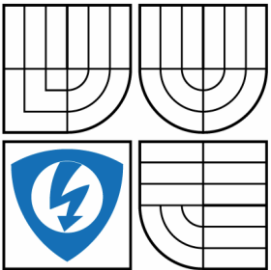


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

# INFORMAČNÍ SYSTÉM PRO MONITOROVÁNÍ POČÍTAČOVÉ SÍTĚ

INFORMATION SYSTEM FOR COMPUTER NETWORK MONITORING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

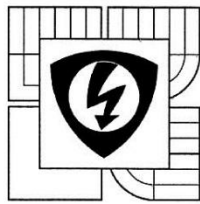
ROMAN TOMÁŠEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. TOMÁŠ MACHO, Ph.D.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

# Bakalářská práce

bakalářský studijní obor  
Automatizační a měřicí technika

**Student:** Roman Tomášek

**Ročník:** 3

**ID:** 50461

**Akademický rok:** 2012/13

## NÁZEV TÉMATU:

### Informační systém pro monitorování počítačové sítě

#### POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Seznamte se s problematikou monitorování počítačové sítě s využitím SNMP protokolu.
2. Navrhněte databázový systém pro ukládání informací o zařízeních připojených k fakultní počítačové síti (název, MAC adresa, IPv4 a IPv6 adresa, DNS A, AAAA, případně CNAME záznam, umístění, telefon).
3. Navrhněte koncepci systému, který by umožňoval získávat pomocí SNMP protokolu z keše sousedů směrovače dvojice IPv6 adresa - MAC adresa a z L2 přepínačů dvojice MAC adresa - port, k nimž je zařízení připojeno. Systém by měl do databáze uložit IPv6 adresu, MAC adresu, port a čas pořízení záznamu.
4. Implementujte webové rozhraní, které by umožňovalo vyhledávat v databázi na základě IPv6 adresy přepínač a port, k němuž je zařízení připojeno.
5. Řešte problematiku autorizace přístupu uživatelů do systému.
6. Systém naprogramujte a odlaďte.

#### DOPORUČENÁ LITERATURA:

SATRAPA, Pavel. Internetový protokol verze 6. Třetí aktualizované a doplněné vydání. Praha: CZ.NIC, z. s. p. o., 2011. ISBN 978-80-904248-4-5.

DOSTÁLEK, Libor a Alena KABELOVÁ. Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS. 5. akt. vyd. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-2236-5.

**Termín zadání:** 11.2.2013

**Termín odevzdání:** 27.5.2013

**Vedoucí práce:** Ing. Tomáš Macho, Ph.D.

**Konzultanti bakalářské práce:**

**doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.**

*předseda oborové rady*

#### UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské 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 a díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.



## **Abstrakt**

Tato práce pojednává o návrhu informačního systému, který slouží ke shromažďování informací o zařízeních připojených k počítačové síti. Potřebná data jsou získávána pomocí protokolu SNMP a ukládána do databáze. Pomocí webového rozhraní je možné vyhledat na základě IPv6 nebo MAC adresy L2 přepínač a port přepínače, ke kterému je zařízení připojeno.

## **Klíčová slova**

SNMP, IPv6, informační systém, databáze

## **Abstract**

This thesis is about design information system that is used to collect information about devices connected to computer network. The necessary data are collected using SNMP and stored in a database. Using the web interface you can search based on IPv6 or MAC addresses L2 switch and the switch port which the device is connected.

## **Keywords**

SNMP, IPv6, information system, database

### **Bibliografická citace:**

TOMÁŠEK, R. *Informační systém pro monitorování počítačové sítě*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2013. 49s. Vedoucí bakalářské práce byl Ing. Tomáš Macho, Ph.D.

## **Prohlášení**

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Informační systém pro monitorování počítačové sítě jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si 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.

V Brně dne: **23. května 2013**

.....  
podpis autora

## **Poděkování**

V této sekci je možno uvést poděkování vedoucímu práce a těm, kteří poskytli odbornou pomoc (externí zadavatel, konzultant, apod.).

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Tomáši Macho, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé diplomové práce.

V Brně dne: **23. května 2013**

.....  
podpis autora

# Obsah

1 Úvod	8
2 SNMP (Simple Network Management Protocol)	9
2.1 Úvod	9
2.2 MIB (Management Information Base)	11
2.3 Služby SNMP	14
2.4 Bezpečnost přístupu	14
2.5 Typy SNMP objektů	15
3 IPv6 (Internet Protocol verze 6)	16
4 Databázový systém	18
4.1 Normalizace	18
4.1.1 První normální forma (1NF)	18
4.1.2 Druhá normální forma (2NF)	19
4.1.3 Třetí normální forma (3NF)	19
4.2 Kardinalita vztahů mezi entitami	21
5 Návrh databázového systému pro ukládání informací o zařízeních připojených k fakultní počítačové síti	22
5.1 Rozbor zadání	22
5.2 Návrh databáze	22
6 Implementace uživatelského rozhraní	27
6.1 Návrh obrazovek (formulářů aplikace)	27
6.2 Přístup uživatelů	29
7 Realizace pomocí PHP, MySQL	30
7.1 Sběr dat ze síťových prvků	32
8 Dosažené výsledky	35
9 Závěr	37
10 Literatura	38
11 Přílohy	39

# 1 ÚVOD

S rozvojem výpočetní techniky jsou kladeny stále vyšší požadavky na to, aby byla zařízení připojena k počítačové síti. Ať už se jedná o lokální síť nebo celosvětovou počítačovou síť internet. Mezi tato zařízení patří osobní počítače, mobilní telefony, tiskárny atd. Aby bylo možné tato zařízení k síti připojit, musí mít každé zařízení svoji IP adresu. Nejpoužívanějším protokolem je protokol IP verze 4. Dnes jsou již tyto adresy téměř vyčerpány, proto přichází na řadu jeho aktualizovaná verze a to IP verze 6. Adresa IPv6 je tvořena 128 bitovým číslem. Díky tomu je teoreticky možné, že tyto adresy nebudou nikdy vyčerpány.

Protože jsou tyto IPv6 adresy přidělovány jednotlivým síťovým zařízením pomocí mechanismů sloužících k udržení soukromí uživatele na počítačové síti, nemusí mít správce sítě přehled o tom, které zařízení má přidělenou danou IPv6 adresu. Může nastat situace, kdy některé ze zařízení začne v počítačové síti provádět nekorektní činnost. V takovémto případě potřebuje správce sítě nástroj, který by mu pomohl dané zařízení identifikovat. Zde nastupuje na scénu Informační systém, který je schopný ze síťových uzlů jako jsou směrovače nebo L2 přepínače získat potřebná data o zařízeních v síti a uložit je do databáze, ze které je následně možné pomocí dotazu získat informaci o daném zařízení, která poslouží k jeho identifikaci.



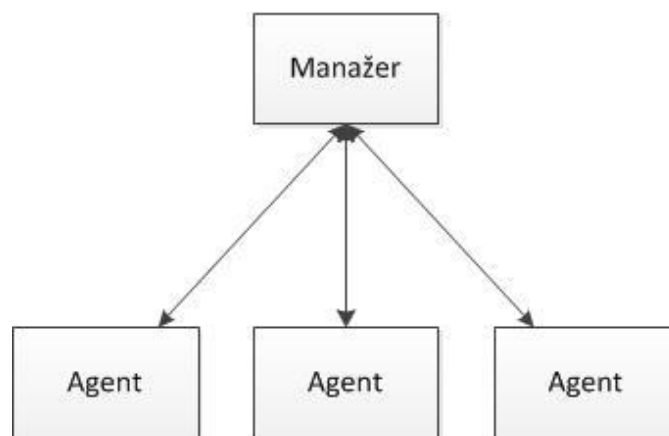
## 2 SNMP (Simple Network Management Protocol)

### 2.1 Úvod

Jedná se o aplikační protokol založený na modelu klient/server. Slouží ke správě uzlů sítě (servery, pracovní stanice, tiskárny, směrovače, přepínače a další) a tím umožňuje správcům sítě zvyšování výkonu sítě nebo hledání a řešení problémů na síti.

Komunikace probíhá pomocí protokolu UDP. Protokol UDP je použit, protože jej lze implementovat i do nejjednodušších zařízení. Dalším důvodem je, že pokud by z nějakého důvodu nešlo na síti vytvořit spojení nutné pro TCP, nebylo by možné síť pomocí protokolu SNMP spravovat.

Model klient/server se skládá ze SNMP manažera (klient) a SNMP agenta (server).



