

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Brno, 2018

Bc. Adrián Bárdossy



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY**

**A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

**ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ**

DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

**MULTIPLATFORMNÍ APLIKACE PRO SPRÁVU SÍŤOVÝCH  
PRVKŮ MIKROTIK**

MULTIPLATFORM APPLICATION FOR MIKROTIK NETWORK DEVICES MANAGEMENT

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Bc. Adrián Bárdossy**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. Ondřej Krajsa, Ph.D.**

**BRNO 2018**



# Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor **Telekomunikační a informační technika**

Ústav telekomunikací

**Student:** Bc. Adrián Bárdossy

**ID:** 154674

**Ročník:** 2

**Akademický rok:** 2017/18

**NÁZEV TÉMATU:**

## Multiplatformní aplikace pro správu síťových prvků Mikrotik

### POKyny PRO VYPRACOVÁNÍ:

Vytvořte interaktivní aplikaci pro hromadnou správu sítě založené na aktivních prvcích Mikrotik. Aplikace bude využívat Mikrotik API-SSL, uživatelské rozhraní bude realizováno v jazyce Python a přenositelné mezi různými operačními systémy.

### DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] BURGESS, Dennis. Learn RouterOS. [Lexington]: Dennis Burgess, 2009, 391 s. : il. ISBN 978-0-557-09271-0.

[2] ROMANO, Fabrizio, Dusty PHILLIPS a Rick van HATTEM. Python. Birmingham: Packt Publishing, 2016.

**Termín zadání:** 5.2.2018

**Termín odevzdání:** 21.5.2018

**Vedoucí práce:** Ing. Ondřej Krajsa, Ph.D.

**Konzultant:**

**prof. Ing. Jiří Mišurec, CSc.**  
předseda oborové rady

### UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

## **ABSTRAKT**

## **KLÍČOVÉ SLOVÁ**

## **ABSTRACT**

## **KEYWORDS**

BÁRDOSSY, Adrián *Multiplatformní aplikace pro správu síťových prvků Mikrotik*: diplomová práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací, 2018. 26 s. Vedúci práce bol Ing. Ondřej Krajsa, Ph.D

## PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som svoju diplomovou prácu na tému „Multiplatformní aplikace pro správu síťových prvků Mikrotik“ vypracoval(a) samostatne pod vedením vedúceho diplomovej práce, využitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce.

Ako autor(ka) uvedenej diplomovej práce ďalej prehlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto diplomovej práce som neporušil(a) autorské práva tretích osôb, najmä som nezasiahol(-la) nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a/nebo majetkových a som si plne vedomý(-á) následkov porušenia ustanovenia § 11 a nasledujúcich autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorskom, o právach súvisiacich s právom autorským a o zmeně niektorých zákonov (autorský zákon), vo znení neskorších predpisov, vrátane možných trestnoprávných dôsledkov vyplývajúcich z ustanovenia časti druhej, hlavy VI. diel 4 Trestného zákoníka č. 40/2009 Sb.

Brno .....

.....

podpis autora(-ky)

## POĎAKOVANIE

Rád by som poďakoval vedúcemu bakalárskej práce pánovi Ing. Ondřejovi Krajsovi, Ph.D. za odborné vedenie, konzultácie, trpezlivosť a podnetné návrhy k práci.

Brno .....

.....

podpis autora(-ky)

## POĎAKOVANIE

Výzkum popsaný v tejto diplomovej práci bol realizovaný v laboratóriách podporených projektom SIX; registračné číslo CZ.1.05/2.1.00/03.0072, operačný program Výzkum a vývoj pro inovace.

Brno .....

.....  
podpis autora(-ky)

