

Fakulta informatiky a informačných technológií

Slovenská technická univerzita v Bratislave

Tímový projekt

Simulátor komunikácie v počítačovej sieti

Tím číslo 8: Liška Lukáš, Bc.
Lőrinc Benjamín, Bc.
Špaček Pavol, Bc.
Zatloukal Michal, Bc.
Žáry Matej, Bc.

Dátum: 19. mája 2009

Obsah

1	Úvod	1
1.1	Účel dokumentu	1
1.2	Prehľad a rozsah dokumentu	1
1.3	Použité skratky a pojmy	2
2	Analýza problematiky	7
2.1	E-vzdelávacie systémy a ich porovnanie	7
2.1.1	Moodle	8
2.1.2	Claroline	8
2.2	LMS Moodle	9
2.2.1	Analýza štandardu SCORM	9
2.2.2	SCORM a AICC	10
2.2.3	Testovací modul	11
2.3	GNS3	13
2.3.1	Popis	13
2.3.2	Vlastnosti	14
2.3.3	Hardvérové nároky	14
2.3.4	Funkčnosť	14
2.3.5	Zistené nedostatky	15
2.3.6	Zhodnotenie analýzy	16
2.3.7	Návrh riešenia zistených nedostatkov	16
2.4	Packet Tracer 5.0	17
2.4.1	Popis	17
2.4.2	Vlastnosti	18
2.4.3	Hardvérové a softvérové nároky	18
2.4.4	Funkčnosť	19
2.4.5	Zistené nedostatky	20
2.4.6	Zhodnotenie analýzy	20

3	Špecifikácia	23
3.1	Špecifikácia funkcií systému a priorit funkcií	23
3.1.1	Kontext systému	24
3.1.2	Softvérové požiadavky – GNS3	24
3.1.3	Softvérové a hardvérové požiadavky – LMS Moodle	24
3.1.4	Hardvérové požiadavky – GNS3	25
4	Návrh riešenia	27
4.1	Návrh architektúry systému	27
4.1.1	Študijný materiál	27
4.1.2	Lekcie	27
4.1.3	Testovanie	28
4.2	Topológie z predmetu WAN technológie	29
4.2.1	Lekcia 1: DHCP	29
4.2.2	Lekcia 2: PPP	33
4.2.3	Lekcia 3: Frame relay	37
4.2.4	Lekcia 4: BGP	42
5	Používateľská príručka	49
5.1	GNS3	49
5.1.1	Inštalácia	49
5.1.2	Prvotná konfigurácia	49
5.1.3	Používanie	50
5.2	Systém <i>LMS Moodle</i>	52
6	Zhodnotenie	55
6.1	Implementácia	55
6.1.1	PPP	55
6.1.2	DHCP	57
6.1.3	Frame Relay	60
6.1.4	BGP	62
6.1.5	Subnetovanie	66
6.2	Testovanie	75
6.3	Záver	76
A	Prílohy	79
A.1	Ukážka GNS3	81
A.2	Návštevnosť a ukážka systému	82

Zoznam obrázkov

4.1	DHCP, topológia pre cvičenie 1	29
4.2	DHCP, topológia pre cvičenie 2	30
4.3	DHCP, topológia pre cvičenie 3	32
4.4	PPP, topológia pre cvičenie 1	33
4.5	PPP, topológia pre cvičenie 2	34
4.6	PPP, topológia pre cvičenie 3	35
4.7	PPP, topológia pre cvičenie 4	36
4.8	Frame relay, topológia pre cvičenie 1	38
4.9	Frame relay, topológia pre cvičenie 2	39
4.10	Frame relay, topológia pre cvičenie 3	41
4.11	BGP, topológia pre cvičenie 1	43
4.12	BGP, topológia pre cvičenie 2	45
6.1	Topológia pre subnetovaie	70
A.1	GNS3.	81
A.2	Návštevnosť.	82
A.3	Návštevnosť - mestá.	83
A.4	Úvodná stránka.	84
A.5	Kurz.	85

Zoznam tabuliek

6.1	Jednosmerná autentifikácia CHAP	57
6.2	Jednosmerná autentifikácia PAP	57
6.3	Spustenie DHCP procesu	58
6.4	Dynamická konfigurácia	58
6.5	Statická konfigurácia	59
6.6	Multipoint Frame Relay (Inverse-ARP enabled, No subinterfaces)	61
6.7	Multipoint subinterfaces (Inverse-ARP disabled)	61
6.8	Point-to-point Frame Relay subinterfaces	62
6.9	Spustenie BGP procesu	65
6.10	Vytvorenie BGP susedstva	66

Kapitola 1

Úvod

1.1 Účel dokumentu

Tento dokument vznikol ako súčasť zadania na predmet Tímový projekt na fakulte informatiky a informačných technológií. Náš tím vypracoval ponuku na jedno z ponúkaných zadaní. Projekt bol úspešne prezentovaný, a tak sme dostali priestor na jeho realizáciu.

Naším zámerom je vytvoriť výučbový systém pre študentov fakulty, hlavne pre študentov zaoberajúcimi sa sieťovými technológiami. Problémom je obmedzený prístup k sieťovým zariadeniam v laboratóriu, niekedy študenti potrebujú viac času venovať sa problematike. My by sme im takto mohli poskytnúť komplexné riešenie, aby sa problematike s konfiguráciou sieťových zariadení mohli venovať aj v domácom prostredí.

1.2 Prehľad a rozsah dokumentu

Ako už obsah naznačil, dokument je rozdelený na niekoľko častí, podľa logických súvislostí.

Dôležitou časťou v úvode sú použité skratky a pojmy, ktoré sme v dokumente používali. Väčšinu z nich už zrejme poznáte a prišli ste s nimi do kontaktu.

Značnú časť dokumentu zaberá analýza. V tejto časti sme sa bližšie pozreli na e-vzdelávacie systémy. Konkrétne to bol *LMS Moodle* a *Claroline*. Nájdete tam aj rozhodnutie, ktorý systém a prečo sme si zvolili. Okrem systémov pre e-vzdelávanie sme sa venovali aj softvérovým emulátorom/simulátorom sieťových zariadení. Konkrétne *GNS3* a *Packet Tracer*. Nájdete tam ich výhody a nevýhody, hardvérové požiadavky a podobne.

Ďalšou časťou dokumentu je špecifikácia, kde sme zhrnuli funkcie navrhovaného výučbového systému. Okrem toho tam sú aj softvérové a hardvérové požiadavky pre nami vybrané riešenie systému.

V časti návrh riešenia sú spísané záležitosti, ako to, čo má obsahovať lekcia a ďalšie

materiály. Na ukážku sa tam nachádza niekoľko lekcí a cvičení z predmetu WAN technológie.

Ďalšiu časť tvorí používateľská príručka. Vzťahuje sa k softvéru GNS3 a LMS *Moodle*. Tu sa predpokladá, že študenti už nejaký kontakt s takýmto systémom mali a nezaobráme sa podrobnému zoznamovaniu sa so systémom, ale skôr informujeme, kde a aké informácie sa tam dajú nájsť a aké sú možnosti prihlásenia sa. V zhodnotení v sekcii implementácia sa nachádzajú informácie, ktoré sme importovali do nášho systému *Moodle*. Konkrétnejšie sa tam nachádza teória potrebná na zvládnutie cvičení. V tejto časti sa nachádza aj záver.

Na konci dokumentu môžete nájsť časť prílohy ako aj zoznam použitej literatúry. Do príloh sme vložili obrázky zo systému a nachádzajú sa tam aj informácie o návštevnosti.

K tomuto dokumentu sa viaže jeho druhá súčasť Riadenie projektu, kde sa nachádza úplné znenie zadania, ako aj naša ponuka, na základe ktorej nám bol tento projekt pridelený. Samozrejme sú tam zápisnice zo stretnutí tímu a iné náležitosti.

1.3 Použité skratky a pojmy

Kvôli nejednoznačnosti slovenských pomenovaní v práci budú použité aj anglické výrazy. Budú vyznačené kurzívou.

CISCO Firma zaoberajúca sa sieťovými technológiami.

CCNA *Cisco Certified Network Associate*, certifikát firmy *CISCO*.

CCNP *Cisco Certified Network Professional*, certifikát firmy *CISCO*.

GNS3 *Graphical Network Simulator*, aplikácia.

PC *Personal Computer*, osobný počítač.

CPU *Central Processing Unit*, hlavný procesor počítača.

RAM *Random Access Memory*, pamäť s náhodným prístupom.

IOS *Internetwork Operating Software*, sieťový operačný systém.

RM OSI *Open Systems Interconnection*, medzinárodný štandardizačný program pre vývoj sieťových štandardov vytvorený organizáciami ISO a ITU-T.

PPP *Point-to-Point Protocol*, dvojbodový linkový protokol dátovej linky najčastejšie používaný na vytvorenie priameho spojenia medzi dvoma hosťami.

TCP *Transmission Control Protocol*, protokol prenosovej vrstvy, ktorý poskytuje spoľahlivé doručovanie paketov s nadväzovaním spojenia. Pred samotnou výmenou údajov musí úspešne nadviazať spojenie tzv. 3-way handshake.

ATM *Asynchronous Transfer Mode*.

DNS *Domain Name Services*.

PPP *Point-to-Point Protocol*, dvojbodový linkový protokol dátovej linky najčastejšie používaný na vytvorenie priameho spojenia medzi dvoma hosťami.

LAN *Local Area Network*, skupina počítačov a ďalších zariadení vzájomne prepojená komunikačným systémom na relatívne malej geografickej oblasti (najviac niekoľko kilometrov). Používané sú prepínané počítačové siete, prepojené metalickým, optickým káblom alebo rádiovým spojením.

MAC adresa *Media Access Control address*, štandardizovaná adresa spojovej vrstvy sieťového OSI modelu, povinná pre každé sieťové rozhranie pripojené do siete LAN pre jeho jednoznačnú identifikáciu. MAC adresa je 48-bitové číslo, ktoré sa pre prehľadnosť uvádza ako 12-miestne hexadecimálne číslo. Každý sieťový adaptér (sieťová karta) má zaručenú jedinečnú MAC adresu. Jedinečnosť prvých šiestich hexadecimálnych číslic (identifikátor výrobcu) zaručuje IEEE, jedinečnosť posledných šiestich zabezpečujú jednotliví výrobcovia.

IEEE *Institute of Electrical and Electronics Engineers*.

ADSL *Asymmetric Digital Subscriber Line*, ide o jednu zo štyroch prenosových technológií typu DSL poskytujúcu prenos dát po kábloch lokálnej telefónnej siete. Je navrhnutá s väčšou prenosovou šírkou pásma smerom k používateľovi než smerom k poskytovateľovi pripojenia. Prenosové rýchlosti smerom k používateľovi sa pohybujú v rozmedzí 1,5-24 Mbit/s, v opačnom smere je rýchlosť 16 kbit/s - 3.5 Mbit/s v závislosti na zmluve medzi koncovým používateľom a poskytovateľom služby. Vzdialenosť medzi uzlami môže byť až 5000 m pri použití jednoduchej krútenej "dvojlinky" (štvorpárový zväzok káblov).

DHCP *Dynamic Host Configuration Protocol*, mechanizmus pre dynamické pridelovanie sieťových IP adries jednotlivým používateľom počítačovej siete.

STP *Spanning Tree Protocol*, protokol 2. vrstvy RM OSI zabezpečujúci prevenciu voči vzniku slučiek medzi prepínačmi v sieťových topológiach.

RSTP *Rapid Spanning Tree Protocol*, protokol 2. vrstvy RM OSI, ktorý ako evolučný nasledovník STP poskytuje rýchlejšiu konvergenciu po zmene topológie.

VTP *VLAN Trunking Protocol*, protokol 2. vrstvy RM OSI z dielne firmy CISCO spravujúci pridávanie, odoberanie a premenúvanie VLAN sietí v celosieťovom rozsahu.

DHCPv6 *Dynamic Host Configuration Protocol*, protokol používaný sieťovými klientami na získanie sieťových parametrov a nastavení pre IPv6.

- NATv6** *Network Address translation version 6*, proces cieľenej modifikácie sieťových adries v paketoch pre IPv6.
- SSH** *Secure Shell*, protokol aplikačnej vrstvy RM OSI zabezpečujúci bezpečné spojenie pomocou šifrovania dát.
- ACL** *Access control list*, zoznam bezpečnostných povolení priradovaný konkrétnemu objektu (napríklad rozhraniu smerovača).
- IGRP** *Interior Gateway Routing Protocol*, smerovací protokol typu *distance-vector* z dielne firmy *CISCO*.
- IS-IS** *Intermediate system to intermediate system*, smerovací protokol typu *link-state*.
- BGP** *Border Gateway Protocol*, kľúčový smerovací protokol Internetu využívaný väčšinou poskytovateľov Internetových služieb.
- RFC** *Request For Comment*, dokumenty popisujúce štandardy pre Internet.
- ICMP** *Internet Control Message Protocol*, sieťový protokol z rodiny protokolového zásobníku TCP/IP, používaný pre prenos chybových a riadiacich správ na IP vrstve. Špecifikovaný je v dokumente *RFC 792*. Bežne používaný prostredníctvom programu *ping* na overenie dostupnosti vzdialeného zariadenia.
- DR** *Designated Router* je označené také sieťové rozhranie OSPF smerovača, ktoré bolo zvolené spomedzi všetkých smerovačov na vybranom sieťovom segmente s viacnásobným prístupom (typu *multiaccess*). Na médiach, ktoré neumožňujú všesmerové vysielanie s viacnásobným prístupom, (typ *NBMA, Non Broadcast, Multiaccess topology*), je potrebná špeciálna technika voľby DR smerovača, ktorá je zväčša závislá od výrobcu zariadenia. DR je volený za účelom redukcie sieťovej premávky určením zdroja pre preposielanie informácií o smerovaní sieťovej siete. DR si udržiava tabuľku s kompletnou topológiou siete a posiela aktualizácie iným smerovačom prostredníctvom vysielania typu *multicast*. Všetky ostatné smerovače sú vo vzťahu pán/slúha voči DR. Susedstvo (*adjacency*) sa vytvára len medzi DR a BDR. DR nie je volený priamych spojeniach typu *point-to-point*.
- BDR** *Backup Designated Router* je sieťové rozhranie smerovača s druhou najvyššou prioritou v čase posledných volieb. Stáva sa DR, ak pôvodný DR prestane byť dostupný. BDR nie je volený priamych spojeniach typu *point-to-point*.
- OSPF** *Open Shortest Path First* je IGP, *link-state* dynamický smerovací protokol používaný v TCP/IP sieťach. Implementuje hierarchický smerovací algoritmus. Vo verzii 3 podporuje protokol IP verzie 6.
- DLCI** *Data-link Connection Identifier*, identifikátor sieťového rozhrania v sieťach Frame Relay, určujúci príslušnosť k virtuálnemu obvodu. Ekvivalentný identifikátor ako je *MAC* adresa v *ethernetových* sieťach.

IGP *Interior Gateway Protocol*, smerovací protokol, zabezpečuje smerovanie v rámci autonómneho systému. Patria sem protokoly RIP, OSPF EIGRP a ďalšie.

LMI *Local Management Interface*.

POS *Packet over SONET*.

FR *Frame Relay*.

LMS *Learning Management System*, systém pre riadenie výučby riešiaci administráciu a organizáciu výučby v rámci e-vzdelávania.

GPL *General Public Licence*.

GNU *GNU's Not UNIX*, projekt, resp. filozofia o slobodnom softvéri.

Moodle *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*, modulárne objektovo orientované dynamické výukové prostredie.

SCORM *Shareable Content Object Reference Model*, referenčný model pre e-vzdelávanie.

AICC *Aviation Industry Computer-Based Training Committee*, komisia pre počítačom podporované tréningy v leteckom priemysle.

SCO *Shareable content object*, objekt zdieľateľného obsahu.

GIFT *General Import Format Technology*, formát súboru pre vkladanie otázok do LMS.

AIKEN formát súboru pre vkladanie otázok do LMS.

XML *Extensible Markup Language*, formát textového súboru pre zápis údajov.

PS2 *Počítačové siete 2*, predmet bakalárskeho štúdia na Fakulte informatiky a informačných technológií Slovenskej technickej univerzity v Bratislave.

WAN *Wide Area Network*, predmet bakalárskeho štúdia na Fakulte informatiky a informačných technológií Slovenskej technickej univerzity v Bratislave.

AS, Autonómny systém V rámci Internetu je definovaný ako súbor podsietí, ktorých správa spadá pod jedného alebo viacerých sieťových správcov s jasne definovanou smerovacou politikou do siete Internet. Je špecifikovaný v *RFC 1930*. Mimo siete Internet má podobný význam a umožňuje nám rozsiahlu sieť rozdeliť na samostatné celky, za účelom podporiť jej škálovateľnosť a spoľahlivosť. Smerovacie aktualizácie sú šírené v rámci jedného autonómneho systému.

Bezpečnostná brána Cisco PIX *Private Internet eXchange*. Bezpečnostná brána od spoločnosti *Cisco Systems Inc.* poskytujúca filtrovanie nežiaducej premávky, preklad sieťových adries *NAT* a ďalšie sieťové služby. Predáva sa ako komplexné riešenie, ktoré pokrýva technické aj programové prostriedky.

Open-source Softvér s otvorenými zdrojovými kódmi.

Rollover CISCO konzolový kábel typu *null modem*.

Subinterface Logické sieťové rozhranie.

Distance vector Smerovací protokol pre vyhľadanie najkratšej cesty. Používa *bellman-ford* algoritmus na prepočítavanie najkratších ciest. Definuje cesty prostredníctvom vzdialenosti (napríklad počet skokov ku cieľu) a smeru (napríklad adresa smerovača najbližšieho skoku). Využíva všesmerové vysielanie do priamo pripojených sietí.

Split horizon Metóda pre správne skonvergovanie siete. *Distance vector* smerovacie protokoly nedokážu rozhodnúť o tom, či prijatá informácia o ceste je platná alebo nie. Preto je potrebné vyhnúť sa prijímaniu neplatných smerovacích aktualizácií. *Split horizon* pravidlo hovorí o tom, že cesty naučené zo sieťového rozhrania nie sú oznamované späť na sieťové rozhranie, z ktorého boli naučené.

Multiaccess Sieť umožňujúca pripojenie a simultánnu komunikáciu pre viacero zariadení.

Kapitola 2

Analýza problematiky

2.1 E-vzdelávacie systémy a ich porovnanie

Na realizáciu tohto projektu sme zvolili použiť jeden z dostupných e-vzdelávacích systémov, nakoľko na naše potreby bude stačiť aj základná funkcionálna hodnota ktorého z nich.

E-vzdelávacie systémy sú elektronické dokumenty obsahujúce obsah určený na výučbu jedného, prípadne viacerých kurzov s určitou tematikou. Obsah v e-vzdelávacom systéme môže mať viacero foriem, od klasického textového formátu, cez obrázky, zvuky, prípadne iné multimédiá.

Výhodou takéhoto systému je neustála komunikácia študentov s pedagógom, ale aj komunikácia medzi samotnými študentami, čiže existencia istej spätnej väzby. Informácie sú dostupné v hocikakom čase, bez potreby prijímacích skúšok, dostupné z akéhokoľvek miesta a študent mu môže venovať akokoľvek množstvo času, pričom prechádza kurzom vlastným tempom. Študenti, ale vlastne hocikakí používatelia sa nepotrebnú prestať venovať svojim každodenným povinnostiam (iné štúdium, práca). E-vzdelávanie poskytuje výhody štúdia v pohodlí, a je to veľmi efektívny spôsob na odovzdanie vedomostí.

Jednou z mála nevýhod je okrem vysokých počiatočných nákladov na zriadenie servera a vytvorenie kurzu aj možná nekompatibilita niektorých obsahových foriem so všetkými webovými prehliadačmi. Tomu sa však dá predísť vhodným formátovaním obsahu a kvalitným testovaním.

Zloženie a fungovanie e-vzdelávacieho systému sa tento dokument venovať nebude.

Na ilustráciu uvádzame niekoľko používaných e-vzdelávacích systémov, pričom venovať sa budeme len prvým dvom, nakoľko patria do kategórie *open-source* projektov a sú dostupné zadarmo na stiahnutie na Internete.

- Moodle LMS (CMS),
- Claroline LMS,
- Total LMS,
- Saba Learning LMS,

- Plateau 4 LMS,
- iTutor LMS,
- Tutor2000.

2.1.1 Moodle

Systém *Moodle* (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) je *open-source* systém licencovaný GNU GPL, určený pre podporu prezenčnej i dištančnej výučby prostredníctvom *online* kurzov dostupných na *www*.

Moodle je voľne šíriteľný softvér s otvoreným kódom. Je naprogramovaný v jazyku PHP, teda beží na hocijakom systéme s webservrom a PHP. Dáta sú ukladané v databáze. Podporované sú databázové systémy *MySQL* a *PostgreSQL*. *Moodle* je prostredie určené pre realizáciu plne dištančnej výučby na Internete, ako aj pre podporu vyučovania "tvárou v tvár" v tradičných školách všetkých stupňov. Viac informácií možno získať na oficiálnych stránkach systému [8]. Pracovať s *Moodle* môžu všetci (študenti, učitelia, administrátori) prostredníctvom internetových prehliadačov. Pritom vôbec nemusia vedieť, pod akým operačným systémom pracuje *Moodle*. Pomocou jednoduchých modulov je možné vytvárať diskusné fóra, kvízy, prehľady, denníky, publikovať zdroje a oznámenia.

Moodle ponúka viacero používateľských kônt. Najdôležitejšie sú "Administrátor", čo je celkový správca systému, "Učiteľ", prípadne "Tvorca kurzu", ktorí sú používatelia s oprávneniami na vytváranie a menenie kurzov, a nakoniec "Študent", ide o študentské konto pre študentov kurzov.

LMS systém *Moodle* umožňuje viac možností ako *Claroline*, ale aj jeho obsluha je mierne zložitejšia. Veľké množstvo literatúry o *Moodle* je prístupné na *Moodle* web stránke [8].

2.1.2 Claroline

Systém *Claroline* je *open-source* distribuovaný v rámci licencie GPL GNU. Pretože je tento systém licencovaný všeobecnou verejnou licenciou, po dodržaní podmienok licencie je možné ho prevádzkovať bezplatne a bez dodatočných finančných nákladov na softvérové vybavenie.

Systém *Claroline* je kurzovo orientovaný systém virtuálnej univerzity, ktorý umožňuje učiteľom vytvárať, administrovať a publikovať kurzy pomocou webového rozhrania ľubovoľným prehliadačom. Kurzy môžu byť verejne dostupné bez registrácie, dostupné po registrácii alebo uzavreté. Hlavné možnosti, ktoré sprostredkuje pre každý kurz, sú popis kurzu, plánovací kalendár aktivít, oznámenia, možnosť zverejňovania dokumentov, videosekvencií, popísaných odkazov na *www* stránky [9], diskusné fórum, chat, príklady a testy na ohodnotenie svojich vedomostí (auto testovanie), modul na vkladanie študentských prác, zoznamy používateľov a skupín, voľba jazykovej verzie kurzu.

Jeho nespornou výhodou je jednoduchosť pri obsluhu a rýchla aktualizovateľnosť jednotlivých

kurzov. Nevýhodou je neexistencia automatizovaných nástrojov na sledovanie a vyhodnocovanie výsledkov študentov. Tento systém sa dá dobre využiť na podporu prezenčnej formy štúdia, ale aj ako redakčný systém pri skupinovej práci študentov na zadaniach. Výhodou je najmä rýchla možnosť aktualizácie zadaní na cvičenia, zadávanie testov na auto testovanie a komunikačné nástroje. Systém *Clarolie* nie je však veľmi používaný.

2.2 LMS Moodle

2.2.1 Analýza štandardu SCORM

SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) je sada štandardov vytvorená iniciatívou *Advanced Distributed Learning*. Definuje komunikáciu medzi obsahom na strane klienta a hositeľským *runtime* prostredím. SCORM taktiež definuje, ako má byť obsah zabalený do prenositeľného ZIP archívu. V konečnom dôsledku rôzne verzie štandardu definujú dve rovnaké veci: zabaľovanie obsahu a výmena dát za behu [7].

SCORM používa tzv. SCO (*Shareble content object*), čo je najmenšia nezávislá a znovu použiteľná jednotka obsahu v LMS systéme používajúcom SCORM. Zjednodušene povedané, je všetko, čo je možné adresovať (napísať do celkového obsahu), je samostatný SCO. Môže mať vlastnú záložku, skóre, stav vyhotovenia [7].

Balíčky

Balenie určuje na úrovni adresárovej štruktúry a obsahu súborov, ako pripraviť jeden diskretný balíček s obsahom. Jadrom SCORM balíčkov je súbor *imsmanifest*. Tento súbor obsahuje všetky informácie pre LMS (*Learning management system*) potrebné k importovaniu a spusteniu obsahu bez ľudského zásahu. Tento manifest súbor obsahuje XML dokument, ktorý opisuje štruktúru kurzu aj z pohľadu študenta, aj z pohľadu štruktúry fyzických súborov. Dokument odpovedá na otázky typu “Ktorý dokument sa má otvoriť?” a “Ako sa volá tento obsah?” [7].

Run-time komunikácia

Táto komunikácia, respektíve výmena dát, udáva, ako obsah komunikuje s LMS v dobe, keď sa obsah prehráva, teda je prezentovaný.

Komunikácia pozostáva z dvoch častí:

- Najskôr musí obsah ”násť” LMS.
- Po tomto ”nadviazaní spojenia” obsah komunikuje s LMS pomocou série *get* a *set* volaní spojených so slovníkom.

Konceptuálne táto komunikácia vyzerá napríklad takto: "get meno študenta", "set známka za tento test". V závislosti od dostupného slovníka je možné v SCORM definovať bohaté kurzy s pokročilými funkciami [7].

Verzie štandardu SCORM

SCORM 1.1 bola prvá "produkčná" verzia. Nedosiahla veľké rozšírenie. Chýbala v nej podpora robustného manifestu a metadát. Bola rýchlo nahradená verziou 1.2.

SCORM 1.2 bola prvá verzia, ktorá dosiahla širokej podpory a veľkého nasadenia. Aj dnes ju prakticky všetky LMS podporujú a producenti výučbového obsahu produkujú obsah spĺňajúci túto špecifikáciu.

SCORM 2004 (taktiež známy ako SCORM 1.3) formalizuje a rozširuje balíčkovacie a komunikačné časti predchádzajúceho štandardu, no jeho najväčším prínosom je *SEN – sequencing and navigation*. Toto umožňuje určiť vzťahy a návaznosti medzi jednotlivými SCO (nielen v rámci jedného) poskytovateľovi obsahu. Toto má za následok znova-využitelnosť SCO objektov a umožňuje vytvárať funkčnejší a bohatší obsah. Adoptácia tohto štandardu bola zo začiatku malá, hoci v súčasnosti tento štandard začína podporovať čoraz viac LMS [7].

Obmedzenia SCORM

Štandard SCORM zastrešuje iba *online* tréning/štúdium medzi jedným systémom a jedným používateľom. Na *offline* štúdium a štúdium v skupine sa nevzťahuje. [7]

SCORM a Moodle

Moodle v istej miere podporuje štandard SCORM 1.2 pomocou SCORM/AICC modulu (AICC je iný štandard pre obsah). Kľúčové vlastnosti:

- *Moodle* prechádza od verzie 1.8 všetkými testami *ADL Conformance test suite 1.2..7 for SCORM 1.2.*, ale nemá certifikáciu *SCORM 1.2 compliant*,
- je možný len import – nie je možné existujúci obsah z *Moodle* exportovať ako SCORM balíčky.

2.2.2 SCORM a AICC

AICC (*Aviation Industry Computer-Based Training Committee*) štandard bol použitý ako základ pre *run-time* časť špecifikácie SCORM. Formálne sú však nezávislé a vyhovenie jednému

neznamená automatické vyhovie druhému. [7]

2.2.3 Testovací modul

Súčasťou vyučovacieho procesu je preverovanie vedomostí študentov. Ako tím sme sa zhodli na tom, že do nášho systému zahrnieme zopár testov. Určite to nebude na škodu. Nie je tu predpoklad, že hodnotenie týchto testov bude nejakým spôsobom prispievať k celkovému hodnoteniu predmetu. Plánujeme po každom celku pripraviť pre študenta test, aby sa reálne mohol vyskúšať a zväziť, či je preňho tento kurz prínosom, a či sa danej problematike dostatočne venoval. Zároveň to bude vhodný ukazovateľ, či má študent dostatočné vedomosti na to, aby pokračoval ďalšou kapitolou. Ešte by som mal pripomenúť, že testy sa budú týkať teórie. Praktické zručnosti sa budú skúšať inou formou.

Výučbový systém *Moodle* obsahuje už pri základnej inštalácii testovací modul. Hlavnou úlohou modulu je zabezpečiť vytváranie testov, vytváranie databázy otázok spolu s ich kategorizáciou a v neposlednom rade oprava a vyhodnotenie. Výhodou elektronického testovania je rýchla spätná väzba pre študenta, ktorý nemusí dlho čakať na opravu. Svoj výsledok sa dozvie ihneď po odovzdaní testu.

Typy otázok

Výpočtová: Otázka výpočtového typu, kde je zadaný príklad a za odpoveď sa očakáva číslo.

Výraz v otázke sa zadáva v špeciálnom formáte, napr. $\{a\} + \{b\}$. Následne sa v otázke za výraz $\{a\}$ aj $\{b\}$ vygeneruje náhodné číslo zo zadaného intervalu. Odpoveď je možné vyhodnotiť s toleranciou. k dispozícii sú relatívna, nominálna a geometrická tolerancia.

Opis: V skutočnosti sa najedná o otázku. Slúži skôr ako pomôcka na vloženie vysvetľujúceho textu pred nejakou skupinou otázok v teste.

