNS . . . . . : 147.229.3.15
: 147.229.3.100
: 147.229.3.200
: fec0:0:0:ffff::1x3
: fec0:0:0:ffff::2x3
: fec0:0:0:ffff::3x3
Zapůjčeno . . . . . : 8. února 2011 11:13:16
Zapůjčka vyprší . . . . . : 10. února 2011 0:06:36

Adaptér sítě Ethernet Připojení k místní síti 2:

Stav média . . . . . : odpojeno
Popis . . . . . : Intel(R) PRO/1000 MT Dual Port Serve
r Adapter
```



## Top 10 Features that make IPv6 'greater' than IPv4

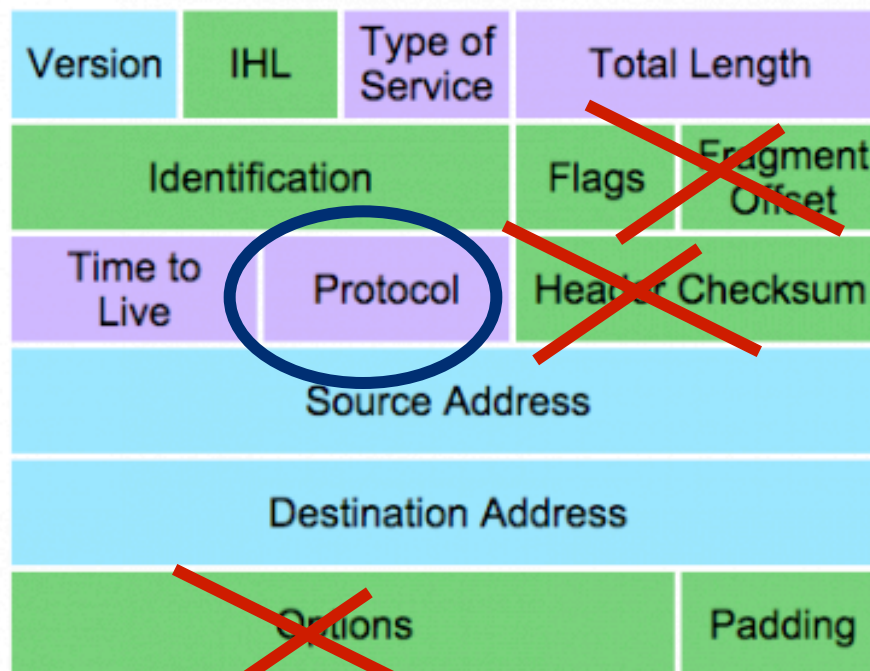
- ✓ Dostatečně velký adresový prostor
- ✓ Lepší podpora end-to-end služeb
- ✗ Podpora autokonfigurace
- 4. Zjednodušené hlavičky
- 5. Bezpečnostní mechanismy (IPSEC – ESP, AH)
- 6. Podpora kvality služeb
- 7. Podpora multicastu a anycast provozu
- 8. Podpora mobility
- 9. Zjednodušení administrace
- 10. Snadný přechod ze současného IPv4



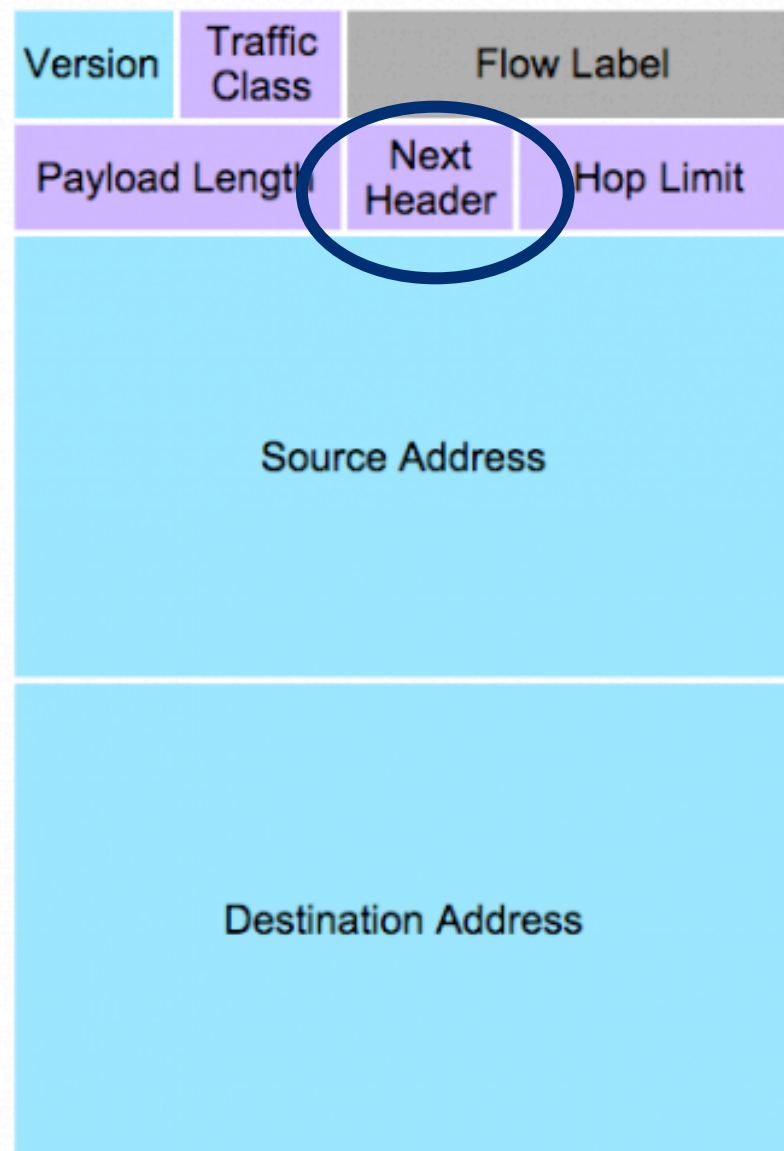
# Formát hlavičky paketu



## IPv4 Hlavička



## IPv6 Hlavička

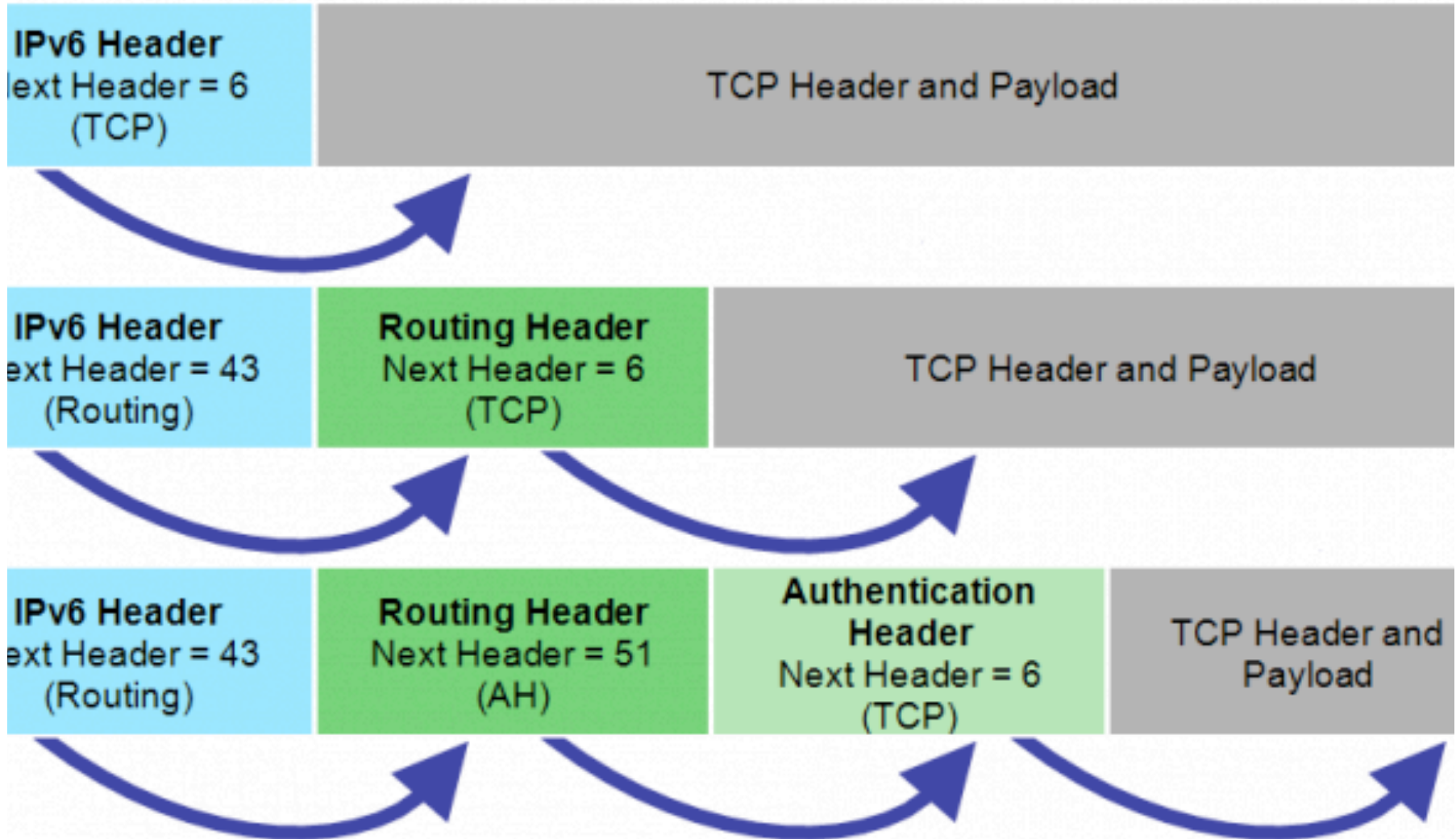


### Legenda

- Ponechaná položka IPv4 to IPv6
- Zrušená položka
- Změna pozice nebo označení
- Nová položka v IPv6



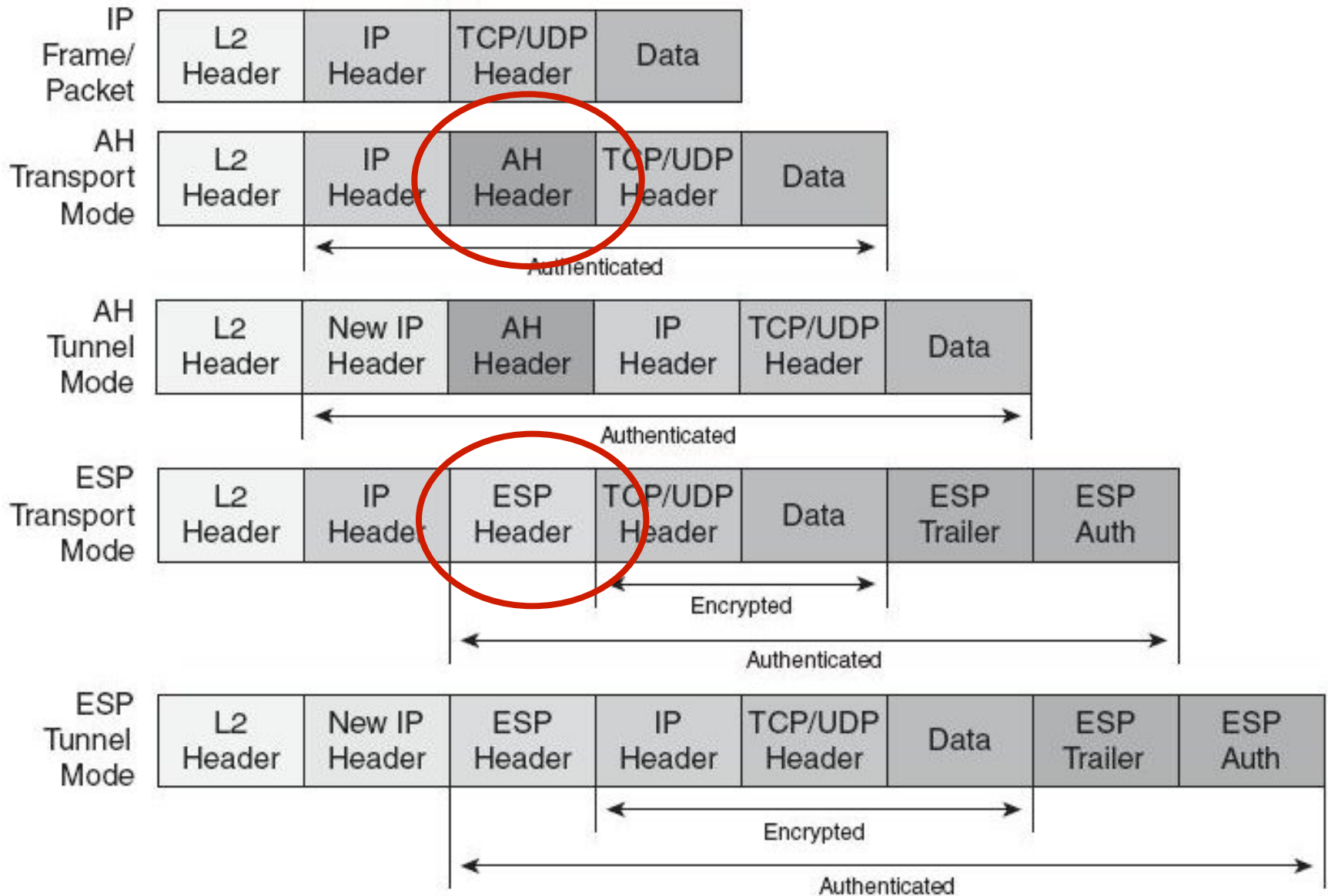
# Zřetězení hlaviček

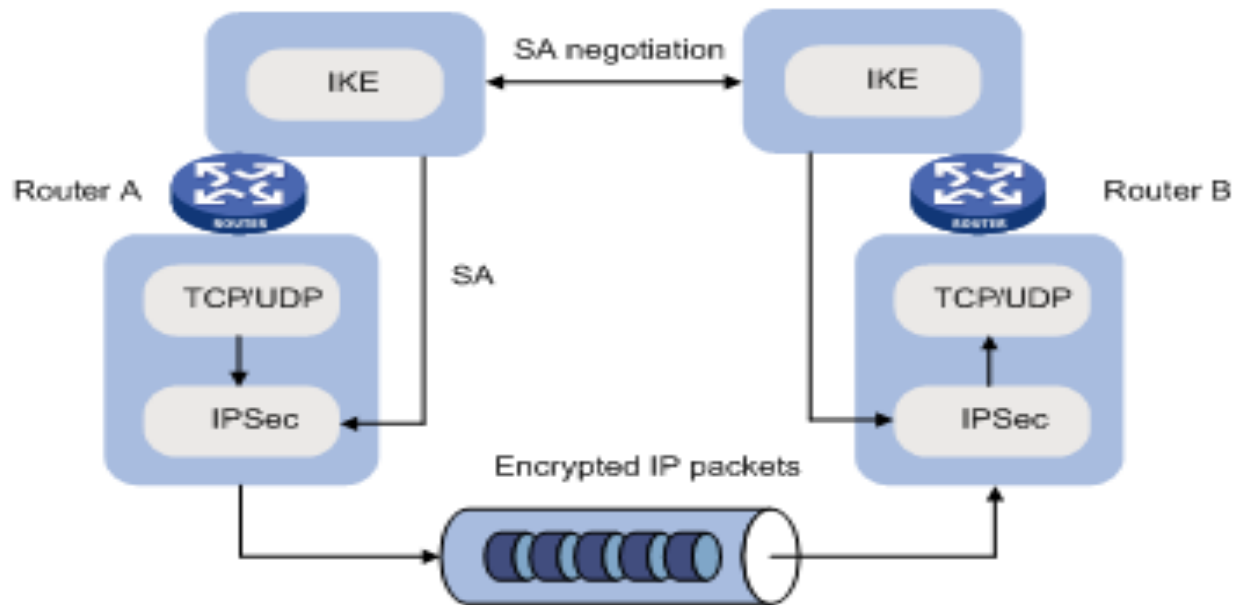


## Top 10 Features that make IPv6 'greater' than IPv4

- ✓ Dostatečně velký adresový prostor
- ✓ Lepší podpora end-to-end služeb
- ✗ Podpora autokonfigurace
- ~ Zjednodušené hlavičky
- 5. Bezpečnostní mechanismy (IPSEC – ESP, AH)
- 6. Podpora kvality služeb
- 7. Podpora multicastu a anycast provozu
- 8. Podpora mobility
- 9. Zjednodušení administrace
- 10. Snadný přechod ze současného IPv4