# OBSAH

<b>1</b>	<b>Úvod do diplomovej práce</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Mikrotik a RouterOS (SwitchOS)</b>	<b>12</b>
2.1	Mikrotik API . . . . .	12
2.1.1	Požiadavky na použitie API . . . . .	12
2.1.2	Porty . . . . .	12
2.1.3	Základný port 8728 . . . . .	12
2.1.4	SSL port 8729 . . . . .	13
2.2	API slová . . . . .	14
2.3	Príkazové slová API . . . . .	14
2.4	Použitie atribútov v príkaze a filtrovanie . . . . .	14
2.5	Špeciálne slová API . . . . .	15
<b>3</b>	<b>Pripojenie na Mikrotik</b>	<b>16</b>
3.1	Možnosti pripojenia . . . . .	16
3.2	Pripojenie pomocou winboxu . . . . .	16
3.3	Pripojenie pomocou webfigu . . . . .	17
3.4	Mactelnet . . . . .	17
3.5	Pripojenie pomocou telnet a SSH . . . . .	18
3.5.1	Pripojenie cez telnet . . . . .	18
3.5.2	Pripojenie pomocou ssh . . . . .	18
<b>4</b>	<b>Programovací jazyk Python</b>	<b>20</b>
4.1	Python 2 . . . . .	20
4.2	Python3 . . . . .	20
4.3	Rozdiely medzi python2 a python3 . . . . .	20
4.4	oužité knižnice . . . . .	20
<b>5</b>	<b>Grafický návrh riešenia práce</b>	<b>21</b>
5.1	Problematika . . . . .	21
5.2	Diagramy riešenia . . . . .	21
5.3	Postup spracovania . . . . .	21
<b>6</b>	<b>Konzolová časť aplikácie</b>	<b>22</b>
6.1	Knižnica Mikrotik . . . . .	22
6.2	Použité knižnice pre knižnicu Mikrotik . . . . .	22
6.3	Moduly jednotlivých knižníc . . . . .	22



<b>7 Grafická časť aplikácie</b>	<b>23</b>
7.1 Python Pyqt . . . . .	23
<b>Literatúra</b>	<b>24</b>
<b>Zoznam symbolov, veličín a skratiek</b>	<b>25</b>
<b>Zoznam príloh</b>	<b>26</b>

## ZOZNAM OBRÁZKOV

3.1	Winbox základné prihlasovacie rozhranie . . . . .	16
3.2	Webfig základné prihlasovacie rozhranie . . . . .	17
3.3	Výstup príkazu mactelnet . . . . .	17
3.4	Prihlásenie na mikrotik pomocou príkazu SSH . . . . .	19

## ZOZNAM TABULIEK

# 1 ÚVOD DO DIPLOMOVEJ PRÁCE

Diplomová práca na tému "Multiplatformní aplikace pro správu síťových prvků Mikrotik" sa bude primárne zaoberať samostatným mikrotikom. Primárne pomocou application programmable interface (API) vytvorenie jej konzolovej časti (backendu) a grafickej časti (frontendu). Tieto dve časti dajú celkovú aplikáciu dokopy ako celok.

V prvej časti práci bude definovanie Mikrotik API a jeho možností, porovnanie podobnosti s operačným systémom unix. Ďalej budú popísané možnosti zabezpečenia API pomocou secure socket layer (SSL). Budú tu tiež spomenuté použité porty, a ďalšie možnosti.

V druhej časti práce bude popis API a spôsoboch softvérového riešenia aplikácie pre správu Mikrotikov. Táto časť bude tiež obsahovať niečo ohľadom technológie git, popise, čo je git, princíp tzv. commitu a pushu. Rozdiely medzi vetvami, prepínanie medzi vetvami a pridávanie zmien. Taktiež tu bude spomenutý aj úvod do certifikátov a to konkrétne Single Sign-on metódy.

V ďalšej časti bude návrh riešenia softvérovej implementácie aplikácie. Bude obsahovať popis, princípy, diagramy, hlavne Unified modeling language (UML), popisy knižníc, jednotlivých tried a modulov. Každý modul bude popísaný svojou funkcionalitou, parametrami a výstupom s praktickými ukážkami.

V ďalšej časti bude použitá implementácia softvérového návrhu riešenia. Bude tu riešenie ako v konzolovej časti, jeho ukážky, test a výsledky.

V poslednej časti práce bude ukážka grafického spracovania konzolovej časti aplikácie a ich prepojenia do jednej aplikácie, spoločne s ukážkami kódov, testu a výsledkov.

## 2 MIKROTIK A ROUTEROS (SWITCHOS)

V dnešných malých a stredne veľkých firmách sa na správu siete používajú prevažne routre a switche typu Mikrotik. Mikrotik je firma vyvíjajúca routre a switche, prístupové body a ďalšie sieťové prvky v Litve.

Mikrotik zariadenia používajú operačný systém routerOS, prípadne switchOS. Rozdiel medzi nimi je na základe použitého zariadenia. Čo sa týka routrov, používa operačný systém routerOS, switch používa switchOS, v prípade prístupových bodov (AP) je to routerOS.