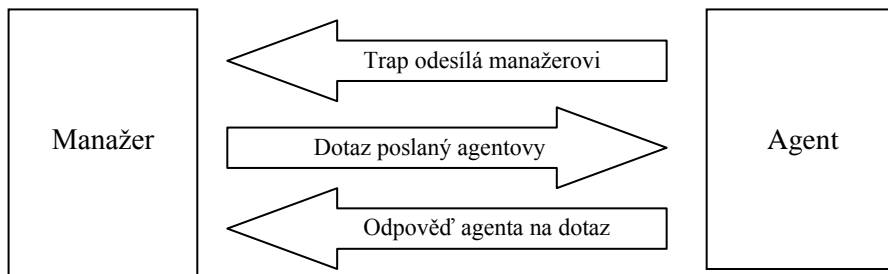
**obr.1 Hierarchie mezi manažerem a klientem**

**SNMP manažer** - je program, běžící na síťové stanici. Může to být jednoduchý prohlížeč SNMP, ale také složitý NMS (Network Management System). Funkce spočívá v dotazování jednotlivých SNMP agentů pomocí SNMP operací. Smyslem je získat všechny potřebné informace o daném zařízení, které agent reprezentuje. SNMP manažer poskytuje většinou grafické rozhraní, které umožňuje prezentaci získaných dat, sledování síťových alarmů a archivaci dat (např. k analýze časového vývoje).

**SNMP agent** - je malý program, běžící na síťovém zařízení, který jej reprezentuje a odpovídá na dotazy SNMP manažera. Agent proto neustále monitoruje a sbírá informace o všech dostupných funkcích a stavech daného zařízení. Tyto základní a přídatné informace se spolu nazývají *MIB (Management Information Base)*. MIB je datová hierarchická stromová struktura, která odpovídá danému konkrétnímu zařízení.

## Trap

Informace mohou být také vyslány agentem bez vyžádání manažerem. Jestliže agent detekuje jisté podmínky (jako např. výpadek proudu, překročení mezních údajů, atd.), vyšle tuto informaci, zvanou trap, sám bez vyžádání.



**obr.2 Komunikace mezi Manažer - Agent**

## SNMPv1

Nemá žádné prostředky pro komunikaci mezi manažery, takže funkce managementu nemůže být distribuována mezi více správcovských konzol. Nelze získat větší množství dat jediným dotazem - např. celou velkou směrovací tabulku. Pro autorizaci přístupu k SNMP službě je využíván Community String. Velkou nevýhodou je, že se autentizace posílá po síti jako prostý text.

## SNMPv2

Umožňuje komunikaci manažer-manažer, má schopnost požadavku většího množství dat (bulk retrieval). Poskytuje vyšší zabezpečení. Implementace je však příliš složitá, proto byl protokol upraven na SNMPv2c.

## SNMPv2c

Používá stejný model zabezpečení jako SNMPv1. Zavádí 64 bitový counter, díky čemuž je možné sledovat provoz na vysokorychlostních sítích, jako jsou gigabitové a rychlejší sítě.

## SNMPv3

Vychází z předchozí verze. Navíc nabízí přístup pomocí uživatelských účtů a definování přístupových práv pro každý účet. Umožňuje šifrování přenášených dat.

## 2.2 MIB (Management Information Base)

MIB je databáze, která dovoluje jednoznačně identifikovat informace využívané systémem správy. Aby mohl SNMP manažer i agent tyto informace získat a předávat, je nutná znalost struktury MIB.

Báze dat je objektově orientovaná. Data jsou uložena jako objekty a sdružují se do tříd. Jednotlivé objekty mají hodnoty. Každý řízený objekt v MIB obsahuje veškeré informace potřebné pro popis. Způsob pojmenování objektů je založen na jejich vztahu. Jeden objekt může obsahovat jiné objekty nebo jiné třídy. MIB je tedy tvořena jedním stromem.

Rozděleny jsou do následujících pěti oblastí:

**Configuration Management** - obsahuje jména všech zařízení na síti, jejich charakteristiky a aktuální status. Umožňuje administrátorovi vidět celkové fyzické rozložení sítě.

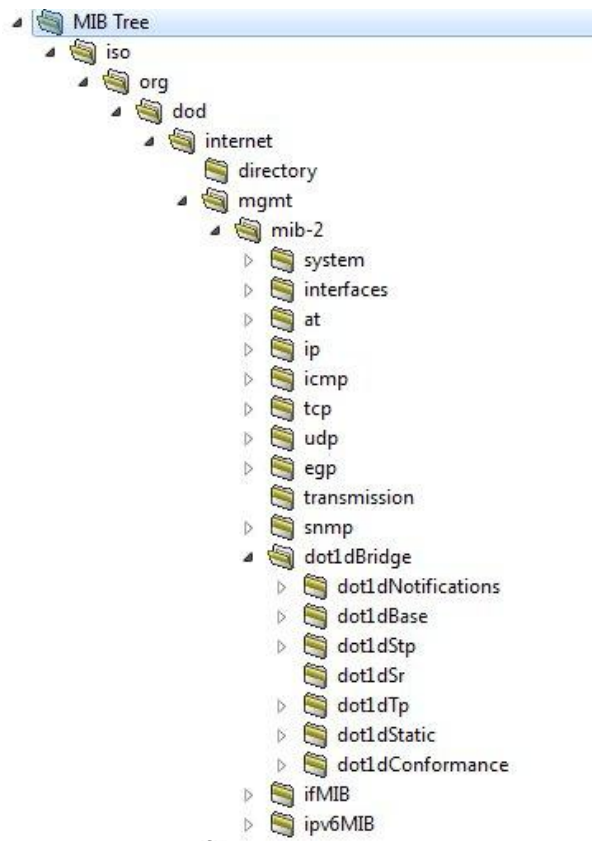
**Performance Management** - určuje efektivní užití sítě a poskytuje informace požadované pro výkonnostní analýzu. Umožňuje administrátorovi monitorovat dostupnost, čas odezev, průchodnost a užití jednotlivých prostředků.

**Fault Management** - detekuje, izoluje a případně opravuje vzniklé problémy.

**Security Management** - řídí a chrání dostupnost informací na síti.

**Accounting** - umožňuje měření využití jednotlivých komponent.

Jedná se tedy o datovou hierarchickou stromovou strukturu, která odpovídá danému konkrétnímu zařízení a je objektově orientována jako sada SNMP objektů, relací a operací na a mezi objekty.



obr.3 Stromová struktura

### SNMP Global Naming Tree

Každý SNMP objekt zařízení musí mít jedinečné jméno, aby se dalo na něj odkazovat při SNMP operacích. Protože jedno zařízení může obsahovat objekty, definované nezávisle několika různými výrobci, schéma pro pojmenování těchto objektů muselo být navrženo tak, aby nemohlo dojít k záměně. Nějaký centrální registr všech možných objektů by byl nekonečně veliký. Byla proto zvolena koncepce hierarchického stromu SNMP Global Naming Tree, vyvinutého ISO.

Standardní MIB struktura tedy odpovídá tomuto SNMP Global Naming Tree, který se skládá z objektů root, subtree a leaf. Každá část tohoto stromu má označení, které se skládá ze dvou částí - stručného textového popisu a číselného integeru. Kořenový uzel (root) je sám bez popisu, ale pod ním jsou přinejmenším tři důležité uzly:

- **iso(1)** - spravován organizací ISO
- **ccitt(0)** - spravován organizací ITU-T (bývalé CCITT)
- **joint-iso-ccitt(2)** - společně spravováno ISO a ITU-T

Jednotlivým výrobcům zařízení jsou přidělovány subtree - jsou jmenováni jeho výkonnými autoritami - a mohou si tak vytvářet do šířky a hloubky neomezenou vlastní strukturu. Takto vzniklé privátní MIB popisují vlastnosti konkrétního zařízení. Většinou jsou ale výrobci zveřejňováni, právě z důvodu umožnění správy těchto prvků i aplikacemi jiných výrobců. Jméno uzlu, OBJECT IDENTIFIER (OID) je tak tvořeno sekvencí těchto číselných integerů na cestě z root přes subtree až k danému objektu typu leaf. Tato decimální notace reprezentuje tedy cestu ke každé z funkcí nebo schopností daného zařízení. Jde o podobný systém jako při specifikacích plných cest k souborům v systémech UNIX a DOS, přičemž nejvyšší úroveň začíná v objektu (root). Textový popis slouží jen k naší snadnější orientaci v této struktuře.

Jedním z cílů práce je pomocí SNMP protokolu získat ze směrovače dvojici IPV6 adresa - MAC adresa a z L2 přepínače dvojici MAC adresa - port. Tyto údaje lze získat z následujících OID:

#### **1.3.6.1.2.1.55.1.12 - ipv6NetToMediaTable**

Jedná se o překladovou tabulku směrovače použitou pro mapování IPv6 adresy k MAC adrese.

Tabulka obsahuje několik sloupců, z nichž nás zajímají tyto:

- ipv6NetToMediaNetAddress - IPv6 adresa odpovídající MAC adrese
- ipv6NetToMediaPhysAddress - MAC adresa

#### **1.3.6.1.2.1.17.4.3 - dot1dTpFdbTable**

Jedná se o tabulku L2 směrovače obsahující záznam o MAC adrese a portu L2 směrovače, ke kterému je zařízení připojeno.

