

VRRP

Virtual Router Redundancy Protokol

Moric Lubomír, Vilč Jaroslav
LM491

Obsah

1	Úvod do VRRP	2
2	Struktura VRRP paketu	3
3	VRRP v linuxu	6
3.1	Linuxový daemon vrrpd	6
3.2	Praktická implementace	7
3.3	Redundant Load Balancers pomocí VRRP	10
4	MAC adresy a VRRP	12
4.1	Analýza zacházení s MAC adresami při připojení routerů přes switch . . .	12
4.2	Příklad chování MAC adres při připojení routerů přes switch	12

1 Úvod do VRRP

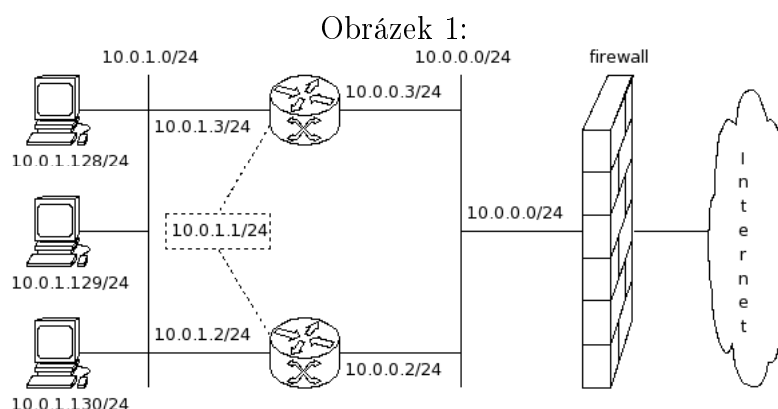
Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) je technika, pomocí které lze přenést povinnosti routování z jednoho routeru na jiný, v případě, že první router vypoví službu.

Ve světě počítačových sítí ne zřídka dochází k situaci, že vypoví službu tzv. *Default Gateway* router¹. Všechny stanice v síti, které využívaly služby tohoto routeru, pak musí ručně nastavit výchozí bránu routeru jiného (záložního).

Celý sled událostí, které obvykle v takovém případě nastávají, lze shrnout do několika bodů:

- Stanice posílající pakety do jiné sítě je posílají na IP adresu svého *Default Gateway* routeru².
- V normálním případě by *Default Gateway* router poslal tato data směrem k síti, do které jsou směrována. Ve chvíli výpadku však budou ztracena.
- Po zjištění poruchy se bude muset na všech dotčených stanicích ručně změnit IP adresa *Default Gateway* routeru na záložní, což u sítě s mnoha stanicemi zabere spoustu času.

Tento problém řeší protokol VRRP. Představme si dva routery podporující tento protokol, zapojené podle obr. 1. Na všech stanicích se nastaví tzv. *virtuální* IP adresa pro



Default Gateway. Pro náš případ to bude ta, která je na obrázku v rámečku. Routery se nejprve vzájemně domluví na tom, kdo bude *master*, podle následujícího postupu:

- *Masterem* se stává ten router, jehož IP adresa na konkrétním rozhraní odpovídá IP adrese *virtuální*.
- Pokud ani jednomu z routerů tato adresa nepřísluší, porovnají se priority obou zařízení. Ten s prioritou vyšší vyhrává.

¹Router, který pro určitou stanici, nebo skupinu stanic, zprostředkovává spojení s vnějším „světem“.

²„výchozí brána“

- Stane-li se, že i priority na zařízeních jsou stejné, *masterem* se stává ten, jehož rozhraní do sítě má numericky vyšší IP adresu.

Router, který se stane *masterem*, se pak stará o směrování všech paketů. Záložní router³ má za úkol naslouchat, zda je *master* router v provozu a plní své úkoly. Pokud po určité době o *master* routerovi neuslyší, přebírá všechny jeho povinnosti, aniž by stanice v síti cokoliv zaznamenaly.

2 Struktura VRRP paketu

Veškeré informace, které posílá *master* router se nalézají v položkách za IP hlavičkou (stejně jako např. položky TCP protokolu). Cílová IP adresa, stejně jako MAC⁴ patří multicastové skupině.