Esej: Odpoveď môže obsahovať aj niekoľko odstavcov. Jedine v tomto prípade nie je možné automatické vyhodnotenie odpovede, teda učiteľ musí otázku vyhodnotiť manuálne a môže pripojiť aj svoj komentár. Tento typ otázok sa v našom prípade nepoužije.

Zodpovedajúca: Otázka pozostáva z niekoľkých podotázok a neusporiadaných odpovedí. Úlohou je k zadaným otázkam vybrať spomedzi odpovedí tie správne.

S vloženými odpoveďami (Cloze): Otázka s viacerými otázkami vo vnútri, zahrňujúcimi numerické, krátke, výberové odpovede.

Viacere možnosti: Je to klasická otázka v teste (výber z možností a, b, c). Existujú dva typy takejto otázky, a to s jednou správnou odpoveďou alebo s viacnásobnou odpoveďou. V

otázke s jednou správnou odpoveďou je možné označiť iba jednu možnosť. Otázka s viacnásobnou odpoveďou umožňuje označiť jednu alebo viac možností.

Krátka odpoveď: Odpoveďou je slovo alebo fráza, ktorú musí študent do testu napísať. Môže byť niekoľko správnych odpovedí a treba dbať aj na pravopis. Je tu možnosť nastaviť voľbu "Case sensitive", čo spôsobí citlivosť na veľké a malé písmená v odpovedi. Teda "Odpoveď" a "odpoveď" nie je to isté.

Rozsahová: Je to podobný typ otázky ako "Krátka odpoveď" s tým, že je možné doplniť ju o presnosť, teda nejaký rozsah správnych odpovedí. Je vhodná v prípadoch, kde za odpoveď sa vyžaduje rok s možnosťou odchýlky.

Náhodná zodpovedajúca krátka odpoveď: Pri vytváraní otázky tohto typu sa vyžaduje, aby boli vytvorené minimálne dve otázky typu "Krátka odpoveď". Táto otázka sa vytvorí z náhodného výberu otázky alebo otázok typu "Krátka odpoveď". Je možné zvoliť si počet otázok, ktoré má systém náhodne vybrať.

Pravda/Nepravda: Odpoveďou na takúto otázku môže byť len jedna z dvoch možností áno alebo nie.

Import otázok zo súboru

System *Moodle* disponuje možnosťou importovania otázok. Učiteľ má takto možnosť pripraviť si otázky aj mimo prostredia *Moodle* do textového súboru.

Formát GIFT Tento formát má jednoduchú a intuitívnu syntax. Vo všeobecnosti ju možno vyjadriť *Text otázky {možnosti}*. Podporuje nasledujúce typy otázok:

Zodpovedajúca: Otázka sa zostaví z párov podotázka – odpoveď. Každá z podotázok začína '=' a jej odpoveď '->'.

Príklad: *Prirad' masku podsiete k triede:*

{=Trieda A -> 255.0.0.0

=Trieda B -> 255.255.0.0

=Trieda C -> 255.255.255.0}

Viaceré možnosti: Správna odpoveď sa označí prefixom '=' a nesprávna '~'.

Napríklad: *DNS znamená {=Domain Name Sevices ~Domain Name System}*.

Krátka odpoveď: Zostavuje sa tak isto ako otázka "Viaceré možnosti", ale nesmie obsahovať prefix '~'.

Rozsahová: Odpoveď nasleduje za prefixom '#', a za odpoveďou môže nasledovať odchýlka, ktorá začína ':'. Inou možnosťou, ako definovať odpoveď môže byť {#min.hodnota .. max.hodnota}.

Pravda/Nepravda: Otázka má odpoveď pravda {T} alebo nepravda {F}.

Napríklad: *Znamená skratka MAC Media Access Control?* {T}.

Do súboru je možné pridať doplňujúce údaje. **Názov otázky:** *::názov:: text...*, ale aj **komentár:** *//komentár*. Ku každej odpovedi sa dá pridať **spätná väzba** tak, že za odpoveď sa doplní *#spätná väzba*.

Formát AIKEN Veľmi výhodný na zadávanie otázok typu "Viaceré možnosti". Možnosti v otázke začínajú za písmenom, za ktorým je zátvorka alebo bodka. Na poslednom riadku sa musí nachádzať kľúčové slovo *ANSWER:*, za ktorým je uvedené písmeno správnej odpovede. Napríklad:

DNS znamená

A. Domain Network Services

B. Domain Name Sevices

C. Domain Name System

ANSWER:B

Okrem hore spomenutých formátov na import otázok, *Moodle* disponuje aj formátmi *Blackboard*, *Blackboard V6+*, *chýbajúce slovo*, *Course Test Manager*, *Examview*, *Hot Potatoes*, *Learnwise*, *WebCT* a *Moodle XML formát*.

2.3 GNS3

2.3.1 Popis

Open-source program GNS3 (*Graphical Network Simulator*) umožňuje emuláciu komplexných sieťových riešení využívajúc známu ideu z prostriedkov ako *VMWare* alebo *Virtual PC*, ktoré dokážu emulovať hardvér, na ktorom následne môžu bežať rôzne hosťovské operačné systémy v tzv. virtuálnom prostredí. Jadrom riešenia GNS3 je aplikácia *Dynamips*, ktorá je zodpovedná za beh rôznych verzií *CISCO IOS* (*Cisco Internetwork Operating System*) na emulácii *CISCO* smerovačov prostredníctvom bežných PC. Nad týmto jadrom beží aplikácia *Dynagen* zabezpečujúca vytvorenie a funkčnosť používateľsky prívetivejšej nadstavby nad *Dynamipsom*, umožňujúcej konfiguračnými súbormi vytvárať sieťové topológie. GNS3 je grafickou nadstavbou nad *Dynagenom* zastrešujúcou celú emuláciu a konfiguráciu jednoduchým aplikačným *drag&drop* grafickým rozhraním, vďaka ktorému sa riešenie dostáva komfortom ovládania na úroveň komerčných simulátorov sieťových topológií (*Packet Tracker*, *Routersim*, *Boson Netsim...*). Vyplývajú z podstaty riešenia, funkčnosťou ich samozrejme predbieha – pri simulátoroch je používateľovi prístupná len istá množina príkazov, možností a výpisov reálneho *CISCO* smerovača na základe konkrétnej implementácie autora, zatiaľ čo GNS3 vďaka emulácii

poskytuje plnú funkčnosť *CISCO IOS*.

2.3.2 Vlastnosti

- Dostupné pre platformy *Windows* aj *Linux*.
- Emuluje série *CISCO* 1700 (1710 až 1760), *CISCO* 2600 (od 2610 po 2650XM, 2691), *CISCO* 3600 (3620, 3640 a 3660), *CISCO* 3700 (3725, 3745), *CISCO* 7200 a tiež *PIX Firewallly*.
- Podpora pre viaceré rozširujúce moduly *CISCO* smerovačov počnúc rôznymi *Ethernet* a *FastEthernet* kartami (vrátane 16 portového M-16ESW *Ethernet switch* modulu), cez sériové porty až po ATM či POS.
- Možnosť prepojenia s reálnou sieťou.

2.3.3 Hardvérové nároky

Celková záťaž počítača závisí od rozsahu testovanej topológie a použitých verzií *CISCO IOS*. Prevažná väčšina topológií potrebných na predmetoch PS2 a WAN technológie neprekračuje rozsah štyroch smerovačov, vďaka čomu na prácu stačia PC s CPU už od 1 GHz a 512 MB RAM. Podmienkou je však využitie optimalizačných nástrojov spomenutých v kapitole 2.3.7. Aplikácia beží efektívnejšie na operačnom systéme *Linux*, ale rozdiel vo výkone, či pohodlí práce, nie je veľmi výrazný. Použitie silnejších konfigurácií je výhodou, väčšie množstvo pamäte RAM je dôležité hlavne pri používaní novších rozsiahlejších verzií *CISCO IOS*.

2.3.4 Funkčnosť

GNS3 je primárne určený ako nástroj na prípravu k certifikátom CCNA a CCNP, teda ako vzdelávací prostriedok na učenie a testovanie. Priepustnosť emulovaných smerovačov je okolo 1000 paketov za sekundu, zatiaľ čo reálne zariadenia dosahujú stokrát až tisíckrát lepšie hodnoty. Nijako to však neznižuje hodnotu riešenia, nakoľko GNS3/*Dynamips* nie je určený, aby použitím nahrádzal skutočný smerovač v prevádzke.

Po inštalácii, ktorá nie je identická na oboch podporovaných platformách, treba pri spustení programu poskytnúť podporovaný a funkčný *CISCO IOS*, ktorý nie je súčasťou inštalácie, a namapovať ho cez dialóg na príslušnú *CISCO* platformu. Pochopiteľne, pre prácu s topológiami je potrebné používať len také *CISCO* modely, pre ktoré máme namapované prislúchajúce *CISCO IOSy*.

Pracovné prostredie GNS3 je prehľadné a používateľsky príťažlivé. Topológia sa zostavuje jednoduchým *drag&drop* systémom a každý použitý sieťový komponent sa dá ešte samostatne

dokonfigurovať po kliknutí myšou. V prípade smerovačov je k dispozícii viacero emulovaných rozširujúcich modulov v závislosti na použítom modeli a IOSe. Vďaka jednoduchému ovládaniu sa dajú poľahky vytvoriť rozsiahle topológie.

Po naštartovaní smerovačov v topológii, je možné sa na ne pripojiť kliknutím na príslušnú ikonku. GNS3 na to používa telnet, čo zabezpečí, že v novo otvorenom okne vidíme výstup zo smerovača tak, ako keby sme ho mali pripojený cez konzolový port prostredníctvom *rollover* kábla. Po naboťovaní smerovača je možná jeho ďalšia konfigurácia, či správa presne tak, ako s reálnym zariadením v skutočnom laboratóriu.

Pozoruhodnou možnosťou je jednoduché prepojenie topológie emulovanej v GNS3 s reálnym sieťovým adaptérom v PC. Možno tak rozdistribuovať jednu rozsiahlu topológiu na viaceré PC (napríklad viac autonómnych systémov), alebo vytvárať zaujímavé cvičenia pre viacerých ľudí pracujúcich súčasne. Samotné prepojenie sa realizuje vložením objektu *cloud*, na ktorý je možné s použitím administrátorských používateľských práv namapovať na ktorékoľvek sieťové rozhranie daného počítača (vrátane virtuálnych).

Vytvorenie sieťovej topológie možno uložiť do vlastného konfiguračného súboru s príponou *.net*, ktorý je možné kedykoľvek opätovne v GNS3 otvoriť. Rovnako je možné uchovať aj štartovaciu konfiguráciu použitých smerovačov, čo chceme využiť na vytvorenie učebných a cvičných úloh v našom projekte. Veľmi silným nástrojom je možnosť sledovania sieťovej komunikácie prostredníctvom sieťového analyzátoru *Wireshark* na ktoromkoľvek mieste topológie (aj ATM, či FR spojenia).

2.3.5 Zistené nedostatky

- Nestabilita *Dynampisu* s niektorými IOSmi.
- Hardvérové nároky na CPU a RAM.
- Nie úplne triviálna inštalácia.
- Pevné cesty v *.net* súboroch (definujúcich topológiu a jej nastavenia) brániace prenositeľnosti topológie medzi jednotlivými inštaláciami GNS3.
- Pevné cesty v *.net* súboroch definujúcich topológiu a jej nastavenia.
- Nie úplne prepracovaný systém *startup-configov*.
- Absencia host'ov – nemožnosť testovať služby.
- Zjednodušené prepínače.
- Potreba IOS.

2.3.6 Zhodnotenie analýzy

GNS3 sa javí ako ideálna aplikácia pre náš výučbový systém, no je potrebné ešte doriešiť niektoré problémové body. Nezaobídeme sa bez spísania krátkeho návodu k inštalácii, konfigurácii a používaniu GNS3 a vyriešenia pevných ciest v konfiguračných súboroch. Na vytváranie cvičných topológií budeme musieť používať IOSy, ktoré bežia v emulátore stabilne a zároveň sú k dispozícii v školských laboratóriách a taktiež bude treba nájsť také riešenie hardvérovej náročnosti, aby čo najmenej zaťažovalo koncového používateľa. Otvorená zatiaľ zostáva aj metóda na náhradu PC hostov v cvičných topológiach.

Veľkým kladom je *open-source* podstata riešenia, pokračujúci vývoj aplikácie GNS3 i aktívna komunita používateľov *GNS3/Dynagenu/Dynamipsu*. Vytvorenie väčšej množiny cvičných topológií s rôznymi stupňami konfigurácie bude časovo náročná úloha, no benefity plynúce z použitia plne funkčného emulátora (v porovnaní s rôznymi simulátormi) to bez problémov vyvážia.

2.3.7 Návrh riešenia zistených nedostatkov

Časť problémových bodov vyrieši dobre napísaný návod, ktorý v stručnosti rozoberie spôsob, ako nainštalovať, nakonfigurovať a používať aplikáciu GNS3. Bude popisovať aj spôsob, ako si priebežne uchovávať rozpracovanú konfiguráciu pomocou exportu *startup-config* súboru, či exportu celého projektu. Mal by obsahovať aj kapitolu venujúcu sa spôsobu spustenia topológií uložených v *.net* súboroch, vytvorených našim tímom. Zmena absolútnych pevných ciest textovým editorom podľa spísaného návodu je úloha, ktorá by počítačovo gramotnému používateľovi nemala zabráť viac ako pár sekúnd. Možným riešením by bolo aj vytvorenie univerzálneho skriptu, ktorý by po svojom spustení neplatné absolútne cesty v konfiguračnom súbore automaticky upravil.

Na zmiernenie hardvérových nárokov je nevyhnutné využiť nástroje poskytované samotnou aplikáciou GNS3, či v prípade PIX *Firewallu* aj externou aplikáciou tretej strany. Na optimalizáciu záťaže procesora v prípade emulovaných smerovačov slúži hodnota *IdlePC*, ktorá zabezpečí, že predmetný smerovač bude obsluhovaný procesorom len vtedy, keď skutočne pracuje. Bez tohto nástroja dokáže už jeden smerovač spôsobiť takmer 100% zaťaženie procesora. Efektívna hodnota *IdlePC* závisí len od verzie a funkčnej výbavy použitého *CISCO IOS*. Problém je, že nie vždy sa podarí aplikácii vypočítať vhodnú hodnotu *IdlePC* a optimalizácia sa vie zmeniť na dlhé laborovanie so sledovaním celkovej záťaže systému. Riešenie je ale pomerne jednoduché – cvičné topológie budú zostavené z *CISCO IOS* dostupných v školských laboratóriách a hodnoty *IdlePC* budú už uložené v dostupných stiahnuteľných konfiguračných *.net* súboroch. To znamená, že optimalizáciu s danými *CISCO IOS* stačí vykonať len raz a získané hodnoty sa dajú potom bez problémov aplikovať aj na ostatné topológie. Tým pádom sa koncoví používatelia nebudú musieť optimalizáciou pomocou *IdlePC* vôbec zaťažovať. Tento typ

optimalizácie sa však nedá použiť na emulované zariadenia z rodiny *CISCO PIX Firewall* a je potrebné siahnuť na programy tretích strán – v prostredí *Windows* pracuje efektívne napríklad BES ¹, v prostredí *Linux* *cpulimit* ².

Zníženie nárokov na pamäť sa dá dosiahnuť pomocou zapnutia funkcií *ghostios* a *sparsemem*. *Ghostios* dokáže výrazne zredukovať vyťaženie pamäte RAM tým, že pri použití viacerých smerovačov s tým istým *CISCO IOS* obrazom alokuje len jeden spoločný rozsah pamäte, ktorý bude zdieľaný všetkými smerovačmi. V prípade, že by sa funkcia *ghostios* nepoužila, tak každá inštancia smerovača by mala alokovaný svoj vlastný priestor v pamäti počítača. To znamená, že v prípade, že máme desať smerovačov s identickým *CISCO IOS* obrazom, ktorý má veľkosť 60 MB, zapnutie funkcie *ghostios* dokáže ušetriť 9*60 MB (540 MB) RAM. Funkcia *sparsemem* redukuje alokáciu virtuálnej pamäte pre inštancie smerovačov len na množstvo, ktoré smerovače skutočne používajú (namiesto alokácie celého rozsahu nakonfigurovanej RAM). V 32-bitových *Windows* môže byť na jeden proces alokovaných len 2 GB virtuálnej pamäte, čo obmedzuje množstvo použitých smerovačov.

GNS3 nedisponuje žiadnym prvkom, ktorý by emuloval činnosť koncového počítača v topológii. V prípade, že na testovanie nastavení smerovačov nepostačuje použité príkazy " *extended ping*" a " *extended traceroute*", je možnosť použitia ďalších smerovačov v roli koncového počítača (*no ip routing*, *ip default-gateway*, *ip http server*). Inou možnosťou je už spomínané prepojenie so sieťovými adaptérmí počítača, kde beží aplikácia GNS3. Zaujímavou, no pre naše použitie nepotrebnou možnosťou je prepojenie s virtuálnymi počítačmi bežiacimi v ľubovoľnom virtualizačnom prostredí (*VirtualBox*, *Virtual PC*, *Qemu*, ...). V našom riešení budeme využívať v nevyhnutných prípadoch smerovače v roli koncového počítača.

GNS3 nepodporuje emuláciu *CISCO Catalyst* prepínačov, ale je vybavený objektom *Ethernet* prepínača, ktorý disponuje základnou funkcionalitou a podporuje VLAN protokol 802.1q. V prípade, že by bolo na niektoré cvičenie nutné použiť rozsiahlejšiu konfiguráciu prepínača, využijeme na to smerovač vybavený prídavným modulom *EtherSwitch NM-16ESW*, ktorý poskytuje funkcionalitu blížiacu sa plnohodnotnému *CISCO Catalyst* prepínaču (podporuje napríklad *Spanning Tree Protocol*, *Quality of Service*, *Port Security*, *CISCO Discover Protocol*,...).

2.4 Packet Tracer 5.0

2.4.1 Popis

Sieťový simulátor *Packet Tracer* od firmy *CISCO* vznikol s účelom poskytnúť študentom *CISCO* kurzov komplexný výučbový softvér. Primárne je určený pre štúdium technológií a fungovania sieťových technológií pokrytých rozsahom CCNA certifikátu. Okrem základnej funkcionality sieťového simulátora poskytuje aj možnosť tímovej práce, vizualizácie a využitia výukových

¹<http://mion.faireal.net/BES/>

²<http://cpulimit.sourceforge.net>

funkcií s cieľom zjednodušiť a zefektívniť proces výučby i učenia sa sieťových technológií. Nenahrádza reálne laboratórne cvičenia so skutočnými zariadeniami, ale má slúžiť ako podpora výučby s možnosťou rozvoja aktivít poslucháčov aj mimo rámca základných úloh vytýčených v štandardných kurzoch.

Oproti predchádzajúcim verziám 3.2 a 4.0 pribudlo množstvo nových prvkov a funkcií. Zaujímavé je napríklad pridanie funkcionality pre IPv6 (smerovanie a smerovacie protokoly, DHCPv6, NATv6), *Multi-Area OSPF*, RSTP, SSH, či možnosť použitia viacvrstvého *CISCO* smerovača *Catalyst 3560-24PS*. Inovácii sa nevyhlo ani grafické prostredie aplikácie, rôzne nové pohľady a okná zjednodušujú prácu. Vylepšené boli aj návody a náčrty možných aktivít pre používateľov.

2.4.2 Vlastnosti

- Dostupné pre platformy *Windows*.
- Simulácie *CISCO* smerovačov, prepínačov, i generických zariadení ako sú rozbočovače, bezdrôtové prístupové body či rôzne koncové zariadenia (osobné počítače, servery (DNS, DHCP, TFTP, HTTP), tlačiarne...).
- Podpora pre viaceré rozširujúce moduly *CISCO* smerovačov (rôzne *Ethernet* a *FastEthernet* karty vrátane 16 portového prepínacieho modulu, WAN adaptéry vrátane analógového modemu...).
- Možnosť prepojenia a spolupráce viacerých ľudí na rôznych počítačoch.
- Možnosť vizualizácie sieťovej komunikácie.
- Možnosť vytvárania testov a známkovania.
- Viacjazyčnosť.

2.4.3 Hardvérové a softvérové nároky

Minimálna konfigurácia:

- *Intel Pentium II* 300 MHz (alebo ekvivalent),
- operačný systém *Microsoft Windows 2000* a vyššie, *Fedora 7*, *Ubuntu 7.10*,
- 96 MB RAM,
- 250 MB voľného miesta na disku,
- *Macromedia Flash Player 6.0* a vyššie.

Odporúčaná konfigurácia:

- *Intel Pentium II* 500 MHz a vyššie,
- 256 MB RAM a viac.

2.4.4 Funkčnosť

Prínosy aplikácie *Packet Tracer 5.0* sa dajú rozdeliť do dvoch oblastí. Jednou z nich je široká ponuka možností pre inštruktorov, ako obohatiť svoj výklad, či celý vzdelávací proces o demonštráciu sieťových konceptov. Druhá umožňuje študentom precvičovať si a rozširovať svoje vedomosti bez potreby prístupu k skutočným sieťovým zariadeniam.

Aplikácia je legálne dostupná len pre študentov a inštruktorov študijného programu *CISCO*, inštalračné súbory sú umiestnené na komunitnej stránke ³. Inštalácia z nevelkých inštalračných súborov prebieha bezproblémovo, používateľ je konfrontovaný len s voľbou umiestnenia aplikácie v systéme. Dostupná je aj o niečo rozsiahlejšia verzia s podrobným návodom a množstvom názorných ukážok.

Packet Tracer 5.0 disponuje prehľadným grafickým rozhraním, ktoré umožňuje jednoduché a pohodlné vytváranie aj komplikovaných sieťových topológií pomocou metódy *drag&drop*. Jednotlivé sieťové zariadenia sa dajú konfigurovať a monitorovať po kliknutí myšou, ktoré otvorí nové okno pre konkrétne zvolené zariadenie. Používateľ má následne možnosť fyzickej konfigurácie zariadenia pomocou pridávania či odoberania rôznych rozširujúcich modulov, rovnako ako možnosť logickej (softvérovej) konfigurácie prostredníctvom konfiguračných formulárov vyberaných z menu, či v prípade *CISCO* prepínačov a smerovačov aj prostredníctvom simulovaného operačného systému *CISCO IOS*, ktorého implementácia napodobňuje priame pripojenie na konzolu zariadenia.

Výborná je možnosť odchyťavania simulovanej sieťovej komunikácie s vizualizáciou pohybu rámcov medzi jednotlivými zariadeniami v sieti. K dispozícii sú aj jednoduché filtre sieťových protokolov, prípadne používateľ má možnosť vytvoriť si vlastné filtre pomocou syntaxe ACL (rozšírené ACL nie sú povolené) a možnosť detailného prezretia každej zachytenej udalosti. Dáta prenášané v rámcoch sú zobrazené v príslušných poliach nákresu hlavičiek zodpovedajúcich sieťových protokolov a prítomný je aj podrobný opis relevantnej činnosti zúčastnených zariadení vzhľadom k danému rámcu rozpisovaný na jednotlivé vrstvy sieťového modelu RM OSI.

Pre inštruktorov a vyučujúcich môžu byť užitočné nástroje na vytváranie úloh, rôznych scenárov a testov so známkoaním a pomôcky pre spätnú väzbu. Implementácia súbežnej práce viacerých používateľov umožňuje spoločné riešenie úloh na základe spolupráce alebo súťaže, ktorá dokáže pôsobiť v mnohých prípadoch motivujúcejšie.

³<http://cisco.netacad.net>

2.4.5 Zistené nedostatky

- Nepodporuje všetky protokoly podporované reálnymi *CISCO* zariadeniami (zo smerovacích protokolov napríklad IGRP, IS-IS, BGP...).
- Poskytuje len výsek skutočnej funkcionality reálnych zariadení (obmedzené *debug* výpisy, oklieštená funkcionality NAT, silne obmedzené *crypto* možnosti, absencia funkcie ip http server v *CISCO* smerovačoch...).
- Legálne dostupné len pre ľudí s prístupom na komunitný server firmy *CISCO* (ľudia zapojení v spoplatnenom výučbovom programe).

2.4.6 Zhodnotenie analýzy

Packet Tracer vo verzii 5.0 predstavuje vynikajúcu aplikáciu pre účely rozširovania a upevňovania vedomostí v rámci rozsahu CCNA certifikátu. Do budúca zaujímavou vlastnosťou je ľahko rozširiteľná architektúra aplikácie pomocou modulov pridávajúcich novú funkcionality, no napriek tomu, že došlo k významnému rozšíreniu podporovaných protokolov, celková funkčnosť v porovnaní s reálnymi zariadeniami v mnohých oblastiach citelne zaostáva. Problémom je samotná podstata riešenia, nakoľko simulácia nefunguje ako reálne zariadenia, len ich činnosť s rôznym stupňom úspešnosti napodobňuje.

Silnou stránkou *Packet Traceru* predstavujú vizualizácie sieťovej komunikácie, dobre spracované simulácie množstva koncových zariadení a hodnoverne implementované *CISCO* prepínače podporujúce protokoly ako STP, RSTP, 802.1q, či VTP. Pre naše použitie by boli mimoriadne užitočné aj nástroje na prípravu cvičení a testov. Nezanedbateľnú výhodu vidíme aj v nízkej hardvérovej náročnosti, kde na rozdiel od sieťového emulátora GNS3 pohodlne stačí aj niekoľko rokov starý osobný počítač. Z toho vyplýva aj možnosť vytvárania podstatne rozsiahlejších sieťových topológií na jednom stroji.

Pre naše použitie však *Packet Tracer* diskvalifikujú tri faktory. Prvým z nich je legálne obmedzenie dostupnosti len pre účastníkov *CISCO* kurzov, keďže nie každý študent sieťových technológií na našej fakulte má záujem si za tieto kurzy platiť. Druhým faktorom sú problémy s oklieštenou funkcionality v porovnaní s reálnymi zariadeniami vyplývajúce zo samotnej funkčnej podstaty aplikácie a orientácie na rozsah technológií zhruba pokrývajúci CCNA stupeň (a ten sa úplne nezhoduje s témami preberanými na predmetoch PS1, PS2, WAN). Treťou neprekonateľnou prekážkou je nemožnosť vyskúšania si reálnych problémov *CISCO* smerovačov, ako sú napríklad chyby, odlišnosti, či nekompatibility v rôznych verziách *CISCO IOS*. Body získava GNS3 aj v slobodnej licencií a voľnom zdrojovom kóde, ktorý si používateľ v prípade potreby môže upraviť pre svoje vlastné potreby.

Ale i napriek tomu považujeme *Packet Tracer* vo verzii 5.0 za hodnotnú a prepracovanú aplikáciu, ktorá prináša mnoho pozitívnych zmien a vylepšení aj v priamom porovnaní s úspešnou verziou 4.0. Na naše účely sa však nehodí, keďže ide konceptuálne o riešenie, ktoré si nekladie

za cieľ suplovať reálne cvičenia a reálne plno funkčné zariadenia.

Kapitola 3

Špecifikácia

3.1 Špecifikácia funkcií systému a prioritá funkcií

Navrhovaný výučbový systém má mať nasledujúce funkcie:

- Poskytnúť študentovi nakonfigurované topológie, na ktorých má možnosť okamžite si odskúšať preberanú technológiu.
- Poskytnúť študentovi čiastočne nakonfigurované topológie venované preberanému učivu a návod ako ich dokončiť.
- Testovať úroveň znalostí študenta na cvičeniach so zámernou chybou. Usmerniť používateľa pri vyhľadávaní vzniknutej chyby. Podporiť abstraktné myslenie používateľa, aby vedel selektovať, čo sú základné prvky a overiť ich funkčnosť, a postupne prechádzať na špecifickejšie "podproblémy".
- Testovať vedomosti študenta súvisiace s preberaným materiálom. Použiť dostupné prostriedky ako sú testy, kvízy, v prípade potreby implementácia vlastných softvérových prostriedkov na testovanie.
- Vzdelávacia funkcia. K požadovaným úlohám musí systém poskytnúť potrebnú teoretickú prípravu. Požiadavka je však na výber poskytovaných materiálov v rozumnom množstve. Používateľ si musí byť vedomí, čo sa ide robiť, a čo chceme dosiahnuť. Na prednáškach by sa mal dozvedieť, ako požadovanú vec dosiahnuť. Ponúkaná teória by mala používateľovi poskytnúť dostatočný základ pre implementáciu riešenia.
- Slovník pojmov a skratiek viažuci sa na preberané učivo. Slúži ako rýchla referenčná príručka.
- Študentské fórum, kde si študenti môžu konzultovať vzniknuté problémy a otázky k preberanému učivu.

Zoradenie požadovaných funkcií podľa dôležitosti, od najdôležitejšej, po najmenej dôležitú:

1. Vzdelávacia funkcia, kumulácia informácií potrebných k cvičeniam.
2. Testovať znalosti študenta na cvičeniach so zámernou chybou.
3. Poskytnúť čiastočne nakonfigurované topológie na dokončenie.
4. Poskytnúť nakonfigurované topológie.
5. Slovník pojmov a skratiek viažuci sa na preberané učivo.
6. Testovať vedomosti študenta súvisiace s preberaným materiálom.
7. Študentské fórum.