# IPSEC – ESP, AH



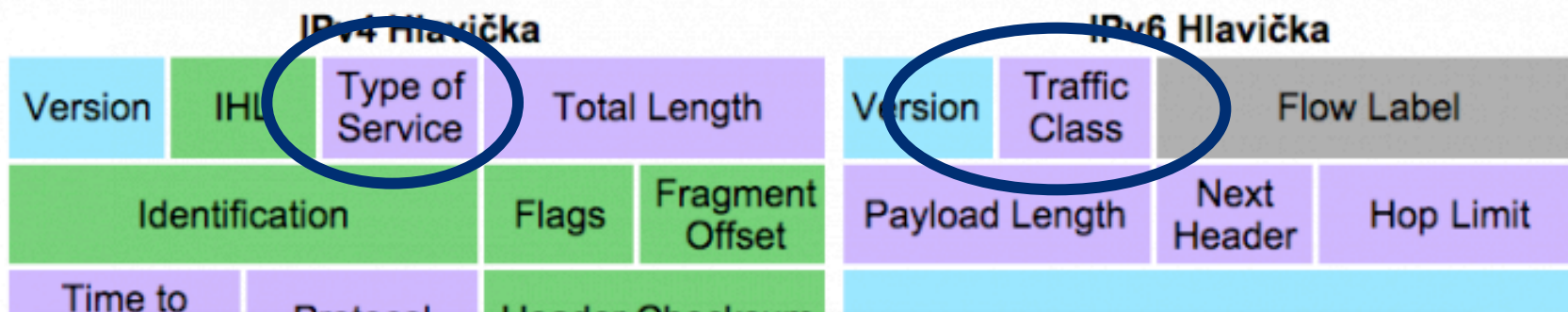


- Výměna klíčů komunikace (samostatná vrstva nad IPsec)
- Plně převzato do IPv4
- Jak IPsec ochrání před:
  - DDoS útokem, Phishingem, spamem ?
  - Cross Site Request Forgery ?
  - Falešným záznamem v DNS, ... ?

## Top 10 Features that make IPv6 'greater' than IPv4

- ✓ Dostatečně velký adresový prostor
- ✓ Lepší podpora end-to-end služeb
- ✗ Podpora autokonfigurace
- ~ Zjednodušené hlavičky
- ~ Bezpečnostní mechanismy (IPSEC – ESP, AH)
- 6. Podpora kvality služeb
- 7. Podpora multicastu a anycast provozu
- 8. Podpora mobility
- 9. Zjednodušení administrace
- 10. Snadný přechod ze současného IPv4

# Formát hlavičky paketu



## RFC 2474 - Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers

*This document defines the IP header field, called the DS (for differentiated services) field. In **IPv4**, it defines the layout of the **TOS octet**; in **IPv6**, the **Traffic Class octet**. In addition, a base set of packet forwarding treatments, or per-hop behaviors, is defined.*

Zrušená položka

Změna pozice nebo označení

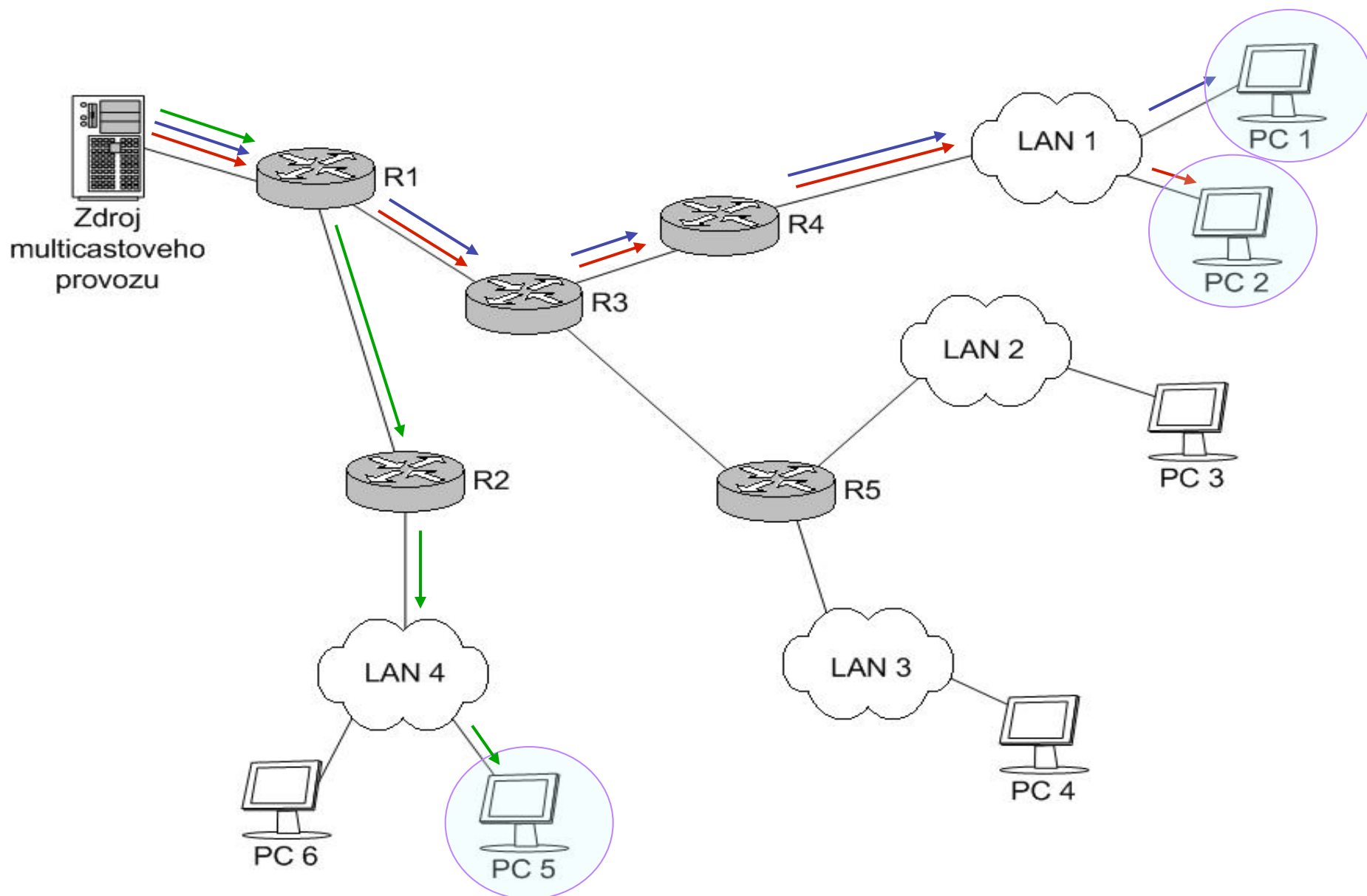
Nová položka v IPv6

Destination Address

## Top 10 Features that make IPv6 'greater' than IPv4

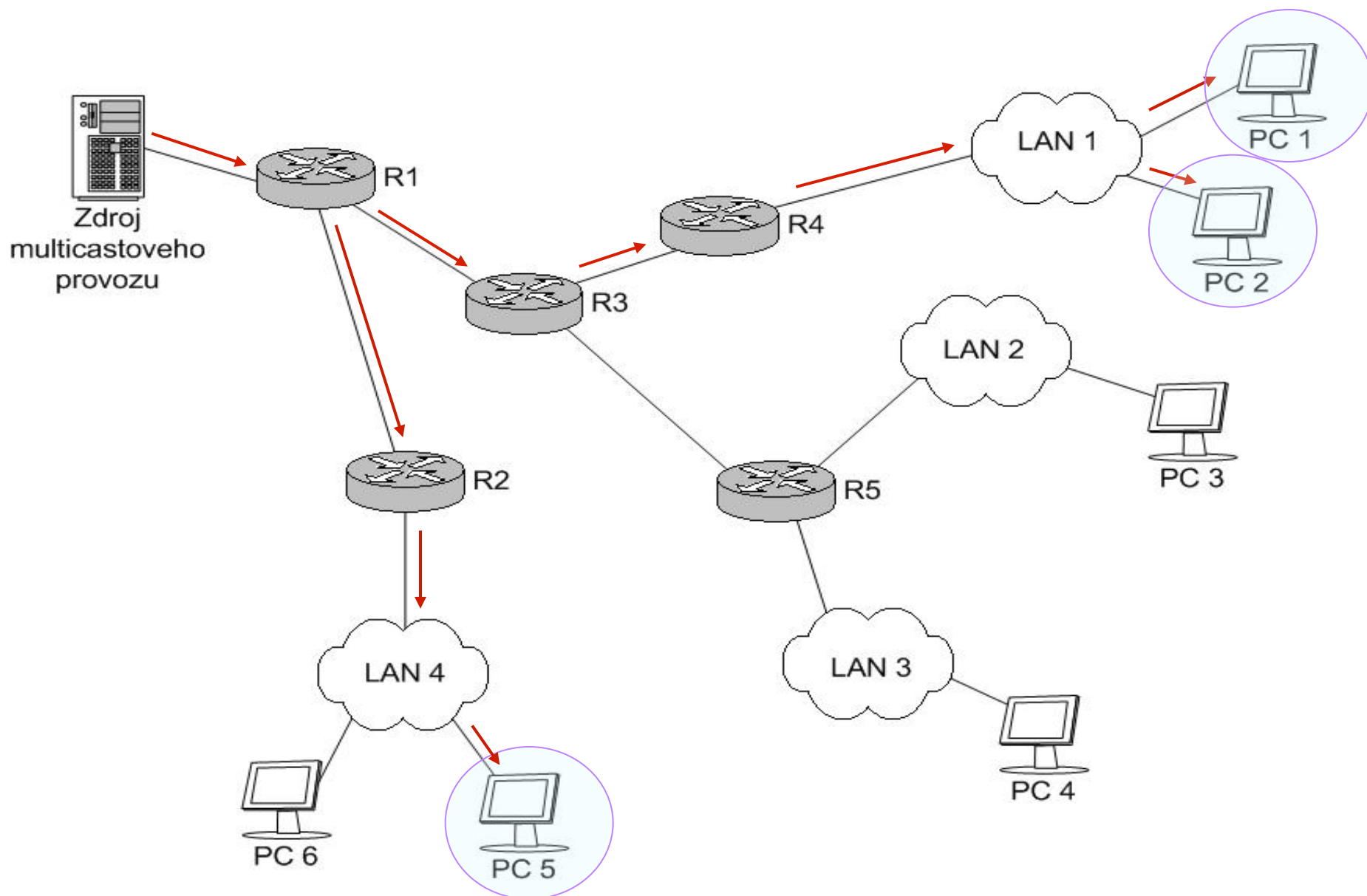
- ✓ Dostatečně velký adresový prostor
- ✓ Lepší podpora end-to-end služeb
- ✗ Podpora autokonfigurace
- ~ Zjednodušené hlavičky
- ~ Bezpečnostní mechanismy (IPSEC – ESP, AH)
- ~ Podpora kvality služeb
- 7. Podpora multicastu a anycast provozu
- 8. Podpora mobility
