

Seminární práce

Připojení k IPv6

4IT322 Internetový protokol verze 6

Jiří Havlíček
LS 2010/2011

Obsah

Úvod.....	3
Základní informace.....	3
Instalace a konfigurace.....	5
Výpisy.....	8

Úvod

Cílem této seminární práce je provést a zdokumentovat připojení počítačové *IPv6-only* sítě do internetu.

Internetový protokol šesté verze je nástupcem verze čtvrté, jehož hlavním účelem je poskytnout dostatek adresního prostoru pro širokou internetovou veřejnost, neboť rozšiřuje možné adresy z 2^{32} na 2^{128} . Hlavní motivací pro jeho zavedení se stal rok 2011, kdy podle předchozích propočtů organizace *IANA*¹ došlo k rozdělení posledních volných adresních prostor poskytovatelům, což způsobilo náraz na pomyslnou bariéru pro stále se rozšiřující digitalizaci a technizaci.

Vzhledem k době realizace této seminární práce (2. čtvrtletí 2011), v níž stále ještě není IPv6 globálně podporován bylo nutné brát na toto ohled a k realizaci maximálně využít dostupné metody použitelné na IPv4, tedy především v této práci dokumentovaný *6to4*². Primárním důvodem využití tohoto způsobu připojení je poskytnutí *IPv6 relay routeru*³ veřejnosti organizací *CZ.NIC*⁴, který vzhledem ke své lokaci značně snižuje dobu odezvy a tím i zvyšuje rychlost připojení.

Základní informace

Připojení je realizováno v lokalitě *Praha-Chodov* za poskytnutí volného serveru (4x ethernet – 1x veřejná IPv4 v internetu) a vytvoření dočasné síťové *IPv6-only* infrastruktury.

Síťové prvky jsou následující:

- Server
- Switch
- Klientské PC
- Klientské PC

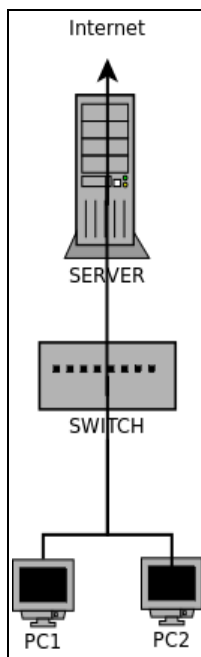
Topologie sítě je znázorněna v následujícím diagramu:

1 Internet Assigned Numbers Authority (Autorita pro přidělování adres na internetu)

2 Tunelování IPv6 spojení přes IPv4 na základě převodu IPv4 adresy do speciálního IPv6 bloku 2002:

3 Server spojující IPv6 síť s IPv4 sítí pro provoz 6to4

4 Zájmové sdružení právnických osob provozující registr .cz domén

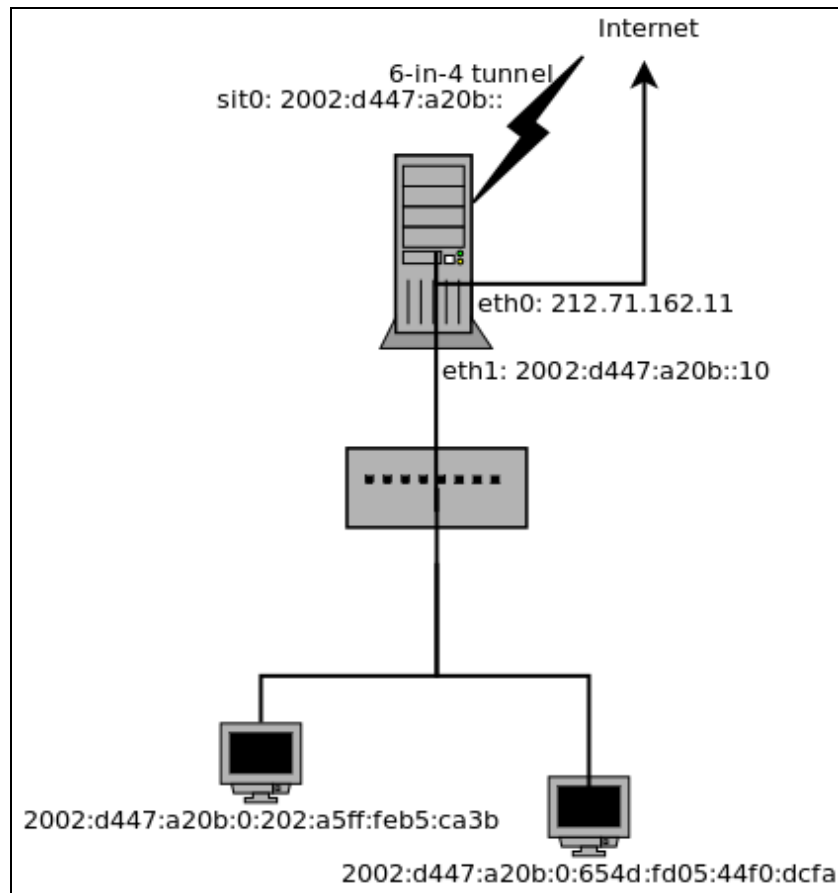


Vzhledem k použití metody *6to4* je nutné vytvořit tunel přes virtuální interface pro transport paketů IPv6 přes IPv4 síť. Tato metoda také vyžaduje přiřazení odpovídající IPv6 adresy, zvané *6TO4ADDR*, která vznikne přepočtem IPv4 adresy do hexadecimální soustavy. V tomto případě se jedná o adresu „*2002:d447:a20b::*“ (prefix *2002* je vyhrazený organizací *IANA* pro *6to4*) a masku „*64*“. Z tohoto lze vyvodit, že počítače v síti budou dostávat adresy se shodnými prvními 64 bity (tedy „*2002:d447:a20b:0:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx*“), čemuž je také nutné přizpůsobit nastavení *Router Advertisement*⁵.

Následující diagram ukazuje adresaci v síti (u klientských PC je uvedena výsledná IPv6 adresa obdržena na základě *RA*⁶):

⁵ Oznámení směrovače v IPv6

⁶ Router Advertisement



Z diagramu je patrné, že server funguje jako router oddělující dvě nezávislé sítě, což vyžaduje odpovídající konfiguraci směrovacích tabulek.

Instalace a konfigurace

1. Prvním krokem je příprava síťových zařízení, instalace jejich OS a kontrola požadované konfigurace (podpora IPv6...). Pro server byla zvolena linuxová distribuce *Ubuntu Server Edition 10.04*.
2. Dalším krokem je konfigurace veřejného síťového rozhraní („*eth0*“) na serveru pro připojení do internetu (na základě informací poskytnutých server housingovou společností).
 - Editace souboru „*/etc/network/interfaces*“:

```
iface eth0 inet static
    address 212.71.162.11
    netmask 255.255.255.240
    gateway 212.71.162.1
```

3. Třetím krokem je konfigurace vnitřního síťového rozhraní („*eth1*“) na serveru pro dostupnost přes IPv6.
 - Editace souboru „*/etc/network/interfaces*“:

```
iface eth1 inet6 static
    address 2002:d447:a20b::10
    netmask 64
```

4. Následně je nutné nakonfigurovat virtuální interface pro tunelování přes IPv4.

1. Založení tunelu:

```
ip tunnel add sit0 mode sit remote any
```

2. Otevření tunelu:

```
ip link set sit0 up
```

3. Přiřazení IPv6 adresy na základě *6TO4ADDR*:

```
ip -6 address add 2002:d447:a20b::/16 dev sit0
```

4. Nastavení směrování IPv6 pro směr z vnitřní sítě do internetu:

```
ip -6 route add default via ::192.88.99.1 dev sit0
```

5. Nastavení směrování IPv6 pro směr z internetu do vnitřní sítě (není nutné, ale bez tohoto nejsou jednotlivé počítače dostupné z internetu – například pro případ *ICMPv6*⁷):

```
ip -6 route add 2002:d447:a20b::/64 dev eth1
```

5. Dalším krokem je nastavení *RA* pro vnitřní *IPv6-only* síť pro distribuci IPv6 adres jednotlivým počítačům, a také adres *DNS* serverů. K tomuto existuje pro OS *Linux* aplikace „*radvd*“ (zkratka pro „*Router ADVertisement Daemon*“) a „*rdnss*“.

