

Slovenská technická univerzita  
Fakulta informatiky a informačných technológií

*Tím č. 8*

**Sieťový protokol IPv6**  
Tímový projekt

**Študijný program:** Počítačové a komunikačné systémy a siete

**Študijný odbor:** 9.2.4 Počítačové inžinierstvo

**Miesto vypracovania:** Ústav počítačových systémov a sietí, FIIT STU Bratislava

**Vedúci témy:** Ing. Peter Trúchly, PhD.

**Členovia tímu:** Bc. Lukáš Danielovič  
Bc. Anton Pôbiš  
Bc. Marek Dukát

# Obsah

<b>Zadanie.....</b>	<b>1</b>
<b>Úvod .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Analýza.....</b>	<b>4</b>
1.1. Prehľad protokolu Internet Protokol verzie 6.....	4
1.1.1. Základná hlavička datagramu .....	4
1.1.2. Adresácia IPv6 .....	5
1.1.3. Typy adres.....	7
1.1.4. Autokonfigurácia .....	8
1.1.5. Doplnujúce (rozširujúce) hlavičky.....	10
1.1.6. ICMPv6.....	13
1.1.7. Mobilita.....	14
1.1.8. Bezpečnosť Internet Protokolu verzie 6 .....	14
1.1.8.1. Bezpečnosť na linkovej vrstve.....	14
1.1.8.2. IPSec .....	15
1.1.8.3. Autentifikačná hlavička (AH).....	17
1.1.8.4. Encapsulation Security Payload (ESP) .....	18
1.2. Možnosti nasadenia IPv6 .....	20
1.2.1. Dual Stack.....	20
1.2.2. Tunelovanie.....	22
1.2.3. Preklad .....	27
1.2.4. Jednorazový prechod na IPv6 .....	28
1.3. Existujúce portály o IPv6 .....	28
1.4. Simulátor GNS3 .....	31
1.5. Simulátor NS-3.....	33
1.5.1. Štruktúra NS-3 .....	34

1.5.2.	Konštrukcia zdrojového súboru .....	36
1.5.3.	Vytvorenie vlastného modulu .....	37
1.5.4	Obmedzenia NS3 .....	37
1.5.5	Štruktúra trace súboru .....	39
1.6.	NetAnim .....	41
1.7.	Zhrnutie výberu modulu .....	42
<b>2.</b>	<b>Špecifikácia požiadaviek .....</b>	<b>43</b>
2.1.	Funkcionálne požiadavky .....	43
2.2.	Nefunkcionálne požiadavky .....	44
<b>3.</b>	<b>Návrh .....</b>	<b>45</b>
3.1.	Štrukturálny návrh portálu .....	45
3.2.	Funkcionalita z pohľadu používateľa .....	46
3.2.1.	Procesy prístupu k portálu .....	46
3.2.1.1.	Proces registrácie .....	47
3.2.1.2.	Proces testovania znalostí .....	48
3.2.1.3.	Proces vytvorenia topológie siete .....	49
3.2.1.4.	Proces simulácie siete .....	50
3.3.	Návrh grafického rozhrania web stránky portálu .....	51
3.4	Návrh databázy .....	55
<b>4.</b>	<b>Implementácia výsledného produktu .....</b>	<b>56</b>
4.1.	Implementovanie funkcionalít do webovej stránky .....	56
4.1.1	Hodnotenie používateľa .....	57
4.2.	Dizajn hlavnej stránky .....	58
4.3.	Štruktúra portálu .....	60
4.4.	Štruktúra tvorby súboru topológie siete .....	62
4.5.	Spracovanie dát na výstupe simulácie .....	65
4.5.1.	Výpis pcap súboru .....	66

4.5.2. Generovanie dát pre grafy.....	66
<b>5. Testovanie .....</b>	<b>72</b>
Testovanie základných funkcionalít .....	72
Testovanie simulácie.....	72
Testovanie internetových prehliadačov .....	73
<b>Záver .....</b>	<b>74</b>
<b>Zhodnotenie .....</b>	<b>75</b>
<b>Literatúra.....</b>	<b>76</b>
<b>Príloha A: Inštalačná príručka.....</b>	<b>i</b>
<b>Príloha B: Používateľská príručka .....</b>	<b>ii</b>
<b>Príloha C: Obsah elektronického média.....</b>	<b>xx</b>
<b>Príloha D: Riadiaca dokumentácia .....</b>	<b>xxi</b>
Úvod.....	xxii
Ponuka.....	xxiv
Komunikácia členov tímu .....	xxxvii
Záznamy zo stretnutí.....	xxxix
Externé prílohy.....	xcviii

## Zoznam tabuliek

Tabuľka 1-1.: Oblasti skupinových adries .....	8
Tabuľka 1-2Rozvrhnutie IPv6 adresného priestoru .....	8
Tabuľka 1-3Čísla rozširujúcich hlavičiek IPv6 datagramu .....	10
Tabuľka 1-4Čísla protokolov pracujúcich nad IP .....	10
Tabuľka 1-5Poradie rozširujúcich hlavičiek.....	11
Tabuľka 5-1: Testovanie .....	72

## Zoznam obrázkov

Obr. 1-1 Základná hlavička IPv6 datagramu .....	5
Obr. 1-2.: Režimy IPsec .....	16
Obr. 1-3.: IPv6 datagram zahŕňajúci rozšírenú hlavičku smerovania a voľby pre cieľ .....	17
Obr. 1-4.: IPv6 datagram obalený autentifikačnou hlavičkou .....	17
Obr. 1-5.: Formát hlavičky AH.....	18
Obr. 1-6.: ESP hlavička a datagram IPv6 .....	19
Obr. 1-7.: Hlavička ESP.....	19
Obr. 1-8.: 6in4 Smerovač - Smerovač .....	23
Obr. 1-9.: 6in4 Koncová stanica-Smerovač .....	23
Obr. 1-10.: 6to4.....	24
Obr. 1-11.: Statický tunel.....	26
Obr. 1-12.: NAT-PT.....	27
Obr. 1-13.: GNS 3 .....	31
Obr. 1-14: NS-3 moduly podľa vrstvy spracovania .....	34
Obr. 1-15: Modul Internet.....	35
Obr. 1-16: Koncept objektov v NS-3 .....	36
Obr. 3-1: Moduly portálu .....	45
Obr. 3-2: Prípady použitia z pohľadu používateľa .....	46
Obr. 3-3.: Rozloženie stránky .....	51
Obr. 4-1: Ukážka vstupnej stránky do NS-3 modulu.....	57
Obr. 4-2: Domovská stránka portálu.....	59
Obr. 4-3: Príklad výpisu pcap súboru s popismi.....	66

# 1. Zadanie

*Bývalý vedúci tímu: Ing. Peter Magula*

*Súčasný vedúci tímu: Ing. Peter Trúchly, PhD.*

Analyzujte problematiku sieťového protokolu IP verzie 6 so zameraním sa na možnosti jeho nasadenia, prechodu z protokolu IP verzie 4 a jeho bezpečnosť. Na základe vykonanej podrobnej analýzy navrhnete edukačný systém určený pre sieťových odborníkov, správcov systémov a sietí, študentov ako aj širokú verejnosť. Navrhnutý systém implementujte ako webový portál. Systém musí poskytovať základné informácie pre širokú verejnosť, odborné informácie pre sieťových špecialistov, praktické informácie pre správcov systémov a sietí ako aj informácie pre študentov informatiky a príbuzných odborov spolu možnosťou testovania nadobudnutých znalostí. Pri implementácii systému použite aj multimediálne grafické prezentačné prostriedky.

## 2. Úvod

Jedným zo základných protokolov v neustále sa zväčšujúcom digitálnom svete je sieťový protokol *Internet protokol*. Tento základný kameň a nosný múr Internetu je najčastejšie používaným protokolom v komunikácii počítačov.

Prvé verzie protokolu IP (1, 2 a 3) sa používali v dobe vývoja Internetových protokolov v rokoch 1977 – 1980. Tieto sú zdokumentované ako IEN (Internet Experiment Notes, dostupné na <http://www.rfc-editor.org/ien/ien-index.html>)

V roku 1981 bol vydaný dokument RFC 971, ktorý špecifikuje verziu 4 Internet Protokolu. Táto verzia sa v praxi ujala a stala sa veľmi obľúbenou. Po 12 rokoch používania tohto protokolu sa kvôli rýchlemu klesaniu počtu voľných IPv4 adries a vtedajšiemu nesystematickému spôsobu ich pridelovania (nakolko sa pridelovali organizáciám celé bloky adries) začalo uvažovať nad jeho nástupcom. V roku 1993 boli prednesené požiadavky na nový protokol a bola zriadená pracovná skupina *IPng*. Prvý výsledok priniesli špecifikáciu IPng (IP next generation), alebo IPv6, v dokumente *RFC 1752 (The Recommendation for the IP Next Generation Protocol)*.

Medzitým ubehli ďalšie dve desiatky rokov a protokol IPv6 ešte stále nebol plnohodnotne nasadený (v septembri 2013 bolo percento používateľov prístupujúcich ku službám spoločnosti Google prostredníctvom IPv6 protokolu rovné dvom).

IPv4 sa počas týchto rokov čakania na svojho nástupcu musela prispôbovať neustále narastajúcemu záujmu o IP adresy. Do IPv4 boli implementované nové techniky a spôsoby pridelovania adries:

- začal sa používať preklad sieťových adries (NAT) pre obmedzenie spotreby verejných adries.
- povolilo sa adresovanie s premenlivou dĺžkou adresy siete (VLSM)
- implementovalo sa smerovanie bez ohľadu na triedu adries IPv4 (CIDR)

Tieto opatrenia však ale neodstránili konečnú nutnosť nasadenia IPv6. Mechanizmus NAT sa ukazuje ako problémové riešenie pri zavádzaní bezpečnostných opatrení do siete (IPSec) a taktiež neumožňuje priamu komunikáciu *peer-to-peer*. CIDR nie je dostatočným opatrením pre narastanie smerovacích tabuliek na hraničných smerovačoch.

Nárast nárokov na IP adresy súvisí s novými inteligentnými koncovými zariadeniami (PDA, hybridné mobilné telefóny poskytujúce hlas cez IP či dokonca domáce spotrebiče ako napr. chladnička).



Nasadenie IPv6 sa neustále posúva a odkladá. Neustále sa menia dokumenty, ktoré špecifikujú tento nový protokol. Prejsť na nový protokol sa ukazuje ako problematické. Ako masívne zabezpečiť prechod všetkých teraz pracujúcich zariadení na IPv4? Je až také nákladné administratívne prečíslovať adresy? V mnohých prípadoch by bolo potrebné aj zariadenia vymeniť, prípadne softvér.

Ďalšou variantov, nie tak radikálnou zmenou, je možnosť koexistencie oboch protokolov súčasne. Staršie zariadenia komunikujúce na staršom protokole, novšie na novšom – ako bude fungovať komunikácia navzájom? Ako budú vyzerat' smerovacie tabuľky?

Cieľom tohto projektu je vytvorenie portálu, ktorý priblíži problematiku IPv6 svojim návštevníkom. Okrem širokej teoretickej analýzy problému IPv6, je jeho cieľom aj prakticky poukázať a vysvetliť túto oblasť.

## 3. Analýza

V tejto časti dokumentu je bližšie opísaná problematika, ktorú tím č. 6 rieši. Kapitola je rozdelená na dve väčšie sekcie: v prvej je analyzovaný samotný protokol IPv6, jeho vlastnosti, charakteristiky a možnosti jeho nasadenia. V druhej podkapitole sa opisuje prehľad a spôsoby, ako možno docieľiť implementáciu edukačného portálu zameraného na protokol IP verzie 6.

### 3.1. Prehľad protokolu Internet Protokol verzie 6

Pri navrhovaní nového protokolu sa návrhári zamerali hneď na niekoľko vlastností. Rozšírenie adresného priestoru nie je jediným prínosom IPv6, medzi ďalšie špecifické vlastnosti protokolu IPv6 patria:

- rozšírený adresný priestor ( $2^{128}$ , tj. až  $10^{38}$  jedinečných adries)
- automatické nastavenie parametrov
- podpora autentifikácie a šifrovania
- rozšírená podpora pre mobilitu
- podpora kvality služieb
- nové spôsoby adresovania

Aktuálny dokument, ktorý špecifikuje protokol IPv6 je:  
*RFC 2460 Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification.*

#### 3.1.1. Základná hlavička datagramu

Každý protokol je prakticky definovaný dvojicou *pravidlá* – *datagram*. Datagram protokolu IPv6 obsahuje zase datagramy vyšších vrstiev (TCP, UDP) a vnára sa do datagramov nižších vrstiev. Datagramy na sieťovej vrstve modelu ISO/OSI (resp. internetovej vrstve modelu TCP/IP) sa všeobecne nazývajú *pakety*. Ďalej sa zameriame na hlavičku paketu IPv6.

Hlavička paketu IPv6 má pevne definovanú veľkosť 40 bajtov, čo je dvojnásobok oproti IPv4. Podstatnú časť zaberá adresa odosielateľa a príjemcu. Oproti IPv4, už základná hlavička neobsahuje informáciu o svojej dĺžke (keďže je pevne definovaná) a boli vynechané voliteľné informácie (zabezpečia ich rozšírené hlavičky). Taktiež bol vynechaný kontrolný súčet, pretože toto zabezpečuje druhá (linková) vrstva.

Počíta sa s tým, že fragmentácia sa v dobe, keď bude IPv6 hlavným protokolom Internetu, bude vyskytovať len výnimočne, a preto bola aj informácia o fragmentoch vyňatá zo základnej hlavičky a prenáša sa len ak je to potrebné v rozširujúcej hlavičke. Proces fragmentácie pre protokol IPv6 má významné odlišnosti od IPv4 a bude mu venovaná samostatná kapitola.



Obr. 1-1 Základná hlavička IPv6 datagramu

Vývojári IPv6 sa snažili zmenšiť a tým pádom aj zjednodušiť základnú hlavičku ako to len bolo možné. Zároveň ale museli vytvoriť priestor na nové vymoženosti protokolu. Dosiahli toho pomocou zreťazenia hlavičiek takzvanými doplnujúcimi hlavičkami.

### 3.1.2. Adresácia IPv6

Veľkosť IPv6 adresy je 128 bitov, čo predstavuje  $2^{128}$  adries. Adresy sa zapisujú v šesťnástkovej sústave po dvojiciach bajtov (slovách), ktoré sú navzájom oddelené pomocou dvojbodky.

Príklad zápisu adresy ethernetového rozhrania:

*fe80:0000:0000:0000:0250:8dff:fea4:cdc5*

Aby bol zápis adries prehľadnejší a šetrili sa ruky správcov sietí (nikto nepredpokladá, že by používatelia museli pracovať s nejakými IPv6 adresami – vďaka autokonfigurácii), môžeme adresu zapísať v skrátenej forme, čo znamená, že viacero za sebou idúcich nulových čísel môžeme spojiť do jednej nuly, prípadne ich zápis úplne vynechať. Samozrejme, môžeme to spraviť len tak, aby sa nezmenila výsledná hodnota slova. Takže hore uvedená adresa sa dá zapísať aj takto:

*fe80:0:0:0:250:8dff:fea4:cdc5*

ale aj takto:

*fe80::250:8dff:fea4:cdc5*

Na prvý pohľad je zrejmé, že formát IPv6 adresy a MAC adresy ethernetových rozhraní má spoločný základ – hexadecimálny spôsob zápisu. To umožňuje napríklad využiť MAC adresu ako časť IPv6 adresy. Otázne je, ako to bude vplývať na pocit súkromia a anonymity v sieti Internet, pretože týmto spôsobom bude jednoznačne identifikovateľný počítač (respektíve jeho sieťové rozhranie), z ktorého bude používateľ pripojený. Našťastie je ale možné túto adresu zmeniť, takže sa to týka hlavne autokonfigurácie.

Adresy v IPv6 majú dve rôzne funkcie, ktoré v IPv4 koexistujú. Sú to funkcia umiestnenia a funkcia identifikácie.

**Informácia umiestnenia (lokátor)** – je potrebná pre smerovanie v sieti, pretože predstavuje podklad pre nájdenie cesty k cieľu. Ponúka 3 úrovne agregácie (*TLA – Top-Level aggregator, NLA – Next-Level aggregator a SLA – Site-Level Aggregator, RFC 3587*).

**Identifikácia (identifikátor)** – označuje špecifické zariadenie alebo rozhranie.

V IPv4 boli lokátor a identifikátor jedno a to isté, a preto boli problémy s mobilitou a viacnásobným pripojením k Internetu.

### 3.1.3. Typy adries

**Unicast** predstavuje najčastejšie používané individuálne adresy, ktoré rovnako ako v IPv4 aj IPv6 adresujú sieťové rozhrania a nie uzly ako také. Môže mať niekoľko typov formátov (pozri tabuľka nižšie): globálna na základe poskytovateľa, lokálna na linke, lokálna miestne, zlučiteľná s IPv4 a adresa loopback.

Štruktúru takejto adresy najnovšie definuje dokument:

*RFC 6177 IPv6 Address Assignment to End Sites*

**Multicast** adresuje skupiny uzlov, presnejšie adries ich sieťových rozhraní. Je to prepracovanejšia obdoba broadcastu, s ktorým sa stretávame pri IPv4. Skupinové adresy môžu byť stále alebo len dočasne pridelené.

Adresa s prefixom FF01::1 je rezervovaná pre všetky IPv6 adresy v rámci jedného rozhrania. Adresa s prefixom FF02::1 pre všetky rozhrania v rámci jedného sieťového segmentu.

Formát a pridelovanie skupinovej adresy špecifikujú dokumenty:

*RFC 2375 IPv6 Multicast Address Assignments*

*RFC 3306 Unicast-Prefix-based IPv6 Multicast Addresses*

*RFC 3307 Allocation Guidelines for IPv6 Multicast Addresses*

*RFC 3587 IPv6 Global Unicast Address Format*

*RFC 3956 Embedding the Rendezvous Point (RP) Address in an IPv6 Multicast Address*

*RFC 4489 A Method for Generating Link-Scoped IPv6 Multicast Addresses*

**Anycast** je novým typom adresy, ktorá umožňuje mať definovanú skupinu uzlov, pri ktorej kontaktovaný bude vytvorené spojenie len s jedným uzlom – tým, ktorý je k nám najbližšie. To umožňuje optimalizovať sieťovú prevádzku, šetriť drahé chrbticové linky a rozkladať záťaž medzi jednotlivé uzly v skupine.

Dokument *RFC 4007 IPv6 Scoped Address Architecture* definuje pre jednotlivé typy adries tzv. „oblasti“ (zóny platnosti). Každá adresa má určenú oblasť, v ktorej je táto adresa jednoznačná. Typickým príkladom adresy s výrazne obmedzenou oblasťou sú lokálne linkové adresy – pre ne platí, že majú ako oblasť určenú len jednu linku (Ethernet, Wi-Fi, a podobne).

Pre individuálne adresy (unicast) sú špecifikované dve oblasti: lokálne linkové (na linke) a globálne (celosvetový dosah). To tiež platí aj pre výberové adresy (anycast).

Pre skupinové adresy (multicast) sú určené rôznorodejšie oblasti (zóny platnosti). Skupinová adresa začína prefixom *11111111 (FF)*, nasledujú 4 bity určujúce voľby a ďalšie 4 bity určujú oblasť. Podľa hodnoty v týchto bitoch, sa určuje rozsah platnosti konkrétnej adresy:

Hodnota	Oblasť	Platnosť adresy
<b>0, F</b>	<i>Rezervované</i>	
<b>1</b>	<i>Rozhranie (interface)</i>	Jediné rozhranie, používa sa pre skupinové vysielanie do slučky
<b>2</b>	<i>Linka</i>	Jedna linka (Ethernet, Wi-Fi...), segment siete
<b>4</b>	<i>Riadenie, správa</i>	Oblasť musí byť nakonfigurovaná správcom
<b>5</b>	<i>Miesto</i>	Časť sieťovej topológie, ktorá patrí jednej organizácii a nachádza sa v jednej lokalite, koncová zákaznícka sieť
<b>8</b>	<i>Organizácia</i>	Pokrýva niekoľko miest organizácie
<b>E</b>	<i>Globálna</i>	Celosvetová platnosť
<b>ostatné</b>	<i>Nepripravené</i>	

Tabuľka 1-1.: Oblasť skupinových adries

Adresa s prefixom *ff01::1* je rezervovaná pre všetky IPv6 adresy v rámci jedného rozhrania a adresa s prefixom *ff02::1* pre všetky rozhrania IPv6 v rámci jedného sieťového segmentu. Adresa všetkých uzlov v danom mieste je *ff05::1*.

Prehľad preddefinovaných adries a rozdelenie prefixov ukazuje nasledujúca tabuľka:

Prefix	Význam
<b>::/128</b>	Nedefinovaná adresa
<b>::1/128</b>	Lokálna slučka (loopback)
<b>::IPv4</b>	Adresa zlučiteľná s IPv4
<b>::FFFF:IPv4</b>	IPv4 adresa namapovaná do IPv6
<b>FF00::/8</b>	Skupinové adresy
<b>FE80::/10</b>	Individuálne lokálne linkové
<b>FEC0::/10</b>	Individuálne lokálne miestne
<b>Ostatné (prefix 001)</b>	Individuálne globálne, RFC 3587

Tabuľka 1-2 Rozvrhnutie IPv6 adresného priestoru

### 3.1.4. Autokonfigurácia

Kvôli zložitosti zápisu adres je pri IPv6 autokonfigurácia priam nutnosťou. Je teda špecifikovaná ako pevná súčasť protokolu.

Automatická konfigurácia je založená na objavovaní susedov (*neighbor discovery*). Stanica, ktorá je pripojená k IPv6 sieti, si najskôr vytvorí svoju lokálnu adresu (*link-local*) z preddefinovaného prefixu *FE80*, ku ktorému pripojí svoj identifikátor *EUI*. Túto adresu si následne verifikuje v sieti, či neprichádza ku konfliktu (duplicita adres na sieti). K tejto komunikácii sa využíva skupinové vysielanie na danom segmente siete (oblasť 2 – *Linka*). Po ukončení procesu objavovania susedov môžu stanice medzi sebou komunikovať bez použitia serverov alebo smerovačov.

Stanice taktiež počúvajú na sieti aj hlásenia smerovačov. Smerovače (ak sú pripojené) pravidelne vysielajú *ohlasovania (Router advertisement)*, ktoré staniciam oznamujú prefix adres danej siete a informáciu o implicitnom smerovači (*default gateway*). Súčasne tieto oznámenia informujú, či majú stanice použiť stavovú alebo bezstavcovú konfiguráciu. Stanice si tieto oznámenia od smerovača môžu aj vyžiadať a nemusia tak čakať na periodické vysielanie. V rámci bezstavovej konfigurácie si stanice z ohláseného prefixu vygenerujú jedinečnú IPv6 adresu tak, že si k inzerovanému prefixu pripoja *EUI* z lokálnej adresy. Pri stavovej konfigurácii sa použije protokol DHCPv6.

RFC pre autokonfiguráciu:

*RFC 4862 IPv6 Stateless Address Autoconfiguration*

*RFC 4941 Privacy Extensions for Stateless Address Autoconfiguration in IPv6*

*RFC 4861 Neighbor Discovery for IP version 6 (IPv6)*

*RFC 3122 Extensions to IPv6 Neighbor Discovery for Inverse Discovery Specification*

### 3.1.5. Doplnujúce (rozširujúce) hlavičky

V základnej hlavičke sa nachádza jedno-bajtová hodnota s označením “Ďalšia hlavička“ (*Next Header*). Táto hodnota určuje, či bude nasledovať nejaká rozširujúca hlavička (a aká), respektíve aký protokol nesie telo paketu (protokol vyššej vrstvy). Tabuľka ukazuje príklad najčastejšie používaných hodnôt rozširujúcich hlavičiek:

<b>0</b>	Voľby pre všetkých (hop-by-hop options)
<b>43</b>	Smerovanie (routing)
<b>44</b>	Fragmentácia (fragment)
<b>50</b>	Šifrovanie obsahu (ESP)
<b>51</b>	Autentizácia (AH)
<b>59</b>	Posledná hlavička (no next header)
<b>60</b>	Voľby pre cieľ (destination options)
<b>62</b>	Mobilita

*Tabuľka 1-3 Čísla rozširujúcich hlavičiek IPv6 datagramu*

V prípade, že datagram už nenesie žiadnu rozširujúcu hlavičku, špecifikuje sa tu priamo protokol transportnej vrstvy (rovnako ako u IPv4). Nasledujúca tabuľka uvádza hodnoty nesených niektorých protokolov:

<b>6</b>	TCP
<b>8</b>	EGP
<b>9</b>	IGP
<b>17</b>	UDP
<b>46</b>	RSVP
<b>47</b>	GRE
<b>58</b>	ICMP

*Tabuľka 1-4 Čísla protokolov pracujúcich nad IP*



Aby sa ušetril výkon smerovačov, mali byť rozširujúce hlavičky uvádzané v určenom poradí. Smerovač teda bude musieť prezerať rozširujúce hlavičky iba po prvú, ktorá sa ho už netýka - čiže bude iná ako Voľby pre všetkých. Poradie je odporúčané takto:

1	Základná hlavička IPv6
2	Voľby pre všetkých
3	Voľby pre cieľ (pre prvú cieľovú adresu, prípadne ďalšiu uvedenú v hlavičke smerovania)
4	Smerovanie
5	Fragmentácia
6	Autentizácia
7	Šifrovanie obsahu
8	Voľby pre cieľ (pre konečného príjemcu)

*Tabuľka 1-5 Poradie rozširujúcich hlavičiek*

Každý druh hlavičky by sa mal vyskytovať iba raz, výnimku tvoria len voľby pre cieľ, ktoré sa môžu vyskytnúť dvakrát (pred smerovaním a pred prenášanými dátami). Ak má nejaká hlavička označenie 59 (posledná hlavička), akékoľvek dáta, ktoré by nasledovali, budú ignorované.

### **Voľby (pre všetkých/pre cieľ)**

Hlavička obsahujúca v prvom rade informáciu o tom, čo má uzol spraviť v prípade, že nerozumie voľbám v nej uvedeným. Môže ich buď ignorovať, zahodiť datagram, zahodiť datagram a poslať ICMP odosielateľovi, alebo zahodiť a ICMP poslať odosielateľovi len v prípade, že cieľová adresa nebola skupinová. Momentálne má reálne využitie len voľba Upozornenie smerovača, ktoré označuje datagramy zaujímavé práve pre smerovače (napríklad to môžu byť RSVP pakety určené k rezervácii prenosovej kapacity, ktoré sú zaujímavé pre všetky smerovače po ceste).

### **Smerovanie**

Je obdobná hlavička ako voľby zdrojového smerovania pri IPv4. Táto hlavička uvádza, ktorými smerovačmi musí paket prejsť, kým príde ku cieľovej stanici. Tieto smerovače nemusia byť jediné, medzi nimi môžu byť ďalšie uzly, ktoré nemusia byť v hlavičke uvedené. Posledná uvedená adresa, je adresa cieľovej stanice. V hlavičke sa nachádza počítadlo zostávajúcich adries, ktoré ešte musia byť navštívené. Každý uzol, ktorý bol zaradený do zoznamu skokov, zníži počet zostávajúcich adries o jednotku. Keď je toto počítadlo nulové, znamená to, že datagram dorazil do cieľa.

Dokument *RFC 5095 Deprecation of Type 0 Routing Headers in IPv6* kritizuje používanie typu 0 v hlavičkách smerovania z bezpečnostných dôvodov – útočník by mohol využiť „vkladanie next hopov“ a stridať dve IP adresy a vyvolať útok typu DoS.

Bežnejšie sa používa typ 2 pre podporu mobility (*RFC 6275 Mobility Support in IPv6*).

### **Fragmentácia**

V IPv6 je datagram rozdelený na dve časti – fragmentovateľnú a nefragmentovateľnú. Nefragmentovateľná je časť od základnej hlavičky až po rozširujúcu hlavičku smerovania. Fragmentovateľná časť teda začína rozširujúcou hlavičkou fragmentácie. Fragmentovať v IPv6 môže len odosielateľ (v IPv4 to mohol vykonať ľubovoľný smerovač na ceste paketu). Každý fragment má svoje identifikačné 32-bitové číslo, ktoré je medzi dvomi komunikujúcimi uzlami jedinečné a inkrementuje sa o jednotku každým datagramom.

Fragmentácia v IPv6 a jej bezpečnostné riziká sú opísané v dokumentoch:

*RFC 5722 Handling of Overlapping IPv6 Fragments*

*RFC 6946 Processing of IPv6 "Atomic" Fragments*

*RFC 6980 Security Implications of IPv6 Fragmentation with IPv6 Neighbor Discovery*

### **Jumbogramy**

V prípade, že budú v budúcnosti existovať prenosové linky s MTU väčším ako 65575 bajtov (maximálna veľkosť paketu je v IPv4 aj IPv6 65535 bajtov) plus 40 bajtov IPv6 hlavička, tento prípad bude riešiteľný v IPv6 pomocou jumbogramov. Tieto pakety budú môcť dosiahnuť veľkosť až 4 GB. Smerovače, ktoré nebudú mať MTU na portoch väčšie ako 65535 bajtov, nemusia jumbogramy vôbec podporovať. Zaujímavosťou je, že dnešné protokoly vyšších vrstiev definujú svojimi prostriedkami veľkosti datagramov (UDP), alebo segmentov (TCP) a ich hodnoty môžu nadobúdať opäť maximálne 65535 bajtov. Preto je pri UDP odporúčané pre všetky jumbogramy používať ako veľkosť datagramu nulu a pri TCP veľkosť segmentu 65535. Reálna veľkosť sa prevezme zo zisteného MTU mínus veľkosť UDP/TCP hlavičky.

Jumbogramy sú opísané v dokumente *RFC 2675 IPv6 Jumbograms*.

### **Flows/Toky**

IPv6 prichádza so zaujímavou vlastnosťou, ktorá by sa dala označiť ako identifikácia súvisiacej komunikácie. Pri komunikácii nastaví zdrojový uzol parameter toku na nenulovú hodnotu, ktorá je medzi dvomi uzlami vždy jedinečná a počas komunikácie sa nemení. Týmto spôsobom môžeme uľahčiť smerovačom identifikovať tok dát, ktorý má mať nastavené nejaké parametre, napríklad QoS, alebo smerovanie bez nutnosti ďalšej podrobnej analýzy rozširujúcich hlavičiek. Smerovač identifikuje toky podľa zdrojovej a cieľovej adresy a čísla toku.

### 3.1.6. ICMPv6

Internet Control Message Protocol určený na riadenie prevádzky na IP sieti je naďalej pevnou súčasťou sieťovej vrstvy a teda aj protokolu IPv6. Bol rozšírený o funkcie vyhľadávania susedných uzlov (Neighborhood Advertisement a Neighborhood Solicitation - náhrada ARP z IPv4), smerovačov (Router Advertisement a Router Solicitation) na lokálnej sieti a registráciu do multicastových skupín.

Činnosť protokolu ICMP je možné veľmi ľahko zneužiť a použiť ho ako útočnú zbraň k obmedzeniu činnosti siete. Pri verzii IPv4 dochádza k takýmto útokom. Celý mechanizmus spočíva v tom, že cieľový zdroj sa zahltí haldou ICMP správ a takmer nič iné nemá šancu prejsť sieťou. Dôsledkom toho je, že správcovia sietí začali blokovat' ICMP datagrami na svojich firewalloch za cenu obmedzenia možností diagnostiky siete (naviac je to proti *RFC 4443 Internet Control Message Protocol (ICMPv6) for the Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification*, ktorý špecifikuje ICMPv6 ako povinnú implementáciu každého uzla v sieti IPv6).

ICMPv6 implementuje bezpečnostné mechanizmy, aby správcovia nemuseli konať takto obmedzujúce opatrenia. Ako prvýmvariantom je možnosť umožniť správcovi nastaviť niektoré kvantitatívne parametre (minimálny časový odstup medzi ICMP správami alebo maximálny podiel na šírke pásma). Druhýmvariantom je založená na spolupráci ICMPv6 s bezpečnostnými mechanizmami IPv6 (správy ICMP sa obalia o autentizačnú hlavičku).

#### PMTU Discovery (Path Maximal Transfer Unit)

V prípade, že sa snažia dva uzly komunikovať medzi sebou cez smerovače, ktoré majú MTU na rozhraniach, ktorými budú pakety prechádzať menšie ako uzol, ktorý paket odoslal, smerovač pošle tomuto zdrojovému uzlu ICMP správu Packet Too Big. Ten musí následne pôvodný paket zmenšiť a odoslať po viacerých častiach (fragmentácia). Tento proces sa opakuje, až pokiaľ paket úspešne prejde, alebo dosiahne veľkosti 1280 bajtov. Nižšie MTU nie je v IPv6 povolené. V jednoduchých zariadeniach, ktoré musia napríklad kvôli obmedzenej veľkosti ROM pamäti mať čo najjednoduchší IP zásobník, je možné vždy používať MTU 1280, ktoré by malo vždy prejsť sieťou, a tým pádom odpadá implementácia PMTU.

### **3.1.7. Mobilita**

Nárast počtu používateľov mobilných elektronických zariadení s možnosťou pripojenia do siete za posledné roky výrazne stúpol a dopyt po jednoduchom a nerušenom pripojení do siete Internetu tiež. Autori IPv6 našli riešenie a navrhli jeho implementáciu. Tá spočíva v tom, že každé mobilné zariadenie bude mať takzvaného domáceho agenta. Je to smerovač, cez ktorý je doma mobilné zariadenie (agent) pripojené do siete. V prípade, že sa mobilný agent pripojí do siete inde ako doma, pošle svojmu domovskému agentovi informáciu o svojej novej polohe. Následne všetky pokusy o pripojenie na mobilného agenta presmeruje domáci agent na novú adresu. Mobilný agent pokračuje so zdrojom v komunikácii so zdrojovou adresou z aktuálnej siete, v ktorej je pripojený a dá vedieť, že komunikovať sa už má na priamo s ním. Ak túto informáciu zdrojový uzol nevie spracovať, môže celá komunikácia prebiehať cez domáceho agenta, ale to nie je žiadaný stav a mal by nastať výnimočné, ak vôbec. Mobilný agent môže o svojej novej polohe informovať aj uzly, s ktorými bol v kontakte pred zmenou lokalizácie, aby bolo obnovenie komunikácie plynulejšie.

### **3.1.8. Bezpečnosť Internet Protokolu verzie 6**

Klasické IP neobsahovalo vôbec žiadne bezpečnostné opatrenia. Postupom času sa však hľadali spôsoby, ako komunikáciu v Internete zabezpečiť. Prístupy sa vymysleli rôzne: od hardvérových až po aplikačné. Všeobecným mechanizmom pre siete TCP/IP na úrovni vrstvy IP sa stal IPsec.

#### **3.1.8.1. Bezpečnosť na linkovej vrstve**

Bezpečnosť na linkovej vrstve sa zameriava najmä na bezpečnosť uzlov, bezpečnosť infraštruktúry LAN a protokolov. Útoky, ktoré spadajú do tejto kategórie sú falšovanie zdrojových adries a odmietnutie služieb. Cieľom útokov sú zvyčajne prepínače.

Bezpečnostné mechanizmy, ktoré sa môžu implementovať v tejto súvislosti, sú:

- VLAN – rozdeľujú uzly do oddelených skupín,
- port security – definuje maximálny počet MAC adries na porte prepínača,
- IEEE 802.1x – štandard IEEE, zabezpečuje autentizačné mechanizmy pre zariadenia, ktoré sa chcú pripojiť do siete LAN.
- IEEE 802.1ae – MACSec štandard zabezpečuje integritu dát pre prístup protokolov nezávislých na prístup médiu.

