



Směřované a přepínané sítě

Semestrální práce Průzkum možností protokolu OSPFv3

Obsah :

1.ÚVOD	1
2.PRŮZKUM OSPFV3	2
2.1 PLATFORMA LINUX.....	2
2.1.1 Softwarové požadavky.....	2
2.1.2 Spuštění IPv6.....	2
2.1.3 Nastavení démonu quagga	2
2.1.4 Nastavení rozhraní v démonu zebra	2
2.1.5 Konfigurace IPv4 směrování – démon ospfd.....	3
2.1.6 Konfigurace IPv6 směrování – démon ospf6d.....	3
2.2 PLATFORMA CISCO	4
2.2.1 Softwarové požadavky.....	4
2.2.2 Spuštění IPv6.....	4
2.2.3 Konfigurace IPv4 směrování.....	4
2.2.4 Konfigurace IPv6 směrování.....	4
2.3 SCHÉMA TESTOVANÉHO ZAPOJENÍ	6
2.4 POUŽITÉ PRVKY	7
2.5 POPIS ZAPOJENÍ.....	7
2.6 VÝPIS SMĚROVACÍ TABULKY	8
2.7 TESTOVÁNÍ FUNKČNOSTI	9
3.ZÁVĚR.....	11
REFERENCE.....	12
PŘÍLOHY	13

1. Úvod

Při stavbě rozsáhlých počítačových sítí se jistě nevyhneme problému jak nakonfigurovat směrování v celé síti a také směrování ven z naší sítě do internetu. V tomto by nám měl hodně pomoci směrovací protokol OSPFv3, který stejně jako všechny jeho dřívější verze patří do rodiny směrovacích protokolů link-state. OSPFv3 je nejnovější implementace protokolu OSPF, který podporuje IPv6. Je celkem jasné, že přechod z IPv4 na IPv6 není technicky ani organizačně uskutečnitelný ze dne na den. Předpokládá se, že se IPv6 bude v Internetu zavádět postupně. Jak stanice, tak i směrovače, budou ještě dlouhou dobu schopny pracovat současně s původním IPv4 i nově zaváděným IPv6 protokolem. Pro postupný přechod z IPv4 na IPv6 byly navrženy tyto nejčastěji používané mechanismy:

- a) *Dvojí protokolový zásobník* – zařízení má implementováno paralelně podporu jak IPv4, tak IPv6 a umožňuje komunikovat oběma těmito protokoly
- b) *Tunelování* – tunelování paketů IPv6 v paketech IPv4 přes části sítě, které IPv6 dosud nepodporují.

Cílem tohoto projektu je průzkum možností protokolu OSPFv3 na platformách Linux/Cisco/Windows se zaměřením na kompatibilitu mezi těmito platformami. Z důvodu ověření funkčnosti obou protokolů (IPv4 a IPv6) souběžně, je provedeno směrování IPv6 a paralelně s ním také IPv4.

2. Průzkum OSPFv3

2.1 Platforma LINUX

2.1.1 Softwarové požadavky

- pro provozování protokolu IPv6 na Linuxu je potřeba jádro minimálně 2.4.X¹
- pro používání směrovacích protokolů je potřeba nainstalovat příslušný software (zebra², popřípadě quagga³)

2.1.2 Spuštění IPv6

- jádro linuxu musí být zkompilevané s podporou pro IPv6 (lze zjistit pomocí příkazu : `# test -f /proc/net/if_inet6 && echo „Running Kernel is IPv6 ready“`)
- pokud je podpora IPv6 zkompilevána jako modul, je nutné ji zavést do systému příkazem `# modprobe ipv6`, nebo přidáním záznamu „*alias net-pf-10 ipv6*“ do souboru `modules.conf` (slouží pro automatické zavádění modulů při startu systému).

2.1.3 Nastavení démonu quagga

- v adresáři `/etc/quagga` v souboru `daemons` je nutné povolit demony, které budou spouštěny (*zebra, ospfd, ospf6d*)
- v démonech *zebra, ospfd, ospf6d* je nutno před prvním spuštěním odkomentovat (popřípadě dopsat) řádky : *password [passwd], enable password [passwd]* (nutné pro přihlášení do konfiguračního rozhraní jednotlivých démonů)
- je vhodné vytvořit v adresáři `/var/log/quagga` (pokud ještě neexistují) soubory *zebra.log, ospfd.log, ospf6d.log* a nastavit jim práva pro zápis (zde se ukládají log soubory k daným démonům)
- nutno provést spuštění démonu quagga : `# /etc/init.d/quagga start` (všechny demony se spustí s naposled uloženými konfiguracemi)
- pomocí programu `telnet` je možno připojit se na konfigurační rozhraní jednotlivých démonů a pracovat s nimi podobně jako na platformách CISCO