- Instalace aplikací je dostupná z výchozího zdroje programu „*apt-get*“:

```
apt-get install radvd rdnss
```

6. Nyní je nutné nakonfigurovat „*radvd*“ a „*rdnss*“ pro správnou propagaci v síti.

7 Internet Control Message Protocol version 6

- Konfigurační soubor „*/etc/radvd.conf*“:

```
interface eth1 {
    AdvSendAdvert on;
    MinRtrAdvInterval 3;
    MaxRtrAdvInterval 10;
    prefix 2002:d447:a20b::/64 {
        AdvOnLink on;
        AdvAutonomous on;
        AdvRouterAddr on;
    };
    RDNSS 2001:470:20::2 {
    };
};
```

- *interface eth1*: deklarace používaného rozhraní pro RA
- *AdvSendAdvert on*: povolení RA
- *MinRtrAdvInterval 3*: minimální RA interval
- *MaxRtrAdvInterval 10*: maximální RA interval
- *prefix 2002:d447:a20b::/64*: deklarace používaného prefixu pro propagaci
- *AdvOnLink on*: přidá prefix do prefix listu
- *AdvAutonomous on*: nastaví prefix jako *autonomous* (generování adresy z prefixu)
- *AdvRouterAddr on*: posílá adresu rozhraní do sítě
- *RDNSS 2001:470:20::2*: deklarace používaného *DNS* serveru (v tomto případě veřejný *DNS* server společnosti *Hurricane Electric*)

7. Konfigurace veřejného *nameserveru* – v tomto případě u společnosti *FORPSI*.

- „*ipv6.havliczech.eu*“ - PC1
- „*moderniserver.diteco.eu*“ - serverová stanice

Po dokončení tohoto postupu je síť připravena k používání.

Výpisy

Výpis příkazem „*ip addr*“ z PC1:

```
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 16436 qdisc noqueue state UNKNOWN
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP qlen
1000
    link/ether 00:02:a5:b5:ca:3b brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet6 2002:d447:a20b:0:202:a5ff:feb5:ca3b/64 scope global dynamic
        valid_lft 86398sec preferred_lft 14398sec
    inet6 fe80::202:a5ff:feb5:ca3b/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
```


Traceroute z testovací webové stránky <http://www.sixxs.net/tools/traceroute/>:

IPv6 traceroute

IPv6 traceroute from bebru01.sixxs.net @ Easynet, AS4589 to ipv6.havliczech.eu :

Hop	Node	Loss%	Sent	Last	Avg	Best	Worst	StDev	ASN	Organisation
1.	2001:6f8:200:1003::1	0.0%	5	2.5	2.2	1.8	2.5	0.3		
2.	2001:6f8:1:2:87:86:71:164	0.0%	5	1.1	1.7	1.1	2.5	0.6		
3.	2001:6f8:1:2:87:86:71:164	80.0%	5	2.1	2.1	2.1	2.1	0.0		
4.	2001:6f8:1:0:87:86:77:49	0.0%	5	2.1	2.1	1.1	2.7	0.6		
5.	2001:6f8:1:0:87:86:77:21	0.0%	5	2.2	2.1	1.8	2.3	0.2		
6.	2001:6f8:1:0:87:86:77:53	0.0%	5	1.9	1.8	1.2	2.4	0.5		
7.	2001:6f8:1:0:87:86:77:29	0.0%	5	5.2	5.2	4.7	6.0	0.5		
8.	2001:6f8:1:0:87:82:50:232	0.0%	5	29.4	28.8	28.3	29.4	0.4		
9.	2001:838:5:9::2	0.0%	5	31.4	31.7	30.9	32.4	0.6		
10.	2001:838:5:8::2	0.0%	5	31.9	31.9	31.1	32.4	0.5		
11.	2001:838:2:1::30:87	0.0%	5	31.9	31.4	30.8	31.9	0.4		
12.	2002:d447:a20b::	0.0%	5	32.9	35.6	32.2	40.2	3.8		
13.	2002:d447:a20b:0:202:a5ff:fe	0.0%	5	35.2	33.7	31.6	35.2	1.4		