Relevantní položky IP hlavičky:

- **Source Address**
Primární IP adresa rozhraní, ze kterého byl paket poslán.
- **Destination Address**
IP multicastová adresa přiřazena IANA⁵ pro VRRP je: 224.0.0.18. Tato adresa je určena pro lokální multicast, takže paket s touto cílovou adresou NESMÍ routery přeposílat, bez ohledu na jeho TTL.
- **TTL**
TTL musí být nastaveno na hodnotu 255. VRRP router, který obdrží paket s nižší TTL MUSÍ paket zahodit. Může nastat případ, že VRRP paket opustí lokální síť a začne se šířit internetem, nebo po síti WAN. V takovém případě ale musel projít alespoň jedním routerem, který snížil jeho TTL. Paket, který nese protokol VRRP a jehož TTL je menší než 255 je tedy neplatný, protože byl vyslán z jiné sítě a pouze nedopatřením se dostal až k jinému VRRP routeru, který jej musí ignorovat.
- **Protocol**
Číslo IP protokolu přiřazené společností IANA pro VRRP je 112 (dekadicky).

Samotná struktura VRRP paketu je znázorněna na obrázku 2. Význam jednotlivých položek je následující:

- **Version**
Verze VRRP protokolu, který vygeneroval tento paket.⁶

³Ten který se nestal *masterem*.

⁴Manipulace s MAC adresami bude probrána podrobněji v jedné z následujících kapitol.

⁵Internet Assigned Numbers Authority: <http://www.iana.org/>

⁶V tomto dokumentu je popisován VRRP protokol verze 2.

Obrázek 2: Struktura VRRP paketu

1		2				3								
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1	Version	Type	Virtual Rtr ID				Priority				Count IP Addr			
Auth Type		Adver Int				Checksum								
IP Address (1)														
.														
.														
.														
IP Address (n)														
Authentication Data (1)														
Authentication Data (2)														

- **Type**

Typ VRRP paketu. Jediný možný definovaný typ je `ADVERTISEMENT`, zadán binární číslicí 1. Pakety neznámého typu musí být zahozeny.

- **Virtual Rtr ID (VRID)**

Virtual Router Identifier (VRID) - Jednoznačně identifikuje virtuální router v konkrétní lokální síti. Možné hodnoty jsou 1 – 255.

- **Priority**

Pole reflektuje prioritu VRRP routeru, který vyslal paket. Vyšší hodnota znamená vyšší prioritu. Pole je 8bitový bezznaménkový integer.

Priorita VRRP routeru, který přímo vlastní IP adresu přiřazenou virtuálnímu routeru, musí být 255 (dekadicky).

Záložní VRRP router pak musí mít prioritu v rozmezí 1 - 254 (dekadicky). Standardní priorita pro záložní routery je 100 (dekadicky).

Priorita 0 má speciální úlohu. Používá ji *master* router, který signalizuje konec účasti na VRRP. Záložní routery pak nečekají na vypršení časového limitu od *master* routeru a rychle přebírají jeho úlohu.

- **Count IP Addr**

Počet IP adres obsažených v tomto VRRP oznámení.

- **Authentication Type**

Toto pole určuje autentizační metodu, která bude použita. Pole je 8bitový bezznaménkový integer. Paket s neznámým typem autentizace, nebo s autentizací nesouhlasící lokálnímu nastavení autentizační metody, musí být zahozen.

Jsou definovány následující autentizační metody:

0 - Žádná autentizace

Tato volba znamená, že výměna VRRP oznámení není nijak autentizovaná. Ob-

sah položek o autentizačních datech je při odesílání nastaven na nuly. U příjmu jsou tato pole ignorována.

1 - Textové heslo

Autentizace VRRP paketu probíhá na základě cleartextového hesla, které je posíláno v polích pro *autentizační data*. Výchozí hodnota pro heslo není zadána. Při příjmu VRRP paketu se ověří, zda obsah polí pro *autentizační data* odpovídá dohodnutému řetězci. Pokud obsah neodpovídá, paket musí být zahozen.