2.1.4 Nastavení rozhraní v démonu zebra

- `# telnet localhost zebra` (přihlášení do démonu zebra)
- `Router> enable` (přepnutí do privilegovaného režimu)
- `Router# configure terminal` (přepnutí do konfiguračního režimu routeru)
- `Router(config)# interface [interface]` (režim konfigurace rozhraní, např. `eth0`)
- `Router(config-if)# ip address [ipaddr/prefix]` (nastaví na rozhraní IPv4 adresu)
- `Router(config-if)# no shutdown` (rozhraní se stane aktivní)
- `Router(config-if)# ipv6 address [ipv6addr/prefix]` (nastaví na rozhraní IPv6 adresu)

¹ www.linux-ipv6.org

² www.zebra.org

³ www.quagga.net

- postupně se provede pro každé rozhraní směrovače, k němuž jsou připojeny další směrovače nebo koncové sítě

2.1.5 Konfigurace IPv4 směrování – démon ospfd

- `# telnet localhost ospfd` (přihlášení do démonu ospfd)
- `Router> enable` (přepnutí do privilegovaného režimu)
- `Router# configure terminal` (přepnutí do konfiguračního režimu routeru)
- `ospfd(config)# router ospf` (režim konfigurace routeru)
- `ospfd(config-router)# network [network/prefix] area [numer of area]` (definuje síť, které mají být směrovacím procesem OSPF propagovány, je nutné zadat všechny sítě, ke kterým je daný směrovač připojen)
- `ospfd(config-router)# redistribute connected` (redistribuce přímo připojených sítí)
- `ospfd# sh ip ospf route` (v privilegovaném režimu lze vypsát směrovací tabulku IPv4)

POZOR!!!! Dříve, než bude LINUX použit jako směrovač, musí se povolit přeposílání paketů, které nejsou pro tento směrovač určeny (tedy pakety, které na své cestě k cíli musí tímto směrovačem projít). To lze provést příkazem : `# echo "1">/proc/sys/net/ipv4/config/all/forwarding` (jinými slovy, je třeba zapsat do tohoto souboru jedničku, což znamená, že směrování paketů IPv4 bude povoleno). Pokud by přeposílání paketů nebylo povoleno, OSPF proces bez potíží směrovací tabulky naplní, ale žádný paket pak přes tento směrovač neprojde.

2.1.6 Konfigurace IPv6 směrování – démon ospf6d

Směrovače a také pracovní stanice jsou schopny pracovat jak v režimu protokolu IPv4, tak v režimu protokolu IPv6. Lze provádět směrování IPv4 paralelně se směrováním IPv6. Na platformě LINUX to bude prováděno tím způsobem, že pro distribuci směrovacích informací budou spuštěny dva různé démony. Pro distribuci IPv4 směrovacích informací to bude démon *ospfd* a pro IPv6 démon *ospf6d*. Samotné směrování se potom provádí na úrovni jádra operačního systému LINUX

- `# telnet ip6-localhost ospf6d` (přihlášení do démonu ospf6d)
- `Router> enable` (přepnutí do privilegovaného režimu)
- `Router# configure terminal` (přepnutí do konfiguračního režimu routeru)
- `ospf6d(config)# router ospf6` (režim konfigurace routeru)
- `ospf6d(config-router)# router-id [router_id]` (nastavení id routeru – jedinečná identifikace routeru⁴.)
- `ospf6d(config-router)# interface [interface] area [numer of area]` (tímto bude OSPF proces propagovat síť připojené na toto rozhraní, postupně se provede pro každé rozhraní směrovače, k němuž jsou připojeny další směrovače nebo koncové sítě)
- `ospf6d# sh ipv6 ospf6 route` (v privilegovaném režimu lze vypsát směrovací tabulku IPv6)

POZOR!!! Podobně jako u IPv4 směrování také u IPv6 směrování se musí povolit přeposílání paketů : `# echo "1">/proc/sys/net/ipv6/config/all/forwarding`

⁴ Příkaz router-id je nutné provést, pokud na žádném rozhraní routeru není nastavena IPv4 adresa. V opačném případě je router-id vybrán na základě nejvyšší IP adresy libovolného rozhraní routeru.