Tabulka obsahuje následující sloupce:

- dot1dTpFdbAddress - MAC adresa připojeného zařízení
- dot1dTpFdbPort - číslo portu, ke kterému je zařízení připojeno
- dot1dTpFdbStatus - status záznamu

## 2.3 Služby SNMP

SNMP v1 definuje služby GET, SET, GET-NEXT a TRAP. SNMP v2 přidává GET-BULK a INFORM (umožňuje komunikaci dvou manažerů mezi sebou).

- GET - slouží pro čtení jedné nebo více hodnot objektů z MIB
- SET - slouží pro zápis jedné nebo více hodnot objektů v MIB
- GET-NEXT - slouží pro sekvenční čtení hodnot z MIB (např. po přečtení prvního řádku tabulky pomocí GET, lze zbytek tabulky přečíst pomocí GET-NEXT)
- TRAP - vysílá agent jako oznámení o významné události (jako např. výpadek proudu, překročení mezních údajů, objevení nového zařízení)
- GET-BULK - slouží pro získání velkého množství informací najednou (např. celé tabulky) místo použití GET a GET-NEXT

## 2.4 Bezpečnost přístupu

Nedílnou součástí SNMP komunikace je zabezpečení přístupu k objektům. Jsou definována přístupová práva k SNMP Agentu ze SNMP manažerů. Každý příkaz obsahuje tzv. Community String, který si lze představit jako kombinaci uživatelského jména a hesla.

Správce zařízení určí jeden Community String pro přístup umožňující čtení-zápis objektů uvnitř zařízení a jeden Community String umožňující pouze číst. Jestliže Community String obsažený v SNMP příkazu souhlasí s jedním z uvedených, bude mu umožněn přístup k zařízení s odpovídající úrovní přístupu. Nesouhlasí-li, požadavek je odmítnut.

Nejpoužívanější Community String u SNMP zařízení je "public" umožňující přístup pouze pro čtení a "private" umožňující přístup pro čtení-zápis.

## 2.5 Typy SNMP objektů

SNMP objekty mohou být dvou typů - skalární hodnoty a tabulky. Skalární objekty mohou nabývat pouze jednoduché nestrukturované hodnoty. Jedná se o několik typů:

- Integer - jednoduché celé číslo. Ačkoliv specifikace nedefinuje žádný limit, většina implementací omezuje tento typ velikostí 32 bitů.
- Counter - nezáporný integer, který se plynule zvětšuje, až dosáhne max. hodnoty ( $2^{32} - 1$ ), poté začíná znovu od nuly. Primárně se používá na sledování informací jako počet odeslaných a přijatých octetů na rozhraní nebo chyb a vyřazení na rozhraní
- Gauge - nezáporný integer, jehož hodnota může vzrůstat i klesat, nikdy ale nemůže překročit max. hodnotu ( $2^{32} - 1$ ).
- TimeTicks - nezáporný integer ( $2^{32} - 1$ ) reprezentující v setinách sekundy čas od jisté doby. Může být použit k vyjádření doby chodu nějakého zařízení od jeho zapnutí.
- IpAddress - 32 bitová IP adresa.
- OCTET STRING - sekvence octetů (bytů). Používá se k vyjádření buď řetězce znaků, např. jméno systému, nebo libovolných binárních dat, např. MAC adresy zařízení.
- OBJECT IDENTIFIER - reprezentuje jméno uzlu. SNMP dovoluje ještě tři jiné typy skalárních hodnot (NULL, Opaque a Network Address), které se ale nepoužívají.

Jako rozšíření těchto nestrukturovaných jednoduchých objektů, dovoluje standard SNMP strukturovat data do tabulek. Tyto tabulky jsou pak uspořádány do řádků a sloupců (obdoba databázových záznamů).

## 3 IPv6 (Internet Protocol verze 6)

IPv6 vzniklo jako reakce na blížící se vyčerpání adresového prostoru protokolu IPv4.

### Rozdělení adres

Stejně jako u IPv4 – jsou adresy přiřazovány síťovým rozhraním, nikoli počítačům. Má-li počítač dvě síťové karty, bude mít každá z nich svou adresu.

Existují tři druhy adres s odlišným chováním:

**Individuální (unicast)** - každá z nich identifikuje jedno síťové rozhraní a data mají být dopravena právě jemu.

**Skupinové (multicast)** - slouží pro adresování skupin počítačů či jiných zařízení. Pokud někdo odešle data na tuto adresu, musí být doručena všem členům skupiny.

**Výběrové (anycast)** - představují novinku a nejzajímavější přírůstek v IPv6.

Také výběrové adresy označují skupinu, data se však doručí jen jedinému jejímu členovi – tomu, který je nejbližší.

Délka adresy je oproti IPv4 čtyřnásobná, její délka je 128 bitů. Adresa je tvořena prefixem a identifikátorem rozhraní.

Individuální (unicast) adresy jsou tvořeny prefixem o délce 64 bitů a identifikátorem rozhraní o délce 64 bitů.

### Prefix

Vyjadřuje příslušnost k určité síti nebo podsíti – všechna rozhraní v jedné síti mají stejný prefix (začátek adresy). Jeho délka může být různá. Může nás zajímat jen prefix poskytovatele Internetu (který bude poměrně krátký) nebo o poznání delší prefix určité konkrétní podsítě.

*Délka prefixu* určuje, kolik bitů od začátku adresy je považováno za prefix.

Například 64 bitů dlouhý prefix 12ab 0000 0000 cd3 lze zapsat několika možnými způsoby:

12ab:0:0:cd30:0:0:0:0/64

12ab::cd30:0:0:0:0/64

12ab:0:0:cd30::/64

### Identifikátor rozhraní

Slouží k identifikaci koncového zařízení v počítačové síti.



Příslušnost k jednotlivým typům určuje prefix adresy:

prefix	význam
::/128	nedefinovaná adresa
::1/128	smyčka (loopback)
fc00::/7	unikátní individuální lokální adresy
fe80::/10	individuální lokální linkové adresy
ff00::/8	skupinové adresy
ostatní	individuální globální adresy

### **Přidělování IPv6 adres**

U protokolu IPv4 je adresu možné přidělit manuálně nebo pomocí tzv. DHCP (Dynamic Host Control Protocol). Ten zařízením přiděluje IPv4 adresy na základě MAC adresy, tzn. že pokud se zařízení bude k síti připojovat opakovaně, bude mu vždy na základě MAC adresy přidělena stejná IPv4 adresa.

U protokolu IPv6 je možné adresu opět nastavit manuálně nebo pomocí stavové a bezstavové konfigurace. U stavové konfigurace se v síti opět nachází DHCPv6. U bezstavové konfigurace si každé zařízení určí IPv6 adresu samo. Jedním ze způsobů přiřazení adresy je algoritmus EUI-64. Identifikátor rozhraní (posledních 64 bitů adresy) je zvolen na základě MAC adresy daného zařízení. Díky tomu je možné vždy dané zařízení identifikovat. Dalším způsobem je Privacy Extensions for Stateless Address Autoconfiguration in IPv6, který zamezuje jednoduché identifikaci zařízení. Identifikátor rozhraní se náhodně generuje a má životnost několik hodin nebo dnů, zařízení jej neustále mění. Díky čemuž není možné sledovat dané zařízení.

## 4 Databázový systém

Databázový systém zapouzdřuje jednak údaje, které jsou uloženy a spravovány v databázi, ale také software pro přístup k těmto údajům.

Databázové systémy mohou být:

- hierarchické a síťové – aplikační programy jsou závislé na databázi
- relační – je pro ně typická neprocedurální manipulace s daty, ukládání dat s jednoduchou strukturou v tabulkové formě
- objektové – používají složité datové struktury a složitá pravidla založená na obchodní logice

Jako databázový systém byl zvolen relační databázový systém MySQL.

### 4.1 Normalizace

Normalizace je proces, s jehož pomocí lze databázi zbavit strukturálních vad. Je souhrnem několika normálních forem, což jsou množiny pravidel udávajících, jaká by měla být struktura tabulek. Normalizační proces spočívá v rozdělování tabulek do menších tabulek, které povedou k lepšímu návrhu databáze.

#### 4.1.1 První normální forma (1NF)

Tabulka splňuje podmínku první normální formy, když všechny atributy (sloupce) jsou atomické, to znamená dále nedělitelné. Jeden sloupec nesmí obsahovat více druhů údajů.

Příklad nenormalizované tabulky:  
zaměstnanci

ID_zaměstnanec	jméno	pozice	ID_oddělení	znalosti
2145	Roman Tomášek	tech.podpora	123	C, PHP, SQL
6587	Petr Záruba	programátor	78	Java, C#
3654	Michal Kopecký	programátor	78	C#, Java

Sloupec znalosti neobsahuje atomické hodnoty, ale soubor hodnot.