### 3.1.8.2. IPSec

IPSec je bezpečnostné rozšírenie IP protokolu založené na autentizácii a šifrovaní. Je navrhnuté k aplikovaniu ako v IPv4, tak aj v IPv6. Definovaný je v *RFC 4301 Security Architecture for the Internet Protocol*.

IPSec využíva dva protokoly pre zabezpečenie komunikácie: *Authentication Header AH* (pre zabezpečenie autentizácie) a *Encapsulation Security Header ESP* (pre zabezpečenie šifrovania). Cieľom autentizácie je overiť, že dáta odoslal skutočne ten, kto to o sebe tvrdí. Šifrovanie umožňuje utajiť obsah komunikácie. ESP je povinná súčasť IPSecu, AH je voliteľná súčasť.

Množina bezpečnostných informácií, ktoré opisujú konkrétne zabezpečené spojenie, sa nazýva *Bezpečnostná asociácia (Security Associations SA)*. Súčasťou bezpečnostnej asociácie sú všetky potrebné informácie – použitý bezpečnostný protokol (AH, ESP), jeho režim, šifrovací algoritmus a kľúče, počítadlá, doba životnosti, ochranné prvky proti opakovaniu a podobne. SA sú jednosmerné – pri komunikácii je nutné ich nadväzovať vždy vo dvojici: jednu pre vysielanie, druhú pre príjem (*Pozn.: bezpečnostný protokol môže byť v SA použitý len jeden, pokiaľ sa použijú v komunikácii oba, budú potrebné 4 SA (dvojica pre AH + dvojica pre ESP)*).

SA je definovaná na základe troch parametrov:

- *Security Parameter Index (SPI)* – index bezpečnostných parametrov, 32-bitové číslo pre jedinečnú identifikáciu príslušnej SA
- *IP Destination Address* – adresa zdroja, z ktorého je SA nadviazané
- *Security Protocol Identifier* – špecifikuje, či ide o asociáciu pre AH alebo ESP

Nadviazanie SA spočíva v dohodnutí sa oboch strán na kryptografickom algoritme a výmene kľúčov. Výmena kľúčov sa často vykonáva cez nezabezpečené spojenia. Isté protokoly boli navrhnuté tak, aby sa táto výmena udiala automaticky (ISAKMP, IKEv1, IKEv2).

Bezpečnostné hlavičky je možné dopĺňovať v dvoch režimoch:

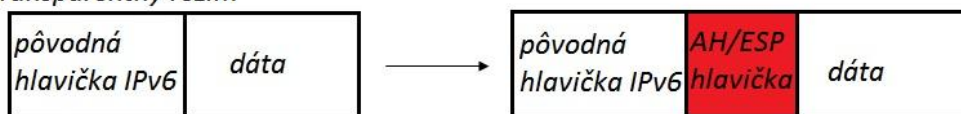
### Transparentný režim

- hlavičky sa vkladajú priamo ako súčasť datagramu medzi rozširujúce hlavičky.
- AH a ESP poskytujú ochranu primárne pre protokol nasledujúcej vrstvy
- v IPv4 sa hlavička vkladá hneď za IP hlavičku a pred akúkoľvek hlavičku vyššej vrstvy (TCP, UDP...)
- v IPv6 sa hlavička vkladá za základnú hlavičku a za vybrané hlavičky, ale mala by sa nachádzať pred alebo za *Vol'bami pre cieľ* (*destination options*)
- pri ESP sa šifrujú iba údaje za hlavičkou ESP (teda nie IP hlavička a prípadné rozširujúce hlavičky pred hlavičkou ESP)

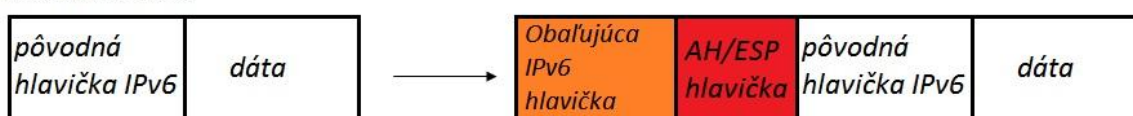
### Tunelovací režim

- celý datagram sa zabalí ako dáta do nového datagramu, ktorý sa obalí novou hlavičkou

#### Transparentný režim



#### Tunelovací režim



Obr. 1-2.: Režimy IPsec

### 3.1.8.3. Autentifikačná hlavička (AH)

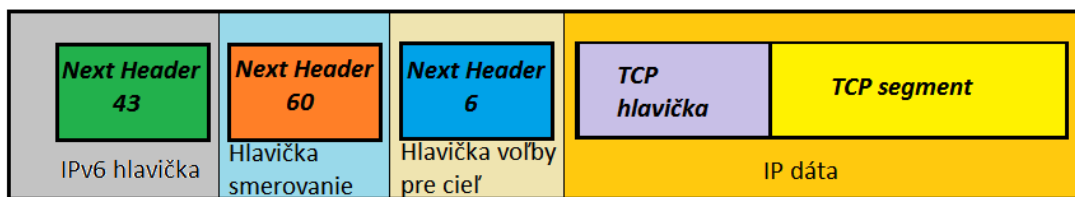
Autentifikačná hlavička (*Authentication Header, AH*) je protokol, ktorého základnou úlohou je autentizovať odosielateľa a zabezpečiť autentickosť a neporušenosť IP paketov. Zabraňuje dvom prípadom: nelegálnej modifikácii hlavičky a paket spoofingu. Podrobne je jeho činnosť špecifikovaná je v dokumente *RFC 4302 IP Authentication Header*.

Uzol, ktorý obaluje datagram AH hlavičkou, pracuje nasledovne:

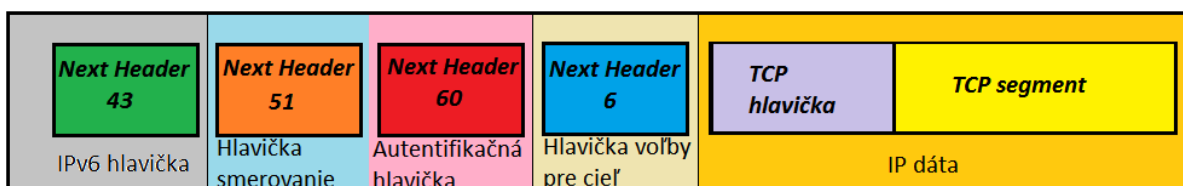
1. Vloží do datagramu hlavičku AH
2. Vyplní jej položky – identifikáciu *nasledujúcej hlavičky*, svoju vlastnú *dĺžku*, zodpovedajúci *index bezpečnostných parametrov a poradové číslo* (to sa zväčšuje o jednotku pre každý nasledujúci datagram)
3. Nasleduje výpočet autentizačných údajov. Pre jeho potreby je však potrebné datagram upraviť, aby ho príjemca mohol overiť. Niektoré hlavičky upraví na hodnoty, ktoré budú mať pri príchode datagramu (napr. cieľovú adresu). Tie, ktoré sa predpokladá, nedajú, vynuluje. Pre takto zmenený datagram vypočíta *autentizačné údaje* a uloží ich do príslušnej položky v AH.

Pre výpočet autentizačných dát sa používajú jednosmerné hešovacie funkcie (napr. MD5). Obe strany disponujú rovnakým bezpečnostným kľúčom a vykonávajú rovnaký výpočet. Prijemca opäť vynuluje nepredvídateľné hodnoty a *autentizačné údaje* z hlavičky AH. Na základe identifikátora SPI získa kľúč a algoritmus a nad upraveným datagramom vykoná rovnaký výpočet ako odosielateľ. Výslednú hodnotu potom porovná s tou, ktorá bola uvedená v hlavičke AH. Pokiaľ sa nezhoduje, znamená to, že datagram bol zmenený a autentizácia zlyhala. Taký datagram IPsec zahodí bez informovania odosielateľa (aby prípadný útočník nemal spätnú väzbu).

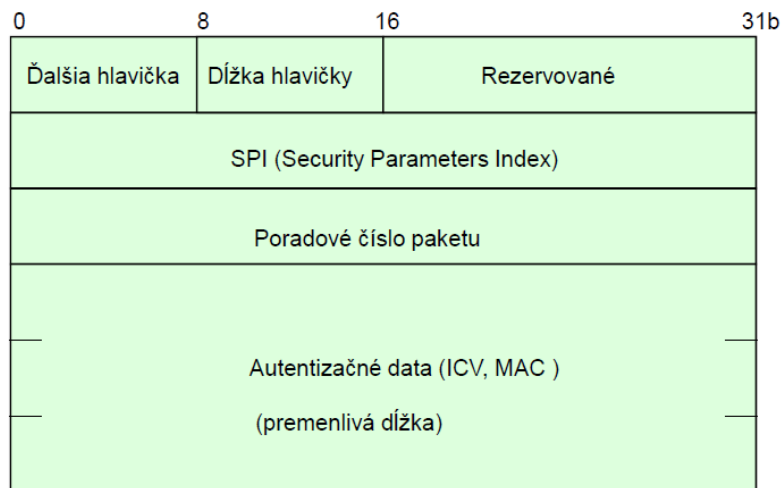
AH hlavička používa číslo protokolu 51 (v IPv4) a číslo Next Header (v IPv6). Enkapsuláciu a výsledné šifrovanie v sieťach IPv6 a formát hlavičky AH znázorňujú nasledovné obrázky:



Obr. 1-3.: IPv6 datagram zahŕňajúci rozšírenú hlavičku smerovania a voľby pre cieľ



Obr. 1-4.: IPv6 datagram obalený autentifikačnou hlavičkou



Obr. 1-5.: Formát hlavičky AH

### 3.1.8.4. Encapsulation Security Payload (ESP)

Základnou službou hlavičky ESP je šifrovanie. Okrem nej však ponúka aj možnosť autentizácie odosielateľa, kontrolu pôvodnosti dát a ochranu proti opakovaniu (podobne ako AH). Definované je v *RFC 4303 IP Encapsulating Security Payload (ESP)*.

ESP hlavička obaľuje datagram z oboch strán. Hlavička pochopiteľne obsahuje *Index bezpečnostných parametrov*, podľa ktorého si príjemca vyhladá parametre pre jej spracovanie. *Poradové číslo* slúži ako prevencia proti opakovaniu. *Autentizačné údaje* slúžia k overeniu totožnosti odosielateľa.

ESP hlavička je tvorená troma komponentmi:

- *ESP Header* – obsahuje dve polia (SPI a sekvenčné číslo) a nachádza sa pred šifrovanými dátami
- *ESP Trailer* – umiestňuje sa za šifrované dáta. Niektoré algoritmy vyžadujú, aby dĺžka datagramu bola násobkom istej hodnoty. Ak datagram takúto veľkosť nedosahuje, doplnia sa na koniec tzv. „padding“ bity.
- *ESP Authentication Data* – ak sú použité autentifikačné prostriedky ESP protokolu, tak tu sa nachádza *Integrity Check Value ICV*, vypočítané podobným spôsobom ako v AH.

Odosielanie datagramu cez ESP prebieha nasledovne:

1. Odosielateľ nájde vhodnú pozíciu pre vloženie ESP hlavičky. Zvyšok datagramu prípadne doplní padding bitmi. Datagram zašifruje podľa parametrov stanovených v bezpečnostnej asociácii SA.
2. Vygeneruje poradové číslo (zväčšuje sa o jednotku)
3. Ak je požadovaná autentizácia a kontrola integrity, vypočíta kontrolnú hodnotu pre prenášané údaje a uloží ich do ESP ako položku *Autentizačné dáta*.

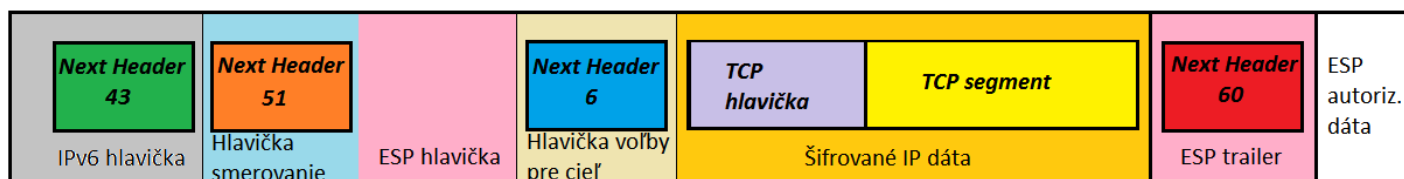
IPSec operácie sa vykonávajú vždy pre celý datagram. Prípadná fragmentácia sa vykonáva až po šifrovaní. Príjemca si najskôr datagram vyskladá a až potom začne dešifrovať.



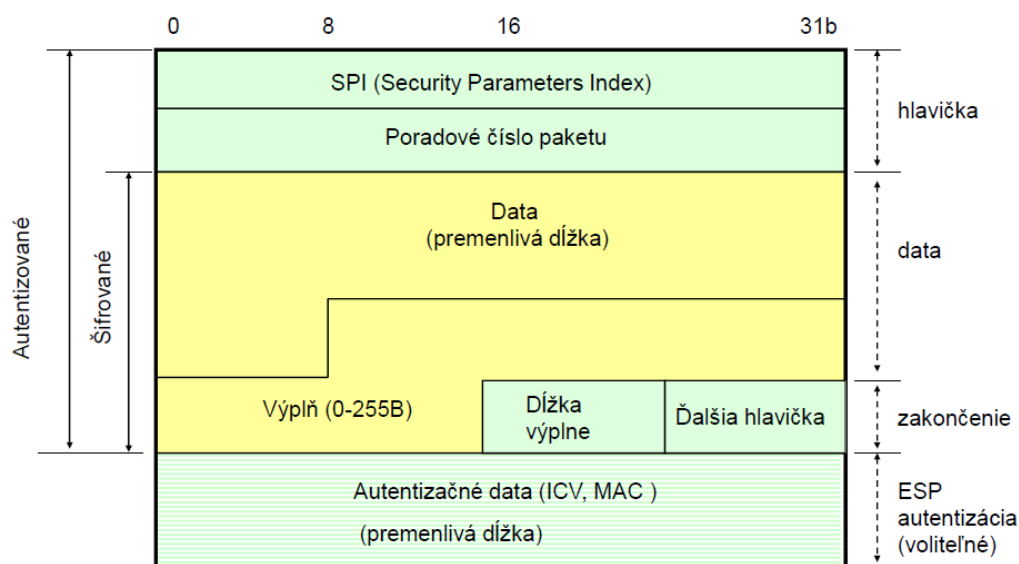
Príjem datagramu vyzerá nasledovne:

1. Najskôr si príjemca vyhladá zodpovedajúcu bezpečnostnú asociáciu. Ak neexistuje, datagram zahodí.
2. Nasleduje kontrola poradového čísla. Ak datagram obsahuje číslo už použité, bude zahodený.
3. Ďalším krokom je autentizácia – príjemca vypočíta *autentizačné dáta* a porovná ich. Ak sa nezhodujú s prijatou hodnotou, preč s datagramom.
4. Ak boli splnené predchádzajúce kroky, dešifruje sa paket.

Nasledujúci obrázok znázorňuje umiestnenie hlavičky ESP v protokole IPv6.



Obr. 1-6.: ESP hlavička a datagram IPv6



Obr. 1-7.: Hlavička ESP

Dokumenty špecifikujúce bezpečnosť IP protokolu:

*RFC 4301 Security Architecture for the Internet Protocol*

*RFC 4302 IP Authentication Header*

*RFC 4303 IP Encapsulating Security Payload (ESP)*

## 3.2. Možnosti nasadenia IPv6

Najdôležitejším problémom prechodu z IPv4 na IPv6 je ich vzájomná nekompatibilita. Toto vedie k nie príliš veľkej motivácii riešenia prechodu na novú verziu. Faktom je, že počet IPv4 adries sa minie a tento problém nevyriešil ani mechanizmus NAT, ktorý skrýval celé siete za jednu IP adresu a ani beztriedne adresovanie.

Nasadenie protokolu IPv6 je otázkou, ktorou sa viaceré organizácie zaoberajú už niekoľko rokov. V súčasnosti existujú viaceré možnosti nasadenia protokolu IPv6 do reálneho používania. Každý mechanizmus je niečím špecifický, dokonca v niektorých prípadoch infraštruktúr sa odporúča používať kombinácia viacerých nižšie uvedených mechanizmov.

Možné mechanizmy prechodu z IPv4 na IPv6

- Dual Stack
- Tunelovanie
- Preklad
- Jednorazový prechod na IPv6

### 3.2.1. Dual Stack

Dual stack je jednou z metód, ktorá umožňuje prechod IPv4 protokolu na IPv6. Ide asi o najmenej náročnú stratégiu z hľadiska samotného prechodu, nakoľko sú oba protokoly prevádzané spoločne. Zjednodušene sa dá povedať, že Dual Stack je integračná metóda, kde každá stanica (aj smerovač a prepínač) implementuje aj IPv4, aj IPv6 protokol. Protokoly sú od seba nezávislé. Stanica s Dual Stack zásobníkom vyberie na základe cieľovej IP adresy typ zásobníka, ktorý použije. Ak hostiteľ chce komunikovať s iným klientom, ktorý má dostupný len IPv4 protokol, vyberie IPv4 zásobník. V prípade, ak sú do druhej strane komunikácie dostupné oba protokoly, uprednostní sa IPv6 protokol. Metóda Dual Stack je jednou z najpoužívanejších metód vďaka jej malej náročnosti implementácie. Aplikácie navrhnuté iba pre IPv4 protokol naďalej spoľahlivo fungujú ako pred tým. Nové a upravené aplikácie vedia využiť obe IP vrstvy.

Nové rozhrania pre programovanie aplikácií (API) majú zadanú podporu oboch protokolov (IPv4 aj IPv6). Toto nové rozhranie API nahrádza volania „*gethostbyname*“ a „*gethostbyaddr*“. Prevedené aplikácie môžu tak využívať protokol IPv4 aj IPv6. Pre väčšinu aplikácií ide o minimálne zmeny v niektorých miestach v zdrojovom kóde. Táto technika umožňuje postupné aktualizovanie aplikácií jednej za druhou.

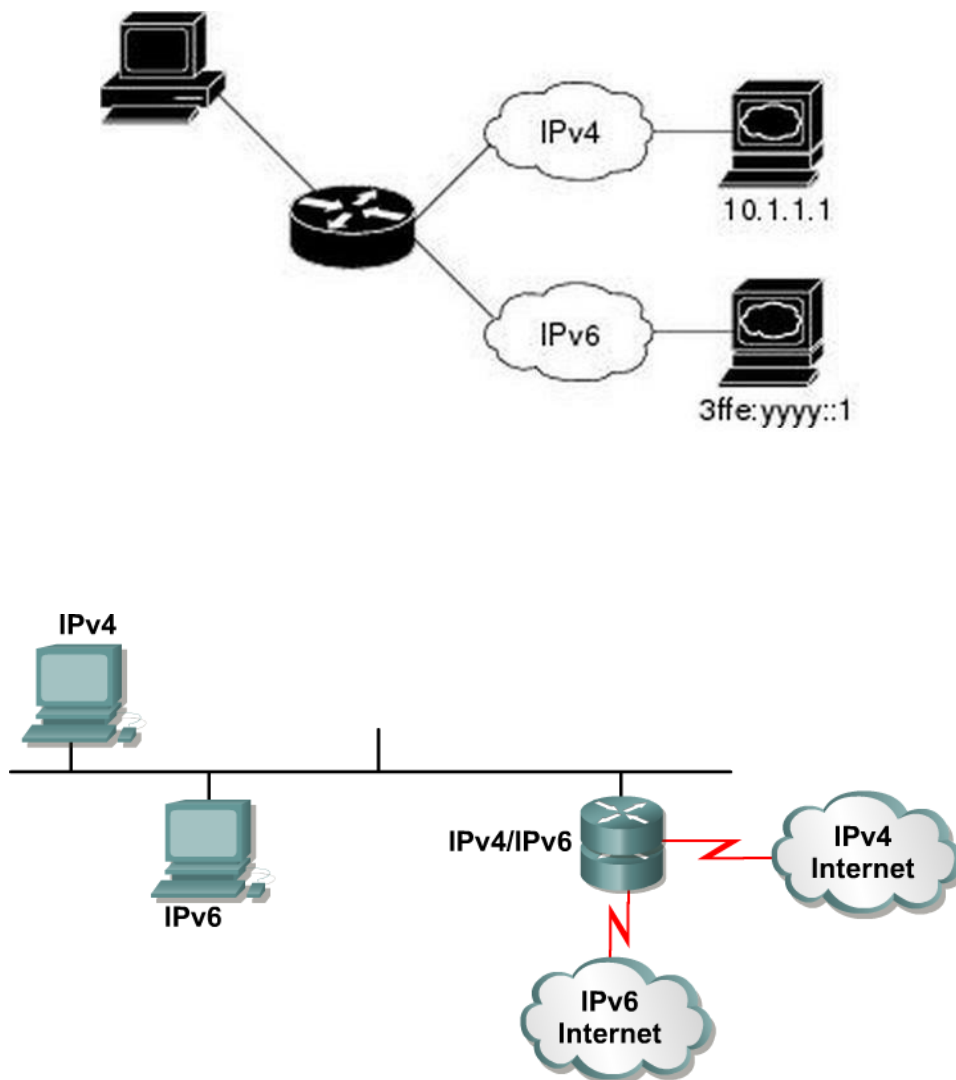
Dual stack respektíve IPv6/IPv4 uzly môžu byť prevádzkované v jednom z troch uvedených režimov:

- So zásobníkom IPv4 povoleným a IPv6 zásobníkom zakázaným
- So zásobníkom IPv4 zakázaným a IPv6 zásobníkom povoleným
- S oboma zásobníkmi povolenými

Ak má IPv6/IPv4 uzol zakázaný Ipv4 zásobník, funguje ako IPv6 uzol. Podobne ak má IPv6/IPv4 uzol zakázaný IPv6 zásobník, funguje ako IPv4 uzol. IPv6/IPv4 uzly môžu obsahovať konfiguračný prepínač, ktorý zakáže ich IPv4 alebo IPv6 zásobník.

K opísanej Dual Stack technike môže ale nemusí byť aj navyše použitá technika *Tunelovania*, ktorá je opísaná nižšie.

Problematika Dual Stack je popísaná taktiež v RFC dokumente **4213**.



### 3.2.2. Tunelovanie

Technika tunelovania sa využíva v prípadoch, keď chceme prepojiť dva systémy fungujúce na rovnakom protokole a medzi nimi sa nachádza protokol, ktorý nie je podporovaný v nich. Typickým príkladom je prenos paketov medzi IPv6 stanicami cez IPv4 sieť, ktorá je na ceste medzi nimi. Tunelovanie sa dá chápať ako zapuzdrenie IPv6 paketov do paketov protokolu IPv4. Pakety IPv6 môžu byť priamo zapuzdrené do IPv4 paketov použitím protokolu 41. Niektoré smerovače, respektíve NAT, blokujú prenos protokolu 41. Potom sa IPv6 pakety zapuzdrujú do UDP paketov, čím sa prekoná blokovanie protokolu 41. V rámci princípu tunelovania sa rozoznávajú nasledujúce mechanizmy:

#### 6in4 (RFC 4213)

Podstatou tohto princípu tunelovania je zapuzdrenie IPv6 hlavičky do IPv4 hlavičky. V hlavičke IPv4 sa ako protokol použije číslo 41, ktorý je akýmsi identifikátorom IPv6 v IPv4. Výhodou použitia tohto mechanizmu je menšia réžia, t.j. hlavička IPv4 bez voliteľných častí s veľkosťou 20 bajtov.

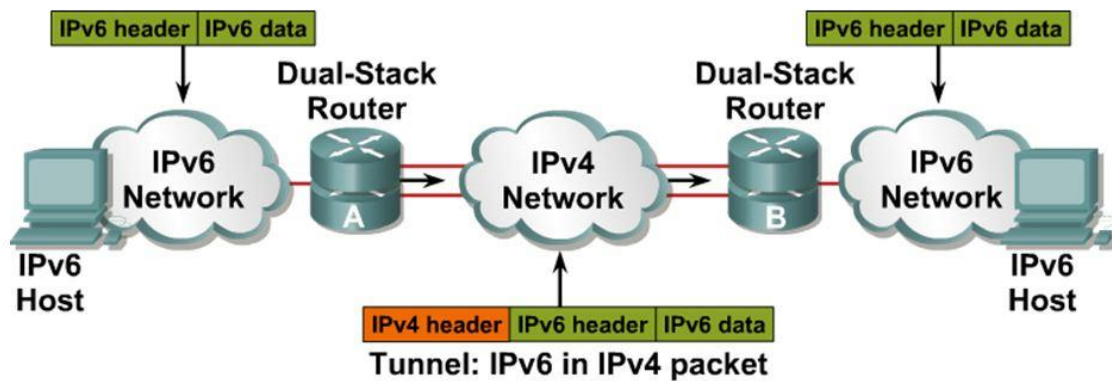
6in4 tunelovanie sa používa na prepojenie sietí cez nekompatibilnú existujúcu sieť. Tento mechanizmus pre svoje fungovanie vyžaduje používanie Dual Stack smerovačov. Pri tunelovaní IPv6 cez IPv4 sieť vstupný uzol tunela zapuzdrí paket protokolu IPv6 do vnútra paketu IPv4 a odošle ho. Na druhej strane tunela sa nachádza výstupný uzol, ktorý tento zapuzdrený paket prijme, rozbalí ak je to nutné, odstráni IPv4 hlavičku a následne paket spracuje alebo pošle ďalej.

Zapuzdrenie môže robiť nie len smerovač, ale aj pracovná stanica, ak jej operačný systém ovláda príslušný spôsob tunelovania.

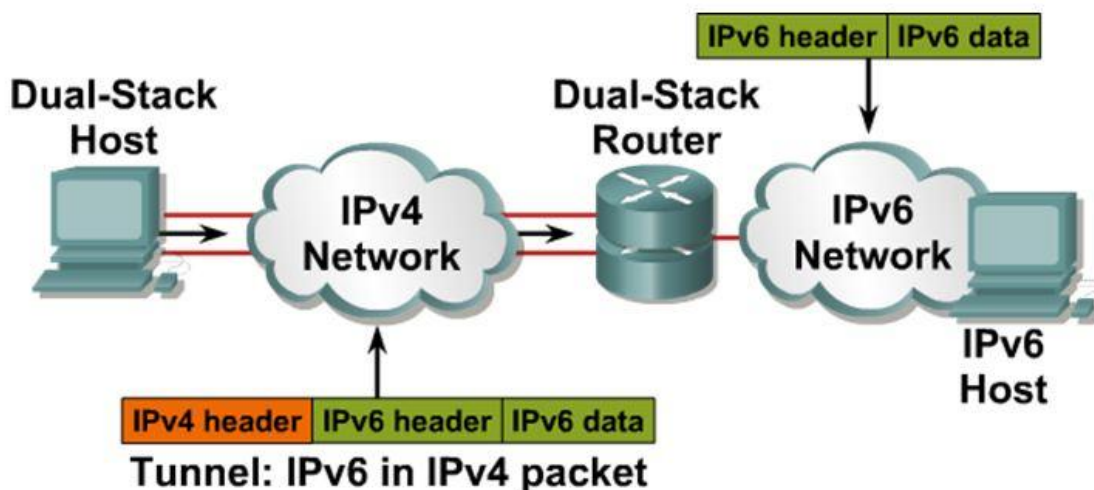
Tunelovanie môže byť použité v rôznych cestách podľa toho, aké zariadenia sú na koncoch:

- smerovač – smerovač (IPv6/IPv4 smerovače navzájom prepojené IPv4 infraštruktúrou môžu medzi sebou tunelovať IPv6 pakety)
- host – smerovač (IPv6/IPv4 host môže tunelovať IPv6 pakety k sprostredkovateľskému IPv6/IPv4 smerovaču, ktorý je dostupný cez IPv4 infraštruktúru)
- host – host (IPv6/IPv4 stanice /počítače/ prepojené cez IPv4 infraštruktúru môže tunelovať IPv6 pakety medzi sebou navzájom)
- smerovač – host (IPv6/IPv4 smerovač môže tunelovať IPv6 pakety do ich cieľového IPv6/IPv4 uzla)

Nevýhodou tohto mechanizmu je potreba verejnej IP adresy domáceho smerovača, respektíve počítača. Ďalšou nevýhodou je nefunkčnosť viacnásobného NATu a smerovače v rámci tunelu nesmú blokovať protokol 41.



Obr. 1-8.: 6in4 Smerovač - Smerovač



Obr. 1-9.: 6in4 Koncová stanica-Smerovač

S MTU 1500 bajtov môže jeden IPv6 paket poslať 1480 bajtov naraz bez fragmentácie. Koncové body tunela musia byť konfigurované staticky. Existujú nástroje, napríklad AICUU, ktorý dokáže konfigurovať parametre tunela automaticky po načítaní informácií z informačného tunela.

## 6to4 (3056)

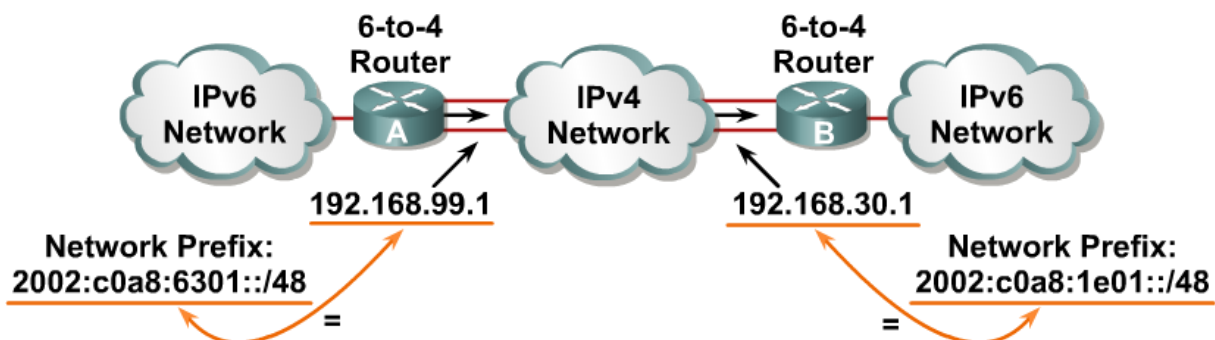
Mechanizmus tunelovanie 6to4 je veľmi podobný predchádzajúcemu mechanizmu 6in4. Tento mechanizmus je určený len ako nástroj používaný počas obdobia koexistencie IPv4 a IPv6. Nie je určený ako trvalé riešenie. 6to4 mechanizmus je takmer výhradne určený pre hraničné smerovače, bez špecifických hostiteľských úprav. Len malé množstvo smerovačov požaduje konfiguráciu pre tento mechanizmus.

6to4 tunely sú (na rozdiel od trvalých statických tunelov) tunely, ktoré môžu mať mnoho koncových bodov. IPv6 prefixy jednotlivých IPv6 ostrovov oddelených IPv4 internetom sú navrhnuté tak, aby v sebe obsahovali priamo IPv4 adresu tunelujúceho smerovača, ktorý je na okraji tohto ostrova. IPv6 adresy pri použití 6to4 tunelov využívajú prefix 2002::/16. Ďalších 32 bitov vyjadruje IPv4 adresu smerovača, ktorý je na vstupe/výstupe nášho IPv6 ostrova a ktorý realizuje tunelovanie. Výsledný 48-bitový prefix je prefix spoločný pre celý IPv6 ostrov. Zostáva tak k dispozícii 16 bitov pre ID podsiete a 64 bitov pre ID rozhrania, rovnako ako v bežných Global Unicast adresách.

Príklad:

- Smerovač na vstupe do nášho IPv6 ostrovčeka má verejnú IPv4 adresu 192.0.2.36
- Hexadecimálny prepis tejto adresy je C0.0.2.24
- Všetky IPv6 zariadenia v našom ostrovčeku majú teda IPv6 prefix 2002:C000:0224::/48
  - Smerovače na susedných IPv6 lokalitách musia mať akurát vhodne nastavené smerovanie, aby pre prístup do IPv6 sietí s prefixom 2002::/16 používali 6to4 tunel

6to4 tunel nevyžaduje cieľovú adresu, pretože to nie je point-to-point spojenie. Každý IPv6 ostrov má jednoznačný globálne platný prefix.



Obr. 1-10.: 6to4

System 6to4 umožňuje spojenie s IPv6 ostrovom cez medzil'ahlú IPv4 sieť. Dá sa teda aj použiť na prístup do IPv6 sveta. Stačí vhodná brána, ktorá akceptuje 6to4 tunely. Na túto bránu budeme smerovať všetko, čo pôjde do IPv6. RFC 3068 stanovuje, že poskytovatelia podľa svojho rozhodnutia môžu takúto bránu vytvoriť. Táto brána musí mať adresu 192.88.99.1. Smerovače na prístup do IPv6 internetu použijú statický smer **ipv6 route 2000::/3 2002:c058:6301::**

## ISATAP tunely (5214)

ISATAP (*Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol*) tunely sú obdobou 6to4 tunelov. Majú primárne zabezpečovať vnútro firemnú (intra-site) komunikáciu. Takisto využívajú mapovanie medzi IPv4 a IPv6 adresou. Tvar ISATAP IPv6 adresy:

Prvých 64 bitov: link-local alebo global unicast prefix

Ďalších 32 bitov: 0000:5EFE (konštanta)

Zvyšných 32 bitov: IPv4 adresa stanice

Dĺžka prefixu: 64 bitov

Novinka: Využitie pomocných mechanizmov (DHCP, DNS, manuálna konfigurácia) pre lokalizáciu smerovačov schopných zabezpečiť smerovanie medzi rôznymi IPv6 sieťami.

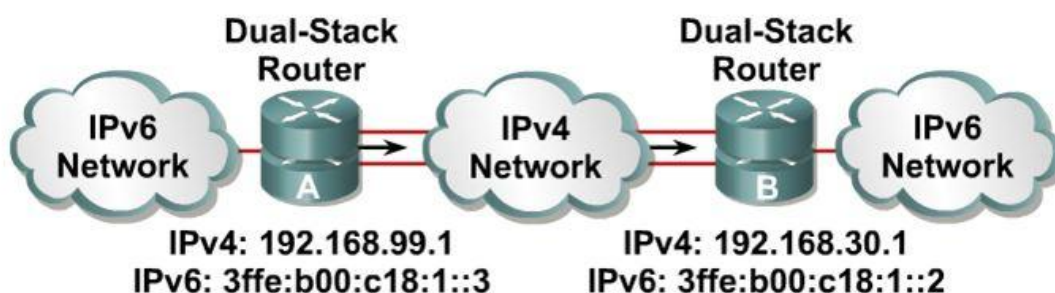
Na tunelovanie používajú či už globálnu alebo privátnu IPv4 adresu.

## Teredo

Teredo je v modernejších verziách Windowsu jeho súčasťou. Pre Linux či BSD je známy pod menom Miredo. Pracuje obvykle spôsobom plug&play. Vo Windowse sa spúšťa automaticky a netreba takmer nič konfigurovať. Tento mechanizmus je navrhnutý najmä pre koncové stroje umiestnené za NAT. Preto sa snaží, aby NAT dokázalo prejsť čo najrýchlejšie. To vyžaduje vždy na začiatku komunikácie s novým cieľom výmenu niekoľkých paketov otvárajúcich cestu v NAT. Výkon je všeobecne veľkou slabinou. Ďalšou slabinou je spoľahlivosť, nakoľko takmer 40% nadviazaní spojenia končí neúspešne. Operačné systémy berú Teredo ako poslednú možnosť a obvykle preferujú IPv4 pred IPv6.

## Statické tunely

Pre správne fungovanie metódy statických tunelov sú potrebné Dual-Stack smerovače, pričom IPv4 a IPv6 adresy sa konfigurujú na oboch stranách tunela. Pričom smerovače nemôžu dynamicky meniť smerovanie medzi sieťami.