2.2 Platforma CISCO

2.2.1 Softwarové požadavky

- CISCO IOS s podporou OSPFv3⁵

2.2.2 Spuštění IPv6

- routery CISCO již od IOSu verze 12.2T podporují implicitně protokol IPv6

2.2.3 Konfigurace IPv4 směrování

- připojit se k CISCO routeru (spustit např. program minicom, kterým je možno router nakonfigurovat)
- `Router> enable` (přepnutí do privilegovaného režimu)
- `Router# configure terminal` (přepnutí do konfiguračního režimu routeru)
- `Router(config)# interface [interface]` (režim konfigurace rozhraní, např. FE 0/0)
- `Router(config-if)# ip address [ipaddr] [netmask]` (nastaví na rozhraní IPv4 adresu)
- `Router(config-if)# no shutdown` (rozhraní se stane aktivním)
- `Router(config)# router ospf 2` (spustí instanci ospf procesu pro IPv4 směrování, instance 1 použita pro IPv6 směrování)
- `Router(config-router)# network [network] [wildcard mask] area [number of area]` (definuje síť, které mají být směrovacím procesem OSPF propagovány, je nutné zadat všechny sítě, ke kterým je daný směrovač připojen)
- `Router(config-router)# redistribute connected` (redistribuce přímo připojených sítí)
- `Router# sh ip route` (v privilegovaném režimu lze vypsát směrovací tabulku IPv4)

2.2.4 Konfigurace IPv6 směrování

Také u CISCO směrovačů lze provádět IPv4 směrování paralelně se směrováním IPv6. V technologii CISCO směrovačů se toho docílí tak, že se vytvoří dvě instance směrovacího procesu OSPFv3. První instance (v tomto případě instance 1) bude určena pro směrování IPv6 a druhá instance (instance 2) bude určena pro směrování IPv4.

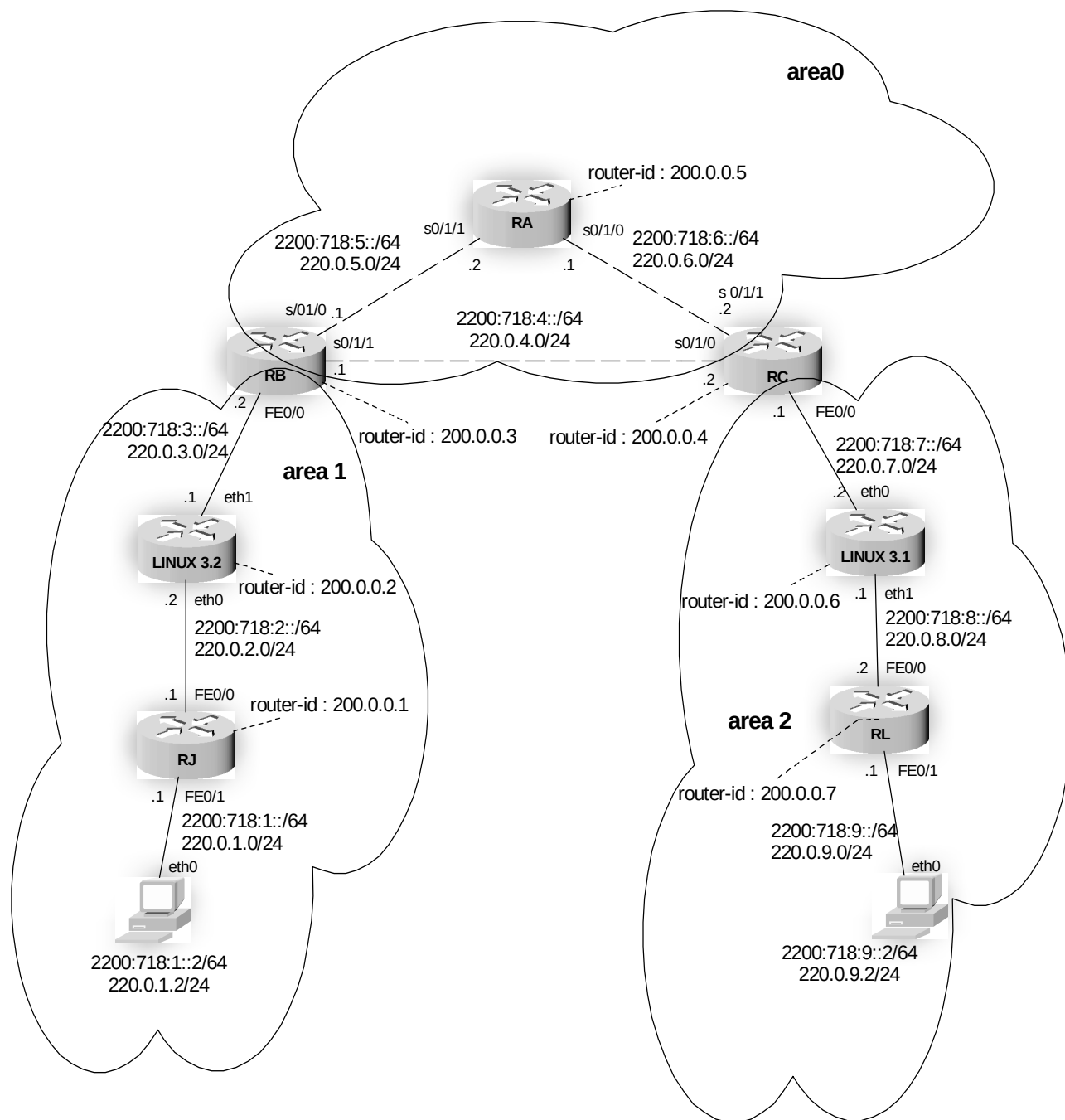
- připojit se k CISCO routeru (spustit např. program minicom, kterým je možno router nakonfigurovat)
- `Router> enable` (přepnutí do privilegovaného režimu)
- `Router# configure terminal` (přepnutí do konfiguračního režimu routeru)
- `Router(config)# ipv6 unicast-routing` (povolení směrování IPv6 protokolem)
- `Router(config)# ipv6 router ospf 1` (spustí instanci ospf procesu pro IPV6 směrování)
- `Router(config-router)# router-id [router_id]` (nastavení id routeru – jedinečná identifikace routeru⁶)
- `Router(config)# interface [interface]` (režim konfigurace rozhraní, např. FE 0/0)
- `Router(config-if)# ipv6 address [ipv6addr/prefix]` (nastaví na rozhraní IPv6 adresu)