3.1.1 Kontext systému

Implementovaný výučbový systém vytvárame ako dopĺňujúcu študijnú pomôcku. Nemá ísť o náhradu účasti študenta na cvičeniach. Chceme podporiť úsilie študenta pri získavaní nových poznatkov a praxe pri konfigurácii sieťových zariadení a topológii. Naš projekt je úzko spätý so študijným materiálom preberaným na predmetoch s tematikou počítačových sietí, avšak dáva priestor na jeho ďalšie rozšírenie. Našou snahou je študentovi poskytnúť flexibilitu. Softvérové simulátory odbremeňujú študenta od fyzického zapájania káblov, takže čas, kým sa študent dostane k funkčnej topológii pripravenej na výučbový proces sa skraca. Keďže náš tím sa rozhodol použiť emulátor zariadenia, študent získava plnohodnotnú učebnú pomôcku. Ide o diferenciálny rozdiel od konkurenčných riešení, ktoré smerovače napodobňujú, avšak v praxi nikdy nedokázali dostatočne pokryť potreby študenta pri konfigurovaní topológii viažucich sa k preberanému učivu.

3.1.2 Softvérové požiadavky – GNS3

Vzhľadom k tomu, že GNS3, ako mnohé iné *open-source* produkty, využíva niekoľko knižníc štandardne neinštalovaných spolu s operačným systémom, je nutné zabezpečiť ich prítomnosť na počítači používateľa. Na platforme *Windows* je toto vyriešené zahrnutím v inštaláčnom balíčku, na platforme *Linux* je riešená závislosťami balíčka. Pre sledovanie komunikácie je potrebný ešte program *Wireshark*, inštalovaný samostatne.

3.1.3 Softvérové a hardvérové požiadavky – LMS Moodle

Prístup k systému *Moodle* vyžaduje webový prehliadač, kvôli prítomnosti obrázkov sa odporúča grafický. Lekcie nebudú využívať pokročilé "Web 2.0" technológie ani dodatočné doplnky a

rozsírenia. Požiadavky na prístup k lekciam neprevyšujú požiadavky zvoleného prehliadača či operačného systému.

3.1.4 Hardvérové požiadavky – GNS3

Zo systému GNS3 kladie najväčšie nároky na hardvér samotný emulátor. Nároky teda rastú úmerne s počtom emulovaných prvkov, ako aj v závislosti od výbavy fyzického smerovača, ktorý emulujeme. Vzhľadom k počtu smerovačov potrebných na lekcie a potrebnej výbave, potrebuje používateľ približne 250-300 MB RAM voľných pre GNS3 (celková kapacita potom závisí od používateľovho systému). Na typickej inštalácii *Windows XP* si tak používateľ vystačí aj s 512 MB RAM.

Nárokom na výpočtový výkon sú schopné vyhovieť takmer všetky počítače. Na plynulý chod stačí 1 GHz procesor *Pentium 3* a vyššie, spomalenie na slabších strojoch neobmedzuje používateľa vo funkčnosti.

Kapitola 4

Návrh riešenia

4.1 Návrh architektúry systému

Študijný materiál bude rozdelený podľa predmetov, organizovaný tematicky do lekcí podľa preberanej problematiky. Lekciu tvoria cvičenia, ktoré pokrývajú náplň cvičení a voliteľne obsahujú topológie uvedené na prednáškach, prípadne ďalšie doplňujúce sieťové topológie. Teória sa viaže k cvičeniam.

Nasleduje prehľad niekoľkých topológií, ktoré chceme spracovať do výučbového systému. Ide o stručné poznámky, ktoré majú usmerniť členov tímu pri implementácii, avšak neopisujú implementáciu samotnú. Štruktúra návrhu má byť do značnej miery totožná s organizáciou samotných cvičení. V aktuálnej verzii dokumentácie ešte nie sú pokryté všetky topológie preberané na prednáškach a cvičeniach.

4.1.1 Študijný materiál

- Zozbierať študijný materiál z predmetov Sieť 2, WAN technológie. Osnovy predmetu, podklady k témam, topológie sietí používaných na cvičeniach. Príprava odkazov na internetové stránky zamerané na prehĺbenie preberaného učiva.
- Spracovanie materiálu. Rozdelenie podľa osnov. Zhutnenie/rozšírenie študijného materiálu za účelom vytvorenia doplnkovej výučbovej pomôcky.
- Zjednotenie dizajnu použitých učebných materiálov.

4.1.2 Lekcie

Štruktúra lekcie má obsahovať:

- **Úvod do problematiky.** Teória potrebná na zvládnutie precvičovaného učiva.
- Zadanie precvičovanej topológie.
- **Vizualizácia.** Diagram preberanej topológie. Fotografie používaných technických prostriedkov.
- **Okomentované konfigurácie smerovačov a topológie počítačovej siete.**
- **Súbory na prebratie s uloženou topológiou** pre emulátor. K dispozícii môžu byť viaceré verzie súboru s rôznou úrovňou zapojenia. Takýto prístup umožňuje precvičovanie študenta v tvorivom prístupe k problému a rovnako upevňuje vedomosti pri používaní emulačného softvéru.
- **Súbory na prebratie konfigurácie smerovačov.** K dispozícii je vhodné pripraviť viaceré verzie súboru s rôznou úrovňou konfigurácie. Opäť ide o precvičovanie študenta v tvorivom prístupe k problému a upevnenie vedomostí.
- **Chybné konfigurácie.** Cieľom je podporiť schopnosti študenta, objaviť chybu v nastavení smerovača a následnú opravu.
- **Vzorky odchytenej komunikácie** – voliteľná položka – ak to napomôže správne pochopeniu preberanej problematiky. **Je potrebné analyzovať možnosti vizualizácie odchytenej komunikácie** a vybrať takú, ktorá napomôže študentovi čo najefektívnejšie získať prehľad o prebiehajúcej komunikácii. Príkladom môže byť vizualizácia PPP autentifikácie, vizualizácia TCP príznakov pri iniciálizácii spojenia a ďalšie.

4.1.3 Testovanie

Zahŕňa otestovanie výučbového systému na skupine študentov. Pozitívne hodnotenie môže predstavovať buď úspešná konfigurácia topológie, alebo odstránenie chyby v konfigurácii smerovača.

4.2 Topológie z predmetu WAN technológie

Uvádzané cvičenia sú inšpirované cvičeniami z predmetu WAN technológie. Dostupné sú na stránke predmetu [10].

4.2.1 Lekcia 1: DHCP

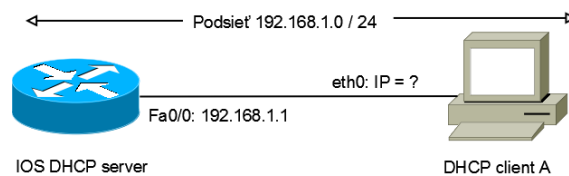
Zameranie cvičení: Konfigurácia *CISCO* smerovača vo funkcii DHCP servera pre priamo pripojenú *Ethernet* sieť LAN.

Cvičenie 1.1

Automatické pridelenie sieťovej adresy pre klientský počítač pripojený priamo na smerovač.

Teória: DHCP protokol, proces dynamického pridelenia parametrov, typy DHCP správ (*DHCPDISCOVER*, *DHCPOFFER*, *DHCPREQUEST*, *DHCPACK*, *DHCPNACK*, *DHCPRELEASE*).

Topológia: Topológia pre dané cvičenie je na obrázku 4.1.



Obr. 4.1: DHCP, topológia pre cvičenie 1

Úlohy: Konfigurácia smerovača vo funkcií DHCP serveru.

- Vytvorenie jednej DHCP triedy¹ na smerovači pre pridelenie:
 - sieťovej adresy,
 - adresy predvolenej brány (*default gateway*),
 - adresy DNS serverov,
 - názov domény.
- Oboznámenie sa s príkazmi:
 - `service dhcp`, `ip dhcp pool`, `network`, `default-router`, `dns-server`, `lease`.

Konfigurácia klientského počítača.

¹DHCP trieda je voľný preklad spojenia "DHCP pool"

- Konfigurácia sieťového rozhrania pre automatické pridelenie sieťových parametrov.
- Oboznámenie sa s príkazmi: `ipconfig /release`, `ipconfig /renew`.

Overenie:

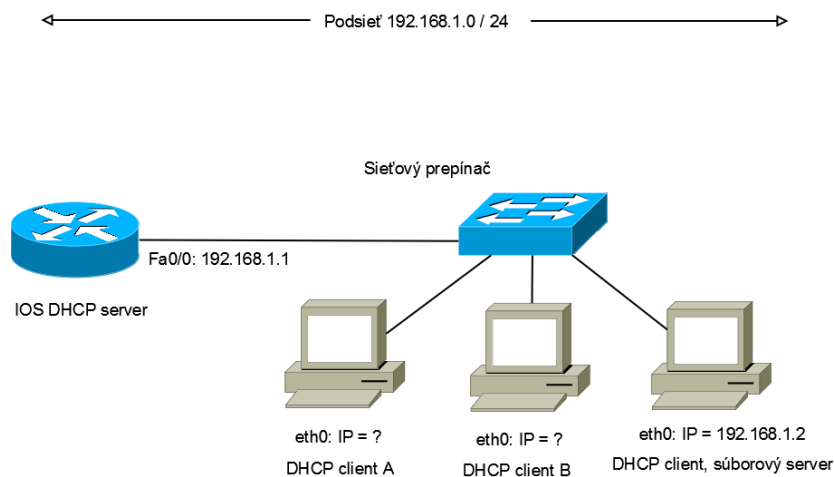
- Otestovať funkčnosť DHCP servera. Zámer cvičenia je splnený, ak klientský počítač dostane dynamicky pridelené sieťové parametre z DHCP servera.
- Oboznámenie sa s príkazmi:
`show ip dhcp binding`, `clear ip dhcp binding`, `show ip dhcp conflict`, `clear ip dhcp conflict`, `show ip dhcp server statistics`, `clear ip dhcp server statistics`, `debug ip dhcp server events`, `debug ip dhcp server packets`.

Cvičenie 1.2

Automatické pridelenie sieťových parametrov pre skupinu počítačov.

Teória: DHCP protokol, proces dynamického pridelovania parametrov, typy DHCP správ (*DHCPDISCOVER*, *DHCPOFFER*, *DHCPREQUEST*, *DHCPACK*, *DHCPNACK*, *DHCPRELEASE*).

Topológia: Topológia pre dané cvičenie je na obrázku 4.2.



Obr. 4.2: DHCP, topológia pre cvičenie 2

Úlohy:

- Konfigurácia smerovača vo funkcií DHCP serveru.
 - Vytvorenie DHCP triedy na smerovači pre pridelenie sieťovej adresy, adresy predvolenej brány, adresy DNS serverov, názov domény.
 - Vránci triedy vylúčiť prvých desať použiteľných IP adries pre lokálne servery.
 - Súborový server musí byť dosiahnuteľný vždy na rovnakej IP adrese. Zadefinovanie vlastnej DHCP triedy pre vytvorenie páru MAC: IP adresa.
 - Oboznámenie sa s príkazmi:
`host`, `hardware-address`, `client-identifier`, `ip dhcp excluded-address`.
- Konfigurácia klientských počítačov.
 - Konfigurácia sieťového rozhrania pre automatické nastavenie sieťových parametrov.

Overenie:

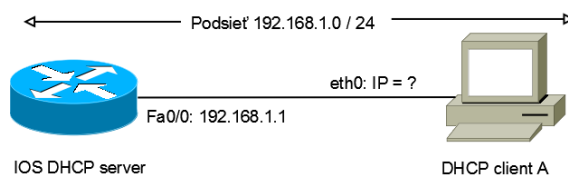
- Otestovať funkčnosť DHCP servera. Zámer cvičenia je splnený, ak klientský počítač dostane dynamicky pridelené sieťové parametre z DHCP servera.
- Oboznámenie sa s príkazmi:
`show ip dhcp binding`, `clear ip dhcp binding`, `show ip dhcp conflict`, `clear ip dhcp conflict`, `show ip dhcp server statistics`, `clear ip dhcp server statistics`, `debug ip dhcp server events`, `debug ip dhcp server packets`.

Cvičenie 1.3

Automatické pridelenie sieťovej adresy pre skutočný klientský počítač pripojený na simulovaný CISCO smerovač. Nastavenie zabezpečovacích pravidiel zariadení, aby nebránili DHCP komunikácii.

Teória: DHCP protokol, proces dynamického pridelovania parametrov, typy DHCP správ (*DHCPDISCOVER*, *DHCPOFFER*, *DHCPREQUEST*, *DHCPACK*, *DHCPNACK*, *DHCPRELEASE*). Opis funkcie bezpečnostnej brány. Úvod do ACL listov. Nastavenie bezpečnostnej brány *firewall* na klientskom počítači, aby neblokovala DHCP komunikáciu a ACL listov na strane smerovača s rovnakým zámerom. Návod na prepojenie *Dynamips* emulátora so sieťovým rozhraním počítača.

Topológia: Topológia pre dané cvičenie je na obrázku 4.3.



Obr. 4.3: DHCP, topológia pre cvičenie 3

Úlohy:

- Konfigurácia smerovača vo funkcií DHCP serveru.
 - Vytvorenie jednej DHCP triedy na smerovači pre pridelenie:
 - * sieťovej adresy,
 - * adresy predvolenej brány (*default gateway*),
 - * adresy DNS serverov,
 - * názov domény.
 - Definovanie a použitie ACL listu pre prechod DHCP komunikácie, ICMP paketov.
 - Zablokovanie prechodu akejkoľvek ďalšej premávky smerom na smerovač (pre demonštračné účely).
- Konfigurácia klientského počítača.
 - Konfigurácia sieťového rozhrania pre automatické pridelenie sieťových parametrov.
 - Konfigurácia bezpečnostnej brány. Nakoľko túto možnosť simulátor priamo nepodporuje, prepojíme simulátor s reálnym počítačom, na ktorom budeme používať jeho vlastnú bezpečnostnú bránu.

Overenie:

- Otestovať funkčnosť DHCP servera. Zámer cvičenia je splnený, ak klientský počítač dostane dynamicky pridelené sieťové parametre z DHCP servera.
- Ak klientskému počítaču bola pridelená IP adresa, bezpečnostné pravidlá boli správne aplikované.
- Testovanie dostupnosti zariadenia ICMP protokolom (aplikáciou *ping*) v smere z klientského počítača na smerovač musí fungovať. Výzva na *telnet* spojenie smerom na smerovač by mala byť smerovačom zamietnutá.
- Oboznámenie sa s príkazmi:


```
show ip dhcp binding, clear ip dhcp binding, show ip dhcp conflict, clear
```


`ip dhcp conflict, show ip dhcp server statistics, clear ip dhcp server statistics, debug ip dhcp server events, debug ip dhcp server packets.`

4.2.2 Lekcia 2: PPP

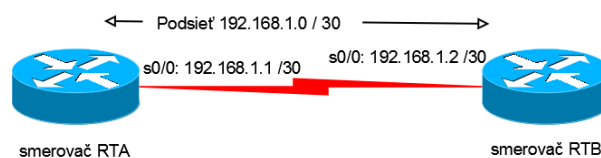
Zameranie cvičení: Základné použitie protokolu PPP, autentifikácia, agregácia spojenia.

Cvičenie 2.1

Konfigurácia PPP protokolu za účelom autentifikácie smerovačov.

Teória: Protokol PPP, autentifikácia CHAP.

Topológia: Topológia pre dané cvičenie je na obrázku 4.4.



Obr. 4.4: PPP, topológia pre cvičenie 1

Úlohy:

- Nastaviť PPP enkapsuláciu na sériových sieťových rozhraniach *serial 0/0*. Najskôr len na jednom smerovači a sledovať ladiace výstupy *debug ppp*.
- Nastaviť *bandwidth* premennej pre sériové rozhranie.
- Zapnutie CHAP autentifikácie RTB voči RTA:
 - Definovanie lokálnej autentifikačnej databázy na smerovači RTA.
 - Zapnutie CHAP autentifikácie na smerovači RTA.
 - Zadefinovanie CHAP prihlasovacích údajov na smerovači RTB.
- Oboznámenie sa s príkazmi: `bandwidth`, `username - password`, `ppp authentication chap`, `ppp chap hostname`, `ppp chap password`, `ppp compress`, `ppp quality`, `show controllers serial`, `debug ppp`.

Overenie:

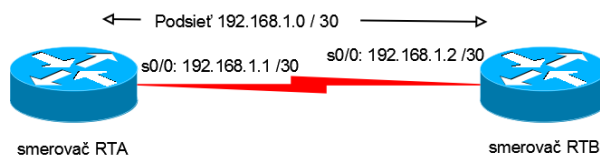
- Po úspešnej konfigurácii sa obnoví komunikácia medzi smerovačmi. Pre testovanie je možné použiť príkaz `ping` alebo požiadať o `telnet` spojenie na susedný smerovač.
- Sledovanie informačných a ladiacich výstupov smerovača.
- Oboznámenie sa s príkazmi:
`show controllers serial`, `show interface serial`, `debug ppp (authentication, negotiation, error, chap, packet)`.

Cvičenie 2.2

Konfigurácia PPP protokolu za účelom autentifikácie smerovačov, autentifikácia CHAP.

Teória: Protokol PPP, autentifikácia PAP.

Topológia: Topológia pre dané cvičenie je na obrázku 4.5.



Obr. 4.5: PPP, topológia pre cvičenie 2

Úlohy:

- Nastaviť PPP enkapsuláciu na sériových sieťových rozhraniach `serial 0/0`. Najskôr len na jednom smerovači a sledovať ladiace výstupy `debug ppp`.
- Nastavenie `bandwidth` premennej pre sériové rozhranie.
- Zapnutie PAP autentifikácie RTB voči RTA:
 - Definovanie lokálnej autentifikačnej databázy na RTA.
 - Zapnutie PAP autentifikácie na smerovači RTA.
 - Zadefinovanie PAP prihlasovacích údajov na smerovači RTB.
- Oboznámenie sa s príkazmi:
`encapsulation ppp`, `bandwidth`, `username - password`, `ppp authentication pap`,
`ppp pap sent-username .. password ..`, `ppp compress`, `ppp quality`.

Overenie:

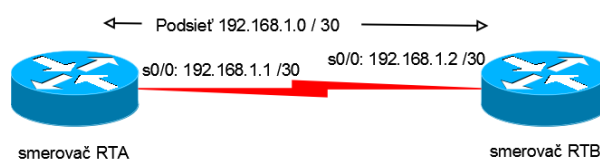
- Po úspešnej konfigurácii sa obnoví komunikácia medzi smerovačmi. Pre testovanie je možné použiť príkaz *ping* alebo požiadať o *telnet* spojenie na susedný smerovač.
- Sledovanie informačných a ladiacich výstupov smerovača.
- Oboznámenie sa s príkazmi:
`show controllers serial, show interface serial, debug ppp (authentication, negotiation, error, chap, packet).`

Cvičenie 2.3

Konfigurácia PPP protokolu za účelom autentifikácie smerovačov, autentifikácia jedným smerom CHAP, opačným PAP.

Teória: Protokol PPP, autentifikácia CHAP, PAP.

Topológia: Topológia pre dané cvičenie je na obrázku 4.6.



Obr. 4.6: PPP, topológia pre cvičenie 3

Úlohy:

- Nastavenie parametra *bandwidth* premennej pre sériové rozhranie.
- Zapnutie PAP autentifikácie RTB voči RTA:
 - Definovanie lokálnej autentifikačnej databázy na RTA.
 - Zapnutie PAP autentifikácie na smerovači RTA.
 - Zadefinovanie PAP prihlasovacích údajov na smerovači RTB.
- Zapnutie CHAP autentifikácie RTA voči RTB:
 - Definovanie lokálnej autentifikačnej databázy na smerovači RTB.
 - Zapnutie CHAP autentifikácie na smerovači RTB.

– Zadefinovanie CHAP prihlasovacích údajov na smerovači RTA.

- Oboznámenie sa s príkazmi:

```
encapsulation ppp, bandwidth, username - password, ppp authentication pap,  
ppp pap sent-username .. password .., password, ppp authentication chap,  
ppp chap hostname, ppp chap password, ppp compress, ppp quality.
```

Overenie:

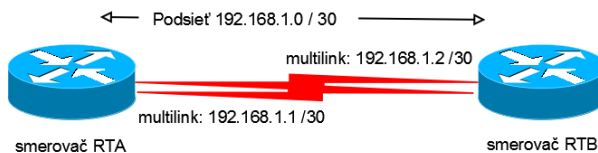
- Po úspešnej konfigurácii sa obnoví komunikácia medzi smerovačmi. Pre testovanie je možné použiť príkaz *ping* alebo požiadať o *telnet* spojenie na susedný smerovač.
- Sledovanie informačných a ladiacich výstupov smerovača.
- Oboznámenie sa s príkazmi:
`show controllers serial, show interface serial, debug ppp (authentication, negotiation, error, chap, packet).`

Cvičenie 2.4

Rozšírená konfigurácia PPP spojenia.

Teória: Protokol PPP a jeho voliteľné parametre: PPP *multilink*, PPP *quality*, PPP *compression*.

Topológia: Topológia pre dané cvičenie je na obrázku 4.7.



Obr. 4.7: PPP, topológia pre cvičenie 4

Úlohy:

- Nastavenie PPP enkapsulácie na sériových sieťových rozhraniach *serial 0/0*. Nastavte enkapsuláciu najskôr len na jednej strane a sledujte ladiace výstupy *debug PPP*.
- Nastavenie *bandwidth* premennej pre sériové rozhranie.
- Nastavenie kompresie PPP dát.

- Nastavenie monitorovania kvality sériovej linky.
- Nastavenie logického kanála pozostávajúceho z dvoch sériových spojení za účelom rozloženia záťaže na linku.
- Oboznámenie sa s príkazmi:
`bandwidth`, `ppp quality`, `compress`, `no fair-queue`, `ppp multilink`, `interface multilink`.

Overenie:

- Po úspešnej konfigurácii sa obnoví komunikácia medzi smerovačmi. Pre testovanie je možné použiť príkaz `ping` alebo požiadať o `telnet` spojenie na susedný smerovač.
- Sledovanie informačných a ladiacich výstupov smerovača.
- Oboznámenie sa s príkazmi: `show controllers serial`, `show interface serial`, `debug ppp (authentication, negotiation, error, chap, packet)`.

4.2.3 Lekcia 3: Frame relay

Cvičenie 3.1

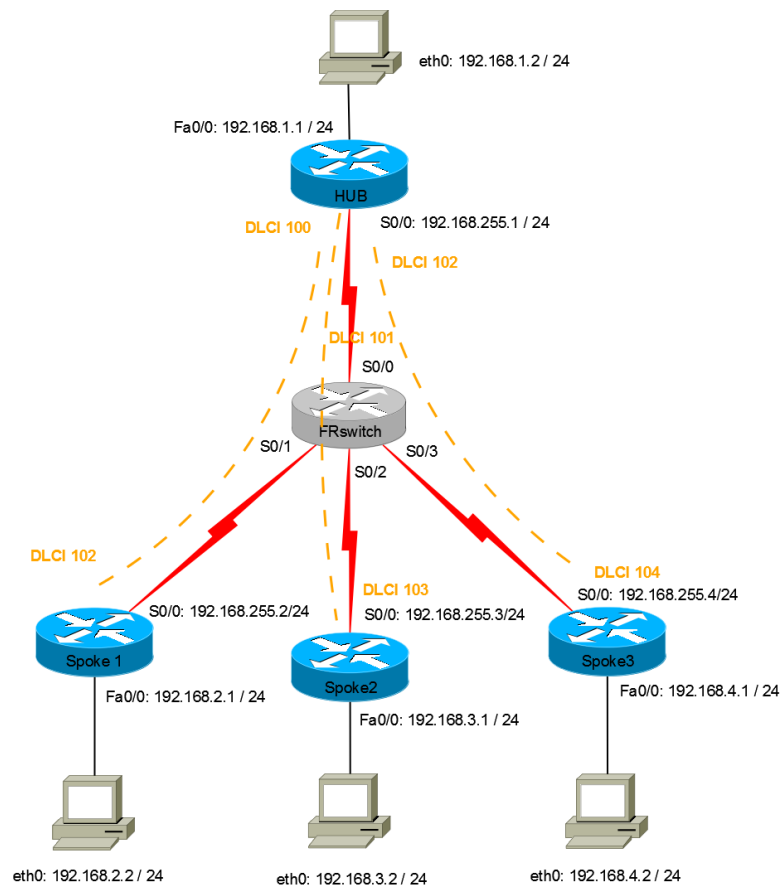
Multipoint Frame Relay sieť, v ktorej existuje podpora pre *Inverse-ARP* protokol, bez rozdelenia sieťového rozhrania na viaceré *subinterface*.

Teória: Úvod do *Frame relay* sietí. Technológia TDM = *Time Division Multiplex* pri viacnásobnom prístupe k prenosovému médiu. *Inverse-ARP* protokol, význam a opis protokolu. Vysvetlenie *multiaccess* topológií: *point-to-point*, *point-to-multipoint*. Vysvetlenie *split horizon* ochrany voči slučkám pre *distance vector* smerovacie protokoly.

Topológia: Topológia pre dané cvičenie je na obrázku 4.8.

Úlohy:

- Nastaviť dynamické smerovanie medzi smerovačmi (smerovací protokol RIP alebo EIGRP).
- Zistiť, aké DLCI pridelil *Frame relay* prepínač smerovaču.
- Nastavenie parametrov sieťových rozhraní (*Frame relay encapsulation*, IP adresy).
- Odstránenie *split horizon* problému na HUB smerovači.
- Oboznámenie sa s príkazmi:
`encapsulation frame-relay`, `frame-relay interface-dlci`.



Obr. 4.8: Frame relay, topológia pre cvičenie 1

Overenie: Korektne nakonfigurovaná topológia by mala umožniť ICMP komunikáciu medzi všetkými klientskými počítačmi.

Oboznámenie sa s príkazmi:

`show interface serial`, `show frame-relay pvc`, `show frame-relay map`, `show frame-relay route`, `debug frame-relay lmi`, `debug frame-relay packet`, `debug frame-relay events`, `show frame lmi`.

Implementačné detaily:

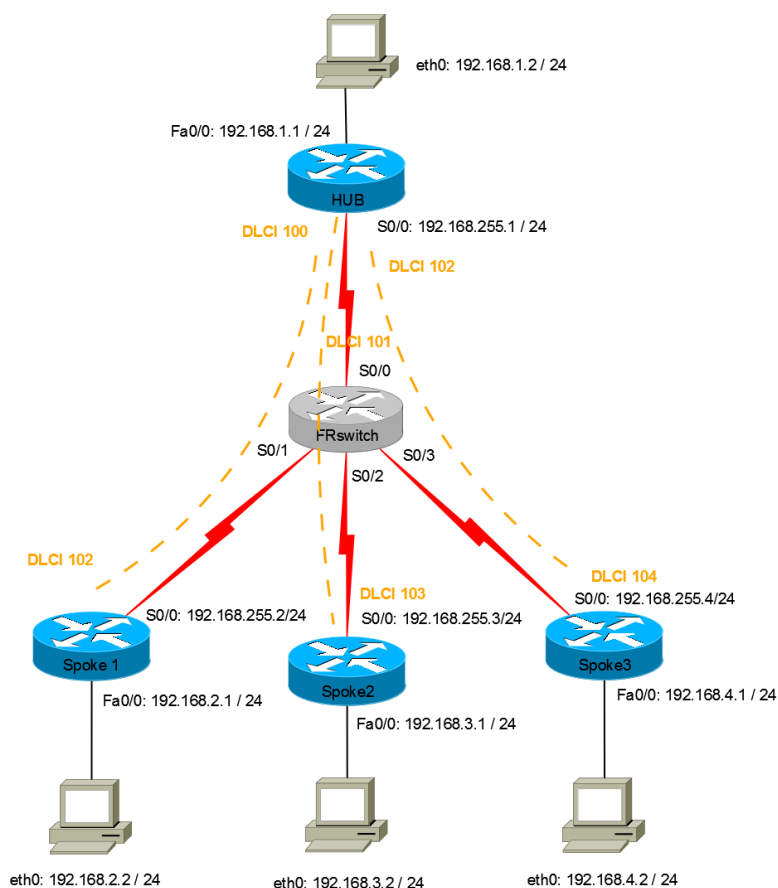
- Kvôli náročnosti na technické prostriedky je možné, že smerovač *spoke3* nebude súčasťou topológie.
- *Frame relay* prepínač bude simulovaný smerovačom so zodpovedajúcou konfiguráciou.

Cvičenie 3.2

Multipoint Frame Relay sieť, v ktorej existuje podpora pre *Inverse-ARP* protokol, bez rozdelenia sieťového rozhrania na viaceré *subinterface*.

Teória: Úvod do *Frame relay* sietí. Vysvetlenie *multiaccess* topológií: "jeden na jedného" (*point-to-point*), "jeden na viacerých" (*point-to-multipoint*). *Frame relay* ako *NonBroadcast Multiple Access* technológia. *Inverse-ARP* protokol, význam a opis protokolu. V prípade, že by *Inverse-ARP* protokol nebol podporovaný, je potrebné zadeinovanie statického mapovania DLCI pre prístup k vzdialeným smerovačom a ich podsietiam. Vysvetlenie *split horizon* ochrany voči slučkám pre *distance vector* smerovacie protokoly. OSPF voľby DR a BDR smerovačov v NBMA topológiach.

Topológia: Topológia pre dané cvičenie je na obrázku 4.9.



