



Směrovací protokol Mesh (802.11s) na platformě Mikrotik

J. Bartošek, P. Havíček

Abstrakt: V této práci je popsán princip fungování směrovacího protokolu mesh na platformě mikrotik. Na této platformě ovšem není tento směrovací protokol podle specifikace 802.11s, ale je zde jeho proprietární řešení od společnosti Mikrotik zvané MME. Dále práce obsahuje schéma zapojení a postup při ověřování směrovacího protokolu. Na závěr uvádíme zhodnocení celé technologie.

Klíčová slova: Směrovací protokol, Mikrotik, mesh, MME, 802.11s

| | |
|--------------------------------------|---|
| 1 Topologie Mesh..... | 2 |
| 2 Struktura sítě..... | 2 |
| 1.1.1 Klientská síť..... | 2 |
| 1.1.2 Charakteristika sítě mesh..... | 3 |
| 2 Směrovací protokol MME..... | 3 |
| 3 Schéma zapojení..... | 3 |
| 4 Konfigurace..... | 4 |
| 5 Závěr..... | 8 |

1 Topologie Mesh

Topologie Mesh byla vyvinuta jako technologie další generace pro poskytování lepších služeb v bezdrátových sítích. Mesh rozděluje uzly sítě na Mesh směrovače a Mesh klienty. Hlavní rozdíl oproti jiným bezdrátovým sítím je v tom, že každé zařízení v síti není pouze hostitel, ale také směrovačem. Tudíž může přeposílat pakety z ostatních uzlů, které směřují, mimo síť se kterou by měl přímé rádiové spojení.

Mesh sítě jsou dynamicky samo-organizovatelné a samo-konfigurující. Jednotlivé uzly v síti automaticky zajišťují a udržují Mesh spojení mezi sebou. Tyto vlastnosti přináší mnoho výhod, jako například nízké počáteční náklady a jednoduchá údržba sítě.

2 Struktura sítě

Jak již bylo řečeno, topologie sítě se skládá z Mesh směrovačů a Mesh klientů. Na rozdíl od klasických bezdrátových bran či opakovačů jsou v mesh směrovačích přidány další funkce pro směrování. Tyto funkce podporují vlastnosti topologie mesh.

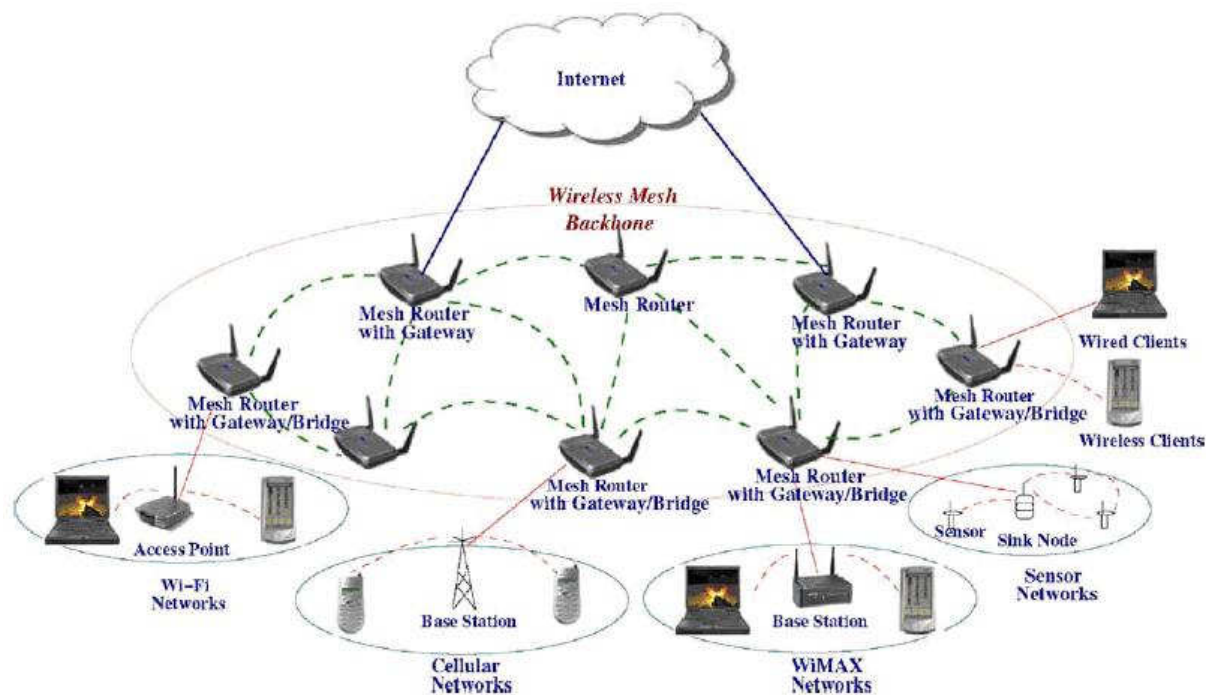
K dalšímu zvýšení pružnosti Mesh sítí se může použít směrovač s více rozhraními, které mají stejné či různé bezdrátové technologie.