⁵ www.cisco.com

⁶ Příkaz router-id je nutné provést, pokud na žádném rozhraní routeru není nastavena IPv4 adresa. V opačném případě je router-id vybrán na základě nejvyšší IP adresy libovolného rozhraní routeru.

- `Router(config-if)# ipv6 ospf 1 area [number of area]` (tímto bude OSPF proces propagovat sítě připojené na toto rozhraní, postupně se provede pro každé rozhraní směrovače, k němuž jsou připojeny další směrovače nebo koncové sítě)
- `Router# sh ipv6 route` (v privilegovaném režimu lze vypsát směrovací tabulku IPv6)

2.3 Schéma testovaného zapojení



Obrázek 1 – Schéma testovaného zapojení

2.4 Použité prvky

- **LINUX 3.1** – OS LINUX s jádrem 2.6.4 + démon quagga 0.99
- **LINUX 3.2** – OS LINUX s jádrem 2.6.4 + démon quagga 0.99
- **RA** – CISCO 2800 SERIES – IOS v. 12.3(14)T7
- **RB** – CISCO 2800 SERIES – IOS v. 12.3(14)T7
- **RC** – CISCO 2800 SERIES – IOS v. 12.4(8)
- **RJ** – CISCO 2800 SERIES – IOS v. 12.4(13)T5
- **RL** – CISCO 1841 SERIES – IOS v. 12.3(8r)T8
- **PC** – OS LINUX s jádrem 2.6.4

2.5 Popis zapojení

Toto zapojení (obrázek 1) bylo zvoleno k otestování kompatibility mezi směrovači CISCO a LINUX. Z důvodu přehlednosti je pro každý segment použita adresa s prefixem /64 pro IPv6 směrování a /24 pro IPv4 směrování. Samozřejmě, že tomu tak být nemusí, také protokol OPSFv3 podporuje VLSM (adresování s proměnnou délkou masky sítě). Celá struktura je rozdělena do tří oblastí. Oblast 0, která se skládá ze směrovačů RA, RB, RC, se také nazývá páteřní oblast. K této oblasti jsou připojeny další dvě oblasti, a to Oblast 1 a Oblast 2. Protokol OSPF, na rozdíl od protokolu RIP, umožňuje celou strukturu rozdělit do více směrovacích oblastí. To sebou nese značné výhody.

