

Co je to IPv6

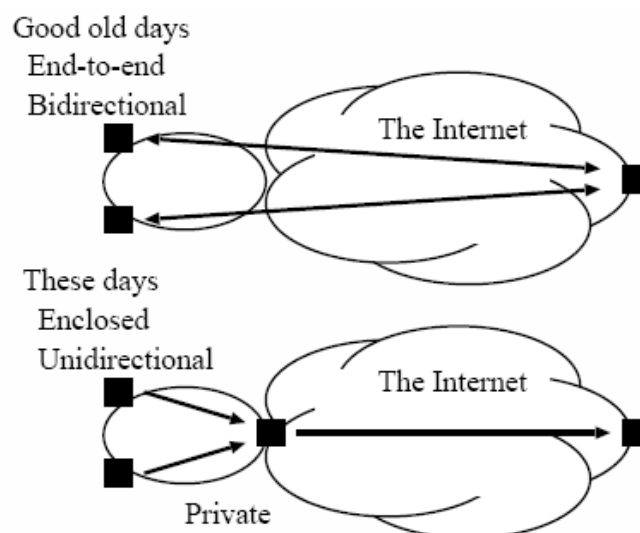
- Architektura adres
- Plug and Play
- Systém jmenných domén
- Přechod
- Současný stav IPv6

Problémy IPv4

- Vyčerpání IPv4 adres
- 4 slabiky = 4,3 miliard adres
- Méně než je populace lidí (6,1 miliard)
- Vyčerpá se již okolo roku 2008
- K registraci IPv4 adres se používá několik politik
- Lepší situace je v USA, špatná v jihovýchodní Asii (Čína)
- Nikdo neobdrží dost IPv4 adres

Nárůst směrovací informace

- Směrovací informace nemůže být efektivně agregována
- Adresy jsou přidělovány neagregovatelným způsobem
- V současné době 80,000 položek
- Nákladné pro páteřní směrovače
- Nestabilita, poruchy
- Rozšíření NAT
- Narušení architektury Internetu
- Izolování uživatelů



Architektura Internetu

- Jednotný Internet
- Obousměrná komunikace
- Komunikace mezi koncovými uzly
- Pravá komunikační infrastruktura
- Mnohem jednodušší pro vývoj nových aplikací

Internet s NAT

- Jednosměrná komunikace
- Uzavřená komunikace
- Jedno místo náchylné k chybám
- Vývoj aplikací je potlačovaný NAT
- Není možné účtování ze serverů

IPv6

- Rozšíření adresního prostoru
- 16 slabik = $3,4 \times 10^{38}$
- Minimálně 65536 subsítí pro každého (/48)
- Třída A z IPv4 pro každou stranu

Navíc

- Některé technologie jsou povinné
- Plug and play
- Bezpečnost mezi koncovými uzly (jako IPsec)
- Od počátku agregovatelné globální adresy
- Redikce externí směrovací informace na 8,192 položek

Vzorové změny pro aplikace

- Obousměrná komunikace mezi koncovými uzly
- IPv6 je svět bez NAT
- Celulární telefony, automobily, domácí sítě, herní

počítače, ...

Vývoj IPv6

- Počátek 90. let – IPng (Next Generation), přejmenováno na IPv6
- 1995 – první generace definic
- 1998 – druhá generace definic

Architektura adres

- Adresy jsou přiřazeny rozhraním, ne uzlům
- Jako identifikátor uzlu může být použito jakékoliv rozhraní – jakákoliv adresa
- Unicast adresy (individuální) – identifikace jednoho rozhraní
- Multicast (skupinové) – identifikátor více rozhraní (typicky různých uzlů)
- Anycast (výběrové) – identifikátor množiny rozhraní (typicky různých uzlů), paket je doručen na nejbližší rozhraní (podle směrovače)
- Broadcast – tento typ adres IPv6 nezná, adresa samé 0 i samé 1 je legální