2 - IP autentizační hlavička

Použití této volby znamená, že paket VRRP protokolu je autentizován za pomoci mechanismu, který je definován v autentizační sekci IP hlavičky.⁷ Klíče mohou být nastaveny ručně, nebo pomocí některého z protokolu pro distribuci klíčů. Pokud je obdržen paket, který neprojde autentizací, musí být zahozen. Obsah polí pro *autentizační data* by měla být při odesílání nastavena na nuly, při příjmu se tato pole ignorují.

- **Advertisement Interval (Adver Int)**

Interval pro ohlašování - udává čas v sekundách, po kterém je vyslán oznamovací paket o dostupnosti routeru. Standardní hodnota je 1 sekunda.

- **Checksum**

Pole pro kontrolní součet paketu. Podle něj lze detekovat poškozená data ve VRRP zprávě. V době výpočtu je hodnota pole *Checksum* nastavena na nulu.

- **IP Address**

Jedna nebo více IP adres, které jsou asociovány s virtuálním routerem. Počet těchto IP adres udává pole s názvem *Count IP Addrs*.

- **Authentication Data**

V současné verzi protokolu VRRP je tato oblast určena pouze pro autentizaci *textovým heslem*.⁸ Je zde místo až pro 8místný textový řetězec. Pro hesla kratší než 8 znaků musí být zbylé bajty nastaveny na nulu.

Toto pole nemá přednastavenou žádnou hodnotu.

Příklad VRRP paketu, jak byl zachycen programem Ethereal:

Ethernet II

```
Destination: 01:00:5e:00:00:12 (01:00:5e:00:00:12)
Source: IETF-VRRP-virtual-router-VRID_01 (00:00:5e:00:01:01)
Type: IP (0x0800)
```

⁷Jedná se o pole [AUTH]. Používá se HMAC-MD5-96 otisk s ESP a AH.

⁸Velmi podobný princip jako u OSPF autentizace.

Internet Protocol

```
Version: 4
Header length: 20 bytes
Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00)
Flags: 0x00
Fragment offset: 0
Time to live: 255
Protocol VRRP (0x70)
Header checksum: 0xad97 [correct]
Source: 10.153.18.35 (10.153.18.35)
Destination: 224.0.0.18 (224.0.0.18)
```

Virtual Router Redundancy Protocol

```
Version 2, Packet type 1 (Advertisement)
Virtual Rtr ID: 1
Priority: 100 (Default priority for a backup VRRP router)
Count IP Adrs: 1
Auth Type: No Authentication (0)
Adver Int: 1
Checksum: 0x71f0 [correct]
IP Address: 10.254.254.13 (10.254.254.13)
```

3 VRRP v linuxu

Implementaci VRRP v linuxu zajišťuje `vrrpd` daemon. Jeho poslední verze pracuje s protokolem VRRPv2⁹.

3.1 Linuxový daemon vrrpd

Instalace

Daemon VRRPd pro linux lze stáhnout přímo z domovské stránky projektu¹⁰ v archivu TGZ. V něm jsou pak přítomny jak zdrojové kódy, dokumentace a *MakeFile*, tak již spustitelný binární soubor `vrrpd`. Soubor `vrrpd` stačí zkopírovat do některého z adresářů pro spouštění binárních souborů (např. `/usr/sbin`). Pro automatické spouštění služby po startu systému lze vytvořit INIT skript v `/etc/~init.d`, nebo přidat záznam do `/etc/rc.d/rc.local`.

Parametry

Služba se spouští pomocí následujících parametrů, ve formátu:
`vrrpd -i ifname -v vrid [-f piddir] [-s] [-a auth] [-p prio] [-nh] ipaddr`

⁹Protokol VRRPv2 je popsán standardem RFC 2338 [3].