Obr. 4.9: Frame relay, topológia pre cvičenie 2

Úlohy:

- Nastaviť dynamické smerovanie medzi smerovačmi (smerovací protokol RIP, EIGRP, OSPF).
- Zistiť aké DLCI pridelil *Frame relay* prepínač smerovaču.
- Nastaviť parametre sieťových rozhraní (*Frame relay encapsulation*, IP adresy).
- Odstrániť *split horizon* problému na HUB smerovači.
- Vytvoriť statické mapovanie DLCI pre prístup k vzdialeným smerovačom a ich podsieťam.
- Oboznámenie sa s príkazmi:
`encapsulation frame-relay, frame-relay interface-dlci, default int serial, int serial0/0.100 multipoint, frame-relay map ip ... 100 broadcast, ip ospf priority, ip ospf network point-to-multipoint.`

Overenie:

- Korektne nakonfigurovaná topológia by mala umožniť ICMP komunikáciu medzi všetkými klientskými počítačmi.
- Oboznámenie sa s príkazmi:
`show interface serial, show frame-relay pvc, show frame-relay map, show frame-relay route, debug frame-relay lmi, debug frame-relay packet, debug frame-relay events, show frame lmi.`

Implementačné detaily:

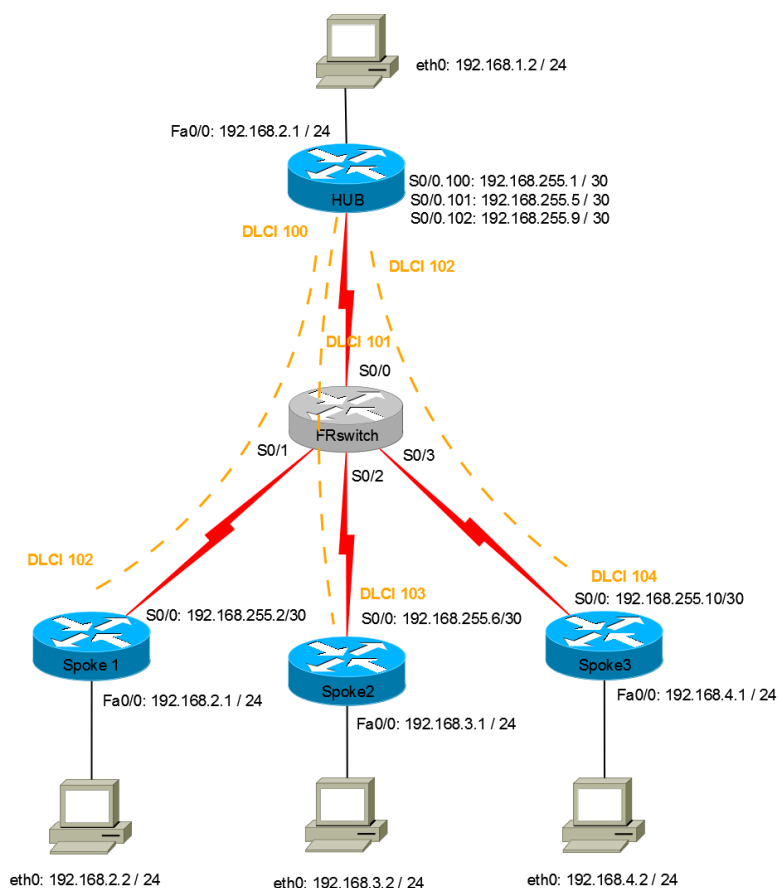
- Kvôli náročnosti na technické prostriedky je možné, že smerovač *spoke3* nebude súčasťou topológie.
- *Frame relay* prepínač bude simulovaný smerovačom so zodpovedajúcou konfiguráciou.

Cvičenie 3.3

Frame Relay sieť typu *point-to-point* s rozdelením sieťového rozhrania na viaceré *subinterface*.

Teória: Úvod do *Frame relay* sietí. Vysvetlenie *multiaccess* topológií: "jeden na jedného" (*point-to-point*), "jeden na viacerých" (*point-to-multipoint*). V sieťach typu *point-to-point* s rozdelením sieťového rozhrania na logické rozhrania, každé logické rozhranie je zaradené do vlastnej podsiete a má priradený vlastný DLCI identifikátor. Týmto prístupom sme odbremenení od problémov so *split horizon* pravidlom, taktiež od problémov s absenciou všesmerového *broadcast* a *multicast* vysielania charakteristického pre *multipoint* architektúry. OSPF nevykonáva voľby DR a BDR smerovačov pri priamych (*point to point*) spojeniach. Breno, ktoré nesie toto riešenie je, že je náročné na vytváranie podsietí pre každé dve logické sieťové rozhrania, a teda aj počet pridelených IP adries. Súčasťou teórie má byť tiež detailný pohľad na LMI správy (*Local Management Interface*). Prehľad môže byť užitočný pri odhaľovaní chyby vo *Frame relay* komunikácii po spustení príkazu "debug frame-relay lmi".

Topológia: Topológia pre dané cvičenie je na obrázku 4.10.



Obr. 4.10: Frame relay, topológia pre cvičenie 3

Úlohy:

- Nastaviť dynamické smerovanie medzi smerovačmi (smerovací protokol RIP alebo EIGRP).
- Zistiť, aké DLCI pridelil *Frame relay* prepínač smerovaču.
- Nastavenie parametrov sieťových rozhraní (*Frame relay encapsulation*, IP adresy).
- Ak ostalo sieťové rozhranie *Serial x/y* z predchádzajúceho cvičenia rozdelené na logické sieťové rozhrania typu *multipoint*, je potrebné vykonať nasledovnú procedúru, aby sme ho zmenili na typ *point-to-point*.
 - Zmazať rozdelenie na logické sieťové rozhrania príkazom "*no interface*".
 - Uložiť konfiguráciu do NVRAM pamäte príkazom "*wr mem*".
 - Reštartovať smerovač a ukončiť konfiguráciu príkazom "*reload*".
- Rozdelenie sieťového rozhrania na logické sieťové adaptéry typu *point-to-point*. Priradenie vlastnej IP adresy a DLCI identifikátoru každému logickému sieťovému adaptéru.
- Oboznámenie sa s príkazmi:

```
interface serial X/Y.100, frame-relay interface-dlci, encapsulation  
frame-relay, frame-relay interface-dlci.
```

Overenie:

- Korektne nakonfigurovaná topológia by mala umožniť ICMP komunikáciu medzi všetkými klientskými počítačmi.
- Oboznámenie sa s príkazmi:

```
show interface serial, show frame-relay pvc, show frame-relay map, show  
frame-relay route, debug frame-relay lmi, debug frame-relay packet, debug  
frame-relay events, show frame lmi, clear frame-relay-inarp.
```

Implementačné detaily:

- Kvôli náročnosti na technické prostriedky je možné, že smerovač **spoke3** nebude súčasťou topológie.
- *Frame relay* prepínač bude simulovaný smerovačom so zodpovedajúcou konfiguráciou.

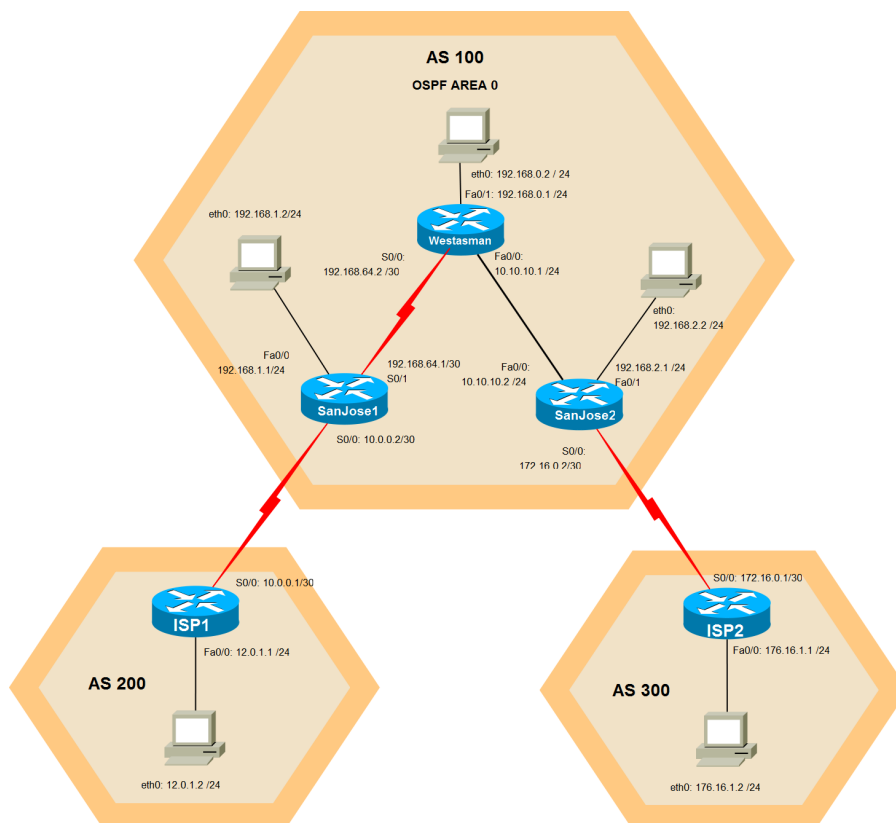
4.2.4 Lekcia 4: BGP

Cvičenie 4.1

Pripojenie lokálnej počítačovej siete k dvom poskytovateľom. Pravidlo synchronizácie, modifikácia správanie sa BGP využitím parametra *next-hop-self*.

Teória: Úvod do protokolu BGP. Prepájanie autonómnych systémov, tranzitné siete, atribútové smerovanie sieťovej na základe definovanej politiky, a nie najlepšej metriky k cieľu.

Topológia: Topológia pre dané cvičenie je na obrázku 4.11.



Obr. 4.11: BGP, topológia pre cvičenie 1

Úlohy:

- Nakonfigurovať sieťové rozhrania podľa diagramu 4.11, *loopback* rozhrania pre simulovanie pripojených lokálnych a vzdialených počítačových sietí.
- Nakonfigurovať EBGP medzi ISP a *SanJose* smerovačmi, oznamovanie priamo pripojených sietí.
- Verifikácia pripojenia, pozorovanie adekvátnych *show* príkazov.
- Nakonfigurovať vnútorného smerovacieho protokolu IGP, konkrétne protokol OSPF pre priamo pripojené smerovače vrámci autonómneho systému AS 100.

- Nakonfigurovať IBGP spojenia medzi smerovačmi *SanJose1* a *SanJose2*.
- Oboznámenie sa z príkazom *next-hop-self*.
 - Pozorovanie chýbajúcich ciest na *SanJose* smerovačoch.
 - Pravidlo: Aby BGP vložilo cestu do smerovacej tabuľky, musí byť známy *NEXT-HOP* cesty.
 - Na *SanJose* smerovačoch použiť ***neighbor IP next-hop-self*** príkaz, za účelom oznamovania pôvodcu ciest.
- Pozorovanie problému "čiernej diery", pri ktorom sa na jednom zo smerovačov strácajú pakety.
 - Programami *ping* a *traceroute* demonštrujeme strácanie paketov. Ako príklad môžeme použiť rozšírený *ping* so zdrojovou adresou *loopback0* rozhrania z ISP1 do *loopback0* siete na ISP2.
 - Študent si má vyskúšať odstránenie problému vypnutím **synchronizácie**. Synchronizácia definuje, že BGP môže vkladať do smerovacej tabuľky a ďalej oznamovať len také cesty, ktoré sa už predtým naučil cez vnútorný smerovací protokol IGP.
 - Nakonfigurovať *full-mesh* IBGP, čo znamená že vytvoriť BGP spojenie medzi každými dvoma smerovačmi. Preverenie, že *full-mesh* IBGP vyriešilo problém synchronizácie. Študent má zopakovať rozšírený *ping* vyslaný z prvej lokálnej siete ISP smerovača do náprotivnej lokálnej siete. Teraz by mal prejsť úspešne.
- *SanJose* smerovače sú nakonfigurované tak, aby oznamovali svoje cesty do ISP1. ISP2 si môže potencionálne vložiť cesty do svojej smerovacej tabuľky, a potom smerovať premávku tranzitne cez ITA sieť. Študent má za úlohu vytvoriť obmedzujúce pravidlo formou štandardného *access-list*-u, ktoré by zamedzilo oznamovaniu iných sietí ako lokálnych sietí pripojených na smerovače z autonómneho systému BGP.

Overenie:

- Správne nakonfigurovaná topológia by mala umožňovať dosiahnuteľnosť ISP sietí z ktorejkoľvek siete pripojenej k IBGP smerovačom z autonómneho systému AS 100.
- Smerovacie tabuľky ISP by nemali obsahovať cesty náprotivných smerovačov a mali obsahovať siete z AS 100.

Oboznámenie sa s príkazmi: rozšírený *ping*, *show ip bgp neighbors*, *show ip bgp*, *show ip bgp summary*, *show ip bgp neighbors*

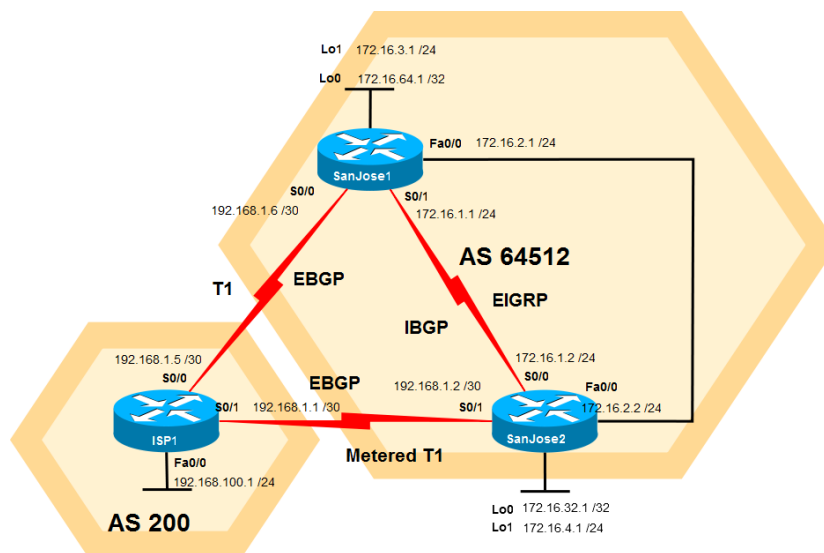
Implementačné detaily: Ak je k dispozícii dostatočná výpočtová kapacita, pre simuláciu lokálnych sietí môžu byť použité dodatočné smerovače vo funkcii klientských počítačov. Je možné vyhnúť sa použitiu rozšírenému *ping*.

Cvičenie 4.2

BGP ukázková sieť, pripojenie počítačovej siete k dvom poskytovateľom za účelom zvýšenia spoľahlivosti vytvorením nadbytočných trás. Využitie príkazov *next-hop-self*, *update-source*. Úprava smerovania sieťovej premávky na základe ekonomickej výhodnosti. Aplikovanie smerovacích pravidiel pomocou definovania *route-map* pravidiel. Modifikácia BGP parametrov *local-preference* a *Metric*.

Teória: Úvod do protokolu BGP. Prepájanie autonómnych systémov, tranzitné siete, atribútové smerovanie sieťovej na základe definovanej politiky a nie najlepšej metriky k cieľu. Spísať prehľadný opis BGP atribútov a uviesť ich štandardne predvolené hodnoty. Postupnosť vyhodnocovania BGP atribútov pri voľbe najlepšej cesty. Návod a príklad na použitie programu *ping* so zaznamenaním cesty. Zdokumentovať význam príkazu *update-source* a *next-hop-self* aj s príkladom použitia.

Topológia: Topológia pre dané cvičenie je na obrázku 4.12.



Obr. 4.12: BGP, topológia pre cvičenie 2

Úlohy:

- Nakonfigurovať sieťové rozhrania podľa diagramu 4.12, *loopback* rozhrania slúžia pre simulovanie pripojených lokálnych počítačových sietí a Internetu.
- Spustiť IGP smerovací protokol EIGRP medzi smerovačmi *SanJose1* a *SanJose2*. Do IGP zaradiť len sieť 172.16.0.0. Pre *loopback* siete nastaviť parameter *passive-interface*, aby sa do sietí, kde už nieje ďalší smerovač, neposielali zbytočne citlivé informácie. Šetrí sa tiež záťaž na systémové prostriedky smerovača.
- Nakonfigurovať IBGP.
 - Vypnúť automatickú sumarizáciu sa úrovni BGP protokolu z dôvodu použitých VLSM adries.
 - Ako zdroj smerovacích aktualizácií uviesť adresu *loopback* sieťového adaptéru. Tým umožníme smerovaču učiť sa smerovacie aktualizácie z ktoréhokoľvek sieťového rozhrania, na ktorom je povolený BGP protokol. Zvýšime tým odolnosť systému.
 - Vypnúť synchronizáciu na oboch *SanJose* smerovačoch, aby sme oznamovali siete bez ohľadu na to, či EIGRP vie o sieťach. Zvyčajne BGP smerovač neoznamuje cesty k externým susedom, pokiaľ cesta nie je lokálna alebo naučená cez IGP smerovací protokol.
- Nakonfigurovať EBGP spojenie medzi ISP a oboma *SanJose* smerovačmi.
 - Nieje potrebné uvádzať parameter *update-source* v prípade priameho spojenia, keďže neexistuje alternatívna cesta k cieľu.
 - Verifikácia pripojenia, pozorovanie adekvátnych *show* príkazov.
- Študent si má prezrieť smerovaciu tabuľku k ISP. Tabuľka bude obsahovať dva záznamy na ceste do *loopback* siete smerovača ISP. Ako najlepšia cesta bude označená spoplatnená linka (cena sa odvíja od množstva prenesených dát). Naším cieľom bude upraviť konfiguráciu smerovača tak, aby spoplatnená linka tvorila len záložné spojenie a premávka bola smerovaná primárne cez druhú linku. Študent má identifikovať, prečo bola spoplatnená linka zvolená ako najvýhodnejšia cesta. Je potrebné spísať podrobné vysvetlenie do cvičení, pričom nakoľko všetky uvedené BGP parametre majú štandardne predvolenú hodnotu. O najlepšej ceste rozhodne najvyššia IP adresa smerovača.
- Overiť dostupnosť všetkých ciest z pohľadu ISP smerovača. Nie všetky cesty budú dostupné. *Ping* do sietí 172.16.1.1 a 172.16.64.1 budú neúspešné. Dôvody neúspešného *ping* sú dva:

Problém 1) *SanJose1* nevie o spojení medzi ISP a *SanJose2*. *SanJose2* nevie o spojení medzi ISP a *SanJose1*.

- Implementovať riešenie pre problém 1. Sumarizovať do študijných materiálov možné riešenia, pričom preferované riešenie je aby ISP oznamovalo pripojené cesty. Takéto riešenie je výhodné najmä preto, nakoľko pridaním ďalšej linky medzi ISP a AS200 neriskujeme, že sa z autonómneho systému stane tranzitný AS.

Problém 2) Problém spočíva v eBGP politike. BGP smerovače neinkrementujú adresu ďalšieho skoku *next hop address* ich iBGP susedom.

- Implementovať riešenie pre problém 2. Použitie *next-hop-self* príkazu pre okrajové smerovače (oba *SanJose*).
- Overiť dostupnosť všetkých ciest z pohľadu ISP smerovača. Všetky siete v topológii by mali byť teraz z ISP dostupné.
 - Nastaviť politiku tak, aby odchádzajúca premávka nechodila štandardne spoplatnenou linkou. Nakonfigurovať *route-map*, ktorý nastaví preferované rozhranie s IP adresou 192.168.1.5 pred 192.168.1.1 ako odchádzajúce sieťové rozhranie. Nech parameter *local-preference* pre 195.168.1.5 má vyššiu hodnotu (150) ako pre rozhranie 192.168.1.1 (125). Adekvátne smerovacie mapy *route map* aplikovať na oba smerovače. Reštartovať konvergenciu BGP smerovačov tým, že vyčistíme BGP záznamy.
 - Nastaviť smerovač tak, aby prichádzajúca premávka nechodila primárne spoplatnenou linkou.
 - Súčasný stav preveriť programom *ping* s možnosťou zaznamenania cesty – *route record*. Do študijných materiálov treba uviesť návod a príklad na použitie *ping* so zaznamenaním cesty.
 - Nakonfigurovať *route-map*, ktorý nastaví preferenciu 192.168.1.5 pred 192.168.1.1 ako prichádzajúce sieťové rozhranie pre premávku od ISP. Dosiahne sa nastavením parametra *Metric* (označovaný tiež ako MED) pre 195.168.1.5 na nižšiu hodnotu (50) ako pre druhé rozhranie (75). Adekvátne smerovacie mapy *route map* aplikovať na oba smerovače. Reštartovať konvergenciu BGP smerovačov tým, že vyčistíme BGP záznamy. Overiť BGP tabuľku a príslušnú MED hodnotu v BGP tabuľke ISP.
 - Overiť či bolo dosiahnuté požadované smerovanie programom *ping* s možnosťou zaznamenávania trasy. *Ping* spustiť na smerovači *SanJose2*, na cieľovú adresu 192.168.100.1. Ako zdroj pre odchádzajúce spojenia použiť IP adresu 172.16.32.1.
 - Nastaviť predvolenú východziu sieť *default network*. Na oboch *SanJose* smerovačoch nastaviť *ip default-network 192.168.100.0*. Týmto krokom poskytneme smerovačom kandidáta na odchodziu bránu *gateway of last resort*.

Overenie:

- Správne nakonfigurovaná topológia by mala umožňovať dosiahnuteľnosť ISP sietí z ktorejkoľvek siete pripojenej k IBGP smerovačom z privátneho autonómneho systému AS64512.
- Sieťová premávka by mala prechádzať výhradne nespokatnenou linkou, pokiaľ je táto linka funkčná. V prípade jej výpadku by mala byť použitá záložná spokatnená linka. Rozloženie záťaže *load balancing* sa nepripúšťa, je hodnotený ako nesprávne nakonfigurovaná topológia.
- Overiť, že autonómny systém nebude tranzitný pre poskytovateľa ISP.

Oboznámenie sa s príkazmi: rozšírený ping, ping s možnosťou zaznamenávania trasy, `show ip bgp neighbors`, `show ip bgp`, `show ip bgp summary`, `show ip bgp neighbors`

Implementačné detaily: Ak je k dispozícii dostatočná výpočtová kapacita, pre simuláciu lokálnych sietí môžu byť použité dodatočné smerovače vo funkcií klientských počítačov. Je možné vyhnúť sa použitiu rozšírenému *ping*. Výpadok spojenia je možné simulovať vypnutím linky príkazom *shutdown*.

Kapitola 5

Používateľská príručka

5.1 GNS3

5.1.1 Inštalácia

Inštalčné súbory sú k dispozícii na domovskej stránke aplikácie ¹. Dostupné sú vo verziách pre platformy *MS Windows*, *MacOS X* i ako zdrojové súbory pre operačné systémy *Linux*. Pre tie existuje aj možnosť inštalácie z repozitárov danej distribúcie. Inštalčný proces v prípade operačného systému *Microsoft Windows* a použití "all-in-one" inštalčného súboru spočíva v potvrdení súhlasu s GNU GPL licenciou a postupným odsúhlasením jednotlivých krokov štandardnej inštalácie *Windows* aplikácie.

Odporúčame nainštalovať aj paketový analyzátor *Wireshark*, ktorý je dostupný napríklad na domovskej stránke aplikácie ². *Wireshark* nie je nevyhnutný pre chod aplikácie GNS3, avšak na vypracovanie niektorých úloh, či na plné pochopenie skúmanej sieťovej komunikácie sa bez neho nezaobídeme.

5.1.2 Prvotná konfigurácia

Po nainštalovaní aplikácie sú od používateľa vyžadované ešte ďalšie dva kroky. Prvý spočíva v nastavení ciest a parametrov pre samotné GNS3 a pre podporné aplikácie používané aplikáciou GNS3. Tu je dôležité zvoliť vhodné umiestnenie pre pracovný adresár emulátora s prihliadnutím na dostatok voľného miesta na pevnom disku. Počas prebiehajúcej emulácie je možné, že rozsiahlejšie topológie môžu mať pracovné súbory, ktoré budú zaberat' niekoľko stoviek MB dát. Pre *Dynamips* odporúčame aj aktiváciu všetkých troch optimalizačných možností, a to "Enable ghost IOS feature", "Enable mmap feature", "Enable sparse memory feature". V prípade, že

¹<http://www.gns3.net/download>

²<http://www.wireshark.org/>

všetky cesty a potrebné nastavenia sú korektné, mal by úspešne prebehnúť test. Ten je možné spustiť pomocou tlačidla "Test". V niektorých prípadoch je ešte nevyhnutné zmeniť nastavenia personálnej prístupovej brány tak, aby neblokovala komunikáciu GNS3 s aplikáciou *Dynamips*.

Druhým krokom je nastavenie cesty k existujúcim *Cisco IOS* súborom a ich namapovanie na konkrétne modely smerovačov v prostredí GNS3. Vo všetkých vytvorených cvičeniach bude použitý len jeden typ smerovača, takže bude úplne postačovať jeden *CISCO IOS* súbor.

5.1.3 Používanie

Aplikácia GNS3 umožňuje plnohodnotnú emuláciu reálnych *CISCO* sieťových zariadení a vytváranie funkčných, ďalej konfigurovateľných sieťových topológií rôzneho rozsahu. S istou mierou nadhľadu možno povedať, že GNS3 dokáže nahradiť cvičenia v reálnej sieťovej učebni. Ovládanie jednotlivých emulovaných sieťových zariadení prostredníctvom rozhrania aplikácie *telnet* sa ničím nelíši od práce na skutočných zariadeniach. K dispozícii budú na stiahnutie topológie k laboratórnym cvičeniam pre aplikáciu *GNS3* s rôznym stupňom rozpracovania v závislosti od úloh k príslušnému tematickému celku. Pozostávajú z konfiguračného súboru konkrétnej topológie a konfigurovačných súborov pre jednotlivé smerovače nachádzajúce sa v topológii. Pred samotným otvorením a spustením takto stiahnutých projektov je ešte potrebné v konfiguračnom súbore topológie aktualizovať cesty k adresáru stiahnutej topológie.

Príklad:

pôvodný konfiguračný súbor topológie `projekt1.net`:

```
autostart = False
[localhost:7200]
  workingdir = C:\stara_cesta\Projekt1\projekt1_working
  udp = 10000
  [[7200]]
    image = C:\stara_cesta\Projekt1\c7200-jk.bin
    idlepc = 0x6077bf24
    sparsemem = True
  [[ROUTER R0]]
    console = 2001
    cnfg = C:\stara_cesta\Projekt1\R0.cfg
    slot1 = PA-2FE-TX
    f1/0 = R1 f1/0
    x = -70.0
    y = -46.0
  [[ROUTER R1]]
```

```
console = 2002
cnfg = C:\stara_cesta\Projekt1\R1.cfg
slot1 = PA-2FE-TX
f1/0 = R0 f1/0
x = 57.0
y = 67.0
[GNS3-DATA]
  configs = C:\stara_cesta\Projekt1
  workdir = projekt1_working
```

aktualizovaný konfiguračný súbor topológie projekt1.net:

```
autostart = False
[localhost:7200]
  workingdir = C:\aktualna_cesta\Projekt1\projekt1_working
  udp = 10000
  [[7200]]
    image = C:\aktualna_cesta\Projekt1\c7200-jk.bin
    idlepc = 0x6077bf24
    sparsemem = True
  [[ROUTER R0]]
    console = 2001
    cnfg = C:\aktualna_cesta\Projekt1\R0.cfg
    slot1 = PA-2FE-TX
    f1/0 = R1 f1/0
    x = -70.0
    y = -46.0
  [[ROUTER R1]]
    console = 2002
    cnfg = C:\aktualna_cesta\Projekt1\R1.cfg
    slot1 = PA-2FE-TX
    f1/0 = R0 f1/0
    x = 57.0
    y = 67.0
[GNS3-DATA]
  configs = C:\aktualna_cesta\Projekt1
  workdir = projekt1_working
```

Po takejto úprave už možno prísť k spusteniu stiahnutej topológie. Dobře spracovaný podrobný návod na ovládanie aplikácie (nie je nevyhnutnou podmienkou na prácu s dodanými

topológiami v rozsahu tohto projektu) je dostupný Internet³.

5.2 Systém *LMS Moodle*

Pre používanie systému sa študent musí najskôr prihlásiť. Študent môže použiť buď všeobecné meno a heslo (používateľské meno "ziak" a heslo "ziak"), alebo si vytvoriť vlastné konto a samostatne sa prihlásiť do kurzu.

Po prihlásení sú k dispozícii všetky materiály kurzu "DYNAGEN PSS 02 - WAN technológie".

Úvodná lekcija obsahuje používateľské príručky a potrebné informácie, ktoré by si mal študent preštudovať predtým, než začne simulovať topológie. Zaradili sme sem návod na inštaláciu a používanie systému GNS3. Samozrejme je tu k dispozícii aj nami používaný IOS do simulátora.

Nasledujúce lekcie postupne pojednávajú o protokoloch PPP, DHCP, *Frame Relay* a BGP. Informácie sú organizované nasledovným spôsobom.

1. Slovník pojmov, ktoré sú potrebné na zvládnutie témy.
2. Teóriu konfigurovania smerovačov určenú pre uvedenú problematiku, prehľadne rozdelenú na logické bloky, aj s popisom a vysvetlením príkazov.
3. Cvičenia, ktoré majú za úlohu precvičiť a preveriť vaše vedomosti z danej problematiky.
4. Testy formou "multiple choice", pri ktorých si študent musí zvoliť jednu alebo viacero správnych odpovedí z ponúknutých možností.

Cvičenia sú koncipované krokovou formou, kde každé cvičenie je rozdelené na viacero krokov, ktoré na seba navzájom nadväzujú. Jednotlivé časti majú poukázať na konkrétny problém v konfigurácii a pomôcť ho čitateľovi riešiť. Nakoľko pri konfigurácii smerovačov je potrebné držať určité postupnosti, aj v našich cvičeniach nie je možné pokračovať bez úspešného zvládnutia predchádzajúcej podúlohy.

K cvičeniam sú k dispozícii konfiguračné súbory pre GNS3. Aby sa mohol študent zamerať len na konkrétny problém a nemusel sa zdržiavať s konfiguráciou topológie v prostredí GNS3 a smerovačov do potrebného stavu, sú konfigurácie rozpracované po etapách v rôznych štádiách konfigurácie. Konfiguračné súbory obsahujú podľa potreby vysvetľujúce komentáre, aby sa mohol študent následne skontrolovať, prípadne si ozrejmiť časti, ktoré mu neboli jasné.