Obr. 1-11.: Statický tunel

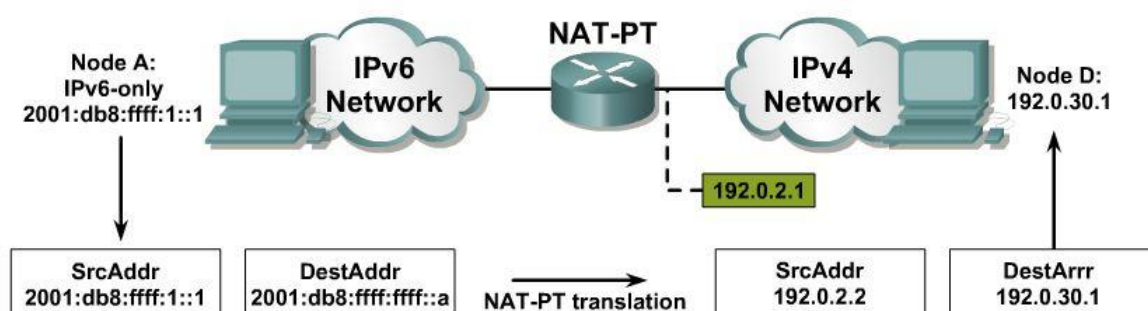


### 3.2.3. Preklad

Jedná sa o techniku prevodu IPv4 paketu na IPv6 a obrátene. Väčšina implementácií však neprešla praktickým testovaním, nakoľko neboli považované za príliš spoľahlivé. Predstaviteľom prekladačov je *Network Address Translation – Protocol Translation* (NAT-PT) a jeho nástupca NAT64 alebo TRT.

#### NAT-PT

NAT-Protocol Translation (NAT-PT) je prekladový mechanizmus na rozhraní medzi IPv6 a IPv4 sieťou. Jeho úlohou je prekladať IPv6 pakety na IPv4 a naopak. Tento prístup je vhodný pre umožnenie spolupráce medzi uzlami, z ktorých jeden je výhradne IPv4 alebo výhradne IPv6. NAT-PT sa v súčasnosti už neodporúča.



Obr. 1-12.: NAT-PT

#### NAT64

Ide o jeden z mechanizmov na prechod IPv4 k IPv6. Jeho cieľom je vzájomný preklad datagramov, aby spolu mohli komunikovať zariadenia podporujúce odlišné verzie protokolu. Vychádza zo svojho predchodcu NAT-PT, ktorý kvôli svojim problémom (zásahy do DNS) bol odmietnutý. NAT64 je navrhnutý asymetricky, čiže umožňuje naviazať komunikáciu z koncovej IPv6 siete do internetu (IPv4). Zariadenia, ktoré majú implementovaný NAT64 sú umiestňované medzi IPv6 sieťou a IPv4 internetom. IPv4 adresy sú do adresného priestoru IPv6 mapované dynamicky a stavovo. NAT64 obsahuje dynamickú mapovaciu tabuľku, ktorá obsahuje vzájomne mapované dvojice s IPv6 adresou a portom stroja z miestnej siete a IPv4 adresou a portom. Mapovacie tabuľky sú udržiavané oddelené pre protokoly TCP, UDP a ICMP. Položky sa do nich pridávajú automaticky, keď niektoré zariadenie nadviaže spojenie do IPv4 siete. Ak pre položku neexistuje žiadny živý aktívny dátový tok, automaticky sa položka z mapovacej tabuľky odstráni. Dátové toky sú rozlišované číslami portov. NAT64 je obvykle nasadzovaný s DNS64, pričom zaisťuje mapovanie adries pri vyhľadávaní v DNS.

### **3.2.4. Jednorazový prechod na IPv6**

Teoretická stratégia určená pre novo budované siete. Hlavný princíp spočíva v nahradení celej infraštruktúry vrátane softvérových produktov za IPv6 kompatibilné. Predpokladá sa samozrejme aj s kompletným IPv6 adresovaním. Pre prístup do vzdialených IPv4 sietí sa počíta aj s riešením kompatibility s IPv4. V súčasnom svete je však tento princíp vo veľkej miere nerealizovateľný.

### **3.3. Existujúce portály o IPv6**

V rámci projektu bolo analyzovaných niekoľko existujúcich portálov zaoberajúcich sa problematikou IPv6. Táto kapitola poskytuje prehľad niektorých z nich.

#### **6DISS.org - IPv6**

Edukačný portál o IPv6 dostupný online. Portál je riešený jednoducho, poskytuje informácie pre vzdelávanie sa v oblasti IPv6 prostredníctvom videí. Poskytuje rýchlu orientáciu v témach. Chýbajú tu však textové zdroje preberanej témy a chýba aspoň krátky opis kľúčových slov.

Dostupný na: na <http://www.6diss.org/e-learning/index.html>

#### **Deep Space 6 - The Linux IPv6 Portal**

Priemerne spracovaná webová stránka určená primárne na rozširovanie IPv6 na Linuxových OS. Poskytuje prezentácie, postupy a inštalácie na sfunkčnenie IPv6 na Linuxoch.

Dostupné na: <http://www.deepspace6.net/>

#### **IPv6:Security::nl**

IPv6 edukačný portál zameraný aj na bezpečnosť v IPv6. Jednoduchý, prehľadný, dobre spracované počítadlo vyčerpania IPv4 vo svete. Obsahuje porovnanie IPv4 a IPv6, ako aj nastavovanie firewallu vo systéme Windows a prehľadnú tabuľku poskytovateľov IPv6 služieb. Obsahuje niekoľko videí na tému IPv6, no stránka je stále pod vývojom.

Dostupné na: <http://www.ipv6security.nl/?cat=12>

#### **IPv6 – Google**

Web stránka patriaca spoločnosti Google, na ktorej je znázornená vizualizácia adopcie IPv6 vo svete a rozšírenosť za posledné roky zobrazené v grafe. Použiteľné pre štatistickú oblasť portálu.

Dostupné na: <http://www.google.com/ipv6/statistics.html>

#### **IPv6 – Wikipédia**

Známa Wikipédia ponúka krátke vysvetlenie postavenia IPv6 protokolu a jeho stručnú funkciu. Wikipédia je všeobecne uznávaná a je najrozšírenejší edukačný portál vo svete. Systém orientácie sa v miliónoch článkov je jednou z výhod, ktoré by bolo možné využiť v navrhovanom edukačnom portáli.

Dostupné na: <http://sk.wikipedia.org/wiki/IPv6>

### **IPv6 Act Now**

Web stránka zameraná na prípravu organizácií ku prechodu na IPv6. Obsahuje edukačnú časť vyobrazením typológií. Poskytuje aj štatistické údaje o rozšírenosti IPv6.

Dostupné na: <http://www.ipv6actnow.org>

### **IPv6.cz**

Web portál so širokou teóriou o protokole IPv6 a jeho mechanizmoch. Dajú sa z neho čerpať základné informácie o protokole IPv6 (formáty adres, datagramov...). Spísané sú tu tiež návody, ako si implementovať nový protokol vo svojej sieti. Žiaľ, stránka je neaktuálna (posledný update z roku 2012), chýbajú mnohé ďalšie teoretické sekcie.

Dostupné na: <https://www.ipv6.cz>

### **Otestuje připojení k IPv6**

Portál poskytujúci len otestovanie svojej konektivity pre protokol IPv6. Neposkytuje žiadne materiály ani edukáciu.

Dostupné na: <http://test-ipv6.com/>

### **Portal IPv6 – LACNIC**

Regionálny internetový register pre latinskú Ameriku a karibské oblasti spracoval portál venovaný nasadeniu IPv6. Sú tu opísané mechanizmy prechodu na IPv6. Taktiež sa tu nachádzajú odkazy na tutoriály a videá (konkrétne na web stránku 6deploy.org a web stránku ipv6tf.org). Poskytujú tiež vlastné videá, tie však len v španielčine.

Dostupné na: <http://portalipv6.lacnic.net/en/>

### **TCP/IP v4 and v6**

Stránka spoločnosti Microsoft venovaná podpore IPv6 v jeho systémoch. Je tu mnoho dokumentov ku príslušnej oblasti ako aj návody na nastavovanie koncových zariadení (PC) pre podporu IPv6. Dokumenty sú dobre spracované a voľne stiahnuteľné vo formáte programu Word.

Dostupné na: <http://technet.microsoft.com/en-us/network/bb530961.aspx>

### **CCIE IPv6 Study Resources**

Je tu pomerne podrobnejšie spracovaná téma o IPv6. Obsahuje pekné a logické rozdelenie kapitol, ktoré však nie sú priamo spracované na stránke ale každá kapitola je odkazom na stránky Cisco, kde sa rozoberá daná téma.

Dostupné na: <http://www.internetworkexpert.com/resources/ipv6.htm>

### **IP Version 6 (IPv6) - Cisco Systems**

Portál spoločnosti CISCO zameraný vo všeobecnosti na počítačové siete. Problematika IPv6 je tu detailne spracovaná vo forme textov a obrázkov. Stránka má logické rozloženie kapitol témy a detailné spracovanie informácií o tomto protokole.

Dostupné na:

[http://www.cisco.com/en/US/tech/tk872/tsd\\_technology\\_support\\_protocol\\_home.html](http://www.cisco.com/en/US/tech/tk872/tsd_technology_support_protocol_home.html)

### **IPv6 | The Number Resource Organization**

Web stránka sa zameriava na postupy, ktoré treba dodržať a podniknúť pri nasadení IPv6. Neposkytuje detailné informácie ohľadom samotného protokolu IPv6 a jeho špecifických vlastností.

Dostupné na: <http://www.nro.net/ipv6>

### **IPv6 Tutorial**

Veľmi dobre spracované textové podklady pre štúdium problematiky IPv6. Poskytuje tiež mnoho tabuliek a obrázkov. Stránka je organizovaná ako tutoriál s viacerými kapitolami, ktoré sú logicky rozdeľované.

Dostupné na: <http://www.tutorialspoint.com/ipv6/index.htm>

### **IPv6.com - The Source for IPv6 Information, Training, Consulting & Hardware**

Web stránka poskytuje mnoho teoretických informácií. Zameriava sa na IPv6 aj z technického hľadiska a poskytuje prehľad možností riešenia na rôznych technológiách ako napríklad WiMax, či Microsoft Vista.

Dostupné na: <http://ipv6.com/>

### **IPv6.net - All the Ipv6 Resources You Need**

Portál venujúci sa výhradne problematike získavania vedomostí o IPv6. Poskytuje niekoľko zaujímavých videí a prezentácií. Problémy je možné riešiť aj pomocou fóra.

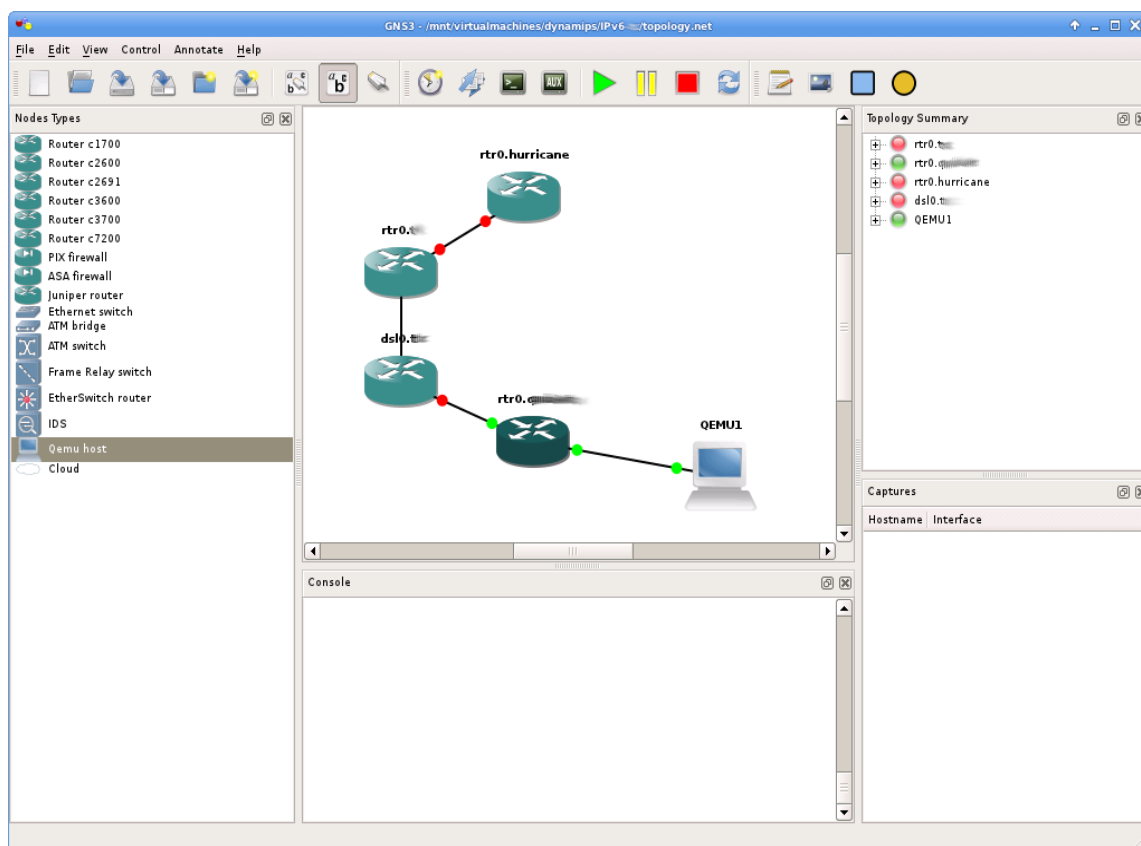
Dostupné na: <http://ipv6.net/>

### 3.4. Simulátor GNS3

K portálu, ktorý sa zaoberá IPv6 je veľmi žiaduce vyskúšať si možnosť otestovať možnosti IPv6 na simulácii topológie. Aktuálnym problémom je poskytnúť a sprevádzkovať vytvorený OpenSource simulátor na otestovanie si IPv6 tunelov alebo bezpečnostných mechanizmov. Aktuálne RFC dokumenty sa pravidelne menia a neposkytujú pravidelné aktualizácie. Táto skutočnosť odrádza všetkých vývojárov vytvárať a už vôbec nie pravidelne prerábať kód programu, ktorý poskytuje zdarma.

Jedným z možných modulov na simuláciu je napríklad IPv6Suite založený na OMNet++, ktorý poskytuje všetky potrebné možnosti simulácie na otestovanie IPv6. Bol vytvorený v roku 2004 a od tej doby bolo vtedy aktuálne „RFC 2373 IP Version 6 Addressing Architecture“ zastarané RFC 3513 a neskôr na aktuálne RFC 4219. Tento aktuálny bol dokonca dva krát aktualizovaný.

Graphic Network Simulator 3 (GNS3) je voľne dostupné aktuálne simulačné prostredie dostupné pre viacero platforiem. Pre softvér existuje veľké množstvo dokumentácie a veľká finančná podpora zaisťuje aktuálnosť aj pri zmenách RFC dokumentácii. Je určená prevažne na Cisco platformy a obsahuje komponenty Cisco zariadení.



Obr. 1-13.: GNS 3

GNS3 je postavený na zastaraných emulátoroch Dynamips a Qemu. Verzie programu sú dostupné pre OS Linux, Mac OS X a Windows. Táto možnosť je dostupná aj vďaka základu od VirtualBox programu na virtualizáciu prostredí na architektúrach x86 a AMD64/Intel64. GNS3 je postavený na jazyku Python a preto je možné ho implementovať priamo na web. Pre vlastné implementovanie softvéru je potrebné mať nainštalovaných niekoľko doplnkov a to Qt, Python, Sip, aPyQt. Softvér poskytuje ukladanie sieťových topológií do súboru a tie budú dostupné na našom portáli.

Dynamips, emulátor Cisco zariadení na ktorom je GNS3 postavený, je už zastaraný a nevydávajú sa nové aktualizácie. Packet tracer, ako oficiálny simulátor Cisco zariadení, neposkytuje dôveryhodné prostredie aké je na reálnych zariadeniach. GNS3 softvér túto možnosť poskytuje a preto poskytnie bohatý doplnok k edukačnému portálu na ukážky konfigurácii a otestovanie si pripravených sieťových topológií vo vlastnom počítači alebo na stránok.

### 3.5. Simulátor NS-3

NS-3 je nový simulátor od autorov simulátora NS-2. Nie je nadstavbou k predchodcovi a je vytvorený od základov ako nový samostatný simulátor. Založený je na programovacích jazykoch C++ a python. Poskytuje vytváranie simulačných topológií v týchto jazykoch. Projekt tvorby nového simulátora začal v roku 2006 a stále je pod silným vývojom. Simulátor vznikol pod záštitou University of Washington a základné kamene položili vývojári Tom Henderson a Craig Dowell. V dnešnej dobe je braný veľký dôraz na vývoj knižníc poskytujúcich IPv6 zásobník a simuláciu protokolov novej generácie. NS-2 simulátor túto podporu neposkytoval a preto nie je vhodný pre akúkoľvek prácu so sieťovým protokolom IPv6.

Výhodou simulátora je malá náročnosť, ktorá je výhodná pri spracovávaní viacerých náročných simulácií na slabších strojoch alebo serveroch. Rovnako je výhodnejším riešením ako GNS pre využitie na webových stránkach. Celý simulátor pracuje pod operačným systémom Linux a neobsahuje žiadne grafické rozhranie preto je pre bežných užívateľov nepohodlné vytvárať simuláciu bežným písaním kódu do súboru.

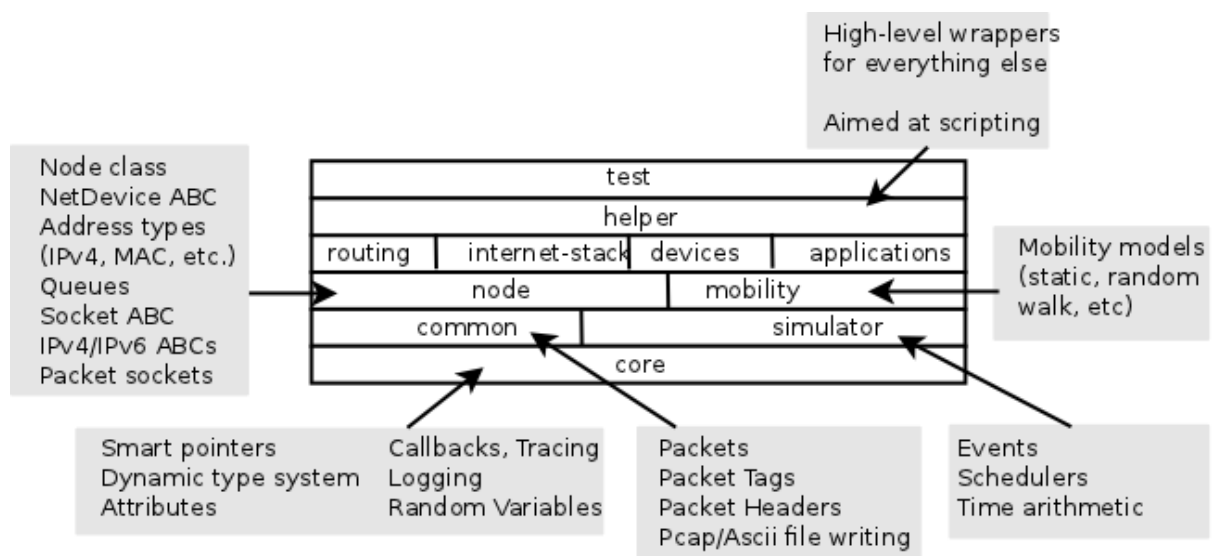
NS-3 simulátor má niekoľko prídavkov, ktoré nemôžeme vidieť v normálnej sieti. Medzi jednu z nich patria pakety ktoré, obsahujú virtuálne nula bajtov (dummy bytes). Takto sa redukuje potrebná pamäťová stopa simulácie. Ďalším je nulová spotreba pamäte uzlov IP zásobníkov. Dodatočné možnosti je možné pridávať počas simulácie v určitom čase. Medzi výstupy patrí stopovanie medzi jednotlivými vrstvami OSI modelu.

Ďalšími výhodami simulátoru je možnosť použitia aj v reálnej prevádzke. Jednou z výhod je ukladanie výstupov vo reálnom formáte PCAP, ktorý je možné otvoriť v post-analyzátoroch, ako je napr. *Wireshark*. Táto možnosť je využiteľná aj na vytváranie štatistík a grafov. Simulátor je možné spustiť v režime „network simulation cradle“ kedy je možné využiť reálny IP zásobník jadra Linuxu. Simulácia je rovnako možná v reálnom čase a preto simulácia je jednoduchšie nastaviteľná. POSIX emulácia je možnosť ako pustiť v simulátore smerovacích démonov a prekladať POSIX volania ako NS-3 volania.

### 3.5.1. Štruktúra NS-3

Topológia počítačovej siete môže byť napísaná v programovacom jazyku *python* alebo *C++*. Celú sieť potom reprezentuje jeden alebo viac súborov *.py* alebo *.cc*. Tieto súbory kompiluje a spúšťa program *Waf*.

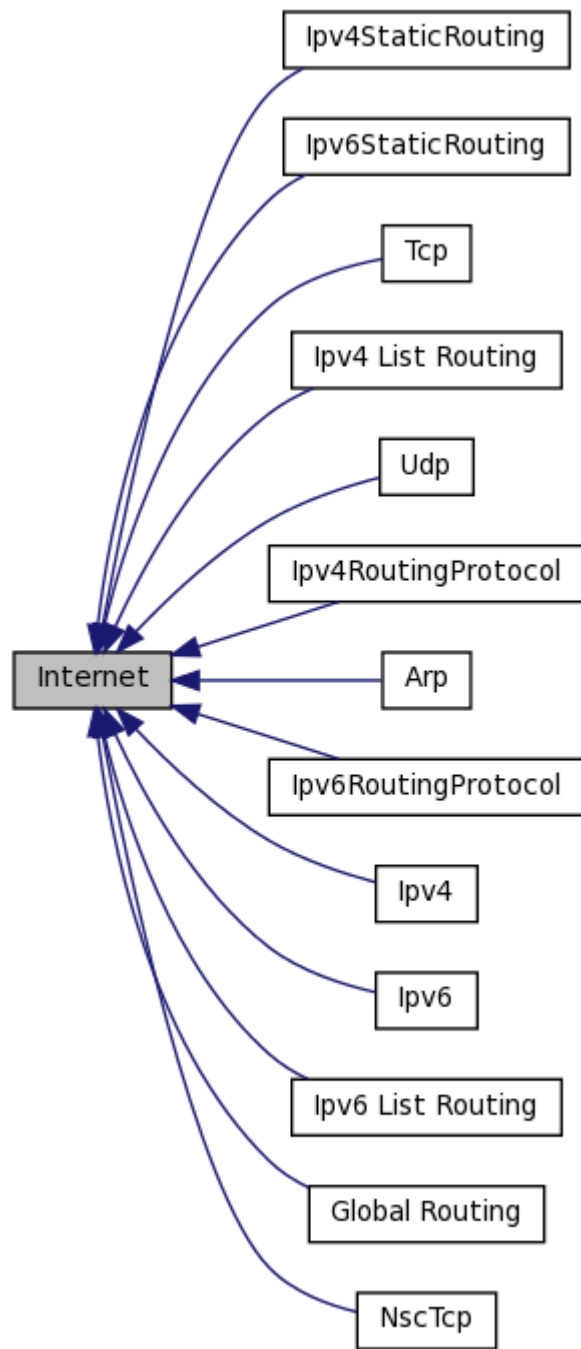
Celkovo je NS-3 simulátor zostavený z desiatok modulov logicky rozdelených do istých vrstiev. Príklad zoskupenia niektorých z týchto modulov (a príkladov ich objektov) zobrazuje obrázok 1-14. Na obrázku nie sú všetky moduly, chýba napríklad modul pre sieť *LTE*, modul pre štatistiky *Stats* a pod.



Obr. 1-14: NS-3 moduly podľa vrstvy spracovania

Pre náš projekt je najzaujímavejší modul Internet. Jeho triedy zobrazuje obrázok 1-15. Na obrázku je tiež vidieť triedy, s ktorých inštanciami je možné v module pracovať – *Ipv6StaticRouting*, *IPv6StaticRouting*, *Tcp*, *Ipv4 List Routing*, *Udp*, *Ipv4RoutingProtocol*, *Arp*, *Ipv6RoutingProtocol*, *Ipv4*, *Ipv6*, *Ipv6 List Routing*, *Global Routing* a *NscTcp*.



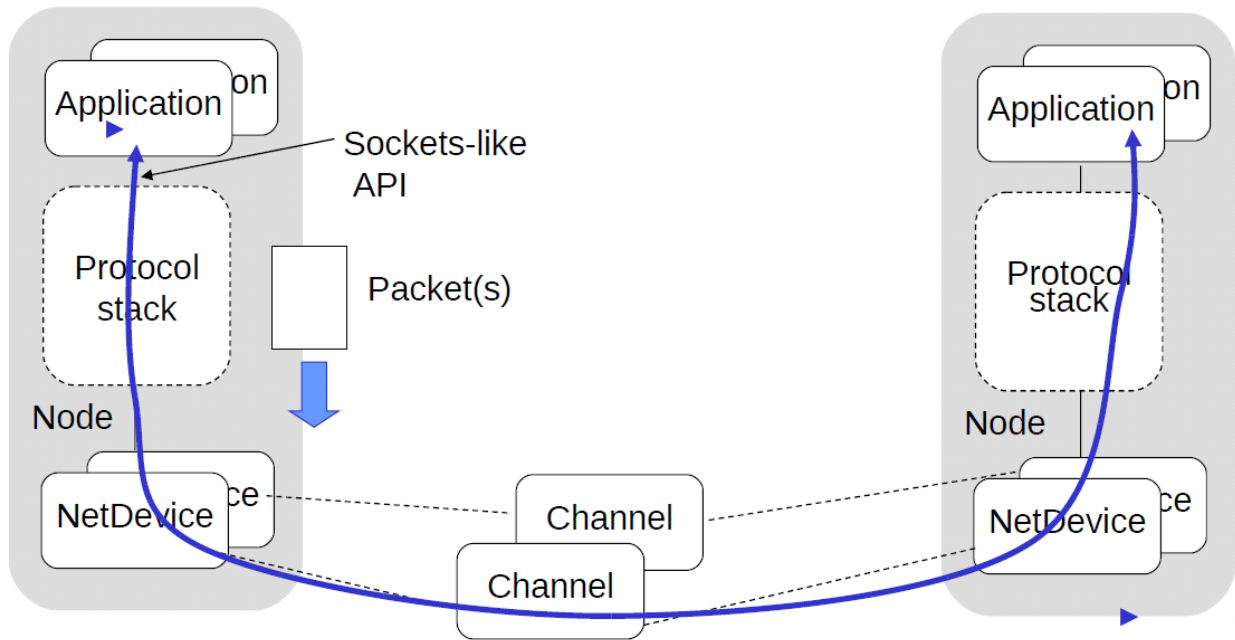


*Obr. 1-15: Modul Internet*

### 3.5.2. Konštrukcia zdrojového súboru

Konštrukcia zdrojového kódu opisujúceho počítačovú sieť sa skladá z inštancií tried uzlov (Node), Aplikácie (Application), Spojenia (Channel), sieťového rozhrania (NetDevice), paketu (Packet) a API funkcionalít agregovaných do tzv. Helperov.

Koncept zložený z uvedených tried zobrazuje obrázok 1-16.



Obr. 1-16: Koncept objektov v NS-3

### 3.5.3. Vytvorenie vlastného modulu

Pri kompilácií každého skriptu sa k nemu zostavujú aj všetky moduly, ktoré používa a je na nich závislý. V niektorých prípadoch je vhodné vytvoriť si vlastný modul a priradiť mu závislosti na ďalších moduloch podľa vlastného uváženia.

Vhodné by to bolo napríklad pri diferenciácií rôznych používateľov, s rôznymi nárokmi a rôznymi očakávaniami. Dalo by sa povedať, že každý používateľ by si vytvoril „svoj vlastný modul“.

Kompilácia potom cez *waf* skript by sa vykonala len na príslušnom module a zostavené by boli len zdrojové súbory tohto modulu a jemu závislých modulov. Napríklad: budeme vytvárať nový modul ako nejakú nadstavbu internetu (nejaký nový protokol nad 3. vrstvou OSI), je potom jasné, že závislosť budeme mať na module *Core* a module *Internet*. Kompilovať sa nám budú len zdrojové súbory modulov *Core*, *Internet* a nášho nového modulu.

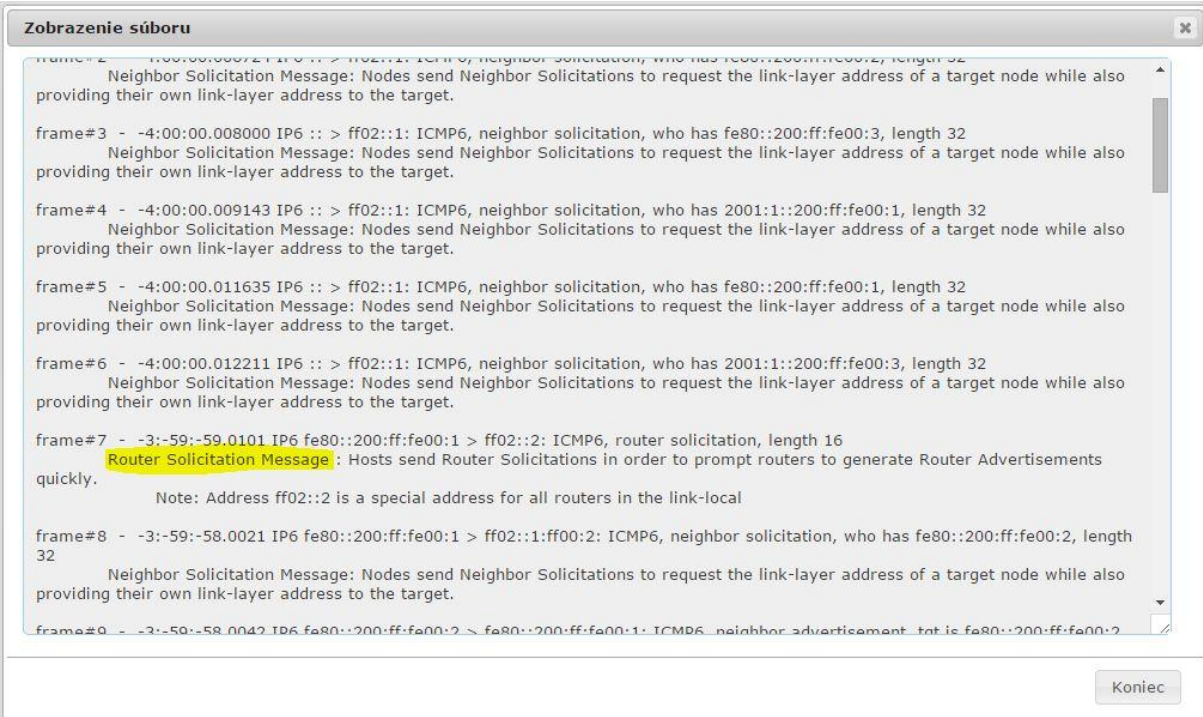
Na vytvorenie základného skeletu nového modulu poskytuje *NS-3* skript v jazyku python, *create-module.py*.

### 1.5.4 Obmedzenia NS3

NS3 v súčasnosti poskytuje podporu protokolu IPv6, no iba v značne obmedzenej miere. Preto sa snažíme využívať celý potenciál, čo nám vie NS3 simulátor poskytnúť. Verzia simulátora, ktorú máme nasadenú a ďalej s ňou pracujeme je obmedzená na:

- autokonfiguráciu rozhraní
- protokol ICMPv6
- statické smerovanie
- fragmentáciu
- ping

V rámci protokolu ICMPv6 budeme využívať hlavne funkcie vnoreného protokolu NDP (Neighbor Discovery Protocol) na identifikáciu správ typu *Router Solicitation*, *Router Advertisement*, *Neighbor Solicitation*, *Neighbor Advertisement* a *Redirect*. Tieto správy a ich význam sú detailne opísané v analýze projektu. Ako bolo spomínané, NS3 simulátor dokáže generovať výstup do pcap súborov a taktiež *trace file*. Vhodným skriptom potom je možné filtrovať tieto súbory a vyhľadávať v nich dané správy ICMPv6 protokolu. Ak je identifikovaná jedna z uvedených správ, je k nej automaticky pridelený pomocný výpis, aby si používateľ všimol túto správu a jej význam.



```
frame#2 - -4:00:00.008000 IP6 :: > ff02::1: ICMP6, neighbor solicitation, who has fe80::200:ff:fe00:2, length 32
Neighbor Solicitation Message: Nodes send Neighbor Solicitations to request the link-layer address of a target node while also
providing their own link-layer address to the target.

frame#3 - -4:00:00.008000 IP6 :: > ff02::1: ICMP6, neighbor solicitation, who has fe80::200:ff:fe00:3, length 32
Neighbor Solicitation Message: Nodes send Neighbor Solicitations to request the link-layer address of a target node while also
providing their own link-layer address to the target.

frame#4 - -4:00:00.009143 IP6 :: > ff02::1: ICMP6, neighbor solicitation, who has 2001:1::200:ff:fe00:1, length 32
Neighbor Solicitation Message: Nodes send Neighbor Solicitations to request the link-layer address of a target node while also
providing their own link-layer address to the target.

frame#5 - -4:00:00.011635 IP6 :: > ff02::1: ICMP6, neighbor solicitation, who has fe80::200:ff:fe00:1, length 32
Neighbor Solicitation Message: Nodes send Neighbor Solicitations to request the link-layer address of a target node while also
providing their own link-layer address to the target.

frame#6 - -4:00:00.012211 IP6 :: > ff02::1: ICMP6, neighbor solicitation, who has 2001:1::200:ff:fe00:3, length 32
Neighbor Solicitation Message: Nodes send Neighbor Solicitations to request the link-layer address of a target node while also
providing their own link-layer address to the target.

frame#7 - -3:-59:-59.0101 IP6 fe80::200:ff:fe00:1 > ff02::2: ICMP6, router solicitation, length 16
Router Solicitation Message: Hosts send Router Solicitations in order to prompt routers to generate Router Advertisements
quickly.
Note: Address ff02::2 is a special address for all routers in the link-local

frame#8 - -3:-59:-58.0021 IP6 fe80::200:ff:fe00:1 > ff02::1:ff00:2: ICMP6, neighbor solicitation, who has fe80::200:ff:fe00:2, length
32
Neighbor Solicitation Message: Nodes send Neighbor Solicitations to request the link-layer address of a target node while also
providing their own link-layer address to the target.

frame#9 - -3:-59:-58.0042 IP6 fe80::200:ff:fe00:2 > fe80::200:ff:fe00:1: ICMP6, neighbor advertisement, target is fe80::200:ff:fe00:2
```

Obr. 1-17: ukážka správ NDP protokolu vo výpise

Autokonfigurácie je zapnutá automaticky, čiže tu riešenie a implementácia ohľadom využívania tejto funkcie je minimálna. Autokonfigurácia však úzko súvisí s vyššie uvedením ICMPv6 protokolom, konkrétne s NDP pri vzájomnej dohode uzlov na adresách.

Verzia NS3 simulátora, s ktorou pracujeme ponúka len statické smerovanie medzi smerovačmi. Je to veľká nevýhoda, nakoľko už niektoré dynamické smerovacie protokoly sú implementované pre IPv6 siete, no ich podpora nie je ešte implementovaná v jadre nášho simulátora. Preto je potrebné nastavovať statické smerovanie v každom smerovači. V aktualizácií pre NS3 simulátor sa však očakáva podpora pre smerovací protokol RIPng, ktorý by mal už zvládnuť smerovanie pri IPv6 sieťach.