- 9. Zjednodušení administrace
- 10. Snadný přechod ze současného IPv4

# Princip multicastu





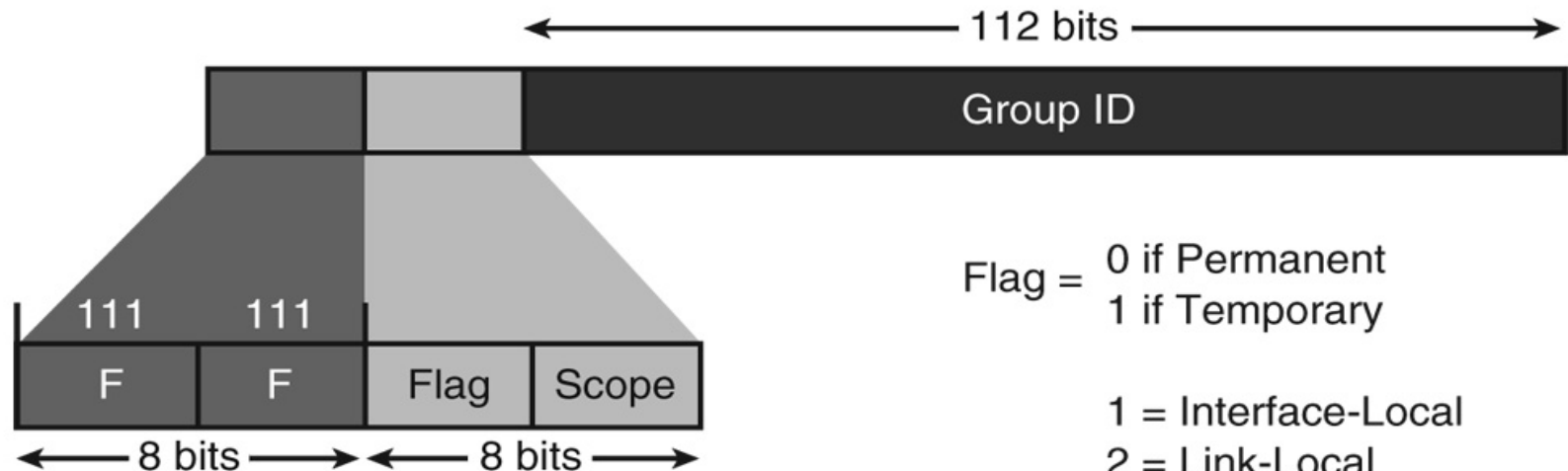
# Princip multicastu



# Adresy v multicastu



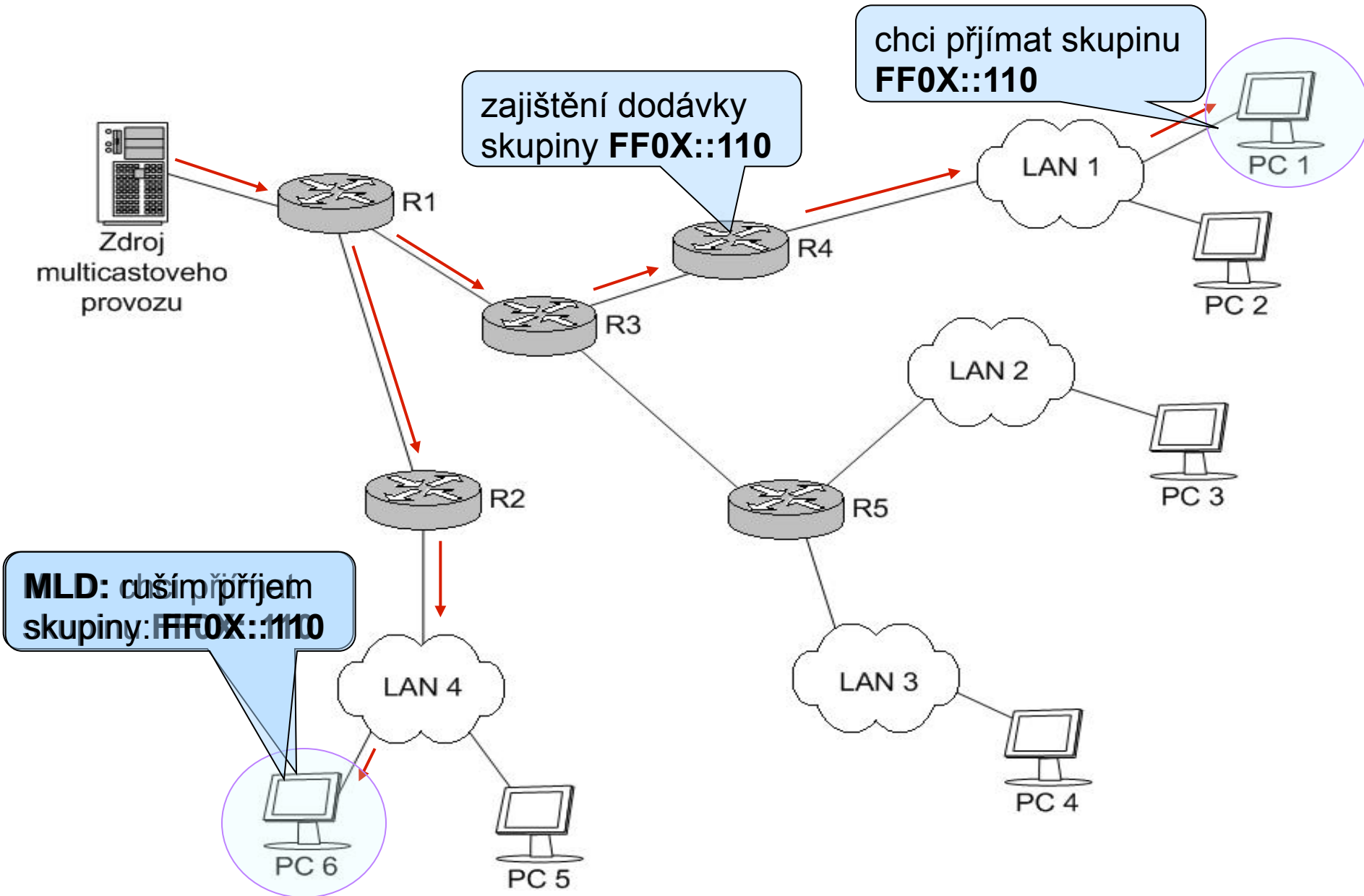
- Jednosměrné šíření dat k předem neznámým příjemcům
- Transportní protokol typicky UDP
- Zdroj multicastu je identifikován odpovídající cílovou adresou (MC skupina)
- Multicastová skupina je identifikovatelná podle cílové adresy FFxx::
  - Registrují se u IANA : <http://www.iana.org/assignments/ipv6-multicast-addresses/>



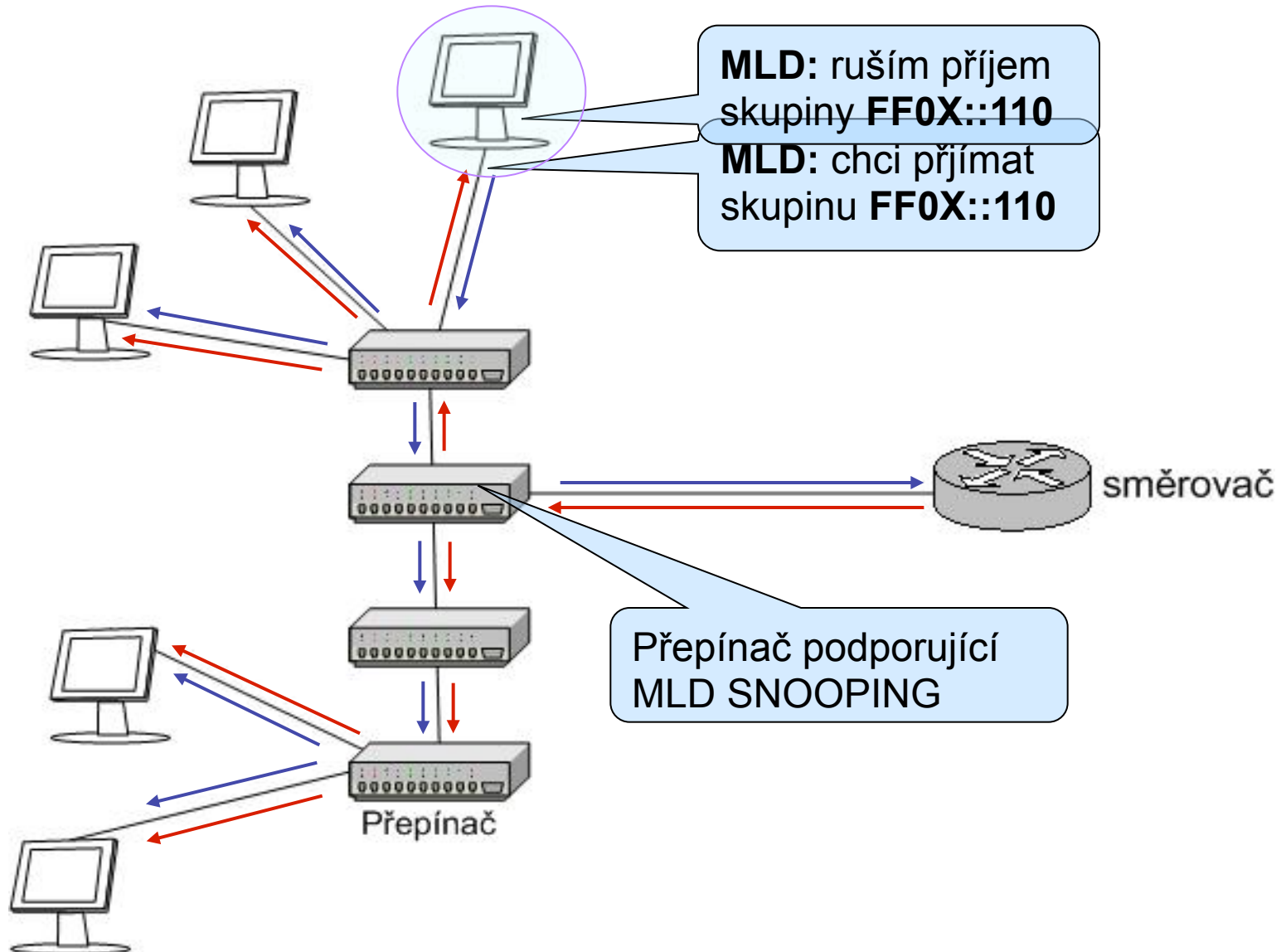
Flag = 0 if Permanent  
1 if Temporary

1 = Interface-Local  
2 = Link-Local  
3 = Subnet-Local  
Scope = 4 = Admin-Local  
5 = Site-Local  
8 = Organization  
E = Global

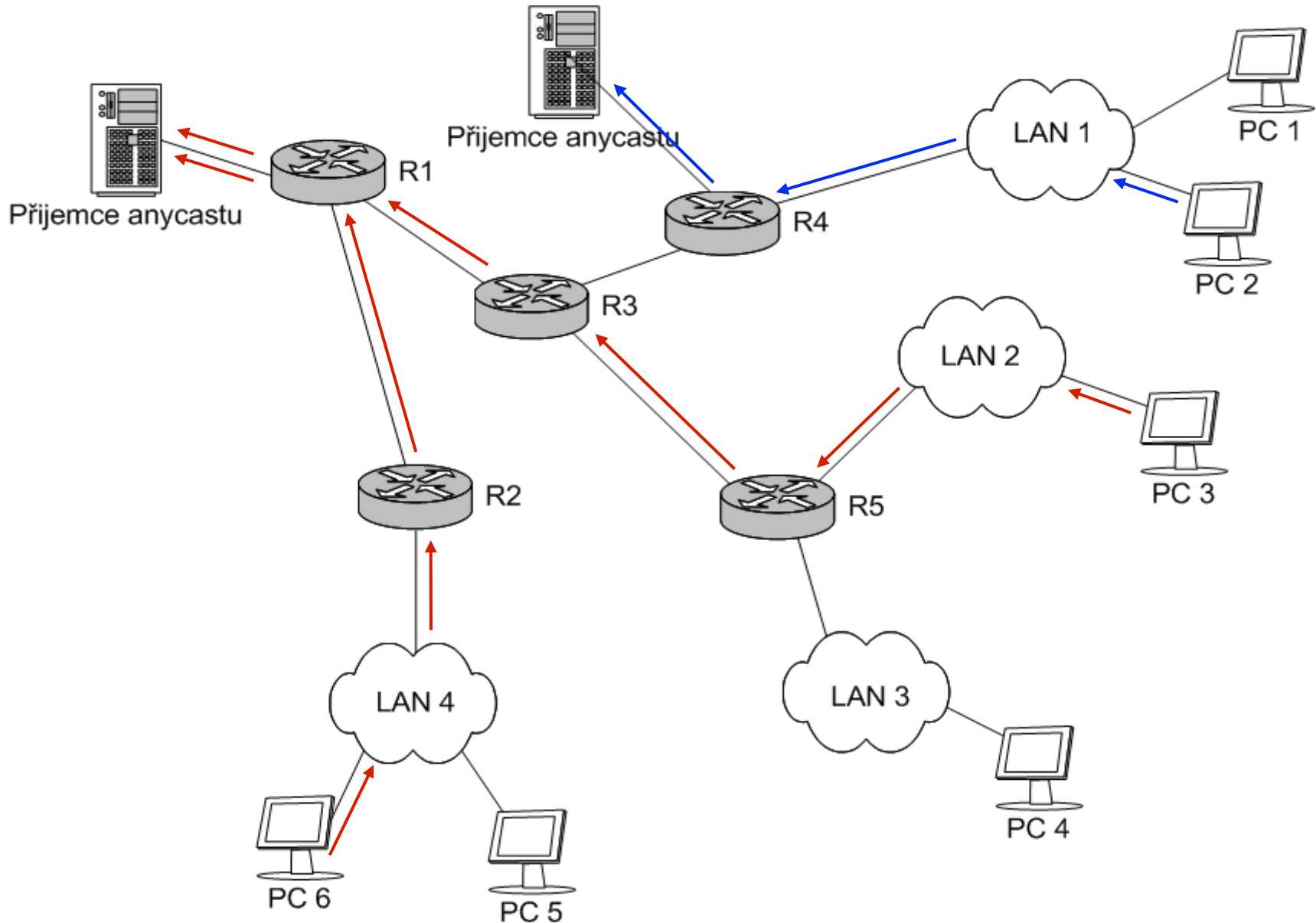
# Princip multicastu



# MLD – registrace příjemce



# Princip anycastu



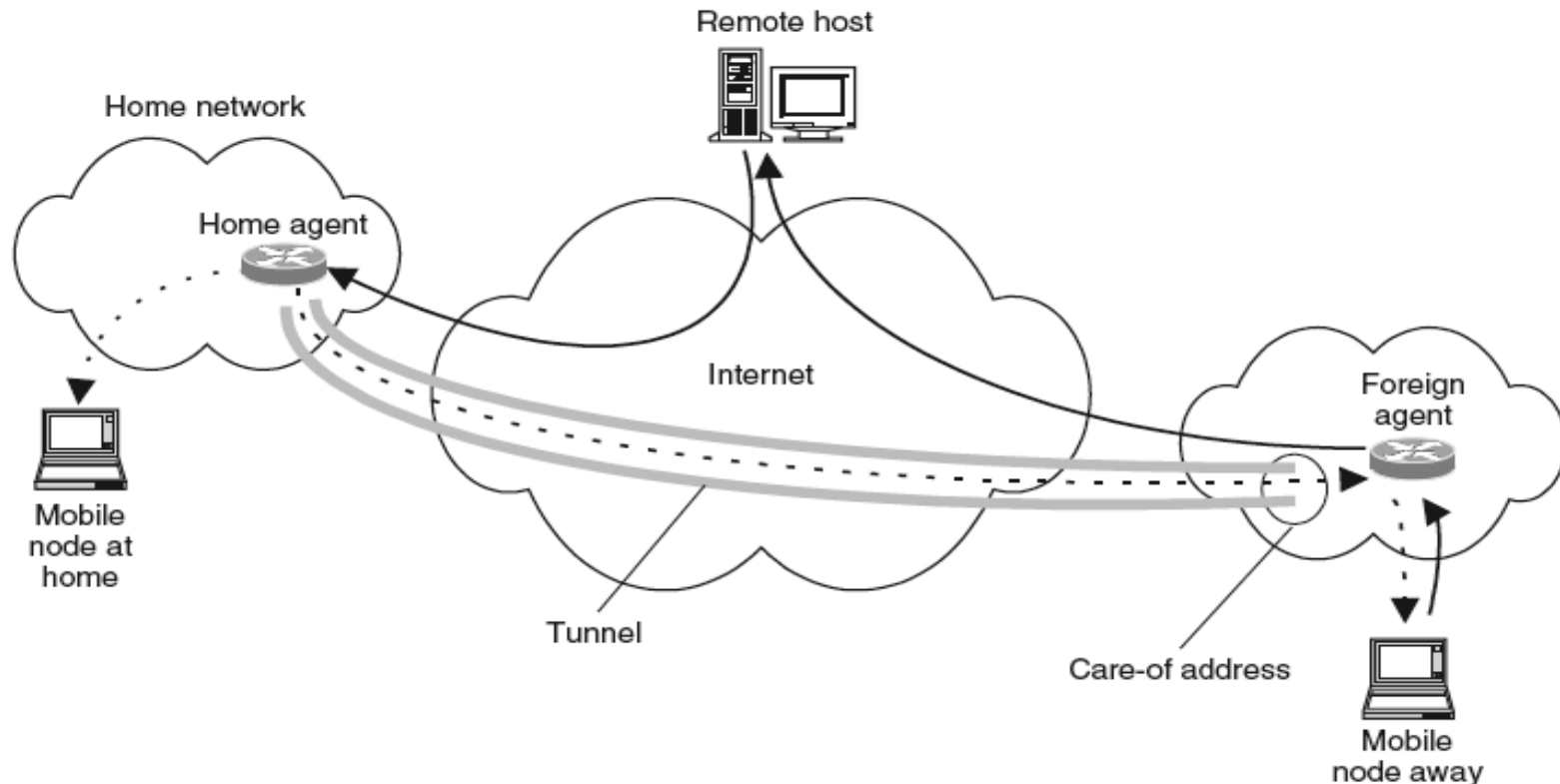
- Základní koncept totožný s IPv4
  - MLDv1 = IGMPv2
  - MLDv2 = IGMPv3
- Směrovací protokoly totožné
  - Na lokální úrovni PIM-SM, PIM-DM
- Výhoda: IPv6 podporuje SSM
- Anycast
  - Tzv. host routa ve směrovacích tabulkách
  - Využití
    - DNS : sporné
    - Tranzitní tunelovací protokoly

## Top 10 Features that make IPv6 'greater' than IPv4

- ✓ Dostatečně velký adresový prostor
- ✓ Lepší podpora end-to-end služeb
- ✗ Podpora autokonfigurace
- ~ Zjednodušené hlavičky
- ~ Bezpečnostní mechanismy (IPSEC – ESP, AH)
- ~ Podpora kvality služeb
- ~ Podpora multicastu a anycast provozu
- 8. Podpora mobility**
- 9. Zjednodušení administrace**