Súbory k cvičeniam sa dajú stiahnuť v komprimovanej forme na stránke cvičenia. Súčasťou archívu je topológia siete, konfiguračné súbory smerovačov a textový súbor popisujúci stav konfigurácie, prípadne formuluje úlohy, ktoré má študent splniť.

Testy sú koncipované špecificky na otestovanie kľúčových znalostí z uvedenej témy. Pre

³http://www.gns3.net/news/new_tutorial_gns3

preverenie znalostí si študent môže stiahnuť cvičenia so zámerne vloženou chybou, ktorú by sa mal pokúsiť opraviť.

Podrobnejšie návody je možné nájsť vo fóre kurzu, kde sú odkazy na konkrétne manuálové stránky.

Kapitola 6

Zhodnotenie

6.1 Implementácia

Implementácia lekcí a ich cvičení prebiehala podľa návrhu tak, ako sme sa dohodli už v návrhu v zimnom semestri. Členovia tímu si rozdelili jednotlivé lekcie a každý spracoval vybranú tému. Ku každej lekcii je vypracovaný príslušný slovník, v ktorom sa nachádzajú vysvetlené pojmy danej lekcie. Laboratórne cvičenia sa vypracovávali v prostredí programu GNS3. Následne cvičenie bolo skomprimované do jedného súboru, ktorý je k dispozícii na stiahnutie v príslušnom cvičení. Ešte pred samotnými cvičeniami sa nachádzajú v lekcii tabuľky s potrebnými príkazmi. Každý použitý príkaz má stručný popis, čo vykonáva.

Ďalej sú uvedené informácie, ktoré boli doplnené k pôvodným lekciam v návrhu.

6.1.1 PPP

Slovník:

Autentifikácia *authentication*, Overenie identity osoby alebo procesu zabezpečovacím systémom.

CHAP *Challenge handshake authentication protocol*. Autentifikačný protokol zabezpečujúci overenie identity klienta. Pri overovaní využíva model trojcestného potvrdzovania (*three-way handshake*). Protokol CHAP posiela overovacie údaje po sieti v šifrovanej podobe. Narozdiel od protokolu PAP, ktorý posiela údaje v nešifrovanej textovej forme.

Handshake overovanie Proces automatizovaného dohadovania medzi dvoma entitami. Zahŕňa dynamické nastavenie parametrov komunikačného kanála, pred uskutočnením komunikácie.

HDLC *High-level data-link control*. Bitovo orientovaný synchronný protokol na spojovej vrstve sieťového OSI modelu. *Cisco* smerovače majú štandardne prednastavený protokol HDLC

pre sériové rozhranie. Ak smerovače prepájame so zariadeniami od iného výrobcu, odporúča sa nahradiť HDLC protokolom PPP.

PAP *Password Authentication Protocol*. Autentifikačný protokol zabezpečujúci overenie identity klienta. Pri overovaní využíva model dvojcestného potvrdzovania (*two-way handshake*). Protokol PAP posiela overovacie údaje po sieti v nešifrovanej podobe formou čistého textu.

point-to-point bod-bod. Priame spojenie medzi dvoma zariadeniami.

PPP *Point-to-Point Protocol*, protokolový štandard pre dátové prenosy na synchronných a asynchronných linkách typu bod-bod (*point-to-point*, ako napríklad sériové spojenie smerovačsmerovač) na spojovej vrstve. Nahrádzujeme ním protokoly SLIP a HDLC. Integruje protokoly LCP pre konfiguráciu parametrov na spojovej vrstve a NCP na sieťovej vrstve. Umožňuje:

- Automatickú konfiguráciu linky. Vstavaný protokol LCP zabezpečuje napríklad synchronizáciu oboch strán ako identita vzdialeného zariadenia (autentizácia), dohoda o veľkosti prenášaného datagramu, odpojenie spojenia, ak požiadavky na spojenie neboli splnené a ďalšie možnosti. Po úspešnom synchronizovaní oboch strán jeden z protokolov NCP zabezpečí komunikáciu spojenia na sieťovej vrstve. Ako príklad protokol IPCP zabezpečuje: konfiguráciu sieťových IP adries, typickú pre vytáčané *dial-up* spojenia. Kompresiu hlavičiek alebo dát určeného pre interaktívne aplikácie prepojené pomalými linkami.
- Prácu súčasne s viacerými protokolmi sieťovej vrstvy, (Ipv4, Ipv6, IPX, AppleTalk), zastrešuje ich protokol NCP.
- Detekcia slučiek. Realizovaná metódou "magických čísel". Vo vysielanej správe je prítomné unikátne číslo. Ak je prijatá správa s rovnakým číslom, je detekovaná slučka.
- PPP multilink. Spojenie viacerých fyzických liniek do jedného logického kanála.

SLIP *Serial Line Internet Protocol*, v dnešnej dobe už nepoužívaný sieťový protokol používaný pre zaobalenie paketov IP pre prenos po sériových linkách pre priame spojenie typu bod-bod. Bol nahradený protokolom PPP.

Trojcestné overovanie *Three-way handshake*. Overovanie prístupu v troch fázach. Začína sa výzvou servera, *challenge*, server posiela klientovi náhodné číslo. V druhej fáze klient vypočíta z používateľského mena, hesla a získaného náhodného čísla transformačnou hash funkciou reťazec, ktorý posiela serveru. V poslednej tretej fáze server vypočíta kontrolný reťazec z rovnakých zložiek ako klient, pričom používateľské meno a heslo klienta vyberie z lokálnej databázy. Ak sa reťazce zhodujú, posiela klientovi informáciu o povolení začatia komunikácie, v opačnom prípade posiela informáciu o zamietnutí. Výhodou tohto modelu overovania je, že heslo používateľa nikdy nie je posielané po sieti.

Tabuľka 6.1: Jednosmerná autentifikácia CHAP

	Príkaz	Vysvetlenie
Krok 1	Router(config-if)# encapsulation ppp Router(config-if)# bandwidth <kbps>	Nastavenie PPP ako linkového protokolu a rýchlosti rozhrania.
Krok 2	RTA(config)# username <meno>password <heslo>	Nasleduje nastavenie mien a hesiel pre "používateľov" smerovača RTA
Krok 3	RTA(config-if)# ppp authentication chap	Na rozhraní RTA nastavíme povinnú autentifikáciu.
Krok 4	RTB(config-if)# ppp chap hostname <meno> RTB(config-if)# ppp chap password <heslo>	Na rozhraní klientského smerovača nastavíme prihlasovacie údaje

Tabuľka 6.2: Jednosmerná autentifikácia PAP

	Príkaz	Vysvetlenie
Krok 1	Router(config-if)# encapsulation ppp Router(config-if)# bandwidth <kbps>	Nastavenie PPP ako linkového protokolu a rýchlosti rozhrania.
Krok 2	RTA(config)# username <meno>password <heslo>	Nasleduje nastavenie mien a hesiel pre "používateľov" smerovača RTA
Krok 3	RTA(config-if)# ppp authentication pap	Na rozhraní RTA nastavíme povinnú autentifikáciu.
Krok 4	RTB(config-if)# ppp pap sent-username <meno> password <heslo>	Na rozhraní klientského smerovača nastavíme prihlasovacie údaje

6.1.2 DHCP

Slovník:

DHCP *Dynamic Host Configuration Protocol* poskytuje mechanizmus na odovzdanie konfiguračných informácií klientskému zariadeniu pripojenému v TCP/IP sieti. Protokol DHCP vychádza z jeho predchodcu *Bootstrap Protocol* (BOOTP), avšak pridáva možnosť opätovného pridelenia už raz použitej sieťovej adresy inému zariadeniu. Je možná spolupráca súčasného DHCP a zastaralého BOOTP protokolu.

DHCP služba umožňuje zariadeniu, DHCP klient, vyžiadať si nastavenia pre pripojenie do siete od DHCP servera, ktorý má pravidlá pre pridelenie sieťových parametrov. K najbežnejším parametrom poskytnutých údajov patrí IP adresa, maska siete, adresa DNS servera a adresa východnej brány, pričom špecifikovaných je množstvo ďalších atribútov, viac na RFC 2131, 2132.

Tabuľka 6.3: Spustenie DHCP procesu

service dhcp	spustí DHCP proces, smerovač začne počúvať DHCP požiadavky a ak má vytvorené príslušné konfigurácie DHCP pool, začne pridelovať sieťové nastavenia. Použitím "service ?" je možné zobrazit' aké ďalšie služby smerovač môže do siete poskytovať.
ip dhcp excluded-address <bottom IP-addr>[<top IP-addr>]	určí IP adresy, ktoré DHCP server nebude používať pre automatické pridelenie DHCP klientom. Príkazom si vyhradíme IP adresy, ktoré chceme pridelit' staticky. Je užitočné, keď kľúčové stanice ako servery a sieťové tlačiarne sú dostupné vždy pod rovnakými IP adresami.

Tabuľka 6.4: Dynamická konfigurácia

	Príkaz	Vysvetlenie
Krok 1	Router(config)# ip dhcp pool <názov "bazénu">	Vytvorenie "bazénu" pre zvolenú podsieť.
Krok 2	Router(dhcp-config)# network <IP adresa siete><maska siete>	Nasleduje nastavenie parametrov, ktoré budú vrámci vybraného "bazénu" pridelované. Najbežnejšie sú podsieť, z ktorej sa budú IP "rozdávať".
Krok 3	Router(dhcp-config)# default-router adresa1 ... adresa2	Adresa východzej brány z lokálnej podsiete, na ktorú budú posielané pakety z cieľovou adresou nepatriacou lokálnej podsieti.
Krok 4	Router(dhcp-config)# dns-server adresa1 ... adresa8	Adresa DNS servera.
Krok 5	Router(dhcp-config)# domain-name <doménové meno alebo IP adresa>	Názov domény.
Krok 6	Router(dhcp-config)# lease {dni [hodín] [minút] — infinite}	Dĺžka "vypožičania" IP adresy, voľba infinite vypožičiava IP adresu natrvalo.

Tabuľka 6.5: Statická konfigurácia

	Príkaz	Vysvetlenie
Krok 1	Router(config)# ip dhcp pool <názov "bazénu">	Vytvorenie „bazénu“ pre vybrané zariadenie.
Krok 2	Router(config-dhcp)# host <IP adresa><maska siete>	IP adresa ktorú chceme zariadeniu prideliť.
Krok 3A	Router(dhcp-config)# client-identifier unique-identifier	Identifikátor DHCP klienta, kl tvorí ho prefix 01, symbolizujúci sieť ETHERNET a MAC adresa. Príklad 0100.E04D.F168.1D červeným je prefix, zeleným MAC adresa
Krok 3B	Router(config-dhcp)# hardware-address <MAC address><type>	Príkaz zadávame ak ide o BOOTP klienta alebo UNIXového DHCP klienta.
Krok 4	Router(dhcp-config)# network <IP adresa siete><maska siete>	Nasleduje nastavenie parametrov, ktoré budú vrámci vybraného "bazénu" pridelované. Najbežnejšie sú podsieť, z ktorej sa budú IP "rozdávať"
Krok 5	Router(dhcp-config)# default-router adresa1 ... adresa2	Adresa východzej brány z lokálnej podsiete, na ktorú budú posielané pakety z cieľovou adresou nepatriacou lokálnej podsieti.
Krok 6	Router(dhcp-config)# dns-server adresa1 ... adresa8	Adresa DNS servera.
Krok 7	Router(dhcp-config)# domain-name <doménové meno alebo IP adresa>	Názov domény.
Krok 8	Router(dhcp-config)# lease {dni [hodín] [minút] — infinite}	Dĺžka "vypožičania" IP adresy, voľba infinite vypožičiava IP adresu natrvalo.

6.1.3 Frame Relay

Slovník:

DLCI *Data-Link Connection Identifier* (DLCI) – číslo kanálu indentifikujúce dátový kanál *frame relay* spojenia.

http://en.wikipedia.org/wiki/Data_link_connection_identifier

Frame Relay sieťová koncepcia, ktorá využíva posielanie posielanie originálnych paketov enkapsulovaných do väčších rámcov ("frames") pre zaručenie efektívnejších a spoľahlivejších dátových prenosov.

http://en.wikipedia.org/wiki/Frame_Relay

LMI *Local Management Interface* (LMI) - Rozšírenie *Frame Relay* protokolu umožňujúce komunikáciu a synchronizáciu medzi DCE a DTE zariadeniami.

http://en.wikipedia.org/wiki/Frame_Relay#Local_Management_Interface_.28LMI.29

PVCs *Permanent Virtual Circuits* (PVCs) - Synonymum pre virtuálne spojenie, ktoré je nadviazané medzi dvoma elementami siete a maskujúce všetky segmenty siete medzi nimi. Spojenie je vytvárané na dlhú až neúčitú dobu.

Statistical multiplexing Metóda prenosu signálu po jednej linke, kde je kanál rozdelený do rôzne dlhých bitových kanálov. Táto metóda sa používa hlavne pri okamžitých prenosoch.

http://en.wikipedia.org/wiki/Statistical_multiplexing

SVCs *Switched Virtual Circuits* (SVCs) – Synonymum pre virtuálne spojenie, ktoré je nadviazané medzi dvoma elementami siete a maskujúce všetky segmenty siete medzi nimi. Spojenie je vytvárané len keď je potrebné.

Time-division multiplexing : *Time-division multiplexing* (TDM) – Metóda prenosu signálu po jednej linke súčasne, pričom podkanály sa striedajú pri prenose po presne časovo vymedzených intervaloch.

http://en.wikipedia.org/wiki/Time-division_multiplexing

Tabuľka 6.6: Multipoint Frame Relay (Inverse-ARP enabled, No subinterfaces)

	Príkaz	Vysvetlenie
Krok 1	R1(config)# interface <type><number>	Voľba sieťového rozhrania
Krok 2	R1(config-if)# encapsulation frame-relay [cisco — ietf]	Nastavenie a zapnutie Frame Relay enkapsulácie
Krok 3	R1(dhcp-config)# frame-relay interface-dlci DLCI-number	Definovanie DLCI pre Frame Relay spojenia. Treba zadať toľko krát koľko potrebujeme spojení.
Krok 4	R1(config-fr-dlci)# ip address <ip address><netmask>	Nastavenie IP adresy pre dané Frame Relay spojenie
Krok 5	R1(config-if)# no shutdown	Aktivácia nastavení na danom rozhraní

Tabuľka 6.7: Multipoint subinterfaces (Inverse-ARP disabled)

	Príkaz	Vysvetlenie
Krok 1	R1(config)# interface <type><number>	Voľba sieťového rozhrania.
Krok 2	R1(config)# no ip address	Odstránenie IP adresy daného rozhrania.
Krok 3	R1(config-if)# encapsulation frame-relay [cisco — ietf]	Nastavenie a zapnutie Frame Relay enkapsulácie.
Krok 4	R1(dhcp-config)# interface <type number>. <subif number>multipoint	Definovanie multipoint podrozhrania.
Krok 5	R1(config-subif)# ip address <ip address><netmask>	Nastavenie IP adresy pre dané podrozhranie.
Krok 6	R1(config-subif)# frame-relay map <protocol><remote address><local DLCI>[broadcast] [cisco — ietf]	Namapovanie IP adresy pre konkrétne Frame Relay spojenie.
Krok 7	R1(config-subif)# interface <type><number>	Návrat ku konfigurácii rozhrania.
Krok 8	R1(config-if)# no shutdown	Aktivácia nastavení na danom rozhraní.

Tabuľka 6.8: Point-to-point Frame Relay subinterfaces

	Príkaz	Vysvetlenie
Krok 1	R1(config)# interface <type><number>	Voľba sieťového rozhrania.
Krok 2	R1(config)# no ip address	Odstránenie IP adresy daného rozhrania.
Krok 3	R1(dhcp-config)# interface <type number>. <subif number>point-to- point	Definovanie point-to-point podrozhrania.
Krok 4	R1(config-subif)# ip address <ip ad- dress><netmask>	Nastavenie IP adresy pre dané podrozhranie.
Krok 5	R1(config-subif)# frame-relay interface-dlci DLCI-number	Definovanie DLCI pre dané Frame Relay spojenie.
Krok 6	R1(config-subif)# interface <type><number>	Návrat ku konfigurácii rozhrania.
		Kroky 3 až 6 sa opakujú pre každé point-to-point spojenie, len s iným subif číslom a iným DLCI.
Krok 7	R1(config-if)# no shutdown	Aktivácia nastavení na danom rozhraní.

6.1.4 BGP

Slovník:

autonómny systém (BGP) autonómny systém (BGP) je definovaný ako sieť technicky spravovaná jednou entitou. BGP autonómny systém sa používa na rozdelenie globálnej siete do individuálnych smerovacích domén, kde sú použité lokálne smerovacie pravidlá. Takáto organizácia má za účel zjednodušenie správy smerovacích domén a zároveň zlepšiť konzistenciu smerovacích pravidiel. Ich zmyslom je vytvoriť efektívne smerovanie do cieľových sietí.

show ip bgp Príklad výstupu príkazu

```
RTA#sh ip bgp
BGP table version is 3, local router ID is 192.168.1.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, >best, i - internal, r RIB-failure,
S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
```

```
Network Next Hop Metric LocPrf Weight Path
```

```
*>192.168.1.0 0.0.0.0 0 32768 i
```

```
*>192.168.2.0 172.16.1.2 0 0 65000 i
```

show ip bgp neighbor RTA#sh ip bgp neighbors

```
BGP neighbor is 172.16.1.2, remote AS 65000, external link
```

BGP version 4, remote router ID 172.16.1.2
BGP state = Established, up for 00:03:19
Last read 00:00:19, last write 00:00:19, hold time is 180, keepalive interval is 60 seconds
Neighbor capabilities:
Route refresh: advertised and received(old & new)
Address family IPv4 Unicast: advertised and received
Message statistics:
InQ depth is 0
OutQ depth is 0
Sent Rcvd
Opens: 4 4
Notifications: 0 0
Updates: 4 1
Keepalives: 17 18
Route Refresh: 0 0
Total: 25 23
Default minimum time between advertisement runs is 30 seconds

For address family: IPv4 Unicast
BGP table version 3, neighbor version 3/0
Output queue size : 0
Index 1, Offset 0, Mask 0x2
1 update-group member
Sent Rcvd
Prefix activity: — —
Prefixes Current: 1 1 (Consumes 52 bytes)
Prefixes Total: 1 1
Implicit Withdraw: 0 0
Explicit Withdraw: 0 0
Used as bestpath: n/a 1
Used as multipath: n/a 0

Outbound Inbound
Local Policy Denied Prefixes: — — — —
Bestpath from this peer: 1 n/a
Total: 1 0
Number of NLRIs in the update sent: max 1, min 1

Connections established 4; dropped 3

Last reset 00:03:23, due to User reset
Connection state is ESTAB, I/O status: 1, unread input bytes: 0
Connection is ECN Disabled, Minimum incoming TTL 0, Outgoing TTL 1
Local host: 172.16.1.1, Local port: 56703
Foreign host: 172.16.1.2, Foreign port: 179

Enqueued packets for retransmit: 0, input: 0 mis-ordered: 0 (0 bytes)

Event Timers (current time is 0x15C23C):

Timer Starts Wakeups Next

Retrans 8 0 0x0

TimeWait 0 0 0x0

AckHold 6 2 0x0

SendWnd 0 0 0x0

KeepAlive 0 0 0x0

GiveUp 0 0 0x0

PmtuAger 0 0 0x0

DeadWait 0 0 0x0

iss: 2270949655 snduna: 2270949848 sndnxt: 2270949848 sndwnd: 16192

irs: 1983906447 rcvnxt: 1983906659 rcvwnd: 16173 delrcvwnd: 211

SRTT: 204 ms, RTTO: 995 ms, RTV: 791 ms, KRTT: 0 ms

minRTT: 80 ms, maxRTT: 404 ms, ACK hold: 200 ms

Flags: active open, nagle

IP Precedence value : 6

Datagrams (max data segment is 1460 bytes):

Rcvd: 12 (out of order: 0), with data: 6, total data bytes: 211

Sent: 11 (retransmit: 0, fastretransmit: 0, partialack: 0, Second Congestion: 0), with data:
7, total data bytes: 192

Tabuľka 6.9: Spustenie BGP procesu

	Príkaz	Vysvetlenie
Krok 1	enable	Povolíme privilegovaný EXEC mód.
Krok 2	configure terminal	Vojdeme do globálneho konfiguračného módu.
Krok 3	router bgp číslo-autonómneho-systému	Spustíme BGP smerovací proces. Číslo autonómneho systému je nezáporné číslo od 0 do 65534. Autonómny systém je definovaný ako sieť technicky spravovaná jednou entitou.
Krok 4	network IP-adresa-podsiete mask maska-podsiete [route- map názov-route-map-y]	(Voliteľné) Označí sieť ako lokálnu pre daný autonómny systém a pridá ju do BGP tabuľky. <ul style="list-style-type: none"> • Pre externé protokoly príkaz network označí ktoré siete budú oznamované. • Pre interné protokoly príkaz network označí siete kam budú posielané smerovacie aktualizácie.
Krok 5	bgp router-id ip-adresa	(Voliteľné) Definuje fixný 32-bitový identifikátor smerovača pre okolité BGP smerovače. Poznámka: Konfigurácia tohto parametra reštartuje všetky aktívne BGP spojenia.
Krok 6	bgp log-neighbor-changes	(Voliteľné) Povolí zaznamenávanie zmien stavov (dostupný / nedostupný) okolitých BGP susedov a ich reštarty. Používa sa pri vyhľadávaní vzniknutých problémov a meraní sieťovej stability. Neočakávané reštarty susedných smerovačov môže indikovať vysokú mieru chýb alebo stratu paketov a situácia musí byť prešetrená.
Krok 7	end	Ukončí mód konfigurácie a vráti sa do privilegovaného režimu.
Krok 8	show ip bgp [sieť] [maska]	(Voliteľné) Zobrazí záznamy zapísané v BGP tabuľke.

Tabuľka 6.10: Vytvorenie BGP susedstva

	Príkaz	Vysvetlenie
Krok 1	enable	Povolíme privilegovaný EXEC mód.
Krok 2	configure terminal	Vojdeme do globálneho konfiguračného módu.
Krok 3	router bgp číslo-autonómneho-systému	Spustíme BGP smerovací proces. Číslo autonómneho systému je nezáporné číslo od 0 do 65534. Autonómny systém je definovaný ako sieť technicky spravovaná jednou entitou.
Krok 4	neighbor ip-address remote-as autonomous-system-number	Špecifikujeme IP adresu suseda zo zvoleného autonómneho systému. Záznam sa zobrazí v tabuľke show ip bgp neighbor. <ul style="list-style-type: none"> • Ak je sused z rovnakého autonómneho systému, vytvára sa IBGP spojenie. • Ak je sused zo vzdialeného autonómneho systému, vytvára sa EBGP spojenie.
Krok 5	end	Ukončí mód konfigurácie a vráti sa do privilegovaného režimu.
Krok 6	show ip bgp [network] [network-mask]	(Voliteľné) Zobrazí záznamy zapísané v BGP tabuľke.
Krok 7	show ip bgp neighbors [neighbor-address]	(Voliteľné) Zobrazí informácie o TCP a BGP spojeniach k susedom.

6.1.5 Subnetovanie

Slovník:

broadcast: Všesmerová správa adresovaná všetkým koncovým zariadením v danej podsieti.

Subnet: Podsieť, výsek po sebe idúcich IP adries vytvorený rozšírením sieťovej masky vypočítaním si bitu/bitov z bitov určených pre identifikáciu koncových zariadení.

Subnetting: *Subnetting* – technika, pri ktorej sa delí sieť definovaná sieťovou IP adresou na viaceré menšie podsiete (maximálny možný počet koncových zariadení je v nich nižší ako

v pôvodnej sieti) rozšírením sieťovej masky vypožičaním si bitu/bitov z bitov určených pre identifikáciu koncových zariadení.

Teória: IP protokol používa na adresáciu zariadení a logických zoskupení týchto zariadení (sietí) 32 bitový údaj, často zobrazovaný ako 4 čísla v desiatkovej sústave oddelené bodkami, z ktorých každé reprezentuje práve 8 bitov z celej adresy.

Príklad:

140 .179 .220 .200 (desiatková sústava)

10001100.10110011.11011100.11001000 (dvojková sústava)

”Classfull” siete

Vznikli v roku 1981 s uvedením [RFC 791](#) prestali sa používať v roku 1993.

Trieda IP adresy a príslušná sieťová maska určuje, ktorá časť IP adresy identifikuje sieť a ktoré konkrétne zariadenie v danej sieti.

Triedy

Definovalo sa 5 tried IP adres. O príslušnosti IP adresy do triedy rozhodujú prvé štyri bity.

Trieda A – začínajú bitmi 0xxx – v desiatkovej sústave od 1 do 126 - sieťová maska /8

Trieda B – začínajú bitmi 10xx – v desiatkovej sústave od 128 do 191 - sieťová maska /16

Trieda C – začínajú bitmi 110x – v desiatkovej sústave od 192 do 223 - sieťová maska /24

Trieda D – začínajú bitmi 1110 – v desiatkovej sústave od 224 do 239 – rezervované pre multicast

Trieda E – začínajú bitmi 1111 – v desiatkovej sústave od 239 do 254 – rezervované pre iné použitie

Sieťová maska presne špecifikuje, koľko bitov od začiatku 32 bitovej IP adresy je vymedzených na identifikáciu siete, a koľko zostáva na identifikáciu koncového zariadenia v tejto sieti. Aplikácia v rámci spomínaných tried IP adres vyzerá takto (S označuje bity identifikujúce sieť a z bity špecifikujúce konkrétne koncové zariadenie v danej sieti).

Trieda A – SSSSSSSS.ZZZZZZZL.ZZZZZZZL.ZZZZZZZL

Trieda B – SSSSSSSS.SSSSSSSS.ZZZZZZZL.ZZZZZZZL

Trieda C – SSSSSSSS.SSSSSSSS.SSSSSSSS.ZZZZZZZL

Zoberme si napríklad adresu 141.182.210.222. Prepíšeme ju z tvaru 4 čísiel v desiatkovej

sústave do binárnej podoby.

141 .182 .210 .222

10001101.10110110.11010010.11011110

Prvé štyri bity – 1000 nám jasne identifikujú triedu B, to jest sieťovú masku /16. Po aplikovaní poznatkov z predošlých riadkov by nám malo vyjsť, že bity určujúce sieť sú 10001101.10110110 (141.182.x.x) a bity určujúce konkrétne zariadenie v danej sieti sú 11010010.11011110 (x.x.210.222). Ak na miesto bitov určujúcich koncové zariadenie vložíme bity s hodnotu 0, dostaneme adresu siete. Ak na miesto týchto bitov vložíme bity s hodnotu 1, dostaneme takzvanú *broadcast* adresu pre danú sieť.

Adresa siete, *network ID*

141 .182 .0 .0

10001101.10110110.00000000.00000000

Všesmerová *broadcast* adresa

141 .182 .255 .255

10001101.10110110.11111111.11111111

Čiže pre IP adresu 141.182.210.222 je adresa siete 141.182.0.0 a adresa *broadcastu* 141.182.255.255.

Podobne ako IP adresa, aj sieťová maska sa dá zapísať vo viacerých formách. Masku /16 značí, že prvých 16 bitov IP adresy určuje adresu siete. 255 .255 .0 .0 je ekvivalentný zápis so zápisom sieťovej masky IP_ADRESA /16

Medzi rezervované IP adresy patria okrem IP adries tried D a E aj takzvané privátne IP adresy.

10.0.0.0 /8

172.16.0.0 /12

192.168.0.0 /16

Sú určené k voľnému použitiu, ale výlučne len na vnútorných sieťach (siete za NAT či proxy serverom, domáce siete, siete v učebniach...). Smerovače v sieti Internet pakety týchto privátnych sietí automaticky zahadzujú.

”*Classless*” siete

Subnetting je nenahraditeľný pri delbe rozsiahlych sietí na menšie a efektívnejšie pracujúce

podsieť. Výhodou je šetrenie obmedzeným a vzácnym adresným priestorom IPv4 protokolu, zjednodušenie správy sietí i zmiernenie dôsledkov *broadcast* paketov na celkovú priepustnosť siete. Na rozšírenie sieťovej masky využíva bity v IP adrese, ktoré identifikujú koncové zariadenia v pôvodnej sieti. Výsledkom je vytvorenie viacerých samostatných menších podsietí.

IP adresa 141.182.0.0 s pôvodnou sieťovou maskou /16 predstavuje sieť, kde na adresáciu koncových zariadení máme k dispozícii 16 bitov, počnúc 17. bitom (pri počítaní poradia bitov v IP adrese zľava), to je, ak odpočítame sieťovú adresu a *broadcast* adresu, zostáva nám $2^{16} - 2$ IP adres pre koncové zariadenia.

141 .182 .0 .0 (pôvodná sieťová adresa)
 10001101.10110110.00000000.00000000 (pôvodná sieťová adresa)
 10001101.10110110.11111111.11111111 (pôvodná broadcast adresa)
 11111111.11111111.00000000.00000000 (pôvodná sieťová maska)
 255 .255 .0 .0 (pôvodná sieťová maska)

Ak si vypožičiame 1 bit z časti pre identifikáciu koncových zariadení pôvodnej IP adresy, získame z pôvodnej siete 2 nové podsieťe, z ktorých má každá priestor pre $2^{15} - 2$ IP adres pre koncové zariadenia.