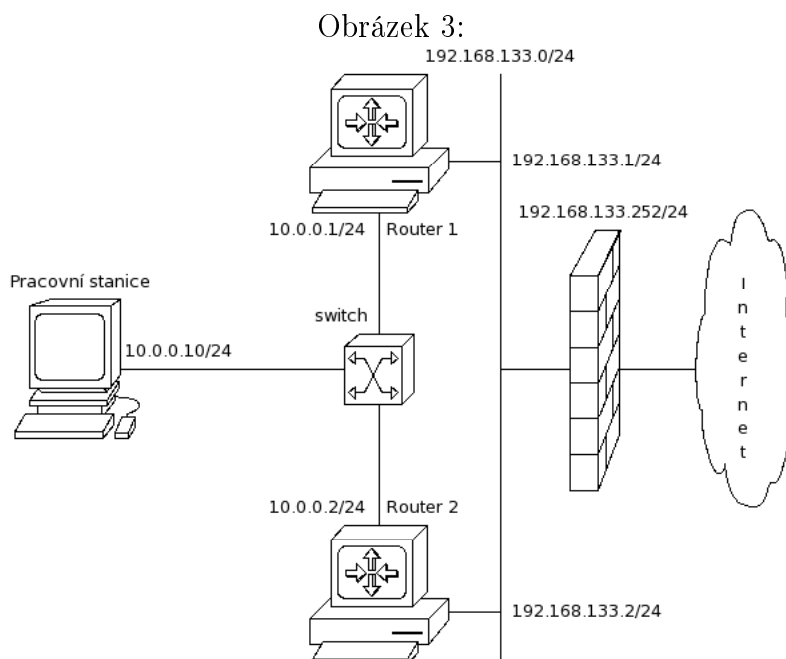
¹⁰<http://off.net/~jme/vrrpd/>

- **-n**
Nepoužívat virtuální MAC adresu. Pakety vyslané VRRP routerem mají místo MAC adresy fyzického rozhraní, ze kterého byly vyslány tzv. virtuální MAC adresu (více o problematice MAC adres ve VRRP a důvodu používání tzv. virtuálních MAC adres bude probráno dále). Tato volba přinutí VRRP router posílat pakety přímo s MAC adresou fyzického rozhraní, které jej vyslalo.
- **-i ifname**
Jméno interface, pro které bude služba aktivní.
- **-v vrid**
ID routeru (povolené hodnoty jsou 1-255). Jednoznačně identifikuje VRRP router v lokální síti. Hodnota tohoto přepínače se vkládá do VRRP paketu, jak je popsáno v předchozí kapitole. Takto lze identifikovat, který VRRP router paket zaslal. Taktéž se této položky může použít v procesu vyjednávání o úlohu *master* routeru.
- **-s**
Zapne tzv. *preemption* mód. Záložní router s vyšší prioritou má dovoleno kdykoliv převzít povinnosti *master* routeru s prioritou nižší.¹¹
- **-p prio**
Nastaví prioritu v rámci všech virtuálních routerů. Standardně nastaveno na hodnotu 100. Pomocí tohoto parametru se routery vzájemně dohodnou, který bude *master*. Hodnota 255 (dekadicky) je vyhrazena pro router, kterému přímo přísluší virtuální IP adresa. Hodnota 0 je pak rezervována pro *master* router, který se zbavuje svých povinností *mastera*.
- **-f piddir**
Určí cestu k adresáři s *process ID*. Standardně se nachází v `/var/run`.
- **-d delay**
Nastaví dobu pro ohlašování (v sekundách). Standardně je doba 1s.
- **ipaddr** Virtuální IP adresa/adresy.

3.2 Praktická implementace

Pro praktický test použití protokolu VRRP uvažujme situaci na obrázku 3. Na všech stanicích byl nainstalován Mandriva Linux 2006, na stroje, které budou plnit úlohu routerů byl umístěn daemon `vrrpd`. Routování se zajistí konfigurací statických cest.

¹¹Toto se nevztahuje na případ, že *master* router vlastní přímo virtuální IP adresu.