Mesh klienti také mají potřebné funkce pro konfiguraci sítě, a proto mohou pracovat i jako směrovače ale pouze pro zařízení, které jsou k nim přímo připojena. Pro ostatní uzly sítě nemohou pracovat jako brány či mosty. Klienti obvykle mívají pouze jednu rádiové rozhraní, důsledkem toho bývá hardwarová struktura mnohem jednodušší než u směrovačů. Ale zato oproti směrovačům jsou Mesh klienti rozmanitá skupina zařízení: počítače, notebooky, PDA či ip telefony.

Architektura sítě může být rozdělena do dvou hlavních skupin, podle funkce jednotlivých uzlů. Další možné varianty jsou kombinací těchto dvou skupin.

2.1. Infrastrukturní (páteřní) síť

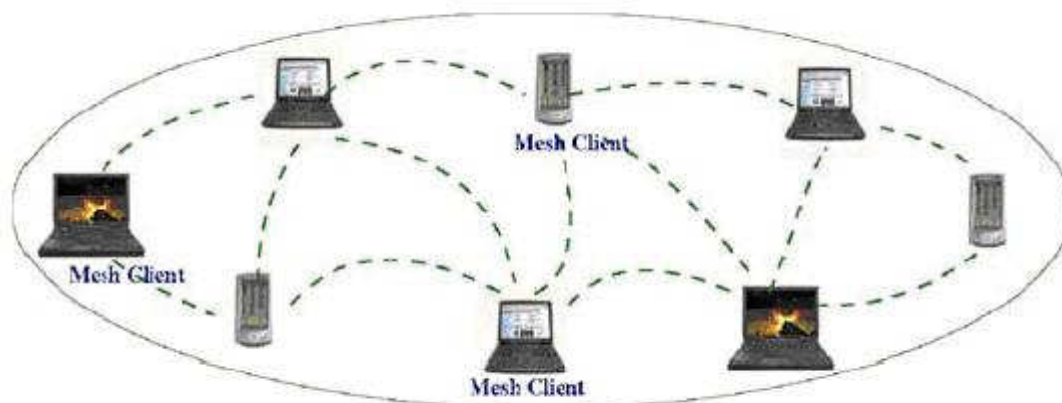
Architektura této sítě je uvedena na obrázku 1. Na obrázku představují přerušované čáry bezdrátové spoje a celé čáry kabelové spoje. Bezdrátová síť je připojena k internetu, a dále jsou k síti připojeni klienti. Bezdrátové technologie se mohou používat různé, ale většinou jsou použity technologie IEEE 802.11. Mesh směrovače se starají o konfiguraci sítě a jejich komunikaci mezi sebou. Je-li v síti i například brána, pak je možné pomocí ní, připojit celou síť do internetu. Tento způsob se také označuje jako infrastrukturní řešení. Tato struktura sítě je v praxi nejvíce využívána.



Obrázek 1: Architektura infrastrukturní sítě

1.1.1 Klientská síť

Architektura této sítě je uvedena na obrázku 2. Tato architektura zajišťuje spojení klientů mezi sebou. Klientské uzly propagují aktuální topologii sítě, což umožňuje dobré směrování v síti a taky je zaručena dobrá funkcionality uživatelských aplikací. Z tohoto důvodu není zapotřebí mít v síti Mesh směrovače.