Zápis adres

- Oddělení 4 znaků znakem „:“
- ff02: 0000: 0000: 0000: 0000: 0000: 0000:0001
- 3ffe:0501:0008:1234:0260:97ff:fe40:efab

Počáteční nuly pro každou skupinu může být potlačena

- ff02: 0: 0:0: 0: 0: 0:1
- 3ffe:501:8:1234:260:97ff:fe40:efab

- Posloupnost nul může být vypuštěna a nahrazena „::“ (maximálně jednou)
- ff02::1

Délka prefixu je umístěna za lomítko

- 3ffe:500/24

Typy unicast adres

- Nespecifikovaná adresa – samé 0 (::)
- Používá se jako zdrojová během inicializace, také jako implicitní

Loopback adresa – (::1)

- Obdoba 127.0.0.1 v IPv4

Link-local adresa

- Unikátní na subsíti, automaticky konfigurovatelná
- Vyšší část – fe80::/10
- Nižší část – identifikátor subsítě a rozhraní
- Směrovače nesmí forwardovat pakety s cílovou nebo zdrojovou link-local adresou

Site-local adresa – unikátní pro „site“

- Vyšší část – fec0::/10
- Nižší část – identifikátor subsítě a rozhraní
- Použití je-li síť izolována a nejsou dostupné globální adresy
- Obdoba privátních adres IPv4
- Bylo zrušeno, protože se nedohodli co je to „site“

Mapované IPv4 adresy - ::ffff:a.b.c.d

- Použití u počítačů s duálním zásobníkem IPv4 i IPv6 pro komunikace přes IPv4 s použitím IPv6 adresování

Kompatibilní IPv4 adresy - ::a.b.c.d

- Použití v IPv6 hostech pro komunikaci přes automatické tunely

Adresní bloky

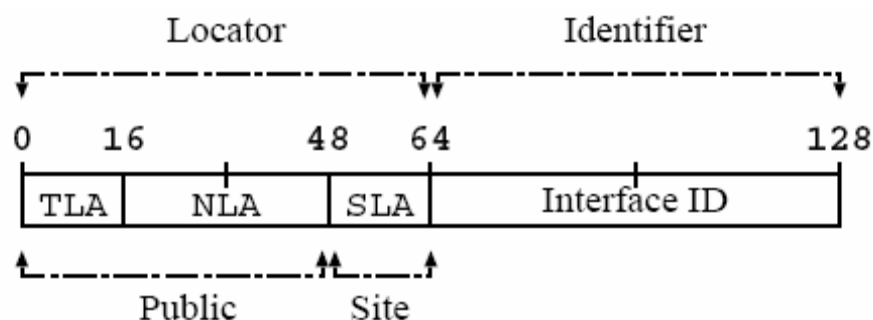
- Adresní prostor je rozdělen do 8 bloků po 3 bitech
- Lépe by bylo 16 bloků po 4 bitech

Počáteční cifra

- 0,1 speciální (loopback)
- 2,3 globální adresy (agregovatelné globální adresy)
- 4,5 není obsazeno
- 6,7
- 8,9
- a,b
- c,d
- e,f link-local, (site-local), multicast

Globální adresy

- agregovatelné globální adresy
- 3ffe:0501:0008:1234:0260:97ff:fe40:efab



- Cíl zavádění: minimalizace rozměrů globálních směrovacích tabulek
- Přidělování od 2000::/3
- Lokátor obsahuje 4 pole
- TLA (16 bitů) - Top Level Aggregator
- Rezervováno (8 bitů)
- NLA (24 bitů) - Next Level Aggregator
- SLA (16 bitů) - Site Level Aggregator

- TLA, NLA a SLA se dále v RFC nepoužívají – prefix(3), Global routing prefix(45), Subnet identifier(16), Interface ID(64)

- Fixní rozdělení 8 slabik síťová část, 8 slabik hostitelská část
- Délka prefixu pevná /64
- Není třeba určovat délku prefixu pro subsítě
- /48 je přiřazeno umístění (site)
- 16 bitů = 65536 subsítí pro jedno umístění (jednu stranu)