Každý router má k dispozici úplnou databázi stavů linek v dané oblasti. Znalost topologie dané oblasti zůstává skrytá ostatním oblastem, to umožňuje provádět změny topologie v každé oblasti nezávisle na ostatních. Právě jedna oblast tvoří tzv. OSPF páteř (backbone, AREA 0), k níž musí být (logicky) připojeny všechny ostatní oblasti. Každá oblast používá algoritmus pro výpočet nejkratších cest (Dijkstrův algoritmus), a proto má svou topologickou databázi, která je u všech směrovačů v oblasti totožná. Hraniční směrovače oblastí (RB, RC) mají tolik databází, kolik oblastí propojují. Hierarchická struktura intersítě z hlediska OSPF znamená, že směrování probíhá ve dvou stupních: uvnitř oblasti a mezi oblastmi.

Na tomto zapojení je provedeno směrování IPv4 a paralelně s ním také směrování IPv6. Na platformě LINUX se toho docílí tak, že pro distribuci IPv4 směrovacích informací bude spuštěn démon *ospfd* a pro IPv6 démon *ospf6d*. Samotné směrování se potom provádí na úrovni jádra operačního systému LINUX. Na platformě CISCO je možnost spustit více instancí směrovacího procesu OSPF. Jedna instance bude určena pro směrování IPV4 a druhá instance bude určena pro směrování IPV6.

2.6 Výpis směrovací tabulky

Zde je pro názornost vypsána směrovací tabulka směrovače RJ. V příloze (h) jsou vypsány směrovací tabulky pro směrovače RJ a RL.

➤ směrovací tabulka pro IPv4

RJ#sh ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route

o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

```
C 220.0.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
O 220.0.3.0/24 [110/11] via 220.0.2.2, 01:05:00, FastEthernet0/0
C 220.0.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
O IA 220.0.5.0/24 [110/792] via 220.0.2.2, 01:05:00, FastEthernet0/0
O IA 220.0.4.0/24 [110/792] via 220.0.2.2, 01:05:00, FastEthernet0/0
O IA 220.0.7.0/24 [110/793] via 220.0.2.2, 01:05:00, FastEthernet0/0
O IA 220.0.6.0/24 [110/1573] via 220.0.2.2, 01:05:00, FastEthernet0/0
O IA 220.0.9.0/24 [110/804] via 220.0.2.2, 01:05:00, FastEthernet0/0
O IA 220.0.8.0/24 [110/803] via 220.0.2.2, 01:05:00, FastEthernet0/0
```

➤ směrovací tabulka pro IPv6

RJ#sh ipv6 route

IPv6 Routing Table - 15 entries

Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP

U - Per-user Static route

I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary

O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2

ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2

```
O 2001:718:1001:202::/64 [110/1]
  via ::, FastEthernet0/0
OI 2001:2222:2222::/120 [110/784]
  via FE80::216:76FF:FE69:1FA, FastEthernet0/0
C 2200:718:1::/64 [0/0]
  via ::, FastEthernet0/1
L 2200:718:1::1/128 [0/0]
  via ::, FastEthernet0/1
C 2200:718:2::/64 [0/0]
  via ::, FastEthernet0/0
L 2200:718:2::1/128 [0/0]
  via ::, FastEthernet0/0
O 2200:718:3::/64 [110/2]
  via FE80::216:76FF:FE69:1FA, FastEthernet0/0
OI 2200:718:4::/64 [110/783]
  via FE80::216:76FF:FE69:1FA, FastEthernet0/0
```

```
OI 2200:718:5::/64 [110/783]
  via FE80::216:76FF:FE69:1FA, FastEthernet0/0
OI 2200:718:6::/64 [110/1564]
  via FE80::216:76FF:FE69:1FA, FastEthernet0/0
OI 2200:718:7::/64 [110/784]
  via FE80::216:76FF:FE69:1FA, FastEthernet0/0
OI 2200:718:8::/64 [110/785]
  via FE80::216:76FF:FE69:1FA, FastEthernet0/0
OI 2200:718:9::/64 [110/786]
  via FE80::216:76FF:FE69:1FA, FastEthernet0/0
L FE80::/10 [0/0]
  via ::, Null0
L FF00::/8 [0/0]
  via ::, Null0
```

Adresa FE80::216:76FF:FE69:1FA je lokální linková adresa protějščího směrovače, která se na každém rozhraní směrovače automaticky nastaví podle její MAC adresy. Dosah této adresy je omezen pouze na fyzickou síť. Žádný směrovač nesmí takto adresovaný datagram předat do jiné (pod)sítě. Lokální linkové adresy se používají v řadě mechanismů, jako je třeba automatická konfigurace, zjišťování sousedů a také se používá, jak je vidět v tomto případě, jako nexthop.