Obrázek 2: Architektura klientské sítě

1.1.2 Charakteristika sítě mesh

Základní vlastnosti mesh sítě jsou tyto:

- Multiskoková bezdrátová síť.
- Podpora ad-hoc sítí, vlastnosti jako samo-konfigurující a samo-organizující síť.
- Mobilita závisí na typu mesh uzlu
- Různé typy přístupových sítí (WI-FI, GSM, WIMAX)
- Kompatibilita se stávajícími bezdrátovými sítěmi

2 Směrovací protokol MME

MME (Mesh Made Easy) je směrovací protokol od společnosti Mikrotik pro směrování v bezdrátových sítích mesh. MME pracuje na způsobu pravidelného rozesílání broudbroadcastů zvané originator zprávy. Směrovací informace je obsažena v originator zprávě a skládá se z IP adresy zařízení a z nepovinného seznamu IP prefixů. Když uzel sítě obdrží originator zprávu, kterou ještě neviděl, rozešle ji dalším uzlům.

Oproti některým ostatním směrovacím protokolům MME nezná topologii celé sítě. Následkem toho není schopný sestavit strukturu sítě, a ani to nemá zapotřebí. Místo toho udržuje dráhu doručených paketů a jejich sekvenční čísla. Tato informace řekne, kolik paketů bylo ztraceno. Ze statistiky ztracených paketů pro všechny kombinace sítí, do kterých se dostane přes jeden skok, je MME schopen nalézt nejlepší bránu do cílové destinace.

Základní idea MME je založena na těchto pozorováních mobilních mesh sítí:

- Je prakticky nemožné znát topologii celé sítě, protože se rychle mění
- Když se topologie změní, tak je zapotřebí přepočítat všechny směrovací tabulky, což může vést k velkému zatížení procesoru

K vyhnutí se těmto problémům MME uzly:

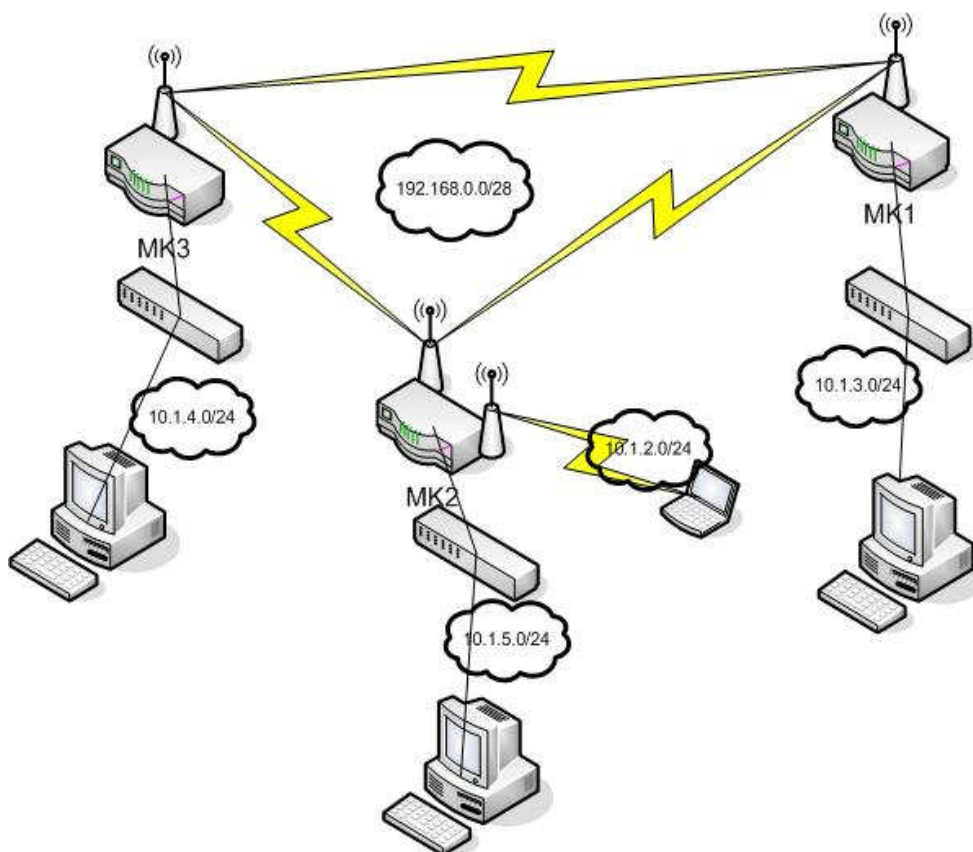
- Uchovávají pouze nejlepší cestu k sousedovi, přes kterého se mohou dostat do cílové oblasti
- Vyhýbají se počítání směrovací tabulky

Druhotnou funkcí MME protokolu je rozesílání adresy brány, která je připojena do internetu a dynamické nastavování defaultních směrovacích cest. Tato část protokolu se nazývá gateway protokol.

