RIPE NCC
RIPE NETWORK COORDINATION CENTRE

Rok IPv6-Only Desktopu

Jak sítě IPv6-mostly umožní příchod sítí bez IPv4

Ondřej Caletka | **ORS 2026** | 12. listopadu 2026

Tohle je přednáška o kočce IPv6 schované v krabici IPv4

IPv6CatNow.org



Přechod na IPv6 nemůže nastat bez ohledu na IPv4

Dual stack jako přechodový mechanismus selhal

- **Žádná přímá úspora** IPv4 adres
- **Dvojí práce** pro nasazení a správu
- Problémy s IPv6 skrývá **záchranná síť IPv4**



Přechod na IPv6 nemůže nastat bez ohledu na IPv4

Pokusy a omyly během konferencí RIPE

- **RIPE 67** - Atény 2013
  - Představena experimentální síť **IPv6-only**
  - Spousta věcí tehdy nefungovala
- **RIPE 84** - Berlín 2022
  - Stále stejná sada sítí v nabídce
  - Většina zařízení **fungovala bez problému** v síti IPv6-only
  - Ale *druhou* síť **téměř nikdo nepoužíval**



Účastník RIPE 79 se dožaduje, aby síť IPv6-only byla výchozí (2019, kolorováno)

Přechod na IPv6 nemůže nastat bez ohledu na IPv4

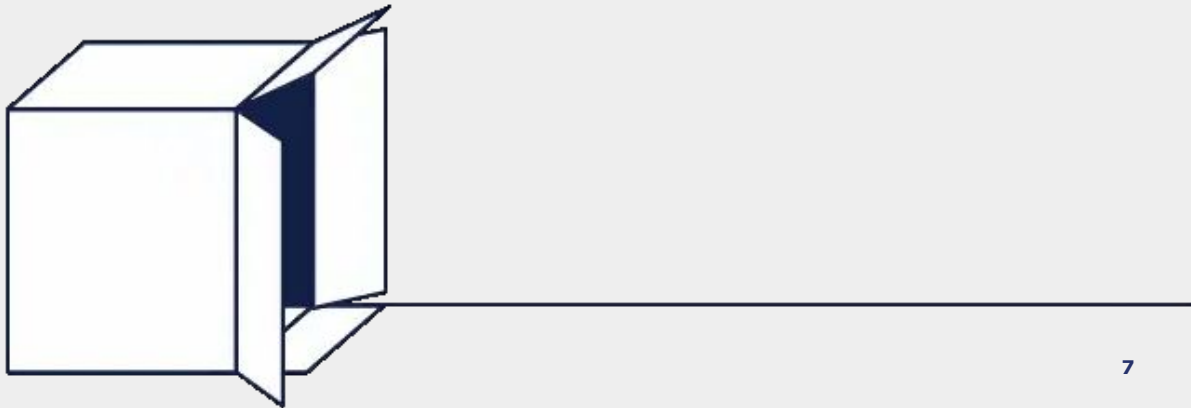
Ať o odpojení od IPv4 rozhodne výrobce zařízení

- **RIPE 85** - Bělehrad 2022
  - Hlavní konferenční síť přešla na **IPv6-mostly**
  - Většina mobilních zařízení a MacBooků **nepoužila IPv4**
  - **Nic zvláštního se nestalo**
- **RIPE 93** - Sofie 2026
  - Hlavní konferenční síť je stále **IPv6-mostly**
  - Stále víc zařízení **nepoužívá IPv4**

Co je potřeba pro provoz IPv6-Only?

Požadavky pro IPv6-Only na straně sítě

- **IPv6 musí fungovat** bez problémů
  - Ne, vaše dual-stack Wi-Fi **nedokazuje nepřítomnost problémů** s IPv6
- V síti musí být **NAT64**
  - **Ano**, existují **dokonalejší přechodové mechanismy**
  - **Ne**, nemůžete si vybrat. Odvětví už se rozhodlo pro NAT64.
  - **Ano**, NAT64 je stejně otravný jako jakýkoliv jiný **stavový NAT**



Požadavky pro IPv6-Only na straně sítě

Proč vyhrál NAT64?

- Klienti posílají kamkoli **běžné IPv6**
- Síť zajistí, že i **cíle bez IPv6** jsou **dostupné pomocí IPv6**
- Nativní a přeložené pakety vypadají **téměř naprosto stejně**
- Všechny ostatní přechodové mechanismy používají **dvě zařízení v cestě**:
  - Jedno **před** přechodem (**B4**, **CE**)
  - Jedno **po** přechodu (**AFTR**, **BR**)

Požadavky pro IPv6-only na straně zařízení

Nesmí existovat žádná závislost na IPv4

- Selhalo získání IPv4 adresy klientem DHCP? To nemusí být chyba.
- Platí také pro **všechny aplikace**
  - S jednoúčelovými zařízeními jako **IP-telefony** nebývá problém
  - V uzavřených platformách může kompatibilitu **vynutit výrobce** (iOS)
  - Řešení na úrovni operačního systému (**CLAT**) pro ostatní případy

Požadavky pro IPv6-only na straně zařízení

Není CLAT vlastně jen další mechanismus se dvěma zařízeními?