Agregátor

TLA (Top Level Aggregator)

- /16
- Velcí ISP (Internet Service Provider), max počet 8192 (13 bitů)
- Musí nabízet /16 směrovací informaci ostatním TLA

NLA (Next Level Aggregator)

- /17 až /48
- Střední nebo malí ISP

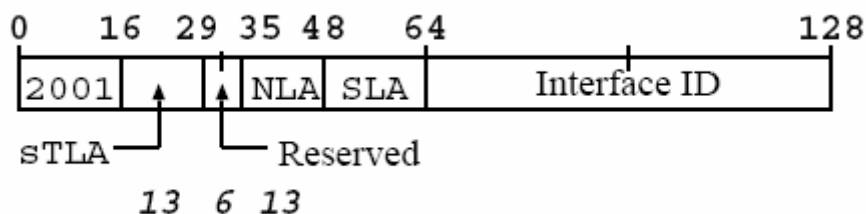
SLA (Site Level Aggregator)

- /49 až /64
- Číslo subsítě v uístění (site)
- 65,536 subsítí pro jedno umístění (site)

Počáteční přiřazení adres

sTLA (subTLA)

- pomalý start přiřazování IPv6 adres – nejdříve velcí odběratelé, velké kusy
- TLA „2001“ je rozděleno na 8,192 subTLA (/35)
- Stejná čísla TLA



- Praha - 2001:718:0::/42
- Brno - 2001:718:800::/42
- Ostrava - 2001:718:1000::/42
- Hradec Králové - 2001:718:1200::/42
- Olomouc - 2001:718:1400::/42
- Ústí nad Labem - 2001:718:1600::/42
- Plzeň - 2001:718:1800::/42
- Liberec - 2001:718:1C00::/42
- České Budějovice - 2001:718:1A00::/42

Kritéria pro přidělování

- Poskytování IPv6 služeb do 12 měsíců
- Mnoho uživatelů IPv4 nebo 6 měsíční zkušenosti s 6BONE

Anycast adresy (výběrové)

- Více rozhraní má tutéž adresu, nižší bity (typicky 64 a více jsou nulové)

Multicast adresy (skupinové)

- Od ff00::/8
- Struktura 1111 1111 | flags(4) | scop(4) | group ID (112)
- Flags: 000T – T=0 – všeobecně známá adresa, T = 1 – dočasná adresa
- Group ID – identifikátor skupiny (nikoliv identifikátor rozhraní)
- Scope: (dosah)
 - 1 – interface local
 - 2 – link – local
 - 3 – subnet - local
 - 4 – admin – local
 - 8 – organisation – local
 - E – global

Přiřazené skupinové adresy

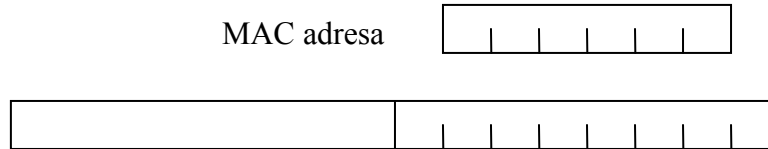
- Všechna rozhraní uzlu ff01::/96
- Všechna rozhraní linky ff01::/96
- Všechny směrovače na uzlu ff02::/96
- Všechny směrovače na lince ff02::/96
- Všechny servery a agenti podporující HDCP ff0c::/96

Plug and Play

- Očekává se, že počítač bude v síti fungovat okamžitě po instalaci, bez konfigurace
- Noční můra administrátorů – okamžité zprovoznění velkého počtu počítačů

Autokonfigurace adres

Dolních 8 slabik z MAC adresy



Link-local address

- Horních 8 slabik ze směrovače
- Globální adresa
- Není třeba DHCP server (bezstavové přidělení adresy)

Konverze MAC adresy na interface ID

- EUI64 adresa (8 slabik)
- Neguje také 2. bit 1. slabiky
- 00:08:05:01:23:45 --> 0208:05ff:fe01:2345