MME používá UDP a port 1966 pro rozesílání originator zpráv. Gateway protokol používá TCP 1968.

3 Schéma zapojení

Cílem našeho testování je nastavit směrování MME v bezdrátové síti na platformě Mikrotik a zjištění jeho chování. Vzhledem k dispozici 3 routerboardů jsme zvolili topologii zapojení do trojúhelníku, kde bychom měli vidět výměnu směrovacích informací mezi jednotlivými uzly, případně při výpadku jednoho by ostatní dva měly dále fungovat bez výpadku. Každý směrovač má navíc jedno ethernetové rozhraní připojené do sítě a jeden ze směrovačů má i druhé bezdrátové rozhraní, které jsme využili pro připojení notebooků (viz obrázek 3).



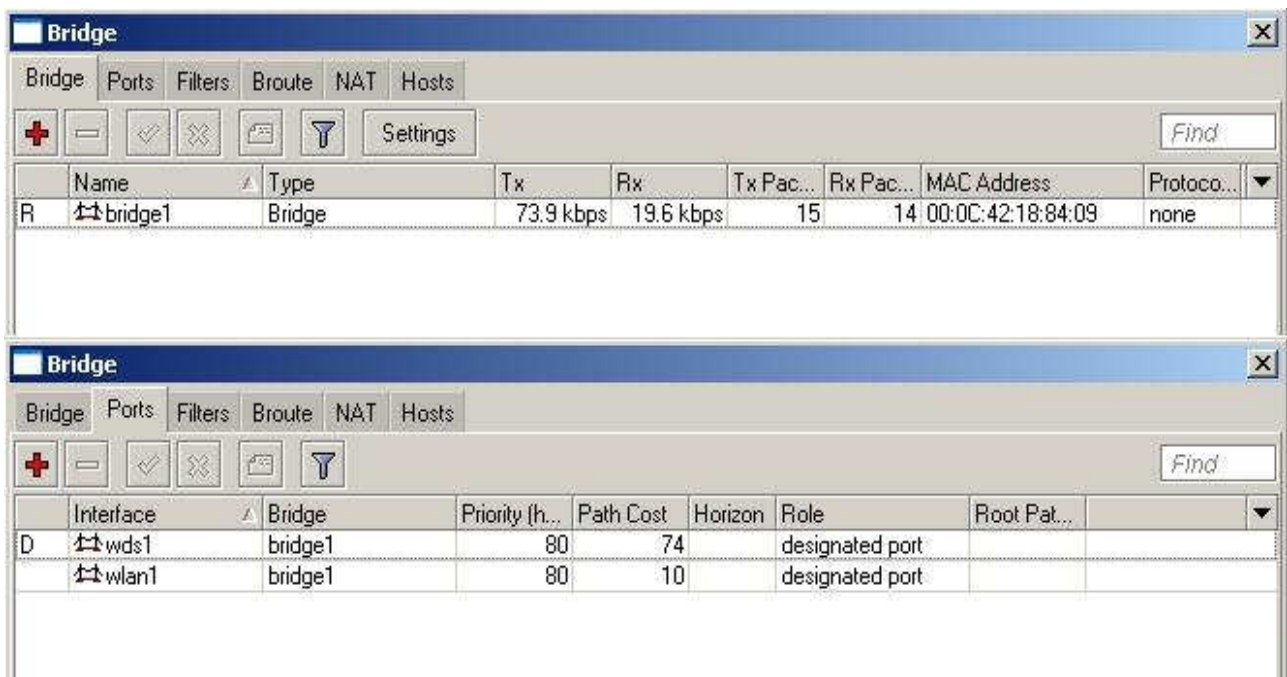
Obrázek 3: Schéma zapojení

4 Konfigurace

Je třeba na všech směrovačích vytvořit bridge, do něj přidat rozhraní, která budou tvořit mesh síť (v našem případě vždy jen jedno bezdrátové rozhraní) a nastavit bezdrátový režim bridge (ad-hoc síť) a zapnout WDS mód a přidat do něj námi vytvořený bridge.

```
[admin@MikroTik] > int
[admin@MikroTik] /interface> br
[admin@MikroTik] /interface bridge> pr
Flags: X - disabled, R - running
[admin@MikroTik] /interface bridge> add
[admin@MikroTik] /interface bridge> pr
Flags: X - disabled, R - running
  0 R name="bridge1" mtu=1500 arp=enabled mac-address=00:00:00:00:00:00
    protocol-mode=none priority=0x8000 auto-mac=yes
    admin-mac=00:00:00:00:00:00 max-message-age=20s forward-delay=15s
    transmit-hold-count=6 ageing-time=5m
[admin@MikroTik] /interface bridge> port
[admin@MikroTik] /interface bridge port> add
bridge: bridge1
interface: wlan1
[admin@MikroTik] /interface bridge port> pr
Flags: X - disabled, I - inactive, D - dynamic
#  INTERFACE          BRIDGE          PRIORITY PATH-COST  HORIZON
0 I wlan1             bridge1         0x80     10        none
[admin@MikroTik] /interface bridge port>
```