- 10. Snadný přechod ze současného IPv4**

# Podpora mobility

- 2001 : Vše znova, lépe, radostněji
- RFC 3775: *Mobility Support in IPv6*
- RFC 3776: *Using IPsec to Protect Mobile IPv6 Signaling Between Mobile Nodes and Home Agents*
- 2007: *Mobility EXTensions for IPv6 (mext)*





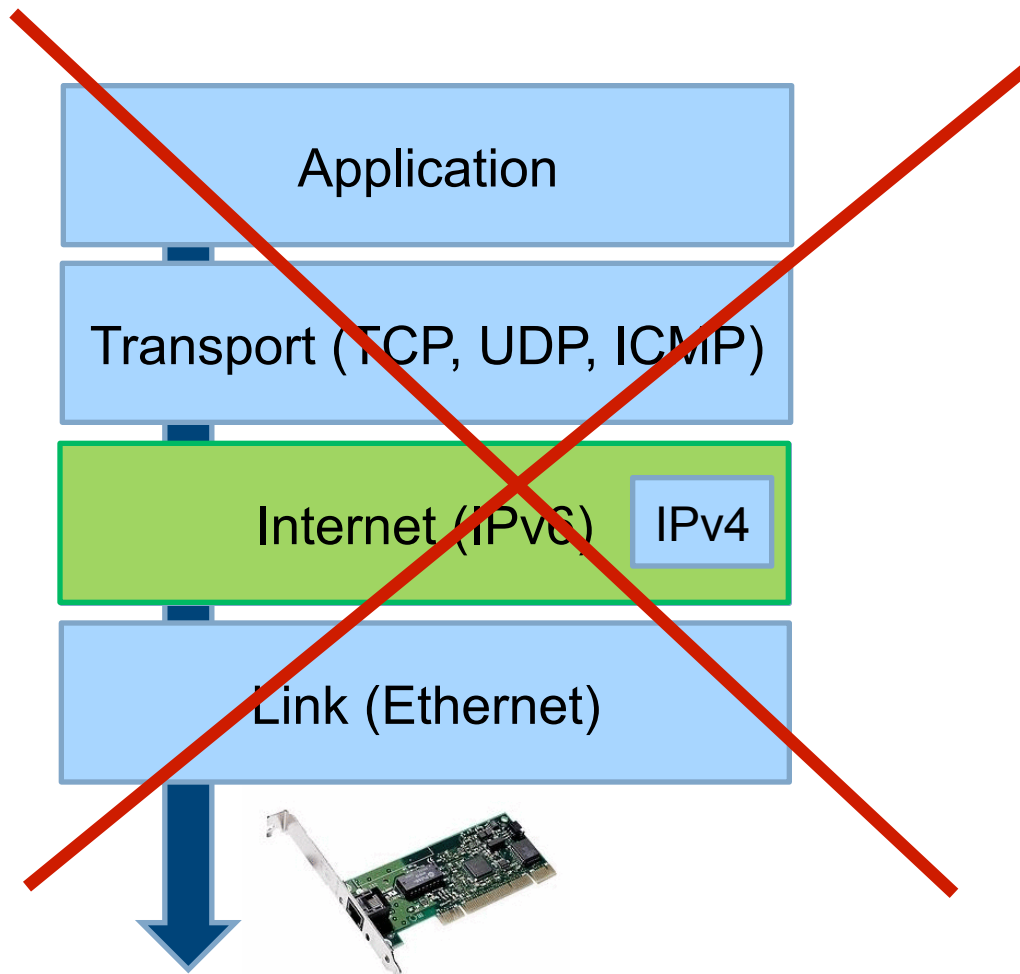
- Naradostné vyhlídky
  - SHIM66 – small site miltihoming
  - LISP – oddělení identifikátoru a lokátoru sítě

## Top 10 Features that make IPv6 'greater' than IPv4

- ✓ Dostatečně velký adresový prostor
- ✓ Lepší podpora end-to-end služeb
- ✗ Podpora autokonfigurace
- ~ Zjednodušené hlavičky
- ~ Bezpečnostní mechanismy (IPSEC – ESP, AH)
- ~ Podpora kvality služeb
- ~ Podpora multicastu a anycast provozu
- ~ Podpora mobility
- 9. Zjednodušení administrace**
- 10. Snadný přechod ze současného IPv4**

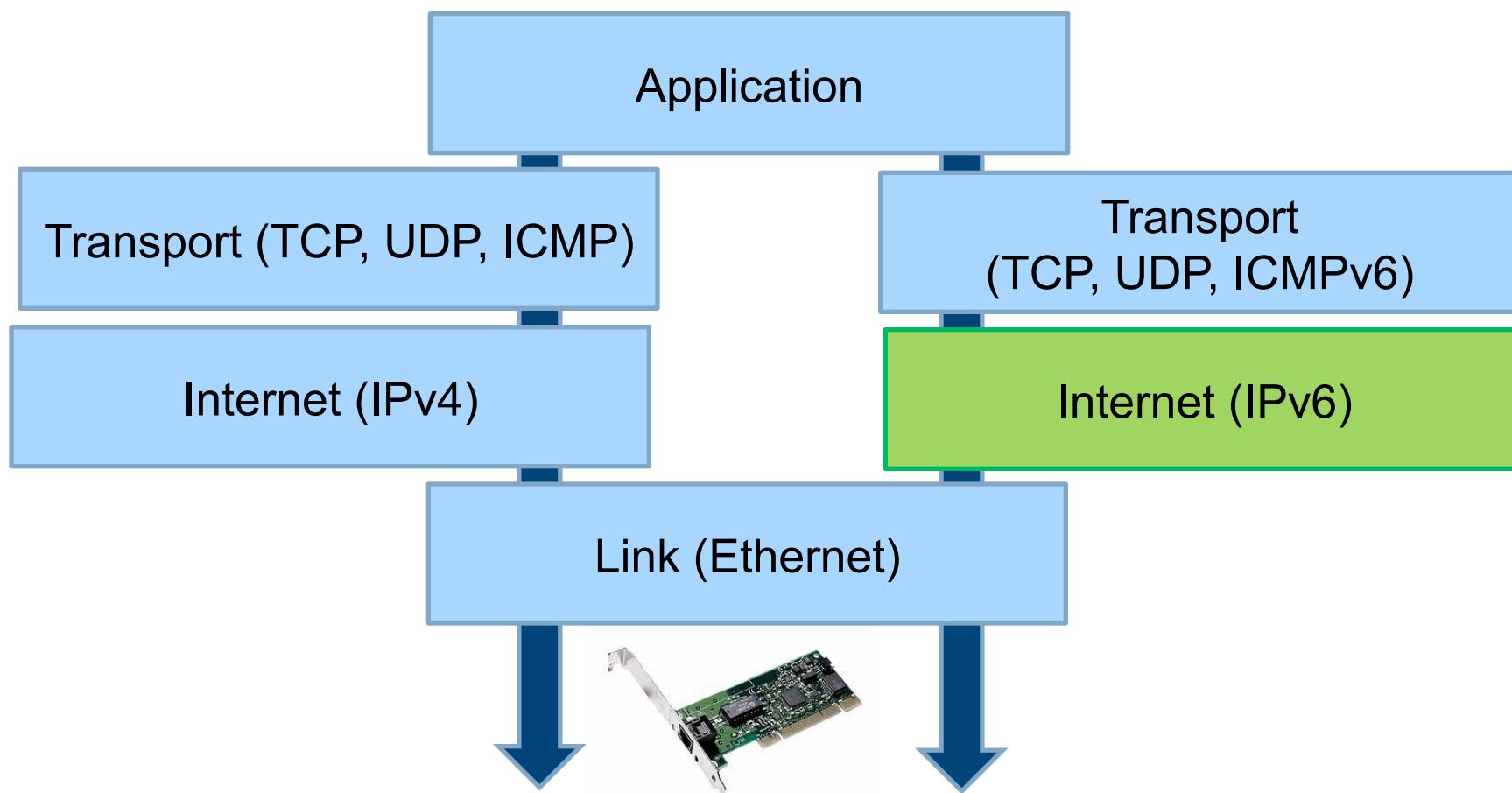
# Velkolepý dualstack

- Cesta od IPv4 k IPv6

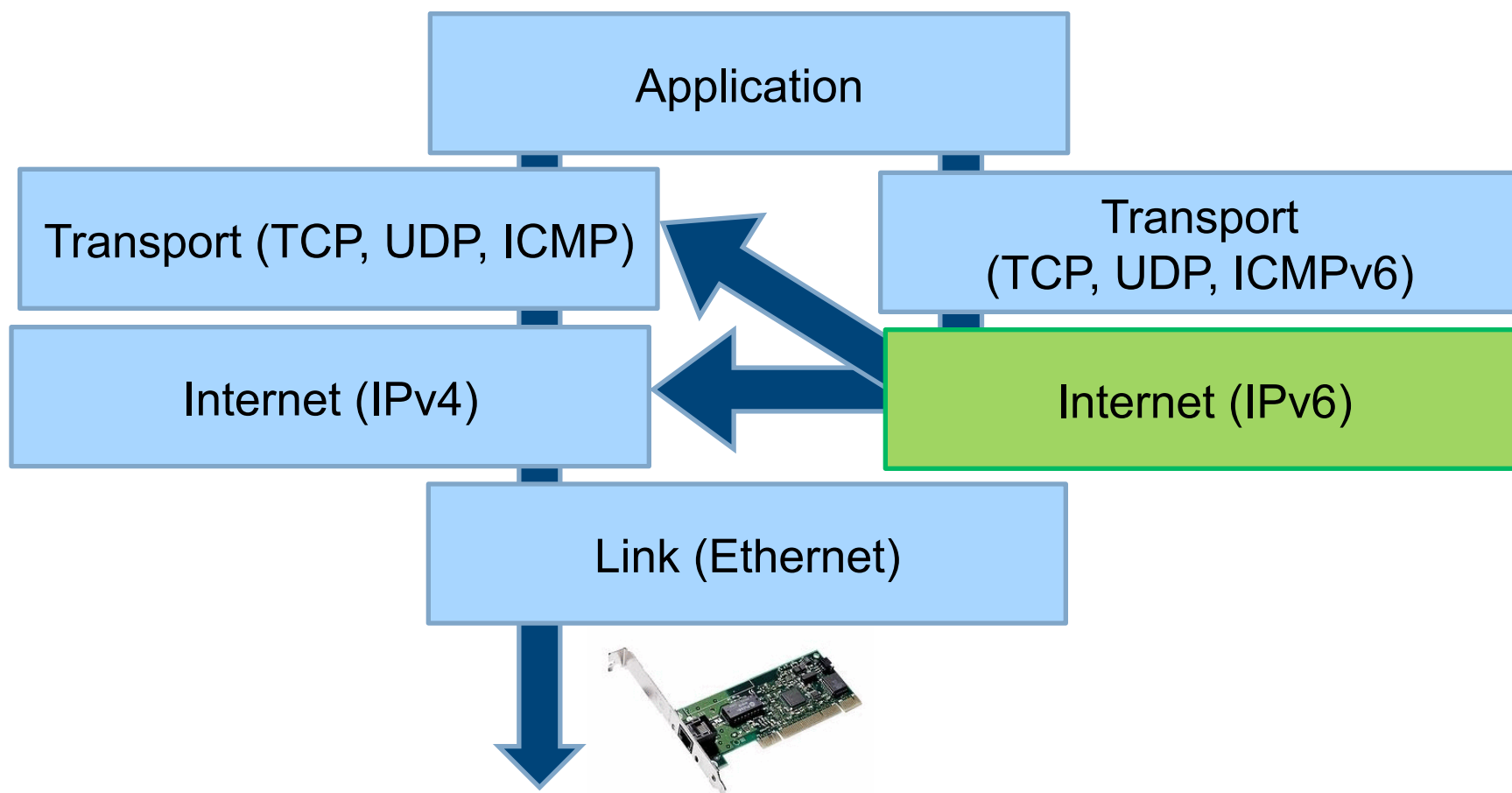


# Velkolepý dualstack

- To že mám IPv6 **neznamená**, že mohu komunikovat s IPv4 světem! **Musím mít obojí.**



- Dočasné řešení pro dobu přechodu



- **6to4 bezstavová záležitost**
  - Využívá IPv4 a IPv6 anycastové adresy
  - Do druhého protokolu mě předá ten kdo je nejbliž
  - Asymetrie
  - Protokol č. 41
- **ISATAP**
  - Zavedením záznamu **isatap.domena.zz**
  - Vhodné pro korpotátní řešení
  - Protokol č. 41
- **Terredo/Miredo**
  - Využívá transportní vrstvy (UDP)
  - Jako jediný projde bez problému NATem
- **Vždy stejný problém**
  - Obcházení firewallu, analyzátorů atd.