2.7 Testování funkčnosti

Směrovací tabulky byly procesem OSPF bez problému naplněny. K otestování funkčnosti byl použit příkaz ping (pro IPv4 směrování) a ping6 (pro IPv6 směrování) mezi krajními stanicemi. V příloze (i) je také výpis po provedení příkazů ping, ping6, traceroute a traceroute6 na krajních stanicích.

➤ ping ze stanice 220.0.1.2 na stanici 220.0.9.2

```
ws:/home/cnap# ping 220.0.9.2
PING 220.0.9.2 (220.0.9.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 220.0.9.2: icmp_seq=1 ttl=58 time=36.9 ms
64 bytes from 220.0.9.2: icmp_seq=2 ttl=58 time=13.8 ms
64 bytes from 220.0.9.2: icmp_seq=3 ttl=58 time=13.5 ms
64 bytes from 220.0.9.2: icmp_seq=4 ttl=58 time=14.0 ms
64 bytes from 220.0.9.2: icmp_seq=5 ttl=58 time=14.1 ms
64 bytes from 220.0.9.2: icmp_seq=6 ttl=58 time=13.9 ms

--- 220.0.9.2 ping statistics ---
6 packets transmitted, 6 received, 0% packet loss, time 5017ms
rtt min/avg/max/mdev = 13.540/17.744/36.949/8.591 ms
```

➤ ping6 ze stanice 2200:718:1::2 na stanici 2200:718:9:2

```
ws:/home/cnap# ping6 2200:718:9::2
PING 2200:718:9::2(2200:718:9::2) 56 data bytes
64 bytes from 2200:718:9::2: icmp_seq=1 ttl=58 time=18.2 ms
```

64 bytes from 2200:718:9::2: icmp_seq=2 ttl=58 time=18.0 ms
64 bytes from 2200:718:9::2: icmp_seq=3 ttl=58 time=18.4 ms
64 bytes from 2200:718:9::2: icmp_seq=4 ttl=58 time=18.2 ms
64 bytes from 2200:718:9::2: icmp_seq=5 ttl=58 time=18.4 ms
64 bytes from 2200:718:9::2: icmp_seq=6 ttl=58 time=18.2 ms

--- 2200:718:9::2 ping statistics ---

6 packets transmitted, 6 received, 0% packet loss, time 4998ms
rtt min/avg/max/mdev = 18.043/18.294/18.478/0.147 ms

3. Závěr

Tento projekt se zabýval převážně kompatibilitou mezi směrovači CISCO a platformou LINUX. Z důvodu ověření funkčnosti obou protokolů (IPv4 a IPv6) souběžně, bylo provedeno směrování IPv6 a paralelně s ním také IPv4. Závěrem lze tvrdit, že směrovače CISCO a LINUX jsou kompatibilní. Jako hraniční router (ABR – Area Border Router) však musí být použit směrovač CISCO, jelikož implementace quagga 0.99 ještě nepodporuje rozdělení do několika oblastí při směrování IPv6. Tato podpora bude přidána až v některé z příštích verzí.

Na platformě Windows se nenaskytla možnost vyzkoušet podporu protokolu OSFv3. Podle všeho, protokol OSPF a směrování IPv6 je podporováno systémem WINDOWS 2003 SERVER, ale do jaké míry, to se nepodařilo prokázat. V novějších systémech, jako je například WINDOWS SERVER LONGHORN nebo WINDOWS VISTA, byla podpora pro směrování protokolem OSPF odstraněna.

Reference

- a) *OSPFv3 na platformě CISCO*
<http://www.cisco.com>
- b) *Dokumentace k démonu quagga 0.99*
<http://www.quagga.net>
- c) *Podpora OSPFv3 na platformě Windows*
<http://www.microsoft.com>

Přílohy

- a) *konfigurace směrovače RA*
- b) *konfigurace směrovače RB*
- c) *konfigurace směrovače RC*
- d) *konfigurace směrovače RJ*
- e) *konfigurace směrovače RL*
- f) *konfigurace démonů na LINUX 3.1*
- g) *konfigurace démonů na LINUX 3.2*
- h) *výpis směrovacích tabulek RJ a RL*
- i) *výpis po provedení příkazů ping, ping6, traceroute, traceroute6*