### 2.1 Mikrotik API

Za pomoci Mikrotik API môžeme programovať užívateľské programy a prostredia na riadenie a konfiguráciu Mikrotik zariadení. V dnešnej dobe existuje softvér na konfiguráciu mikrotik zariadení a to pod názvom **Winbox**. Winbox v dnešnej dobe existuje len na operačný systém Windows a Macintosh (MAC). Bohužiaľ na operačný systém Linux winbox samostatne neexistuje a musí sa simulovať pomocou emulátoru Windows aplikácií za pomoci programu Wine. Toto spôsobuje komplikácie pri použití niektorých funkcií winboxu ale aj iných programov operačného systému Windows. Výstupom práce bude práve Graphical User Interface (GUI).

#### 2.1.1 Požiadavky na použitie API

- Verzia routerOS verzie *3.0.X* a vyššie [1]

#### 2.1.2 Porty

Základné porty na použitie Mikrotik API [1] sú:

- **API port:** 8728
- **Application programable interface Secure Socket Layer (API-SSL)**  
port: 8729

#### 2.1.3 Základný port 8728

Na základné pripojenie k API aplikácii na prvku Mikrotik musí byť povolený port 8728, ktorý tiež nájdeme v IP-> Services spoločne s API-SSL.

Na základné pripojenie nie je potreba žiadneho transport layer security (TLS) certifikátu. Stačí jednoducho napísať kód a skompilovať ho.

### 2.1.4 SSL port 8729

Pre použitie portu 8729 tiež známeho ako API-SSL portu je potreba zabezpečenej komunikácie pomocou SSL protokolu.

Primárne musí byť nastavený port, základný port 8729 v IP -> Services. Môžeme ale definovať aj užívateľsky definovaný port.

Možnosti nastavenia API-SSL:

- prístup bez certifikátu TLS
- prístup pomocou certifikátu TLS

#### Prístup pomocou certifikátu TLS

Pre použitie certifikátu TLS je potrebné vygenerovať certifikát TLS, a to na certifikačnej autorite alebo na ľubovoľnej linux stanici ideálne, ale tiež to dokážeme spraviť aj na Windows stanici či MAC. Spôsoby vygenerovania certifikátov:

- openssl
- easy-rsa
- Windows Server Certificate Services

#### Openssl

Openssl [4] je softvér na generovanie certifikátov pre komunikáciu v počítačovej sieti. Koreňovo sa používa na prístup na web skrz protokol Hyper Trasfer Transport Protocol Secure (HTTPS). Pre vygenerovanie certifikátov sa musí vygenerovať:

- certifikát *\*.crt*
- certifikačný požiadavok *\*.csr*
- kľúč k certifikátu *\*.key*

#### Easy-rsa

Softvér easy-rsa [2] sa používa na vytvorenie open-source certifikačnej autority a užívateľských certifikátov napr. pre potreby HTTPS spojenia.

Po nainštalovaní easy-rsa napr. na Ubuntu príkazom *sudo apt install easy-rsa* sa musí spraviť nasledovné:

- Nakopírovanie konfiguračných súborov do zložky autority
- Vytvorenie šablóny na vygenerovanie certifikačnej autority
- Vytvorenie užívateľských certifikátov

#### Active Directory Certificate Services

Windows riešenie [10] pre generovanie certifikačnej autority je inštalácia roly servera Active Directory Certificate Services.

Pre použitie certifikačnej autority na Windows servery je potreba:

- Inštalácia role serveru
- Nadefinovanie certifikačnej autority
- Generovanie certifikátov

## 2.2 API slová

API slová [1] sú základnou časťou API "vety". API "veta" predstavuje príkaz v použití príkazu napr. `/ip/address/print`, `/ip/address/add address="10.1.1.1/24"interface=ether1`. Parametre na slová:

- každé slovo má svoju zakódovanú dĺžku t.j.
  - 0 - 127 bitov zaberá 1 Byte
  - 128 - 1023 bitov zaberá 2 Byty
  - 1024 bitov - 2097 kib zaberá 3 Byty
  - viac ako 2098 kib zaberá 4 Byty
- jednotlivé slová súzaraďené do viet
- maximum bztov na slovo sú 4 Byty
- kontrolné byty sa nepoužívajú

## 2.3 Príkazové slová API

Slová Mikrotik API sa zaraďujú do API viet použitím API slov, na ktoré platia požiadavky, ktoré sú spomenuté v kapitole 2.2. Na použitie API viet je potreba začínať znakom `/`. Napr. miesto `ip address print` sa použije `/ip/address/print`.