Generování link-local adresy

- fe80:: interface ID
- fe80::208:05ff:fe01:2345

Nyní může uzel komunikovat uvnitř linky

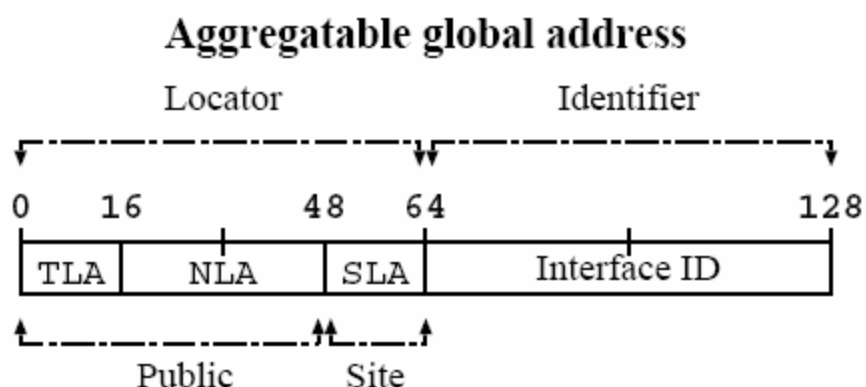
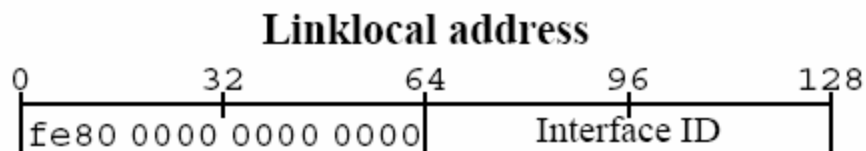
Adresa je unikátní na lince, nemusí být unikátní v uzlu

Povinné adresy uzlu

- Lokální linková adresa pro každé rozhraní (fe80::208:05ff:fe01:2345)
- Přidělená individuální adresa (2001:718:1800:11:208:05ff:fe01:2345)
- Loopback (::1)
- Všechna rozhraní uzlu (ff01::1)
- Všechna rozhraní na lince (ff02::1)

Povinné adresy směrovače

- Povinné adresy uzlu
- Všechny skupinové adresy směrovače, linky, LAN



Autokonfigurace globální

- Směrovač posílá periodicky prefixy (/64)
- Router Advertisement (RA)
- Generování globální adresy (prefix + interface ID)
- Podle implicitní cesty k jednomu ze směrovačů
- Nyní může uzel IPv6 komunikovat v Internetu
- Plzeň - 2001:718:1800::208:05ff:fe01:2345

Přečíslování adres

Předpoklad

- Všechny IPv6 uzly získaly adresy autokonfigurací
- Každý IPv6 uzel může obdržet více adres IPv6
- S každou adresou jsou spojeny 2 časovače

Přepnutí mezi dvěma poskytovateli (ISP)

- Site je připojen k ISP A (stará adresa)
- Připojí se k ISP B, je mu nabízen nový prefix (stará i nová adresa)
- Vyprší časovač spojený se starou adresou, stará adresa se pro další komunikaci nepoužívá
- Vyprší druhý časovač (pouze nová adresa), odpojení od ISP A

Systém jmenných domén

- Počítač může používat stejné jméno pro sítě IPv4 i IPv6
- Uživatel to nerozlišuje
- Zadávání IPv6 adresy může být složité
- 2001:718:1800::208:05ff:fe01:2345
- V URL: `http://[2001:718:1800::208:05ff:fe01:2345]/`

Systém jmenných domén

Přidány položky (typy)

```
$ORIGIN mew.org.  
ftp AAAA 3ffe:501:8:1234:260:97ff:fe40:efab  
www A 133.5.2.1
```