Příklad normalizované tabulky:

zaměstnanci

ID_zaměstnanec	jméno	pozice	ID_oddělení
2145	Roman Tomášek	tech.podpora	123
6587	Petr Záruba	programátor	78
3654	Michal Kopecký	programátor	78

znalosti zaměstnanců

ID_zaměstnanec	znalosti
2145	C
2145	PHP
2145	SQL
6587	Java
6587	C#
3654	Java
3654	C#

Znalosti jsou přenesené do samostatné tabulky, které spojuje pouze identifikátor zaměstnanec s jednotlivými znalostmi.

### 4.1.2 Druhá normální forma (2NF)

Tabulka splňuje podmínku tehdy, když splňuje podmínku 1NF a každý atribut, kromě primárního klíče, musí být úplně závislý na celém primárním klíči. Druhá normální forma se týká jen tabulek, které mají více primárních klíčů. Když má tabulka jen jeden primární klíč, je podmínka 2NF automaticky splněna.

### 4.1.3 Třetí normální forma (3NF)

Tabulka je v třetí normální formě tehdy, když je v 2NF a zároveň neexistují závislosti neklíčových atributů tabulky. Atributy nesmí být závislé na ničem jiném než na primárním klíči.

Příklad nenormalizované tabulky:

zaměstnanci

ID_zaměstnanec	jméno	pozice	ID_oddělení	název_Oddělení
2145	Roman Tomášek	tech.podpora	123	Tech.podpora
6587	Petr Záruba	programátor	78	Výzkum, vývoj
3654	Michal Kopecký	programátor	78	Výzkum, vývoj

Tabulka obsahuje tyto funkční závislosti

ID\_zaměstnanec → jméno, pozice, ID\_oddělení, název\_Oddělení

ID\_oddělení → název\_Oddělení

ID\_oddělení není klíčem.

Vzniká tu funkční závislost ID\_zaměstnanec → název\_Oddělení, která je zprostředkovaně závislá. Vznikl tu mezikrok závislost ID\_oddělení → název\_Oddělení. Tato zprostředkovaná závislost se musí odstranit.

Příklad normalizované tabulky:

zaměstnanci

ID_zaměstnanec	jméno	pozice	ID_oddělení
2145	Roman Tomášek	tech.podpora	123
6587	Petr Záruba	programátor	78
3654	Michal Kopecký	programátor	78

oddělení

ID_zaměstnanec	název_Oddělení
2145	Tech.podpora
6587	Výzkum, vývoj
3654	Výzkum, vývoj

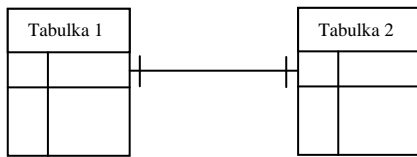
Název oddělení je přenesen do samostatné tabulky. Samostatné tabulky spojuje pouze identifikátor zaměstnanec s jednotlivými názvy oddělení.

## 4.2 Kardinalita vztahů mezi entitami

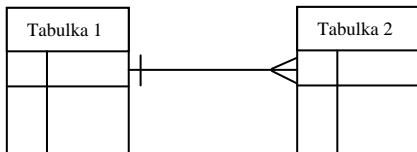
Relace mezi tabulkami vlastně popisují vztahy mezi objekty reálného světa, které tyto tabulky představují.

Definujeme několik druhů vztahů:

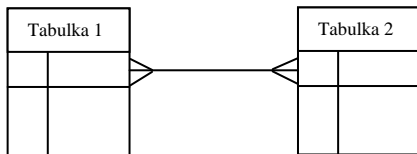
1:1 - první entitě, například záznamu v databázové tabulce odpovídá maximálně jedna druhá entita, tedy záznam v jiné databázové tabulce. Každý řádek primární tabulky je možné svázat jen s jedním řádkem sekundární tabulky.



1:N - první entitě odpovídá více druhých entit. Ale naopak druhé entitě odpovídá maximálně jedna první entita. Každý řádek primární tabulky je možné svázat s jedním nebo více řádky sekundární tabulky.



M:N - první entitě odpovídá více druhých entit. A také naopak, i druhé entitě odpovídá více prvních entit. Více řádků primární tabulky může být svázáno s více řádky sekundární tabulky.



# 5 Návrh databázového systému pro ukládání informací o zařízeních připojených k fakultní počítačové síti

## 5.1 Rozbor zadání

Cílem práce je navrhnout a naprogramovat informační systém, pomocí kterého bude možné dohledat podle IPv6 nebo MAC adresy zařízení připojeného do fakultní sítě, L2 směrovač a port směrovače ke kterému je zařízení připojeno. Podnětem vzniku tohoto systému je fakt, že protokol IPv6 používá bezstavovou konfiguraci IPv6 adres. Konkrétně se jedná o EUI-64 nebo Privacy Extensions for Stateless Address Autoconfiguration in IPv6, kdy si koncové zařízení generuje identifikátor rozhraní náhodně a pravidelně jej mění, díky čemuž není možné udržovat přehled o tom, jaká zařízení se v síti nachází.

Řešení představuje systém, který bude v pravidelných intervalech získávat ze směrovačů obsah tzv. tabulky cache sousedů, která obsahuje dvojici IPv6 adresa a k ní odpovídající MAC adresa. Z L2 směrovačů budou získávány dvojice MAC adresa a odpovídající číslo portu směrovače, ke kterému je zařízení připojeno. Tyto údaje budou uloženy do databáze a pomocí uživatelského rozhraní bude možné v databázi vyhledávat.

## 5.2 Návrh databáze

Databáze bude tvořena následujícími tabulkami. Tabulky jsou vytvořeny tak, aby splňovaly pravidla normalizace.

Použité datové typy pro ukládání dat do tabulky:

**Int (integer)** - celočíselná hodnota

**Varchar** - textové pole s proměnnou délkou. Např. Varchar(20) značí, že lze uložit text o délce až 20 znaků.

**Datetime** – slouží k uložení data a času

## Navržené tabulky pro ukládání dat:

### Tabulka **ipv4**

Tabulka obsahuje záznamy jednotlivých IPv4 adres. Tabulka vznikla proto, aby bylo dosaženo třetí normální formy, je tvořena následujícími atributy:

id\_ipv4 (Int) - primární klíč sloužící k jednoznačné identifikaci každého záznamu  
ipv4 (Varchar(15)) - slouží k uložení IPv4 adresy

### Tabulka **ipv6**

Tabulka obsahuje záznamy jednotlivých IPv6 adres. Tabulka vznikla proto, aby bylo dosaženo třetí normální formy, je tvořena následujícími atributy:

id\_ipv6 (Int) - primární klíč sloužící k jednoznačné identifikaci každého záznamu  
ipv6 (Varchar(39)) - slouží k uložení IPv6 adresy

### Tabulka **ipv6\_mac**

Tabulka obsahuje dvojici IPv6 - MAC adresa získanou ze směrovače, je tvořena následujícími atributy:

id\_ipv6\_mac (Int) - primární klíč sloužící k jednoznačné identifikaci každého záznamu  
id\_ipv6 (Int) - jedná se o cizí klíč odkazující na záznam v tabulce ipv6  
id\_mac (Int) - jedná se o cizí klíč odkazující na záznam v tabulce mac  
vlan (Int) – slouží k uložení čísla VLAN  
jmeno (Varchar(20)) – slouží k uložení názvu směrovače, ze kterého je záznam získán  
datum (Datetime) – slouží k uložení data pořízení záznamu

### Tabulka **host\_name**

Tabulka obsahuje dvojici jméno připojeného zařízení - MAC adresa zařízení. Tabulka vznikla proto, aby bylo dosaženo třetí normální formy, je tvořena následujícími atributy:

id\_host\_name - primární klíč sloužící k jednoznačné identifikaci každého záznamu  
host\_name (Varchar(255)) - slouží k uložení jména hostitele  
id\_mac (Int) - jedná se o cizí klíč odkazující na záznam v tabulce mac

### Tabulka **mac\_port**

Tabulka obsahuje dvojici MAC adresa - port získanou z L2 přepínače, je tvořena následujícími atributy:

id (Int) - primární klíč sloužící k jednoznačné identifikaci každého záznamu

id\_mac (Int) - jedná se o cizí klíč odkazující na záznam v tabulce mac

port (Int) - slouží k uložení čísla portu

jmeno (Varchar(20)) - slouží k uložení názvu L2 přepínače, ze kterého je záznam získán

datum (Datetime) – slouží k uložení data pořízení záznamu

### Tabulka **mac**

Tabulka obsahuje záznamy jednotlivých MAC adres. Tabulka vznikla proto, aby bylo dosaženo třetí normální formy, je tvořena následujícími atributy:

id\_mac (Int) - primární klíč sloužící k jednoznačné identifikaci každého záznamu

mac (Varchar(17)) – slouží k uložení MAC adresy

### Tabulka **router\_switch**

Tabulka obsahuje záznamy o konfiguraci zařízení (směrovače, L2 přepínače), ze kterých jsou získávána data. Je tvořena následujícími atributy:

id (Int) - primární klíč sloužící k jednoznačné identifikaci každého záznamu

zarizeni (Int) - slouží k uložení typu zařízení (1-směrovač, 2-přepínač)

jmeno (Varcha(20)) – slouží k uložení jména zařízení

ip (Varchar(39)) – slouží k uložení IPv6 adresy zařízení

nad\_port (Int) – slouží k uložení čísla nadřazeného portu

datum\_vyt (Datetime) - slouží k uložení data pořízení záznamu

datum\_zm (Datetime) - slouží k uložení data změny záznamu

stav (Int) – slouží k uložení stavu zařízení (1-aktivní, 0-neaktivní)