Implementácia funkcie pingu je pre nás veľmi vhodná, nakoľko cez ňu vieme overovať, či daná sieť je schopná komunikácie s inými uzlami. Taktiež vieme po vhodnom nastavení priepustnosti liniek a veľkosti ping-paketov testovať fragmentáciu, zahltenie smerovačov a ich následné správanie a iné javy v počítačových sieťach.

Ako bolo opísané vyššie, aktuálna verzia NS3 simulátora je dost zredukovaná na podporu IPv6 funkcií a protokolov. Preto sa snažíme vyťažiť čo najviac aj z toho mála čo nám ponúka.

### 1.5.5 Štruktúra trace súboru

Jedným z výstupných súborov simulátora je aj tzv. trace file, v ktorom sa ukladajú všetky pakety, ktoré boli posielané počas simulácie. Tento súbor bude podstatný pre tvorbu výstupných grafov simulácie. Jeho štruktúra je uvedené na príklade nižšie:

```
+      0.004      /NodeList/2/DeviceList/1/$ns3::CsmaNetDevice/TxQueue/Enqueue
ns3::EthernetHeader      (      length/type=0x86dd,      source=00:00:00:00:00:03,
destination=33:33:ff:00:00:03) ns3::Ipv6Header ((Version 6 Traffic class 0x0 Flow Label
0x0 Payload Length 32 Next Header 58 Hop Limit 255 ):: > ff02::1) ns3::Icmpv6NS (( type
= 135 (NS) code = 0 target = fe80::200:ff:fe00:3 checksum = 6521))
ns3::Icmpv6OptionLinkLayerAddress (( type = 1 length = 1 L2 Address = 00-06-
00:00:00:00:00:03)) ns3::EthernetTrailer (fcs=0)
```

Znak + na začiatku znamená, že sa jedná o prichádzajúci paket. Pre odchádzajúci paket sa používa znak -. Za ním sa nachádza čas , kedy bol v rámci simulácie odoslaný resp. prijatý.

Nasleduje identifikátor zariadenia a následne rozhrania na zariadení (/NodeList/2/DeviceList/1/). V uvedenom prípade sa jedná o sieťové zariadenie 2, konkrétne o jeho rozhranie s ID 1.

Pokračuje sa s Ethernetovou hlavičkou (type/length – v našom prípade 86dd – IPv6, zdrojová mac adresa a cieľová mac adresa.)

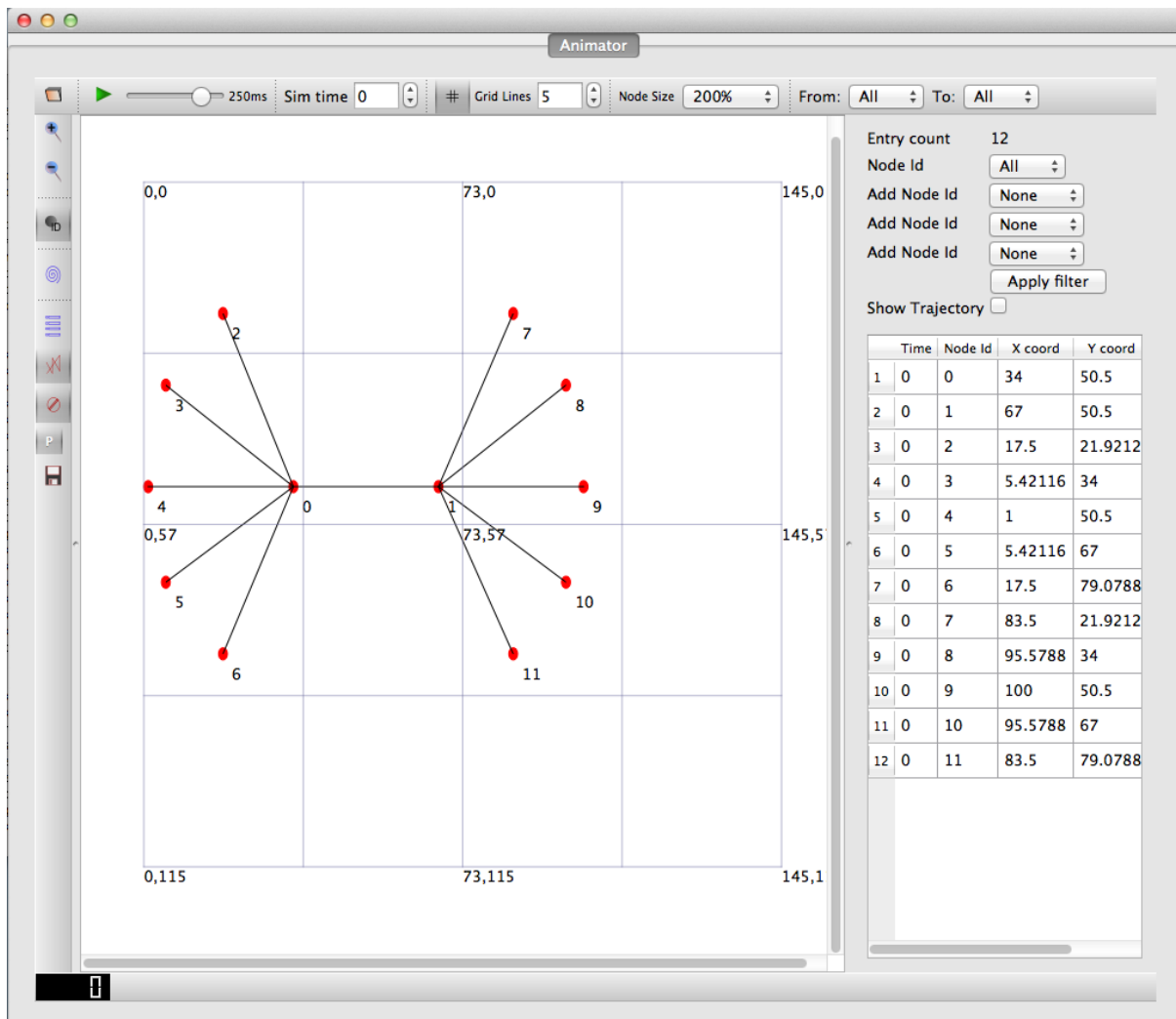
Nasleduje hlavička vnoreného protokolu – v našom prípade IPv6 so všetkými jej poliami (Version, Traffic Class, Flow Label, Payload Length, Next Header, Hop Limit)

Ďalej je uvádzaná hlavička vnoreného protokolu (zistí sa z poľa Next Header). V uvedenom prípade sa jedná o 58 – ICMPv6 protokol.

Nasleduje popis vnoreného protokolu a na koci sa nachádza ešte Ethernet trailer s fcs.

### 3.6. NetAnim

Pre animáciu výslednej simulácie ponúka NS-3 simulátor možnosť vo forme externej aplikácie NetAnim<sup>1</sup>. NS-3 simulácia poskytuje podľa zadaných kritérií výstup vo formáte XML. Tento súbor NetAnim transformuje na prehľadnú animáciu so všetkými parametrami siete a údajmi.



Obr. 1-18: GUI NetAnim

<sup>1</sup> [http://www.nsnam.org/wiki/NetAnim\\_3.104](http://www.nsnam.org/wiki/NetAnim_3.104)

### **3.7. Zhrnutie výberu modulu**

Na vypracovanie modulu sme si vybrali program NS-3. Stránka bude uložená na serveri so systémom Ubuntu ale testovaná aj pod systémom Debian a preto je táto voľba bezproblémová. Nenáročnosť simulátora na výpočtové prostriedky vyhovuje potrebným nárokom na vysokú prevádzku keďže bude simulátor používať viac ako jeden používateľ súčasne. Simulátor GNS je náročný na výpočet a vyžaduje nainštalovaný iOS spoločnosti Cisco. iOS nie je voľne dostupný, čo nevyhovuje našim potrebám.

Vývoj simulátora NS-3 vzhľadom na podporu IPv6 modulov je v súčasnosti dostatočne pokročilá a poskytuje dynamické smerovanie, podporu koexistencie protokolov IPv4 a IPv6 pomocou mechanizmu s dvojitém zasobníkom (dual stack), protokoly novej generácie ako sú ICMPv6.



## 4. Špecifikácia požiadaviek

Táto kapitola obsahuje požiadavky na navrhovaný portál. Požiadavky sú rozdelené do dvoch kategórií: funkcionálne a nefunkcionálne. Funkcionálne požiadavky spisujú vlastnosti portálu, ktoré má implementovať a poskytovať.

### 4.1. Funkcionálne požiadavky

➤ Portál poskytuje edukačné texty v logickom usporiadaní do kapitol

Táto požiadavka špecifikuje, aby navrhnutý portál poskytoval materiály o IPv6 v textovej forme. Tieto texty majú byť usporiadané do jednotlivých logických celkov (kapitol, podkapitol...).

➤ Portál zahŕňa a poskytuje aktuálnu pavučinu RFC dokumentov

Požaduje sa, aby v portály používateľ našiel aj pavučinu aktuálnych dokumentov, pričom pavučina RFC dokumentov sa vytvára na ich závislostiach a vzájomných odkazoch.

➤ Portál implementuje fórum

Portál má implementovať fórum pre používateľov. Každý používateľ, ktorý sa prišiel na portál vzdelávať, má právo sa pýtať. Pýtať sa môže prostredníctvom fóra rozdeleného do rôznych tém. Vo fóre používateľovi zodpovedajú otázky autori portálu alebo iní používatelia.

➤ Portál implementuje virtuálne simulačné prostredie

Požaduje sa, aby portál umožňoval používateľom otestovať svoje nadobudnuté znalosti v simulačnom prostredí. V tejto požiadavke je zahrnutá aj požiadavka na vyhodnotenie správnosti simulácie.

➤ Portál poskytuje testové úlohy

Požiadavka požaduje, aby portál poskytoval teoretické otestovanie používateľov. Nešpecifikuje sa, či ide o otázky typu „výber odpovede z možností“ alebo „zadanie odpovede“. Táto požiadavka, tak ako aj predchádzajúca, zahŕňa aj požiadavku na vyhodnotenie správnosti zadaných odpovedí.

## 4.2. Nefunkcionálne požiadavky

### ➤ Portál je webová aplikácia

Od navrhovaného portálu je požadované, aby fungoval ako webová aplikácia, čo zabezpečí portálu dostupnosť portálu cez webové prehliadače používateľa a teda prístupnosť odkiaľkoľvek a kedykoľvek.

### ➤ Portál má jednoduché rozhranie

Portál má obsahovať jednoduché rozhranie pre používateľa. To znamená, že používateľ pri svojej prvej návšteve portálu by nemal mať problémy rýchlo sa zorientovať v hlavnej ponuke portálu.

### ➤ Portál je zameraný výhradne na IPv6

Portál má zahŕňať problematiku Internet Protokolu verzie 6. Nemal by zachádzať do iných oblastí a zbytočne tak sypať na používateľa zbytočné informácie.

## 5. Návrh

V tejto kapitole sa zameriavame na opis návrhu portálu.

### 5.1. Štrukturálny návrh portálu

Architektúra navrhovaného portálu sa skladá z 5 modulov:

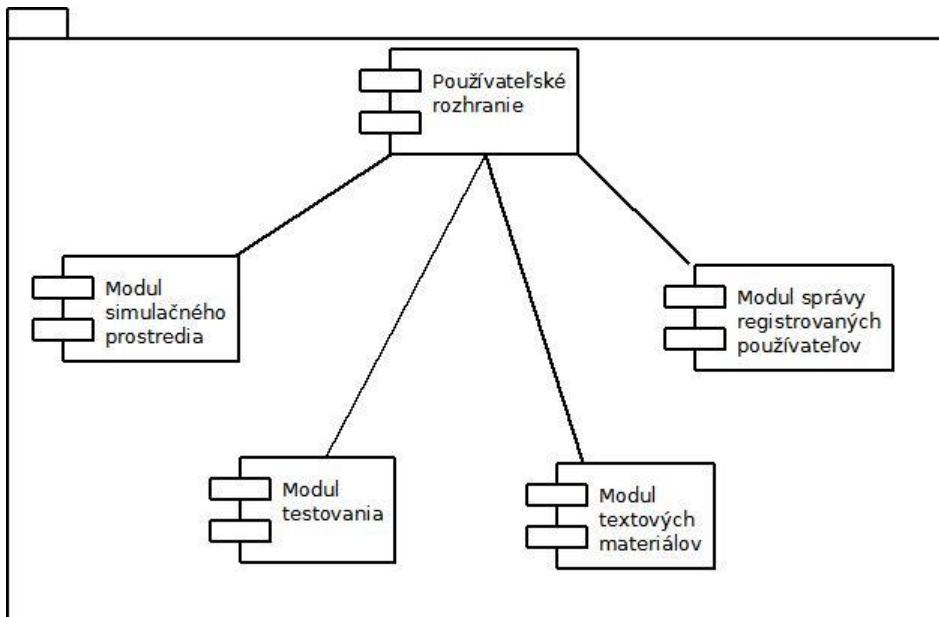
**Používateľské rozhranie** – modul poskytujúci grafické rozhranie medzi používateľom a samotným programom. Tento modul interpretuje používateľove príkazy a spracováva ich. Podľa zadaných príkazov spúšťa činnosti ďalších modulov.

**Modul simulačného prostredia** – implementuje možnosť simulácie virtuálneho prostredia. Tento modul zabezpečuje zobrazenie interaktívneho virtuálneho prostredia. Zabezpečuje tak praktické otestovanie používateľových znalostí pomocou simulátoru NS3.

**Modul testovania** – modul zabezpečuje testové odskúšanie používateľových znalostí.

**Modul textových materiálov** – modul, ktorý poskytuje textové materiály pre používateľa. Po vyžiadaní od používateľa cez Používateľské rozhranie, tento modul poskytne na výstup požadovaný text.

**Modul správy registrovaných používateľov** – modul, ktorý zabezpečuje správu registrovaných používateľov. Jeho úlohou je zabezpečiť registráciu a archivovanie používateľov.



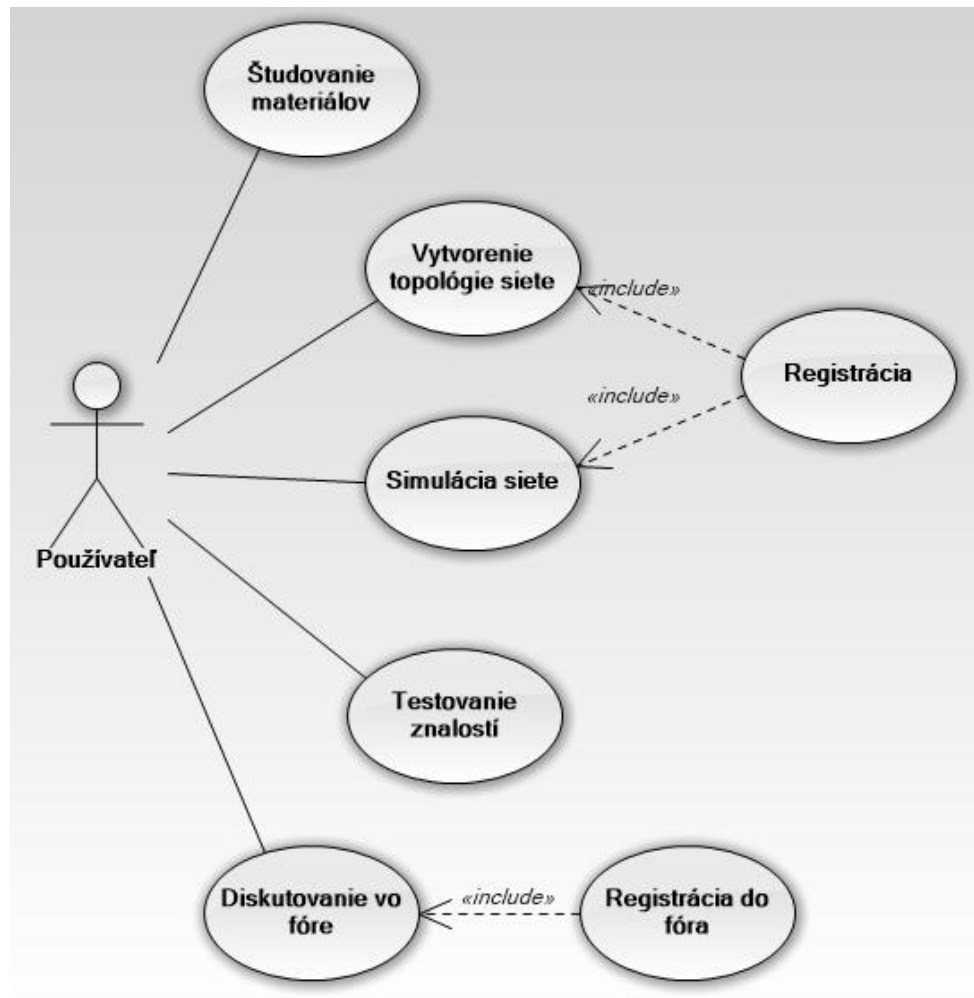
*Obr. 3-17: Moduly portálu*

## 5.2. Funkcionalita z pohľadu používateľa

Z pohľadu používateľa sa v portály implementujú nasledovné prípady po

### 5.2.1. Procesy prístupu k portálu

Na obrázku 3-2 sú znázornené prípady použitia pre používateľa. Celkovo portál poskytuje päť činností: štúdium materiálov, testovanie znalostí, vytváranie topológie siete, simuláciu topológie siete a diskusiu vo fóre. Niektorým z procesov sú venované zvlášť nasledujúce podkapitoly.



### 5.2.1.1. Proces registrácie

Tento proces zabezpečuje registrovanie návštevníka portálu do databázy používateľov. Niektoré činnosti portálu nevyžadujú od návštevníka vykonať proces registrácie.

Aktér: Používateľ

Vstupné podmienky: žiadne

Hlavný úspešný tok: registrácia používateľa

1. Návštevník portálu zvolí na domovskej stránke portálu možnosť *Registruj*
2. Systém vyžiada údaje od návštevníka potrebné pre identifikáciu a autentifikáciu
3. Návštevník vyplní údaje a odošle ich vybratím možnosti *Ďalej*
4. Systém vyžiada potvrdenie správnosti údajov
5. Návštevník údaje potvrdí
6. Systém odošle overovaciu správu na emailovú adresu zadanú používateľom v kroku 3.
7. Návštevník potvrdí svoju registráciu kliknutím na odkaz v prijatom emaili.
8. Týmto proces registrácie končí.

Alternatívny tok: používateľ je už registrovaný.

Tento tok sa aktivuje v bode 3. hlavného toku, ak návštevník zadal prihlasovacie údaje už existujúceho používateľa.

1. Systém oznámi, že zadaný používateľ už existuje
2. Návštevník sa kliknutím *späť* vráti do bodu 3. hlavného toku
3. Prípád použitia končí.

Alternatívny tok: nezadané povinné údaje

Tento tok sa aktivuje v bode 3. hlavného toku, ak návštevník nezadal povinné údaje registračného formulára alebo platnú emailovú adresu.

1. Systém návštevníkovi oznámi, že neboli vyplnené všetky údaje
2. Návštevník sa kliknutím *späť* vráti do bodu 3. hlavného toku
3. Prípád použitia končí.

### 5.2.1.2. Proces testovania znalostí

Tento proces zabezpečuje otestovanie znalostí prihláseného používateľa. Testovanie si môže vykonať iba registrovaný používateľ. Na začiatku si používateľ vyberie test zo skupiny testov.

Aktér: používateľ

Vstupné podmienky: úspešný proces registrácie

Hlavný úspešný tok:

1. Používateľ spúšťa prípad použitia kliknutím *Generuj test*
2. Systém vyzve používateľa ku špecifikovaniu kritérií testu
3. Používateľ zvolí kritéria podľa vlastného uváženia a potvrdí kliknutím *Generuj*
4. Systém podľa zadaných kritérií vygeneruje otázky testu a zobrazí ich používateľovi
5. Používateľ zodpovie na otázky
6. Používateľ pokračuje kliknutím na *Vyhodnotiť test*
7. Systém vyhodnotí úspešnosť používateľových odpovedí a zobrazí mu výsledok
8. Prípad použitia končí.

Alternatívny tok: neprihlásený používateľ

Tento scenár sa aktivuje v bode 1., ak používateľ nebol prihlásený a klikol *Generuj test*.

1. Systém upozorní používateľa, že generátor testov je prístupný len pre prihlásených používateľov
2. Prípad použitia končí.

### 5.2.1.3. Proces vytvorenia topológie siete

Tento proces obsluhuje samotné vytváranie topológie siete. Môže ho spustiť len prihlásený používateľ. Výsledkom procesu je vytvorený súbor, ktorý môže byť simulovaný v procese simulácie.

Aktér: používateľ

Vstupné podmienky: úspešný proces registrácie

Hlavný úspešný tok:

1. Tok začína používateľ kliknutím na odkaz *NS3 modul*
2. Systém poskytne používateľovi možnosti NS3 modulu
3. Používateľ vyberie možnosť *Vytvor topológiu*
4. Používateľ potvrdí výber kliknutím *Vytvor topológiu*
5. Systém vytvorí sprievodcu
6. Používateľ sa riadi pokynmi sprievodcu a zadáva parametre topológie
7. Na konci sprievodcu používateľ zvolí *uloženie súboru*
8. Systém uloží vytvorený súbor pod ID používateľa, ktorý ho vytvoril
9. Prípad použitia končí

Alternatívny tok: neprihlásený používateľ

Tento scenár začína v kroku 1. hlavného toku, ak ku modulu NS3 sa pokúša prístupit' neprihlásený používateľ.

1. Systém informuje používateľa, že prístup je len pre prihlásených používateľov
2. Prípad použitia končí.

Alternatívny tok: výber inej možnosti

Tento scenár začína v bode 3. hlavného toku, ak používateľ zvolil inú z ponúknutých možností.

1. Systém pokračuje príslušným zvoleným procesom



#### 5.2.1.4. Proces simulácie siete

Proces simulácie siete pokrýva činnosť simulačného skriptu NS3 modulu. Simuláciu môže vykonať len prihlásený používateľ.

Aktér: používateľ

Vstupné podmienky: úspešný proces registrácie

Hlavný úspešný tok:

1. Používateľ pristúpi k modulu NS3 kliknutím na jeho odkaz.
2. Systém ponúkne používateľovi možnosti modulu NS3.
3. Používateľ vyberie súbor, ktorý chce simulovať:
  - a. Vložením vlastného súboru cez možnosť *Vlož .cc alebo .py súbor*
  - b. Vybratím z vytvorených súborov cez proces vytvorenia topológie možnosťou *Vyber z mojich súborov*
  - c. Vybratím jedného súboru z príkladov cez možnosť *Vyber z príkladov*
4. Používateľ pokračuje stlačením *Simuluj*.
5. Systém spustí simuláciu nad zadaným súborom.
6. O priebehu simulácie a o jeho skončení systém informuje používateľa
7. Používateľ sa vráti na stránku NS3 modulu možnosťou *Späť na stránku*
8. Systém poskytne používateľovi výstupné súbory všetkých odsimulovaných súborov
9. Používateľ si vyberie súbor, ktorý chce zobrazit'
10. Systém zobrazí vybraný súbor
11. Prípád použitia končí

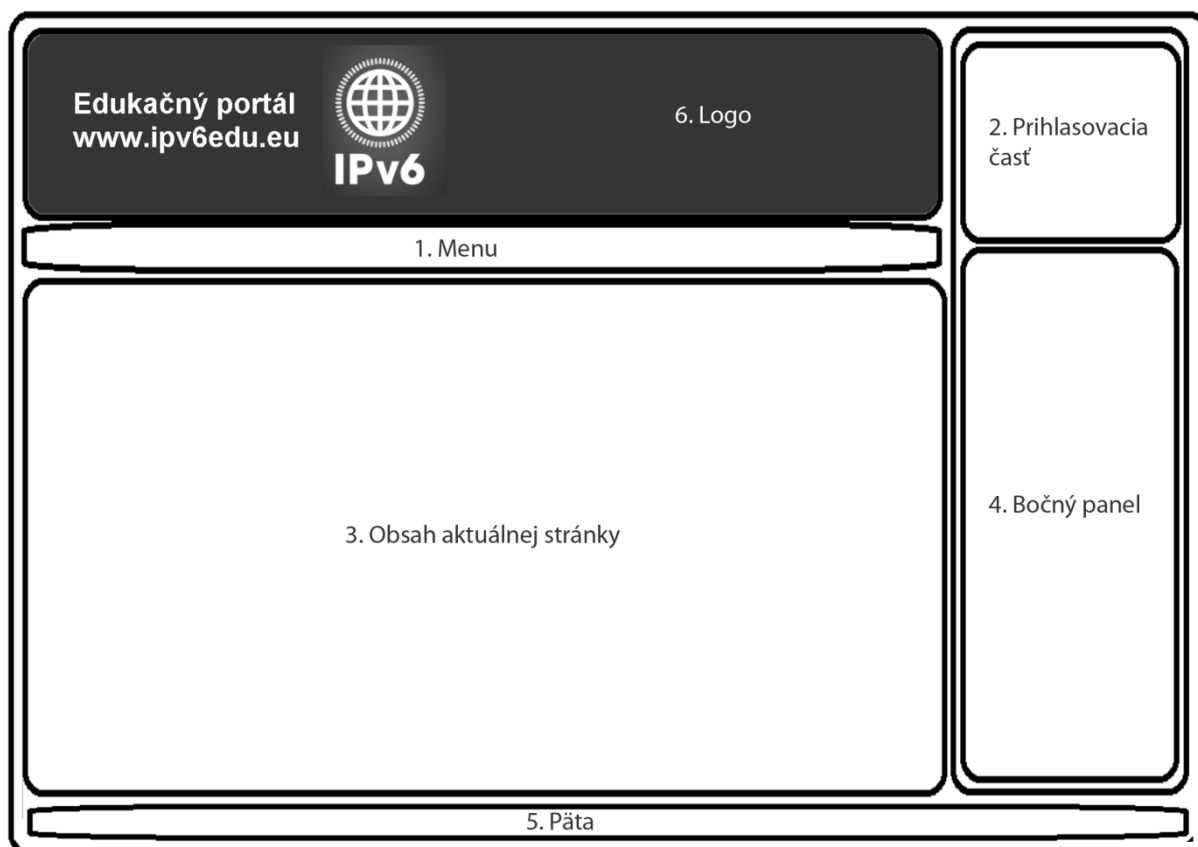
Alternatívny tok: neprihlásený používateľ

Tento scenár začína v kroku 1. hlavného toku, ak ku modulu NS3 sa pokúša pristúpiť neprihlásený používateľ.

1. Systém informuje používateľa, že prístup je len pre prihlásených používateľov
2. Prípád použitia končí

### 5.3. Návrh grafického rozhrania web stránky portálu

V tejto kapitole je opísaný náš navrhovaný edukačný portál. Na obr. č. X je zobrazený návrh úvodnej web stránky. Táto úvodná stránka sa skladá z niektorých hlavných častí, ktoré opíšem podrobnejšie. Návrh sa bude ešte s najväčšou pravdepodobnosťou ešte rozširovať podľa potrieb, ktoré budú zistené počas implementácie.



Obr. 3-19.: Rozloženie stránky

## **1. Menu**

Menu bude obsahovať nasledujúcich 9 základných sekcií. Položky obsahujú sekcie, tie obsahujú podsekcie a tieto sa zobrazia po zastavení kurzoru myši na danej sekcií.

### **1. IPv6 aktuality**

Táto sekcia neobsahuje žiadne pod sekcie. V tejto časti nášho portálu sú pravidelne pridávané aktuálne články o aktuálnej situácii o IPv6.

### **2. Zoznámte sa s IPv6**

- I. Úvod
- II. Štruktúra IPv6
- III. Prechod z IPv4 na IPv6
- IV. Bezpečnosť IPv6
- V. RFC Štandardy

### **3. Použitie IPv6**

- I. Testovací modul IPv6
- II. Test pripojenia IPv6
- III. Verifikátor IPv6 adres

### **4. Video**

- I. Výučba videami
- II. Videá z konferencií

### **5. Odkazy**

- I. Plánované konferencie o IPv6
- II. Tréningové kurzy a certifikáty
- III. Edukačné portály o IPv6

### **6. Stiahnuť**

- I. Prezentácie a videa z konferencií
- II. Knihy

### **7. Testovanie**

- I. Kvíz
- II. Testy
- III. Ankety

### **8. Fórum**

Po kliknutí na sekciu fórum Vás premiestni na inú stránku, kde bude využívaný modul

### **9. O nás**

Všetky údaje o našom tíme a taktiež odkaz na stránku nášho tímového projektu.

### **10. Profil**

Sekcia profil sa zobrazí len prihláseným používateľom a bude v nej možné upravovať údaje prihláseného používateľa.

## **2. Prihlasovacia časť**

Používateľ má možnosť si prezerať edukačný portál bez prihlásenia, no po prihlásení sa mu zobrazia ďalšie možnosti, napríklad komentovanie článkov. V prihlasovacej časti sa bude možné registrovať alebo prihlásiť po zadaní prihlasovacieho mena a hesla.

## **3. Obsah stránky**

Obsah stránky je dynamický podľa toho v akej sekcii sa nachádzame.

## **4. Bočný panel**

V najvrchnejšej časti sa bude nachádzať vyhľadávanie na stránke a na Googli. Bočný panel bude slúžiť na informovanie používateľov o nových zmenách na stránke, taktiež vytvoríme radankiet, ktoré sa budú striedať, a takto ľahko a rýchlo získame výsledky od používateľov, pretože takáto anketa bude viditeľná pri prezeraní hocijakej stránky na portáli. V tomto bočnom paneli bude taktiež priestor pre reklamu.

## **5. Päta**

V päte stránky sa budú nachádzať kontaktné údaje na výrobcov stránky a päta bude taktiež obsahovať mapu stránok, ktorá uľahčí používateľovi sa rýchlejšie orientovať na našom portáli.

## **6. Logo**

Logo stránky máme navrhnuté, no možno ho ešte zmeníme po presnejšom grafickom návrhu celej stránky, aby ladilo s farebnou škálou celého edukačného portálu.

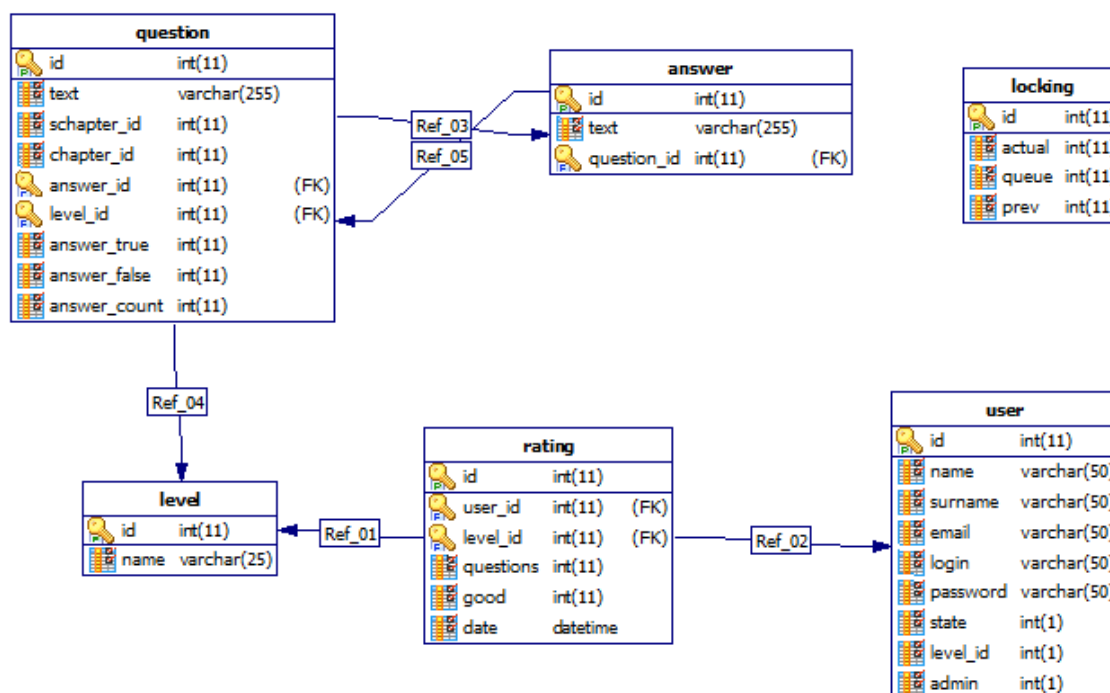
## **Fórum:**

Vytvorenie fóra pre návštevníkov nášho portálu, ktoré bude umožňovať diskutovať a riešiť rôzne problematiky o internetovom protokole IPv6. Použijeme už vytvorenú štruktúru fóra, ktorú nastavíme podľa našich potrieb. Daná štruktúra nám umožní vytvárať kategórie, v ktorých sa budú nachádzať témy vytvorené autormi i používateľmi. Používatelia budú môcť pridávať príspevky do daných tém, čím sa vlastne vytvorí diskusia, ktorá bude môcť viesť k vyriešeniu problému. Štruktúra fóra sa bude počas meniť počas chodu stránky podľa zistení potrieb používateľov, taktiež môžu byť zmenené kategórie. Na začiatku budú pravidlá a návody, ako vytvárať a prispievať do tém.

### 3.4 Návrh databázy

V tejto kapitole je opísaný návrh databázy navrhovaného portálu. Na obrázku 3-4 je zobrazený entitno relačný diagram, ktorý znázorňuje prepojenie medzi tabuľkami v databáze, a určuje dátové typy stĺpcov. Databáza sa nazýva a4534065\_ipv6edu a export v súbore typu .sql je uložený na priloženom elektronickom médiu.

Entitno relačný diagram



Obr. 3-4.: Rozloženie stránky

Medzi tabuľkami question a answer sú zložitejšie referencie. Pretože každá položka v tabuľke odpovedí „answer“ je priradená k práve jednej položke otázke „question“. V tabuľke otázka je položka „answer\_id“, ktorá určuje správnu odpoveď, ktorá je v tabuľke odpovedi „answer“.

## 6. Implementácia výsledného produktu

Výsledný produkt bol migrovaný zo servera prototypu na vlastný server na adrese <https://178.62.248.153/>. Táto adresa je konečná a dostupná verejne z akejkoľvek lokácie. Dôvodom migrácie je potreba výpočtového výkonu na spracovanie skriptov simulátora a celková možnosť inštalovať simulátor NS-3. Softvér má veľké požiadavky na voľný priestor na disku, čo v konečnom dôsledku vytvára požiadavku na 10GB voľného priestoru na serveri.

### 6.1. Implementovanie funkcionalít do webovej stránky

Počas semestra bolo najviac úsilia vynaloženého na sprevádzkovanie simulátora NS-3 a vytvorenie modulu na pridanom odkaze v pravej hornej časti menu pod názvom „NS-3 modul“. Na stránke sa nachádza viacero odkazov na modul podľa potreby odkázania na otestovanie aktuálne preberanej časti. Modul je prevažne určený pre expertov a vyžaduje čiastočnú znalosť vytvárania programov pre NS-3. Pre užívateľov nepoužívajúcich tento simulátor je možnosť spustiť niekoľko príkladov predvolených v našom module. V časti modulu sú zobrazené odkazy na dokumentáciu NS-3 ako aj príklady programov. Pomocou možnosti „Vlož .cc alebo .py súbor“ je preto možné jednoducho spustiť akýkoľvek z príkladov na stránke.