- **RFC 4038** : Application Aspects of IPv6 Transition
- **RFC 4213** : Basic Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers
  - Aplikace řeší izolovane osluhu IPv4 a IPv6
  - Dual Stack a mapované IPv4 adresy **::ffff:147.229.3.10**

```
struct sockaddr_in addr;  
socklen_t addrlen = sizeof(addr);  
bind(sockfd,(struct sockaddr *)&addr, addrlen);
```

```
struct sockaddr_in6 addr;  
socklen_t addrlen = sizeof(addr);  
bind(sockfd,(struct sockaddr *)&addr, addrlen);
```

```
struct sockaddr_storage addr;  
socklen_t addrlen=sizeof(addr);  
bind(sockfd,(struct sockaddr *)&addr, addrlen);
```

- IPv6 socket

```
int ServSock, csock;  
struct sockaddr addr, from;  
  
...  
ServSock = socket(AF_INET6, SOCK_STREAM,PF_INET6);  
bind(ServSock, &addr, sizeof(addr));  
do {  
    csock = accept(ServSocket, &from, sizeof(from));  
    doClientStuff(csock);  
}
```

- ale tím to nekončí....

```
#include <arpa/inet.h>  
int inet_pton(int family, const char *src, void *dst);  
const char *inet_ntop(int family, const void *src, char *dst, size_t cnt);
```



```
int getaddrinfo(const char *nodename, const char *servname,  
const struct addrinfo *hints, struct addrinfo **res);
```

- **Flags** : Defunujeme jak bychom si adresu představovali (jestli chceme AAAA/A/A+AAAA, podle rozhraní, ....)
- Jak to bude náročně ? - první přiblížení

```
$ grep sockaddr_in *.c *.h  
$ grep in_addr *.c *.h  
$ grep inet_aton *.c *.h  
$ grep gethostbyname *.c *.h
```

- DNS - AAAA záznamy

hawk	A	147.229.3.148
hawk	AAAA	2001:718:802:4::93e5:394
hawk4	A	147.229.3.148
Hawk6	AAAA	2001:718:802:4::93e5:394

148.3.229.147	IN	PTR	hawk.cis.vutbr.cz
3.9.3.0.5.e.3.9.0.0.0.0.0.0.0.0	IN	PTR	flamingo.cis.vutbr.cz.
4.9.3.0.5.e.3.9.0.0.0.0.0.0.0.0	IN	PTR	hawk.cis.vutbr.cz.

- Síťová vrstva (nutné)

- Podpora IPv4 i IPv6 protokolu – upgrade firmware, výměna zařízení
- Konfigurace adres, směrovacích protokolů atd.
- Firewally – většina současných implementací o IPv6 ani neslyšela

- Linková vrstva (volitelné)

- Podpora MLD, RA a DHCPv6 snoopingu
  - Zatím neurčité implementace
- Upgrade firmware nebo výměna všech přepínačů

# Co musím udělat pro IPv6

- Zařízení mnohdy můžu zahodit a koupit znova
  - Páteřní routery
  - Přepínače
  - Firewally
  - Krabičky nejrůznějšího typu
- SW mnohdy můžu zahodit a koupit znova
  - Operační systémy
  - Koncové aplikace
- Konfigurace služeb
  - Rekonfigurovat prakticky vše
- Naučit se spoustě nových věcí
- To neznamená že mi odpadne starost s IPv4!



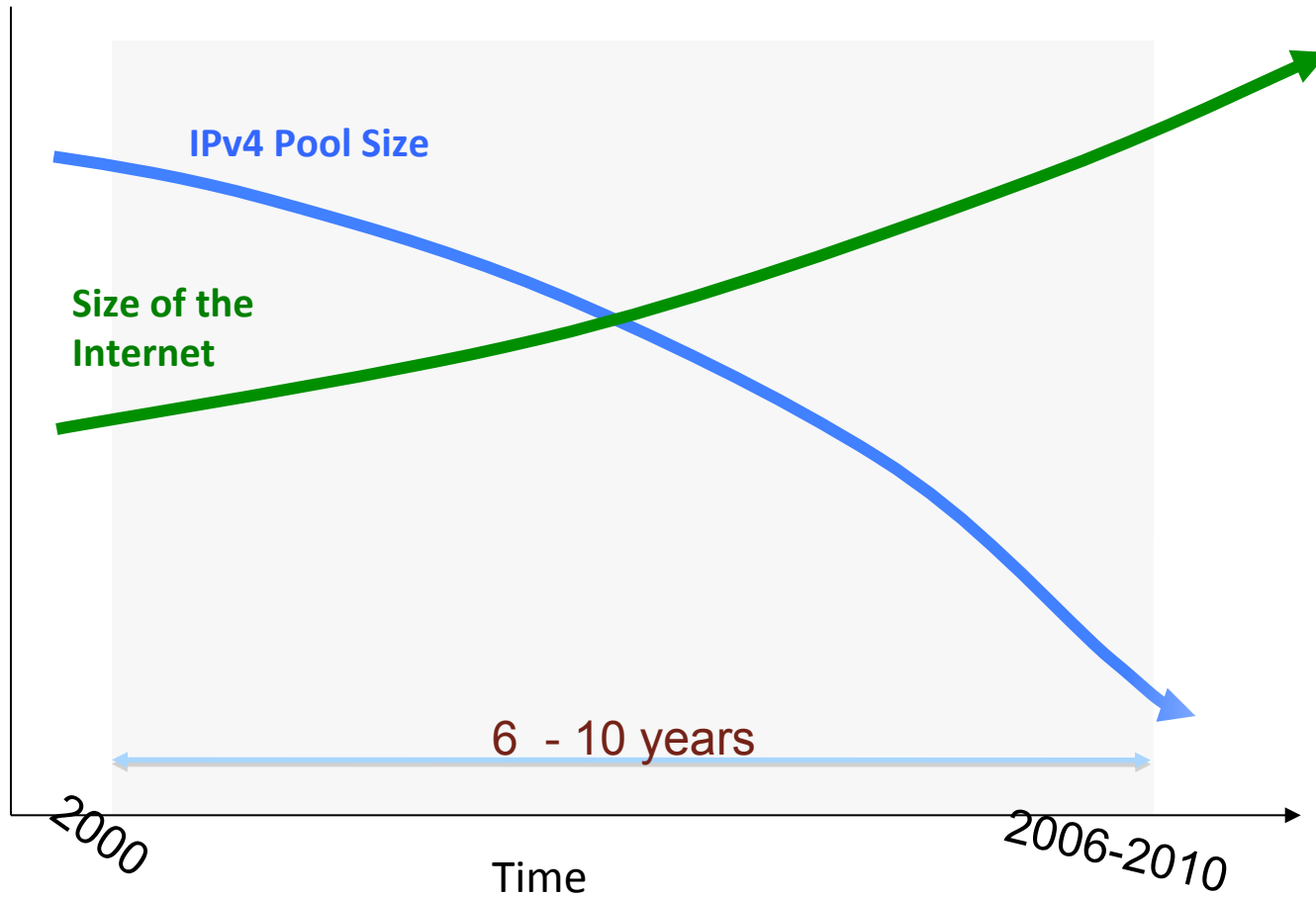
Za co? Kdo? A kolik že mi to vydělá??



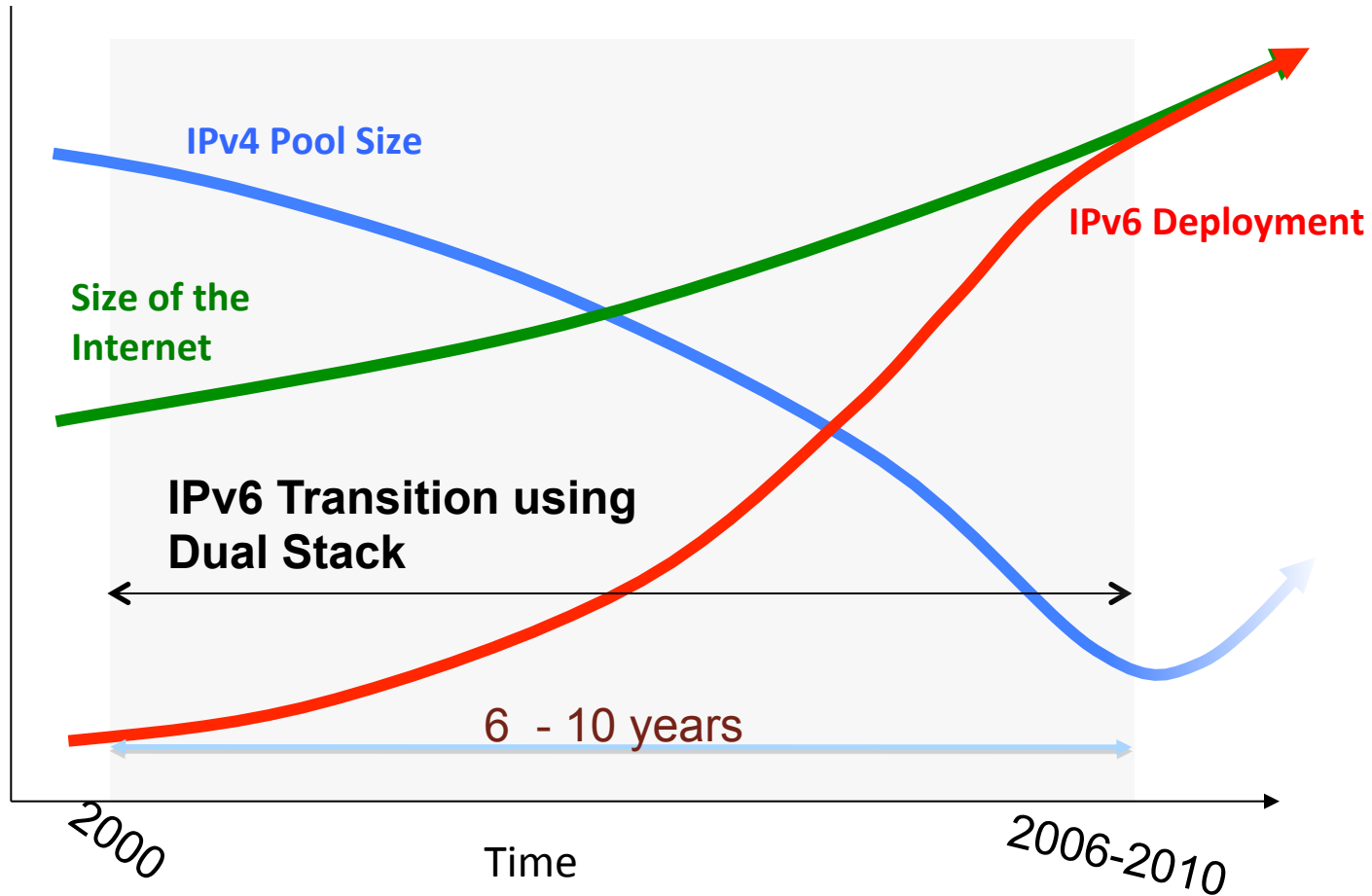
## Top 10 Features that make IPv6 'greater' than IPv4

- ✓ Dostatečně velký adresový prostor
- ✓ Lepší podpora end-to-end služeb
- ✗ Podpora autokonfigurace
- ~ Zjednodušené hlavičky
- ~ Bezpečnostní mechanismy (IPSEC – ESP, AH)
- ~ Podpora kvality služeb
- ~ Podpora multicastu a anycast provozu
- ~ Podpora mobility
- ✗ Zjednodušení administrace
- ✗ Snadný přechod ze současného IPv4

