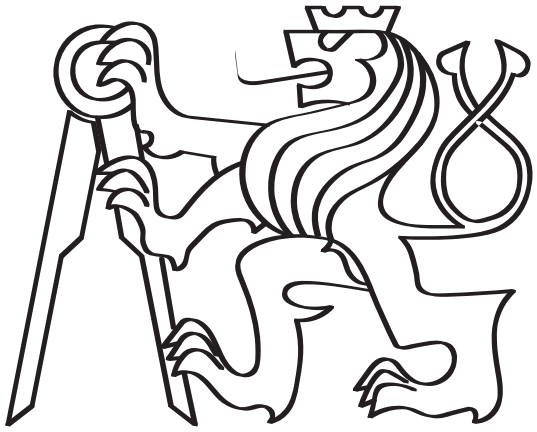
České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Katedra telekomunikační techniky



Bakalářská práce

Automatizace konfigurace síťových prvků pomocí Ansible

Miroslav Hudec

Studijní program: Komunikace, multimédia a elektronika
Studijní obor: Síťové a informační technologie
Vedoucí práce: Miloš Kozák

Praha, Březen 2016

Obsah

Seznam použitých zkratek

API Application Programming Interface 9

BGP Border Gateway Protocol 14

CLI Command Line Interface *(Příkazová řádka)* 6, 9, 17

DHCP Dynamic Host Configuration Protocol 9

DRP Disaster Recovery Plan 7

EIGRP Enhanced Interior Gateway Routing Protocol 14

IDPS Intrusion Detection and Prevention System 10

IP Internet Protocol 13, 14

ISP Internet Service Provider *(Poskytovatel internetu)* 6

ITIL Information Technology Infrastructure Library 7

OSPF Open Shortest Path First 14

RIP Router Information Protocol 14

SDN Software Defined Network 10

SNMP Simple Network Management Protocol 7–9

SPOF Single Point of Failure 12, 13

TCP Transmission Control Protocol 13, 17

UDP User Datagram Protocol 13

VLAN Virtual Local Area Network 14

YAML Yet Another Markup Language 16

Seznam pojmů

Control plane

10

Data plane

10

NETCONF

description 9

OpenFlow

10

RESTful

description 9

RM ISO/OSI

Referenční model ISO/OSI je standardizovaný model abstrahující úkony telekomunikačního systému do 7 vrstev. Tato abstrakce umožňuje lépe vytvářet standardy a popisovat všeobecné principy síťové architektury. [12] 13

YANG

description 9

Zadání projektu

Využijte nástroj Ansible pro automatickou správu sítových prvků. Zaměřte se na síťové prvky od společnosti Mikrotik a rozšiřte nástroj Ansible tak, aby bylo možné konfigurovat základní i pokročilé funkce těchto síťových prvků. Mezi základní funkce patří správa uživatelský účtů, logování a adresace síťových rozhraní. Mezi pokročilé funkce patří správa firewallu, překladu adres a síťových mostů. Navrhněte případy užití, na kterých ukážete funkci implementovaného rozšíření.

Motivace

V důsledku stálého rozvoje dnešních počítačových sítí a zvyšovaní nároků na ně kladených, je často potřeba zavádět do produkčního provozu větší množství nových a výkonnějších zařízení. V současnosti bývají tato zařízení konfigurována jedno po druhém, což prodlužuje dobu nutnou pro nastavení a tím samozřejmě zvyšuje náklady na implementaci. Cílem této práce je zefektivnění tohoto postupu navrhnutím řešení, které umožní automatizovanou konfiguraci mnoha zařízení dle zadaných požadavků. Zařízení by tak bylo možné nakonfigurovat během velmi krátké doby a s minimálním úsilím. V rámci této práce se budu věnovat konfiguraci zařízeních MikroTik.

Abstrakt

1 Úvod

Rozvoj datových sítí v současné době probíhá velmi rychlým tempem. Poptávka po službách přenosu dat stále narůstá a datové sítě navíc přebírají role mnoha dalších sítí, jako jsou například hlasové či televizní sítě. Zvyšující se požadavky na propustnost a spolehlivost datových sítí spolu s rostoucím počtem internetových přípojek ústí v potřebu nasazovat velké počty síťových zařízení především do přístupové části sítě. Nasazování většího počtu síťových zařízení s sebou však přináší mnoho výzev. Nová zařízení je potřeba správně nastavit tak, aby odpovídala požadavkům dané sítě a umístění konkrétního prvku v topologii sítě. Dále je pak potřeba tato zařízení dohledovat, aby bylo možné odhalit případné poruchy či abnormality v síťovém provozu. V neposlední řadě je třeba umožnit vzdálenou správu zařízení tak, aby bylo možné provádět změny v konfiguraci každého zařízení v návaznosti na aktuální požadavky bez nutnosti fyzického přístupu k zařízení.