**NS-3 IPv6 simulátor**

Manuál na vytváranie NS3 simulácií  
 NS3 **Dokygen**

Vyber spôsob vloženia simulácie:

Vlož .cc alebo .py súbor

Vytvor topológiu s príponou .cc

Vyber z mojich súborov ping6.cc

Vyber z príkladov test-ipv6.cc

---

Výstupy mojich odsimulovaných súborov:  
 Meno Meno súboru Stiahnuť Zobrazíť Odstrániť

Výstupy príkladov odsimulovaných súborov:  
[graf 1 - test](#)

*Obr. 4-20: Ukážka vstupnej stránky do NS-3 modulu*

Z pôvodného návrhu bola pridaná funkcionálna fórum, doplnené materiály na výučbu ako aj testové otázky súvisiace s novými témami a v poslednom rade zaktívované všetky tlačidlá na stránke, ktoré boli dovtedy nefunkčné a odkazovali na seba.

#### 4.1.1 Hodnotenie používateľa

Používateľ po registrácii nemá žiadne hodnotenie. Prvé hodnotenie sa mu vygeneruje až po vykonaní piatich testov. Pri každom teste si môže vybrať úroveň a počet otázok. Pri vyhodnotení sa berie do úvahy počet správnych odpovedí ku všetkým otázkam a pre násobený daným koeficientom pre úroveň testu. Následne sa zo hodnotení testov vypočíta priemer a táto hodnota je celkové hodnotenie používateľa, ktoré sa nezapisuje v databáze ale je vždy vypočítané z uložených výsledkov testov.



## 6.2. Dizajn hlavnej stránky

Vzhľad stránky je implementovaný ako kombinácia jazykov HTML5 a CSS3. Tieto jazyky postačia na vytvorenie dynamickej stránky s priemernou náročnosťou otvorenia. Návrh dizajnu prototypu zodpovedá Hrubému návrhu stránky.

Na úvodnej stránke v časti obsah aktuálnej stránky bude zobrazená aktualita pomocou prezentácie aktualít postupne sa meniacich v intervale tri sekundy. Táto prezentácia je implementovaná v jazyku CSS3. Užívateľ si môže vybrať z troch náročností obsahu stránok rozdelených:

- Začiatočnícka
- Pokročilá
- Expertná


Na úvodnej stránke je dostupný celý obsah kapitol. Kapitoly sú rozdelené podľa tejto náročnosti a na konci kapitoly je dostupný test. Ktorý bude v rámci prototypu len demonštrovaný na jednom exemplári.

V pätičke stránky sú dostupné odkazy na stránky s podobnou tematikou ako aj inštalčné súbory potrebné pre testovanie neskôr implementovaného modulu. Ďalej je v pätičke dostupné generovanie testov len pre prihlásených užívateľov podľa počtu otázok, podkapitoly a úrovne testu. Kliknutím na odkaz kontakt je možné zaslať správu na tímový mail [tim.tipsix@gmail.com](mailto:tim.tipsix@gmail.com).

Z ponúkaných záložiek umiestnených na pravej hornej strane stránky a ľavej dolnej strane budú aktívne:

- DOMOV – zobrazenie domácej stránky
- O NÁS – krátky popis tímu TIPSix
- KONTAKTY – Možnosť kontaktovať členov tímu.

Záložky v hornej lište nad aktualitami poskytujú teoretické podklady tém. V prvotnom prototypu riešime zatiaľ textové podklady.



Všetchno, čo potrebujete vedieť o IPv6

[DOMOV](#)
[O NÁS](#)
[FÓRUM](#)
[PROFIL](#)
[KONTAKTY](#)
[NS3 MODUL](#)

1. Úvod

2. Prehľad protokolu

3. Nové vlastnosti

4. Bezpečnosť

5. Možnosti nasadenia


6. Nasadenie IPv6

Login:

Heslo:

[Prihlásiť sa](#)


[Registrovať](#)



**Už jeden a pol roka je spustená IPv6**  
 Od júna minulého roka sa spustil projekt permanentnej implementácie IPv6 zariadení do IPv4 počítačovej siete.


[Zobrazíť viac](#)

### Úroveň kapitol:

 **Začiatocnicke**


Táto časť sa venuje popisu protokolu IPv6 ako aj porovnanie s predošlým protokolom.

[ZAČNI TERAZ](#)

 **Pokročilé**

Táto časť vysvetľuje časti bezpečnosti IPv6 a mechanizmy koexistencie protokolov IPv6 a IPv4.

[ZAČNI TERAZ](#)

 **Expertné**

Najnáročnejšia časť tém je venovaná primárne expertom, ktorí majú znalosti z oblasti počítačových a komunikačných systémov a sietí. Časť pre expertov sa venuje konfigurácii sieťových zariadení na simulátore.

[ZAČNI TERAZ](#)

[TESTOVANIE](#)

[PROGRAMY NA STIAHNUTIE](#)

[ĎALŠIE IPV6 PORTÁLY](#)

[KONTAKT](#)

Obr. 4-21: Domovská stránka portálu

### 6.3. Štruktúra portálu

Stránka vyžaduje na spustenie PHP server. Základ portálu je dostupný v súbore index.php a použité štýly v style.css. Portál je klasicky rozdelený na hlavičku, telo a päť. V hlavičke sú umiestnené odkazy, logo a motto portálu. Telo obsahuje v úvodnej stránke prezentáciu aktualít a rozdelenie podľa úrovne kapitol. Päť portálu pozostáva z odkazov na testovanie, programy na stiahnutie, ďalšie IPv6 portály, kontakt a odkazy hlavné menu.

Na prvej strane web stránky je zobrazovaná prezentácia aktualít vkladaná v tvare:

```
<div class="slider-holder">
<a href="#" class="prev"></a>
  <span class="slider-shadow"></span>
  <div class="flexslider">
    <ul class="slides">
      <li>
        
        <div class="slide-cnt">
          <h3>Už jeden a pol roka je spustená IPv6</h3>
          <p>Od júna minulého roka sa spustil projekt permanentnej
implementácie IPv6 zariadení do IPv4 počítačovej siete.</p>
          <a href="#" class="slider-btn"><span></span>Zobrazit' viac</a>
        </div>
      </li><li>
        
        <div class="slide-cnt">
          <h3>IPv6 kongress riešil problémy prechodu globálnej siete
na protokol IPv6</h3>
          <p>1. a 2. Októbra tohto roku sa konal v Singapúre
stretnutie založené "IPv6 world congress". Riešili sa ponuky hladkého prechodu
spoločností na IPv6 infraštruktúru sietí.</p>
          <a href="#" class="slider-btn"><span></span>Zobrazit' viac</a>
        </div>
      </li>
    </ul>
  </div>
```

```
<div class="col">
  <h3 class="save-ico"><a href="#">Expertné</a></h3>
  <p>Najnáročnejšia časť tém je venovaná primárne expertom,
ktorý majú znalosti z oblasti počítačových a komunikačných systémov a
sietí. Časť pre expertov sa venuje konfigurácii sieťových zariadení na
simulátore.</p>
  <a href="#" class="more">ZAČNI TERAZ</a>
</div>
```

Tie sú zoradené podľa CSS umiestnenia deklaráciou „float“ aby boli umiestnené vedľa seba, pozadie je uložené v /css/images a šírka a výška sú presne dané pre zamedzenie deformácie ponuky v prípade otvorenia v zariadeniach s menším displejom. Súbor style.css definuje triedy „col“ a „cols“ nasledovne:

```
.main .cols { padding-bottom: 54px; }

.main .cols .col { width: 280px; float: left; }
.main .cols .col:last-of-type { width: 274px; }
.main .cols .col + .col { padding-left: 55px; }

.main .cols .col h3 { padding-bottom: 14px; padding-left: 50px; }
.main .cols .col h3 a { color: #000; }
.main .cols .col h3 a:hover { text-decoration: none; color: #333; }
.main .cols .col h3.starter-ico { background: url(images/save-ico.png) no-repeat 0 0; }
.main .cols .col h3.awesome-ico { background: url(images/awesome-ico.png) no-repeat 0 0; }
.main .cols .col h3.save-ico { background: url(images/starter-ico.png) no-repeat 0 0; }
.main .cols .col p { padding-bottom: 10px; }
.main .cols .col a.more { text-transform: uppercase; }
```

## 6.4. Štruktúra tvorby súboru topológie siete

Tvorba zdrojových súborov reprezentujúcich počítačovú sieť pre simuláciu je rozdelená do logických celkov:

### Zahrnutie potrebných hlavičkových súborov

V prvom kroku sa do súboru nahrávajú riadky, ktoré budeme potrebovať, pretože tieto nám vkladajú knižničné a hlavičkové súbory, ktorými je náš kód závislý.

```
...
#include "ns3/core-module.h"
#include "ns3/simulator-module.h"
#include "ns3/node-module.h"
#include "ns3/helper-module.h"
#include "ns3/netanim-module.h"
...
```

### Vytvorenie zadaného počtu inštancií uzlov

V tomto prípade vytvárame inštancie triedy *NodeContainer*, ktorá je akýmsi reprezentantom zoznamu (haldy, skupiny, kontajner) sieťových uzlov. Vytvoríme si dve inštancie tejto triedy – jednu pre smerovače, druhú pre koncové stanice. *N* je počet uzlov v konkrétnom kontajneri.

```
...
NodeContainer smerovace;
smerovace.Create (n);
NodeContainer pocitace;
pocitace.Create (n);
...
```

### Vytvorenie spojenia

Spojenia môžu byť viacerých typov, my však budeme uvažovať *peer-to-peer* spojenia a CSMA spojenia. Obe linky sú inštancie tzv. Helperov (*PointToPointHelper* a *CsmaHelper*). Obom typom liniek môžeme nastaviť atribúty ako rýchlosť linky, oneskorenie a MTU.

```
...
PointToPointHelper p2p_XY;
p2p_XY.SetDeviceAttribute ("DataRate", StringValue ("5Mbps"));
p2p_XY.SetChannelAttribute ("Delay", StringValue ("2ms"));
p2p_XY.SetDeviceAttribute ("Mtu", UIntegerValue (1400));

CsmaHelper csma_XY;
Csma_XY.SetChannelAttribute ("DataRate", StringValue ("100Mbps"));
Csma_XY.SetChannelAttribute ("Delay", TimeValue (NanoSeconds
(6560)));
...
```

Keď už máme zoznam sieťových zariadení (počítačov a smerovačov), máme vytvorené linky (máme ich teda čím prepojiť), vytvoríme si skupinky zariadení, ktoré majú byť v jednom spojení – v bežnej LAN CSMA sieti ľubovoľný počet zariadení, v P2P sieti len dve zariadenia.

```
...
NetDeviceContainer devices;
devices = p2p_XY.Install (smerovace);
//alebo devices = p2p.Install(smerovace.Get(0), smerovace.get(1));
//alebo devices = p2p.Install(n0, r1);

NodeContainer siet_XY;
Siet_XY.Add (pocitace.Get (1));
...
```



### Inštalácia Internet Stack

Každé jedno zariadenie, ktoré je pripojené na sieť, podporuje Internet Stack. Počas celého procesu generácie kódu sa prakticky využíva len jedna jej inštancia.

```
...  
InternetStackHelper stack;  
stack.Install (nodes);  
...
```

## 6.5. Spracovanie dát na výstupe simulácie

Samotná simulácia z NS3 generuje súbory typu \*.pcap a \*.tr. Používateľ má možnosť si tieto súbory stiahnuť a otvoriť lokálne vo svojom počítači, no môže si samozrejme pozrieť obsah pcap súborov aj cez portálové rozhranie. Taktiež má k dispozícii na zobrazenie grafy, ktoré vypovedajú o rôznych štatistikách z dátových prenosov v simulácií.

Zobrazovanie PCAP súborov spolu s popismi jednotlivých paketov a taktiež generovanie dát pre grafy sa vykonáva prostredníctvom dvoch skriptu. Tie sú napísané v jazyku C Shell a umiestnené v jednom z priečinkov na serveri, kde je aj samotný NS3 simulátor. Oba skripty sú dost podobné vzhľadom na štruktúru kódu. Rozdiel je v tom, že jeden z nich generuje dáta pre grafy vzhľadom na celú sieťovú topológiu, pričom druhý generuje dáta pre rovnaký typ grafov ale vzhľadom na jednotlivé sieťové rozhrania. Skripty obsahuje viacero prepínačov, podľa toho, čo sa potrebuje generovať. Pre používateľa je skript neviditeľný. Používateľ iba v module simulátora spustí simuláciu a po nej už reálne vidí grafický výstup v podobe grafov.

Spomínaný skript produkuje nasledovné informácie:

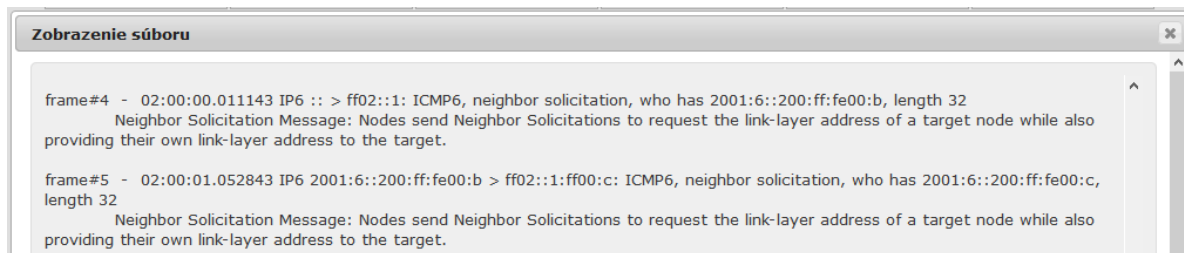
- výpis pcap súboru
- výpis pcap súboru aj s komentármi pre vysvetlenie jednotlivých paketov
- generovanie dát pre grafy 1 až 10



### 6.5.1. Výpis pcap súboru

Úlohou skriptu je v tomto prípade vypísať obsah vybraného pcap súboru a jednotlivé riadky (pakety) vhodne okomentovať pre vysvetlenie ich významu.

Pcap súbory vypísané cez *tcpdump* príkaz majú vo výpise pevnú štruktúru. Jednotlivé riadky (pakety) majú v sebe krátke popisy, z ktorých možno identifikovať napríklad o aký typ ICMPv6 správy sa jedná, alebo či daný paket je ping alebo nejaký fragment. Preto je vhodné sa zamerať len na konkrétne stĺpce a na základe ich obsahov vhodnými príkazmi doplniť komentár k daným paketom. Napríklad, ak paket predstavuje *Router Advertisement Message*, tak v jeho obsahu nájdeme stĺpec s hodnotou „RA“. Potom už jednoduchou podmienkou vieme k danému paketu doplniť vhodný preddefinovaný komentár.



```
Zobrazenie súboru
-----
frame#4 - 02:00:00.011143 IP6 :: > ff02::1: ICMP6, neighbor solicitation, who has 2001:6::200:ff:fe00:b, length 32
Neighbor Solicitation Message: Nodes send Neighbor Solicitations to request the link-layer address of a target node while also
providing their own link-layer address to the target.

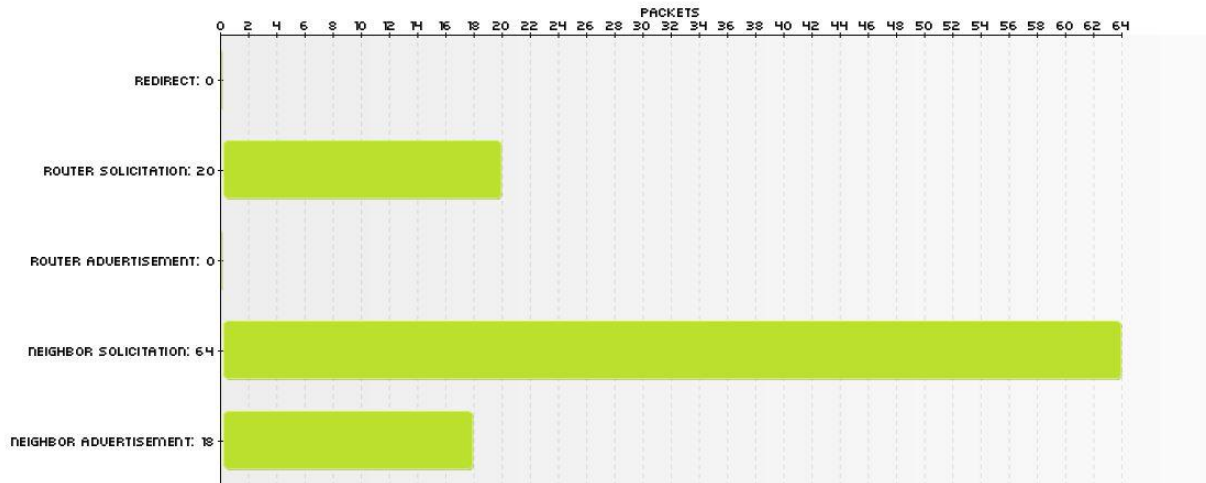
frame#5 - 02:00:01.052843 IP6 2001:6::200:ff:fe00:b > ff02::1:ff00:c: ICMP6, neighbor solicitation, who has 2001:6::200:ff:fe00:c,
length 32
Neighbor Solicitation Message: Nodes send Neighbor Solicitations to request the link-layer address of a target node while also
providing their own link-layer address to the target.
```

Obr. 4-22: Príklad výpisu pcap súboru s popismi

### 6.5.2. Generovanie dát pre grafy

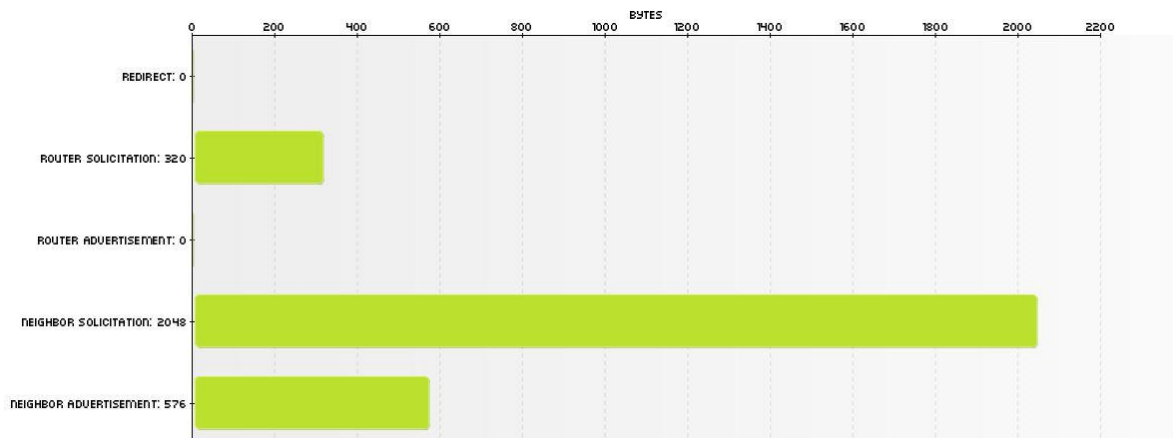
Ďalšou úlohou skriptu je vygenerovať dátové súbory, ktoré obsahujú dáta pre generáciu grafov. Generácia týchto údajov spočíva v parsovaní .tr výstupného súboru simulácie. Z tohto súboru sa vyberú potrebné údaje pre konkrétny graf. Presnejší popis grafov je v nasledujúcej časti:

**Graf 1** zobrazuje porovnanie počtov prenesených paketov jednotlivými typmi správ ICMPv6. Je reprezentovaný ako stĺpcový graf. Z grafu sa dá pekne porovnať pomer medzi počtami paketov patriacich správam *Redirect*, *Router Solicitation*, *Router Advertisement*, *Neighbor Solicitation* a *Neighbor Advertisement*.



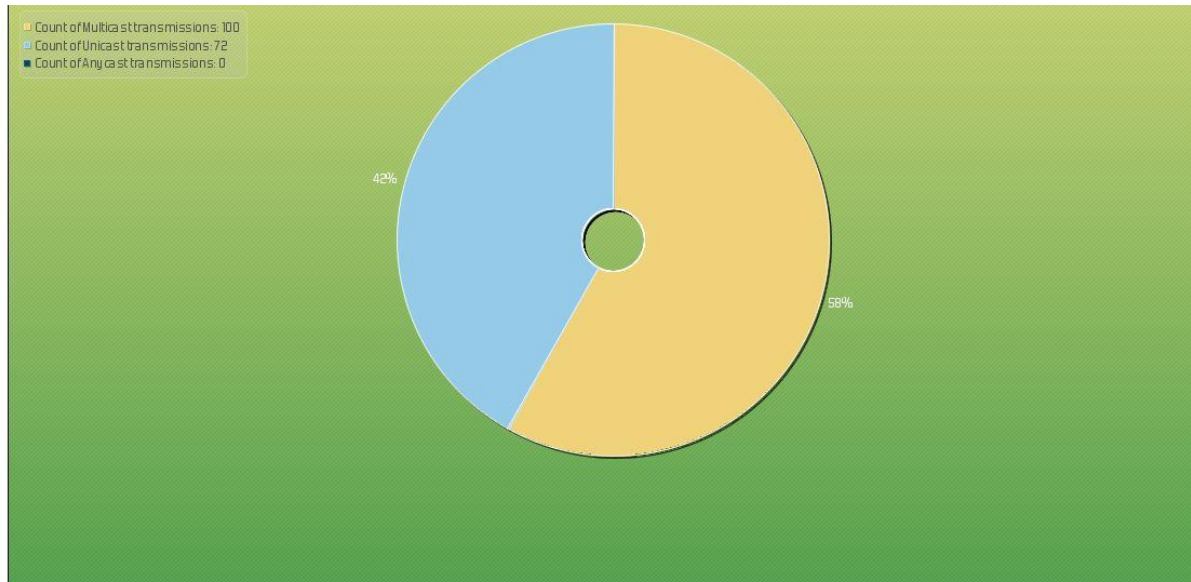
Obr. 4-4: Graf 1

**Graf 2** je obdobou grafu 1. Zobrazuje porovnanie veľkosti prenesených dát jednotlivými typmi sprav ICMPv6. Je reprezentovaný ako stĺpcový graf. Z grafu sa dá pekne porovnať pomer medzi veľkosťou dát patriacich správam *Redirect*, *RouterSolicitation*, *RouterAdvertisement*, *NeighborSolicitation* a *NeighborAdvertisement*.



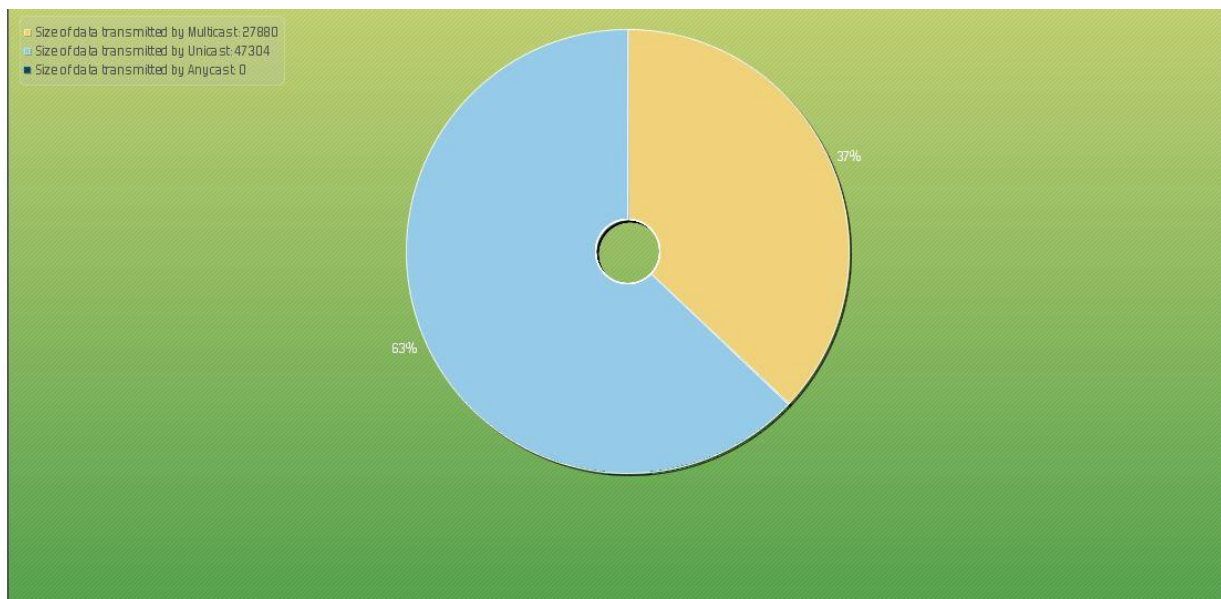
Obr. 4-5: Graf 2

**Graf 3** zobrazuje pomer počtu paketov medzi typmi prenosov. To znamená, koľko paketov sa posielalo prostredníctvom multicast-u, koľko prostredníctvom unicast-u a koľko prostredníctvom anycast-u.



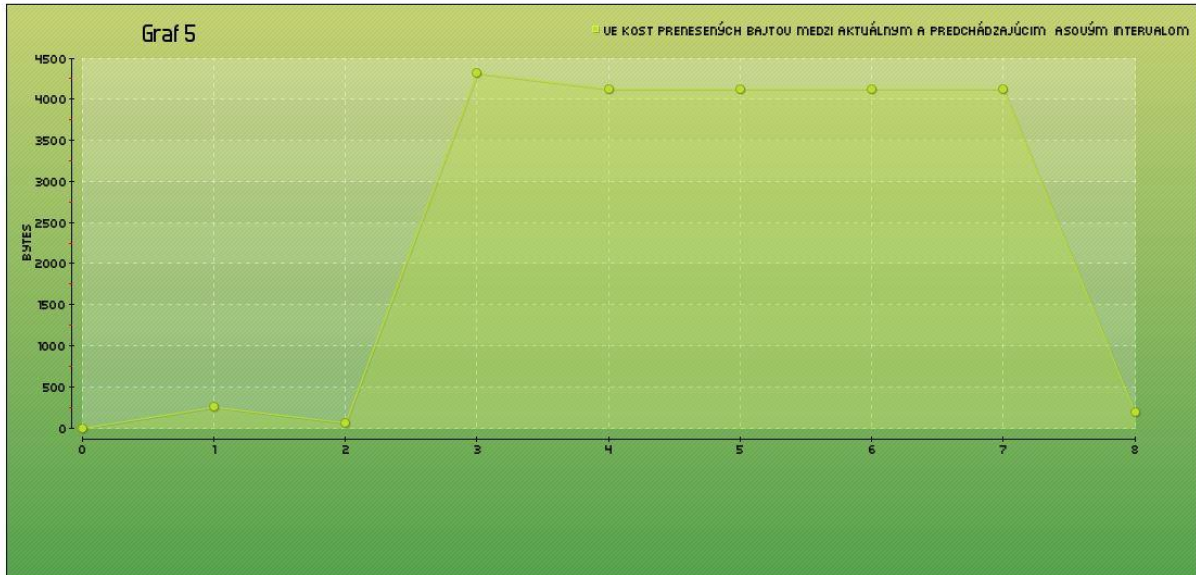
*Obr. 4-6: Graf 3*

**Graf 4** je obdobou grafu 3. Zobrazuje pomer veľkostí prenesených dát medzi typmi prenosov. To znamená, aké množstvo dát sa poslalo prostredníctvom multicast-u, aké prostredníctvom unicast-u a aké prostredníctvom anycast-u.



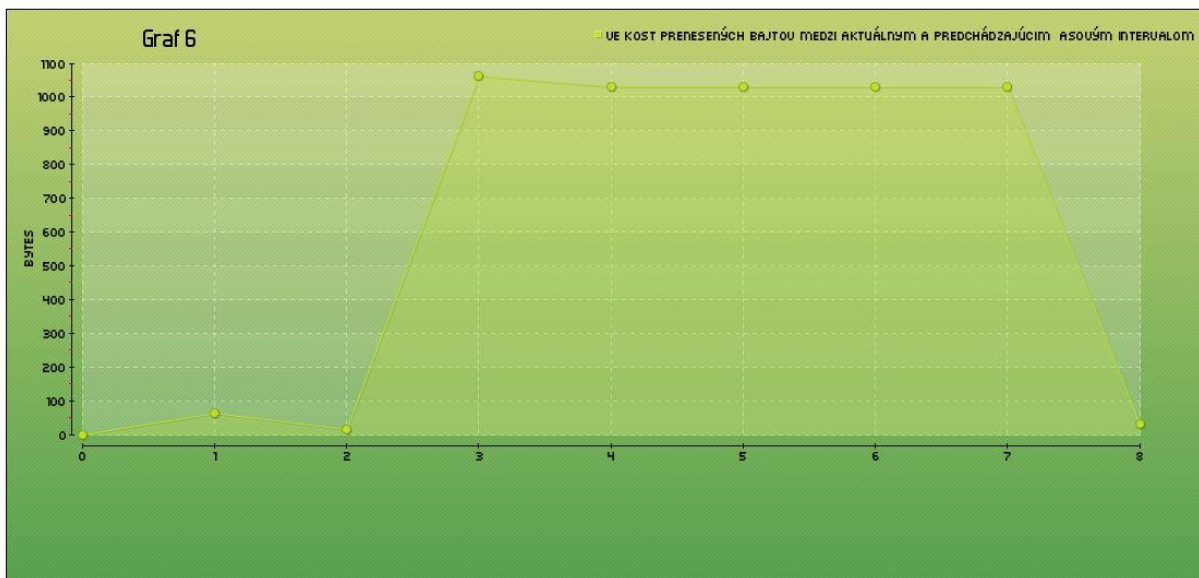
*Obr. 4-7: Graf 4*

**Graf 5** zobrazuje zaťaženie siete v jednotlivých časových intervaloch. Koľko dát bolo prenesených medzi susednými časovými intervalmi, pričom do úvahy sa berú iba prijímané dáta.



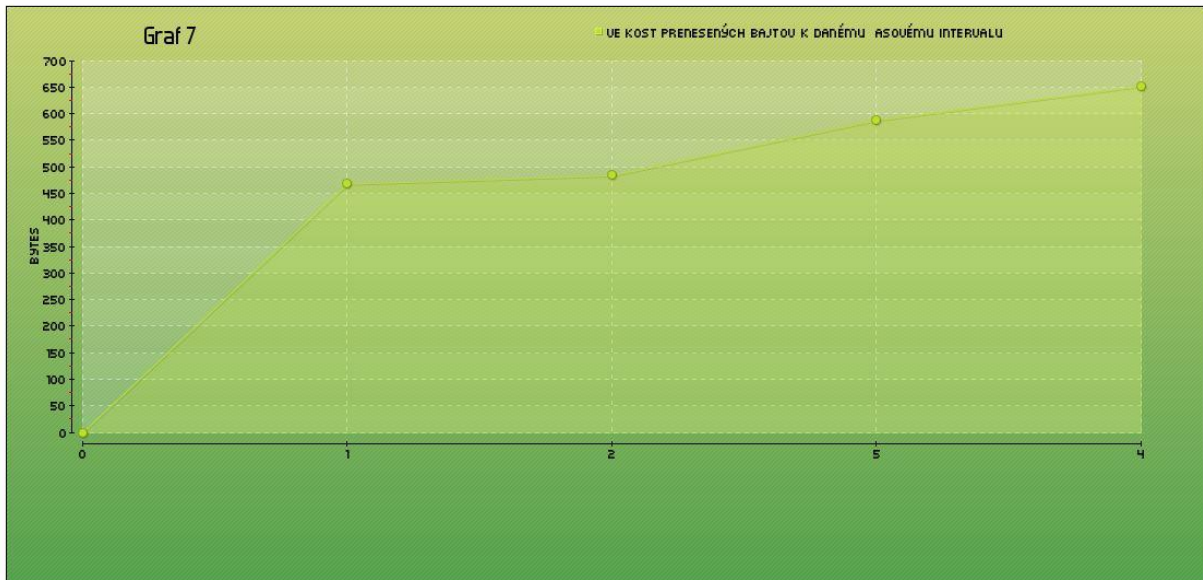
Obr. 4-8: Graf 5

**Graf 6** zobrazuje zaťaženie siete v jednotlivých časových intervaloch. Koľko dát bolo prenesených medzi susednými časovými intervalmi, pričom do úvahy sa berú iba odosielané dáta.



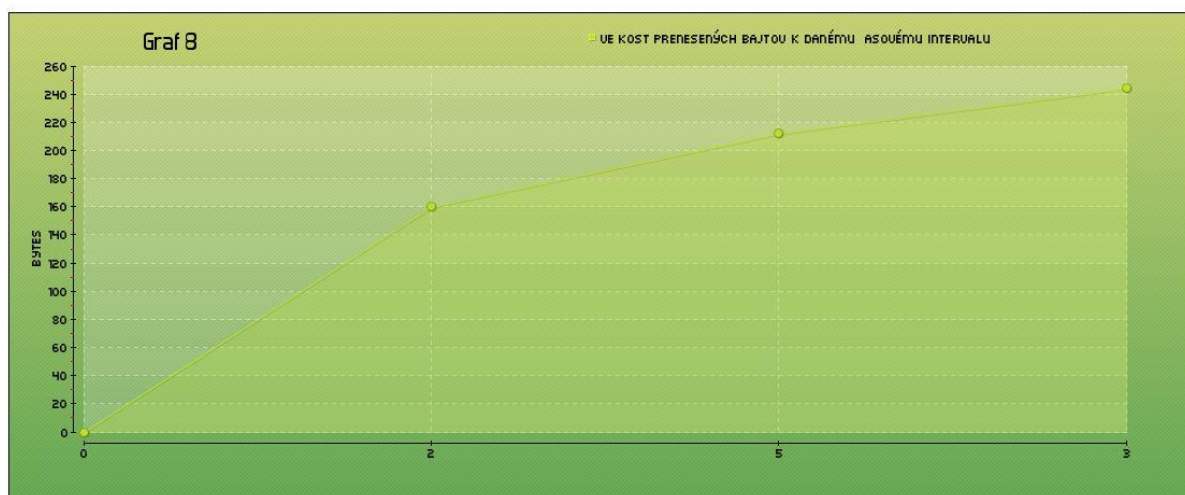
Obr. 4-9: Graf 6

**Graf 7** zobrazuje zaťaženie siete v jednotlivých časových intervaloch. Koľko dát bolo prenesených k danému časovému intervalu od začiatku simulácie, pričom do úvahy sa berú iba prijímané dáta.



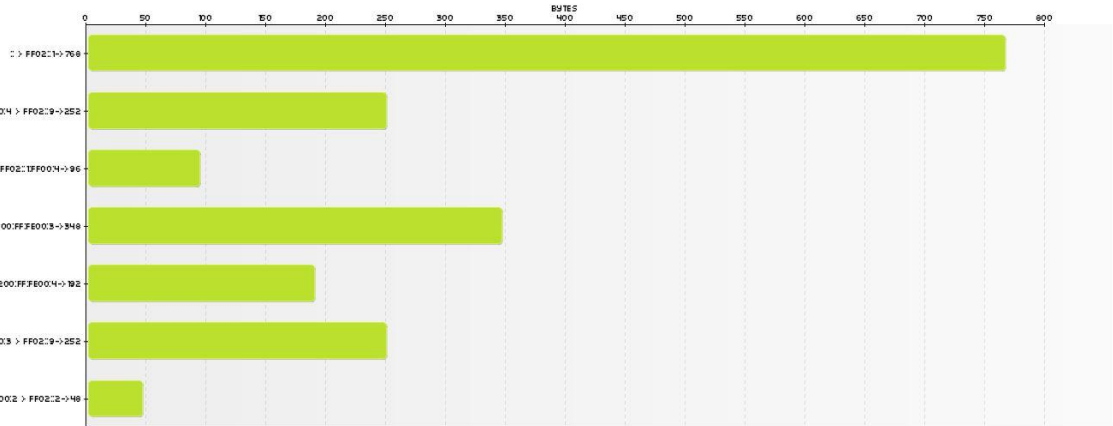
Obr. 4-10: Graf 7

**Graf 8** je obdobou grafu 7. Zobrazuje zaťaženie sieťového rozhrania v jednotlivých časových intervaloch. Koľko dát bolo prenesených k danému časovému intervalu od začiatku simulácie, pričom do úvahy sa berú iba odosielané dáta.