Konfigurace pracovní stanice:

```
# ifconfig eth0 10.0.0.10 netmask 255.255.255.0
# route add default gw 10.0.0.1
```

Konfigurace routeru 1:

```
# ifconfig eth0 10.0.0.1 netmask 255.255.255.0
# ifconfig eth1 192.168.133.1 netmask 255.255.255.0
# route add default gw 192.168.133.252
# /usr/sbin/vrrpd -i eth0 -v 1 10.0.0.1 &
```

Konfigurace routeru 2:

```
# ifconfig eth0 10.0.0.2 netmask 255.255.255.0
# ifconfig eth1 192.168.133.2 netmask 255.255.255.0
# route add default gw 192.168.133.252
# /usr/sbin/vrrpd -i eth0 -v 2 10.0.0.1 &
```

Na konfiguraci obou routerů si všimněme podrobněji příkazu pro spuštění VRRP demona. Přepínač `-i eth0` spustí službu na rozhraní `eth0`. V důsledku to znamená to, že na toto rozhraní budou generovány (popř. odposlouchávány) oznámení o VRRP stavu. Parametr `-v 1` respektive `-v 2` nastaví ID routeru. Pomocí tohoto ID pak budeme moci ve VRRP paketu zjistit, který router paket zaslal. IP adresa `10.0.0.1` je adresa virtuálního routeru. V ilustrovaném případě je to přímo fyzická IP adresa jednoho z routerů, což se projeví na tom, který z routerů se stane *masterem*.¹²

¹²& značí, že služba `vrrpd` bude spuštěna na pozadí jako daemon.

Pro sledování a chování služby VRRP použijeme program `ethereal`¹³, který spustíme pod uživatelem `root` na rozhraní `eth0`. Jako filtr zachytávání můžeme přímo zadat `vrrp`, pakety jiných protokolů nás nyní nezajímají.

Popis chování:

V konkrétním případě se *master* routerem stal *router 1*, jelikož IP adresa rozhraní `eth0` přímo koresponduje s IP adresou virtuálního routeru. Znamená to, že v pravidelných intervalech¹⁴ začne generovat na rozhraní `eth0` pakety typu `ADVERTISEMENT` protokolu `vrrp`. Paket, jak byl zachycen síťovým analyzátozem, vypadá následovně (v IP jsou již uvedeny jen relevantní položky):

Ethernet II

```
Destination: 01:00:5e:00:00:12 (01:00:5e:00:00:12)
Source: IETF-VRRP-virtual-router-VRID_01 (00:00:5e:00:01:01)
```

Internet Protocol

```
Time to live: 255
Protocol VRRP (0x70)
Source: 10.0.0.1 (10.0.0.1)
Destination: 224.0.0.18 (224.0.0.18)
```

Virtual Router Redundancy Protocol

```
Version 2, Packet type 1 (Advertisement)
Virtual Rtr ID: 1
Priority: 255
Count IP Adrs: 1
Auth Type: No Authentication (0)
Adver Int: 1
Checksum: 0x5af6 [correct]
IP Address: 10.0.0.1 (10.0.0.1)
```

Zdrojová IP adresa je v daném případě `10.0.0.1`. Jedná se o adresu přiřazenou virtuálnímu routeru, nikoliv o IP adresu samotného fyzického routeru, i když v tomto případě jsou obě adresy totožné. Cílová adresa je pro VRRP multicastová IP adresa `224.0.0.18`.

Všimněme si, že priorita oznámení má hodnotu `255`, aniž bychom ji explicitně nastavovali. Hodnota `255` odpovídá *master* routeru.

Nyní legálně ukončíme VRRP službu na *routeru 1*. Před ukončením se vyše následující paket (zobrazena pouze VRRP část celého paketu):

¹³<http://www.ethereal.com> - v testu byla použita verze 0.10.14

¹⁴Interval odesílání je standardně nastaven na 1 sekundu. Dá se nastavit i jiná hodnota příslušným parametrem.

```
Virtual Router Redundancy Protocol
  Version 2, Packet type 1 (Advertisement)
  Virtual Rtr ID: 1
  Priority: 0
  Count IP Addrs: 1
  Auth Type: No Authentication (0)
  Adver Int: 1
  Checksum: 0xd8f0 [correct]
  IP Address: 10.0.0.1 (10.0.0.1)
```