Ať už se jedná o nasazování aktivních prvků v síti Internet Service Provider *(Poskytovatel internetu)* (ISP) či v rozsáhlejší podnikové síti, vždy platí, že čas jsou peníze. A ekonomické hledisko bývá často až na prvním místě. Je proto velmi důležité celý proces implementace nových zařízení do provozu co nejvíce zefektivnit, a to jak po stránce potřebného času, tak nároků na lidské zdroje. V ideálním případě by tak měl celý proces implementace obstarat jeden technik v co nejkratším čase a samozřejmě bezchybně. K naplnění takových požadavků je však potřeba nalézt systém pro usnadnění a automatizaci celého procesu.

1.1 Správa moderních sítí

Korektně definovaná a aplikovaná správa počítačových sítí představuje fundamentální předpoklad pro jejich hladký a bezchybný provoz. Navzdory svojí důležitosti a nárokům kladeným na dnešní sítě však často administrátoři těchto sítí spoléhají na poměrně základní a přímočaré postupy: Změny v konfiguracích jednotlivých síťových prvků jsou převážně prováděny ručně pomocí zastaralých low-level nástrojů, jako je Command Line Interface *(Příkazová řádka)* (CLI). Takovýto přístup, který vyžaduje připojení se zvlášť ke každému zařízení je však velmi časově náročný. Navíc ve světě, kde jsou sítě stále rozlehlejší, komplexnější a dynamičtější roste i riziko lidské chyby. Takováto chyba v konfiguraci byť jediného zařízení přitom může mít fatální dopady na provoz celé sítě.

Prvotní pokusy o lepší zvládnutí obsluhy síťových prvků vzešly právě od síťových administrátorů, kteří sepisovali a spouštěli nejrůznější skripty. Tyto skripty se však postupem času stávaly stále sofistikovanější, přičemž každý administrátor udržoval svůj vlastní "arzenál". Takovéto skripty mají však bohužel velmi specifické zaměření a vyžadují vysokou úroveň znalostí pro provedení

složitějších úkonů a zamezení nechtěným vedlejším účinkům. Sestavení takového skriptu navíc vyžaduje značnou odbornost a dlouhé testování metodou pokus-omyl.

Dalším nezbytným předpokladem pro provoz počítačové sítě je správa dokumentace, především udržování záznamů o stavu jednotlivých prvků a jejich konfigurací. Dojde-li například k poruše zařízení, je třeba zajistit, aby po opravě poruchy bylo možné uvést zařízení do původního stavu v co nejkratším čase. Za tímto účelem bylo vyvinuto mnoho softwarových řešení, které umožňují automatické zálohování konfigurací a jejich následnou obnovu v případě poruchy. Pro ochranu podnikové IT infrastruktury by také měl existovat Disaster Recovery Plan (DRP), který přesně definuje procesní postupy pro případ havárie.

1.1.1 Centralizovaná správa

Aby bylo možné naplnit veškeré požadavky na provoz sítě, je často nutné celou její správu centralizovat. Jsou-li veškeré údaje o stavu sítě dostupné z jednoho kontrolního místa, je mnohem snazší dohlížet na provoz, odhalit případné poruchy a provádět změny v konfiguraci sítě s ohledem na všechny důsledky. Je velmi důležité, aby každá změna byla provedena s ohledem na všechny návaznosti a následně řádně zdokumentována. Provádění změn v síti tak říkajíc ad hoc, například na základě požadavků uživatelů bez jejich řádných zavedení do dokumentace sítě může vést k nestandardnímu chování celé sítě. Toto pak zvláště platí v případě, že o síť se stará více administrátorů. Aby se zamezilo takovýmto možným nedopatřením, měla by být v rámci správy sítě zavedena a striktně dodržována metodika procesního řízení. Jednou z takovýchto standardizovaných metodik je například Information Technology Infrastructure Library (ITIL). Jedná se o sadu praktik pro správu IT služeb, které se zaměřují na sladění IT s potřebami podniku [10]. Takováto metodika by poté měla být součástí širší podnikové politiky.

Monitoring počítačové sítě: Monitoringem počítačové sítě se rozumí nepřetržité sledování stavu zařízení v síti, které umožní odhalit selhávající komponenty sítě a upozornit na tuto skutečnost administrátora sítě. Lze tak jednak předejít možným výpadkům v provozu či určit kde k poruše došlo a značně tak zkrátit čas potřebný na její odstranění. Jedním z jednodušších přístupů k této problematice je centrální shromažďování logů z jednotlivých zařízení. Každé zařízení většinou ukládá informace o svém stavu a provedených úkonech do souboru označovaného jako log. Tyto logy lze pak shromažďovat na jednom centrálním místě, kterým bývá log server. Logy na tomto serveru jsou poté automaticky vyhodnoceny a na základě jejich závažnosti je provedena předdefinovaná akce, jako například upozornění administrátora prostřednictvím e-mailu či SMS.