AAAA pro převod jméno --> adresa

PTR pro převod adresa --> jméno

```
$ORIGIN 4.3.2.1.8.0.0.0.1.0.5.0.e.f.f.3.IP6.INT.  
b.a.f.e.0.4.e.f.f.f.7.9.0.6.2.0 PTR ftp.mew.org.  
$ORIGIN 2.5.133.IN-ADDR.ARPA.  
1 PTR www.mew.org.
```

Technologie pro přechodné stádium

- Dvojitý zásobník

- Tunelování
- Převodník

Dvojitý zásobník

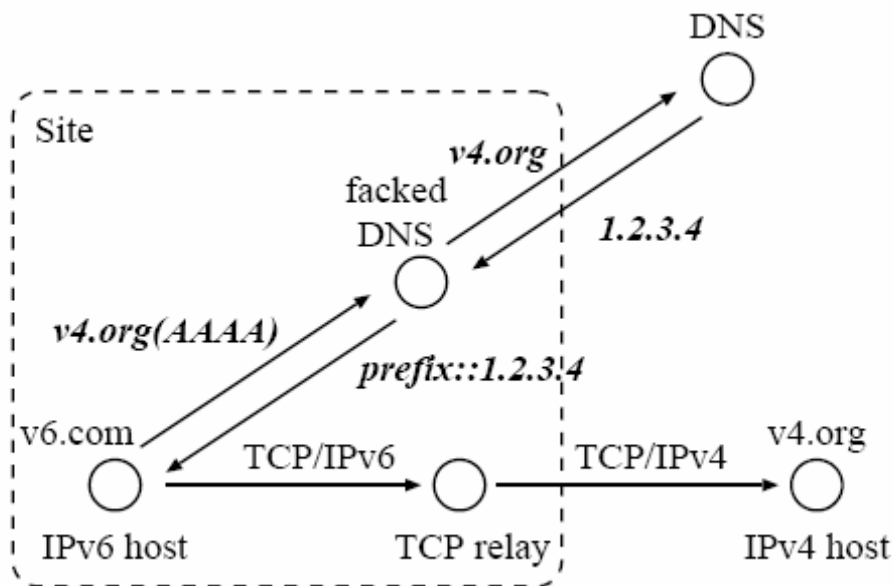
- Podporuje IPv4 i IPv6
- IPv4 aplikace jsou dostupné bez modifikací
- Dvojitý zásobník funkční bez instalace OS
- Náhrada IPv4 ovladače

IPv6 v IPv4 tunelu

- Předpoklad: IPv6 jsou ostrovy v IPv4
- Tunel propojuje IPv6 ostrovy
- Zapouzdření paketů IPv6 do IPv4
- Příkladem je 6BONE (50 států)

Převodník

- V prvopočátku – málo IPv6 uzlů nebo duálních uzlů
- Později – adresy IPv4 se stávají nedostupné
- Protože musí existovat IPv4 a IPv6 souběžně, převodníkům se nevyhneme



Formát rámce IPv6

Version	Priority	Flow Label	
Payload Length		Next Header	Hop Limit
Source Address – 128b.			
Destination Address – 128b.			

Priority

0 – nspecifikováno

1 – na pozadí

2 – best effort

4 – objemný přenos dat

6 – interaktivní přenos

7 – správa a řízení (směrování, správa sítě)

8 – 15 – přenosy v reálném čase

- Flow label – identifikace toku dat – možnost přiřazení

priority (QoS)

- Payload length – délka ve slabikách za standardním záhlavím (data + dodatečná záhlaví)
- Hop limit – místo TTL (v počtu přeskoků)
- Next header – následující záhlaví (IPv6, TCP, typy zapouzdření)

0 – Hop-by-Hop option header

4 – IPv4 datagram

6 – TCP segment

17 – UDP segment

43 – Routing Header

44 – Fragment Header

45 – protokol IDR (Interdomain Routing Protocol)

46 – protokol RSVP

50 – Encapsulating Security Payload

51 – IPv6 Authentication Header

58 – ICMPv6

59 – No Next Header

60 – Destination Option Header

89 – OSPF