SixXS Main | About | Contact | News | Home | PoPs | Presentations | FAQ | Forum | Wiki | Misc/Tools

GRH | AICCU | TIC | AYIYA | Heartbeat | Whois | **Traceroute** | NTP | DNSCache | IPv6Calc | Time Check

IPv4 and IPv6 Distributed Traceroute

Source:

Destination:

[bookmarkable link]

IPv6 traceroute

IPv6 traceroute from bebru01.sixxs.net @ Easynet, AS4589 to ipv6.havliczech.eu :

Hop	Node	Loss%	Sent	Last	Avg	Best	Worst	StDev	ASN	Organisation
1.	2001:6f8:200:1003::1	0.0%	5	2.5	2.2	1.8	2.5	0.3		
2.	2001:6f8:1:2:87:86:71:164	0.0%	5	1.1	1.7	1.1	2.5	0.6		
3.	2001:6f8:1:2:87:86:71:164	80.0%	5	2.1	2.1	2.1	2.1	0.0		
4.	2001:6f8:1:0:87:86:77:49	0.0%	5	2.1	2.1	1.1	2.7	0.6		
5.	2001:6f8:1:0:87:86:77:21	0.0%	5	2.2	2.1	1.8	2.3	0.2		
6.	2001:6f8:1:0:87:86:77:53	0.0%	5	1.9	1.8	1.2	2.4	0.5		
7.	2001:6f8:1:0:87:86:77:29	0.0%	5	5.2	5.2	4.7	6.0	0.5		
8.	2001:6f8:1:0:87:82:50:232	0.0%	5	29.4	28.8	28.3	29.4	0.4		
9.	2001:838:5:9::2	0.0%	5	31.4	31.7	30.9	32.4	0.6		
10.	2001:838:5:8::2	0.0%	5	31.9	31.9	31.1	32.4	0.5		
11.	2001:838:2:1::30:87	0.0%	5	31.9	31.4	30.8	31.9	0.4		
12.	2002:d447:a20b::	0.0%	5	32.9	35.6	32.2	40.2	3.8		
13.	2002:d447:a20b:0:202:a5ff:fe	0.0%	5	35.2	33.7	31.6	35.2	1.4		

When the ASN of a prefix is blank then the prefix doesn't have an route6 entry in the registries.

Not logged in non-SSL IPv4 connection from 212.71.162.8

Výpis z programu *ifconfig* ze serverové stanice:

```
eth0  Link encap:Ethernet HWaddr 00:04:23:cf:0b:4e
      inet addr:212.71.162.11 Bcast:212.71.162.15 Mask:255.255.255.240
      inet6 addr: fe80::204:23ff:febf:b4e/64 Scope:Link
      UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
      RX packets:10151 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:5865 errors:1 dropped:0 overruns:0 carrier:1
      collisions:1217 txqueuelen:1000
      RX bytes:14006874 (14.0 MB) TX bytes:642362 (642.3 KB)

eth1  Link encap:Ethernet HWaddr 00:04:23:cf:0b:4f
      inet6 addr: fe80::204:23ff:febf:b4f/64 Scope:Link
      inet6 addr: 2002:d447:a20b::10/64 Scope:Global
      UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
      RX packets:5718 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:9527 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:1000
      RX bytes:525136 (525.1 KB) TX bytes:13679765 (13.6 MB)

lo    Link encap:Local Loopback
      inet addr:127.0.0.1 Mask:255.0.0.0
      inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
      UP LOOPBACK RUNNING MTU:16436 Metric:1
      RX packets:82 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:82 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:0
      RX bytes:10839 (10.8 KB) TX bytes:10839 (10.8 KB)

sit0  Link encap:IPv6-in-IPv4
      inet6 addr: ::212.71.162.11/96 Scope:Compat
      inet6 addr: ::127.0.0.1/96 Scope:Unknown
      inet6 addr: 2002:d447:a20b::/16 Scope:Global
      UP RUNNING NOARP MTU:1480 Metric:1
      RX packets:9520 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:5659 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:0
      RX bytes:13577696 (13.5 MB) TX bytes:433351 (433.3 KB)
```