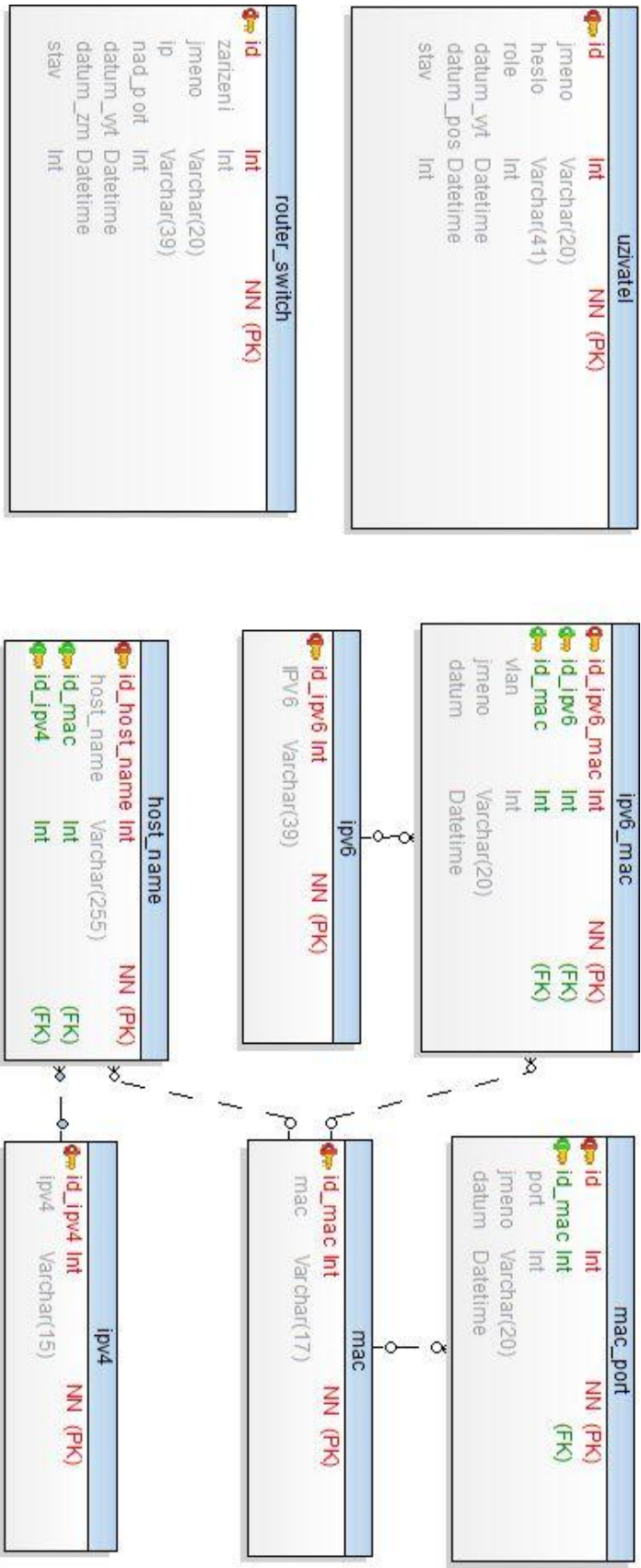


### Tabulka **uživatel**

Tabulka obsahuje záznamy o uživatelských účtech potřebných pro přístup do systému. Je tvořena následujícími atributy:

- id (Int) - primární klíč sloužící k jednoznačné identifikaci každého záznamu
- jmeno (Varcha(20)) – slouží k uložení uživatelského jména
- heslo (Varchar(41)) – slouží k uložení uživatelského hesla v šifrované podobě
- role (Int) - slouží k uložení typu uživatelského účtu (0-uživatel, 1-administrátor)
- datum\_vyt (Datetime) – slouží k uložení data vytvoření účtu
- datum\_pos (Datetime) – slouží k uložení data posledního přihlášení do systému
- stav (Int) - slouží k uložení stavu zařízení (1-aktivní, 0-neaktivní)

Následující obrázek znázorňuje entitně relační diagram navržené databáze.



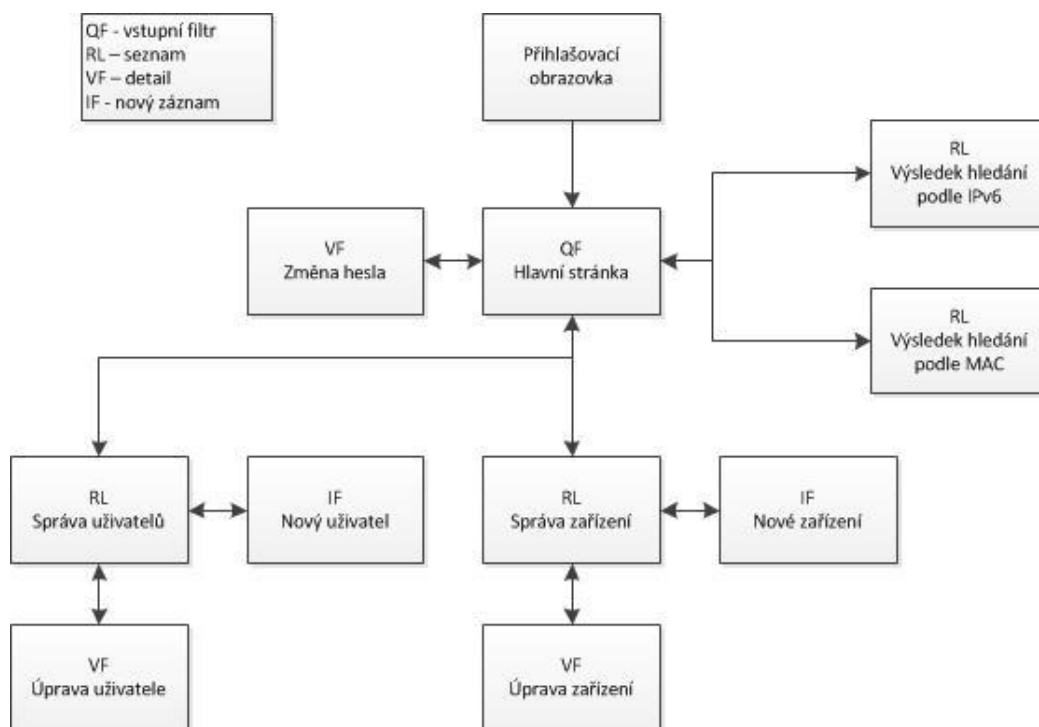
Obr.4 ERD databáze

## 6 Implementace uživatelského rozhraní

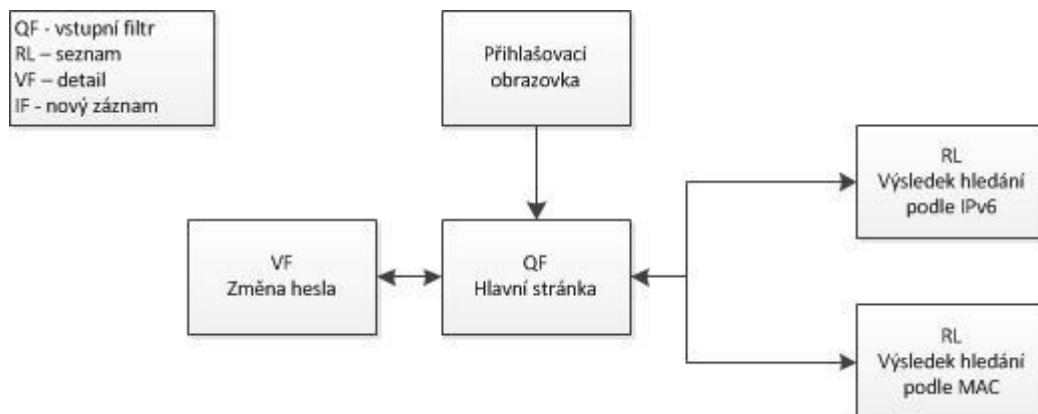
Uživatelské rozhraní umožňuje vyhledávat zařízení na základě IPv6 nebo MAC adresy. Součástí uživatelského rozhraní je i autorizace uživatelů a možnost zadávání oprávněných osob pro práci s aplikací. Umožňuje definovat zařízení, ze kterých jsou pomocí SNMP sbírána data o síťových zařízeních.