Obrázek 4: MK1 - nastavení bridge

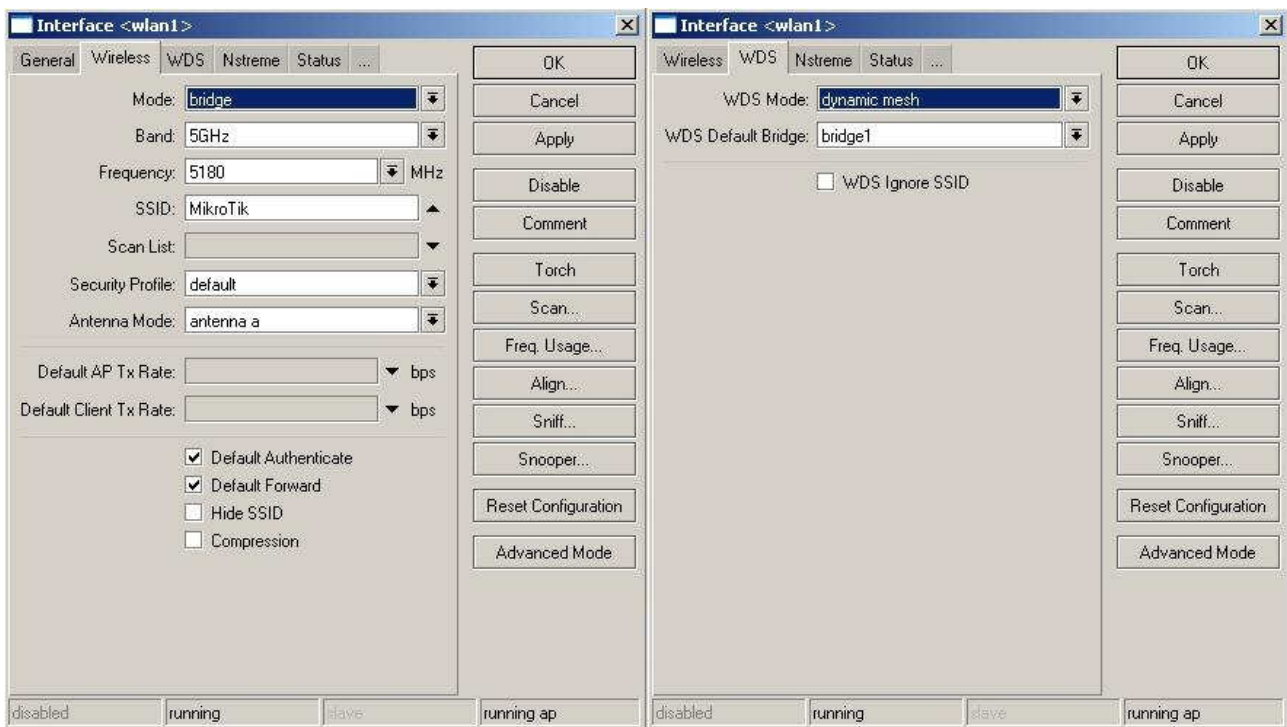


Obrázek 5: MK3 - nastavení bridge

Nastavení bezdrátového rozhraní:

```
Flags: X - disabled, R - running
0 R name="wlan1" mtu=1500 mac-address=00:80:48:53:0A:4E arp=enabled
  interface-type=Atheros AR5413 mode=bridge ssid="MikroTik"
  frequency=5180 band=5ghz scan-list=default antenna-mode=ant-a
  wds-mode=dynamic-mesh wds-default-bridge=bridge1 wds-ignore-ssid=no
  default-authentication=yes default-forwarding=yes default-ap-tx-limit=0
  default-client-tx-limit=0 hide-ssid=no security-profile=default
  compression=no
```

Obrázek 6: MK1 - nastavení bezdrátového rozhraní

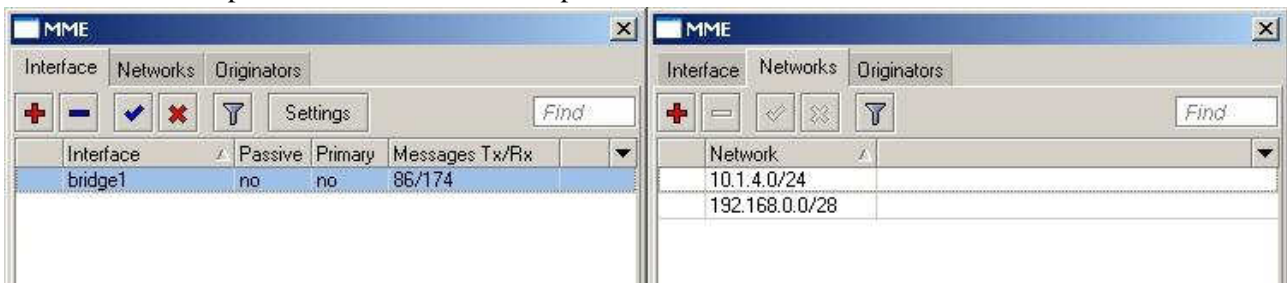


Obrázek 7: MK3 - nastavení bezdrátového rozhraní

Po přidání bridge1 do rozhraní směrovacího protokolu MME (Mesh Made Easy) se po chvíli vyměnily směrovací informace:

```
[admin@MikroTik] /routing mme network> add
network: 10.1.3.0/24
```

Obrázek 8: MK1 - přidání sítě do směrovacího protokolu MME



Obrázek 9: MK3 - zobrazení bridgů a sítí, přidanych do směrovacího protokolu MME

```
[admin@MikroTik] /routing mme interface> add
interface: bridge1
[admin@MikroTik] /routing mme interface> ..