Další možností pro získávání informací o stavu zařízení je implementace Simple Network Management Protocol (SNMP). Jedná se o protokol navržený pro shromažďování a organizaci

informací ze spravovaných zařízení. Většina dnešních zařízení, jako jsou routery, switche, servery, koncové stanice či tiskárny podporuje tento protokol, SNMP je proto hojně využíván v systémech síťové správy a jedná se de facto o standard. Informace ze zařízeních jsou zde prezentována pomocí proměnných, které mohou být vyhodnocovány prostřednictvím softwaru, který je spuštěn na SNMP serveru. Hodnoty jako například aktuální vytížení procesoru či šířka využitého pásma lze následně vykreslit do grafů, což poskytuje administrátorovi dobrý přehled o stavu jednotlivých zařízení. Stejně jako v předchozím případě je i zde žádoucí předdefinovat akce pro klíčové hodnoty, při jejichž dosažení dojde k informování administrátora. Použití SNMP tak administrátorům poskytuje mnohem sofistikovanější a flexibilnější řešení než prosté shromažďování logů. Další výhodou tohoto řešení je také to, že některá zařízení umožňují i změnu svojí konfigurace prostřednictvím SNMP.

Jednou z oblastí monitorování sítě je také sledování samotného síťového provozu. Informace o provozu směrem do a ze sítě administrátorům většinou zprostředkuje router či firewall a o stavu zařízení v síti jsou informováni díky SNMP. Někdy je ovšem vhodné monitorovat i provoz uvnitř lokální sítě, což poskytuje administrátorům mnoho dalších informací za účelem optimalizace sítě či odhalení případných chyb. Monitorování vnitřního provozu navíc zvyšuje bezpečnost, protože díky němu lze odhalit nestandardní síťový provoz, který by mohl představovat potenciální rizika. Za tímto účelem se využívají takzvané síťové sondy, které shromažďují a analyzují veškerý síťový provoz. Získané statistiky pak poskytují informace například o tom, jaký druh provozu ve kterých částech sítě a v jakou dobu prochází. Takových údajů lze využít pro potřebné změny v konfiguraci jednotlivých aktivních prvků pro optimalizaci provozu. Síťové sondy jsou také schopny na základě behaviorální analýzy odhalit odchylky od standardního provozu a upozornit na ně administrátora sítě.

Centrální správa konfigurace: K provozování počítačové sítě neodmyslitelně patří správa konfigurací síťových prvků. Nastavení síťových zařízení je ve většině případů reprezentováno souborem obsahujícím konfigurační příkazy. Existuje mnoho možností, jak tyto konfigurace zálohovat a v případě potřeby obnovit do dřívějšího stavu. Nejzákladnějším, ale nezřídka využívaným způsobem je prosté kopírování textu z příkazové řádky a následné uložení do textového souboru. Poněkud lepším řešením je přímo kopírování konfiguračního souboru například na FTP server. Pro rozlehlejší sítě s velkým počtem aktivních prvků je však velmi nevýhodné, aby tyto zálohy byly prováděny ručně. Za tímto účelem existuje řada komerčních nástrojů, jejichž účelem je usnadnit a urychlit proces zálohy a obnovy. Jedná se o aplikace, které se periodicky připojují k síťovým zařízením a kontrolují stav jejich konfigurace, provádějí její zálohu a v případě potřeby jsou schopny na daném zařízení obnovit nastavení do dřívějšího stavu.

Provádění záloh konfigurací síťových prvků je důležité z mnoha důvodů. Tím prvním je samozřejmě snaha minimalizovat dobu výpadku sítě, dojde-li k poruše zařízení. V takovém případě

je nejrychlejším řešením připojit na místo původního zařízení zařízení nové a nahrát do něj konfiguraci ze zálohy. Stejně tak v případě, že síť začne vykazovat nestandardní chování, může být velmi rychlým a efektivním řešením problému vrácení se do stavu, kdy vše fungovalo korektně. Téměř vždy totiž platí, že pokud něco přestane fungovat, předcházela tomu nějaká změna. To je také dalším důvodem, proč pravidelně zálohovat konfigurace aktivních prvků. Je-li naplánovaná jakákoliv změna v konfiguraci sítě, provedení této změny by vždy měla předcházet záloha současného stavu. I při sebevětší snaze síťových administrátorů počítat se všemi možnými následky plánované změny se vždy může objevit něco, s čím se nepočítalo. V takovém případě je nezbytné v první řadě obnovit provozuschopnost sítě, a až následně se věnovat zjišťování co způsobilo daný problém a jak jej pro příště odstranit.

1.1.2 Automatizace počítačových sítí

Hlavním důvodem pro automatizování sítí je odlehčení zátěže administrátorům, kteří jsou jinak často nuceni trávit mnoho času při plnění rutinních a opakujících se úkonů. Administrátoři pak mohou věnovat více pozornosti plánování rozvoje stávající infrastruktury a jejího zefektivnění. Ve výsledku je pak díky automatizaci možné snížit počet administrátorů, což vede ke značnému snížení prostředků nezbytných pro provoz IT infrastruktury. Pojmem automatizace počítačové sítě se rozumí použití aplikací a nástrojů, které jsou schopny do jisté míry samostatně provádět komplexní, zdlouhavé či opakující se procesy při správě počítačové sítě ať s žádnou, či minimální interakcí ze strany administrátora sítě. Automatizované úkoly mohou provádět jak jednoduché a jednoúčelové skripty, tak robustní automatizační nástroje. Síťová automatizace však není pouze skriptování [1]. Zde jsou některé typy síťové automatizace:

Skriptově-orientovaná automatizace: Administrátoři píší skripty za účelem automatizace změny konfigurace síťových zařízení. Za tímto účelem se využívá například RESTful Application Programming Interface (API), YANG, NETCONF, či jednoduchých skriptů ovládajících CLI nebo SNMP. Tyto skripty jsou nejčastěji v jazycích Python, Puppet či Chef, ale lze samozřejmě použít i jiné jazyky. Inteligence je pak obsažena v těchto skriptech. Mnoho síťových prvků také podporuje API, které umožňují lépe algoritmizovat a uchopit přístup k zařízením.

Automatická konfigurace a provisioning: Některé automatizační schopnosti jsou přímo vestavěny do zařízení. Mnoho z nich je dnes považováno za standard, avšak začínaly jako jako automatizační nástroje. Typickým příkladem může být Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) server, díky kterému není třeba nastavovat statické adresy na klientských zařízeních. Jedná se o tak základní službu, že na ni ani není pohlíženo jako na automatizaci, avšak stala se tak fundamentální, že si dnes bez ní deployment koncových zařízení jen těžko představit.

Automatický provoz a řízení: Automatizace pomáhá zejména s každodenními úkoly, jako je

reagování na události a následné rekonfiguraci zařízení. Jakýkoliv úkol z kategorie "prozkoumat a reagovat"spadá sem. Do této kategorie mohou spadat například síťové bezpečnostní systémy jako Intrusion Detection and Prevention System (IDPS), které fungují jako automatizované senzory síťového provozu schopné provést adekvátní akci na základě povahy provozu, například ukončit spojení.

Orchestrace a virtualizace: Další úrovní automatizovaných sítí je koncept tzv. softwarově definovaných sítí - Software Defined Network (SDN). Jedná se o koncept virtualizace kompletní síťové infrastruktury a její koordinované spolupráce. Existuje mnoho definic SDN, avšak v základu se jedná o konceptuální oddělení Data plane a Control plane. Toto rozdělení poskytuje široké možnosti konfigurace jednotlivých prvků. To závislosti na schopnostech takového systému může vést k aplikacemi řízeným sítím, což znamená, že lze nahrávat aplikace poskytující síťové funkce do ovladače (controlleru) a poskytovat tyto funkce v rámci celé sítě. Před příchodem SDN museli členové IT oddělení nasadit nový firmware či dokonce nový hardware, aby mohli poskytovat funkce. S příchodem SDN může být chování sítě řízeno aplikacemi. Společnost Hewlett-Packard kupříkladu provozuje SDN App Store, kde poskytuje aplikace řídící síťová zařízení podporující OpenFlow. Existují také opensourcové SDN systémy, které jsou modulární a jejich schopnosti lze rozšiřovat formou aplikací. Softwarově definovaná síť je pak schopna automaticky přizpůsobovat své chování aktuálním požadavkům v reálném čase a poskytovat tak vyšší kvalitu služeb koncovým uživatelům.

Politikou řízená síť: Tato forma softwarově definované sítě funguje na principu deklarování požadované politiky. Správce sítě popíše *co* chce v sítí provést, a systém sám určí *jak* tyto změny provést. Jedná se o pokročilou formu síťové automatizace, která umožňuje například provozovatelům aplikací definovat, jaké chování od sítě očekávají. Jako příklad lze uvést *Application Centric Networking* od společnosti Cisco [6].

1.2 Současný stav

1.3 Zaměření a cíl práce

Cílem této práce je navrhnout a realizovat postup pro automatizovanou konfiguraci základních funkcí na síťových zařízeních MikroTik s využitím nástroje Ansible. Primárně je tato práce zaměřena na takzvanou out-of-box konfiguraci, tedy prvotní nastavení zařízení, které umožní jeho nasazení do sítě. V rámci této práce se budu věnovat možným postupům k dosažení tohoto cíle, následně popisu mnou zvoleného řešení a jeho obhajobou. V závěru práce pak budou uvedeny konkrétní případy použití. Cílem této práce však není vytvoření plně automatizovaného nástroje pro kompletní správu síťové infrastruktury vystavěné na zařízeních společnosti

MikroTik, nýbrž především co nejvíce usnadnit nastavení základních síťových funkcí a umožnit tak následnou správu pomocí dalších nástrojů. Vzhledem k modulární povaze nástroje Ansible bude však možné v budoucnu přidat další funkce a rozšířit tak schopnosti tohoto nástroje.

2 Analýza

2.1 Základní pojmy

2.1.1 Charakteristiky počítačové sítě

Mezi základní charakteristiky počítačové sítě patří: Topologie, rychlost, cena, bezpečnost, dostupnost, škálovatelnost a spolehlivost.

Pod pojmem topologie si lze představit určitý tvar či strukturu sítě. Zabývá se propojením síťových prvků v rámci sítě a zachycením reálné (fyzické) a logické podoby tohoto propojení. Fyzická topologie popisuje skutečnou konstrukci sítě s jednotlivými uzly a fyzickými zařízeními, včetně popisu kabeláže, která je propojuje. Logická topologie se pak vztahuje k tomu, jak jsou v síti přenášena data mezi jednotlivými uzly. Ačkoliv logická topologie může kopírovat topologii fyzickou (například v domácích sítích), ve větších sítích se tyto topologie liší. Důvodem je zejména zvýšení dostupnosti, spolehlivosti a tím celkové robustnosti sítě. Dojde-li například k poruše zařízení či závadě na kabelu, je možné pozměnit logickou topologii při zachování té fyzické. Provoz bude veden jinou cestou a síť bude stále dostupná a provozuschopná. Změnu logické topologie v případě poruchy jsou pak zařízení schopna provést sama bez vnějšího zásahu, s využitím zvláštních protokolů a ve velmi krátkém čase. S možností poruchy je třeba počítat již při návrhu fyzické topologie a pokud možno zamezit vzniku Single Point of Failure (SPOF), tedy bodu, jehož selhání povede k výpadku provozuschopnosti sítě.

Rychlost: Rychlost sítě udává, jaké množství informace je síť schopna přenést za určitý čas, základní jednotkou rychlosti je bit za sekundu (b/s, bps). Dnešní lokální sítě většinou využívají v přístupové části rychlostí 100 Mb/s označovanou jako Fast Ethernet, nebo 1000 Mb/s označovanou jako Gigabit Ethernet. Vzhledem k neustále rostoucímu objemu přenášených dat, jako sledování on-line videí, videokonferencí, přenos souborů či zálohování na síťová úložiště, rostou i požadavky na přenosovou rychlost v počítačových sítích. Speciálním případem jsou pak datové centra, která vzhledem k enormnímu objemu přenášených dat kladou vysoké nároky, mimo jiné, na přenosovou rychlost. To samozřejmě vyžaduje využití odlišné infrastruktury než u uživatelských sítí, například využití optických vláken, která dosahují vyšších rychlostí než metalické kabely.

Dostupnost: Dostupnost je parametrem popisujícím jak často jsou služby a prostředky poskytované počítačovou sítí přístupné uživatelům. Vetšinou se dostupnost uvádí jako množství času za rok, kdy byly služby poskytované sítí dostupné. Tento poměr je udáván v procentech, kupříkladu dostupnost 99,99% představuje povolený výpadek sítě na 52,56 minut za rok, tedy asi 8,6 sekundy denně. Kritické systémy používané například bezpečnostními složkami, zdravot-

nickými zařízeními či datacentry vyžadují vysokou dostupnost *(High-availability)*. U takovýchto systému se často se uvádí dostupnost 99,999 (”pět devítek), což dává prostor pro nedostupnost služby po dobu 864,3 milisekund denně. K dosažení takto vysoké dostupnosti je třeba v síti či systému eliminovat SPOF, což vyžaduje redundanci a monitorování poruch v reálném čase. Vysoká dostupnost je velmi důležitá také pro podniky. Ve zprávě z roku 1998 společnost IBM uvádí, že americké podniky přišly v důsledku nedostupnosti svých systémů za rok 1996 o 4,54 miliardy dolarů[7].

Spolehlivost: Spolehlivost popisuje schopnost počítačové sítě provést požadovanou akci, jako například komunikaci mezi dvěmi zařízeními. Pro učení spolehlivosti sítě lze použít deterministické či pravděpodobnostní modely [4]. Spolehlivost v počítačové síti určuje jednak kvalita infrastruktury a použité komunikační protokoly. Některé síťové protokoly jsou označovány jako spolehlivé, neboť zahrnují funkce pro potvrzení o doručení vyslané zprávy, či jsou schopné zajistit její opětovné vyslání v případě chyby. Typickým spolehlivým protokolem je například Transmission Control Protocol (TCP). Naopak nespolehlivé protokoly nezaručují doručení vyslané zprávy, mohou se však hodit pro některé specifické aplikace. Mezi nejznámější protokoly z této kategorie patří User Datagram Protocol (UDP) a Internet Protocol (IP).

Bezpečnost: Dnešní sítě a obecně počítačové systémy přenášejí a uchovávají mnoho citlivých informací. Nezbytným požadavkem při provozování sítě je proto zajištění její bezpečnosti, tedy snaha co nejvíce omezit možnost přístupu nepovolaným osobám k těmto datům. Do síťové bezpečnosti však nespadá pouze obrana proti nejrůznějším útokům, ale také omezení dopadu dalších potenciálních hrozeb. Mezi tyto hrozby patří například nedbalost či neznalost uživatelů, přírodní faktory jako požár či záplavy a další. Před plánováním zabezpečení sítě je pak třeba zvážit cenu aktiv (hardware, software, data) a jaké dopady může mít jejich odcizení, poškození či kompromitování. Bezpečnostní opatření by měla být dostatečná, nikoliv však přemrštěná (pro příměr - aby nebyla cena trezoru vyšší než cena jeho obsahu). V návaznosti na možný výskyt bezpečnostních incidentů je třeba mít připraven plán na jejich zvládání a minimalizování jejich dopadu.