### 6.1 Návrh obrazovek (formulářů) aplikace

Uživatelské rozhraní je realizováno jako sada obrazovek (formulářů) webové aplikace. Obrazovky jsou vytvořeny pomocí HTML a PHP. Následující bloková schémata znázorňují dostupné formuláře pro jednotlivé uživatele.



Obr.5 Obrazovky (formuláře) aplikace pro správce systému



**Obr.6** Obrazovky (formuláře) aplikace pro uživatele s omezeným oprávněním

**Popis funkce jednotlivých obrazovek:**

**Přihlašovací obrazovka** - slouží k autorizaci přístupu uživatele do systému pomocí uživatelského jména a hesla.

**Hlavní stránka** - slouží jako rozcestník ke správě uživatelů a zařízení v režimu správce, ke změně hesla a k zadání vyhledávacích parametrů.

**Výsledek hledání podle IPv6** - slouží k zobrazení výsledku hledání. Na obrazovce je možné měnit parametry vyhledávání.

**Výsledek hledání podle MAC** - slouží k zobrazení výsledku hledání. Na obrazovce je možné měnit parametry vyhledávání.

**Změna hesla** - slouží ke změně hesla uživatele

**Správa uživatelů** - slouží k zobrazení existujících uživatelských účtů a pro přístup k úpravě uživatelského účtu nebo vytvoření nového uživatelského účtu

**Úprava uživatele** - slouží k editaci existujících uživatelských účtů

**Nový uživatel** - slouží k registraci nového uživatele

**Správa zařízení** - slouží k zobrazení registrovaných zařízení, ze kterých jsou získávána data a pro přístup k úpravě registrovaného zařízení nebo registraci nového zařízení.

**Úprava zařízení** - slouží k editaci existujících uživatelských účtů a registrovaných zařízení

**Nové zařízení** - slouží k registraci nového zařízení

## 6.2 Přístup uživatelů

Přístup do informačního systému je podmíněn zadáním uživatelského jména a hesla. Uživatelské jméno je v systému unikátní, heslo musí obsahovat nejméně 6 znaků. V informačním systému jsou rozlišovány dva typy uživatelských účtů.

**Administrátor** - jedná se o účet správce systému. Může vytvářet, měnit, mazat uživatelské účty a konfigurovat nastavení parametrů, které jsou nezbytné pro získávání dat ze směrovačů a L2 přepínačů v počítačové síti. Může vyhledávat v databázi a měnit svoje heslo.

**Uživatel** - jedná se o účet s omezeným oprávněním. Uživatel nemá právo jakkoli měnit nastavení systému ani nijak zasahovat do ostatních uživatelských účtů. Může měnit svoje heslo a vyhledávat v databázi.

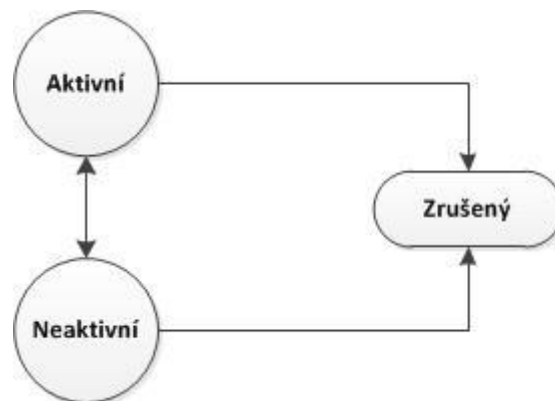
Existující uživatelský účet se může nacházet ve dvou stavech. Stav uživatelského účtu může měnit pouze administrátor.

Stavy uživatelských účtů:

**Aktivní** - uživatel se může přihlásit do systému a pracovat se systémem

**Neaktivní** – uživatel se nemůže přihlásit do systému. V tomto stavu zůstává do doby, než jej administrátor změní.

**Zrušený** – došlo k vymazání uživatelského účtu.



**Obr.7 Životní cyklus uživatele**

## 7 Realizace pomocí PHP, MySQL

Pro realizaci informačního systému jsem zvolil skriptovací jazyk PHP a databázový systém MySQL. Informační systém jsem vyvíjel v operačním systému Microsoft Windows 7 64bit. Pro vývoj a testování informačního systému jsem zvolil softwarový balík WAMP, který obsahuje webový server Apache, databázový systém MySQL a PHP.

Výsledný informační systém je nezávislý na operačním systému. Jeho nasazení je plánované na operační systém UNIX.

Skriptovací jazyk PHP jsem zvolil z několika důvodů. Má syntaxi podobnou jazyku C, spolehlivě spolupracuje se serverem Apache, snadno komunikuje s databázemi, lze jej provozovat na většině operačních systémů.

Databázový systém MySQL jsem zvolil, protože je dostupné ve většině operačních systémů, podporuje přístup z mnoha programovacích jazyků, je zdarma.

Celý informační systém je složen z 18 souborů s příponou php.

Soubory jsou pojmenovány tak, aby bylo patrné, jakou vykonávají funkci. Každý z těchto souborů obsahuje skripty PHP a HTML kód.

Informační systém se spouští zavoláním **main.php**

Popis funkce jednotlivých souborů:

- admin\_device.php - obsahuje skripty sloužící ke správě zařízení. Načte z databáze záznamy o registrovaných zařízeních a vypíše je. Generuje obrazovku Správa zařízení.
- admin\_users.php - obsahuje skripty slouží ke správě uživatelských účtů. Načte z databáze záznamy o registrovaných zařízeních a vypíše je. Generuje obrazovku Správa uživatelů.
- auth.inc.php - obsahuje skript sloužící k zamezení přístupu nepřihlášeného uživatele na kterýkoli webový formulář.
- data\_function.php - obsahuje funkce pro načtení, zpracování a uložení dat z textových souborů obsahujících data načtená ze směrovače a L2 přepínače
- data\_read.php - obsahuje skript pro načtení tabulky sousedů ze směrovačů a tabulky obsahující dvojice MAC adresa – port z L2 přepínačů pomocí SNMP, které uloží do textového souboru.

data_write.php -	obsahuje skript pro načtení dat z textových souborů a jejich uložení do databáze.
globals.php -	definuje konstanty potřebné pro běh systému. Např. přístupové údaje k přihlášení k databázovému systému.
iplib.php -	obsahuje funkce pro práci s IPv6 adresami. Použité jsou funkce ip2long6 a long2ip6.
login.php -	slouží k přihlášení uživatelů do informačního systému. Obsahuje skripty sloužící k ověření zadaných přihlašovacích údajů. Generuje Přihlašovací obrazovka.
logout.php -	slouží k odhlášení uživatele od systému.
main.php -	generuje obrazovku Hlavní stránka. Na základě role přihlášeného uživatele umožňuje přístup ke správě zařízení a uživatelských účtů.
register_device -	obsahuje skripty pro uložení nového zařízení do databáze. Generuje obrazovku Nové zařízení.
register_user -	obsahuje skripty pro uložení nového uživatelského účtu do databáze. Generuje obrazovku Nové zařízení.
search_ip -	obsahuje skripty pro vyhledávání v databázi na základě známé IPv6 adresy. Prohledá databázi a výsledek hledání vypíše na obrazovku. Generuje obrazovku Výsledek hledání podle IPv6.
search_mac -	obsahuje skripty pro vyhledávání v databázi na základě známé MAC adresy. Prohledá databázi a výsledek hledání vypíše na obrazovku. Generuje obrazovku Výsledek hledání podle MAC.
update_device.php -	obsahuje skripty pro načtení údajů o zařízení z databáze a jejich editaci. Generuje obrazovku Úprava zařízení.
update_password.php -	obsahuje skripty pro změnu hesla přihlášeného uživatele. Generuje obrazovku Změna hesla.
update_user.php -	skripty pro načtení údajů o uživatelském účtu z databáze a jejich editaci. Generuje obrazovku Úprava uživatele.

## 7.1 Sběr dat ze síťových prvků

Dvojice IPv6 adresa - MAC adresa a MAC adresa - port, které jsou potřebné pro funkci informačního systému, jsou získávány ze směrovačů a spravovatelných L2 přepínačů pomocí protokolu SNMP.

Formát vyčtených dat se liší podle výrobce, typu zařízení. Procedury pro práci s načtenými daty jsou navrženy pro konkrétní zařízení použité ve fakultní počítačové síti.

### Vyčtení tabulky z cache sousedů směrovače

Tabulka je ze směrovače získána pomocí aplikace *snmptable*. Ta opakovaně volá SNMP GETNEXT nebo GETBULK pro získání informací o síťové entitě.

Zápis včetně parametrů vypadá takto:

```
snmptable -v2c -Ci -Oe -Ob -c public adresa jméno_uzlu > data\\jméno_souboru.txt
```

v2c -	definuje, že komunikace probíhá pomocí protokolu SNMPv2c
Ci -	předradí index vstupu do všech vypsáných řádků
Oe -	odstraní symbolický popis z enumerativních hodnot
Ob -	zobrazí indexy tabulky numericky
c -	nastaví community string, v našem případě public
adresa -	IP adresa dotazovaného zařízení
jméno uzlu -	jméno uzlu v MIB
> -	přesměrování výstupu do textového souboru

### Příklad jednoho řádku tabulky získaného ze směrovače HP A5800:

```
36.32.1.6.124.18.32.152.66.4.140.103.49.136.254.204.86 6c:f0:49:7:3f:8d 2 2 47:0:13:02:82 1
```

V tomto případě jsou pro nás důležité pouze první dva sloupce.