[admin@MikroTik] /routing mme> ..
[admin@MikroTik] /routing> ..
[admin@MikroTik] > ip rou
[admin@MikroTik] /ip route> pr
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#      DST-ADDRESS      PREF-SRC      G GATEWAY      DISTANCE IN..
0 ADm  10.1.2.0/24                r 192.168.0.2    130    br..
1 ADC  10.1.3.0/24      10.1.3.1                0      et..
2 ADm  10.1.4.0/24                r 192.168.0.1    130    br..
3 ADm  10.1.5.0/24                r 192.168.0.2    130    br..
4 ADC  192.168.0.0/28    192.168.0.3                0      br..
5 Dm   192.168.0.0/28                r 192.168.0.1    130    br..
6 ADm  192.168.0.1/32                r 192.168.0.1    130    br..
7 ADm  192.168.0.2/32                r 192.168.0.2    130    br..
```

Obrázek 10: MK1 - přidání bridge1 do směrovacího protokolu MME, zobrazení směrovací tabulky

Poznámka:

Vzhledem k línosti informatika a na jednom z našich notebooků nainstalované softwaru, který automaticky ukládá snímky obrazovek do souboru jsme konfiguraci prováděli na zmíněném notebooku, který byl připojen do sítě 10.0.2.0/24 a protokolem SSH připojen k počítači ze sítě 10.1.4.0/24, ke kterému byl sériovou linkou připojen konfigurovatelný Routerboard.