# Ten years ago we had a plan ...



# Ten years ago we had a plan ...





METROLINK

625

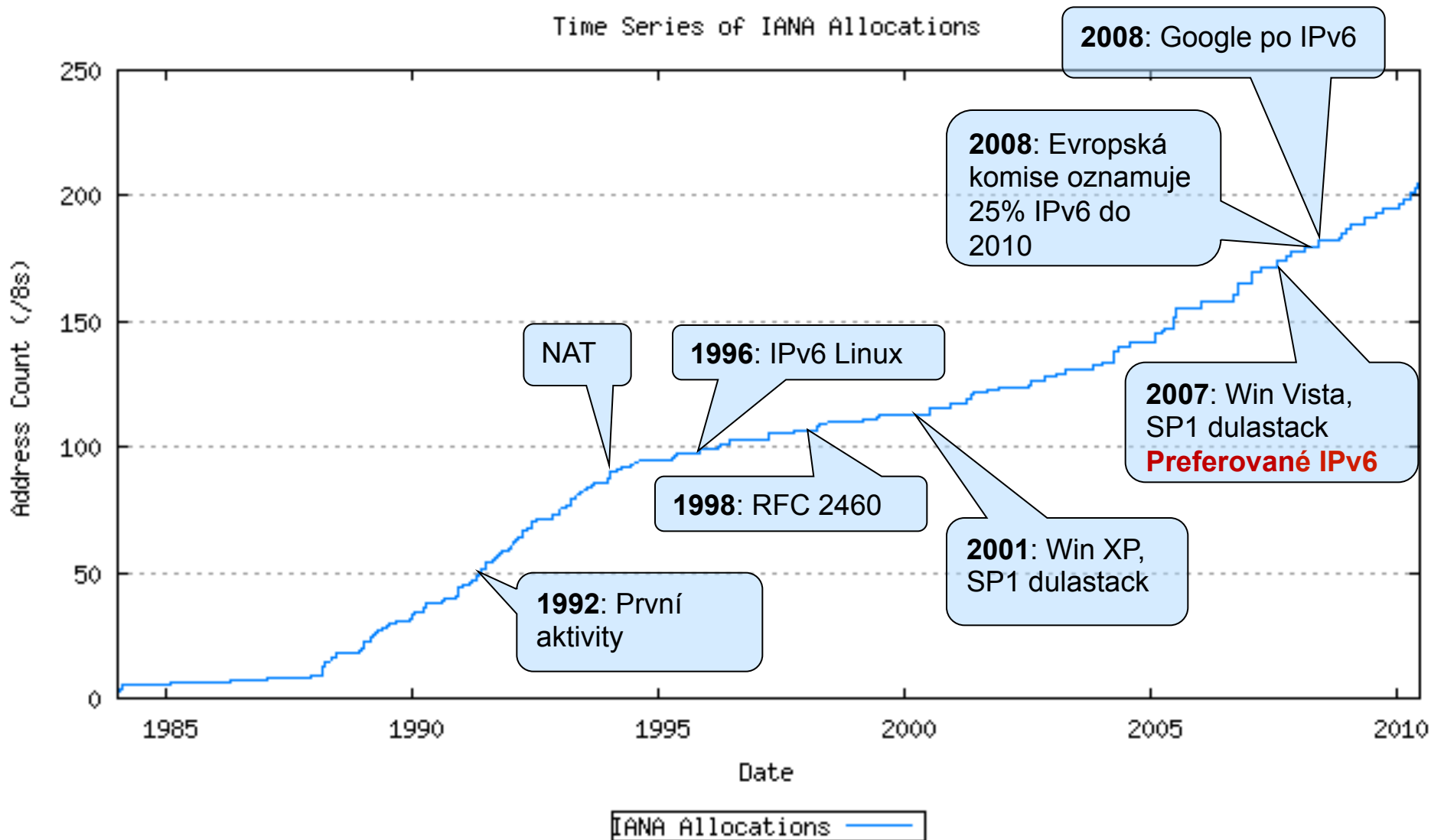
METROLINK

UNION PACIFIC

4323

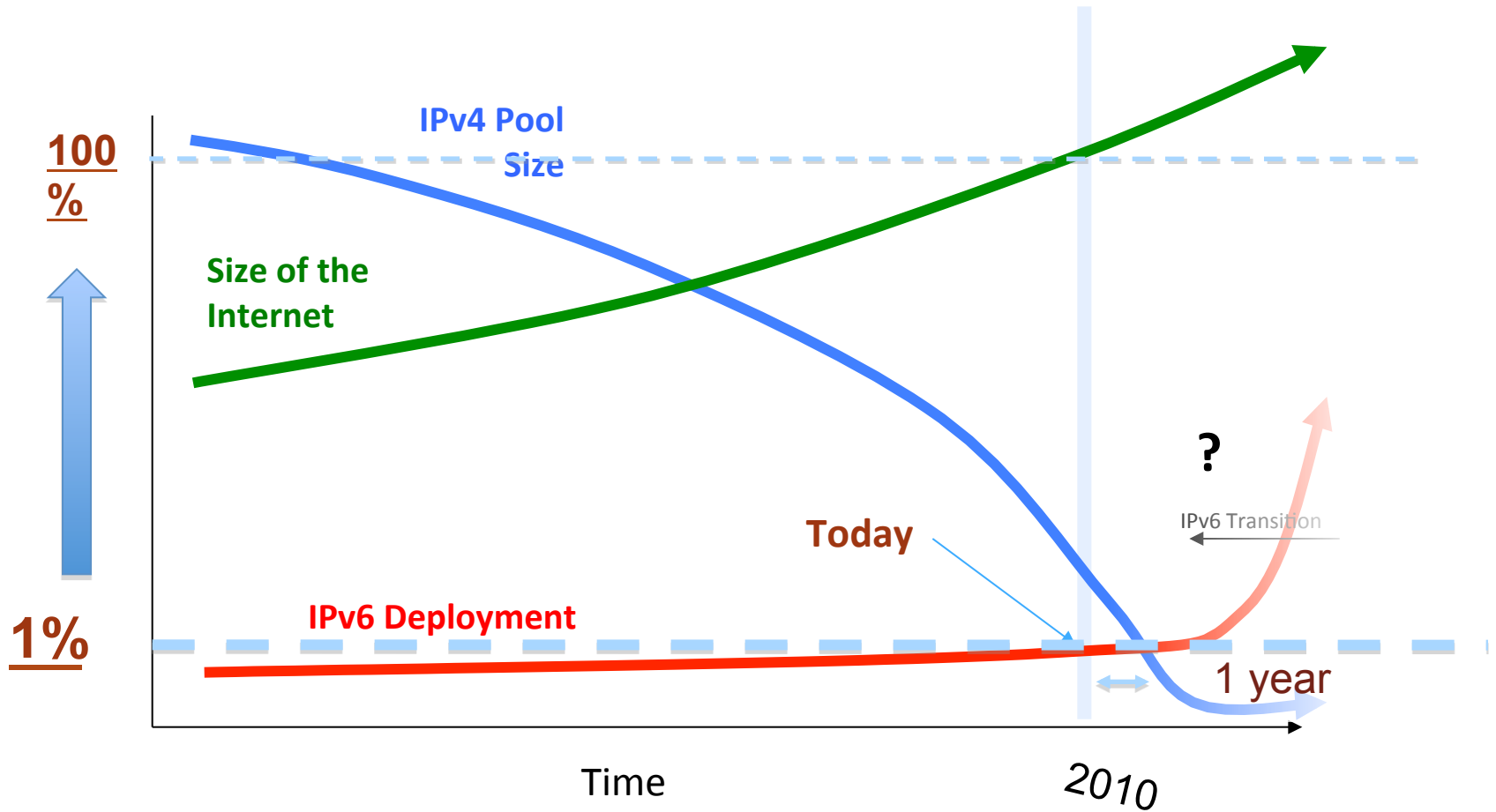


# IANA: Alokace IPv4 prefixů /8





# What's the revised plan?



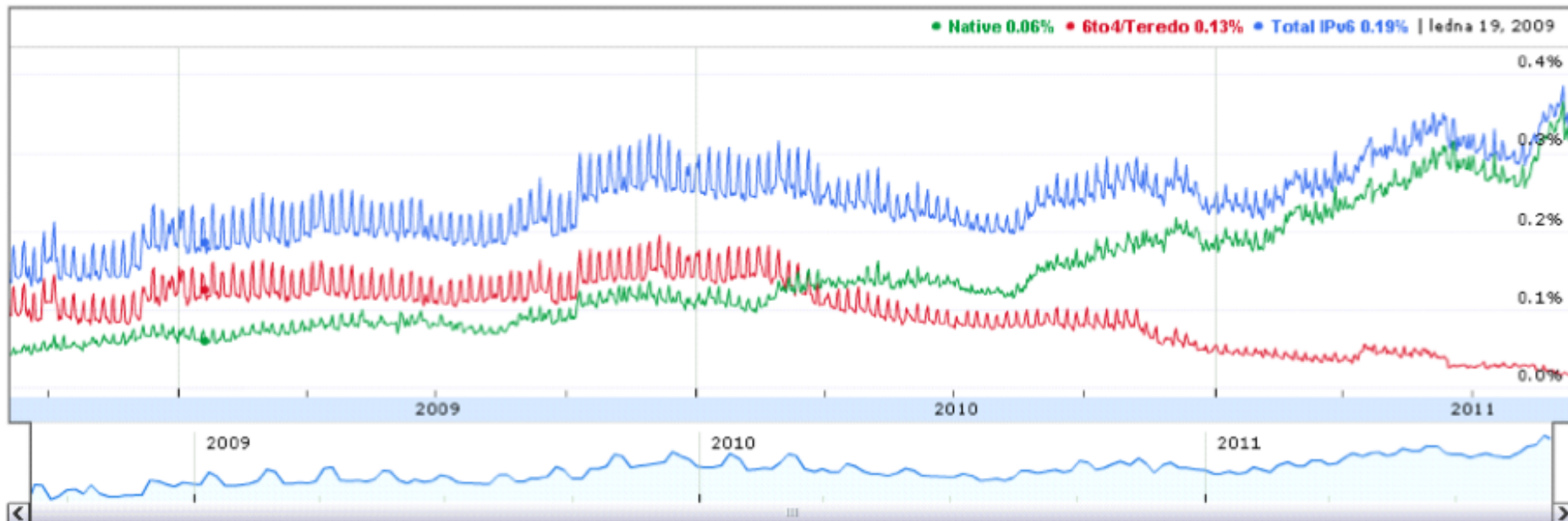
# An Internet Transition Plan



- Doporučení vycházející z **RFC5211** (07/2008)
- **Phase I** (2008 – 2009)
  - Backbone network, basic infrastructure
  - Native connectivity to each location's node (low speed)
  - Some public services available though IPv6 (web, ftp)
- **Phase II** (2010/1 - 2011/12)
  - High stable state of the backbone infrastructure
  - Hardware routing
  - Monitoring applications & hotline support
  - IPv6 connectivity for end users on selected locations
  - IPv6 multicast in testing mode
- **Phase III** (2012/1)
  - Fully production state of the IPv6 network (unicast & multicast)
  - IPv6 connectivity for all users
  - Almost services available through IPv6

- **EU : ADVANCING THE INTERNET**
  - Action Plan for the deployment of Internet Protocol version 6 (IPv6) in Europe, Brussels, 27.5.2008, COM(2008) 313 final
- **USA:** Transition Planning for Internet Protocol Version 6 (IPv6), to set the US Federal Agencies a hard deadline for compliance to IPv6 on their core IP networks
- **China :** China Next Generation Internet (CNGI) sets out a 5 year plan (2006-2010) for the early adoption of IPv6
- **Korea:** IPv6 Promotion Plan II which sets a vision of deploying IPv6 for the public sector by 2010
- **Australia:** Preparation Jan 2008-Dec 2009, Transition Jan 2010-Dec 2012, Implementation Jan 2013-Dec 2015

# Google: uživatelé s IPv6 konektivitou



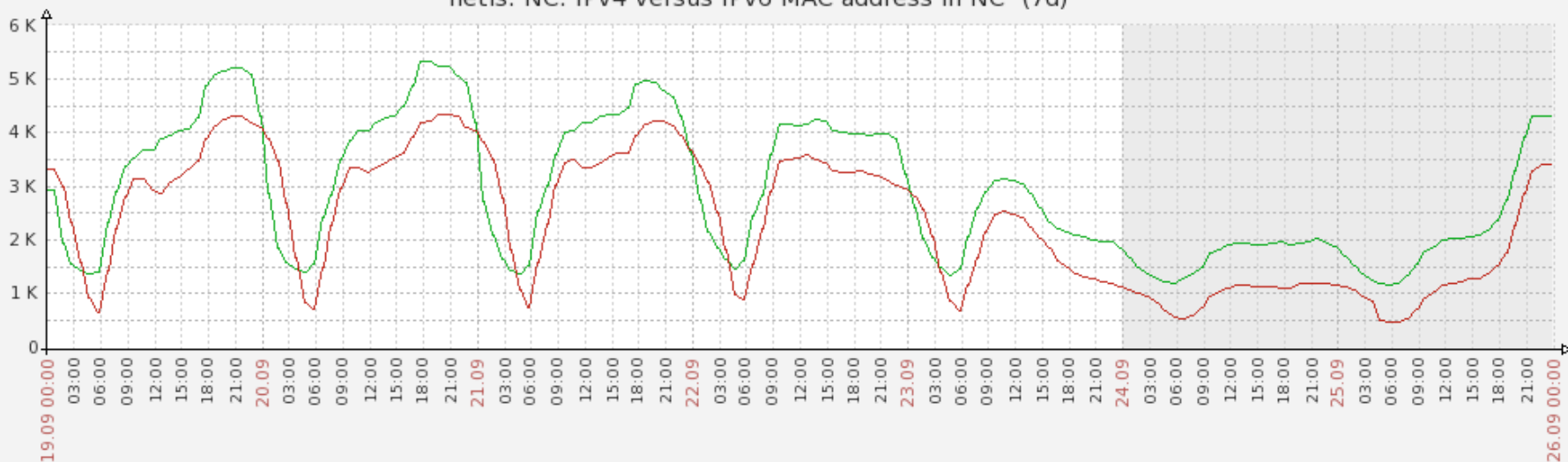
©2011 Google

Source: <http://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics/>

# Počet zařizení s podporou IPv6



netis: NC: IPv4 versus IPv6 MAC address in NC (7d)



	last	min	avg	max
■ IPv4 - Počet unikátních MAC adres v ARP (v6 enabled nets)	[max] 4.3 K	1.15 K	2.78 K	5.33 K
■ IPv6 - Počet unikátních MAC adres v NC (v6 enabled nets)	[max] 3.41 K	444	2.24 K	4.33 K

Data from trends. Generated in 0.06 sec

http://www.zabbix.ru

# USNESENÍ

## VLÁDY ČESKÉ REPUBLIKY ze dne 8. června 2009 č. 727

ke Zprávě o přechodu na internetový protokol verze 6 (IPv6)

Vláda

I. **souhlasí** s přechodem na internetový protokol verze 6 (IPv6) tak, jak je uvedeno v části III materiálu č.j. 783/09;

II. **ukládá** ministrům a vedoucím ostatních ústředních orgánů státní správy zajistit

1. od 30. června 2009 při pravidelné obnově síťových prvků jejich kompatibilitu s internetovým protokolem verze 6 (IPv6),

2. do 31. prosince 2010 přístup k internetovým stránkám a veřejně dostupným službám eGovernmentu internetovým protokolem verze 4 (IPv4) i internetovým protokolem verze 6 (IPv6);