Význam jednotlivých sloupců:

První sloupec představuje číslo VLAN a IPv6 adresu.

Číslo VLAN je číslo před první oddělovací tečkou. Zbývající čísla představují IPv6 adresu. Každé číslo oddělené tečkou je dekalické vyjádření 8 bitů adresy. Celkem je jich 16.

$$16 \times 8 = 128 \text{ bitů}$$

Pro převod do standardního formátu IPv6 adresy je třeba převést každé číslo do hexadecimálního tvaru a poskládat je tak, aby byly vždy dvojice představující 16 bitů oddělené dvojtečkou.



### Příklad převodu čísla na tvar IPv6 adresy:

Dekalické vyjádření

32.1.6.124.18.32.152.66.4.140.103.49.136.254.204.86

Převod jednotlivých čísel na hexadecimální tvar

20.01.06.7c.12.20.98.42.04.8c.67.31.88.fe.cc.56

Spojení do dvojic

2001:067c:1220:9842:048c:6731:88fe:cc56

Druhý sloupec představuje MAC adresu ve standardním tvaru.

### **Vyčtení tabulky MAC adresa - port z L2 přepínače**

Tabulka je z L2 směrovače získána pomocí aplikace *snmptable*.

Zápis včetně parametrů vypadá takto:

```
snmptable -v 1 -c public adresa jmeno_uzlu > data\\jmeno_souboru.txt
```

### Příklad jednoho řádku tabulky získaného z L2 přepínače:

```
d4:ae:52:99:ff:4f      73      learned
```

Význam jednotlivých sloupců

První sloupec představuje MAC adresu

Druhý sloupec představuje port přepínače. Je třeba ignorovat řádky s číslem portu, přes který je připojen k nadřazenému směrovači/přepínači.

Třetí sloupec představuje status záznamu, nás zajímají pouze řádky s hodnotou learned, zbývající je třeba ignorovat.

Získané záznamy jsou uloženy do databázových tabulek.

IPv6 adresa je převedena na číselný tvar, se kterým se dále pracuje.

**Vyčítání dat zajišťuje programový kód v souboru `data_read.php`.**

### **Vyčtení tabulky se záznamy jmen hostitelů**

Tabulka obsahuje host\_name (jméno hostitele), IPv4 adresu a MAC adresu zařízení. Je generována systémem pro registraci v DNS a DHCP. Soubor se záznamy je zkopírován z tohoto systému.

#### Příklad jednoho řádku tabulky jmen hostitelů:

PC-E343-387:ht=1:ha=6CF04971FFF3:ip=147.229.74.161:tc=.mesdos-74:

Řádek je tvořen záznamy oddělenými dvojtečkou.

Pro nás je zajímavý první, třetí a čtvrtý záznam představující:

host\_name, MAC adresa, IPv4 adresa

## 8 Dosažené výsledky

Z bezpečnostních důvodů a zatížení sítě byl naprogramovaný informační systém odzkoušen jen za pomoci testovacích dat získaných z fakultní počítačové sítě.

Testovací data obsahují záznam o zařízení s MAC adresou 40:61:86:99:a4:ab, které bylo připojeno ke třem různým portům L2 přepínače. Výsledkem při vyhledávání na základě MAC adresy musí být šest záznamů, protože připojenému zařízení je vždy přidělena dvojice IPv6 adres, tzn. jednomu portu odpovídají dvě IPv6 adresy. Jedná se o individuální lokální linkovou adresu a individuální globální adresu.

### Hledání podle MAC adresy:

#### Předpokládaný výsledek hledání na základě znalosti testovacích dat:

IPv6 fe80::4261:86ff:fe99:a4ab, 2001:67c:1220:9842:4261:86ff:fe99:a4ab

Port 79, 90, 101

### Výsledek hledání informačního systému:

MAC:

VLAN:

Typ IPv6 adresy:  Vše  Globální  Linková

## Výsledek hledání

VLAN	IPV6	MAC	Switch	PORT	Datum
36	2001:67c:1220:9842:4261:86ff:fe99:a4ab	40:61:86:99:a4:ab	switch_01	90	2013-05-18 16:04:32
36	2001:67c:1220:9842:4261:86ff:fe99:a4ab	40:61:86:99:a4:ab	switch_01	79	2013-05-06 09:26:32
36	2001:67c:1220:9842:4261:86ff:fe99:a4ab	40:61:86:99:a4:ab	switch_01	101	2013-05-09 08:15:26
36	fe80::4261:86ff:fe99:a4ab	40:61:86:99:a4:ab	switch_01	90	2013-05-18 16:04:32
36	fe80::4261:86ff:fe99:a4ab	40:61:86:99:a4:ab	switch_01	79	2013-05-06 09:26:32
36	fe80::4261:86ff:fe99:a4ab	40:61:86:99:a4:ab	switch_01	101	2013-05-09 08:15:26

Výsledek hledání odpovídá předpokládanému výstupu.

### Hledání podle IPv6 adresy:

#### Předpokládaný výsledek hledání na základě znalosti testovacích dat:

MAC: 40:61:86:99:a4:ab

Port 79, 90, 101

#### Výstup systému při vyhledávání dle IPv6:

IPv6:

VLAN:

### Výsledek hledání

VLAN	IPV6	MAC	Switch	PORT	Datum
36	2001:67c:1220:9842:4261:86ff:fe99:a4ab	40:61:86:99:a4:ab	switch_01	90	2013-05-18 16:04:32
36	2001:67c:1220:9842:4261:86ff:fe99:a4ab	40:61:86:99:a4:ab	switch_01	79	2013-05-06 09:26:32
36	2001:67c:1220:9842:4261:86ff:fe99:a4ab	40:61:86:99:a4:ab	switch_01	101	2013-05-09 08:15:26

Výsledek hledání odpovídá předpokládanému výstupu.

V současné době informační systém nepracuje s daty z tabulky hostitelských jmen. Načtení a zpracování těchto dat bude doplněno. Výsledkem přidání zpracování těchto dat bude doplnění výsledku hledání o jméno hostitele a IPv4 adresu.

## 9 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout a implementovat informační systém pro sledování IPv6 zařízení ve fakultní počítačové síti. V případě stížnosti na zařízení je za pomoci systému možno vyhledat podle IPv6 nebo MAC adresy port L2 přepínače, ke kterému je zařízení připojené. Podle portu je již možné dohledat konkrétní místnost, kde se zařízení nachází.

Informace o zařízeních jsou získávána ze síťových prvků pomocí protokolu SNMP. Pro práci s takto získanými daty je nutná znalost formátu výstupu síťového prvku, protože se tento formát liší dle typu zařízení a výrobce. Část programu, která zpracovává tyto data, je navržena pro konkrétní síťové prvky nacházející se ve fakultní počítačové síti.

Byly navrženy databázové tabulky sloužící k ukládání informací o zařízeních připojených do fakultní počítačové sítě. Celkem bylo navrženo osm databázových tabulek.

Bylo implementováno uživatelské rozhraní umožňující vyhledávání na základě známé IPv6 nebo MAC adresy. Celkem se informační systém skládá z jedenácti obrazovek, z nichž přístup k některým je omezen jen pro určité uživatele.

Byla vyřešena autorizace přístupu do systému, kdy do systému mají přístup jen registrovaní uživatelé. Pro práci v systému jsou navrženy dva typy uživatelských účtů. Pro uživatele s omezeným oprávněním je v informačním systému dostupné pouze vyhledávání. Pro uživatele s oprávněním správce je dostupná správa uživatelských účtů a síťových prvků, ze kterých se vyčítají informace nutné pro činnost informačního systému.

Informační systém byl naprogramován a odladěn za pomoci testovacích dat získaných z fakultní počítačové sítě. Programován byl v PHP 5.4.3 a MySQL 5.5.24. Skládá celkem z 18 souborů obsahujících PHP a HTML kód.