Master router dává na vědomí všem routerům, které tyto pakety poslouchají, že končí službu VRRP nastavením priority na 0. Okamžitě na toto reaguje *router 2* tím, že začne generovat ADVERTISEMENT pakety:

```
Ethernet II
  Destination: 01:00:5e:00:00:12 (01:00:5e:00:00:12)
  Source: IETF-VRRP-virtual-router-VRID_02 (00:00:5e:00:01:02)
```

```
Internet Protocol
  Time to live: 255
  Protocol VRRP (0x70)
  Source: 10.0.0.1 (10.0.0.1)
  Destination: 224.0.0.18 (224.0.0.18)
```

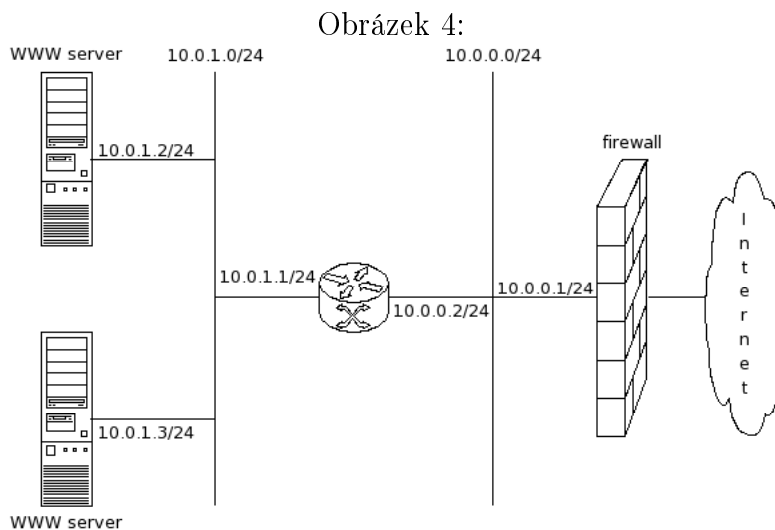
```
Virtual Router Redundancy Protocol
  Version 2, Packet type 1 (Advertisement)
  Virtual Rtr ID: 2
  Priority: 255
  Count IP Addrs: 1
  Auth Type: No Authentication (0)
  Adver Int: 1
  Checksum: 0x43ea [correct]
  IP Address: 10.0.0.1 (10.0.0.1)
```

To že se jedná o pakety opravdu od *routeru 2* poznáme z položky ID (položka *Virtual Rtr ID* neboli VRID), ta má nyní hodnotu 2.

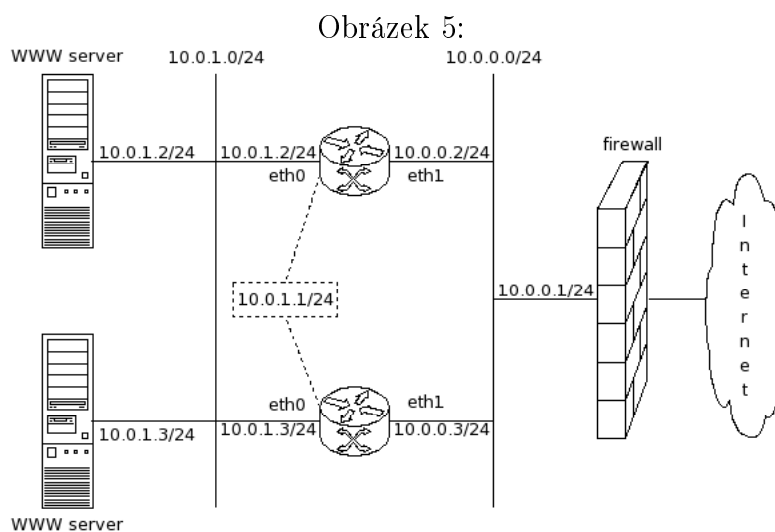
3.3 Redundant Load Balancers pomocí VRRP