Síťovou bezpečnost lze rozdělit do tří základních pilířů: fyzická bezpečnost, bezpečnost sítě a služeb a bezpečnost lidských zdrojů. Do fyzické bezpečnosti spadá například zajištění vhodného prostředí pro provoz IT infrastruktury a jeho zabezpečení proti přístupu nepovolaných osob (uzamykatelné racky a kabinety). Do této kategorie dále spadá fyzická topologie a redundance klíčových cest, provádění záloh důležitých dat či jejich ukládání na bezpečných zrcadlených datových úložištích a další. Bezpečnost sítě a služeb se zabývá především zabezpečením přístupu k těmto službám prostřednictvím autentizace a autorizace, tedy ověřením uživatelů a nastavením přístupových práv k jednotlivým službám a logováním jejich činnosti. Spadá sem také prioritizace služeb, rozdělení sítě (bezpečnostní zóny, virtuální sítě), obvodová bezpečnost (Fi-

rewall, obrana proti útokům z internetu), ochrana koncových zařízení (Antivirové programy, IPS, IDS), ochrana sítě před uživatelem (povolení přístupu do sítě pouze ověřeným uživatelům a stanicím), používání zabezpečených služeb a šifrování, celková správa sítě (správa konfigurací zařízení, monitoring) a mnoho dalších. Bezpečnost lidských zdrojů zahrnuje mimo jiné informovanost uživatelů formou školení, minimalizaci přístupových práv (každý uživatel má přístup pouze tam, kam potřebuje), dodržování interních předpisů a politik. Bohužel právě tento aspekt síťové bezpečnosti bývá často opomíjen. Mnohdy platí, že nejslabším článkem v zabezpečení sítě je právě člověk. Na tuto skutečnost spoléhají útoky založené na sociálním inženýrství, kdy útočník získá klíčové informace od zaměstnance často pouhým dotazem. Útočník s připravenou záminkou kontaktuje některého zaměstnance a požádá jej o určité informace či provedení nějaké akce. Zaměstnanec pak v dobré víře udělá, co útočník žádá, aniž by si byl vědom možných následků svého jednání.

Cena...

Škálovatelnost...

2.1.2 Základní síťové prvky

Přepínač (Switch) Přepínač je síťově zařízení pracující na L2, tedy spojové vrstvě RM ISO/OSI. Jedná se většinou o zařízení s více porty, kdy je ke každému portu připojeno koncové zařízení. Úkolem switche je pak předávat příchozí ethernetové rámce na příslušný port podle cílové MAC adresy. Switch si vede tabulku, ve které přiřazuje adresy zařízení připojených ke konkrétním portům.

Přepínače nahradili v sítích dnes již zastaralé rozbočovače neboli Huby. Ty se od switchů lišily především v tom, že si nevedly tabulku adres připojených zařízení, ale pouze rozesílaly příchozí rámce na všechny porty s výjimkou příchozího. To velmi zvyšovalo provoz v síti. Představme si, že máme 10 osobních počítačů připojených prostřednictvím rozbočovače. Bude-li chtít počítač č. 1 komunikovat s počítačem č. 2, veškerá jejich komunikace v obou směrech bude zároveň odesílána na počítače č. 3-č. 10. Ty pak tato data v lepším případě zahodí, protože jim nejsou určena, v horším případě to umožňuje potenciálnímu útočníkovi odposlouchávat tuto komunikaci.

Toto „zbytečné“ kopírování dat navíc velmi negativně ovlivňuje propustnost sítě. Všechny koncové stanice propojené pomocí hubu tvoří tzv. kolizní doménu. Pokud chce daná stanice vysílat na sdíleném médiu, musí nejdříve naslouchat, je-li médium volné – tedy zda na něm právě nevysílá jiná stanice. V důsledku konečné rychlosti šíření elektromagnetické vlny v médiu však může nastat situace, že stanice začne vysílat krátký okamžik po tom, co začala vysílat jiná stanice a dojde tak ke kolizi. O vzniku této kolize jsou stanice informovány speciálním signálem, po kterém počkají náhodnou dobu, než začnou znovu vysílat. Oproti tomu v sítích, které používají

switche, tvoří kolizní doménu vždy jeden port switche a zařízení k němu připojené. Tato metoda se označuje jako mikrosegmentace a zabraňuje vzniku kolizí. Moderní switche navíc podporují řadu pokročilých funkcí, jako je tvorba virtuálních lokálních sítí Virtual Local Area Network (VLAN), prioritizaci daného typu provozu a v neposlední řadě umožňují zabránit neoprávněným uživatelům v připojení do sítě.