## 10 Literatura

- [1] Luke Welling, Laura Thomson: *MySQL Průvodce základy databázového systému*. Computer Press, Brno, 2005. ISBN 80-251-0671-3
- [2] Timothy Boronczyk, Elizabeth Naramore, Jason Gerner, Yann Le Scouarnec, Jeremy Stolz, Michael k. Glass: *PHP6, MySQL, Apache Vytváříme webové aplikace*. Computer Press, Brno, 2009. ISBN 978-80-251-2767-4
- [3] Luboslav Lacko: *SQL Hotová řešení*. Computer Press, Brno, 2003. ISBN 80-7226-975-5
- [4] SATRAPA, Pavel: *Internetový protokol verze 6. Třetí aktualizované a doplněné vydání*. CZ.NIC, Praha, 2011. ISBN 978-80-904248-4-5
- [5] Jesus Castagnetto, Harish Rawat, Sascha Schuman, Chris Scollo, Deepak Veliath: *PHP Programujeme profesionálně. Druhé opravené a aktualizované vydání*. Computer Press, Brno, 2004. ISBN 80-7226-310-2
- [6] Douglas Mauro, Kevin Schmidt: *Essential SNMP, 2nd Edition*. O'Reilly Media, 2005. ISBN 978-0-596-00840-6

# 11 Přílohy

## Seznam příloh:

Příloha 1. Vývojové diagramy aplikace

Příloha 2. Obrazovky (formuláře) aplikace

Příloha 3. Návod pro zprovoznění informačního systému na PC

Příloha 4. Obsah CD

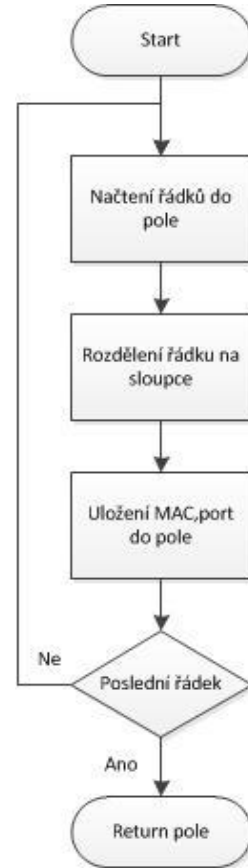
# Příloha 1



Funkce nacti\_router



Funkce vloz\_router

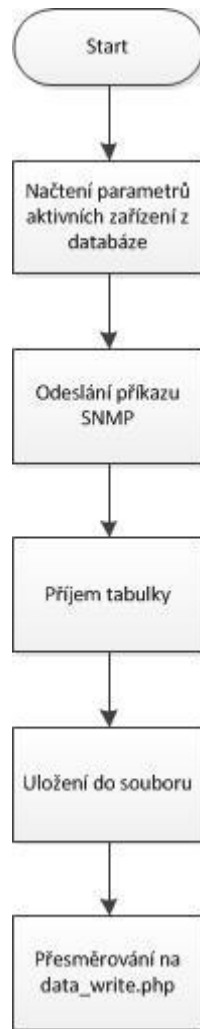


Funkce nacti\_sw





Funkce vloz\_sw



data\_read.php



data\_write.php

## Příloha 2

Přihlašovací obrazovka

### Informační systém

Uživatelské jméno:

Heslo:

---

Hlavní stránka pro správce systému

### Informační systém

[Správa zařízení](#) [Správa uživatelských účtů](#) [Změnit heslo](#) [Odhlásit](#)

Vyhledat port podle

IPv6:

MAC:

VLAN:

Typ adresy:  Vše  Globální  Linková

Správa zařízení

## Správa zařízení

[Přidat zařízení](#)

Jméno zařízení	Typ zařízení	IPv6 adresa	Stav	Poslední změna	Datum vytvoření
<a href="#">router_01</a>	Router	2001:db8::2428:57ff	Aktivní	0000-00-00 00:00:00	2013-05-13 19:49:32
<a href="#">switch_01</a>	Switch	2001:db8::1438:57dc	Aktivní	2013-05-18 20:59:41	2013-05-13 19:49:52

[Zpět](#)

---

Nové zařízení

## Nové zařízení

Jméno zařízení:

IPv6 adresa:

Router

Switch

Číslo nadřazeného portu switch:

---

Úprava zařízení

## Změna nastavení zařízení

Jméno zařízení:

IPv6 adresa:

Typ zařízení  Router  Switch

Stav zařízení:  Neaktivní

Vymazat

Správa uživatelů

## Správa uživatelských účtů

[Nový uživatel](#)

Uživatelské jméno	Role	Stav	Poslední přihlášení	Datum vytvoření
admin	Administrátor	Aktivní	2013-05-19 21:35:18	2013-04-02 19:00:00
<a href="#">roman</a>	Uživatel	Aktivní	2013-05-14 22:51:59	2013-04-27 10:45:16

[Zpět](#)

---

Nový uživatel

### Registrace nového uživatele

Uživatelské jméno:

Heslo:

Heslo znovu:

Administrátor

---

Úprava uživatele

### Úprava uživatelského účtu

Uživatelské jméno:

Heslo:

Heslo znovu:  (Neměňte-li heslo, nechte políčka prázdná.)

Vymazat

Neaktivní

## Změna hesla

### Změna hesla

Uživatelské jméno:

Původní heslo:

Nové heslo:

Heslo znovu:

---

### Výsledek hledání podle IPv6

IPv6:

VLAN:

### Výsledek hledání

VLAN	IPV6	MAC	Switch	PORT	Datum
36	2001:67c:1220:9842:4261:86ff:fe99:a4ab	40:61:86:99:a4:ab	switch_01	90	2013-05-18 16:04:32
36	2001:67c:1220:9842:4261:86ff:fe99:a4ab	40:61:86:99:a4:ab	switch_01	79	2013-05-06 09:26:32
36	2001:67c:1220:9842:4261:86ff:fe99:a4ab	40:61:86:99:a4:ab	switch_01	101	2013-05-09 08:15:26

## Výsledek hledání podle MAC

MAC:

VLAN:

Typ IPv6 adresy:  Vše  Globální  Linková

## Výsledek hledání

VLAN	IPV6	MAC	Switch	PORT	Datum
36	2001:67c:1220:9842:4261:86ff:fe99:a4ab	40:61:86:99:a4:ab	switch_01	90	2013-05-18 16:04:32
36	2001:67c:1220:9842:4261:86ff:fe99:a4ab	40:61:86:99:a4:ab	switch_01	79	2013-05-06 09:26:32
36	2001:67c:1220:9842:4261:86ff:fe99:a4ab	40:61:86:99:a4:ab	switch_01	101	2013-05-09 08:15:26
36	fe80::4261:86ff:fe99:a4ab	40:61:86:99:a4:ab	switch_01	90	2013-05-18 16:04:32
36	fe80::4261:86ff:fe99:a4ab	40:61:86:99:a4:ab	switch_01	79	2013-05-06 09:26:32
36	fe80::4261:86ff:fe99:a4ab	40:61:86:99:a4:ab	switch_01	101	2013-05-09 08:15:26

---

Hlavní stránka pro uživatele s omezeným oprávněním

## Informační systém

[Změnit heslo](#) [Odhlásit](#)

Vyhledat port podle

IPv6:

MAC:

VLAN:

Typ adresy:  Vše  Globální  Linková

## Příloha 3

Na příloženém CD se nachází soubory hotového informačního systému. Pro jeho použití na osobním počítači je nutné nainstalovat softwarový balík WAMP, který v sobě zahrnuje MySQL, PHP, Apache. Softwarový balík lze získat zde:

<http://www.wampserver.com>

### Konfigurace PHP

Po instalaci je nutné konfigurovat prostředí PHP. Na CD ve složce konfigurace se nachází soubor php.ini, který obsahuje nastavení PHP. Tento soubor je nutné zkopírovat na uvedené umístění:

c:\wamp\bin\php\php5.4.3\

### Import databáze a tabulek v MySQL

Pomocí nástroje phpMyAdmin je nutné importovat databázi inf\_system. To lze provést importem souboru inf\_system.sql.

### Vytvoření uživatele pro přístup k databázi MySQL

Uživatele je nutné vytvořit pomocí následujících SQL dotazů:

```
GRANT USAGE ON *.* TO 'php'@'%' IDENTIFIED BY PASSWORD
'*AC00D5DF5CB81D91F8ABBDEA5FD41FA441EDE542';
```

```
GRANT ALL PRIVILEGES ON `inf_system`.* TO 'php'@'%' WITH GRANT
OPTION;
```

---

```
GRANT USAGE ON *.* TO 'php'@'localhost' IDENTIFIED BY PASSWORD
'*AC00D5DF5CB81D91F8ABBDEA5FD41FA441EDE542';
```

```
GRANT ALL PRIVILEGES ON `inf_system`.* TO 'php'@'localhost' WITH GRANT
OPTION;
```

### Zkopírování souborů php tvořících informační systém

Obsah složky inf\_system je nutné zkopírovat do umístění

c:\wamp\www\

### Načtení testovacích dat do databáze

Do webového prohlížeče zadejte následující adresu:

localhost/data\_write.php

### **Přístup do informačního systému**

localhost/main.php

### **Přihlašovací údaje:**

Do informačního systému se lze přihlásit pomocí následujících údajů:

Přihlášení správce	jméno: admin
	heslo: adminx

Přihlášení uživatel	jméno: roman
	heslo: romanx

### **Vyhledávání v informačním systému:**

Pro výpis všech záznamů o připojených zařízeních, zadejte do pole IPv6: následující text: all



## **Příloha 4**

Soubory informačního systému

Konfigurační soubory

Elektronická verze bakalářské práce