Konfigurace síťových rozhraní serverové stanice („*/etc/network/interfaces*“):

```
auto lo
iface lo inet loopback
iface eth0 inet static
    address 212.71.162.11
    netmask 255.255.255.240
    gateway 212.71.162.1
iface eth1 inet6 static
    address 2002:d447:a20b::10
    netmask 64
```

Konfigurace radvd a rdns („*/etc/radvd.conf*“):

```
interface eth1 {
    AdvSendAdvert on;
    prefix 2002:d447:a20b::/64 {
        AdvOnLink on;
        AdvAutonomous on;
        AdvRouterAddr on;
    };
    RDNSS 2001:470:20::2 {
    };
};
```

Konfigurace DNS:

DNS havliczech.eu - Google Chrome
<https://admin.forpsi.com/domain/domains-dns.php?id=626879&new=1>

[<<<<<]

UPOZORNĚNÍ! Neodborným zásahem do DNS záznamů může dojít k znefunkčnění celé domény!

nastavit na stránku [-----] [zobraz]

nastavit na webservice FORPSI [-----]

Přidat nový záznam do DNS

[-----] .havliczech.eu [A] [-----]

	TTL	Typ	Hodnota	
-----	1800	A	-----	[Smazat]
-----	1800	A	-----	[Smazat]
-----	1800	A	-----	[Smazat]
-----	1800	A	-----	[Smazat]
-----	1800	A	-----	[Smazat]
-----	1800	MX	-----	[Smazat]
-----	1800	CNAME	-----	[Smazat]
ipv6.havliczech.eu	1800	AAAA	2002:d447:a20b:0:202:a5ff:feb5:ca3b	[Smazat]

DNS diteco.eu - Google Chrome
<https://admin.forpsi.com/domain/domains-dns.php?id=664103>

[<<<<<]

UPOZORNĚNÍ! Neodborným zásahem do DNS záznamů může dojít k znefunkčnění celé domény!

nastavit na stránku [-----] [zobraz]

nastavit na webservice FORPSI [-----]

Přidat nový záznam do DNS

[-----] .diteco.eu [A] [-----]

	TTL	Typ	Hodnota	
-----	1800	A	-----	[Smazat]
-----	1800	MX	-----	[Smazat]
-----	1800	MX	-----	[Smazat]
-----	1800	CNAME	-----	[Smazat]
moderniserver.diteco.eu	1800	AAAA	2002:d447:a20b::0	[Smazat]

Ping na vlastní doménové jméno „ipv6.havliczech.eu“:

```

PING ipv6.havliczech.eu(pc-Evo-N600c) 56 data bytes
64 bytes from pc-Evo-N600c: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.070 ms
64 bytes from pc-Evo-N600c: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.084 ms
64 bytes from pc-Evo-N600c: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.086 ms
64 bytes from pc-Evo-N600c: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.090 ms
64 bytes from pc-Evo-N600c: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.092 ms
64 bytes from pc-Evo-N600c: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.095 ms
64 bytes from pc-Evo-N600c: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.092 ms
64 bytes from pc-Evo-N600c: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.090 ms
64 bytes from pc-Evo-N600c: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.091 ms
64 bytes from pc-Evo-N600c: icmp_seq=10 ttl=64 time=0.090 ms

--- ipv6.havliczech.eu ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 8997ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.070/0.088/0.095/0.006 ms

```

Traceroute IPv6 z PC1 na „ipv6.google.com“ se spuštěným TCPdump:

