

IPv4 a IPv6 konfigurace sítě

ISA - Laboratorní cvičení č.2

Vysoké učení technické v Brně

https://github.com/nesfit/ISA/tree/master/ip_konfigurace

Cíle cvičení

- Seznámit se s manuální a dynamickou konfigurací IPv4 a IPv6 na OS Linux

Pokyny

- Do zadání nepište, slouží pro další skupiny. Zadání a použité konfigurační soubory si lze stáhnout v IS u předmětu ISA.
- Pro práci v laboratoři budeme používat OS Linux, při bootu volba F3.
- Uživatelé a hesla pro přihlášení: `user` - `user4lab`.

1 Zadání

Přihlaste se jako uživatel `user`. Veškeré potřebné příkazy následně spouštějte jako `root`.

1.1 Příprava laboratoře

Před samotnou konfigurací je potřeba přepojit počítače kabelem přes patch panel pro kabely DXX (XX je číslo vašeho počítače) vpředu laboratoře. Na PC budete pracovat s rozhraním **eth1**.

Jako první krok je potřeba vypnout službu `NetworkManager.service`. Ta se stará o správu síťových konfiguračních profilů na vyšší úrovni a pokoušel by se měnit naši konfiguraci. Informace o správě systémových služeb najdete v sekci 1 Teorie.

1.2 Manuální konfigurace IPv4

Teorie *IPv4 adresování* je popsána v sekci 2 Teorie. Možnosti manuální konfigurace IP adres jsou v sekci 3.4 Teorie.

1. Zvolte nejdelší možnou masku sítě 192.168.0.0 tak, aby síť obsahovala prostor pro 100 koncových stanic.
2. Z takto vytvořené sítě si vyberte 2 vhodné adresy, které nakonfigurujete na 2 počítače ve Vaší síti.
3. Správnou konfiguraci si ověřte příkazem `ping`.

1.3 Dynamická konfigurace IPv4

Vaší úlohou bude na jednom počítači nakonfigurovat DHCP server, na druhém počítači spustíte DHCP klienta, který si od nakonfigurovaného serveru požádá o přidělení vhodné IPv4 adresy. Teorie konfigurace ISC DHCP serveru a použití DHCP klienta je popsána v sekci 3.5 Teorie.

1. Počítač, na kterém běží server musí být nakonfigurovaný manuálně tak, že na síťovém rozhraní má IP adresu ze správné sítě. Zároveň tato adresa nesmí být v rozsahu adres, které poskytuje služba DHCP.
2. Nakonfigurujte DHCP server tak aby poskytoval IPv4 adresy pro stejnou síť jakou jste si zvolili pro manuální konfiguraci.
3. Nakonfigurujte DHCP server tak aby šířil informaci o DNS serveru na adrese **10.10.10.1**.
4. Spusťte službu ISC DHCP serveru.
5. Na druhém počítači smažte manuální IP konfiguraci a spusťte DHCP klientskou aplikaci.
6. Správnou konfiguraci si ověřte příkazem **ping**.
7. Správnou konfiguraci DNS serveru ověřte v konfiguračním souboru (**resolv.conf**).

1.4 Manuální konfigurace IPv6

Teorie *IPv6 adresování* je popsána v sekci 3 Teorie. Možnosti manuální konfigurace IP adres jsou stejné jako pro IPv4.

1. Zvolte si adresu sítě vhodnou pro použití v privátních lokálních sítích, s prefixem délky 64 bitů. Prvních 48 bitů zvolte podle popisu v sekci 3.3 Teorie, pro vygenerování unikátního Global ID můžete použít web <https://cd34.com/rfc4193/>, zbývajících 16 bitů (Subnet ID) si můžete zvolit libovolně.
2. Pro zajímavost si můžete unikátnost vygenerovaného Global ID zkontrolovat na <https://www.sixxs.net/tools/grh/ula/list>.
3. Z takto vytvořené sítě si vyberte 2 vhodné adresy, které nakonfigurujte na 2 počítače ve Vaší síti.
4. Správnou konfiguraci si ověřte příkazem **ping6**.

1.5 Dynamická konfigurace IPv6

Stejně jako u dynamické IPv4 konfigurace bude každý počítač ve dvojici plnit jinou roli. Jeden počítač bude v roli směrovače vysílat Router Advertisement zprávy informující o konfiguraci sítě. Druhý počítač bude v roli klientského zařízení, které si po připojení do sítě na základě RA zprávy nakonfiguruje správnou IPv6 adresu.

Dynamická IPv6 konfigurace je popsána v sekci 3.6 Teorie.

1. Na obou počítačích si ponechte IP adresy nakonfigurované během předcházejících úkolů.
2. Na jednom z počítačů nakonfigurujte službu **radvd.service** tak aby ve Vaší síti (rozhraní eth1) šířila informace o prefixu sítě, který jste si vygenerovali pro manuální konfiguraci.

3. Na stejném počítači povolte směrování IPv6 provozu pomocí příkazu
`sysctl net.ipv6.conf.all.forwarding=1`
Tím Váš počítač začne plnit roli směrovače pro IPv6 provoz a bude moci šířit RA zprávy.
4. Spusťte službu `radvd.service`
5. Potvrďte správnost nově nakonfigurovaných adres (příkaz `ip address`) a funkčnost sítě pomocí `ping6`.
6. Pro zajímavost se můžete podívat na obsah RA zpráv pomocí aplikace `radvdump`, nebo `wireshark` (filter `icmpv6.type == 134`).

1.6 Ukončení práce v laboratoři

Jakmile máte veškerou práci hotovou, ohlaste se u vyučujícího, který Vám konfiguraci zkontroluje. Pak můžete spustit skript `/root/isa2/clean` (jako `root`).

Teorie

1 Správa systémových služeb

OS Linux poskytuje řadu různých aplikací plnících roli systémových služeb, tyto mohou poskytovat užitečné funkce jiným aplikacím, uživatelům nebo spravovat konfiguraci subsystémů. Systémové služby typicky běží autonomně, na pozadí systému bez přímého rozhraní pro uživatele. Naopak systém poskytuje speciální rozhraní pro jejich manipulaci. Pro Linuxové distribuce se **systemd** máme dostupnou aplikaci **systemctl**, která poskytuje několik základních příkazů pro manipulaci systémových služeb:

- **systemctl start [služba]** spustí službu
- **systemctl stop [služba]** zastaví službu
- **systemctl restart [služba]** restartuje službu
- **systemctl enable [služba]** povolí automatické spuštění služby po startu systému
- **systemctl disable [služba]** zakáže automatické spuštění služby po startu systému
- **systemctl status [služba]** vypíše informace aktuálního stavu služby a několik posledních řádků systémových logů této služby. Tento příkaz můžete použít i bez specifikace služby, dostanete tak informace o všech aktuálně spuštěných službách.

Jméno služby má typicky tvar **<aplikace>.service**, například **sshd.service**.

Pro zobrazení kompletních logů konkrétní systémové služby můžete použít příkaz **journalctl -u [služba]**.

Detailní popis včetně možných voleb a příkladů použití můžete nalézt v manuálových stránkách.

2 Adresy v IPv4 síti

2.1 Formát adresy

IPv4 adresa je délky 32 bitů a preferovaný zápis má formát **X.X.X.X**, kde **X** je decimální zápis 8 bitového čísla. Příklad:

8.8.8.8
127.0.0.1

Adresa dvě části:

- adresa sítě (**prefix**) a
- adresa uzlu.

Délka prefixu se zapisuje v desítkovém tvaru za lomítko. **192.168.0.1/24**

V síti s daným prefixem existují 2 speciální adresy, které nelze použít pro adresování jednotlivých uzlů:

- adresa sítě - adresa uzlu je nulová, např. **192.168.0.0/24**
- broadcastová adresa - nejvyšší možná adresa uzlu pro daný prefix, např. **192.168.0.255/24**

3 Adresy v IPv6 síti

3.1 Formát adresy

IPv6 adresa je délky 128 bitů a zapsaných ve formátu $X:X:X:X:X:X:X:X$, kde X je hexadecimální zápis 16 bitového čísla. Příklad:

FEDC:BA98:7654:3210:fedc:ba98:7654:3210
1080:0000:0000:0008:0800:200C:417a

Preferovaný formát je dále upraven v RFC 5952¹, které definuje následující pravidla:

- Nuly na začátku každého 16 bitového čísla je potřeba vynechat (např. 80 namísto 0080 a 0 namísto 0000).
- Více nulových bloků lze nejvýše jednou nahradit znakem $::$, a MUSÍ být nahrazena nejdelší možná posloupnost takových nulových bloků. V případě více shodně dlouhých posloupností, nahrazuje se ta nejvíce vlevo.
- Znak $::$ nesmí nahrazovat samostatný nulový blok.
- Znaky "a", "b", "c", "d", "e", "f" hexadecimální soustavy se vždy píšou malými písmeny.

Adresy z předchozího příkladu tedy budou vypadat následovně:

fedc:ba98:7654:3210:fedc:ba98:7654:3210
1080::8:800:200c:417a

Stejně jako v IPv4 má adresa dvě části: *adresa sítě* (**prefix**) a *adresa uzlu*. Délka prefixu se zapisuje v desítkovém tvaru za lomítko (např. 1080::/60).

3.2 Rozdělení adres

IPv6 adresy je možno rozdělit podle rozsahu. Typicky může jít o tři možnosti – adresy na lince (neprojdou za router), lokální adresy (ULA, nejsou routovatelné ve veřejné síti) a veřejné adresy.

Význam	Prefix (bitově)	Prefix
Veřejné	001	2000::/3
Lokální	1111 110	FC00::/7
Linkové	1111 1110 10	FE80::/10
Multicast	1111 1111	FF00::/8

3.3 Lokální IPv6 (ULA) adresy

Síťová část ULA adresy se stává ze 4 částí:

Prefix fc00::/7

L bit 1 pokud byl prefix přiřazen lokálně, 0 zatím nebyla definována, začátek adresy je proto typicky fd00::/8

¹<https://tools.ietf.org/html/rfc5952>

Global ID identifikátor sítě, měl by být unikátní, standard popisuje pseudonáhodný algoritmus pro generování. Unikátnost je požadována, aby při spojení více lokálních sítí nebylo třeba žádnou přecíslovat.