Pre úplnosť API viet musí platiť [1]

- zakódovaná dĺžka slova
- slovo musí začínať znakom `/`
- musí byť použitá správna syntax

## 2.4 Použitie atribútov v príkaze a filtrovanie

V prípade konfigurácie mikrotik zariadení sa pre nastavenie jednotlivých prvkov používajú tzv. atribúty [1] napr. ip adresa, číslo pravidla, meno rozhrania, nastavenie virtuálnej lokálnej siete (VLAN).

Použitie atribútov má špeciálnu syntax pre konfiguráciu prípadne zmenu prvku na mikrotiku, prípadne pridanie a zmazanie prvku. Na použitie atribútov sa použije špeciálny znak `=`. Napr. `/ip/address/add =address=10.1.1.1/24 =interface=ether1`. Pre filtrovanie prvkov v rámci mikrotik API syntaxe sa používa špeciálny atribút

parameter so znakom `?`. Napr. `/ip/address/print =?type=ether1` vyfiltruje len rozhranie ether1.

## 2.5 Špeciálne slová API

Mikrotik API má možnosť tzv. špeciálnych slov [1]. Špeciálne slová sú slová, ktoré sú rezervované a nesmú sa použiť pre iné použitie ako napríklad meno premennej, metódy, triedy, a iné. Medzi špeciálne slová patria:

- prihlásenie sa na zariadenie `/login`
- ukončenie spojenia na zariadenie `/cancel`
- odhlásenie sa zo zariadenie `/logout`
- získanie všetkých parametrov `/getall`



## 3 PRIPOJENIE NA MIKROTIK

### 3.1 Možnosti pripojenia

Pripojenie na mikrotik je realizované pomocou niekoľkých typov softvéru:

- **Winbox** - základný softvér na konfiguráciu mikrotiku
- **Webfig** - konfigurácia mikrotiku pomocou webového rozhrania štandardne na portoch 80 a 443
- Riadenie mikrotiku pripojením na mac adresu - **mactelnet**
- Pripojenie pomocou protokolu **SSH** - zabezpečené a šifrované spojenie
- Pripojenie pomocou protokolu **telnet** - nebezpečné v dnešnej dobe

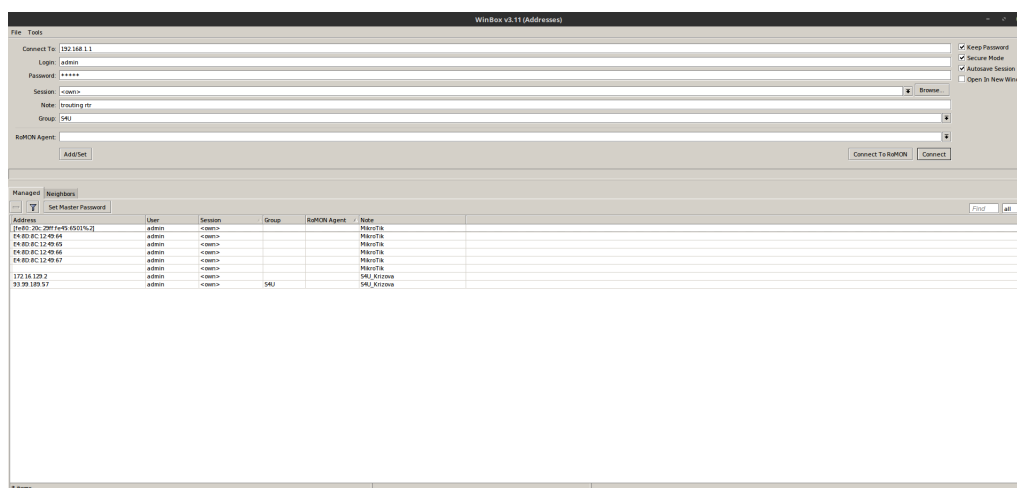
### 3.2 Pripojenie pomocou winboxu

Winbox[9] je nástroj na administráciu mikrotiku. Medzi jeho vlastnosti patrí:

- GUI nástroj (klikátko)
- rýchlosť
- spoľahlivosť

Winbox je prepis konzolovej aplikácie do grafickej. Obsahuje tiež nástroje ktoré sa v konzole nedajú odsimulovať napr. graphs, torch, netmon, scheduler,...

Niektoré funkcie nevieme meniť pomocou winboxu napr. Media Access Control (MAC) adresu rozhrania.



Obr. 3.1: Winbox základné prihlasovacie rozhranie

Režimy winboxu:

- jednoduchý režim - obsahuje na pripojenie len užívateľské meno, heslo a adresu mikrotiku

- pokročilý režim - možnosť pridania skupiny mikrotikov, popisky a názov spojenia

### 3.3 Pripojenie pomocou webfigu

Webfig[8] je webová aplikácia RouterOS a umožňuje konfiguráciu, minitoring a údržbu prvkov RouterOS. Medzi hlavné tasky webfigu patrí:

- konfigurácia mikrotiku
- mnotring mikrotiku
- riešenie problémov na mikrotiku za pomoci webového rozhrania



Obr. 3.2: Webfig základné prihlasovacie rozhranie

### 3.4 Mactelnet

Mactelnet[3] predstavuje aplikačný protokol riadený na druhej vsrte referenčného modelu. Tiež predtavuje kombináciu winboxu a telnetu v jednom protokole. Riadi prístup na napr. nový mikrotik, ktorý ešte neobsahuje žiadnu konfiguráciu. Pracuje absolútne rovnakým spôsobom ako telnet. Je možné sa pripojiť len na fyzicky pripojený mikrotik pomocou mactelnet, vzdialený prístup pomocou mactelnet nie je možný.

```
adrian@adrian-Lenovo-Z50-75 ~/Desktop/diplomka2016/bakalaris $ mactelnet -l
Searching for MikroTik routers... Abort with CTRL+C.

IP           MAC-Address  Identity (platform version hardware) uptime
192.168.1.1  64:d1:54:53:59:72 MikroTik (MikroTik 6.41.2 (stable) R8750r2) up 10 days 23 hours GMB8-QCUB ether2
```

Obr. 3.3: Výstup príkazu mactelnet

Po pripojení na mikrotik pomocou mactelnet sa nastaví základná konektivita a pripájame sa potom na základe Internet Protocol (IP) adresy.

## 3.5 Pripojenie pomocou telnet a SSH

Ďalšou možnosťou pripojenia na mikrotik je prihlásenie sa pomocou telnetu[7] prípadne SSH[6] na konzolu mikrotiku. Napríklad na nastavenie fronty, firewallu,... .

### 3.5.1 Pripojenie cet telnet

Telnet predstavuje protokol, ktorý umožňuje pripojenie na vzdialené servery. Jeho štandardným portom je port 23.

Na povolenie pripojenia pomocou telnetu je potrebné povoliť službu telnet na mikrotiku v IP -> Services. Pre bezpečnostné účely by sa telnet nemal používať, je terčom útokov nakoľko je nešifrovaný. Pokiaľ chceme povoliť telnet na pripojenie na mikrotik, by sa mal minimálne zmeniť štandardný port z 23 na užívateľsky definovaný port.

Príklad príkazu na pripojenie na zariadenie pomocou telnetu: *telnet <IP adresa> <port>*

### 3.5.2 Pripojenie pomocou ssh

SSH predstavuje protokol, ktorý umožňuje vzdialené pripojenie pomocou tohoto protokolu. Používa štandardný port 22. Tak isto ako u telnetu, pre SSH platí to isté, je potrebné ho povoliť v IP -> Services. SSH na rozdiel od telnetu je ale šifrovaný a zabezpečený protokol. SSH predstavuje bezpečnú verziu telnetu. Je možné si zabezpečiť SSH prístup na bezpečnejší, a to tak, že sa budú porovnávať verejný a súkromný kľúč certifikátu TKIP. Vstupom pripojenia SSH na mikrotik je na obrázku 3.4.

```

adrian@adrian-Lenovo-Z50-75 ~/Desktop/diplomka2016/bakalaris $ ssh admin@192.168.1.1
The authenticity of host '192.168.1.1 (192.168.1.1)' can't be established.
RSA key fingerprint is SHA256:SRyPppD9fkv88z2HmUqZoCZ4UNreKZtehIpxusH0rFg.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Warning: Permanently added '192.168.1.1' (RSA) to the list of known hosts.
admin@192.168.1.1's password:

      MMM      MMM      KKK      TTTTTTTTTT      KKK
      MMMMM    MMMMM    KKK      TTTTTTTTTT      KKK
      MMM MMMM MMM III KKK KKK RRRRRR 000000 TTT III KKK KKK
      MMM MM MMM III KKKKK RRR RRR 000 000 TTT III KKKKK
      MMM MMM III KKK KKK RRRRRR 000 000 TTT III KKK KKK
      MMM      MMM III KKK KKK RRR RRR 000000 TTT III KKK KKK

MikroTik RouterOS 6.41.2 (c) 1999-2018 http://www.mikrotik.com/

[?] Gives the list of available commands
command [?] Gives help on the command and list of arguments

[Tab] Completes the command/word. If the input is ambiguous,
a second [Tab] gives possible options

/ Move up to base level
.. Move up one level
/command Use command at the base level

[admin@MikroTik] >