141 .182 .0 .0 (nová sieťová adresa 1)
 10001101.10110110.00000000.00000000 (nová sieťová adresa 1)
 10001101.10110110.01111111.11111111 (nová broadcast adresa)
 11111111.11111111.10000000.00000000 (nová sieťová maska /17)
 255 .255 .128 .0 (nová sieťová maska /17)

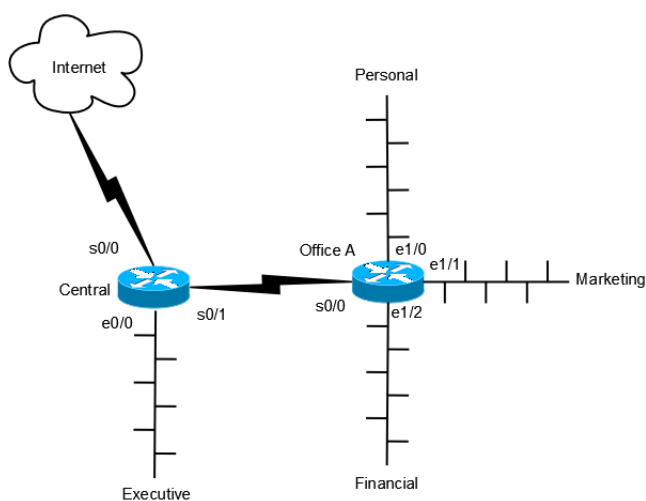
141 .182 .128 .0 (nová sieťová adresa 2)
 10001101.10110110.10000000.00000000 (nová sieťová adresa 2)
 10001101.10110110.11111111.11111111 (nová broadcast adresa)
 11111111.11111111.10000000.00000000 (nová sieťová maska /17)
 255 .255 .128 .0 (nová sieťová maska /17)

Analogicky môžeme pokračovať ďalej, až pokiaľ maska nedosiahne hodnotu /30. Takéto siete poskytujú adresný priestor len pre 2 koncové zariadenia ($2^2 - 2$) a používajú sa napríklad pre spojenia typu bod-bod.

Komunikáciu medzi sieťami a podsieťami s korektnou adresáciou sprostredkujú smerovače. Vhodnou adresáciou a sumarizáciou smerovacích ciest sa dá optimalizovať obsah smerovacích tabuliek smerovačov, nutnosťou je však existencie CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*) adresácie, ktorá nahrádza tradičné delenie na triedy IP adres a sieťovú masku uvádza v tvare /x,

kde x je kladné celé číslo menšie ako 31. Tým je umožnené napríklad namiesto dvojice sieťových adries s rovnakou cestou v smerovacej tabuľke smerovača 192.168.0.0 /24 a 192.168.1.0 /24 uvádzať sumarizovanú IP adresu 192.168.0.0 /23.

Subnetovanie v praxi: Máme k dispozícii sieťovú adresu 193.87.2.0/26. Pre oddelenie Marketing je požiadavka na 12 IP adries, pre oddelenia Personal a Financial po 10 IP adries. Pre oddelenie Executive žiadajú len 4 IP adresy. Na sériové bod-bod spojenie medzi smerovačmi Central a Office A stačia 2 IP adresy. 2 IP adresy tentokrát požadujú aj pre sériové spojenie s poskytovateľom pripojenia na Internet.



Obr. 6.1: Topológia pre subnetovaie

1. krok

Máme zadané požiadavky úplne?

Je do požiadavok na IP adresy započítané aj *gateway* rozhranie smerovačov? V tomto prípade áno. Vždy sa musíme uistiť u zadávateľa, či netreba k pôvodným požiadavkám ďalšie IP adresy, prípadne, či sa má počítať aj s rezervou do budúcnosti.

2. krok

Dostali sme dostatočný počet IP adries?

Zistíme počet IP adries, ktoré môžeme prerozdeliť do podsietí. Sieťovú masku uplatníme na zadanú IP adresu, zistíme počet dostupných adries, prvú a poslednú IP adresu pre kontrolu po rozdelení.

Príklad:

Zadaná podsieť 193.87.2.0 /26 obsahuje:

11000001.01010111.00000010.00000000 IP_adresa 193.87.2.0 (sieťová adresa)

11111111.11111111.11111111.11000000 sieťová maska 255.255.255.192 alebo /26

11000001.01010111.00000010.00000000 // IP AND maska

Z uvedenej adresy vieme určiť počet IP adries. Keďže počet označených bitov 000000 je šesť, $2^6 = 64$, odobereme *broadcast* adresu a *network_id* adresu a máme výsledok: 62 použiteľných IP adries.

Z uvedenej adresy vieme tiež určiť rozsah IP adries:

11000001.01010111.00000010.00000001 // 193.87.2.1, prvá použiteľná adresa

11000001.01010111.00000010.00111110 // 193.87.2.62, posledná použiteľná adresa

Takže zosumarizované:

Sieťová adresa je 193.87.2.0 /26

Broadcast adresa je 193.87.2.63

Rozsah IP adries pre koncové zariadenia je 193.87.2.1 – 193.87.2.62

Potrebuje (12+2)+(10+2)+(10+2)+(4+2)+(2+2)+(2+2) = 50 IP adries. Plus dva sú IP adresy podsiete a *broadcast* adresa. K dispozícii máme 62, zadanie je možné splniť. Pri rozdeľovaní by sme sa nemali dostať cez IP adresu 193.87.2.62.

3. krok

Zoradíme si požiadavky na počet IP adries od najväčšej po najmenšiu.

Príklad:

Marketing	Personal	Financial	Executive	Sériové rozhranie 1	Sériové rozhranie 2
12	10	10	4	2	2

4. krok

Vyberieme si najväčšiu podsieť a ku požadovanému počtu IP adries hľadáme najbližšiu mocninu dvojky.

Vysvetlenie: V tomto kroku hľadáme najmenšie množstvo bitov masky postačujúcich pre vymedzenie podsiete pre požadovaný počet adries koncových zariadení. K počtu IP adries musíme pripočítať ešte dve adresy, nakoľko prvá IP adresa podsiete je určená pre identifikáciu podsiete a posledná IP adresa podsiete pre všesmerové vysielanie vrámci podsiete.

Vzorec:

PBP = počet bitov určujúcich koncové zariadenia v maske siete,

PPIP = Počet požadovaných IP adries.

Podstata výpočtu: $\min[2^{PB}-2] \geq PPIP$

V upravenej podobe; hľadáme čo najmenšie PB: $2^{PB} \geq PPIP + 2$

5. krok

Z mocniny dvojky určíme masku podsiete.

Maska podsiete je určená 32 - PB

Príklad:

Podsiet' Marketing – potrebujeme adresovať 12 IP adries.

- K nim pripočítame 2 adresy pre network.ID a broadcast.IP, takže $12+2 = 14$.
- Najbližšia mocnina dvojky k číslu 14 je číslo 16.
- $2^4 = 16$ a teda $PB = 4$.
- Výsledná maska podsiete bude obsahovať:
 - počet jednotiek v maske = $32-PB = 32 - 4 = 28$,
 - počet núl v maske = $PB = 4$.
- Podsiet' v dvojkovom tvare 1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1111 . 1111 0000.
- Podsiet' v desiatkovom tvare 255.255.255.240.
- Iná forma ako zapísať podsiet' je /28 čo označuje počet jednotiek v podsieti.

6. krok

Určíme masky zvršných podsietí.

Opakujeme krok 4 a 5 pre ostatné podsiete.

Príklad:

	PPIP	PB	Ozn.	<i>podsieť</i> ₁₀	<i>podsieť</i> ₂
Marketing	12	4	/28	255.255.255.240	11111111.1111 1111.1111 1111.1111 0000
Personal	10	4	/28	255.255.255.240	11111111.1111 1111.1111 1111.1111 0000
Financial	10	4	/28	255.255.255.240	11111111.1111 1111.1111 1111.1111 0000
Executive	4	3	/29	255.255.255.248	11111111.1111 1111.1111 1111.1111 1000
Sériové rozhranie1	2	2	/30	255.255.255.252	11111111.1111 1111.1111 1111.1111 1100
Sériové rozhranie2	2	2	/30	255.255.255.252	11111111.1111 1111.1111 1111.1111 1100

7. krok

Priradíme jednotlivým podsietiam IP adresy.

Z týchto údajov už môžeme rozpísať jednotlivé IP rozsahy podsietí pomocou jednoduchého algoritmu. Začneme od najväčšej podsiete a začiatku adresného priestoru, ktorý máme k dispozícii a postupujeme postupne k najmenšej podsieti.

Príklad:

Najväčšia podsieť – Marketing – stačia mi 4 bity pre koncové zariadenia – 2 bity môžem vypožičať pre sieťovú masku.

11000001.01010111.00000010.00000000 193.87.2.0 (sieťová adresa)

11111111.11111111.11111111.11110000 /28 (sieťová maska)

255 .255 .255 .240 /28 (sieťová maska)

Sieťová adresa 193.87.2.0 /28

Broadcast adresa 193.87.2.15

Rozsah IP adries pre koncové zariadenia – 193.87.2.1 - 193.87.2.14

V poradí druhá najväčšia podsieť je Personal. Opäť stačia 4 bity pre koncové zariadenia – 2 bity môžme vypožičať pre sieťovú masku. Dôležité je, aby sa novo vytvárané podsiete neprekrývali.

11000001.01010111.00000010.00010000 193.87.2.16(sieťová adresa)

11111111.11111111.11111111.11110000 /28 (sieťová maska)

255 .255 .255 .240 /28 (sieťová maska)

Sieťová adresa 193.87.2.16 /28

Broadcast adresa 193.87.2.31

Rozsah IP adries pre koncové zariadenia – 193.87.2.17 – 193.87.2.30

Nasleduje sieť Financial. Opäť stačia 4 bity pre koncové zariadenia – 2 bity môžme vypožičať pre sieťovú masku.

11000001.01010111.00000010.00100000 193.87.2.32(sieťová adresa)

11111111.11111111.11111111.11110000 /28 (sieťová maska)

255 .255 .255 .240 /28 (sieťová maska)

Sieťová adresa 193.87.2.32 /28

Broadcast adresa 193.87.2.47

Rozsah IP adries pre koncové zariadenia – 193.87.2.33 – 193.87.2.46

Na podsieť Executive postačujú 3 bity pre adresáciu koncových zariadení, čiže sieťová maska sa predĺži o 1 bit na počet 29 bitov.

11000001.01010111.00000010.00110000 193.87.2.48(sieťová adresa)
11111111.11111111.11111111.11111000 /29 (sieťová maska)
255 .255 .255 .248 /29 (sieťová maska)

Sieťová adresa 193.87.2.48 /29
Broadcast adresa 193.87.2.55
Rozsah IP adries pre koncové zariadenia – 193.87.2.49 – 193.87.2.54

Zostali ešte 2 podsiete pre sériové rozhrania, pre ktoré postačuje schopnosť adresácie pre 2 koncové zariadenia – sieťová maska bude mať 30 bitov.

11000001.01010111.00000010.00111000 193.87.2.56(sieťová adresa)
11111111.11111111.11111111.11111100 /30 (sieťová maska)
255 .255 .255 .252 /30 (sieťová maska)

Sieťová adresa 193.87.2.56 /30
Broadcast adresa 193.87.2.59
Rozsah IP adries pre koncové zariadenia – 193.87.2.57 – 193.87.2.58

11000001.01010111.00000010.00111100 193.87.2.60(sieťová adresa)
11111111.11111111.11111111.11111100 /30 (sieťová maska)
255 .255 .255 .252 /30 (sieťová maska)

Sieťová adresa 193.87.2.60 /30
Broadcast adresa 193.87.2.63
Rozsah IP adries pre koncové zariadenia – 193.87.2.61 – 193.87.2.62

8. krok

Overenie.

Overíme si, že sme neprekročili hranicu najväčšej pridelenej IP adresy. A či sme nevynechali žiaden subnet.

Príklad: Výsledné rozdelenie IP adries

	Označenie	Rozsah použiteľných IP adries
Marketing	193.87.2.0/28	193.87.2.1 - 193.87.2.14
Personal	193.87.2.16/28	193.87.2.17 – 193.87.2.30
Financial	193.87.2.32/28	193.87.2.33 – 193.87.2.46
Executive	193.87.2.48 /29	193.87.2.49 – 193.87.2.54
Sériové rozhranie 1	193.87.2.56 /30	193.87.2.57 – 193.87.2.58
Sériové rozhranie 2	193.87.2.60 /30	193.87.2.61 – 193.87.2.6

6.2 Testovanie

Systém bol testovaný dvoma spôsobmi. Oba v krátkosti opíšem obidve a pokúsím sa zhrnúť dosiahnuté výsledky.

Prvý spôsob testovania zahŕňal sprístupnenie vzdelávacieho systému na Internete na internetovej adrese <http://wantech.tk>. Zverejniť väčšiu časť textov a cvičení s učebným materiálom k predmetu WAN technológie sa nám podarilo necelý týždeň pred prvými praktickými testami zo zapájania *Cisco* topológií. Internetová stránka bola v tomto čase pomerne intenzívne používaná, o čom svedčia štatistiky o návštevnosti. Zaregistrovali sme prístupy z celého Slovenska, čo si vysvetľujeme tak, že študenti používali náš projekt aj zo svojich domovov. V tom čase boli totiž ”predĺžené” víkendy.

Keďže sme touto formou testovania nemali priamy kontakt so študentami, zaradili sme do internetovej stránky fórum, kde mali študenti možnosť konzultovať svoje problémy s pochopením preberaného učiva. Študent mal možnosť položiť otázku, ktorá sa vyskytla v čase konfigurovania sieťových zariadení, odovzdať nám svoje konfiguračné súbory možnej nefunkčnej topológie, aby sme mu pomohli odstrániť vzniknutý problém. Túto sekciu sme pravidelne kontrolovali a aj keď bola prístupná, študenti ju nevyužili. Pripravili sme simulovaný ukázkový príklad, keď študent mal problém s pochopením autentifikácie protokolu PPP a zle nakonfiguroval smerovače pre jej použitie. V odpovedi sme naznačili, v čom spočívala chyba študenta pri konfigurácii a priložili sme dva rôzne spôsoby riešenia s vysvetlením.

Síce nemáme priame výsledky z tohto spôsobu testovania, z počtu prístupov a návratov na stránku môžeme usúdiť, že ide o užitočnú pomôcku k výučbovému procesu.

Druhý spôsob mal osobnejší charakter. Študentom sme ponúkli možnosť doučiť ich preberané technológie osobnou formou. Prihlásil sa študent študijného programu Informatika, ktorý sa pripravoval na praktický test. Dohodli sme sa na osobnom stretnutí v priestoroch softvérového štúdia. Pred stretnutím si študent pozrel ponúkané materiály a cvičenia. Na stretnutie prišiel adekvátne pripravený s vedomosťami o problematike. Mal pripravený zoznam otázok, ktoré si potreboval ujasniť. Na stretnutí sme prešli všetky. V maximálnej možnej miere mu boli otázky zodpovedané na konkrétnych príkladoch. Pre väčšinu študentových otázok stačili pripravené

topológie, pre niektoré bolo potrebné pripraviť nové jednoduché ukázkové topológie.

Otázky sa týkali pochopenia významu špecifických slov v použitých konfiguračných príkazoch (napríklad *ip ospf network point-to-multipoint*), významu technológií (napríklad načo nám slúži autentifikácia pri protokole PPP), používanie GNS3 simulátora (diskusia k IDLE PC hodnotám). Tématicky sme sa väčšinu času venovali cvičeniam na BGP protokol, avšak v rôznej miere sme prešli cez všetky témy z cvičení. Pri protokole BGP sme sa venovali príkladom na vytváranie vzdialených BGP susedstiev (prostredný smerovač v transparentnom režime pre šetrenie systémových zdrojov); vznik, odhaľovanie a riešenie problémov čiernych dier v topológiach; smerovacie *route mapy*, uplatňovanie politiky smerovania. Doučovanie študenta trvalo približne štyri hodiny. Praktický test následne zvládol na maximálny počet bodov. Pri doučovaní sa javil vzdelávací systém ako veľmi užitočná pomôcka pre úspešné pochopenie preberaného učiva.

Medzi hlavné výhody patrí možnosť individuálne si nakonfigurovať celú topológiu, možnosť kedykoľvek sa vrátiť ku ktorejkoľvek konfigurácii, obrazne povedané "na dva kliky", keďže odpadá fyzické "káblovanie" smerovačov. Ak chceme študentovi vysvetliť niečo k sieťovej problematike, najprístupnejšia forma je mu to jednoduchým spôsobom ukázať na praktickej ukážke, čo je aj cieľ nášho vzdelávacieho systému.

6.3 Záver

Online výučný systém

Ako výučbový systém bol zvolený a implementovaný systém *Moodle*, ktorý sa preukázal pre študenta ako intuitívny a jednoduchý na používanie. Pri použití testových otázok vo forme "multiple choice" dáva rýchlu a jednoznačnú odozvu, ako študent v danom teste uspel. Všetky potrebné materiály boli nahraté do výučbového systému a dajú sa priamo stiahnuť. Systém *Moodle* podlieha všetkým webovým štandardom, a preto všetky materiály dostupné cez *Moodle* sú zobrazované na všetkých prehliadačoch rovnako.

Výber IOS obrazu

Pre potreby simulácií sme použili IOS *c3660-i-mz.124-13b.bin*, ktorý pokrýva všetky potrebné technológie. Jeho novšiu verziu sa nám nepodarilo zabezpečiť, avšak podľa zoznamu známych chýb neobsahuje také, ktoré by nám bránili použiť ho pri simulácii uvedených cvičení.

PPP

V tejto lekcii je kľúčové a najťažšie osvojiť si PPP autentifikáciu, podstatu autentifikačného procesu a jeho správnu konfiguráciu. Študent musí pochopiť, ktorá strana sa autentifikuje voči ktorej, ktorým príkazom sa začne vyžadovať overenie identity.

DHCP

DHCP je najjednoduchšia lekcia z ponúkaných, preto by sme ju chceli odporučiť aby bola prvá, po ktorej by mal študent siahnuť. Na DHCP cvičeniach si môže jednoducho osvojiť prácu so simulátorom a základné návyky potrebné pre používanie výučbového systému.

Frame Relay

Lekcia kladie dôraz na pochopenie použitia rôznych nastavení rozhrania smerovačov pre *Frame Relay* technológiu, ich vplyvu na smerovacie protokoly a ďalší postup pri plnení zadaní úloh. Cvičenie s podrobnejším vysvetlením fungovania *Frame Relay* implementácie v *CISCO* smerovačoch bolo z dôvodu prekročenia rozsahu predmetu WAN technológie odstránené (na študentov so základnými poznatkami mohlo v kontexte rozsahu prednášaného učiva pôsobiť metúco).

BGP laby

Materiály používané na cvičeniach sa nám javili ako príliš komplexné, potvrdilo sa nám to pri testovaní systému. Preto sme vypracovali sériu čiastočných úloh, na ktorých má študent možnosť pochopiť aspekty preberaného učiva.

IPv4 subnetovanie

Doplňujúca lekcia zaradená z dôvodu, že mnoho študentov ani vo vyšších ročníkoch nerozumie princípom a podstate IPv4 adresácie, z čoho pramení aj množstvo problémov pri riešení zadaní počas cvičení i počas zápočtových previerok (niektorí študenti riešia adresáciu len intuitívne a pri zložitejších úlohách zlyhajú práve na zle navrhutej adresnej schéme).

Príprava GNS topológií, GNS3

GNS3 sa v súčasnosti nenachádza ani vo verzii 1.0. To implikuje, že obsahuje nedokončené časti a nemusí byť stabilný. Napriek tomu jeho súčasná funkčnosť je dostačujúca pre realizáciu cvičení. Väčšinu problémov, ktoré študenta môžu odradiť od jeho používania sme sa snažili identifikovať a odstrániť, aby bol napriek obmedzeniam čo najprístupnejší.

Testovanie

Pri testovaní sa preukázal projekt ako života schopný a veľmi užitočný pre výučbový proces. Pri testovaní boli identifikované chyby, ktoré bolo potrebné odstrániť. Identifikované nezrozumiteľné časti bolo potrebné prerobiť, aby sa stali použiteľnými.

Dodatok A

Prílohy

A.1 Ukážka GNS3

The screenshot displays the GNS3 interface with a network topology and two console windows.

Network Topology:

- Router R2:** Ethernet0/0 (192.168.2.2/24) connected to Ethernet0/0 (192.168.3.1/24) of Router R1.
- Router R0:** Ethernet0/0 (192.168.2.1/24) connected to Ethernet0/0 (192.168.3.2/24) of Router R1.
- Router R1:** Loopback0 (192.168.1.1/24) connected to Loopback0 (192.168.1.2/24) of Router R2.
- Router R1:** Loopback0 (192.168.1.1/24) connected to Loopback0 (192.168.1.2/24) of Router R0.

Console Window 1 (R0):

```

Dynamics(0):R0, Console port
R0#traceroute 192.168.10.1
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 192.168.10.1
 1 192.168.2.2 549 msec 289 msec 577 msec
 2 192.168.3.2 1154 msec 488 msec 1154 msec
R0#

```

Console Window 2 (R1):

```

Dynamics(1):R1, Console port
*Mar 1 00:17:16.899: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1>ena
R1#show ip route
R1#
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       I - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route
Gateway of last resort is not set

C 192.168.10.0/24 is directly connected, Loopback1
D 192.168.0.0/24 [90/435200] via 192.168.3.1, 00:30:04, Ethernet0/0
C 192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0
D 192.168.2.0/24 [90/307200] via 192.168.3.1, 00:30:05, Ethernet0/0
C 192.168.3.0/24 is directly connected, Ethernet0/0
R1#

```

Console Window 3 (R2):

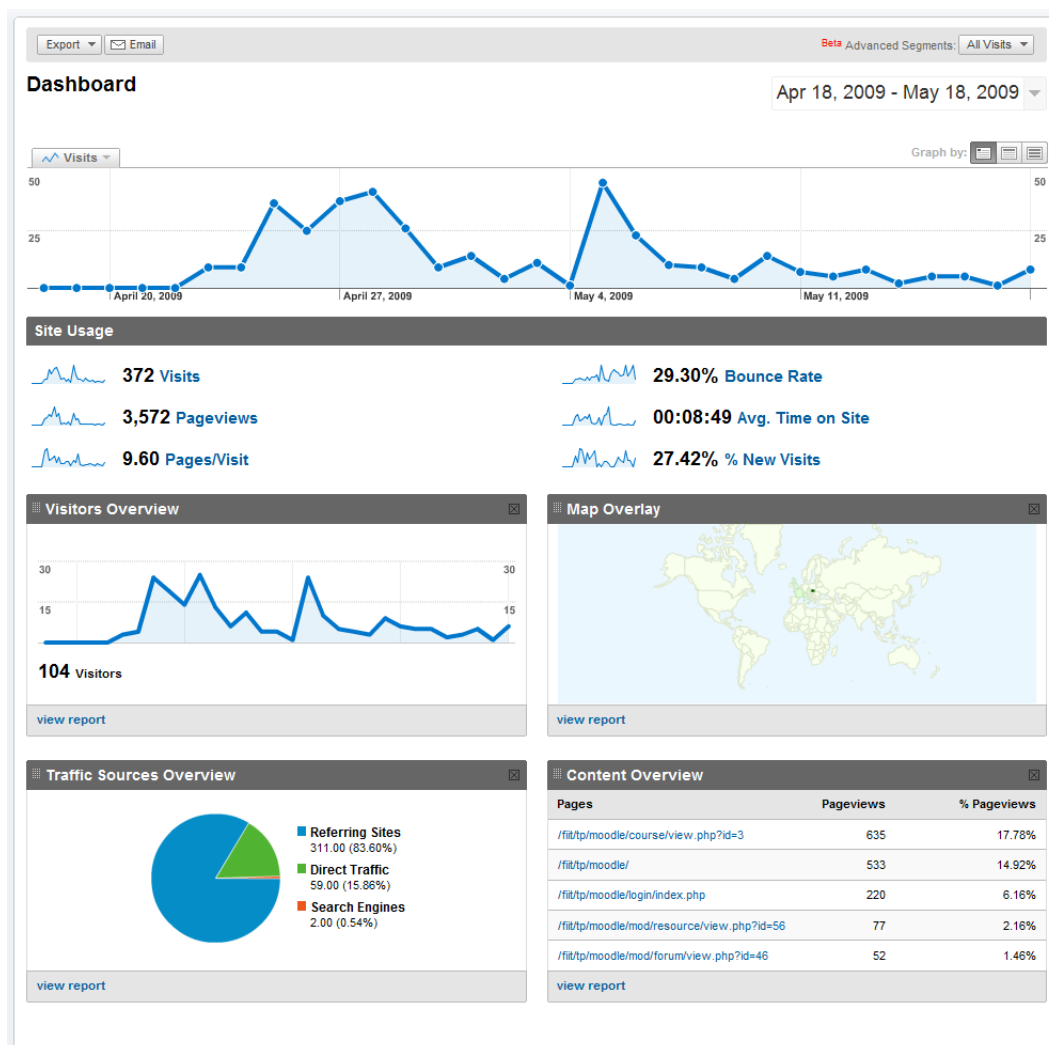
```

Dynamics(2):R2, Console port
R2#show ip proto
Routing Protocol is "eigrp 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Default network tagged
  Default networks flagged in outgoing updates
  Default networks accepted from incoming updates
  EIGRP metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0
  EIGRP maximum hopcount 100
  EIGRP maximum metric variance 1
  Redistribution: eigrp 1
  EIGRP NSF-aware route hold timer is 240s
  Automatic network summarization is in effect
  Automatic address summarization:
    192.168.3.0/24 for Ethernet0/0
    192.168.2.0/24 for Ethernet1/0
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    192.168.2.0
    192.168.3.0
  Routing Information Sources:
  Gateway           Distance      Last Update
  192.168.3.2       90            00:29:49
  192.168.2.1       90            00:29:49
  Distance: internal 90 external 170
R2#

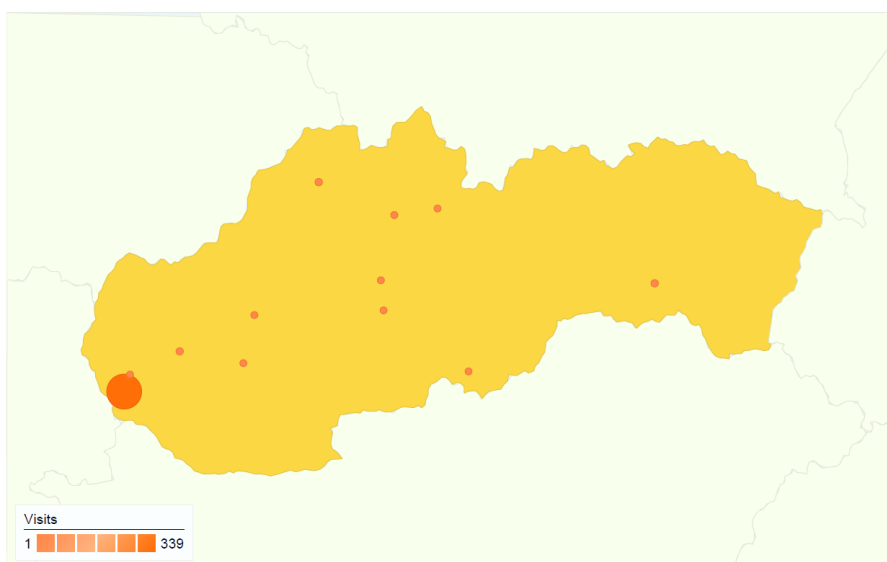
```

Obr. A.1: GNS3.

A.2 Návštevnosť a ukážka systému



Obr. A.2: Návštevnosť.



This country/territory sent 367 visits via 13 cities

Site Usage					
Visits	Pages/Visit	Avg. Time on Site	% New Visits	Bounce Rate	
367	9.70	00:08:56	26.43%	29.16%	
% of Site Total: 98.66%	Site Avg: 9.60 (1.05%)	Site Avg: 00:08:49 (1.31%)	Site Avg: 27.42% (-3.61%)	Site Avg: 29.30% (-0.50%)	
City	Visits	Pages/Visit	Avg. Time on Site	% New Visits	Bounce Rate
Bratislava	339	10.07	00:09:00	23.60%	28.91%
Zilina	7	5.57	00:04:53	57.14%	14.29%
Kosice	6	10.00	00:30:22	0.00%	0.00%
Trnava	5	1.60	00:00:06	60.00%	60.00%
Ruzomberok	2	2.00	00:00:19	100.00%	50.00%
Svaty Jur	1	6.00	00:00:45	100.00%	0.00%
Zvolen	1	1.00	00:00:00	100.00%	100.00%
Banska Bystrica	1	1.00	00:00:00	100.00%	100.00%
Filakovo	1	15.00	00:07:42	100.00%	0.00%

Obr. A.3: Návštevnosť - mestá.

www.wantech.tk x http://www.wantech.tk/ Nie ste prihlásený. (Prihlásenie) (Slovenčina (sk))

moodle

Prihlásenie

Používateľské meno


Heslo

Začínate teraz vytváraním nového účtu?
Zabudli ste heslo?

Dostupné kurzy

DYNAGEN P SS 02 - WAN technológie Získanie znalostí pre predmet WAN technológie pomocou programu DYNAGEN.

Miestne správy stránky pre všetkých používateľov

 Aktuality
autor Pali Spacek - Streda, 29 apríl 2009, 13:54

Vítajte na našom webe

- Pre vstup do systému používajte univerzálne konto **ziak / ziak**.
- **Pribudli lekcie o subnetovaní**
- Pribudla používateľská príručka výučbového systému
- Nachystali sme pre Vás sekciu **Tipy pre GNS a dynamps**, do ktorej budeme uvádzať rady, ktoré Vám pomôžu zjednodušiť prácu so simulátorom.

Pre koho je tento web?


Pre študentov, ktorí si zapísali predmet **WAN technológie**.

O čo ide?