Směrovač (Router) Směrovač je síťové zařízení, jehož úkolem je směrovat provoz mezi vícero sítěmi. Oproti přepínači pracuje pouze s IP adresami, jedná se tedy o L3 zařízení. Router se většinou nachází na okraji lokální sítě a zpracovává data, která jsou určena k odeslání mimo lokální síť, nebo naopak do ní. Router bývá na odchozí straně připojen k jednomu nebo více dalším routerům. Zde je důležité zmínit, že každý port routeru má vlastní IP adresu a porty sousedních routerů, kterými jsou propojeny, se musí nacházet ve stejné podsíti neboli subnetu.

IP adresu můžeme rozdělit na část síťovou a hostovskou. Všechny stanice (angl. hosts) v rámci jedné sítě mají společnou síťovou část IP adresy. Aby bylo možné určit, kde je hranice mezi těmito dvěma částmi adresy, používá se síťová maska (angl. network mask). Ta je stejně jako IP adresa tvořena čtyřmi oktety, tedy 32 bity. Provedením bitové operace AND mezi IP adresou a síťovou maskou dostaneme adresu sítě:

IP adresa 192.168.1.100:	11000000.10101000.00000001.01100100
Síťová maska 255.255.255.0:	11111111.11111111.11111111.00000000
Adresa sítě 192.168.1.0:	11000000.10101000.00000001.00000000

Právě na základě síťové adresy router rozhodne, kam daný paket vyslat. Spadá-li cílová adresa paketu do definovaného adresního rozsahu, je paket odeslán na odpovídající další zařízení. V případě, že router nemá konkrétně definovaný rozsah, do kterého daná adresa spadá, využije výchozího záznamu, který se označuje jako výchozí brána. Tento proces se nazývá směrování a údaje podle kterých se router rozhoduje jsou obsaženy ve směrovací tabulce. Ta může být nastavená staticky administrátorem sítě, nebo dynamicky pomocí směrovacích protokolů jako je RIP, OSPF, EIGRP, BGP a dalších.

2.2 Základní požadavky na konfiguraci

Jaká jsou základní nastavení Mikrotiku, kterých se snažím dosáhnout

2.3 Možnosti konfigurace síťových zařízení

Pomocí čeho a jak lze konfigurovat zařízení různých výrobců.
Vendor specific, opensource
Popis jednotlivých možností, výhody a nevýhody jednotlivých řešení
Někteří výrobci mají vlastní konfigurační nástroje...
Většina komerčních nástrojů se zaměřuje zejména na velké výrobce (Cisco, Huawei, HP, Juniper)
Opensourceové nástroje pro automatizaci (Chef, Puppet, Ansible)

2.4 Ansible

Pozn.: Tuto sekci rozšířím a přepíšu

Ansible je opensource softwarová platforma pro konfiguraci a management (především) serverů. Na rozdíl od ostatních takovýchto nástrojů je Ansible agent-less a nevyžaduje tedy žádnou instalaci agenta na koncových zařízeních. V terminologii Ansiblu se tato zařízení označují jako uzly (angl. *node*) [5]. Informace o jednotlivých uzlech jsou uvedeny v inventáři (angl. *Inventory*), kde je možné definovat skupiny uzlů a proměnné (angl. *Variables*. Proměnné lze použít například pro uživatelská jména a hesla, což značně usnadňuje další práci.

Ansible je napsaný v jazyce Python a primárně používá pro připojení k jednotlivých uzlům protokol SSH. Provádění samotných konfiguračních příkazů mají na starost skripty, tzv. moduly (angl. *modules*). Ty mají definovaný seznam argumentů, na jejichž základě provedou požadovanou operaci. Argumenty určují požadovaný stav nastavovaných hodnot, změny se tak provedou pouze v případě, že aktuální hodnota neodpovídá té požadované.

Většina základních modulů, které jsou součástí instalace Ansiblu je však zaměřena na konfiguraci serverů a vyžaduje podporu jazyka Python na každém uzlu. Ansible pak na základě zvolených argumentů vytvoří skript a spustí jej na zvoleném uzlu. Z tohoto důvodu zatím Ansible neumožňuje konfiguraci většiny síťových prvků. Pro jejich konfiguraci je tak třeba vytvoření modulů, které se spouštějí pouze na straně Ansible serveru a uzlům pak předávají už pouze low-level příkazy. V terminologii Ansiblu se typ tohoto připojení označuje jako lokální (angl. *local*). Potom je pak možné zvolit libovolný typ připojení podporovaný síťovým prvkem (Telnet, SSH, API,...) a přizpůsobit mu daný modul.

Ansible umožňuje spouštění modulů ve dvou základních režimech. V režimu ad-hoc [3] se vždy spustí pouze jeden zvolený modul s danými parametry **??**. Ve druhém režimu se postupně spustí libovolný počet modulů ze seznamu. Tyto seznamy se označují jako playbooks [2]. Playbooks jsou psány v jazyce Yet Another Markup Language (YAML), díky čemuž jsou velmi přehledné

a jednoduché na pochopení. Každý playbook obsahuje název skupiny uzlů, proti kterým budou příkazy použity. Příklad playbooku: **??**. Playbooky také umožnují práci s proměnnými, což značně usnadňuje použití modulů proti velkému počtu koncových uzlů.

2.5 MikroTik

Pozn.: Tuto sekci rozšířím a přepíšu

Společnost MikroTik byla založena v roce 1995 v Litvě a zabývá se vývojem a prodejem síťových prvků. Aktivní prvky od společnosti MikrtoTik využívají operačního systému RouterOS založeného na linuxovém jádře. **??**. Zařízení s tímto operačním systémem nabízejí široké možnosti konfigurace, velké množství podporovaných funkcí a relativně nízkou pořizovací cenu v porovnání se zařízeními konkurenčních značek. Z těchto důvodů jsou velmi oblíbené u lokálních ISP pro realizaci přístupové části sítě, především pak pro bezdrátová řešení. Vzhledem k vysokému počtu nasazovaných zařízení je potřeba co nejvíce usnadnit a urychlit jejich prvotní konfiguraci, což je cílem tohoto projektu.

2.5.1 Možnosti konfigurace zařízení MikroTik

V této části se budu věnovat popisu jednotlivých možností konfigurace zařízení MikroTik.

Pozn.: Tuto sekci rozšířím a přepíšu

Síťové prvky s operačním systémem RouterOS nabízejí tyto možnosti konfigurace:

- Telnet
- SSH
- API
- Web GUI
- WinBox

Telnet

Zkratka z *Telecommunication Network* - představuje základní způsob pro nezabezpečené vzdálené připojení ke CLI. Typicky je provozován na portu TCP 23.

SSH

Secure Shell - zabezpečený komunikační protokol ,náhrada za Telnet. Stejně jako Telnet umožňuje

vzdálené připojení ke CLI. Typicky je provozován na portu TCP 22.

API

Application Programming Interface - rozhraní pro programování aplikací. Jedná se o sbírku procedur, funkcí, tříd či protokolů nějaké knihovny, které může programátor využívat. API určuje, jakým způsobem jsou funkce knihovny volány ze zdrojového kódu programu. [11]. Rozhraní API tak umožňuje tvorbu vlastních softwarových řešení pro komunikaci s RouterOS zařízeními za účelem získání informací a úpravy jejich konfigurace. Ve výchozím stavu je tato služba provozována na portu TCP 8728.

Komunikace se zařízením RouterOS probíhá vysíláním vět, přičemž v odpovědi na jednu větu je přijata jedna nebo více vět. Věty se skládají ze slov a jsou ukončeny slovem nulové délky. Prvním slovem věty je příkaz (command word) následovaný atributy (attribute word) v libovolném pořadí [8].

Web GUI

Web Graphical User Interface - představuje ideální možnost konfigurace pro méně zkušené uživatele, jedná se o grafické prostředí běžící ve webovém prohlížeči.

WinBox

Jednoduchá utilita pro systémy Windows. Zobrazuje grafické prostředí umožňující konfiguraci zařízení. Jednotlivé sekce nastavení jsou co možná nejblíže konzolovým příkazům. Jedná se o proprietární řešení společnosti MikroTik a ve výchozím stavu je pro připojení použit port TCP 8921 [9].

2.6 Shrnutí a vyhodnocení poznatků

Proč jsem se rozhodl pro API?

3 Realizace

3.1 MikroTik API

Popis komunikace API, struktura slov, jak to funguje

3.2 Základní funkce

API, RosAPI, RosRaw - jak fungují, co dělají

3.3 Moduly Ansible

Jaké jsou, co jsou zač, jak fungují, co musí každý modul splňovat

3.4 Ansible Playbook

3.5 Příklady použití

Reference

[1] Dan Conde. Network automation: More than scripting. http://www.networkcomputing.com/data-centers/network-automation-more-scripting/819125107, 2015. [Online].

[2] Ansible Docs. Intro to playbooks. http://docs.ansible.com/ansible/playbooks_intro.html, 2016. [Online].

[3] Ansible Docs. Introduction to ad-hoc commands. http://docs.ansible.com/ansible/intro_adhoc.html, 2016. [Online].

[4] Richard Harris. Network reliability. http://seat.massey.ac.nz/143465/Lectures/Network%20Reliability_2_1s.pdf. [Online].

[5] Lorin Hochstein. *Ansible: Up and Running*. O'Reilly Media, Inc., May 2015.

[6] Cisco Systems, Inc. Cisco application centric infrastructure. http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/data-center-virtualization/application-centric-infrastructure/index.html. [Online].

[7] IBM Global Services. Improving systems availability. http://www.dis.uniroma1.it/~irl/docs/availabilitytutorial.pdf, 1998.

[8] MikroTik Wiki. Manual:api - mikrotik wiki. http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:API. [Online].

[9] MikroTik Wiki. Manual:winbox - mikrotik wiki. http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Winbox. [Online].

[10] Wikipedia. Information technology infrastructure library — wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/ITIL, 2014. [Online].

[11] Wikipedia. Api — wikipedia, the free encyclopedia. https://cs.wikipedia.org/wiki/API, 2016. [Online].

[12] Wikipedia. Osi model — wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/OSI_model, 2016. [Online].