„Redundant Load Balancers“ je technika *Load Balancigu*¹⁵ doplněná o filozofii VRRP. Uvažujme situaci na obrázku 4. Router zde vyvažuje zátěž mezi oba identické WWW servery tak, že se snaží udržet stejný počet otevřených spojení na obou serverech. Samozřejmě

¹⁵Zde se nejedná o vyvažování síťového provozu mezi různé linky, nýbrž o techniku vyvažování zátěže mezi fyzicky různá síťová zařízení, která na venek vypadají jako zařízení jediné. Viz. [5].



zde také zohledňuje původ připojení - více spojení z jedné IP adresy posílá vždy na stejný server. V případě, že jeden ze serverů vypadne, služba na routeru přeměruje veškerý provoz na zbylý funkční server. Pro případ, že by vypadl i samotný router, budeme muset do sítě zapojit jeho zálohu - obrázek 5.



Na obou routerech nainstalujeme daemona `vrrpd` a spustíme jej pomocí

```
vrrpd -i eth0 -v 1 10.0.1.1
```

resp.

```
vrrpd -i eth0 -v 2 10.0.1.1
```

čímž nastavíme jednu virtuální IP adresu na hodnotu 10.0.1.1, na rozhraní `eth0`. Nyní v případě výpadku *master* routeru, přebere jeho úlohu automaticky router záložní.¹⁶

¹⁶Včetně *Nejenom funkce routování ale také Load Balancingu*.

4 MAC adresy a VRRP

4.1 Analýza zacházení s MAC adresami při připojení routerů přes switch

Switch je aktivní síťový prvek propojující jednotlivé segmenty lokální sítě. Pracuje na 2. vrstvě OSI modelu, označuje se jako *Layer 2 switch*.

Virtual Router MAC address – MAC adresa routeru s implementovaným VRRP. Je přiřazena v následujícím formátu: 00-00-5E-00-01-**{VRID}**

První tři bajty(00-00-5E) jsou přiřazeny společností IANA(Internet Assigned Numbers Authority). Další dva bajty (00-01) jsou označední protokolu VRRP. **{VRID}** je identifikátor virtuálního routeru. Tento formát umožňuje pužití 255 virtuálních VRRP routerů v jedné síti.

ARP(Address Resolution Protocol) – Používá se k získání MAC adresy počítače z jeho IP adresy.

V případě ARP požadavku klienta na IP adresu virtuálního routeru, *master* router **musí odpovědět** s virtuální MAC adresou. Router, který je *Backup*(záložní) **neodpovídá**.

Rozlišení MAC adres virtuálního routeru pomocí VRID je důležité právě pro připojení virtuálních routerů přes *switch*. Zabrání to situaci, při které by do *switche* přišla stejná MAC adresa dvěma různými porty. A tím by nastala nekonzistence v FDB tabulce.

4.2 Příklad chování MAC adres při připojení routerů přes switch

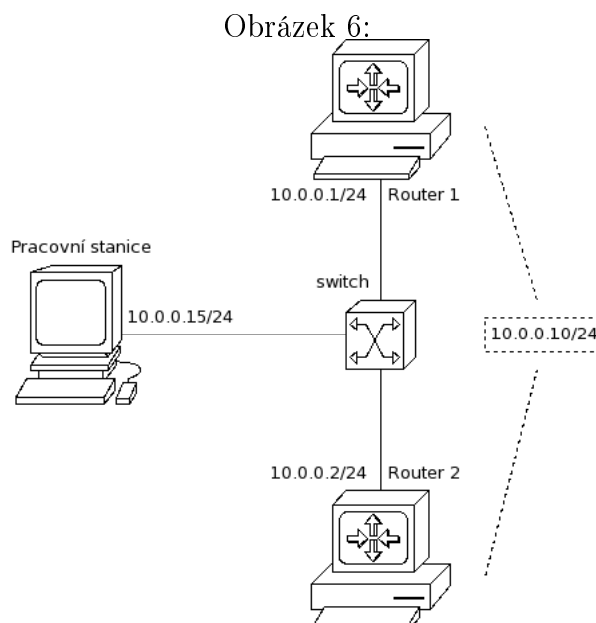
Analyzujme situaci na obrázku 6. Na všech PC je nainstalován OS Linux. Dvě PC chápeme jako routery a třetí je pracovní stanice. Všechny počítače spojíme běžným *Level 2* switchem.