```

Obr. 3.4: Prihlásenie na mikrotik pomocou príkazu SSH

## 4 PROGRAMOVACÍ JAZYK PYTHON

### 4.1 Python 2

### 4.2 Python3

### 4.3 Rozdiely medzi python2 a python3

### 4.4 oužité knižnice

## **5 GRAFICKÝ NÁVRH RIEŠENIA PRÁCE**

### **5.1 Problematika**

### **5.2 Diagramy riešenia**

### **5.3 Postup spracovania**

## **6 KONZOLOVÁ ČASŤ APLIKÁCIE**

### **6.1 Knižnica Mikrotik**

### **6.2 Použité knižnice pre knižnicu Mikrotik**

### **6.3 Moduly jednotlivých knižníc**

## 7 GRAFICKÁ ČASŤ APLIKÁCIE

### 7.1 Python Pyqt



# LITERATÚRA

- [1] *Manual:API* [online]. 2014, [cit. 24.03.2018]. Dostupné z URL: <<https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:API>>
- [2] *How to Install Configure Easy-RSA* [online]. 2013, [cit. 24.03.2018]. Dostupné z URL: <<https://docs.bigchaindb.com/projects/server/en/latest/production-deployment-template/easy-rsa.html>>
- [3] *MAC Level Access (Telnet and Winbox)* [online]. 2007, [cit. 26.03.2018]. Dostupné z URL: <<https://mikrotik.com/testdocs/ros/2.9/tools/mactelnet.php>>
- [4] Mitchell Anicas *OpenSSL Essentials: Working with SSL Certificates, Private Keys and CSRs* [online]. 2012, [cit. 24.03.2018]. Dostupné z URL: <<https://www.digitalocean.com/community/tutorials/openssl-essentials-working-with-ssl-certificates-private-keys-and-csrs>>
- [5] *CISCO: Open Shortest Path First (OSPF)* [online]. 2009, [cit. 09.11.2014]. Dostupné z URL: <<http://www.cisco.com/c/en/us/products/ios-nx-os-software/open-shortest-path-first-ospf/index.html>>.
- [6] Tatu Ylonen *SSH PROTOCOL*) [online]. 2017, [cit. 26.03.2018]. Dostupné z URL: <<https://www.ssh.com/ssh/protocol/>>
- [7] *What is telnet?*) [online]. 2018, [cit. 26.03.2018]. Dostupné z URL: <<https://kb.iu.edu/d/aayd>>
- [8] *Manual: Webfig* [online]. 2018, [cit. 26.03.2018]. Dostupné z URL: <<https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Webfig>>
- [9] *Manual: Winbox* [online]. 2018, [cit. 26.03.2018]. Dostupné z URL: <<https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Winbox>>
- [10] *Install the Certification Authority* [online]. 2017, [cit. 24.03.2018]. Dostupné z URL: <<https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/networking/core-network-guide/cncg/server-certs/install-the-certification-authority>>

# ZOZNAM SYMBOLOV, VELIČÍN A SKRATIEK

AP Prístupový bod

API Application programable interface

API-SSL Application programable interface Secure Socket Layer

GUI Graphical User Interface

IP Internet Protocol

IPSEC Internet Protocol Security

MAC macintosh

MAC Media Access Control

SSL Secure Socket Layer

TLS Transport Layer Security

UML Unified Modeling Language

## ZOZNAM PRÍLOH