Dostávate do rúk študijnú pomôcku, ktorej cieľom je príprava a úspešné zvládnutie praktického testu z konfigurácie prepínačov a smerovačov. Použijeme sieťový simulátor GNS3, v ktorom simulujeme a vysvetľujeme topológie z cvičení. Simulátor GNS3 na rozdiel od ostatných simulátorov používa reálny Cisco IOS, takže nebudete ukrať od žiadnej precvičovanej technológie, debug výpisov ani ďalšej funkčnosti.

WTF?

Je to výsledok límového projektu tímu č. 8



Obr. A.4: Úvodná stránka.

Se přihlášený ako Bill The Student (Cobliar)

http://www.wantech.tk/

moodle
Dynamgen - TEAM8P SS ▶ DG-02.WAN

Ludia
Účastníci

Aktivity
Fóra
Slovníky
Testy
Zdroje

Prehľad fóra
Rozšírené vyhľadávanie

Administratíva
Známky
Profil

Moje kurzy
DYNAMGEN PSS 02 - WAN technológia
Všetky kurzy ...

Prehľad témy

- Fórum novínok
- Otázky pred testom
- Našliel som chybu
- Užitočné linky - online kalkulačka pre subnetovanie
- Tipy pre GNS a dynamips

1 Úvod

- Úvod
- Používateľská príručka výučbového systému
- Rýchlokurz inštalácie softvéru potrebného pre inštaláciu
- GNS3 – Používateľská príručka
- GNS3 - Cisco IOS

2 PPP

- PPP - Slovník
- PPP - Konfiguračné príkazy
- PPP - Cvičenie 1,1A
- PPP - Cvičenie 1,1B
- PPP - Cvičenia na jednosmernú konfiguráciu CHAP autentifikácie
- PPP - Odkazy na literatúru na internete
- PPP - Konfiguračné súbory so vložkou zámeromou chybou
- PPP - Všeobecný test, PAP & CHAP
- Vysvetlenie a konfigurácia PPP CHAP autentifikácie [EN]
- Konfigurácia a vyhľadanie porúch pri PPP PAP autentifikácii [EN]

3 DHCP

- DHCP - Slovník
- DHCP - Lekcia 1: Spustenie DHCP procesu
- DHCP - Lekcia 2: Dynamická konfigurácia
- DHCP - Lekcia 3: Statická konfigurácia
- DHCP - Lekcia 4: Oboznámene sa s príkazmi pre monitorovanie a overenie funkčnosti
- DHCP - Cvičenie 1
- DHCP - Cvičenie 2
- DHCP - Odkazy
- DHCP - Test 1

4 Frame Relay

Najnovšie správy

27 apr. 10:42
Pat Spacek
Tipy pre používanie GNS
Viac...

27 apr. 09:20
Pat Spacek
video o www.wantech.tk
Viac...

Staršie témy ...

Nadchádzajúce udalosti

Momentálne sa tu nenachádzajú žiadne nadchádzajúce udalosti

Chod do kalendára...
Nová udalosť...

Aktuálna činnosť

Aktivita od Utorok, 19 máj 2009, 01:33
Kompletná správa o Vašej aktuálnej činnosti

Od Vášho posledného prihlásenia sa nič nezmenilo

Obr. A.5: Kurz.

Literatúra

- [1] What is GNS3 ?, <http://www.gns3.net>, (3. november 2008)
- [2] Cisco 7200 Simulator, http://www.ipflow.utc.fr/index.php/Cisco_7200_Simulator, (30. august 2007)
- [3] Dynagen, <http://www.dynagen.org>, (20. apríl 2007)
- [4] Ing. S.Beznák, Ing. E.Kočíková,PhD, Moodle manuál, (3. november 2008)
<http://elearning.tnuni.sk/index.php?id=270>
- [5] Ing. Kočíková Elza,PhD., LMS moodle 1.8.2 tvorba testu, (7. január 2008)
http://elearn1.yhnet.info/file.php/1/moodle_tvorba_testu.pdf
- [6] KVĚTOŇ, Karel. Základy e-learningu 2003, Vydavatelství ČVUT v Praze, (leden 2004)
Vlastným nákladem autora. (V tlači.)
- [7] One-Minute SCORM Overview for Anyone,
<http://www.scorm.com/resources/oneminuteoverview/OneMinuteOverview.htm>, (24. jún 2008)
- [8] Moodle, <http://moodle.org>, (november 2008)
- [9] Claroline.net, <http://www.claroline.net>, (november 2008)
- [10] Topológie na cvičenia z predmetu "Počítačové siete 2" a "WAN technológie",Igor Grellneth
MSc. PhD., <http://www2.fiit.stuba.sk/~grellneth>, (November 2008)

Fakulta informatiky a informačných technológií

Slovenská technická univerzita v Bratislave

Tímový projekt

Riadenie projektu

Tím číslo 8: Liška Lukáš, Bc.
Lőrinc Benjamín, Bc.
Špaček Pavol, Bc.
Zatloukal Michal, Bc.
Žáry Matej, Bc.

Dátum: 19. mája 2009

Obsah

I	Ponuka	1
1	Zadanie	1
2	Predstavenie tímu	2
3	Motivácia	3
4	Plán vypracovania projektu	4
5	Predpokladané zdroje	5
II	Úvod	6
1	Plán projektu	6
1.1	Zimný semester	6
1.2	Letný semester	7
III	Prílohy	8
A	Príloha k ponuke	8
A.1	Zoradenie ponúkaných tém podľa priority	8
A.2	Súhrnný rozvrh členov tímu	9
B	Krátkodobé úlohy členov tímu	10
B.1	Zimný semester	10
B.2	Letný semester	10
C	Zápisnice zo zimného semestra	11
C.1	Zápis z 1. stretnutia tímu č. 8	12
C.2	Zápis z 2. stretnutia tímu č. 8	13
C.3	Zápis z 3. stretnutia tímu č. 8	14
C.4	Zápis zo 4. stretnutia tímu č. 8	15
C.5	Zápis z 5. stretnutia tímu č. 8	16
C.6	Zápis zo 6. stretnutia tímu č. 8	17
C.7	Zápis zo 7. stretnutia tímu č. 8	18
C.8	Zápis z 8. stretnutia tímu č. 8	19

D	Zápisnice z letného semestra	20
D.1	Zápis z 1. stretnutia tímu č. 8	21
D.2	Zápis z 2. stretnutia tímu č. 8	22
D.3	Zápis z 3. stretnutia tímu č. 8	23
D.4	Zápis zo 4. stretnutia tímu č. 8	24
D.5	Zápis z 5. stretnutia tímu č. 8	25
D.6	Zápis zo 6. stretnutia tímu č. 8	26
D.7	Zápis zo 7. stretnutia tímu č. 8	27
E	Prberací protokol	28
F	Posudok oponentského tímu	29

Zoznam obrázkov

1	Rozvrh členov tímu.	9
---	-----------------------------	---

Zoznam tabuliek

1	Krátkodobé úlohy - zimný semester	10
2	Krátkodobé úlohy - letný semester	10

Časť I

Ponuka

1 Zadanie

Simulátor komunikácie v počítačovej sieti.

Navrhňte a zrealizujte programový systém pre simuláciu sieťovej komunikácie na druhej a tretej vrstve sieťovej architektúry RM OSI.

Systém má umožňovať:

- definovanie topológie simulovanej siete,
- simuláciu rôznych prepájacích zariadení (napr. prepínač, smerovač, firewall ...),
- simuláciu komunikácie medzi prepájacími zariadeniami.

Funkčnosť navrhnutého systému overte v sieti so simulovanými zariadeniami pomocou komunikácie medzi koncovými zariadeniami.

2 Predstavenie tímu

Liška Lukáš, Bc.

- Absolvoval predmety PS1, PS2, WAN technológie.
- Skúsenosti s J2SE, v ktorom implementoval aj zadanie vyššie spomenutých predmetov.
- IT pracovník v spoločnosti FREQUENTIS, správa a dohľad nad sieťou so 100+ klientskými stanicami, first a second line support programátorov.
- Téma bakalárskeho projektu: Distribuovaný zdieľaný kalendár.

Lőrinc Benjamín, Bc.

- Absolvoval predmety PS1 a PS2.
- Skúsenosti s J2SE a C#, v ktorých implementoval zadania hore spomínaných predmetov, konfigurácia siete v domácom prostredí.
- Regional Cisco Network Academy, absolvoval jeden semester CCNA.
- Téma bakalárskeho projektu: Experimentálny mikropočítač na báze AT89S52.

Špaček Pavol, Bc.

Skúsenosti s vytváraním e-vzdelávacích systémov:

- Maturitný projekt: Univerzálny systém pre vytváranie interaktívnych cvičení a testovanie študentov pod vedením Mgr. Mareka Farkaša, gymnázium Metodova ulica 2.
- Poznatky a skúsenosti z konfigurovania počítačových sietí.
- Regional Cisco Network Academy, absolvovanie štyroch semestrov CCNA.
- Téma bakalárskeho projektu: Podpora monitorovania stavu počítačovej siete.

Zatloukal Michal, Bc.

- Absolvoval predmet PS1, PS2 a WAN.
- Skúsenosti s J2SE, v ktorom implementoval aj zadanie vyššie spomenutých predmetov.
- Poznatky a skúsenosti s konfiguráciou siete v domácom a kancelárskom prostredí.
- Téma bakalárskeho projektu: Programový systém na grafické rozvinutie orientovaného stavovo-prechodového grafu do analytického stromu (parse-tree).

Žáry Matej, Bc.

- Regional Cisco Network Academy, absolvovanie štyroch semestrov CCNA.
- IT pracovník v CVTISR so zameraním na správu a ďalší vývoj informačného portálu pre vedu a techniku v SR, virtualizáciu a počítačové siete.
- Absolvované predmety PS1, PS2, WAN; zapísané KSS.
- Téma bakalárskeho projektu: Analýza oneskorenia v počítačových sieťach.

3 Motivácia

Náš tím si zvolil tému e-vzdelávania so zámerom rozšíriť možnosti vzdelávania a získavania praktických zručností pre študentov, ktorí v priebehu svojho štúdia viackrát prichádzajú do styku s vytváraním a konfiguráciou počítačových sietí so zariadeniami od firmy *CISCO systems*. Existujúce voľno dostupné i spoplatnené simulácie sieťových zariadení neposkytujú vždy potrebnú funkcionálnosť. Taktiež problém môže byť obmedzený prístup ku zariadeniam v laboratóriu. To má za následok, že študenti sa stretávajú s problémom, ako odladiť a otestovať svoje zadania a ako sa presvedčiť o tom, či dané technológie skutočne fungujú tak, ako si myslia. *Dynamips*, emulátor zariadení *CISCO* využívajúci originálny *CISCO* softvér (*IOS*), tieto možnosti poskytuje. Avšak, študentov počas rozbehnutého semestra od jeho používania neraz odradí náročnosť vytvárania testovacích topológií, ako aj rozsiahla konfigurácia jednotlivých sieťových prvkov pred samotnými laboratórnymi experimentami. Preto by sme chceli podporiť vzdelávací proces vytvorením súboru základných a pokročilejších informácií o danej problematike. Pomôcť študentom zorientovať sa v problematike, efektívne upevniť ich vedomosti a prípadne prehĺbiť ich záujem o fungovanie počítačových sietí. Tento projekt by mal odbremeniť študentov od nutnej, nezábavnej a neproduktívnej réžie, dať im do rúk nástroj, ktorý im poskytne možnosť plnohodnotne si naštudovať a precvičiť odborné cvičenia aj mimo laboratórneho vybavenia. Študenti fakulty by tak získali možnosť pripravovať sa na predmety štúdia súvisiace s počítačovými sieťami aj v domácom prostredí, pedagógovia zas možnosť poukázať na problémy vznikajúce v zložitejších topológiách, ktoré by inak kládli neúmerne požiadavky na použitý hardvér a ich časovú prípravu.

4 Plán vypracovania projektu

Náš tím by sa chcel zamerať na vytvorenie "e-vzdelávacieho projektu", "**Dynagen pre študentov predmetov Počítačové siete 2 a WAN technológie**". Náplňou projektu by bolo :

- E-vzdelávací modul pre informačný systém *Moodle*, ktorý predstaví študentom možnosti simulátora (ako konfigurácia smerovačov, zapájanie smerovačov do rôznych topológií, odchytávanie simulovanej komunikácie, simulovanie staníc).
- Príručka k simulátoru, ktorá poskytne študentom nutné základy pre prácu so simulátorom na cvičeniach, taktiež doma pri simulácii zadaní cvičení.
- Programový/skriptový prípravok na automatické nastavenie simulátora podľa predpripravenej topológie. Takiež prostriedok na uloženie topológie prebiehajúcej simulácie s cieľom ľahkého prenášania topológií medzi počítačom študenta a počítačom v laboratóriu.
- Príprava topológií ako súčasť cvičení v e-vzdelávacom module, spracovanie topológií z predmetov PS2 a WAN.
- Súčasťou bude okomentované nastavenia aktuálnej konfigurácie a rozanalyzované zachytené vzorky komunikácie.
- Návod na pripojenie reálnej siete so simulovanou topológiou – umožní to napr. rozložiť topológiu na viacero podsietí. Ako príklad uvedieme prepojenie dvoch autonómnych systémov v sieťach WAN, kde každá pracovná stanica predstavuje jeden autonómny systém. Rovnako poskytuje možnosť rozloženia záťaže na viacero strojov, ak použité technické prostriedky sa javia ako nedostatočné.
- Návod na zachytávanie sieťovej prevádzky priamo na kábli.

5 Predpokladané zdroje

Náš projekt počas vývoja nekladie špeciálne požiadavky na technické vybavenie, dostačujú študentské pracovné stanice.

Vo fáze testovania by bolo vhodné požiadať o prístup do laboratória *CISCO*, kde by sme simulované topológie vedeli zapojiť a overiť správnosť ponúkaných študijných materiálov (detegovaním odlišností v aktuálnych konfiguráciách, porovnaním zachytenej komunikácie).

Na simuláciu sieťových prvkov *CISCO* je potrebné získať *firmware* smerovačov *CISCO IOS*.

Časť II

Úvod

1 Plán projektu

1.1 Zimný semester

- | | |
|---------------------|--|
| 1. týždeň | Zostavenie tímu a vypracovanie ponuky na vybranú tému. |
| 2. týždeň | Prezentácia ponuky pred navrhovateľmi tém. |
| 3. týždeň | Pridelenie témy projektu. Prvé stretnutie s pedagogickým vedúcim projektu. Oboznámenie sa so softvérovým štúdiom. Určenie vedúceho tímu, rozdelenie prvých úloh, vytvorenie plánu. |
| 4.-7. týždeň | Štúdium problematiky, materiálov, a tém z predmetov PS2 a WAN technológie. Analýza riešenia GNS3 a <i>Dynamips</i> . Analýza LMS systémov a inštalácia systému <i>Moodle</i> na testovacie účely. Špecifikácia požiadaviek a vybratie tém pre hrubý návrh riešenia. Tvorba dokumentácie. |
| 8. týždeň | Odobzдание dokumentácie analýzy problému. Upresnenie tém pre prototyp riešenia. |
| 9. týždeň | Vypracovanie a odovzdanie posudku na odovzdanú dokumentáciu konkurenčného tímu. Úprava vybraných častí v existujúcom riešení. |
| 10. týždeň | Dopracovanie zistených nedostatkov v dokumentácii. Odstránenie prípadných chýb v dokumentácii. Začiatok realizácie prototypu a vybraných častí riešenia. |
| 11. týždeň | Realizácia prototypu a vybraných častí riešenia. |
| 12. týždeň | Odobzдание prototypu spolu s dokumentáciou. Príprava odovzdania posudku prototypu iného tímu. |

1.2 Letný semester

- 1. týždeň Úvodné stretnutie a definovanie prvotných úloh.
- 2. týždeň Podrobný návrh, plán integrácie, plán overenia výsledku. Doplnenie dokumentácie časti návrh riešenia podľa stanoveného plánu. Definícia štandardov testovania. Stanovenie itineráru na letný semester.
- 3.-6. týždeň Finalizácia lekcií pre *Moodle* a ich následný import do systému. Tvorba dokumentácie k produktu.
- 7.-8. týždeň Testovanie lekcií v systéme *Moodle*.
- 9. týždeň Sumarizácia výsledkov testovania. Následné odstraňovanie zistených nedostatkov.
- 10. týždeň Odovzdanie produktu a dokumentácie k produktu vrátane používateľskej príručky.
- 11. týždeň Kompletizácia dokumentácie.
- 12. týždeň Odovzdanie celkového výsledku projektu.

Časť III

Prílohy

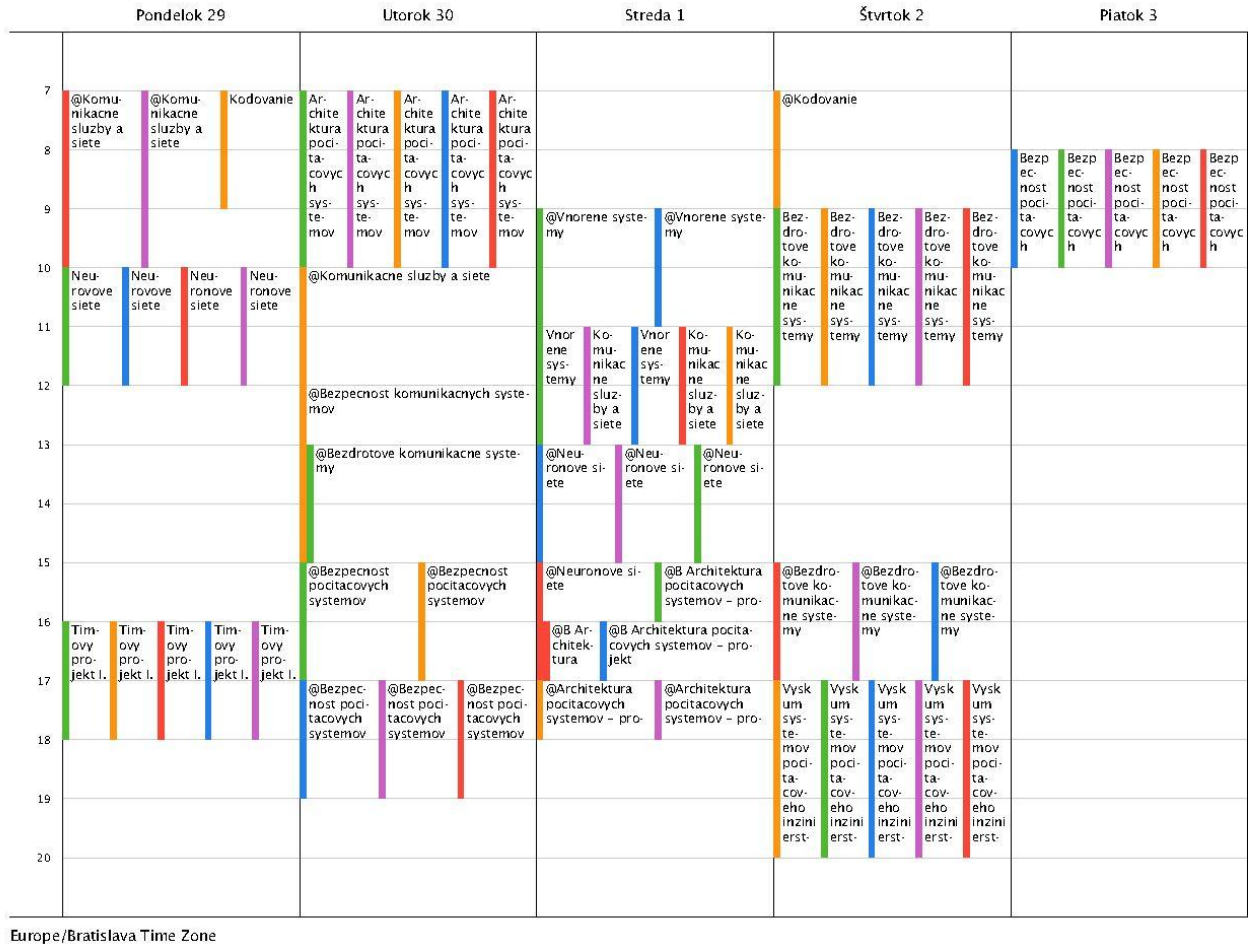
A Príloha k ponuke

A.1 Zoradenie ponúkaných tém podľa priority

1. Simulátor komunikácie v počítačovej sieti
2. Podpora vzdelávania v predmete Bezpečnosť počítačových systémov
3. Podpora vzdelávania v predmete Špecifikačné a opisné jazyky
4. Systém pre zdieľanie poznámok v prostredí WWW
5. Zdieľanie dát a informácií v pracovnej skupine

A.2 Súhrnný rozvrh členov tímu

- Michal Zatloukal
- Matej Zary
- Benjamin Lorinc
- Pali Spacek
- Lukas Liska



Obr. 1: Rozvrh členov tímu.

B Krátkodobé úlohy členov tímu

B.1 Zimný semester

	Lukáš	Benjamín	Pavol	Michal	Matej
Spracovanie ponuky		20%	40%		40%
Prezentácia ponuky			50%		50%
Web stránka	100%				
Tvorba dokumentácie		100%			
Písanie zápisníc				100%	
Analýza dostupných riešení	20%	20%	20%	20%	20%
Špecifikácia	20%	20%	20%	20%	20%
Návrh riešenia	20%	20%	20%	20%	20%
Finalizácia dokumentácie	20%	20%	20%	20%	20%

Tabuľka 1: Krátkodobé úlohy - zimný semester

B.2 Letný semester

	Lukáš	Benjamín	Pavol	Michal	Matej
Web stránka	100%				
Tvorba dokumentácie		100%			
Písanie zápisníc				100%	
Používateľská príručka	50%				50%
Spracovanie PPP		25%	10%	65%	
Spracovanie DHCP		50%	25%		25%
Spracovanie <i>Frame Relay</i>	50%				50%
Spracovanie BGP			100%		
Spracovanie subnetovania			50%		50%
Správa <i>LMS Moodle</i>	100%				
Finalizácia dokumentácie	20%	20%	20%	20%	20%

Tabuľka 2: Krátkodobé úlohy - letný semester

C Zápisnice zo zimného semestra

Na nasledujúcich stranách prílohy sú priložené zápisnice zo stretnutí členov tímu zo zimného semestra.

C.1 Zápis z 1. stretnutia tímu č. 8

Dátum: 9.10.2008

Miestnosť: softvérové štúdio

Prítomní:

pedagóg: Ing. Ivan Kotuliak, PhD.

členovia tímu: Bc. Lukáš Liška, Bc. Benjamín Lőrinc, Bc. Pavol Špaček, Bc. Michal Zatloukal, Bc. Matej Žáry

Téma stretnutia tímu (podľa harmonogramu):

Predstavenie tímu, prezentovanie návrhu.

Opis stretnutia:

1. Na stretnutí sme Ing. Kotuliaka informovali o našich úmysloch s projektom.
2. Chceli sme sa pripojiť na server softvérového štúdia, ale v čase stretnutia nefungoval.
3. Predbežne sme členom pridelili roly v tíme a z nich vyplývajúce úlohy do ďalšieho stretnutia.

Úlohy do ďalšieho stretnutia:

1. Benjamín: zmapovanie možností písania dokumentácie a príprava kostry.
2. Pavol: príprava štruktúry lekcie.

C.2 Zápis z 2. stretnutia tímu č. 8

Dátum: 16.10.2008

Miestnosť: softvérové štúdio

Prítomní:

pedagóg: Ing. Ivan Kotuliak, PhD.

členovia tímu: Bc. Lukáš Liška, Bc. Benjamín Lőrinc, Bc. Pavol Špaček, Bc. Matej Žáry

Téma stretnutia tímu (podľa harmonogramu):

Prezentácia vykonaných úloh, rozdelenie prác na ďalšie obdobie.

Vyhodnotenie úloh z predchádzajúceho stretnutia:

1. Benjamín pripravil kostru pre dokumentáciu k projektu v Latex-u.
2. Pavol spracoval štruktúru pre lekcie.
3. Matej si nainštaloval a analyzoval aplikáciu GNS3, grafický emulátor sietí postavený na nástrojoch Dynamips, Dynagen a Pemu.

Opis stretnutia:

1. Na stretnutí sme zhodnocovali doterajší priebeh vykonávania úloh a prediskutovali sme ho s vedúcim projektu.
2. Skontrolovali sme umiestnenie a funkčnosť stránky na fakultnom webe.

Úlohy do ďalšieho stretnutia:

1. Lukáš: upraviť vzhľad webu, umiestniť existujúce dokumenty na dočasný server:
<http://wasabi.fiit.stuba.sk/~tp8>
2. Benjamín: konsolidácia latex dokumentu v zhode s fakultnou kultúrou.
3. Benjamín, Michal, Lukáš: rozdeliť si úlohy pri analýze systému Moodle, analyzovať štandardy týkajúce sa vytvárania e-learningu.
4. Matej: pripraviť prototyp laboratorneho cvičenia v systéme GNS3.
5. Pavol: analyzovať možnosti prepojenia DynaMIPSu s fyzickou sieťou, dokončenie prototypu laboratorneho cvičenia.

Poznámky

1. Michal sa pre chorobu druhého stretnutia nezúčastnil.

C.3 Zápis z 3. stretnutia tímu č. 8

Dátum: 23.10.2008

Miestnosť: softvérové štúdio

Prítomní:

pedagóg: Ing. Ivan Kotuliak, PhD.

členovia tímu: Bc. Benjamín Lórinč, Bc. Pavol Špaček, Bc. Michal, Zatloukal, Bc. Matej Žáry

Téma stretnutia tímu (podľa harmonogramu):

Skúšanie a prezentácia GNS3, zhrnutie dosiahnutých výsledkov, rozdelenie prác na ďalší týždeň.

Vyhodnotenie úloh z predchádzajúceho stretnutia:

1. Michal pripravil zápisnice.
2. Matej pripravil niekoľko konfigurácií pre GNS3.

Opis stretnutia:

1. Matej rozchodil a prezentoval možnosti systému GNS3, ktoré zahŕňajú: emulácia sieťovej topológie, emulácia sieťových smerovačov, prepínačov a bezpečnostných brán, možnosť sledovania sieťovej premávky, konfigurácia smerovačov, bezpečnostných brán a čiastočná konfigurácia prepínačov.
2. Výsledkom analýzy je, že sme systém GNS3 uznali za použiteľný pre účely projektu. Zistili sme nedostatky systému, ktoré bude treba pred uvedením systému do praxe vyriešiť.

Úlohy do ďalšieho stretnutia:

1. Do ďalšieho stretnutia je nutné vyriešiť zistené nedostatky.
2. Lukáš: úprava vizuálnej podoby webu a naplnenie dokumentami, rola učiteľa v systéme Moodle.
3. Pavol: finalizácia prototypu lekcie.
4. Michal: naštudovanie a zhodnotenie štandardu SCORM a jeho prepojenia so systémom Moodle.
5. Benjamín: Moodle a multimédiá – vytvorenie testovacieho modulu.
6. Všetci: formulovať výstupy doterajšej analýzy do textovej podoby.
7. Pavol: pripraviť návrh riešenia do dokumentácie.

Poznámky

1. Lukáš sa stretnutia nezúčastnil.

C.4 Zázpis zo 4. stretnutia tímu č. 8

Dátum: 30.10.2008

Miestnosť: softvérové štúdio

Prítomní:

členovia tímu: Bc. Lukáš Liška, Bc. Benjamín Lórinč, Bc. Pavol Špaček, Bc. Michal Zatloukal, Bc. Matej Žáry

Téma stretnutia tímu (podľa harmonogramu):

Synchronizácia prác na projekte, analýza problémov GNS3, prezentácia možností Moodle.

Vyhodnotenie úloh z predchádzajúceho stretnutia:

1. Lukáš upravil vizuálnu podobu stránky a naštudoval Moodle.
2. Pavol pripravil prototyp lekcie.

Opis stretnutia:

1. Lukáš prezentoval možnosti systému Moodle – pridávanie kurzu.
2. Lukáš taktiež prezentoval návod na spravovanie Moodle na zhodnotenie tímom.
3. Prejednali sme návrh tímového projektu.
4. Dohodli sme sa na vzhľade vzorovej lekcie.
5. Konfrontovali sme obmedzenia LaTeXu a dohodli sa na forme materiálov predkladaným Benjamínovi – pripúšťajú sa textové, rtf, doc/odt dokumenty s minimálnym formátovaním, ktorých obsah sa dá jednoducho nakopírovať do zdrojového súboru pre LaTeX.
6. Michal v krátkosti opísal štandard SCORM a jeho vzťah s Moodle.

Úlohy do ďalšieho stretnutia:

1. Všetci - prípravenie textových foriem vykonaných prác – prednostne analýz pre vloženie do dokumentácie.

C.5 Zápis z 5. stretnutia tímu č. 8

Dátum: 6.11.2008

Miestnosť: softvérové štúdio

Prítomní:

pedagóg: Ing. Ivan Kotuliak, PhD.

členovia tímu: Bc. Lukáš Liška, Bc. Benjamín Lőrinc, Bc. Michal Zatloukal, Bc. Matej Žáry

Téma stretnutia tímu (podľa harmonogramu):

Príprava dokumentácie, testovanie GNS3, príprava na odovzdanie priebežnej správy.

Vyhodnotenie úloh z predchádzajúceho stretnutia:

1. Michal pripravil len časť analýzy štandardu SCORM.
2. Benjamín spracoval existujúce textové súbory do dokumentácie.

Opis stretnutia:

1. Matej pripravil návrh riešenia problematických bodov v GNS3 (spomenuté v analýze).
2. S Ing. Kotuliakom sme konzultovali priebeh projektu a informoval nás o blížiacich sa termínoch.