III. **doporučuje** hejtmanům a primátorovi hlavního města Prahy postupovat obdobně podle bodu II tohoto usnesení.

### Provedou:

ministři,  
vedoucí ostatních ústředních  
orgánů státní správy

### Na vědomí:

hejtmani,  
primátor hlavního města Prahy

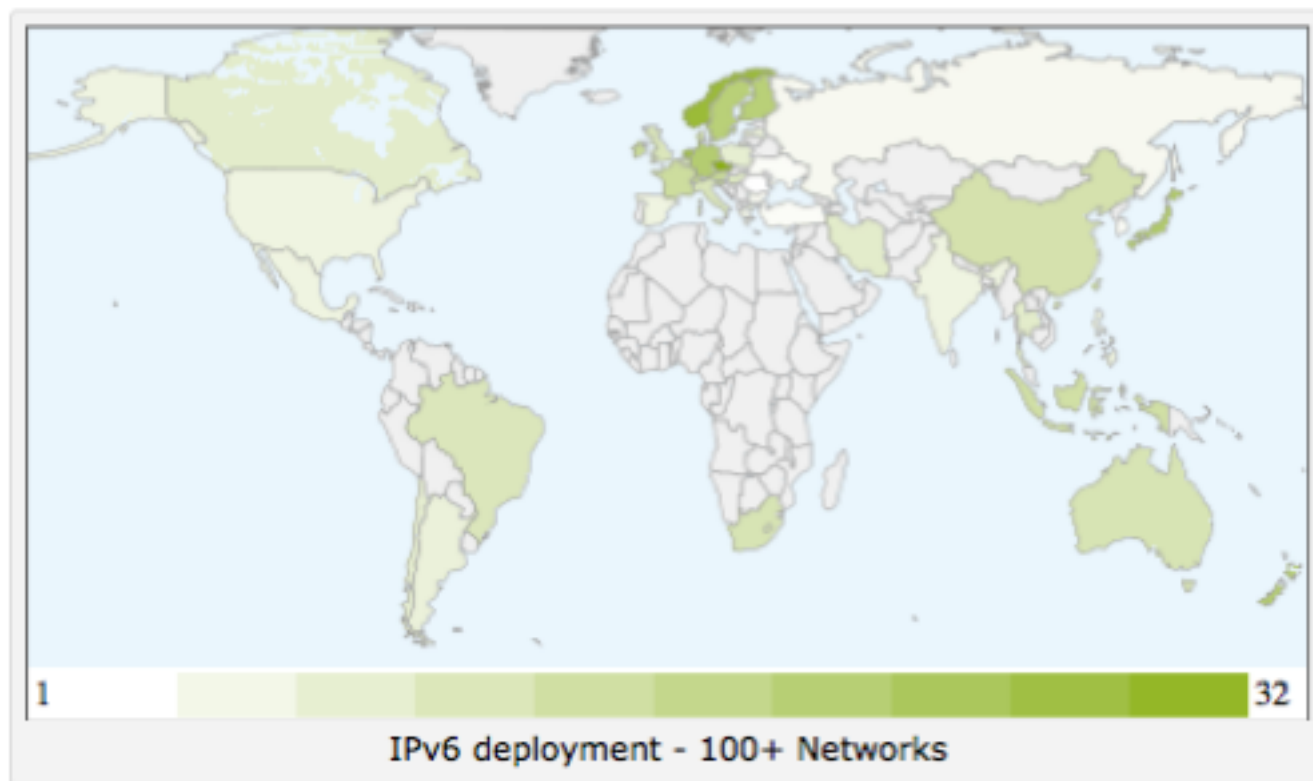
Předseda vlády

Ing. Jan Fischer, CSc., v. r.

# IPv6 deployment ratio – 12/2010



Country Code	Name	Percentage	Ratio
CZ	Czech Republic	31%	75 / 243
NL	Netherlands	25%	139 / 561
NO	Norway	24%	36 / 153
JP	Japan		
NZ	New Zealand		
SE	Sweden		
DE	Germany		
FI	Finland		
AT	Austria		
CH	Switzerland		
IE	Ireland		
TW	Taiwan, Province of China		
SI	Slovenia		



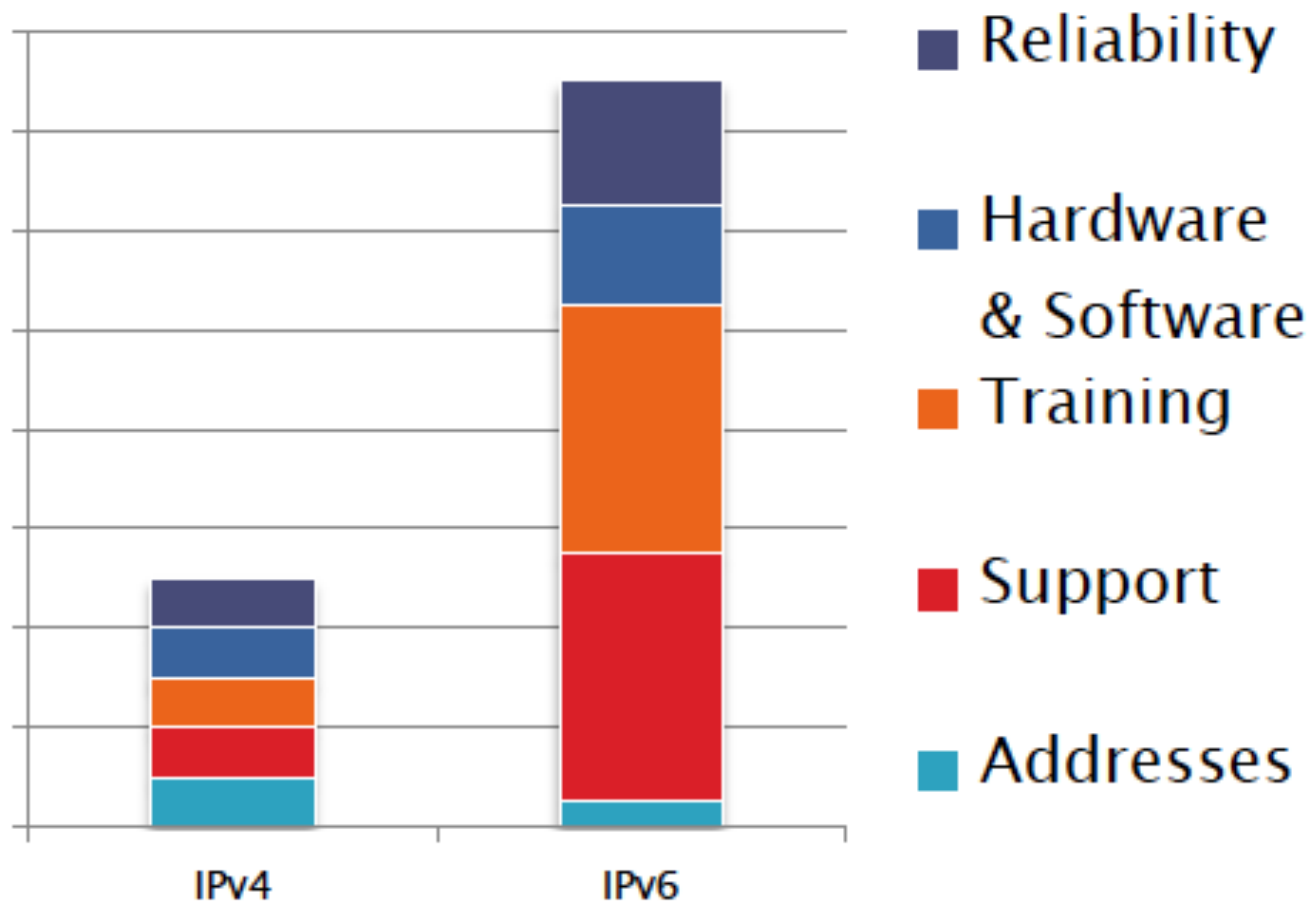
Source: <http://bgpmon.net/blog/?p=340>

# Je zavadení jisté ?

- Jak je to teda s adresami ?
  - 800 000 000** : připojených zařízení
  - 1 802 330 457** : počet uživatelů
  - 3 700 000 000** : počet IPv4 adres
- Pořízení nové infrastruktury (aktivní prvky, OS)
- Učení se nových mechanismů
- Nezbytné úpravy/výměna aplikací
- Bezpečnost – zejména na úrovni lokálních sítí – časem řešitelné
- Z pohledu koncového uživatele prakticky žádné přínosy
- Jak servery tak klienti zřejmě budou nadále potřebovat obojí konektivitu
- Vyčerpaný adresový prostor
- Dobrý důvod pro výrobce zařízení a SW proč je potřeba koupit vše znova
- Řada výrobců začíná brát IPv6 vážně - může to být business ?
- Primární protokol významných OS (W7)
- Agresivní podpora v nových OS z produkce MS
- Vládní podpora včetně EU, ČR, ...
- Kdy budou první IPv6 only klienti ? Jaká je motivace ?



# Náklady na IPv6



zdroj:  
<http://www.nanog.org/meetings/nanog53/abstracts.php?pt=MTg1NCZuYW5vZzUz>  
Economics of IPv4 Address Markets on IPv6 Deployment  
Andrew Dul, Cascadeo Corporation

- ~~Prostě čekat jak to celé dopadne~~

- Stát se aktivistou