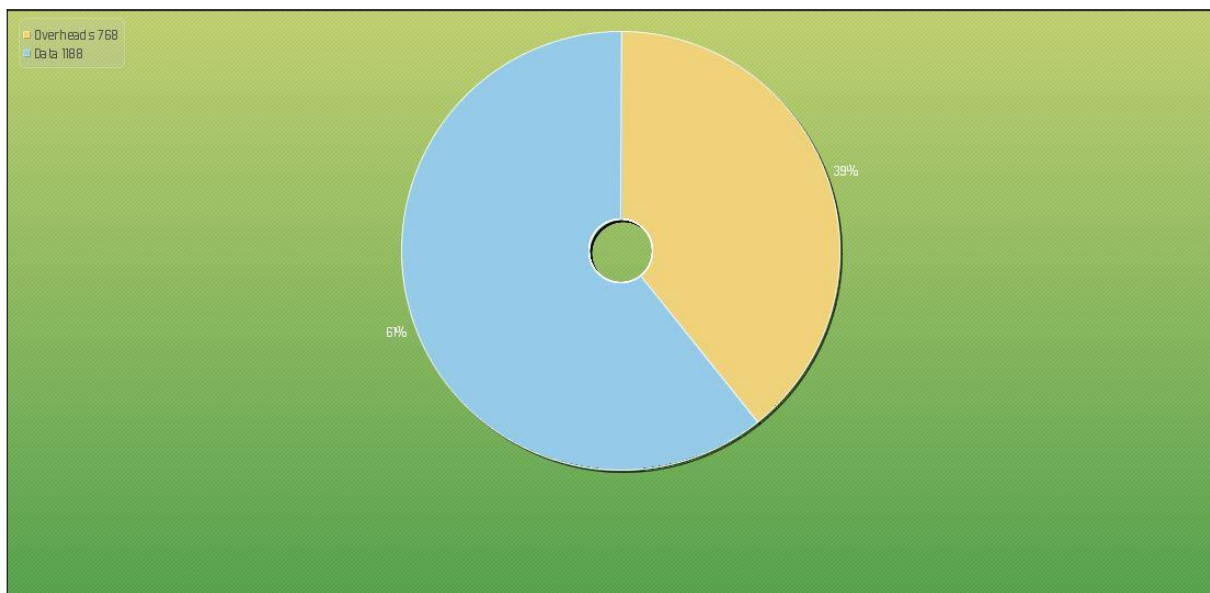
Obr. 4-11: Graf 8

**Graf 9** zobrazuje veľkosť prenesených dát medzi komunikujúcimi dvojicami IPv6 adres. Je reprezentovaný ako stĺpcový graf. Jedná sa o všetky komunikujúce dvojice v rámci topológie a veľkosti prenesených dát medzi nimi za celú simuláciu.



Obr. 4-12: Graf 9

**Graf 10** zobrazuje pomer prenesených dát medzi režiou IPv6 (napr. auto-konfiguráciou) a samotnou komunikáciou. Prv než zbehne simulácia, musí sa vykonať nejaká réžia, t.j. nastaviť IPv6 adresy, overenie susedov,... takže veľkosť dát tejto rézie porovnávame už s dátami prenesenými počas simulácie (pingy, icmpv6 správy,...). Tento pomer je reprezentovaný koláčovým grafom.



Obr. 4-13: Graf 10



## 7. Testovanie

Táto kapitola sa venuje otestovaniu funkčnosti implementovaného systému. Testovanie portálu bolo rozdelené do dvoch kategórií: testovanie základných funkcionalít a testovanie simulácie.

### Testovanie základných funkcionalít

Základné funkcie portálu boli otestované bežným spôsobom – používaním. Overili sme dostupnosť všetkých komponentov portálu, činnosť základných skriptov registrácie a prihlásenia a činnosť ostatných základných skriptov.

### Testovanie simulácie

Simulácia bola otestovaná na niekoľkých súboroch. Testoval sa proces tvorby sieťovej topológie ako aj samotná simulácia a jej výstupy. Všetky vstupné aj výstupné súbory sa nachádzajú tiež na priloženom elektronickom médiu. V nasledujúcej tabuľke uvádzame výsledky testovania. V tabuľke sú uvedené:

- schéma simulovanej topológie – štruktúra topológie siete
- názov testovacieho súboru
- typ a smer simulovanej komunikácie
- čas potrebný na vygenerovanie simulácie – čas, za ktorý boli vygenerované výstupné súbory
- skutočný čas simulácie – reálny čas, ktorý je v skutočnosti simulovaný
- čas potrebný na tvorbu grafov – reprezentuje používateľom reálne strávený čas čakania na generovanie dát pre grafy.

Topológia	Testovací súbor	Simulovaná komunikácia	Čas generovania a simulácie	Skutočný čas simulácie	čas potrebný na tvorbu grafov
PC0 -     - PC3 PC1 -   - R0 - R1 -   - PC4 PC2 -     - PC5  PC0 -     - PC3 PC1 -   - R0 - R1 -   - PC4 PC2 -     - PC5	10_Testovanie.cc	Ping: PC0 -> PC3 Ping: PC1 -> PC2	4.352s	9s	5m 36s
PC0 -   PC1 -   - R -> PC2  PC0 -   PC1 -   - R -> PC2	10_Testovanie_B.c c	Ping: PC0 -> PC2	4.595s	10s	3m 36s

<pre> PC0 -               - PC2 PC1 -   - R0 -   - PC3              - R1 -   - PC4  PC0 -               - PC2 PC1 -   - R0 -   - PC3              - R1 -   - PC4 </pre>	10_Testovanie_C.c c	Ping: PC0 -> PC2	4.884s	20s	4m 56s
---	------------------------	---------------------	--------	-----	--------

Tabuľka 5-6: Testovanie

## Testovanie internetových prehliadačov

Väčšina nášho internetového portálu je iba obyčajný statický text, ktorý nie je nijako obmedzený na využívanie starších internetových prehliadačov. No pri využívaní nášho NS3 modulu sme využívali viacere dynamické a špeciálne nové funkcie, ktoré staršie internetové prehliadače nepodporujú. Preto sme pri spustení cez staršiu verziu pridali dynamické upozornenie, že niektoré funkcie nemusia fungovať správne. Prosíme Vás o aktualizáciu Vášho internetového prehliadača.

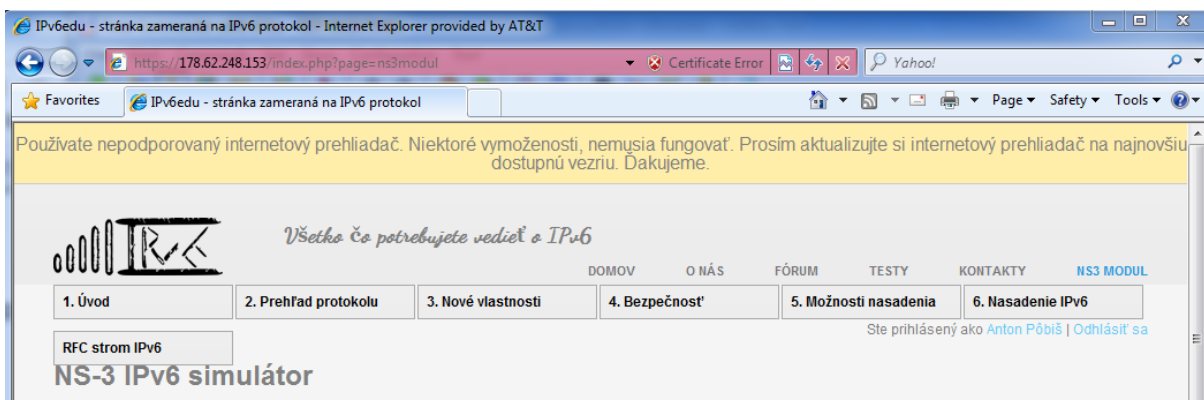
Obmedzenie je nastavené na tieto verzie najznámejších internetových prehliadačov:

Internet Explorer 9 a vyššie

Firefox 12 a vyššie

Safari 5 a vyššie

Google Chrome – nemá obmedzenie



Obr. 5-1: ukážka upozornenia v prehliadači Internet Explorer 8



## 8. Záver

Počas tohto projektu sme implementovali funkčné rozhranie ku simulátoru open-source NS-3. Toto rozhranie sme dizajnovali ako webový portál pre rôznych používateľov – začiatočníkov aj profesionálnych správcov sietí.

Poskytli sme používateľom možnosť vytvárať si vlastné sieťové topológie prostredníctvom sprievodcu. Prepojili sme komplikované API simulátora NS-3 s webovým rozhraním prijateľným, zrozumiteľným a použiteľným pre používateľov. Aj tým menej zdatným je zjednodušený spôsob simulácie svojej vlastnej siete. Simulácia je taktiež možná vlastne vytvoreným zdrojovým kódom (pre skúsených používateľov, ktorý by chceli vytvoriť komplikovanejšie topológie). Funkčne sme sa zamerali na simuláciu IPv6 sietí. Poskytli sme používateľom výstupy simulácií v rôznych formátoch a grafoch.

Výstupom simulácií poskytuje náš portál niekoľko informácií:

*.tr súbor* – poskytuje pohľad na všetku komunikáciu v rámci topológie

*.pcap* – výstupy z interfejsov sieťových zariadení v rámci topológie

*grafy* – portál poskytuje viaceré typy grafov pre rôzne závislosti

*.xml* – výstupy vo formáte XML ideálne pre ďalšie spracovania.

Pri pcap súboroch sme pridali i informácie o paketoch, ktoré sú špecifické pre protokol IPv6. Pre XML súboroch sme otestovali simulácie v grafickom prostredí NetAnimu.

Pripravili sme teoretické podklady a materiály ku štúdiu problematiky sieťového protokolu IPv6. Ku portálu sme taktiež pripojili i fórum pre prípadné diskusie používateľov.

Pre možnosť testovania znalostí, sme pripravili sadu testových otázok ohľadom danej problematiky s výberom odpovede.



## 9. Zhodnotenie

V tomto projekte sme implementovali niektoré z funkcionalít simulátora NS-3. Plne funkčne používateľ prostredníctvom nášho portálu (okrem iných vymenovaných vlastností) vytvorí topológiu siete a simuluje konektivitu medzi uzlami.

Možnosti simulátora NS-3 sú však takmer neobmedzené. Rozširovať portál je možné v každom smere: pridávanie protokolov, rozšírenie spektra mimo IPv6, pridávanie ďalších vlastností a stavov siete a mnohé iné.

Taktiež z hľadiska portálu ako webovej stránky, je ideálne rozširovanie obsahu, odkazov, materiálov a vlastností. Možnosti štruktúry stránky pre kompatibilitu s mobilnými zariadeniami sú tiež vítané.

Ďalšie možnosti nachádza aj výstupný súbor XML. Ten je vďaka svojej univerzálnosti možné v rôznych nástrojoch ďalej spracovávať.

## 10. Literatúra

- [1] GNS and Gentoo – Fixing QEMU networking. Dostupné na: <http://www.braindeadprojects.com/blog/what/gns3-and-gentoo-fixing-qemu-networking/> (2013-11-12)
- [2] GNS3 – Graphical Network Simulator. Dostupné na: <http://www.gns3.net/> (2013-11-12)
- [3] 10 things you should know about IPv6 addressing. Dostupné na: <http://www.techrepublic.com/blog/10-things/10-things-you-should-know-about-ipv6-addressing/>(2013-11-12)
- [4] 6DISS IPv6 e-learning. Dostupné na: <http://www.6diss.org/e-learning/>(2013-11-12)
- [5] Dan, York,2012. All IPv6 Resources | Deploy360 Programme. Dostupné na: <http://www.internetociety.org/deploy360/ipv6/all-ipv6-resources/> (2013-11-12)
- [6] JIMMERSON, R.: Case Study: NLnet Labs. Dostupné na: <http://www.internetociety.org/deploy360/resources/case-study-nlnet-labs/> (2013-11-12)
- [7] CCIE IPv6 Study Resources. Dostupné na: <http://www.ine.com/resources/ipv6.htm> (2013-11-12)
- [8] Cisco: Enterprise IPv6 Solution. Dostupné na: <http://www.cisco.com/c/en/us/products/ios-nx-os-software/enterprise-ipv6-solution/index.html> (2013-11-12)
- [9] Cisco: IPv6. Dostupné na: <http://www.cisco.com/web/solutions/trends/ipv6/index.html> (2013-11-12)
- [10] Diamont IP: IPv6 Resource Center. Dostupné na: <http://www.globalservices.bt.com/uk/en/products/diamondip> (2013-11-12)
- [11] 6Help – Ipv6 Assistance. Dostupné na: <http://www.ipv6now.com.au/resources.php> (2013-11-12)
- [12] WILKINS, S.: IPv6 Support in Windows 8 and Windows Server 2012. Dostupné na: <http://www.petri.co.il/ipv6-support-windows-8-windows-server-2012.htm> (2013-11-12)
- [13] RIPE NCC: IPv6 Transition Mechanisms. Dostupné na: <http://www.ripe.net/lir-services/training/e-learning/ipv6/transition-mechanisms>(2013-11-12)

## 11. Príloha A: Inštalačná príručka

Na priložených diskoch sa nachádza súbor rozdelený súbor *ns3-tipsix.vdi*. Tento súbor je potrebné rozbaľiť a následne spustiť vo virtuálnom stroji (napr. VirtualBox).

Po spustení je portál dostupný priamo z webového prehliadača na adrese podľa nastavení virtuálneho stroja (*localhost* alebo *IP adresa*, ak je premostený sieťový adaptér alebo je nastavený pre NAT).

Administrátor, ktorý bude inštalovať tento softvér, bude potrebovať prístupové mená a heslá do súčastí systému.

Prihlasovacie údaje pre spojenie prostredníctvom *ssh* ku serverovej časti portálu:  
meno/heslo: root/itns3.

Prihlasovacie údaje pre pripojenie sa k  *databáze*: meno/heslo: root/root.

Prihlasovacie údaje pre prístup cez *phpmyadmin*: meno/heslo: root/root.

Prihlasovacie údaje pre administrátorský prístup do *fóra*: meno/heslo:  
admin/root1234.

## 12. Príloha B: Používateľská príručka

### 1. Študovanie učebných materiálov na portály

Sprístupnenie teoretických materiálov zameraných na protokol IPv6 bolo jednou zo stanovených požiadaviek. Tieto materiály sú dostupné priamo na web stránke portálu na IP adrese stroja, na ktorom portál beží.

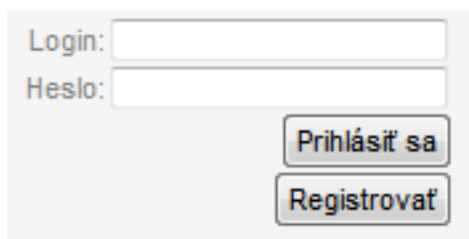
Teoretické materiály sú rozdelené na kapitoly v hornej lište s odkazmi. Celkovo obsahuje 6 kapitol: Úvod, Prehľad protokolu, Nové vlastnosti, Bezpečnosť, Možnosti nasadenia a Nasadenie IPv6.

Modul je dostupný len pre prihlásených užívateľov a využíva ID používateľa na ukladanie súborov ako aj manipuláciu s nimi. Ak sa užívateľ pokúsi otvoriť modul, systém vypíše oznam o zamietnutí prístupu. Pre prehľadnosť sú kapitoly rozdelené následne na niekoľko podkapitol. Nasledujúci obrázok zobrazuje zoznam kapitol:

The screenshot shows the website 'Všetko čo potrebujete vedieť o IPv6'. The navigation menu at the top contains the following items: 1. Úvod, 2. Prehľad protokolu, 3. Nové vlastnosti, 4. Bezpečnosť, 5. Možnosti nasadenia, and 6. Nasadenie IPv6. The first six items are highlighted with a red border. Below the menu, there is a login section with fields for 'Login:' and 'Heslo:', and buttons for 'Prihlásiť sa' and 'Registrovať'. A large banner features a 'WORLD IPv6 LAUNCH' logo and text about the IPv6 launch. Below the banner, there are three sections: 'Začiatocnice' (Beginner), 'Pokročilé' (Advanced), and 'Expertné' (Expert), each with a brief description and a 'ZAČNI TERAZ' button.

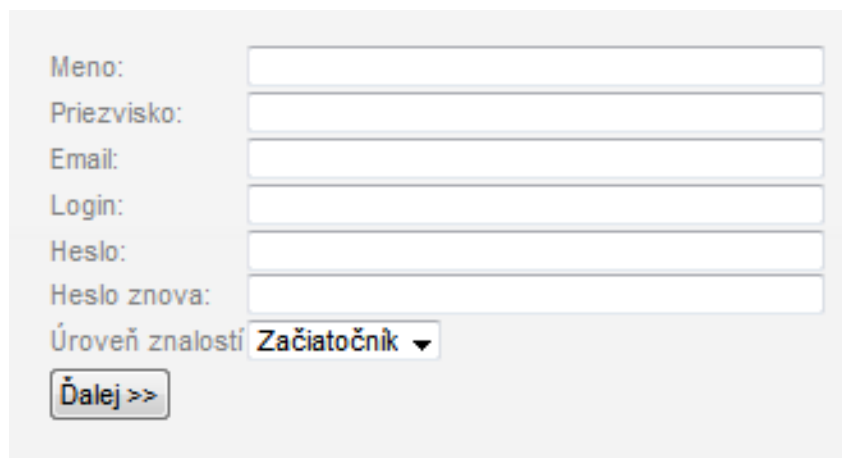
## 2. Registrácia do portálu

Aby mohol používateľ plnohodnotne využívať všetky možnosti portálu, je potrebné aby sa registroval (napríklad testovanie rozoberané v nasledovnej kapitole je možné len registrovaným používateľom). Registráciu vykoná jednoduchým rozhraním, ktoré spustí kliknutím na *Registrovať* na domovskej adrese portálu.



A screenshot of a web form for login and registration. It features two input fields: 'Login:' and 'Heslo:'. Below these fields are two buttons: 'Prihlásiť sa' and 'Registrovať'.

Údaje, ktoré sú potrebné vyplniť, sú meno, priezvisko, email pre verifikáciu, prihlasovací login, prihlasovacie heslo a svoju predpokladanú úroveň znalostí. Táto úroveň nijako neobmedzuje používateľov, ale v konečnej verzii portálu budú otázky testovania hodnotené a používatelia budú mať svoj rating.

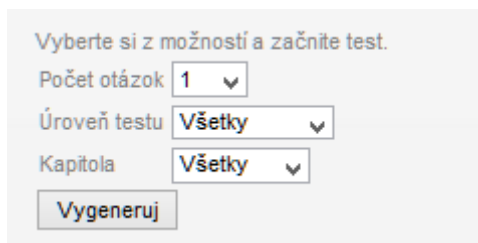


A screenshot of a registration form. It contains several input fields: 'Meno:', 'Priezvisko:', 'Email:', 'Login:', 'Heslo:', and 'Heslo znova:'. There is also a dropdown menu for 'Úroveň znalostí' with 'Začiatočník' selected. At the bottom is a button labeled 'Ďalej >>'.

### 3. Testovanie znalostí portálom

Portál poskytuje prihláseným používateľom možnosť testovania znalostí. Prihlásený používateľ sa môže otestovať zvolením *Generuj test* v ľavej spodnej časti odkazov pod kategóriou TESTOVANIE.

Následne si používateľ zvolí kritériá pre test, ktorý chce absolvovať:



Vyberte si z možností a začnite test.

Počet otázok

Úroveň testu

Kapitola

Tu si používateľ zvolí atribúty testu ako počet otázok, úroveň testu a kapitolu, z ktorej chce testy generovať. V prvotnom prototypu kapitoly neimplementujeme a testy sa generujú zo všetkých kapitol.

Úroveň testu je rozdelená podľa náročnosti do troch kategórií:

- Začiatocnicke otázky
- Pokročilé otázky
- Expertné otázky

Vygenerovaný test je v je implementovaný ako výber jednej správnej odpovede z viacerých možných. Príklad vygenerovaného testu z množiny náhodných otázok je zobrazený na nasledujúcom obrázku:



1. Koľko bitov má adresa odosielateľa v hlavičke IPv6 datagramu?

128  
 32  
 48  
 140  
 16  
 64

2. Koľko bajtov má hlavička IPv6 paketu?

60  
 45  
 40  
 30  
 20  
 32

3. Ako je definovaná príslušnosť adresy IPv6 ku sieti (podsieti)?

prvým bajtom adresy  
 posledným bajtom adresy  
 prvými 4 bajtami adresy  
 postfixom  
 prefixom

4. Individuálna adresa sieťového rozhrania je:

multicast  
 broadcast  
 anycast  
 unicast  
 žiadna z uvedených

5. Ktorý typ adresy špecifikuje skupinu príjemcov?

žiadna z uvedených  
 unicast  
 anycast  
 broadcast  
 multicast

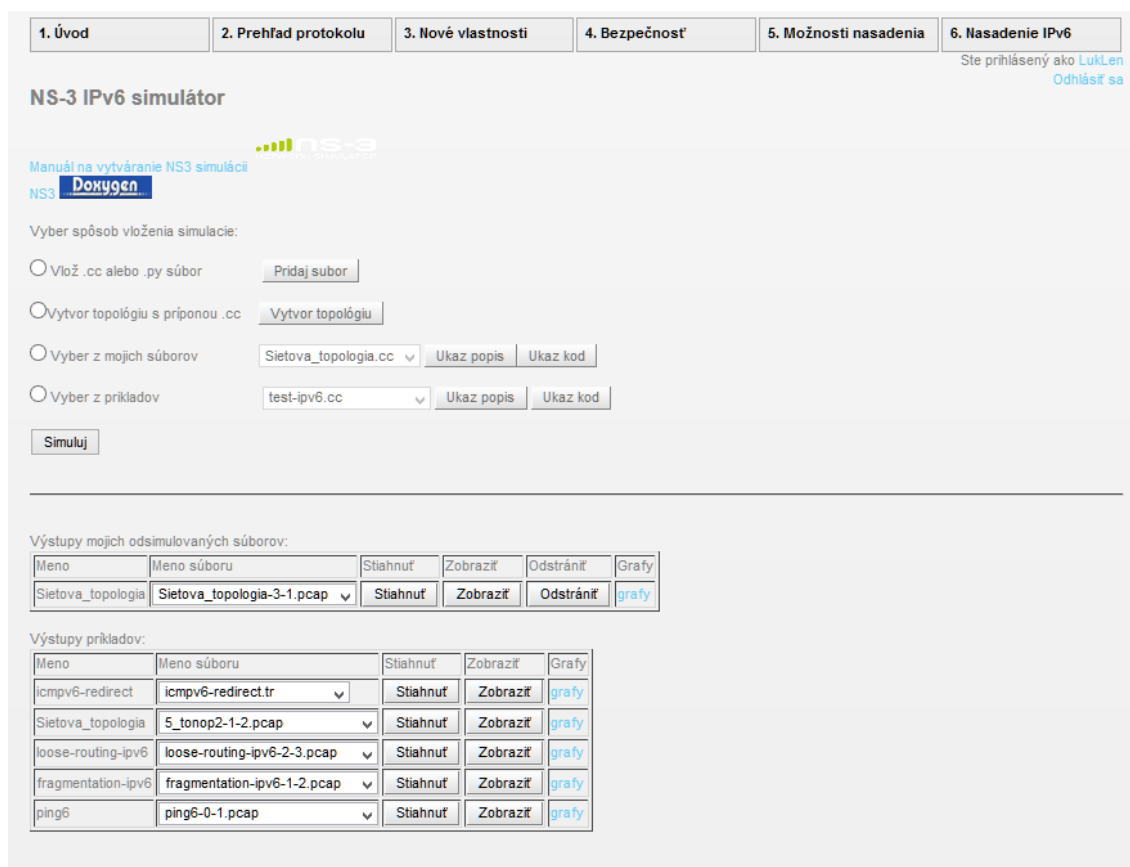
Používateľ po vybratí odpovedí si nechá test vyhodnotiť kliknutím na *Vyhodnotiť test*.  
Následne sa mu zobrazí vyhodnotenie

#### 4. Generácia a simulácia topológie

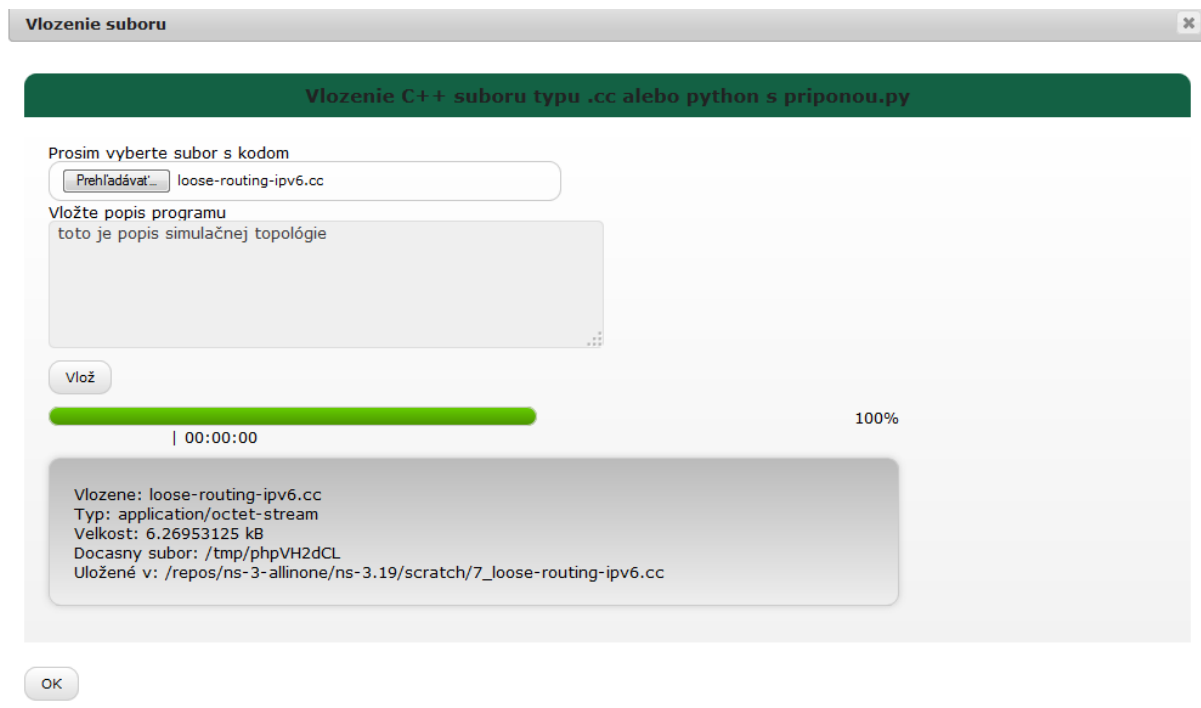
Pre generovanie sieťovej topológie a jej generáciu slúži na portály NS-3 modul. Len prihlásený používateľ môže spúšťať tento modul a to v pravej hornej časti hlavného menu (viď obrázok).



Úvodná obrazovka modulu simulátora obsahuje niekoľko možností a tlačidiel (viď obrázok ďalej):



- Odkazy na dokumentáciu simulátora NS-3 – využiteľné pre užívateľov, ktorý chcú využiť možnosti použiť simulátor na akékoľvek simulácie alebo doimplementovanie simulácii do už existujúceho súboru vytvoreného buď v TIPSix wizarde alebo v predošlých použitíach uloženého súboru.
- Odkaz na stránku s príkladmi programov – stránka obsahuje príklady nad protokolom IPv6 ako aj príklady IPv4 protokolu. Programy je možné vložiť do modulu pomocou tlačidla vlož a nazvať ho ako je potrebné. Príklady obsahujú krátky popis, na ktoré je vyhradené miesto a ukladajú sa zvlášť v priečinku www/popisy
- Vlož „.cc“ alebo „.py“ súbor – pri vybraní tejto možnosti sa otvorí samostatné okno v javascripte, v ktorom je možné Vybrať súbor na vloženie a pridať popis. Po pridaní sa okno zavrie a je automaticky vybrané ako primárny súbor na spustenie. V prípade vloženia súboru bez adekvátnej prípony bude vypísané upozornenie o nemožnosti vloženia súboru.



- Možnosť vytvorenia súboru s príponou „.cc“ - Táto časť bude popísaná samostatne. Zakliknutím sa otvorí „TIPSix topology wizard“, pomocou, ktorého sa vytvára topológia siete pre simuláciu. Procesu vytvorenia nového súboru (topológie) sa venujeme v nasledujúcej časti tejto kapitoly.

- Možnosť výberu z už vytvorených súborov – táto možnosť poskytuje prehliadať, upravovať a ukladať už v vložené alebo vytvorené súbory ako aj prezerat' popis k súboru alebo stiahnuť celý súbor.

```

#include <fstream>
#include "ns3/core-module.h"
#include "ns3/internet-module.h"
#include "ns3/csma-module.h"
#include "ns3/applications-module.h"

using namespace ns3;

NS_LOG_COMPONENT_DEFINE ("Ping6Example");

int main (int argc, char **argv)
{
    bool verbose = false;

    CommandLine cmd;
    cmd.AddValue ("verbose", "turn on log components", verbose);
    cmd.Parse (argc, argv);

    if (verbose)
    {
        LogComponentEnable ("Ping6Example", LOG_LEVEL_INFO);
        LogComponentEnable ("Ipv6EndPointDemux", LOG_LEVEL_ALL);
        LogComponentEnable ("Ipv6L3Protocol", LOG_LEVEL_ALL);
        LogComponentEnable ("Ipv6StaticRouting", LOG_LEVEL_ALL);
        LogComponentEnable ("Ipv6ListRouting", LOG_LEVEL_ALL);
        LogComponentEnable ("Ipv6Interface", LOG_LEVEL_ALL);
        LogComponentEnable ("Icmpv6L4Protocol", LOG_LEVEL_ALL);
    }
}

```

Buttons at the bottom: Odstrániť, Stiahnuť, Uložiť, Koniec

- Možnosť výberu z príkladov – pre každého prihláseného užívateľa je sprístupnený určitý počet príkladov simulujúcich funkciu protokolu IPv6. K príkladom je možné prezerat' popis ako aj stiahnuť. Tieto príklady nie je možné upravovať.
- Tlačidlo simuluj - spustenie simulácie vybraného súboru. Súbor sa spustí a vytvorí výstupné súbory na stiahnutie ako aj grafy. V prípade chyby v kóde sa vypíše presná chyba ako aj miesto kde sa nachádza.

## 5. Generovanie topológie pomocou wizaru

Proces vytvárania sieťovej topológie sa spúšťa v NS-3 module, označením možnosti *Vytvor topológiu s príponou .cc* a následným kliknutím na tlačidlo *Vytvor topológiu*.

NS-3 IPv6 simulátor

Manuál na vytváranie NS3 simulácií  
NS3 **Doxygen**

Vyber spôsob vloženia simulácie:

Vlož .cc alebo .py súbor

Vytvor topológiu s príponou .cc

Vyber z mojich súborov

Vyber z príkladov

Týmto sa používateľovi automaticky otvorí nové okno webového prehliadača (potreba mať povolené). Používateľovi odporúčame topológiu vytvárať za pomoci papiera a pera (ako správny inžinier). Používateľ by si mal vopred topológiu premyslieť. V novootvorenom okne používateľ zadáva:

- Názov svojej topológie – pod týmto názvom ju bude mať uloženú na serveri a môže ju v budúcnosti opäť otvoriť.
- Popis – uvedie si popis topológie.
- Počet smerovačov – zadáva, koľko smerovačov chce mať v topológii.
- Počet uzlov – definuje počet koncových staníc v topológii.

Kliknutím na tlačidlo *Ďalej* sa používateľ dostane do ďalšieho kroku. V tomto používateľ zadáva podsiete. Definujeme dva typy podsietí: LAN siete (CSMA) a point-to-point spojenia medzi smerovačmi. Siete používateľ vytvára príslušným tlačidlom *pridaj* pri konkrétnom type siete:

Pridajme napríklad dve LAN siete a jednu point-to-point – teda, dvakrát klikneme pri *Pridaj podsiet'* a raz klikneme *Pridaj bod-bod spojenie*. Tým sa používateľovi vytvorí zoznam sietí s prednastavenými parametrami, ktoré je možné samozrejme zmeniť:

- Rýchlosť linkového spojenia
- Oneskorenie na linke
- MTU
- Počet bitov prefixu siete
- IP adresa podsiete

## TIPSix IPv6 topology wiz

UZLY A SMEROVAČE

LINKY

Pridaj podsieť:

Pridaj bod-bod spojenie:

Podsieť :

Sieť 1

Rýchlosť prenosu [bps]:

Oneskorenie [ms]:

MTU [byte]:

Prefix:

IP:

Prepojenia:

Smerovač

Koncový bod

▾

Podsieť :

Sieť 2

Rýchlosť prenosu [bps]:

Oneskorenie [ms]:

MTU [byte]:

Prefix:

IP:

Prepojenia:

Smerovač

Koncový bod

▾

Sieť bod-bod 4

Rýchlosť prenosu [bps]:

Oneskorenie [ms]:

MTU [byte]:

Prefix:

IP:

Prepojenia:

Koncový bod1 Koncový bod2

▾

▾

Pre každú sieť používateľ zvolí príslušný smerovač. Tlačidlom *Pridaj stanicu* pridáva do siete koncový uzol. Vytvorené naše dve siete môžeme naplniť teda stanicami:

## TIPSix IPv6 topology w

UZLY A SMEROVAČE > LINKY

Pridaj podsieť:

Pridaj bod-bod spojenie:

Podsieť :  
Sieť 1

Rýchlosť prenosu [bps]:

Oneskorenie [ms]:

MTU [byte]:

Prefix:

IP:

---

Prepojenia:

Smerovač	Koncový bod
<input type="button" value="Pridaj stanicu"/>	
<input type="button" value="smerovac 0"/> ▾	<input type="button" value="stanica 0"/> ▾ <input type="button" value="Vymaz stanicu"/>
	<input type="button" value="stanica 1"/> ▾ <input type="button" value="Vymaz stanicu"/>
	<input type="button" value="stanica 2"/> ▾ <input type="button" value="Vymaz stanicu"/>

Podsieť :  
Sieť 2

Rýchlosť prenosu [bps]:

Oneskorenie [ms]:

MTU [byte]:

Prefix:

IP:

---

Prepojenia:

Smerovač	Koncový bod
<input type="button" value="Pridaj stanicu"/>	
<input type="button" value="smerovac 1"/> ▾	<input type="button" value="stanica 3"/> ▾ <input type="button" value="Vymaz stanicu"/>
	<input type="button" value="stanica 4"/> ▾ <input type="button" value="Vymaz stanicu"/>

Teraz sa používateľovi zide spomínaný papier a pero, aby si zaznačil, ktorú stanicu priradil do ktorej siete.

Vytvorenie point-to-point siete sa vykonáva medzi dvoma smerovačmi. Prepojme teda naše dva smerovače:



Sieť bod-bod 4

Rýchlosť prenosu [bps]:

Oneskorenie [ms]:

MTU [byte]:

Prefix:

IP:

---

Prepojenia:

Koncový bod1 Koncový bod2

Používateľ pokračuje kliknutím na tlačidlo *Ďalej*. Tým sa dostáva do tretej fázy vytvárania simulácie. V tejto si volí výstupy simulácie. Pozn.: ak je žiadaný výstup štatistík v grafovej reprezentácii, výstup do súboru *.tr* je nutný.