1 Nastavené sériové komunikace (minicom):

```
+-----+
| A - Serial Device       : /dev/ttyS0
| B - Lockfile Location   : /var/lock
| C - Callin Program      :
| D - Callout Program     :
| E - Bps/Par/Bits        : 115200 8N1
| F - Hardware Flow Control : No
| G - Software Flow Control : No
|
| Change which setting? █
+-----+
```

Obrázek 11: Nastavení sériové konzole

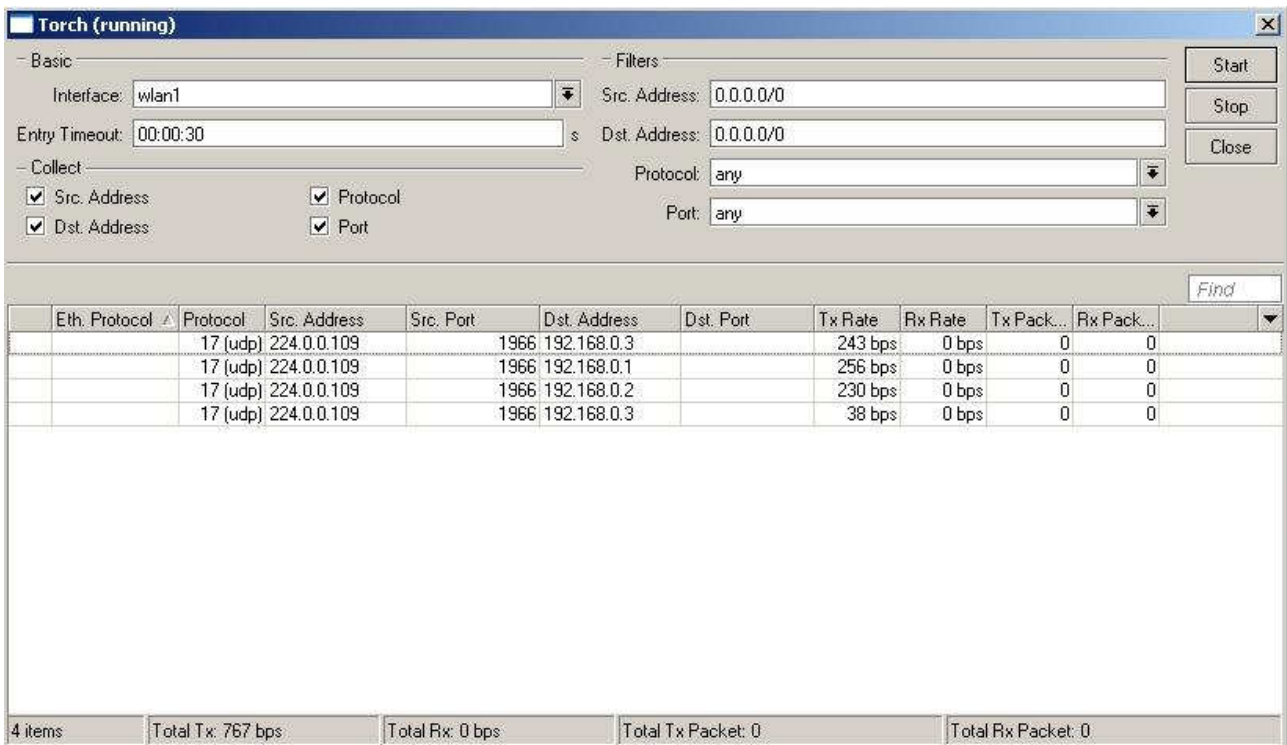
Platforma MikroTik má uživatelsky velmi příjemné prostředí WinBox, kterým je možno „naklikat“ konfiguraci, čehož jsme pro začátek využili a vytvořili nahoře zobrazené schéma.

2 Použitá zařízení

- 2x Routerboard 133C (1x rádiové rozhraní, 1x ethernetové rozhraní)
- 1x Routerboard 333 (2x rádiové rozhraní, 3x ethernevote rozhraní)
- 1x notebook Lenovo N100 (1x rádiové rozhraní, 1x ethernetové rozhraní)
- 1x notebook Acer aspire 5710G (1x rádiové rozhraní, 1x ethernetové rozhraní)