**ale opatrně!** – nevnucovat, myslet, myslet, ...



- IPv6 je zpravidla upřednostňovaný protokol
- Inzerce služeb v DNS znamená, že všechny služby na IP musí být dostupné po IPv6
- Degradace připojení po tunelech
- Přístup na lokální služby může jít oklikou

- Smutný fakt:

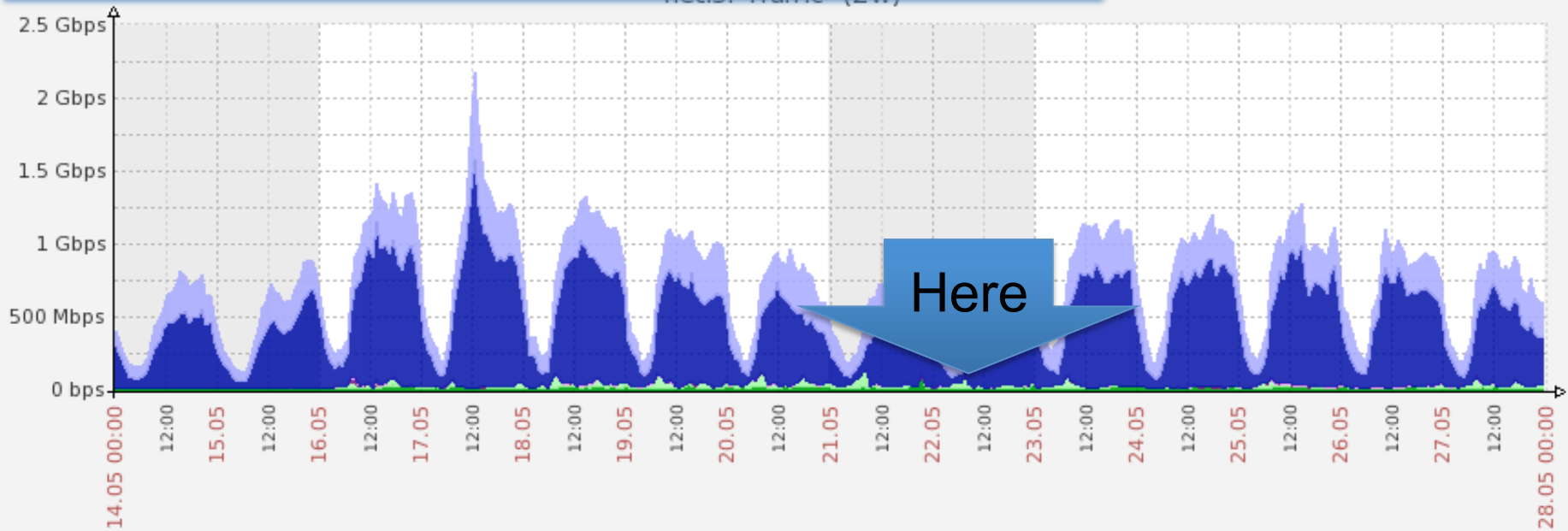
Kdo začne používat IPv6 bude po zásluze potrestán  
ale není jiná možnost – kdo nezačne bude opožděn

- Prostě čekat jak to celé dopadne
- Stát se deaktivistou
  - Varianta předpokládá, že IPv6 se nikdy nestane realitou
  - Potlačování/vypínání IPv6 všude kde to jde
  - Žadné IPv6-only zdroje zatím nejsou, není tedy důvod IPv6 provozovat



**A bit of statistics...**  
collected from the campus network

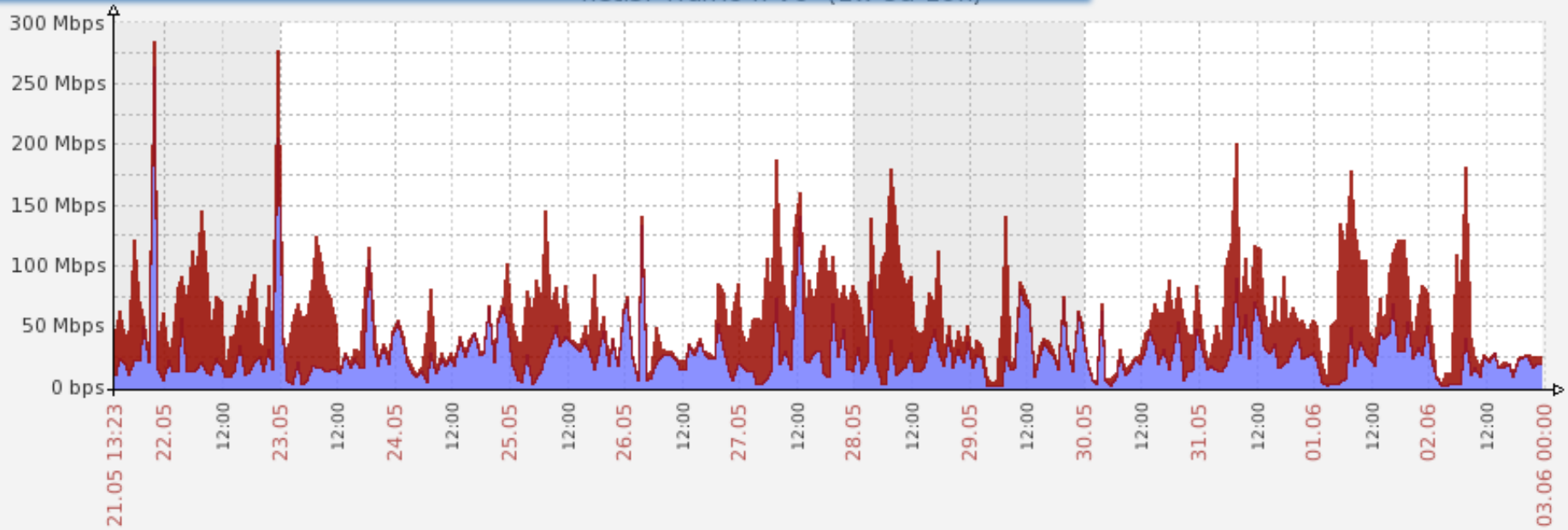
# IPv4, IPv6 & tunneled traffic



		last	min	avg	max
Total IPv4 traffic out	[avg]	238.42 Mbps	35.69 Mbps	219.64 Mbps	903.85 Mbps
Total IPv4 traffic in	[avg]	319.88 Mbps	29.89 Mbps	482.53 Mbps	2.16 Gbps
Total tunneled traffic out	[avg]	463.51 Kbps	1.13 Kbps	1.96 Mbps	24.57 Mbps
Total tunneled traffic in	[avg]	114.25 Kbps	1.81 Kbps	609.97 Kbps	66.55 Mbps
Total IPv6 traffic out	[avg]	24.91 Mbps	8.77 Kbps	15.16 Mbps	220.22 Mbps
Total IPv6 traffic in	[avg]	5.23 Mbps	16 Kbps	9.36 Mbps	263.98 Mbps

Data from trends. Generated in 0.29 sec

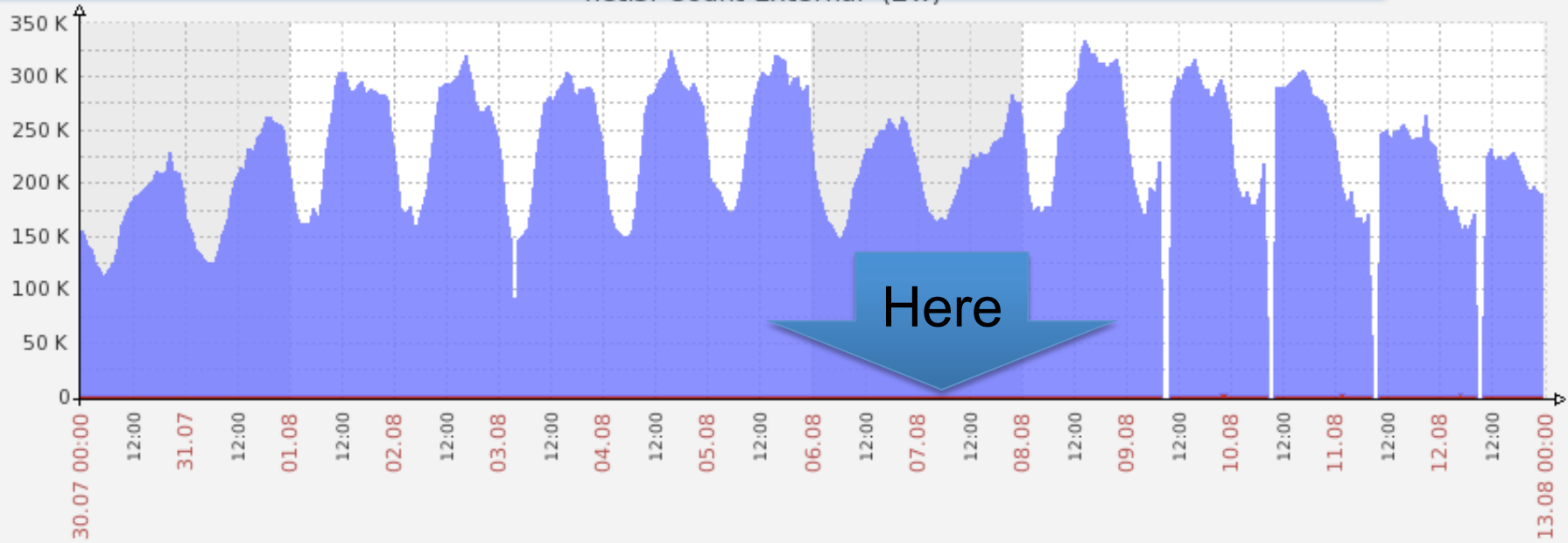
# IPv6 native traffic



		last	min	avg	max
Total IPv6 traffic out	[max]	6.7 Mbps	14.37 Kbps	13.51 Mbps	141.26 Mbps
Total IPv6 traffic in	[max]	18.69 Mbps	16.18 Kbps	9.48 Mbps	263.98 Mbps

Data from trends. Generated in 0.11 sec

# How many addressed were we talking with

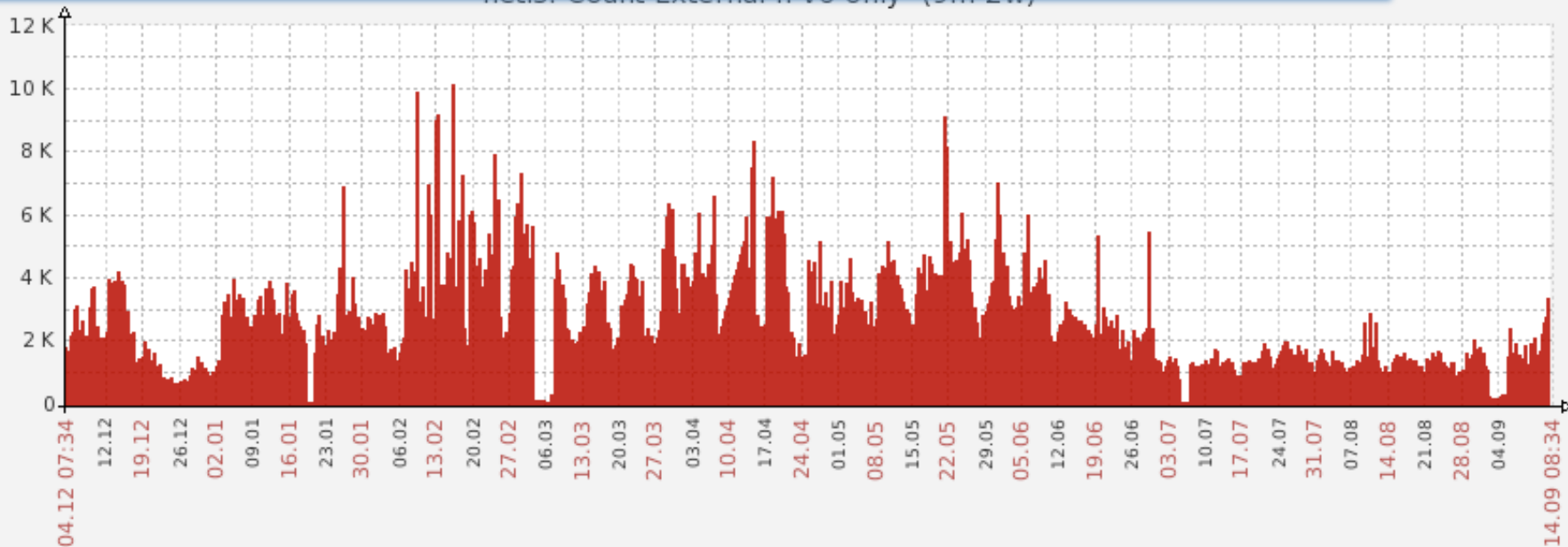


		last	min	avg	max
■	Number of IPv4 hosts out of the net	[max] 188.45 K	0	222.14 K	332.18 K
■	Number of IPv6 hosts out of the net	[max] 1.08 K	0	1.05 K	2.82 K

Data from trends. Generated in 0.12 sec

# How IPv6 many addressed were we talking with

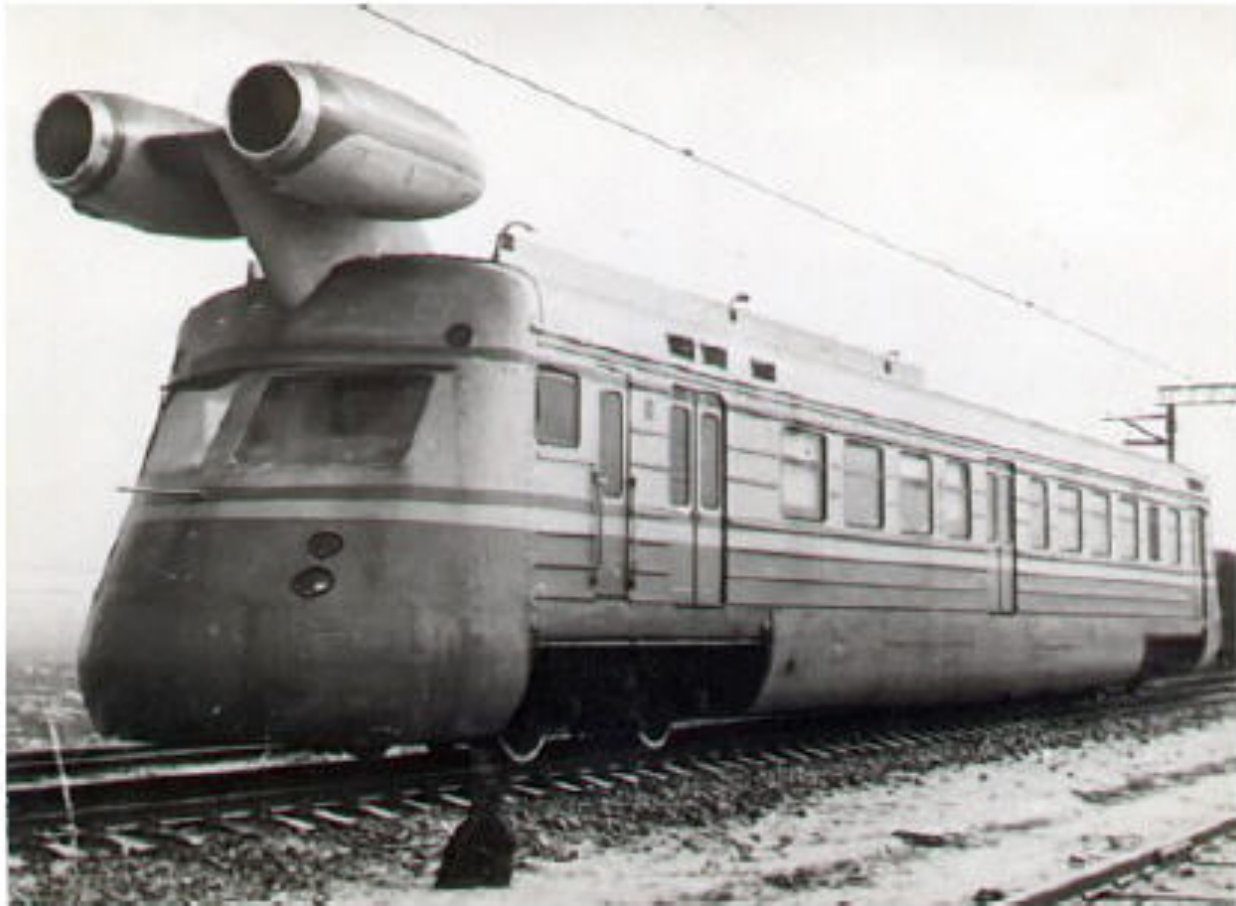
netstat: Count External IPv6 Only (5M 2W)



■ Number of IPv6 hosts out of the net [max] last 997 min 0 avg 1.82 K max 10.12 K

Data from trends. Generated in 0.07 sec





TPV6!

Tomáš Podermaňski, [tpoder@cis.vutbr.cz](mailto:tpoder@cis.vutbr.cz)