Pridanie funkcionality je napríklad pridanie pingu. Ten vytvoríme príslušným tlačidlom *pridaj*. Používateľ zadá parametre pingu. Pre náš príklad, ukážme ping z dvoch podsietí, zo stanice 0 (LAN 1) do stanice 3 (LAN 2).

UZLY A SMEROVAČE > LINKY

Výstup .tr:

Výstup .xml:

Pridaj ping:

Pridaj zobrazenie smerovacej tabuľky:

---

Ping:

Počet paketov:

Velkosť paketu [B]:

Od uzla:

Do uzla:

Oneskorenie posielania

Posielať [s] od  do

Kliknutím *Ďalej* sa používateľ dostáva do posledného kroku procesu vytvárania simulácie. Tu má možnosť prezrieť si vygenerovaný *.cc* kód. Tento môže skúsený používateľ ešte prípadne editovať a tým si manuálne pridať rôzne vlastnosti.

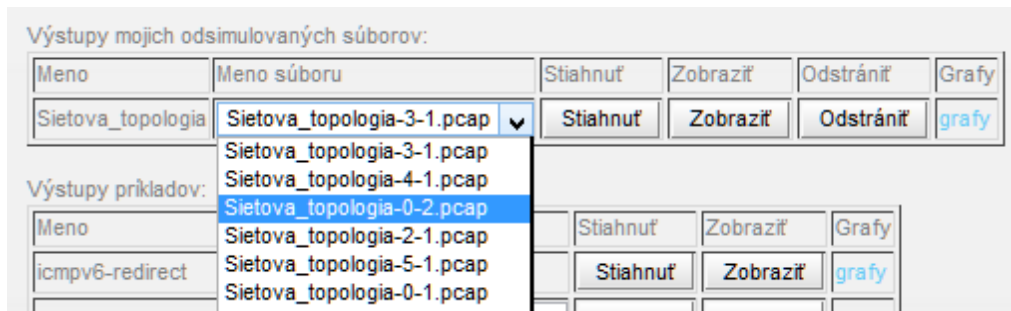
UZLY A SMEROVAČE				LINKY	FINALIZOVANIE
Späť	Uložiť	Uložiť a simulovať	Zrušiť a zavrieť		
Spustiť odznovu					
<pre> #include &lt;fstream&gt; #include "ns3/core-module.h" #include "ns3/internet-module.h" #include "ns3/csma-module.h" #include "ns3/applications-module.h" #include "ns3/ipv6-static-routing-helper.h" #include "ns3/ipv6-routing-table-entry.h" #include "ns3/point-to-point-helper.h" //#include "ns3/netanim-module.h"  using namespace ns3;  NS_LOG_COMPONENT_DEFINE ("LOG");  int main (int argc, char *argv[]) {  NodeContainer smerovace; smerovace.Create (2); NodeContainer pocitace; pocitace.Create (5);  InternetStackHelper internetv6; Ipv6AddressHelper ipv6;  CsmHelper csma;  NodeContainer all; all.Add(smerovace.Get (0)); all.Add(smerovace.Get (1)); all.Add(pocitace.Get (0)); all.Add(pocitace.Get (1)); all.Add(pocitace.Get (2)); all.Add(pocitace.Get (3)); all.Add(pocitace.Get (4)); internetv6.Install (all); </pre>					
Popis topológie: topológia: Topologia pre testovanie pre ucely tvorby pouzivatelскеj prirucky do dokumentacie					
Toky: Budeme testovat ping.					

Tlačidlom *Uložiť* si používateľ topológiu uloží. Tlačidlom *Uložiť a simulovať* súbor uloží a zároveň spustí simuláciu.

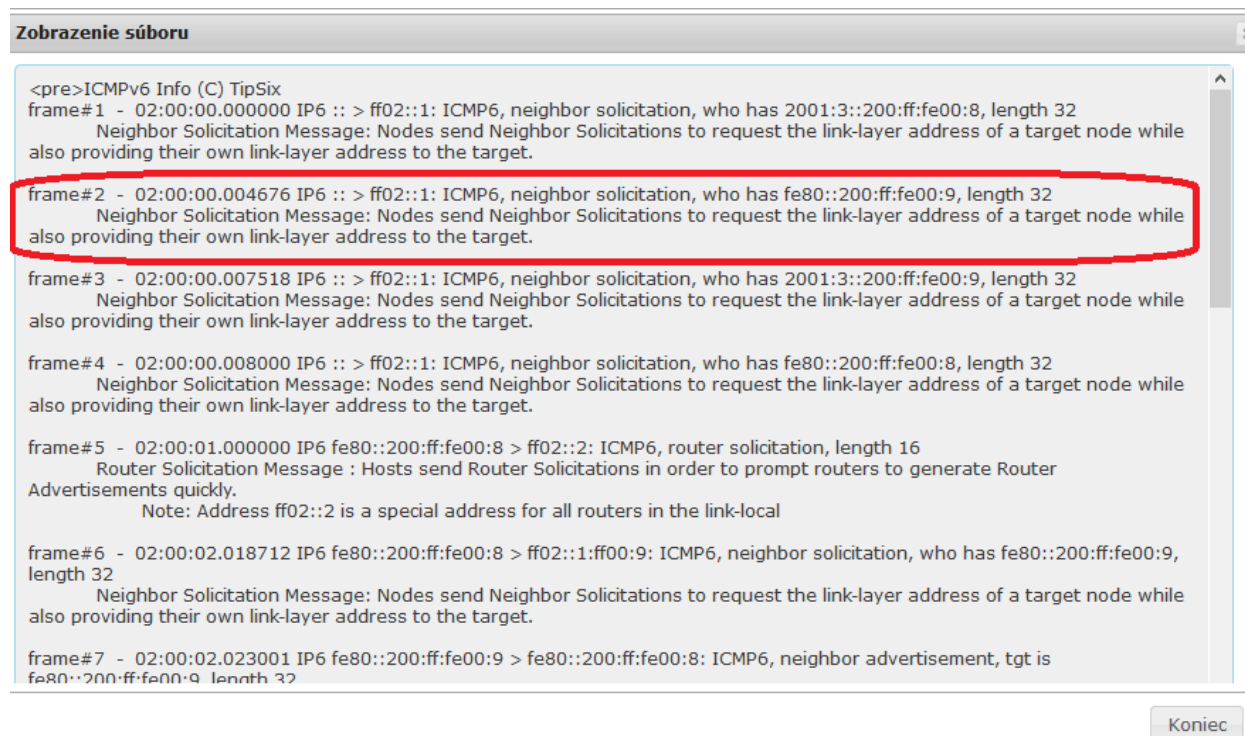
V tomto štádiu si skúsený používateľ môže vygenerovaný kód editovať a pridávať ďalšie atribúty a funkcie do simulácie. Odporúčame však riadiť sa syntaxou z oficiálnej stránky NS3 <http://www.nsnam.org/doxygen/index.html>.

Po skončení simulácie sa používateľ vráti na úvodnú stránku modulu, kde už pod možnosťou výberu spôsobu vloženia simulácie *Výber z mojich súborov* vidí novo vytvorenú topológiu.

Keďže simulácia už prebehla, používateľ si môže pozrieť jej výstupy. PCAP súbory sú zaznamenávané na konkrétnych interfejsoch zariadení. Vyberieme jeden z nich a môžeme si ho nechať zobraziť alebo stiahnuť (prípadne odstrániť):



Zobrazenie PCAP súboru obsahuje bližšie informácie o teórii IPv6. Pri rôznych typoch zachytených paketov sa nachádza krátky popis o funkcionalite tohto paketu.



Kliknutím na odkaz *Grafy* sa používateľovi zobrazia príslušné grafy simulácie.

## 6. Simulačný scenár pre Grafický kreátor topológie

Pri výbere topológie je potrebné byť prihlásený a mať zakliknutý odkaz NS3 modul v rohu ubrazovky. Simulátor poskytuje niekoľko možností na simulovanie a je lepšie ak užívateľ pozná jednotlivé postupy vytvárania skriptu v simulátore NS3. Simulácia sa vyberie zakliknutím „vyber topológiu s príponou .cc“ a následne výberom „TIPSix Graphic Topology Creator“.

Tvorba prebieha systémom Drag&Drop, takže si užívateľ vyberie jednotlivé prvky na pridanie a zadá im potrebné parametre. Spájanie prvkov je možné takzvanými kotvami, ktoré sa myšou chytia a posunú k príslušnej kotve spájaného uzla.

Hodnoty uzla a podsiete sa nastavujú na príslušnom uzle. Ako sú adresa siete, prefix, prenos, oneskorenie.

V aplikácii je možné v pridať ping na smerovačoch a koncových uzloch. Parametre sú maximum paketov, veľkosť paketov alebo interval posielania paketov.

Systém má viaceré ošetrenia proti chybným vytvoreniam topológie ako aj možnosti odstránenia uzlov, liniek, echo požiadaviek nastavení prerobenia aktuálnych ako aj nových.



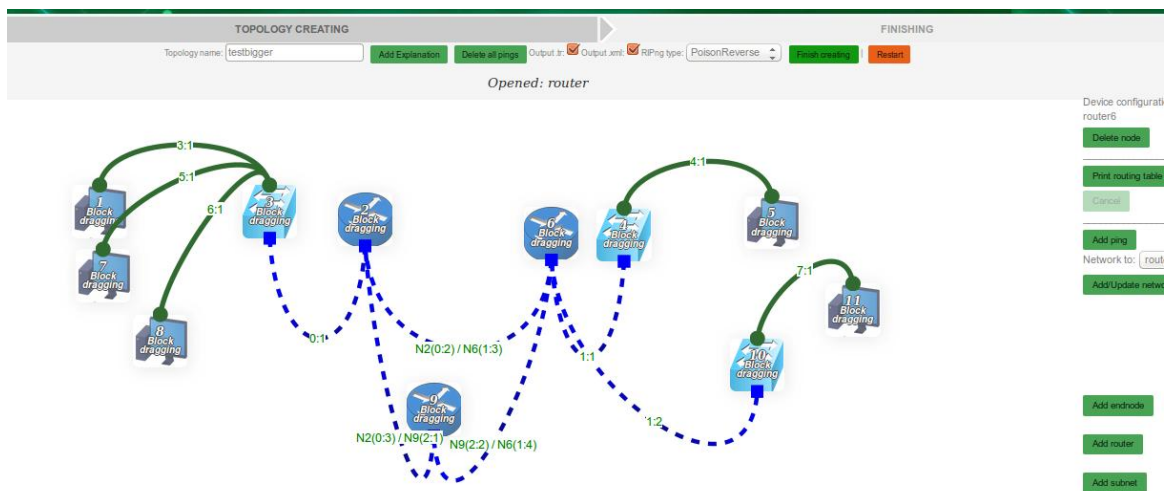
Po dokončení vytvárania topológie je možné odkliknúť „Dokončiť vytváranie“ po ktorej prebieha dopĺňanie voliteľnej syntaxe a spustenia simulácie ako v predošlej možnosti simulácie pomocou „TIPSix topology wizard“.

Generátor je možné použiť aj v anglickom jazyku a poskytuje úplný preklad cez XML a javascript.

## **7. Generické výstupy a pravidlá vytvárania siete**

Vytvorením topológie sa generuje určitá funkčná topológia ktorú je možné simulovať a testovať. Aktuálne existuje pre podsiete generovanie statického smerovania s predvolenou bránou a komunikácia vo vnútornej podsieti (testované pre jednu globálnu sieť) sa používa RIPng implementované do NS-3 simulátoru v roku 2015. K sieti je možné mať pripojený ľubovoľný počet podsietí. Generovanie je jednoduché a je možné upravovať podľa potreby. Hlavný účel je teda urýchliť pochopenie siulovania v simulátore NS-3.

Uzol ako počítač je nutné pripojiť k prepínaču, ktorý predstavuje podsieť. Tento prepínač nie je v simulátore používaný a preto je len fiktívny prvok v generovaní zjednodušuje pochopenie existencie viacerých spojení do siete.



Obr. Väčšia sieť vytvorená v kreátore

Add ping

Network to:

Add/Update network

Network for router9:

Network address:

Prefix:

Bandwidth[bps]:

Delay[ms]

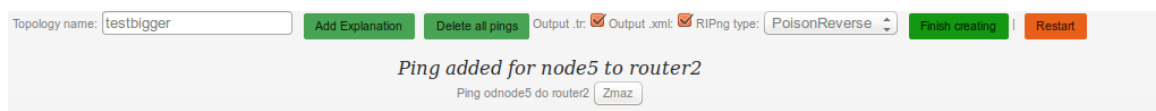
Save

Medzi smerovačmi sa vytvára spojenie bod-bod a preto má každé takéto spojenie vlastnú adresu. Všetky pridané spojenia sa generujú s automatickou adresou siete a preto nie je potrebné ju zadávať. Takáto adresa je možná zadať kliknutím na prepínač alebo smerovač. Pridaním siete sa otvára možnosť a následne je potrebné tieto nastavenia uložiť.

Pre sieť je potrebné zvoliť typ RIPng protokolu inak bude nastavený PoisonReverse. Ďalsiou možnosťou je možnosť výpisu smerovacích tabuliek v možnostiach uzla. Do implementácie je vložený generátor XML súborov na kontrolu toku komunikácie pomocou modulu FlowMonitor.

## 8. Príkaz ping

ICMPv6 požiadavka je možná použiť v kliknutí na jeden z uzlov, kde neberieme do úvahy fiktívny uzol prepínača\podsiete. V tomto prípade sa nič nevykoná a oznami chybu pri výbere koncového uzla. Nastavením požiadavky a vybraním tlačidla koncového uzla na ktorý sa následne klikne sa vytvorí príkaz a zobrazí sa v strede na hornej časti obrazovky.



Obr. Pridaný príkaz ping.

The image shows a user interface for a network simulation. At the top, there is a grey bar containing a green button labeled "Print routing table" and a light green button labeled "Cancel". Below this, there is a section titled "Add ping" with several input fields: "Max packets:" with the value "5", "Interval [s]:" with the value "1", "Paket size [B]:" with the value "1024", "From[s]:" with the value "2.0", and "To[s]:" with the value "50.0". At the bottom of this section is a green button labeled "Choose endnode".

Obr. Možnosti pridania ICMPv6 požiadavky.

Následne je možné tento príkaz vymazať. Pri znovuotvorení topológie sa zoznam nezobrazuje a je možné ho zmazať stlačením tlačidla „zmaž pingy“.

## 9. Animácia simulácie

Pre možnosť grafickej animácie simulácie poskytuje portál výstup vo formáte XML. Tento súbor je vstupom pre externú aplikáciu *NetAnim*.

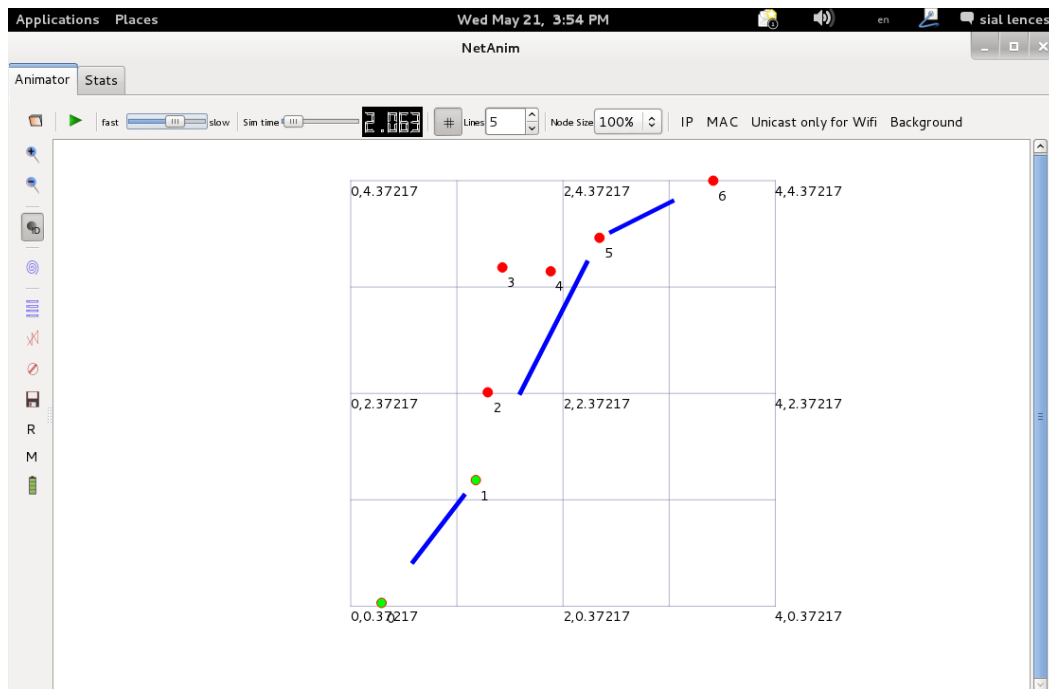
NetAnim je voľne šíriteľná aplikácia, ktorú si musí používateľ nainštalovať na svoj počítač. Postup pre rôzne operačné systémy ako aj prerekvizity pre inštaláciu a taktiež návod na použitie sú dostupné na [http://www.nsnam.org/wiki/NetAnim\\_3.104](http://www.nsnam.org/wiki/NetAnim_3.104).

Výstup simulácie do XML sa vytvára už počas simulácie a používateľ si ho môže stiahnuť priamo z web stránky portálu, v časti NS3 modulu.

Program NetAnim však nebude používateľovi zobrazovať všetky štatistiky a animácie nebudú úplne korektné. Je to z dôvodu, že bol navrhnutý len pre IPv4 komunikáciu. Nebude teda zobrazovať uzlom IPv6 adresy a nebude správne simulovať tok paketov. Nechávame túto možnosť však používateľovi dostupnú, pre základnú reprezentáciu toku v sieti v istom čase je to postačujúce.



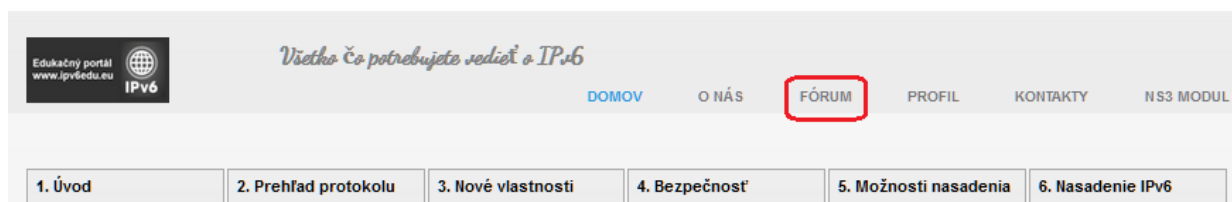
Príklad XML výstupu v aplikácii NetAnim našej testovanej topológie je zobrazený na nasledovnom obrázku. Zelenou guľičkou sú znázornené smerovače, červené sú koncové stanice. Rozloženie uzlov je náhodné.



Obr. NetAnim aplikácia

## 10. Fórum

Do fóra sa používateľ dostane cez hornú lištu hlavnej ponuky, odkazom *FÓRUM*.



Fórum je editovateľné registrovaným používateľom. Upozorňujeme, že registrácia do fóra nie je totožná s registráciou na hlavnej stránke portálu. Vo fóre je potrebné vykonať novú registráciu a potvrdiť ju kliknutím na odkaz poslaný emailom.

Fórum je rozdelené do niekoľkých kategórií, vid' obrázok nižšie.

The screenshot displays the phpBB forum interface. At the top, it says 'phpBB® Your new phpBB board' and 'Powered by Debian'. There is a search bar and a 'Search' button. Below the header, there are links for 'Board index', 'User Control Panel (0 new messages)', and 'Logout [ luckhass ]'. The main content area shows a table of forum categories. The first table is 'EXAMPLE CATEGORY' with one row: 'Example Forum' (1 topic, 1 post, last post by admin on Sat Oct 21, 2000 12:01 am). The second table is 'NS3 FROM TIPSIX' with five rows: 'Všeobecné informácie' (0 topics, 0 posts), 'FAQ' (0 topics, 0 posts), 'Tematické rozdelenie tém o protokole IPv6' (0 topics, 0 posts), 'Literatúra o IPv6' (0 topics, 0 posts), and 'NS-3 Modul TIPSIX' (0 topics, 0 posts). Below the tables, there is a 'WHO IS ONLINE' section showing 2 users online (1 registered, 0 hidden, 1 guest) and a 'STATISTICS' section showing 1 total post, 1 total topic, 2 total members, and 1 newest member (luckhass).

## 13. Príloha C: Obsah elektronického média

Súbory priložené na elektronickom médiu:

**\**  
**\docs\**  
**\docs\DokumentáciaTIPSix.pdf**  
**\docs\RiadiacaDokumentácia.pdf**  
**\docs\Tests\**  
**\docs\Tests\src\10\_Testovanie.cc**  
**\docs\Tests\src\10\_Testovanie\_B.cc**  
**\docs\Tests\src\10\_Testovanie\_C.cc**  
**\docs\Tests\output\**  
**\docs\Tests\output\10\_Testovanie\**  
**\docs\Tests\output\10\_Testovanie\_B\**  
**\docs\Tests\output\10\_Testovanie\_C\**  
**\ns3-tipsix.vdi.rar**  
**\readme.txt**  
**\www\**

## **14. Príloha D: Riadiaca dokumentácia**

Riadiaca dokumentácia

# **Siet'ový protokol IPv6**

**Tímový projekt**

## Úvod

Tento dokument vznikol ako riadiaca dokumentácia k tímovému projektu s názvom Sieťový protokol IPv6. Dokument je určený na oboznámenie sa nasadzovaním, riešeniami, bezpečnosti, koexistenciou s IPv4 protokolu IPv6. Projekt je vypracovávaný na Fakulte informatiky a informačných technológií v rámci predmetu Tímový projekt I a II. Dokument je prehľadne delený na kapitoly a detailne popisuje celý proces riadenia v rámci projektu.

## História dokumentu

Verzia	Dátum zmeny	Opis zmeny
1.0	08.10.2013	Vytvorenie dokumentu
1.1	10.10.2013	Pridaná zápisnica č. 1
1.2	14.10.2013	Pridaná zápisnica č. 2
1.3	24.10.2013	Pridaná zápisnica č. 3
1.4	30.10.2013	Pridaná zápisnica č. 4
1.5	06.11.2013	Pridaná kapitola Úlohy projektu
1.6	11.11.2013	Pridaná zápisnica č. 5
1.7	18.11.2013	Pridaná zápisnica č. 6
1.8	25.11.2013	Pridaná zápisnica č. 7
1.9	02.12.2013	Pridaná zápisnica č. 8
2.0	05.12.2013	Pridaná zápisnica č. 9
2.1	09.12.2013	Pridaná zápisnica č. 10
2.2	20.02.2014	Pridaná zápisnica č. 11
2.3	27.02.2014	Pridaná zápisnica č. 12
2.4	13.03.2014	Pridaná zápisnica č. 13
2.5	20.03.2014	Pridaná zápisnica č. 14
2.6	27.03.2014	Pridaná zápisnica č. 15

2.7	03.04.2014	Pridaná zápisnica č. 16
2.8	10.04.2014	Pridaná zápisnica č. 17
2.9	15.04.2014	Pridaná zápisnica č. 18
3.0	24.04.2014	Pridaná zápisnica č. 19
3.1	09.05.2014	Pridaná zápisnica č. 20

## **Ponuka**

### **Členovia tímu**

#### ***Bc. Lukáš Danielovič***

Študent a absolvent FIIT STU v Bratislave v odbore PKSS. Zručný v programovaní a má skúsenosti s administratívou počítačových sietí a zariadení. Medzi programátorské skúsenosti patrí znalosť jazykov C, Java, VHDL, assembler, MySQL, skúsenosti s programovaním webu (PHP, CSS3, HTML5, Javascript). Obširne skúsenosti z oblasti sietí zaručia výhodu pri vypracovávaní tém.

#### ***Bc. Marek Dukát***

Absolvent bakalárskeho štúdia na FIIT STU v BA v obore počítačové a komunikačné systémy a siete. V rámci štúdia nadobudol programátorské skúsenosti vo viacerých jazykoch ako C, C#, Java, assembler,... Popri štúdiu pracuje v spoločnosti zabezpečujúcej IT podporu pre malé a stredné firmy ako po hardvérovej, tak i po softvérovej stránke. Najviac sa však zameriava na oblasť počítačových sietí: konfigurácia aktívnych prvkov sietí, administrácia serverov, návrh a realizáciu štruktúrovanej kabeláže, konfigurácia serverov a riadenie premávky v sieti. Má bohaté skúsenosti s administráciou WAN/LAN zariadení, migrácie dát medzi servermi.

#### ***Bc. Anton Pôbiš***

Absolvent bakalárskeho štúdia na FIIT STU v Bratislave v odbore Počítačových a komunikačných systémov a sietí. Zároveň popri štúdiu pracuje ako PHP programátor internetových stránok, pre firmu, ktorá sa zaoberá GPS monitoringom vozidiel. Pracuje s programovacími jazykmi PHP, MySQL, PostgreSQL, C a C#. Má skúsenosti pri navrhovaní a tvorbe rôznych propagačných materiálov v programe Photoshop, čo bude nápomocné pri riešení zvolenej témy.

## **Bývalí členovia tímu**

### ***Bc. Lukáš Lenčes***

Absolvent bakalárskeho štúdia na FIIT STU v Bratislave a správca siete na internáte Mladá garda. Má programátorské skúsenosti v jazykoch C, C#, HandelC, VHDL, Perl, Java, assembler a Haskell. Na administrátorskej úrovni ovláda operačné systémy Unix a Windows. Počas štúdia nadobudol znalosti aj v oblasti databázových systémov (MySQL). Vyniká praktickými skúsenosťami s administráciou LAN/WAN zariadení.

### ***Bc. Marián Šiška***

Absolvent bakalárskeho štúdia na Paneurópskej vysokej škole, zameranie Aplikovaná informatika. Pracoval ako administrátor siete v SNG. Má programátorské skúsenosti v jazykoch C, Java, Html. Na administrátorskej úrovni ovláda OS Unix a Windows. Má dlhoročné skúsenosti so zariadeniami Ubiquinty, ako aj administráciu linuxových serverov z predchádzajúcich pracovných skúseností.

### ***Bc. Rastislav Struhár***

Absolvent bakalárskeho štúdia na Paneurópskej vysokej škole, zameranie Aplikovaná informatika. Pracuje ako Web Developer pre internetovú reklamnú agentúru ETARGET SE, pri práci používa jazyky: PHP, C, JAVA, MySQL, PSQL. Okrem programátorskej činnosti sa venuje administrácii linuxových systémov a sietí.



## Zadania projektu

*Primárne zadanie*

### Sieťový protokol IPv6

Vedúci tímu: *Ing. Peter Trúchly, PhD.*

Analyzujte problematiku sieťového protokolu IP verzie 6 so zameraním sa na možnosti jeho nasadenia, prechodu z protokolu IP verzie 4 a jeho bezpečnosť. Na základe vykonanej podrobnej analýzy navrhnete edukačný systém určený pre sieťových odborníkov, správcov systémov a sietí, študentov ako aj širokú verejnosť. Navrhnutý systém implementujte ako webový portál. Systém musí poskytovať základné informácie pre širokú verejnosť, odborné informácie pre sieťových špecialistov, praktické informácie pre správcov systémov a sietí ako aj informácie pre študentov informatiky a príbuzných odborov spolu s možnosťou testovania nadobudnutých znalostí. Pri implementácii systému použite aj multimediálne grafické prezentačné prostriedky.

*Sekundárne zadanie*

### Interaktivita mobilného zariadenia a televízie

Vedúci tímu: *Ing. Tomáš Kováčik, PhD.*

Mobilné zariadenia máme stále so sebou, pomáhajú nám v rôznych situáciách. Čo tak ich využiť aj pri sledovaní filmu v obývačke?

Navrhňte a zrealizujte aplikáciu/prostredie, ktoré umožní používateľovi pri odchode z miestnosti odniesť si zo sebou aj sledovaný TV program a sledovať ho ďalej na mobilnom zariadení. Opačne, pri sledovaní TV umožní používateľovi pozrieť si dodatočné informácie k sledovanému programu, prípadne ich gestom preniesť z mobilu/tabletu na TV. Ovládanie TV pomocou mobilného zariadenia je vítanou súčasťou riešenia.

## **Projekt: Sieťový protokol IPv6**

### *Motivácia*

O sieťovom protokole IP verzie 6 sa hovorí už niekoľko rokov. Napriek tomu, že bolo navrhnutých niekoľko techník ako prejsť ku novej ére v komunikácii v internete, komplexné nasadenie tohto “nového” protokolu do praxe sa neustále odkladá z dôvodu rozšírenosti protokolu IPv4 a nedostatočnej bezpečnosti IPv6. S tým sa posúva aj využívanie jeho mnohých výhod.

Doteraz od vzniku IPv6 neexistoval žiadny portál, podľa ktorého by sa užívateľ jednoducho zorientoval v tejto oblasti, jediné stránky, ktoré doteraz existovali, sú zväčša textového charakteru a je komplikované sa zorientovať v reálnych možnostiach a funkciách IPv6.

Moduly na otestovanie IPv6 sú komplikované a venované zväčša odborníkom. Členovia nášho tímu majú doterajšie skúsenosti s riešením problémov z oblasti počítačových aplikácií a počítačových sietí. Tieto vlastnosti nám budú nápomocné pri riešení tohto projektu a majú predpoklad na vytvorenie kvalitného webového portálu pre verejnosť a odborníkov.

Riešenie tejto témy by napomáhalo sieťovým odborníkom, študentom, ale aj širokej verejnosti. V tejto téme vidíme príležitosť priblížiť problematiku nasadenia protokolu IPv6 do používania. Odborníkom a študentom v oblasti počítačových sietí by toto riešenie prinieslo možnosť virtuálneho otestovania svojich návrhov, teda praktické otestovanie prechodu z IPv4 na IPv6 vo virtuálnom prostredí.

### *Plán hrubého návrhu riešenia*

V dnešnej dobe je človek ako používateľ aplikácií veľmi nerád obťažovaný zdĺhavými manuálmi, komplikovanými inštaláciami a je nerád viazaný na jeden počítač. Naším riešením bude aplikácia, ktorú nie je nutné inštalovať a bude rýchlo spustiteľná priamo z webového prehliadača. Riešením bude portál implementujúci rôzne moduly od zberu prvotných dát cez spracovanie výsledkov až po ich poskytnutie používateľovi. Multimediálne grafické prvky v rozhraní pre používateľa je dobrým predpokladom prijateľnejšieho pochopenia funkčnosti aplikácie, a teda zjavuje nutnosť komplikovanej štúdie manuálu.

Výpočtové zaťaženie navrhovaného portálu bude na strane servera. Tým sa odľahčí procesor používateľa, a zároveň zabezpečíme prenositeľnosť aplikácie na rôzne architektúry systémov. Na strane klienta (používateľa) sa budú vykonávať moduly zabezpečujúce len zobrazovanie grafických prvkov.

### *Hlavnými témami portálu budú prevažne:*

- Poukázanie na súčasný stav nasadenia IPv6 ako je veľký počet prekážok plynúcich z nedostatkov hlavičky, bezpečnosti, nahradenia IPv4 a spätnej kompatibility. Súčasťou budú aktuálne alternatívne riešenia možnosti nasadenia.
- Nové funkcionality protokolu jeho vlastnosti, interaktívny popis hlavičky a zo otestovanie funkcie protokolu na zvolenej typológii vlozenej do portálu (zjednodušenie PacketTracer-u).
- Edukácia použitím kapitol označených podľa odbornosti užívateľa a schémy prečítaj – vyskúšaj - otestuj.
- Zaoberanie sa bezpečnosťou IPv6 a jeho časté odkazovanie sa na mechanizmus IPsec.

### *Prípadné možné doplnky podľa dohody:*

- fórum pre užívateľov
- search engine
- online help
- komentáre článkov

### *Plán projektu*

- Analýza návrhu - koniec šiesteho týždňa zimného semestra
  - *podrobnejší návrh*
  - *špecifikácia požiadaviek*
  - *podobné projekty*
  - *porovnanie edukačných systémov*
- Predbežná príprava - koniec zimného semestra
  - *Získavanie hardvéru a oboznámenie sa s potrebným hardvérom*
- Implementácia 1- koniec šiesteho týždňa letného semestra
  - *vytvorenie základného dizajnu*
  - *časť základnej funkcionality*
  - *vytvorenie jadra portálu*
- Zverejnenie portálu pre verejnosť
- Implementácia 2 - letný semester
  - *kompletizácia dizajnového návrhu*
  - *prípadná revízia*
  - *doplnenie funkcionalít*
- Testovanie - letný semester - koniec letného semestra
  - *alfa testovanie*
  - *beta testovanie*
- Vyhodnotenie - letný semester

### *Realizovateľnosť projektu*

Vzhľadom na malé hardvérové nároky je projekt realizovateľný a v prípade potreby je možné projekt realizovať na dostupných webhostingoch. Projekt je možné realizovať v danom časovom limite. Projekt bude taktiež realizovaný v upravenej verzii pre mobilné zariadenia.

### *Predpokladané zdroje*

#### *Softvérové zdroje*

- wordpress,jomla,typO3
  
- adobe edge
  
- prípadné alternatívne softvérové nástroje na tvorbu multimedialných grafických prvkov

#### *Hardwarové zdroje*

- server

## **Projekt: Interaktivita mobilného zariadenia a televízie**

### *Motivácia*

V poslednej dobe sa rozšírenosť smartfónov enormne rozrástla. Mobilné zariadenia nájdete už skoro v každom vrecku. Väčšina displejov je dostatočne veľkých, aby sa na nich dal sledovať film, seriál či televízia. Umožňuje nám to výkonné hardvérové vybavenie mobilných zariadení. Taktiež televízie prešli pokrokom a mnohé obsahujú dostatočný počet portov na káblové pripojenie s mobilným zariadením alebo prostredníctvom wireless. Riešenie zobrazenia obrazu na televízor rieši taktiež spoločnosť Apple prostredníctvom zariadenia Time Capsule resp. prostredníctvom Apple TV, kde sa mobilné zariadenie cez bezdrôtovú sieť spája so zariadením od Apple a dokáže streamovať obraz, resp. zvuk zo svojho úložiska alebo z úložiska Time Capsule do Televízie cez HDMI. Bohužiaľ spätné streamovanie do mobilného zariadenia nie je riešené.

Súčasný trend nám umožňuje pohodlne priamo zo sedačky ovládať televíziu prostredníctvom mobilných zariadení ako mobil alebo tablet alebo aj dokonca prostredníctvom svojho laptopu.

Existuje mnoho aplikácií a možností ovládania Smart TV z mobilných zariadení, no žiadna neobsahuje všetky potrebné funkcie v jednom celku. Chceme vytvoriť aplikáciu, ktorá bude lákavá a použiteľná v tejto dobe pre širokú verejnosť používateľov mobilných zariadení a Smart TV. Domáce sledovanie televízie by tak získalo priam neobmedzenú voľnosť. Používateľ by tak mohol bez obáv sledovať svoje obľúbené seriály, filmy či relácie na svojom mobilnom zariadení kdekoľvek, či už v pohodlí svojej postele, v kuchyni alebo v MHD-čke. Mobilné zariadenie by zároveň slúžilo ako inteligentný diaľkový ovládač na klasické ovládanie TV, no počítalo by sa aj s virtuálnou qwerty klávesnicou na jednoduchšie zadávanie textu.