Konfigurace pracovní stanice:

```
# ifconfig eth0 10.0.0.15 netmask 255.255.255.0
# route add default gw 10.0.0.10
```

Konfigurace routeru 1:

```
# ifconfig eth0 10.0.0.1 netmask 255.255.255.0
# /usr/sbin/vrrpd -i eth0 -v 1 10.0.0.10 &
```



Konfigurace routeru 2:

```
# ifconfig eth0 10.0.0.2 netmask 255.255.255.0
# /usr/sbin/vrrpd -i eth0 -v 2 10.0.0.10 &
```

Na pracovní stanici byl spuštěn ping na 10.0.0.10. Programem *Ethereal* byl odchy-
táván provoz na rozhraní eth0 pracovní stanice. Je potřeba zachytit rámeček *Echo (ping)*
reply, neboli odpověď na ping:

Ethernet II

```
Destination: Intel_2b:69:f5 (00:02:b3:2b:69:f5)
Source: IETF-VRRP-virtual-router-VRID_01 (00:00:5e:00:01:01)
```

Internet Protocol

```
Time to live: 255
Protocol VRRP (0x70)
Source: 10.0.0.10 (10.0.0.10)
Destination: 10.0.0.15 (10.0.0.15)
```

Internet Control Message Protocol

```
Type: 0 (Echo (ping) reply)
Code: 0
Checksum: 0x44ba [correct]
Identifier: 0xca36
Sequence number: 0x0007
Data (56 bytes)
```

Na ping odpovídá PC s MAC adresou 00:00:5e:00:01:01, což je virtuální MAC adresa PC nakonfigurovaného na VRID 1, takže routeru 1.

Přerušíme provoz na routeru 1¹⁷ a to vytažením jeho síťového kabelu z eth0. Pracovní stanice stále vysílá *Echo request* na IP 10.0.0.10.

Ethernet II

```
Destination: Intel_2b:69:f5 (00:02:b3:2b:69:f5)
Source: IETF-VRRP-virtual-router-VRID_02 (00:00:5e:00:01:02)
```

Internet Protocol

```
Time to live: 255
Protocol VRRP (0x70)
Source: 10.0.0.10 (10.0.0.10)
Destination: 10.0.0.15 (10.0.0.15)
```

Internet Control Message Protocol

```
Type: 0 (Echo (ping) reply)
Code: 0
Checksum: 0x8e11 [correct]
Identifier: 0xca36
Sequence number: 0x00A8
Data (56 bytes)
```

Jak je vidět, podle zdrojové (*source*) MAC adresy 00:00:5e:00:01:02, odpověď na ping převzal router 2. Reakce na výpadek byla téměř okamžitá. Pracovní stanice v síti o žádném VRRP nemusí vůbec nic vědět a z protokolu třetí vrstvy se taktéž nic nedozví. Jediným vodítkem je náhlá změna MAC adresy routeru, který odpověděl.

¹⁷ Aktuálně je *master* routerem.

Anotace

Protokol VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) na Linuxu - popis, praktická implementace případové studie, analýza zacházení s MAC adresami při připojení routerů přes switch.

Reference

- [1] **Virtual Router Redundancy Protocol, White Page**
<http://www.nortelnetworks.com/solutions/lan/collateral/ppvrrp.pdf>
- [2] **VRRPd's homepage**
<http://off.net/~jme/vrrpd/>
- [3] **Virtual Router Redundancy Protocol - Standards Track**
IBM Corporation April 1998
<ftp://ftp.ietf.org/rfc/rfc2338.txt>
- [4] **Redundant Load Balancers Using VRRP**
<http://siag.nu/pen/vrrpd-linux.shtml>
- [5] **Pen**
<http://siag.nu/pen/>