3 MME

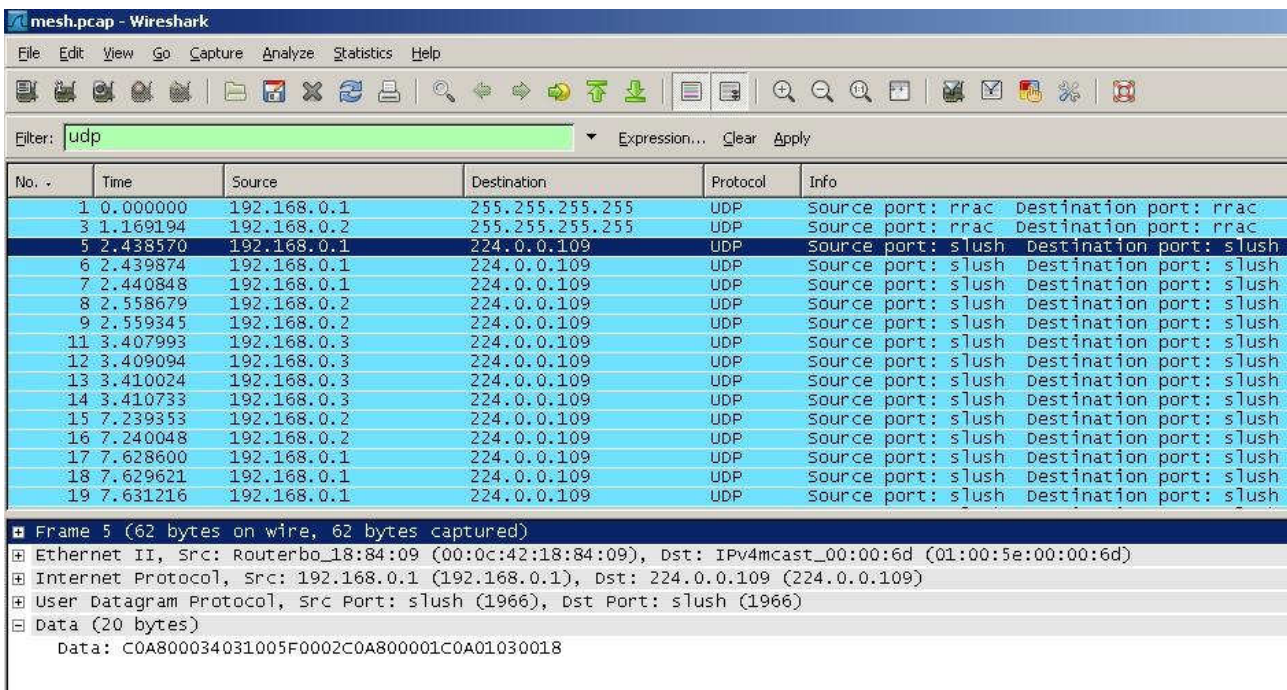
Dle nástroje Torch (sledování spojení) v Mikrotiku jsme dospěli k následujícím úvahám:



Obrázek 12: MK1 - zobrazení provozu

- MME využívá UDP jako transportní protokol (možná nespolehlivost)
- provoz probíhá na/z multicastovou adresu 224.0.0.109

Dále jsme do sítě 192.168.0.0/28 připojili notebook a zkusili zachytit pomocí Wiresharku daný provoz:



Obrázek 13: Záznam z wiresharku

- MME, podobně jako RIP nebo RIPv2, zasílá updaty po určitém časovém okamžiku (nastavitelném, původně 5s)

- jedná se o proprietární řešení, čili data nebylo možné pomocí Wiresharku dekodovat

5 Závěr

Při zpracovávání informací jsme nenašli moc informací o routování dle standardu 802.11s, pouze ohledně proprietárního řešení firmy Mikrotik, MME (mesh made easy). Daný protokol se, podle našich zjištění, chová dle specifikací (pravidelné rozesílání updatů po nastaveném čase, automatické hledání sousedů). Mesh síť se chová jako síť, kde jsou propojeny vždy dvojice směrovačů, musí být nastaveny v módu WDS. Při výpadku jednoho z nich dojde k automatickému připojení rozpojených směrovačů.

V průběhu řešení jsme, kromě zadaného zkoumání směrování, si osvojili několik dalších poznatků:

- konfiguraci komunikace pomocí sériového rozhraní počítače (MS Windows + Ubuntu Linux)
- možnost použití Ciscoových kabelů (ethernet to serial), propojených přímým kabelem