- **Je.** Jmenuje se 464XLAT.
- Ale ne každý paket mířící k IPv4 musí CLATem projít.
- V každém případě je CLAT nezbytný pro plnohodnotný uživatelský zážitek na síti s IPv6-only

Automatické odhlášení z IPv4 v sítích IPv6-mostly

Pomocí volby DHCPv4 číslo 108

- Síť dává najevo, že **podporuje provoz IPv6-only**
  - Jinými slovy, v síti je **NAT64**
- Zařízení si zvolí, že **IPv4 nepotřebuje**
  - Pokud má **CLAT** nebo vynucenou kompatibilitu s IPv6-only
  - Nemělo by se odhlásit od IPv4, pokud je IPv6 zakázáno — ale **děje se to**

Rok IPv6-only Desktopu

Rok IPv6-only Desktopu

Jak to celé začalo

- IPv6-only podporují všechna současná zařízení s **Android** a **iOS**
  - V některých mobilních sítích běží IPv6-only **už mnoho let**
- macOS byl první ***neomezený* operační systém**, který se od IPv4 odhlašuje
  - Typické problémy pro **IPv4-only VPN** s funkcí *IPv6 killswitch*
  - Nebo pokud uživatel ručně **vypne IPv6**

Množství MAC adres odhlášených od IPv4

Událost	Celkem	Bez IPv4	Procenta
RIPE 85	1075	798	**74%**
RIPE 88	1472	1153	**78%**
RIPE 90	1731	1461	**84%**
RIPE 92	2007	1713	**85%**

Co se stalo nedávno

- Microsoft přidal podporu pro IPv6-only u nejnovějších Windows 11
- NetworkManager (pro Linux) dostal podporu (**CLAT**) ve **verzi 1.58**
- **Fedora 45** má podporu **zapnutou ve výchozím stavu**

Podpora pro CLAT v NetworkManageru



- Součástí **nenovější verze** 1.58
- Používá **program eBPF** pro překlad mezi IPv4 a IPv6
  - Měl by fungovat s většinou linuxových jader
- Ve výchozím stavu *(prozatím)* zakázáno — povolte pomocí **ipv4.clat=auto**
- Vyžaduje **volbu PREF64** v ohlášení směrovače pro **detekci prefixu NAT64**
- Překlad je **téměř neviditelný**:
  - Na rozhraní je IPv4 adresa **192.0.0.1/32**
  - Výchozí brána pro IPv4 vede přes IPv6 nexthop

Podpora pro provoz IPv6-only

Plná podpora



iOS **Android** **macOS**

- Používá CLAT
- Odhlašuje se od IPv4

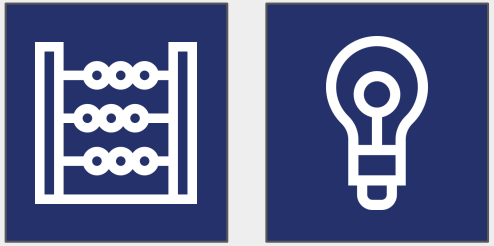
Teď začíná



Windows **Linux**

- Doteď dual-stack
- Již brzy bude používat CLAT

Snad jednou

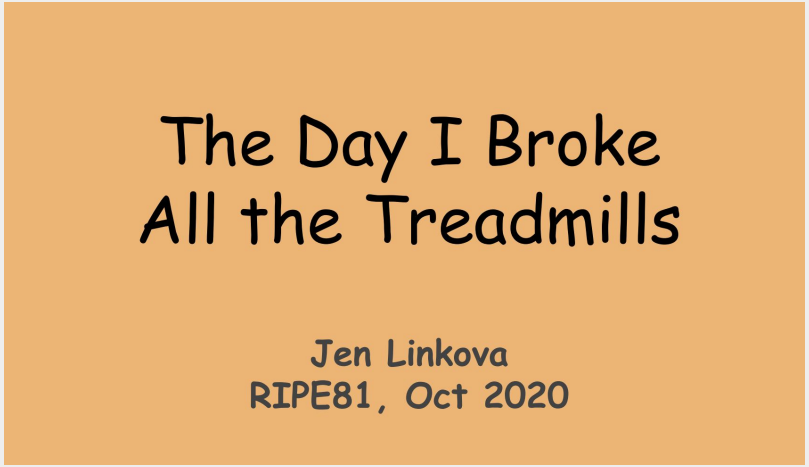


IoT **Smart Home**

- **Tvrdě selhává** bez DHCPv4
- Někdy vůbec žádná podpora pro IPv6

Co se dá očekávat v roce IPv6-only Desktopu

- Počet zápůjček DHCP klesne **velmi blízko k nule**
- Nasazení nativní IPv4 bude konečně jen volitelné
- Vynechání IPv4 pravděpodobně **rozbije běžecké pásy…**
  - …ale to může být přijatelné



Sítě IPv6-mostly možná byly jen přechodovou fází

…ale vypadá to, že konečně umožní přejít na IPv6-only

- **IPv6-mostly Networks: Deployment and Operations Considerations** je v IETF v6ops **working group last call**
- Může se hodit, pokud si nemůžete dovolit rozbít ani běžecké pásy



Otázky & Komentáře



ondřej@neběží.eu

https://ondřej.caletka.cz

RIPE NCC
RIPE NETWORK COORDINATION CENTRE

Díky za pozornost!