Interface ID Identifikátor rozhraní, existuje několik variant jak jej získat. Původní standard (RFC 3513² a RFC 4291³) doporučoval použití EUI-64. V současnosti byla tato metoda nahrazena RFC 7217⁴. Pro ochranu soukromí jsou další specifika automatické generace identifikátorů definovány v RFC 4941⁵.

7 bits	1	40 bits	16 bits	64 bits
1111 110	L	Global ID	Subnet ID	Interface ID

Lokální síť je tedy složená ze tří částí:

- unikátní prefix délky 48 bitů,
- 16 bitový identifikátor podsítě,
- adresa uzlu o délce 64 bitů.

3.4 Manuální konfigurace IP Adres

Pro dočasnou konfiguraci IP adres na OS Linux slouží příkaz `ip`. Pro dnešní cvičení budeme potřebovat následující příkazy:

- `ip link set [rozhraní] up/down` pro zapnutí/vypnutí rozhraní
- `ip addr add/del [IP adresa]/[prefix] dev [rozhraní]` pro přidání/odstranění adresy z rozhraní
- `ip addr flush dev [rozhraní]` pro odstranění všech adres z rozhraní
- `ip route add default via [IP adresa]` pro nastavení výchozí brány
- `ip link, ip addr, ip route` zobrazí aktuální konfiguraci

3.5 Dynamická konfigurace IPv4 - DHCP

Pro dynamickou konfiguraci IP adres je potřeba aby byl na síti přístupný nakonfigurovaný DHCP server a klienti, kteří si o IP adresu požádají. Kromě přiřazení IP adres má DHCP server na starosti i šíření jiných informací důležitých pro bezproblémovou funkčnost sítě. Jednou takovou informací je IP adresa doporučeného DNS serveru pro klienty na síti.

Na Vašich počítačích máte nainstalovanou serverovou aplikaci ISC DHCP, která poskytuje služby DHCP serveru. Aplikace se konfiguruje pomocí souboru `/etc/dhcp/dhcpd.conf`. Systémová služba se jmenuje `isc-dhcp-server.service`.

Příklad obsahu konfiguračního souboru:

²<https://tools.ietf.org/html/rfc3513>

³<https://tools.ietf.org/html/rfc4291>

⁴<https://tools.ietf.org/html/rfc7217>

⁵<https://tools.ietf.org/html/rfc4941>

```
option domain-name-servers [IP adresy DNS serverů];
subnet [IP adresa sítě] netmask [maska] {
    range [první přiřaditelná IP adresa] [poslední přiřaditelná IP adresa];
}
```

Dodatečné informace o konfiguračních možnostech najdete v manuálových stránkách `man dhcpcd.conf` případně `man dhcpcd`.

DHCP klient je implementován v aplikaci `dhclient`. Může být spuštěn bez parametrů pro všechna aktivní síťová rozhraní nebo lépe s jménem konkrétního síťového rozhraní, které má být konfigurováno:

```
dhclient -v [rozhraní]
```

Argument `-v` zajistí, že aplikace vypíše detailní informace. Chybu týkající se `smbd.service` někdy zobrazovanou v laboratoři můžete ignorovat.

3.6 Dynamická konfigurace IPv6

Dynamická konfigurace IPv6 se dělí na **bezstavovou** a **stavovou** konfiguraci. Na cvičeních se budeme zabývat jen bezstavovou. Bezstavová konfigurace byla navržena tak, aby stačilo připojit zařízení do sítě a automaticky si klient vygeneroval nějakou adresu a ihned mohl komunikovat se světem. K tomu klient potřebuje znát prefix sítě do které byl připojen. K tomuto účelu se používají zprávy označované jako Routing Advertisement (RA). Tyto a ještě další zprávy jsou součástí procesu Neighbor Discovery (RFC 4861⁶).

Na počítačích v laboratoři je nainstalovaná systémová služba `radvd.service`, která je schopna vysílat zprávy RA. Aplikaci je možno nakonfigurovat pomocí souboru `/etc/radvd.conf`.

Příklad konfigurace:

```
interface [rozhraní]
{
    AdvSendAdvert on;
    MaxRtrAdvInterval [Max pocet sekund mezi zpravami RA, min 4];
    prefix [prefix]/[delka prefixu]
    {
        AdvOnLink on;
        AdvAutonomous on;
        AdvRouterAddr on;
    };
};
```

Přehled všech možností konfigurace poskytnou manualové stránky `man radvd` a `man radvd.conf`.

Pro správné šíření RA zpráv je potřebné povolit směrování IPv6 provozu:

```
sysctl net.ipv6.conf.all.forwarding=1
```

Součástí balíčku `radvd` je i aplikace `radvdump`, kterou možno použít pro analýzu – naslouchá na síťových rozhraních a tiskne na obrazovku obsah zachycených RA zpráv.

⁶<https://tools.ietf.org/html/rfc4861>