Úlohy do ďalšieho stretnutia:

1. Všetci: Dokončiť dokument projektu.
2. Všetci: Dohodnúť sa na podobe prototypu riešenia.

Poznámky

1. Pavol bol neprítomný, čím nastal problém, keďže ostatní členovia nemajú potrebné prístupové práva.

C.6 Zápis zo 6. stretnutia tímu č. 8

Dátum: 13.11.2008

Miestnosť: softvérové štúdio

Prítomní:

pedagóg: Ing. Ivan Kotuliak, PhD.

členovia tímu: Bc. Lukáš Liška, Bc. Benjamín Lőrinc, Bc. Pavol Špaček, Bc. Michal Zatloukal, Bc. Matej Žáry

Téma stretnutia tímu (podľa harmonogramu):

Finalizácia dokumentácie, odovzdanie.

Vyhodnotenie úloh z predchádzajúceho stretnutia:

1. Prototyp sa vzhľadom na prebiehajúce odovzdávanie odkladá.
2. Text dokumentácie má zväčša finálnu podobu, je potrebné iba doplniť hlavičku a niekoľko drobností v riadení projektu (rozdelenie prác).

Opis stretnutia:

1. Do dokumentácie boli začlenené posledné časti, posledná kontrola pred vytlačením dokumentácie.
2. Lukáš zabezpečil tlačenú formu dokumentácie a preberacieho protokolu.
3. Pavol, Matej a Michal odovzdali vytlačené dokumenty Ing. Kotuliakovi a vedúcej konkurenčného tímu.

Úlohy do ďalšieho stretnutia:

1. Každý člen prečíta celú dokumentáciu konkurenčného tímu.
2. Rozdelenie dokumentácie na časti a pridelenie členov, kto bude posudzovať ktorú časť najneskôr na ďalší deň.
3. Každý člen: vypracovanie posudku k pridelenej časti.
4. Benjamín: zhotovenie posudku.

C.7 Zápis zo 7. stretnutia tímu č. 8**Dátum:** 20.11.2008**Miestnosť:** softvérové štúdio**Prítomní:****pedagóg:** Ing. Ivan Kotuliak, PhD.**členovia tímu:** Bc. Lukáš Liška, Bc. Bc. Pavol Špaček, Bc. Michal Zatloukal, Bc. Matej Žáry**Téma stretnutia tímu (podľa harmonogramu):**

Finalizácia posudku dokumentácie konkurenčného tímu.

Vyhodnotenie úloh z predchádzajúceho stretnutia:

1. Pavol prideliť jednotlivé časti dokumentácie jednotlivým členom na posúdenie.
2. Pavol a Michal ešte nemali svoje časti hotové, vypracujú ich čím skôr pred odovzdaním v piatok.

Opis stretnutia:

1. Konzultovali sme postup prác so zadávateľom projektu.
2. Benjamín bol neprítomný, takže predbežné zhotovenie posudku vykonávali prítomní členovia tímu.

Úlohy do ďalšieho stretnutia:

1. Michal: dopísanie chýbajúcich zápisníc.
2. Všetci: doplnenie a oprava dokumentácie na základe posudku konkurenčného tímu.

C.8 Zápis z 8. stretnutia tímu č. 8

Dátum: 27.11.2008

Miestnosť: softvérové štúdio

Prítomní:

pedagóg: Ing. Ivan Kotuliak, PhD.

členovia tímu: Bc. Lukáš Liška, Bc. Benjamín Lőrinc, Bc. Pavol Špaček, Bc. Michal Zatloukal, Bc. Matej Žáry

Téma stretnutia tímu (podľa harmonogramu):

Oprava dokumentácie, dopracovanie nestihnutých prác z minulých stretnutí.

Vyhodnotenie úloh z predchádzajúceho stretnutia:

1. Benjamín začlenil existujúce opravy do dokumentu.

Opis stretnutia:

1. Michal písal chýbajúce zápisnice.
2. Dohodli sme sa na použití Google Docs na zdieľanie dokumentov a kontrolu revízií. Tento systém budú používať aj ostatní členovia tímu.
3. Ing. Kotuliak objasnil niektoré súvislosti týkajúce sa posudku na našu dokumentáciu.
4. S Ing. Kotuliakom sme prediskutovali priebeh prác a termíny týkajúce sa prototypu.
5. Lukáš pre chorobu odišiel zo stretnutia predčasne.

Úlohy do ďalšieho stretnutia:

1. Pavol: príprava prototypu.
2. Všetci: spracovanie posudku – oprava chýb v dokumentácii.
3. Všetci: doplnenie návrhu o študijný materiál z predmetu PS2.
4. Lukáš: aktualizácia webstránky.

D Zázpisnice z letného semestra

Na nasledujúcich stranách prílohy sú priložené zázpisnice zo stretnutí členov tímu z letného semestra.

D.1 Zápis z 1. stretnutia tímu č. 8

Dátum: 24.2.2009

Miestnosť: softvérové štúdio

Prítomní:

členovia tímu: Bc. Lukáš Liška, Bc. Benjamín Lőrinc, Bc. Pavol Špaček, Bc. Michal Zatloukal, Bc. Matej Žáry

Téma stretnutia tímu (podľa harmonogramu):

Organizácia stretnutí, rozdelenie úloh na letný semester a najbližšie stretnutia.

Opis stretnutia:

1. Pavol zhrnul posudok posudok na náš prototyp a vytýčil hlavné pripomienky.
2. Prakticky všetky opravy vyplývajúce z posudku sú už zakomponované v dokumentácii.
3. Produkt sa zameria na obsah cvičení (praktické úlohy), cieľom nie je nahradiť prednášky.
4. Pridelenie dlhodobých úloh:
 - (a) Lukáš sa bude starať o napĺňanie Moodle materiálmi lekcií a výsledný vzhľad produktu.
 - (b) Lukáš taktiež vypracuje návod k lekciam/výučbovému systému.
 - (c) Matej vypracuje návod (zjednodušený pre potrebu nášho projektu) na použitie programu GNS3.
 - (d) Benjamín sa bude, tak ako v zimnom semestri, starať o zostavovanie dokumentácie.
 - (e) Michal naštuduje metodiky testovania e-learningových programov a podá návrh metodiky pre náš produkt, ktorú následne zrealizuje.
 - (f) Michal má taktiež zodpovednosť za zápisnice.

Úlohy do ďalšieho stretnutia:

1. Začiatok prác (nie konečný termín) na dlhodobých úlohách.
2. Pavol: založenie SVN repozitára pre dokumentáciu.

D.2 Zápis z 2. stretnutia tímu č. 8**Dátum:** 3.3.2009**Miestnosť:** softvérové štúdio**Prítomní:****pedagóg:** Ing. Ivan Kotuliak, PhD.**členovia tímu:** Bc. Benjamín Lórinč, Bc. Pavol Špaček, Bc. Michal, Zatloukal, Bc. Matej Žáry**Téma stretnutia tímu (podľa harmonogramu):**

Konkretizácia návrhu a príprava na implementáciu.

Vyhodnotenie úloh z predchádzajúceho stretnutia:

1. Benjamín pridal do dokumentácie plán projektu na letný semester.

Opis stretnutia:

1. Ing. Kotuliaka sme informovali o postupe prác a pláne na letný semester.
2. Lukáš sa nezúčastnil, nakoľko má pracovné povinnosti.
3. Ing. Kotuliak nás informoval o organizácii semestra a vytýčil, na čo sa máme sústrediť.

Úlohy do ďalšieho stretnutia:

1. Na budúci týždeň sa presúvajú úlohy vytýčené na tento týždeň.

D.3 Zápis z 3. stretnutia tímu č. 8

Dátum: 10.3.2009

Miestnosť: softvérové štúdio

Prítomní:

členovia tímu: Bc. Lukáš Liška, Bc. Benjamín Lőrinc, Bc. Pavol Špaček, Bc. Michal Zatloukal, Bc. Matej Žáry

Téma stretnutia tímu (podľa harmonogramu):

Dizajn Moodle. Finálna podoba balíka GNS3 + IOS + konfiguračné súbory.

Vyhodnotenie úloh z predchádzajúceho stretnutia:

1. Matej pripravil návod na inštaláciu GNS3.
2. Pavol pripravil návrh BGP cvičení.

Opis stretnutia:

1. Zvažujeme optimalizáciu labov – výber optimálnej platformy (routra) a IOS, ktorý zvládne všetky úlohy a bude čo najmenej náročný.
2. Pavol prezentoval návrh BGP cvičení a odovzdal ich Benjamínovi na zapracovanie do dokumentácie.
3. Diskusia k podobe lekcí.
4. Matej prezentoval návod na inštaláciu GNS3.
5. Diskusia k dizajnu stránky, zhodli sme sa na finálnej štruktúre.

Úlohy do ďalšieho stretnutia:

1. Pavol zabezpečí jednotný obraz IOS s podporou všetkých technológií potrebných pre cvičenia nášho projektu.
2. Lukáš – prepracovať organizáciu informácií v systéme Moodle.
3. Pavol implementuje lekciiu pre BGP.
4. Matej pripraví materiály pre lekciiu RIP – GNS3 + testy pre RIP aj BGP.
5. Michal – naštudovať metodiku testovania.
6. Benjamín sa pokúsi spracovať DHCP.
7. Michal nastaví a nazdieľa Google calendar s termínmi odovzdávaní.

D.4 Zápis zo 4. stretnutia tímu č. 8

Dátum: 17.3.2009

Miestnosť: softvérové štúdio

Prítomní:

pedagóg: Ing. Ivan Kotuliak, PhD.

členovia tímu: Bc. Benjamín Lőrinc, Bc. Pavol Špaček, Bc. Michal Zatloukal, Bc. Matej Žáry

Téma stretnutia tímu (podľa harmonogramu):

Vzájomné zhodnotenie a posúdenie priebežných úloh.

Vyhodnotenie úloh z predchádzajúceho stretnutia:

1. Pavol zabezpečil IOS, ktorý je však náročný na systémové zdroje.
2. Benjamín vypracoval prototyp DHCP lekcie.

Opis stretnutia:

1. Lukáš bol neprítomný. Dôvod je neznámy.
2. Prehodnotenie obsahu a finalizácia cvičenia z DHCP protokole.
3. Michal a Matej zhodnotili Pavlov návrh cvičenia z BGP.
4. Vedúci projektu bol oboznámený s priebehom prác.

Úlohy do ďalšieho stretnutia:

1. Pavol zoženie menej náročný IOS.
2. Pavol zakomponuje Michalove pripomienky do návrhu cvičení z BGP.
3. Lukáš: dokončí zmenu štýlu Moodle zlinkuje lekcii v štýle wikipedia.
4. Lukáš vloží do Moodle lekcii z DHCP.

D.5 Zápis z 5. stretnutia tímu č. 8

Dátum: 7.4.2008

Miestnosť: softvérové štúdio

Prítomní:

pedagóg: Ing. Ivan Kotuliak, PhD.

členovia tímu: Bc. Lukáš Liška, Bc. Benjamín Lőrinc, Bc. Pavol Špaček, Bc. Michal Zatloukal, Bc. Matej Žáry

Téma stretnutia tímu (podľa harmonogramu):

Konkretizácia úloh a rozdelenie lekcií medzi členov.

Vyhodnotenie úloh z predchádzajúceho stretnutia:

1. Lukáš vložil do Moodla lekciu z DHCP a upravil podobu lekcií.

Opis stretnutia:

1. Benjamín pridal návrh BGP lekcie do dokumentácie.
2. Matej spracoval používateľskú príručku pre GNS3, ktorú Benjamín zapracoval do dokumentácie.
3. Rozdelenie lekcií:
 - (a) PPP: Michal, Benjamín
 - (b) BGP: Pavol
 - (c) Frame Relay: Matej, Lukáš

Úlohy do ďalšieho stretnutia:

1. Matej spracuje subnetovanie.

D.6 Zápis zo 6. stretnutia tímu č. 8

Dátum: 14.4.2009

Miestnosť: softvérové štúdio

Prítomní:

pedagóg: Ing. Ivan Kotuliak, PhD.

členovia tímu: Bc. Benjamín Lőrinc, Bc. Pavol Špaček, Bc. Michal Zatloukal, Bc. Matej Žáry

Téma stretnutia tímu (podľa harmonogramu):

Finalizácia testovacieho prototypu, návrh dokumentácie, používateľské účty v systéme Moodle.

Opis stretnutia:

1. Ing. Kotuliak sformuloval požiadavky na obsah finálnej dokumentácie.
2. Otestovali sme systém Moodle pre použitie univerzálneho konta.
3. Otestovali sme konfigurácie pre DHCP lekciiu a dohodli sa na jednotnom formáte konfiguračných súborov.
4. Pavol prichystal IOS, ktorý nie je náročný na systémové prostriedky a podporuje všetky funkcie potrebné pre realizáciu všetkých lekcií.
5. Michal začal pracovať na lekcii PPP, konzultoval s Paľom.

Úlohy do ďalšieho stretnutia:

1. Otestovať prototyp a pokiaľ možno, spracovať výsledky testovania.
2. Pavol: Do návrhu spísať vybrané témy a dôvod ich výberu, špecifikovať rozsah a účel tímového projektu.
3. Lukáš spracuje používateľskú príručku pre Moodle.
4. Každý: riešené problémy pri implementácii.
5. Matej spracuje lekciiu Frame Relay.
6. Pavol: zdokumentovať výber IOSu.

D.7 Zápis zo 7. stretnutia tímu č. 8

Dátum: 21.4.2008

Miestnosť: softvérové štúdio

Prítomní:

pedagóg: Ing. Ivan Kotuliak, PhD.

členovia tímu: Bc. Lukáš Liška, Bc. Benjamín Lőrinc, Bc. Pavol Špaček, Bc. Michal Zatloukal, Bc. Matej Žáry

Téma stretnutia tímu (podľa harmonogramu):

Príprava na testovanie.

Vyhodnotenie úloh z predchádzajúceho stretnutia:

1. Matej spravil cvičenia lekcii Frame Relay.
2. Lukáš čiastočne spracoval teóriu k FrameRelay.
3. Michal čiastočne spracoval lekcii PPP.

Opis stretnutia:

1. Pavol zriadil doménu pre systém Moodle, na ktorej bude systém prezentovaný a testovaný:
<http://wantech.tk/>.
2. Dohodli sme sa na metodike testovania.

Úlohy do ďalšieho stretnutia:

1. Budúci týždeň už musí byť obsah v systéme Moodle finálny, dokončovať sa bude len dokumentácia (Benjamín).
2. K existujúcim cvičeniam dorobiť cvičenia s vloženou chybou (všetky cvičenia, každý člen svoje).
3. Zabezpečiť správnu cestu v konfiguračných súboroch.
4. Michal: prejsť zápisnice a nájsť nedokončené úlohy.
5. Lekciu BGP pripraviť na testovanie (Pavol) a dať otestovať subjektom.

E Prberací protokol

F Posudok oponentského tímu

Slovenská technická univerzita
Fakulta informatiky a informačných technológií
Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava

Posudok na analýzu, špecifikáciu a návrh
konkurenčného tímu

Simulátor komunikácie v počítačovej sieti

Tímový projekt

Tím č. 9: Bc. Bielik Martin
Bc. Gula Štefan
Bc. Marko Peter
Bc. Michalec Vladimír
Bc. Schusterová Zuzana

Vedúci projektu: Ing. Grellneth Igor, PhD.

Semester: Zimný

Školský rok: 2008/2009

Obsah

Obsah.....	ii
1.Úvod.....	1
2.Formálna stránka dokumentácie.....	2
2.1.Úvod.....	2
2.2.Analýza problematiky.....	2
2.3.Špecifikácia.....	4
2.4.Návrh riešenia.....	4
2.5.Referencie.....	5
2.6.Riadenie projektu.....	5
3.Obsahová stránka dokumentácie.....	6
3.1.Analýza problematiky.....	6
3.2.Špecifikácia.....	6
3.3.Návrh riešenia.....	6
3.4.Zhodnotenie.....	7
4.Záver.....	8

1.Úvod

Cieľom tohto dokumentu je vypracovať posudok k prvej časti projektovej dokumentácie tímu číslo 8, ktorá obsahuje analýzu, špecifikáciu, návrh riešenia a riadenie projektu.

Dokumentácia konkurenčného tímu je rozdelená na dve nezávislé časti. Prvá časť je dokumentácia k samotnej téme prideleného projektu. Obsahuje analýzu problematiky, špecifikáciu a návrh riešenia. Druhou časťou je dokumentácia k riadeniu projektu, ktorá obsahuje ponuku na vybranú tému, plán činností na semester a zápisnice zo stretnutí tímu.

V tomto posudku sa zameriame na formálnu ako aj obsahovú stránku predloženej dokumentácie. Cieľom posudku je poukázať na pozitívne časti dokumentácie, upozorniť na prípadné nedostatky a celkovo zhodnotiť vypracovanú dokumentáciu konkurenčného tímu.

Posudok je rozdelený na jednotlivé kapitoly zaoberajúce sa formálnou a obsahovou stránkou dokumentácie. V poslednej kapitole je uvedené celkové zhodnotenie.

2. Formálna stránka dokumentácie

Táto kapitola sa zaoberá posúdením formálnej stránky predloženej dokumentácie. Vyjadríme sa podrobnejšie ku každej kapitole zvlášť.

2.1. Úvod

Táto kapitola obsahuje len použité skratky a pojmy, použité v texte.

Najväčším nedostatkom tejto kapitoly je jej stručnosť a nie sú v nej uvedené dost podstatné veci a to:

- účel a rozsah dokumentu,
- prehľad dokumentu,
- zadanie projektu.

2.2. Analýza problematiky

Táto kapitola je rozdelená do viacerých podkapitol, čo dopomáha k jej celkovej prehľadnosti. Zvolili ste dobrú štruktúru. K ešte lepšej prehľadnosti odporúčame pridať do hlavičky strán názov hlavnej kapitoly do celého dokumentu. Čítajúci by tak nemusel listovať na začiatok kapitoly pre overenie, či číta analýzu, špecifikáciu alebo návrh.

V analýze sme postrehli viacej formálnych nedostatkov:

- Chýba stručný popis obsahu tejto kapitoly.
- Používanie skratiek, ktoré nie sú uvedené v prvej časti dokumentu. Uvádzame len niektoré z nich: DNS, MAC, ADL, XML, AIKEN, PIX, PS2, WAN atď.
- Používanie pojmov, ktoré nie sú uvedené v prvej časti dokumentu. Taktiež niektoré pojmy sú uvádzané kurzívou, niektoré obyčajným písmom a niektoré sú uvedené v úvodzovkách. Je vhodné všetky takéto výrazy

uviesť do požadovaného zoznamu a používať jednotné označovanie v celom dokumente. Taktiež skloňovanie anglických výrazov je lepšie písať cez pomlčky. Uvádzame niektoré príklady:

- e-learning - má aj slovenský ekvivalent „e-vzdelávanie“, často skloňujete tento anglický výraz,
 - rollover, open source, run-time, Ethernet, firewall, switch - nie sú uvedené v slovníku, niektoré sú písané raz kurzívou a raz normálnym písmom,
 - Moodle - často krát nie je písané kurzívou.
- V texte sa vyskytujú gramatické chyby:
- Veľmi často chýbajú vo vetách čiarky, alebo bodky na konci viet.
 - V kapitole 2.1.4 nahradte slovo „užívateľ“ vhodnejším slovom „používateľ“ a v kapitole 3.6 vymeňte nespisovné slovo „tutoriál“ za jeho spisovný ekvivalent „návod“.
- Niektoré vety sú štylisticky nesprávne a nedávajú zmysel:
- V nasledovnej vete (kapitola 2.1.1) chýba koniec: „Jadrom SCORM balíčkov je súbor *imsmanifest* - tento súbor obsahuje všetky informácie pre LMS (*Learning management system*), ktorý bez ľudského zásahu.“ Vhodné by bolo dokončiť ju.
 - V tejto vete (kapitola 2.1.2) chýba slovo (napr. pozostáva) a celkovo nedáva veta zmysel. Odporúčam ju preštylizovať, alebo napísať cez odrážky nech je jasné čo je prvá a čo druhá časť: „Komunikácia z dvoch častí: najskôr musí obsah „nájst“ LMS. Po takomto „nadviazaní spojenia“ obsah komunikuje ...“.
 - V kapitole 3.1 odporúčame preštylizovať nasledovnú časť vety: „...grafickým rozhraním vďaka ktorému sa riešenie dostáva komfortom ovládania na úroveň...“.
 - V kapitole 3.7 je taktiež veta s nezvyčajnou štylizáciou: „Mal by obsahovať aj kapitolu venujúcu sa spôsobu spustenia našim tímom vytvorených topológií uložených v .net súboroch.“ Odporúčame preštylizovať nasledovne: „Mal by obsahovať aj kapitolu venujúcu sa

spôsobu spustenia topológií uložených v .net súboroch, ktoré vytvoril náš tím."

2.3.Špecifikácia

Táto časť dokumentácie je po formálnej stránke spracovaná veľmi dobre a prehľadne. Našli sme tu jednu gramatickú chybu a to v nasledovnej časti vety: „Používateľ si musí byť vedomí ...“. Vyskytli sa tu aj nejaké neidentifikovateľné ale zaujímavé znaky, ktoré sú asi len preklepom:

podproblémy:

2.4.Návrh riešenia

Táto kapitola je taktiež ako predošlé dve spracovaná veľmi dobre a je rozdelená do jednotlivých podkapitol, ktoré zvyšujú jej prehľadnosť. Nezvyčajne začína číslovanie týchto podkapitol od čísla 2. Zrejme ide o preklep a odporúčame opraviť si toto číslovanie.

Podobne ako v analýze problematiky aj tu sa vyskytujú skratky, ktoré ste neuviedli v úvode dokumentu. Napríklad: LAN, PS2, WAN, DHCP, ICMP, ACL, OSPF, DR, BDR a veľa ďalších. Zároveň sa tu vyskytujú anglické výrazy, ktoré neboli spomenuté v úvode. Napríklad: „subinterface“, „distance vector“, „split-horizon“, „multiaccess“ a ďalšie. Odporúčame prejsť celú kapitolu a doplniť použité výrazy a skratky do časti „Použité skratky a pojmy“.

V tejto kapitole sme objavili nasledovné gramatické a štylistické chyby:

- V časti 3.1.3 je nasledovná veta, ktorú treba preštylizovať: „Nakoľko túto možnosť simulátor priamo neodporuje, prepojíme simulátor s reálnym počítačom na ktorom budeme použiť jeho vlastnú bezpečnostnú bránu.“
- V časti 3.3.3 odsek „Teória“ sa prvá veta opakuje 2 krát. Ďalej slovo „typológia“ je zrejme preklepom a malo by tam byť topológia.

2.5.Referencie

Použitá literatúra nezodpovedá norme STN ISO 690. Napríklad v literatúre [7], [8] a [9] chýba dátum prístupu na stránku a jej názov.

Taktiež sa tu vyskytol jeden zaujímavý znak:

”Počítačové siete 2ä ”WAN technológie”

2.6.Riadenie projektu

Riadenie projektu tvorí samostatný dokument, ktorý obsahuje ponuku pre vybranú tému, plán projektu a zápisnice.

Samotná ponuka je dostatočne spracovaná obsahuje len mierne nedostatky v používaní anglických skloňovaných výrazov ako je napríklad tento: „run-config-och”. Je vhodnejšie písať „aktuálna konfigurácia”, ktorá sa skloňuje omnoho ľahšie.

Plán projektu je vypracovaný veľmi dobre, ale až podozrivo sa podobá na ten náš. Myslíme, že v prípade citovania by sme mali byť uvedený ako zdroj, čo však nikde nie je. Študenti inžinierskeho štúdia by mali byť schopný vypracovať si plán projektu samostatne a nie ho skopírovať! Odporúčame sa zamyslieť nad týmto činom.

Zápisnice zo stretnutí tímu č. 8 sú spracované podľa požiadaviek. Sú prehľadné a obsahujú všetko čo treba. Niekedy však pri úlohe do ďalšieho stretnutia chýba zodpovedná osoba. Z gramatického hľadiska zabúdate dávať bodky za vetami. Čo sa týka štylizácie, niekde chýba predložka („Dohodli sme sa vzhľade vzorovej lekcie”), niekde zvrtné zámeno („... a dohodli na forme materiálov...”), prípadne máte zle vyskloňované podstatné meno („prezentovanie návrhy”).

V tejto časti dokumentácie chýba úvod, v ktorom by bol napísaný účel dokumentu a stručný popis čo obsahujú jeho jednotlivé časti. Taktiež tu chýbalo rozdelenie zodpovednosti a dlhodobých úloh jednotlivých členov tímu ako aj zmienka o tom, kto bude vedúci tímu. Tabuľku z prílohy B v projektovej dokumentácii by bolo vhodnejšie zaradiť do riadenia projektu.

3. Obsahová stránka dokumentácie

Táto kapitola sa zaoberá posúdením obsahovej stránky predloženej dokumentácie. Vyjadríme sa podrobnejšie ku kapitolám analýza problematiky, špecifikácia a návrh riešenia.

3.1. Analýza problematiky

Na začiatku analýzy ste sa zamerali na „e-learning“ a jednotlivé systémy. Z nich ste sa najviac venovali systému Moodle. Samotné spracovanie tejto časti je v poriadku. Avšak myslíme si, že podpora vzdelávania nemá v tomto projekte taký veľký význam, aby sa jej venovalo toľko strán. Analýza simulátora GNS3 je spracovaná podrobne, popisuje výhody aj nevýhody systému. Skôr, ako rozoberanie vzdelávacích systémov, by sme tu uvítali hlbšiu analýzu ďalších existujúcich riešení a ich porovnanie navzájom. Z toho by vyplynulo pre aký simulátor ste sa rozhodli a prečo.

3.2. Špecifikácia

Táto časť dokumentu je napísaná stručne ale za to dosť presne, čo je plne postačujúce. Z popisu vidno na čo sa chce tím zamerať a aké funkcie bude podporovať ich výsledný produkt. Taktiež sú uvedené hardvérové a softvérové požiadavky pre ich systém. K špecifikácii nemáme žiadne výhrady.

3.3. Návrh riešenia

V tejto časti dokumentácie ste sa zamerali na návrh samotných laboratórnych cvičení. Na nich názorne vidno, čo bude váš systém obsahovať a akú náročnosť chcete klásť na študentov, ktorí by mali systém využívať. Cvičenia sú spracované dosť podrobne a prehľadne. Dúfame však, že vo finálnej verzii budú napísané kompletne. To znamená, že v druhom cvičení nebude odkaz na prvé cvičenie, ale bude napísané plné znenie v každom z nich. V niektorých laboratórnych cvičeniach

sa vyskytli preklepy a preto by bolo vhodné ich všetky prekontrolovať, aby neskôr nedošlo k nedorozumeniam.

3.4.Zhodnotenie

Z prečítanej dokumentácie sme sa dozvedeli akú máte predstavu pri riešení tohto projektu. Myslíme si však, že ste odbočili od pôvodného zadania, v ktorom by ste mali navrhnuť vlastný systém na simuláciu komunikácie v počítačovej sieti, alebo upraviť nejaký existujúci systém. Vy ste sa vybrali smerom podpory vzdelávania - „e-learning“, čo ale podľa nás nebolo náplňou tohto projektu. Týmto problémom sa zaoberá napríklad téma „Podpora vzdelávania v predmete Špecifikačné a opisné jazyky“ ako aj „Podpora vzdelávania v predmete Bezpečnosť počítačových systémov“, kde už názvy naznačujú smer podpory vzdelávania a taktiež je to spomenuté aj v zadaniach.

V zadaní bolo napísané nasledovné: „Navrhňte a zrealizujte programový systém pre simuláciu sieťovej komunikácie na druhej a tretej vrstve sieťovej architektúry RM OSI.“ Aj keď vo vašej dokumentácii vystupuje simulátor GNS3, je to len existujúce riešenie, ktoré žiadnym spôsobom nemodifikujete ani nevytvárate žiadny nový programový systém pre simuláciu. Uviedli ste, že napíšete zrozumiteľnejší a jednoduchší návod na spustenie tohto programu, čo je z nášho pohľadu príliš málo a taktiež to nebolo cieľom zadania. Mali by ste sa preto zamyslieť, či to čo ste si stanovili je postačujúce na splnenie samotného zadania.

4. Záver

Po formálnej stránke bola dokumentácia na prvý pohľad spracovaná na veľmi dobrej úrovni. Oceňujeme vhodne zvolenú štruktúru dokumentácie projektu, ktorá je prehľadná, čo je v takýchto dokumentoch veľmi dôležité. V dokumentácii sa však nachádzalo veľa stylistických chýb a často ste zabúdali bodky na konci viet. Taktiež sa tu vyskytovalo mnoho skratiek a pojmov, ktoré neboli uvedené v kapitole „Zoznam skratiek a pojmov“. Rovnako by ste si mali dávať pozor na skloňovanie anglických výrazov a v celom dokumente ich písať tak, ako ste si to na začiatku určili. Odporúčame doplnenie úvodnej kapitoly o spomínané nedostatky a na začiatok kapitol písať stručný obsah o čom daná kapitola je. Celkovo je formálna stránka na priemernej úrovni. Mali by ste ju preto písať pozornejšie a tým zvýšiť kvalitu vašej práce.

Obsahová stránka dokumentu je napísaná na primeranej úrovni. Jasne ste si stanovili ciele a čitateľ si môže utvoriť hrubú predstavu, ako bude vyzeráť váš výsledný produkt. Oceňujeme hlavne to, že ste sa rozhodli začať úplne od začiatku. Myslíme si ale, že ste si zle prečítali zadanie projektu, alebo ste ho pochopili nesprávne. Odporúčame vám prečítať si ho znovu a s vedúcim vášho tímu ho dostatočne prekonzultovať. Prípadne sa obráťte priamo na zadávateľa tejto témy pána Ing. Igora Grellnetha, PhD.