### *Hrubý návrh riešenia*

Riešenie by sme realizovali prostredníctvom operačného systému Google Android pre jeho najväčšie zastúpenie v mobilných zariadeniach v Európe, rozšírenosť, otvorenosť platformy a pre najväčšiu dostupnosť informácií. Tento projekt je zaujímavý taktiež kvôli možnosti programovania vo viacerých programovacích jazykoch. Prenášanie súborov by bolo pravdepodobne realizované z uložených súborov na úložných diskoch televízora alebo živým tokom dát prostredníctvom set-top boxov alebo serverov. Prípadná možnosť riešenia ukladania, ovládania vysielaných kanálov na server prístupný aj mimo privátnej domácej siete.

### *Realizovateľnosť projektu*

Ako základ by bol potrebný server (ideálne nejaká linuxová distribúcia), ktorý bude posielat' príkazy smart televízii, resp. setoboxu a mobilnému zariadeniu, a tieto zariadenia sa budú správať ako by spolu komunikovali. Celá komunikácia však bude prostredníctvom serveru. Takýmto spôsobom dokážeme vytvoriť aplikáciu, ktorá preniesie obraz priamo z TV do mobilného zariadenia a naopak.

### *Predpokladané zdroje*

- mobilné zariadenie s platformou Android
  
- multimedialny server, resp. Linuxový server
  
- Smart TV, ideálne Samsung

## **Prílohy**

### ***Príloha 1: Zoradenie ponúkaných tém podľa priority***

Nasledujúci zoznam poskytuje názvy ponúkaných tém zoradený od najvyššej priority pre náš tím:

1. Sieťový protokol IPv6
2. Interaktivita mobilného zariadenia a televízie
3. Aplikácia softvérového smerovania (SDN) v GPRS sieti
4. Aplikácia pre platformu Funtoro
5. Manažment VoIP relácií



**Príloha 2: Aktuálny rozvrh členov tímu s návrhom preferovaných časov stretávania sa celého tímu**

		7:00-7:50	8:00-8:50	9:00-9:50	10:00-10:50	11:00-11:50	12:00-12:50	13:00-13:50	14:00-14:50	15:00-15:50	16:00-16:50	17:00-17:50	18:00-18:50	19:00-19:50	20:00-20:50
Pondelok	Bc. Lukáš Danielovič		APS		KSS										
	Bc. Marek Dukát				APS			KSS			BPS		BPS		
	Bc. Lukáš Lenčes		VINF			VINF									
	Bc. Anton Pôbiš		Práca										Odporúčaný termín stretnutí do 5 týždňa		
	Bc. Rastislav Struhár		APS	Práca											
	Bc. Marián Šiška														
Útorok	Bc. Lukáš Danielovič											BMIS		BMIS	
	Bc. Marek Dukát		KOD			KSS			VSPI		TP1				
	Bc. Lukáš Lenčes														
	Bc. Anton Pôbiš		Práca												
	Bc. Rastislav Struhár		Práca												

	Bc. Marián Šiška					
Streda	Bc. Lukáš Danielovič				Odporúčany termín stretnutí do 5 týždňa	
	Bc. Marek Dukát					
	Bc. Lukáš Lenčes		Práca			
	Bc. Anton Pôbiš	APS	TSDS		TSDS	BPS
	Bc. Rastislav Struhár		Práca			
	Bc. Marián Šiška					
Štvrtok	Bc. Lukáš Danielovič		Práca		APS	Odporúčany termín stretnutí
	Bc. Marek Dukát	KOD				
	Bc. Lukáš Lenčes					
	Bc. Anton Pôbiš		VS			
	Bc. Rastislav Struhár	KOD	Práca			
	Bc. Marián Šiška					

Piatok	Bc. Lukáš Danielovič	Práca
	Bc. Marek Dukát	
	Bc. Lukáš Lenčeš	
	Bc. Anton Pôbiš	VS
	Bc. Rastislav Struhár	Práca KSS
	Bc. Marián Šiška	

Pre letný semester 2014/15 sme si zvolili po dohode všetkých troch členov tímu a novým vedúcim termín na utorok 17:00 v Jobsovom štúdiu.

## **Komunikácia členov tímu**

Komunikácia členov tímu je veľmi dôležitá, pretože by pri nesprávnej komunikácii môže dôjsť k dezinformáciám, dvojitej práci či dokonca k strate informácií. Pre správnu informovanosť každého člena tímu využívame viacero komunikačných prostriedkov.

## **Stretnutia tímu**

Na každom stretnutí tímu si vždy zopakujeme čo sme urobili od minulého stretnutia. Diskutujeme navzájom aj s vedúcim projektu o ďalšom smerovaní projektu a následne si rozdelíme úlohy na ďalšie stretnutie.

## **Dropbox**

Dropbox je služba poskytujúca na zdieľanie súborov iným používateľom. Každý člen nášho tímu má vytvorené konto na Dropboxe. My ako tím máme vytvorených viacero priečinkov, ktoré nám slúžia na prístup k vždy aktuálnym uloženým súborom. Program Dropbox taktiež poskytuje automatickú synchronizáciu s vaším počítačom.

## **Facebook skupina a multichat**

Facebook je sociálna sieť v ktorej máme každý člen vytvorené vlastné konto. Na tejto stránke máme vytvorenú osobnú skupinu kde si píšeme návrhy, nápady ktoré nespomenieme na stretnutiach. Následne si tieto nápady komentujeme a týmto vytvárame diskusiu.

Facebook multichat je možnosť dopisovania si s viacerými ľuďmi v jednom dialógovom okne. Na novú správu nás stránka Facebook vždy upozorní a preto sme skoro vždy informovaný dostatočne rýchlo.

## **Gmail**

Gmail je emailový účet od spoločnosti Google. Máme tu vytvorený spoločný tímový email, ktorý na ktorý je možné napísať aj prostredníctvom našej tímovej stránky. Tu nám môžete zanechávať odkazy a určite sa k nám dostanú.

## **TortoiseSVN**

Program TortoiseSVN je klient pre SVN. SVN nám slúži na správu zdrojových kódov stránky tímového projektu a následne pri implementácii ho budeme využívať pri tvorbe nášho edukačného portálu. Pri správnom používaní SVN môže viacero používateľov pracovať na jednom projekte dokonca aj na jednom súbore pretože nemôže nastať prepísanie zdrojových kódov iného používateľa.

## Záznamy zo stretnutí

### Zápisnica č. 1 zo stretnutia 10.10.2013

#### Zápisnica č. 1

Stretnutie č.	1	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	Prítomní členovia tímu:	
Téma stretnutia:	Prvé stretnutie		Lukáš Danielovič	x	
Dátum stretnutia	10.10.2013		Marek Dukát	x	
Čas stretnutia	16:30 – 18:00		Lukáš Lenčeš	x	
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio		Anton Pôbiš	x	
Vypracoval:	Anton Pôbiš		Marián Šiška		
			Rastislav Struhár		

## **Priebeh stretnutia**

- Zoznámenie sa s prítomnými členmi tímu.
- Zvolenie zapisovateľa a zapisníc. Bude ním Anton Pôbiš.
- Spoločne práca na základnej štruktúre web stránky.
- Dohodnutie si ďalšieho stretnutia 14.10.2013 aj s vedúcim projektu.

## **Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu**

Popis úlohy	Začiatok	Koniec	Vypracuje
Dokončenie základnej štruktúry web stránky projektu.	10.10.2013	14.10.2013	Všetci

## **Záver**

Na stretnutí sme sa bližšie spoznali s prítomnými členmi tímu a spoločne sme začali na vytváraní web stránky tímového projektu.

## Zápisnica č. 2 zo stretnutia 14.10.2013

### Zápisnica č. 2

Stretnutie č.	2	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	x	Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Druhé stretnutie			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	14.10.2013			Bc. Marek Dukát	
Čas stretnutia	18:00 - 20:00			Bc. Lukáš Lenčeš	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio			Bc. Anton Pôbiš	x
Vypracoval:	Bc. Anton Pôbiš			Bc. Marián Šiška	
				Bc. Rastislav Struhár	

### Priebeh stretnutia

- Zoznámenie sa s vedúcim projektu.
- Úvod do problematiky projektu.
- Predvedenie základnej štruktúry web stránky.
- Určenie úloh do budúceho stretnutia a náčrt ďalšej práce
- Dohodnutie sa s vedúcim projektu na zmene času pravidelného stretnutia podľa jeho rozvrhu na štvrtok po 17:00
- Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu na ďalšie stretnutie

### Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

Popis úlohy	Začiatok	Koniec	Vypracuje
Doplnenie web stránky, časti: Kontakt, Na stiahnutie.	14.10.2013	22.10.2013	Bc. Anton Pôbiš
Založenie tímového emailu. Overenie dostupnosti domény. Kontrola kompletnosti tímovej stránky úloh podľa predmetu Tímový projekt	14.10.2013	22.10.2013	Bc. Lukáš Lenčeš
Doplnenie web stránky, časti: O nás, Plán.	14.10.2013	22.10.2013	Bc. Lukáš Danielovič
Vytvorenie oficiálnej stránky projektu na facebooku, pre možnosť šírenia projektu. Vytvorenie loga tímu s názvom.	14.10.2013	22.10.2013	Bc. Marek Dukát



Hardening stránky.	14.10.2013	22.10.2013	Bc. Marián Šiška
Analýza kolaboračných programov na del'bu práce(napr. SVN). Vytvoriť, krátky návod na obsluhu.	14.10.2013	22.10.2013	Bc. Rastislav Struhár
Analýza bezpečnosť v IPv6	14.10.2013	22.10.2013	Bc. Lukáš Lenčoš Bc. Marián Šiška
Analýza prechodu z IPv4 na IPv6	14.10.2013	22.10.2013	Bc. Lukáš Danielovič Bc. Rastislav Struhár
Analýza štruktúra protokolu IPv6	14.10.2013	22.10.2013	Bc. Anton Pôbiš
Analýza možnosti nasadenia IPv6	14.10.2013	22.10.2013	Bc. Marek Dukát

## Záver

Na stretnutí sme predstavili web stránku vedúcemu projektu, usmernil nás v niektorých ďalších úpravách. Zhodli sme sa s prítomnými členmi tímu na názve tímu: TIPSix, je to skratka Team IPv6. Taktiež sme sa zhodli, že na edukačný portál použijeme bezplatný webhosting, až dotedy pokiaľ nás nebude obmedzovať jeho funkcionalitou. Následne možno budeme rozmýšľať o zapltení a vybratí internetovej domény. Pridelené úlohy vedúcim projektu sme si rozdelili spravodlivo podľa náročnosti.

## Zápisnica č. 3 zo stretnutia 24.10.2013

### Zápisnica č. 3

Stretnutie č.	3	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	x	Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Tretie stretnutie			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	24.10.2013			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	18:40 - 19:30			Bc. Lukáš Lenčeš	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio			Bc. Anton Pôbiš	x
Vypracoval:	Bc. Anton Pôbiš			Bc. Marián Šiška	
				Bc. Rastislav Struhár	

### Priebeh stretnutia

- Dostali sme prístupové údaje na školský server Softvérového štúdia 2, kde do večera musíme premiestniť stránku.
- Kontrola splnenia úloh zadaných z minulého stretnutia.
- Prerozdelenie nesplnených úloh niektorých členov tímu.
- Upozornenie od vedúceho na ďalšie úpravy na stránke tímového projektu
- Konzultácia ďalšieho postupu analýzy projektu a rozdelenie úloh do ďalšieho stretnutia.

## Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

Popis úlohy	Začiatok	Koniec	Vypracuje
Spojenie analýzy IPv6 a vytvorenie časti, ktorá bude použitá v finálnej dokumentácii.	24.10.2013	30.10.2013	Bc. Lukáš Lenčeš
Dokončenie nespĺnených častí z druhého stretnutia. SVN, Hardening. Opraviť drobné chyby na stránke.	24.10.2013	30.10.2013	Bc. Anton Pôbiš Bc. Lukáš Lenčeš
Presun web stránky na školský server Softvérového štúdia 2 .	24.10.2013	30.10.2013	Bc. Lukáš Danielovič
Analýza web stránok o IPv6.	24.10.2013	30.10.2013	Bc. Lukáš Danielovič Bc. Marián Šiška
Analýza edukačných portálov.	24.10.2013	30.10.2013	Bc. Marek Dukát Bc. Rastislav Struhár

## Záver

Na stretnutí sme dostali prístupové údaje na školský server Softvérového štúdia 2. Konzultovali sme našu doterajšiu prácu a nespĺnené úlohy členov tímu, ktoré sme následne rozdelili úlohy z druhého stretnutia. Na tomto stretnutí sme sa dohodli na ďalšej analýze projektu, ktorú sme si znovu rozdelili podľa náročnosti.

## Zápisnica č. 4 zo stretnutia 30.10.2013

### Zápisnica č. 4

Stretnutie č.	4	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	x	Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Druhé stretnutie			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	30.10.2013			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	17:00 - 18:00			Bc. Lukáš Lenčeš	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio			Bc. Anton Pôbiš	x
Vypracoval:	Bc. Anton Pôbiš			Bc. Marián Šiška	
				Bc. Rastislav Struhár	

### Priebeh stretnutia

- Kontrola splnenia úloh zadaných na minulom stretnutí.
- Konzultácia o ďalších úlohách.
- Dohodnutie sa s vedúcim o niektorých špeciálnych funkciách nášho vytváraného portálu.
- Rozhodnutie o ukrátenie tímu o dvoch členov.

## Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

Popis úlohy	Začiatok	Koniec	Vypracuje
Ohodnotenie všetkých nájdených edukačných portálov a portálov a web stránkach o IPv6. Hodnotenie podľa nami určených kritériách. Každá stránka je taktiež popísaná nejakou jej špeciálnou vlastnosťou.	30.10.2013	05.11.2013	Bc. Lukáš Lenčeš Bc. Anton Pôbiš Bc. Lukáš Danielovič Bc. Marek Dukát
Doplnenie aktualít na stránku a úprava posledných malých chýb na tímovej stránke.	30.10.2013	05.11.2013	Bc. Lukáš Lenčeš Bc. Anton Pôbiš Bc. Lukáš Danielovič Bc. Marek Dukát

## Záver

Na stretnutí sme skonzultovali vypracované úlohy z predošlého stretnutia. Dohodli sme sa na ďalšie stretnutie budeme mať hotovú komparačnú tabuľku edukačných portálov a web stránok o IPv6. Komparačná tabuľka bude zameraná na funkcie, vzhľad a obsah stránky. Pre každú stránku určíme nejakú zaujímavosť, ktorá charakterizuje túto stránku. Následne pri vytváraní nášho portálu môžeme byť z týchto informácií inšpirovaný.

## Zápisnica č. 5 zo stretnutia 11.11.2013

### Zápisnica č. 5

Stretnutie č.	5	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	x	Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Druhé stretnutie			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	11.11.2013			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	17:15 - 18:00			Bc. Lukáš Lenčeš	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio			Bc. Anton Pôbiš	x
Vypracoval:	Bc. Anton Pôbiš			Bc. Marián Šiška	
				Bc. Rastislav Struhár	

### Priebeh stretnutia

- Konzultácia s vedúcim o vypracovanej analýze existujúcich edukačných portálov a web stránkach o IPv6.
- Konzultácia s vedúcim o finálnom dokumente, riadiacom dokumente a preberacom protokole.
- Rozdelenie zvyšných úloh pre dokončenie finálnej dokumentácie medzi štyroch zostávajúcich členov tímu.

## Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

Popis úlohy	Začiatok	Koniec	Vypracuje
Dokumentácia riadenia, príprava preberacieho protokolu	11.11.2013	15.11.2013	Bc. Anton Pôbiš
Návrhu riešenia dokumentu	11. 11.2013	15.11.2013	Bc. Lukáš Lenčeš Bc. Lukáš Danielovič Bc. Marek Dukát
Špecifikácia dokumentu	11. 11.2013	15.11.2013	Bc. Lukáš Lenčeš Bc. Anton Pôbiš Bc. Lukáš Danielovič Bc. Marek Dukát
Aktualizácia web stránky projektu	11. 11.2013	15.11.2013	Bc. Anton Pôbiš Bc. Lukáš Danielovič
Dokončenie komparačnej tabuľky web stránok	11. 11.2013	15.11.2013	Bc. Marek Dukát Bc. Lukáš Lenčeš

## Záver

Na stretnutí sme konzultovali hotovú komparačnú tabuľku edukačných portálov a web stránok o IPv6. Taktiež sme konzultovali detaily obsahu výslednej dokumentácie. A nasledujúci postup pri odovzdávaní a preberaní dokumentácie od iného tímu. S všetkými štyrmi prítomnými členmi tímu a vedúcim tímového projektu sme sa dohodli o ukrátenie tímu o dvoch členov: Bc. Marian Šiška a Bc. Rastislav Struhár. Týchto členov tímu sme vyradili pretože neboli od začiatku projektu ani na jednom stretnutí a nespĺňali zadané úlohy na stretnutiach. Z tohto vyplýva aj, že ich mená odstránime z nasledujúcich zápisníc stretnutia.

## Zápisnica č. 6 zo stretnutia 18.11.2013

### Zápisnica č. 6

Stretnutie č.	6	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	x	Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Šieste stretnutie			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	18.11.2013			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	17:30			Bc. Lukáš Lenčes	x
Miesto stretnutia:	1.04			Bc. Anton Pôbiš	
Vypracoval:	Bc. Lukáš Lenčes				

### Priebeh stretnutia

Prebrali sme formálnu úpravu našej doposiaľ vypracovanej dokumentácie, identifikovali sme určité nedostatky. Budú opravené Lukášom L.

Pán Magula nás informoval, že 17.12. bude stretnutie tímov – bude potrebné pripraviť prezentáciu nášho projektu (úvod, analýzu, návrh, prípadne prototyp).

Lukáš D. predstavil GNS3 ako ideálny systém na implementáciu v našom projekte. Navrhol dve varianty: ako súčasť portálu a ako inštalovaná aplikácia na strane používateľa.

Marek navrhol databázu používateľov a testov a asociovanie testov ku témam. Pán Magula k tomuto pridal ideu kategorizácie testov (od ľahkých po experimentálne).

Zhodli sme sa, že návrh nie je ešte úplný a vyžaduje si revíziu. Je potrebné doplniť spomenuté databázy a typy používateľov (verejný, registrovaný, administrátor). Pán Magula navrhol tiež pridať ku stránke portálu udalosti (Svetový deň IPv6, konferencie...)

Treba si rozdeliť odovzdané dokumenty tímu 3 a spracovať posudok. Odovzdanie posudku je 22.11. 14:00. Dohodli sme sa, že pánovi Magulovi odošleme posudok v stredu večer.

Treba doplniť na stránke tímu informáciu o odovzdaní dokumentov tímu č.3 ako aj informáciu o prebratí ich dokumentu. (spracuje Lukáš D. )



## Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

Nasledujúcimi úlohami do najbližšieho stretnutia sú vypracovania posudkov dokumentov tímu č. 3.

	<b>Termín ukončenia</b>	<b>Vypracuje</b>
<i>Posudok analýzy</i>	20. 11. 2013 19:00	Bc. Lukáš Lenčేశ
<i>Posudok špecifikácie požiadaviek</i>	20. 11. 2013 19:00	Bc. Marek Dukát
<i>Posudok návrhu</i>	20. 11. 2013 19:00	Bc. Lukáš Danielovič
<i>Posudok dokumentácie riadenia</i>	20. 11. 2013 19:00	Bc. Anton Pôbiš

## Záver

Je nutné vykonať formálne opravy v dokumentácií (zlomy strán, citovanie).

V nasledujúcom stretnutí sa bude potrebné vrátiť ku doplneniu špecifikácie požiadaviek a návrhu.

Nasledujúci termín stretnutia s vedúcim tímu je dohodnutý na pondelok 25. 11. 2013 17:30.

## Zápisnica č. 7 zo stretnutia 25.11.2013

### Zápisnica č. 7

Stretnutie č.	7	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	x	Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Siedme stretnutie			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	25.11.2013			Bc. Marek Dukát	
Čas stretnutia	17:30			Bc. Lukáš Lenčes	x
Miesto stretnutia:	1.04			Bc. Anton Pôbiš	
Vypracoval:	Bc. Lukáš Lenčes				

### Priebeh stretnutia

Zhodnotili sme posudok tímu č. 3 na náš projekt. Ujasnili sme si záver, že prezrieme odovzdaný posudok a vyjadríme sa ku jeho jednotlivým častiam (vyjadrenie typu: „Toto je dobrá pripomienka a zimplementujeme ju“ alebo „Toto nebudeme riešiť, lebo...“)

Pán Magula nám pripomenul termín 17.12.2013, kedy sa koná stretnutie tímov a budeme potrebovať prezentáciu.

Zhodli sme sa, že je najvyšší čas začať vytvárať prototyp. Lukáš L. navrhol ako prvú variantu prototyp obsahujúci náučnú teóriu ohľadom IPv6 a testovanie. Implementáciu simulácie v prvom prototypy sme so súhlasom pána Magulu zamietli. Lukáš D. navrhol ako hlavné nástroje na tvorbu prototypu HTML 5 a CSS3.

Pán Magula nám poznamenal, že do dokumentácie je potom potrebné doplniť kapitolu „Opis prototypu“. Táto kapitola obsahuje implementáciu prototypu.

Na záver sme sa zhodli, že je najvyšší čas zaregistrovať doménu pre finálnu verziu práce projektu.

### Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

Úlohy na najbližšie obdobie sú závislé od vyjadrenia sa členov tímu ku posudku a od začiatku implementácie prototypu. Preto je potrebné, aby sa členovia tímu stretli v najbližších dňoch a spustili štart implementácie prototypu. Na tomto stretnutí si treba dohodnúť:

- kto bude zodpovedný za testovanie v systéme,
- kto bude zodpovedný za teóriu v systéme,
- kto bude zodpovedný za grafickú úpravu systému.

Počas stretnutia je potrebné z vyjadrenia členov tímu ku posudku vytvoriť dokument „*Vyjadrenie k posudku*“, kde budú tieto vyjadrenia zhrnuté.

Na stretnutí sa tiež dohodne systém synchronizácie práce (či už pôjde o SVN alebo nejaký jednoduchý dohodnutý systém).

	<b>Termín ukončenia</b>	<b>Vypracuje</b>
<i>Prečítanie posudku</i>	Do dohodnutého termínu stretnutia	Každý člen tímu

## **Záver**

Treba vypracovať dokument vyjadrenia sa k posudku. V prípade kladného vyjadrenia k istej časti posudku, treba túto časť implementovať.

Je nutné sa stretnúť (všetci členovia tímu) a začať implementáciu prototypu (nahranie prvotnej web stránky a zaregistrovanie domény).

Ďalší oficiálny termín stretnutia s vedúcim projektu je 2.12.2013 17:30 v miestnosti 1.04.

## Zápisnica č. 8 zo stretnutia 02.12.2013

### Zápisnica č. 8

Stretnutie č.	8	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	x	Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	ôsme stretnutie			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	02.12.2013			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	17:30 - 18:00			Bc. Lukáš Lenčeš	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio			Bc. Anton Pôbiš	x
Vypracoval:	Bc. Anton Pôbiš			<del>Bc. Marián Šiška</del>	
				<del>Bc. Rastislav Struhár</del>	

### Priebeh stretnutia

Konzultovali sme s pánom Magulom ďalšie detaily prototypu. Doplnenie testov a autentifikácie do prototypu.

Dohodli sme sa na stretnutí 5.12.2013 bez vedúceho kde budeme riešiť prototyp a postupne budeme dopisovať opis prototypu. Na budúcom stretnutí budeme konzultovať a prezentovať prototyp.

Vedúci nás upozornil na aktualizovanie našej tímovej stránky.

Na odporúčanie pána Magulu pri vypracovaní prototypu pre uľahčenie práce budeme zapisovať vhodné informácie priamo do dokumentu.

## Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

	<b>Termín ukončenia</b>	<b>Vypracuje</b>
<i>Práca na prototype</i>	Do dohodnutého termínu stretnutia	Každý člen tímu

### **Záver**

Do ďalšieho stretnutia je potrebné dopracovať prototyp, aby ho sme mohli skonzultovať a prípadne upraviť na prezentáciu. Ďalší oficiálny termín stretnutia bude ako pravidelne 9.12.2013 v pondelok 17:15.

## Zápisnica č. 9 zo stretnutia 05.12.2013

### Zápisnica č. 9

Stretnutie č.	9	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	Prítomní členovia tímu:	
Téma stretnutia:	Deviate stretnutie			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	05.12.2013			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	17:30 - 18:00			Bc. Lukáš Lenčeš	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio			Bc. Anton Pôbiš	x
Vypracoval:	Bc. Anton Pôbiš			<del>Bc. Marián Šiška</del>	
				<del>Bc. Rastislav Struhár</del>	

### Priebeh stretnutia

Všetci členovia sme konzultovali o ďalšej práce na prototype. Dohodli sme sa na použitej grafickej šablóne na web stránku.

Navrhli sme základne vzťahy medzi tabuľkami v databáze pre testy a prihlasovanie.

Dohodli sme sa, že menu stránky bude kompletne a všetky stránky budú funkčné a budú minimálne obsahovať text „stránka ešte nie je dokončená“

## Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

Úloha	Termín ukončenia	Vypracuje
<i>Úprava grafickej šablóny pre finálnu verziu prototypu</i>	09.12.2013	Bc. Lukáš Danielovič
<i>Vytvorenie prihlasovania a registrácie. Vytvorenie jednoduchého generovania testov podľa náročnosti a kapitol</i>	09.12.2013	Bc. Anton Pôbiš
<i>Rozdelenie textov analýzy projektu do kapitol. Príprava otázok do testov a rozdelenie otázok podľa náročnosti, podkapitol a kapitol</i>	09.12.2013	Bc. Lukáš Lenčeš Bc. Marek Dukát

### Záver

Rozdelili sme si úlohy a dohodli sme sa, že pondelok musí byť funkčná časť prototypu aby sme mohli ďalej konzultovať s vedúcim projektu.

## Zápisnica č. 10 zo stretnutia 09.12.2013

### Zápisnica č. 10

Stretnutie č.	10	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	x	Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Desiate stretnutie			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	09.12.2013			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	17:30 - 18:00			Bc. Lukáš Lenčeš	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio			Bc. Anton Pôbiš	x
Vypracoval:	Bc. Anton Pôbiš			<del>Bc. Marián Šiška</del>	
				<del>Bc. Rastislav Struhár</del>	

### Priebeh stretnutia

Predstavenie prototypu vedúcemu projektu. Vedúci nás upozornil na zopár drobných chýb v prototypu. Navrhol nám aby sme pred každú kapitolu zobrazili návrh na vypracovanie rýchleho testu. Týmto testom sa používateľ dozvie či je už dostatočne informovaný a nemusí potom čítať danú kapitolu.

Vedúci projektu nás upozornil na dopracovanie kapitol Návrh prototypu a Implementácia prototypu do dokumentácie riešenia. Taktiež je potrebné doplniť rozšíriť dokumentáciu riadenia o nové zápisnice a protokoly využívané pri implementácií prototypu.



## Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

	<b>Termín ukončenia</b>	<b>Vypracuje</b>
<i>Dokončenie a posledné úpravy prototypu pred odovzdaním. Príprava na prezentáciu prototypu</i>	13.12.2013	Každý člen tímu

### **Záver**

Rozdelili sme si úlohy pre dokončenie prototypu a dokončujeme všetky potrebné dokumentácie a preberací protokol. Napíšeme email tímu č. 3, s ktorým sa dohodneme na odovzdaní a prebratí dokumentácií a prototypu. Náš prototyp odovzdáme vo forme prenosného média CD na ktorom budú zdrojové kódy. Odporúčime tímu č. 3 aby si funkčnosť prototypu otestoval priamo na web stránke [www.ipv6edu.web44.net](http://www.ipv6edu.web44.net). Týmto im ponúkame jednoduchší spôsob testovania.

## Zápisnica č. 11 zo stretnutia 20.02.2014

### Zápisnica č. 11

Stretnutie č.	11	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	x	Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Jedenáste stretnutie			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	20.02.2014			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	17:15 - 18:00			Bc. Lukáš Lenčeš	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio			Bc. Anton Pôbiš	x
Vypracoval:	Bc. Anton Pôbiš				

### Priebeh stretnutia

Po dohode s vedúcim projektu už nebudeme písať do zápisnice našich dvoch členov, ktorý opustili tím. Po skúškovom období sme predstavili vedúcemu náš pokrok v navrhovaní nášho edukačného modulu.

Po dlhšej konverzácii s vedúcim sme sa zhodli, že náš edukačný model bude využívať program NS3 (Network Simulator 3).

## Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

	<b>Termín ukončenia</b>	<b>Vypracuje</b>
<i>Predbežný návrh ako využívať program NS3 pre náš spôsob použitia edukačného modulu na web stránke.</i>	27.12.2014	Každý člen tímu
<i>Zbežné preštudovanie minuloročného tímového projektu, kde využívajú modul NS3.</i>	27.12.2014	Každý člen tímu

### **Záver**

Vedúci nám pomohol usmerniť náš smer pri vývoji edukačného modulu pre náš edukačný portál. Na nasledujúcom stretnutí, budeme mať jasnejší pohľad na to ako bude náš modul vyzeráť.

## Zápisnica č. 12 zo stretnutia 27.02.2014

### Zápisnica č. 12

Stretnutie č.	12	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	Prítomní členovia tímu:	
Téma stretnutia:	Druhé stretnutie			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	27.02.2014			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	17:15 - 18:00			Bc. Lukáš Lenčeš	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio			Bc. Anton Pôbiš	x
Vypracoval:	Bc. Anton Pôbiš				

### Priebeh stretnutia

Po splnení úloh z minulého stretnutia sme vydedukovali, využite programu NS3 bude potrebné hardvérové požiadavky, ktoré sme spísali a poslali emailom vedúcemu projektu, či nám ich škola sprístupní.

Na stretnutie prišiel aj člen minuloročného tímu UFANS, ktorý využívali program NS3 a predstavil nám ich projekt. Kde sme si hneď otestovali funkčnosť. Následne sme zistili, že nemôžeme použiť projekt, možno iba niektoré časti. Ich projekt je uložený len v na médiu a beží na operačnom systéme Ubuntu a všetko vyvíjali iba lokálne. Ale zhodli sme sa, že možno niektoré časti projektu možno budú použiteľné.

## Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

	<b>Termín ukončenia</b>	<b>Vypracuje</b>
<i>Štúdium inštalácie a použitia programu NS3. Príprava na základne používanie NS3. Naštudovanie návodov.</i>	06.03.2014	Bc. Lukáš Lenčoš Bc. Marek Dukát
<i>Analýza časti projektu UFANS, ktoré môžu byť použiteľné v našom edukačnom module</i>	06.03.2014	Bc. Lukáš Danielovič Bc. Anton Pôbiš Bc. Marek Dukát

### **Záver**

Rozdelili sme si úlohy na ďalšie stretnutie a očakávam, že budú naše HW a SW požiadavky splnené aby sme mohli čo najskôr pracovať na edukačnom module.

## Zápisnica č. 13 zo stretnutia 13.03.2014

### Zápisnica č. 13

Stretnutie č.	13	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	x	Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Trinášť stretnutie			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	13.03.2014			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	17:15 - 18:00			Bc. Lukáš Lenčeš	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio			Bc. Anton Pôbiš	x
Vypracoval:	Bc. Anton Pôbiš				

### Priebeh stretnutia

Naše HW a SW požiadavky neboli schválené. No náš tím aby nestrácal čas tak Lukáš Lenčeš zaobstaral, všetky potrebné SW a HW požiadavky na súkromnom serveri a taktiež nainštaloval program NS3 a skúsil jednoduché príklady.

Následne je potrebná migrácia webovej stránky a prepojenie web stránky aby komunikovala a dokázala zadávať príkazy nainštalovanému programu NS3.

Je potrebné urobiť podrobnejšiu analýza ako budú vyzerat' vstupy a výstupy pre program NS3.

## Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

	<b>Termín ukončenia</b>	<b>Vypracuje</b>
<i>Migrácia web stránky edukačného portálu. Prepojenie s príkazov z</i>	20.03.2014	Bc. Lukáš Danielovič Bc. Anton Pôbiš
<i>Podrobnejšia analýza vstupov a výstupov programu NS3</i>	20.03.2014	Každý člen tímu
<i>Analýza výsledkov, ktoré môžeme poskytnúť používateľovi z NS3</i>	20.03.2014	Bc. Lukáš Lenčeš Bc. Marek Dukát

### **Záver**

S vedúcim projektu zhodli, že na budúcom, stretnutí budú hmatateľné výsledky ohľadom nášho postupu pri vývoji edukačného modulu.

## Zápisnica č. 14 zo stretnutia 20.03.2014

### Zápisnica č. 14

Stretnutie č.	14	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	x	Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Štrnásť stretnutie			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	22.03.2014			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	17:15 - 18:00			Bc. Lukáš Lenčes	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio			Bc. Anton Pôbiš	x
Vypracoval:	Bc. Anton Pôbiš				

### Priebeh stretnutia

Predstavili sme dosiahnuté výsledky vedúcemu projektu. Jednoduché spustenie simulácie prostredníctvom internetového prehliadača. A základnú obrazovku nášho NS3 modulu.

Taktiež sme predstavili možné spôsoby spracovania výsledkov simulácie, prostredníctvom tcpdump vypísanie súboru pcap. Programom gnuplot textové výpisy sa dajú prerobiť do grafov. A Program NetAnim dokáže simulovať z súborov XML.



### **Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu**

	<b>Termín ukončenia</b>	<b>Vypracuje</b>
<i>Vytváranie jednoduchej štruktúry vstupného súboru pre simuláciu v NS3</i>	27.03.2014	Bc. Lukáš Danielovič Bc. Anton Pôbiš
<i>Spracovanie výsledkov simulácie NS3</i>	27.03.2014	Bc. Lukáš Lenčeš Bc. Marek Dukát

### **Záver**

S vedúcim práce sme sa zhodli, že vieme na čom máme presne pracovať. Musíme upravovať generovanie vstupného súboru na simulovanie a presnejšie spracovávať výstupne súbory simulácie. Na tejto práci budeme zrejme pracovať až do finálneho odovzdávania.

## Zápisnica č. 15 zo stretnutia 27.03.2014

### Zápisnica č. 15

Stretnutie č.	15	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	x	Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Druhé stretnutie			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	27.03.2014			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	17:15 - 18:00			Bc. Lukáš Lenčes	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio			Bc. Anton Pôbiš	x
Vypracoval:	Bc. Anton Pôbiš				

### Priebeh stretnutia

Ako obvykle sme ukázali výsledky, ktoré sme dosiahli za týždeň. Pokročili sme s analýzou výsledkov, už je vytvorený skript na základne čítanie pcap súborov. Skripty sú napísané v programovacom jazyku C.

Vytvorili sme jednoduchý wizard, ktorý bude slúžiť na vytvorenie vstupného súboru. Vedúci nás upozornil, že vo wizarde musí byť krok s5.

### **Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu**

	<b>Termín ukončenia</b>	<b>Vypracuje</b>
<i>Vytváranie jednoduchej štruktúry vstupného súboru pre simuláciu v NS3 prostredníctvom wizardu</i>	05.04.2014	Bc. Lukáš Danielovič Bc. Anton Pôbiš Bc. Lukáš Lenčeš
<i>Spracovanie výstupných pcap súborov</i>	05.04.2014	Bc. Marek Dukát

### **Záver**

Po analýze sme usúdili, že práca na vytvorení wizardu, bude veľmi zložitá preto na tejto časti budú pracovať traja členovia tímu. Prácu do budúceho týždňa máme rozdelenú

## Zápisnica č. 16 zo stretnutia 03.04.2014

### Zápisnica č. 16

Stretnutie č.	16	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	x	Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Stretnutie pred finalizáciou prác			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	03.04.2014			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	17:15 - 20:00			Bc. Lukáš Lenčes	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio			Bc. Anton Pôbiš	x
Vypracoval:	Bc. Anton Pôbiš				

### Priebeh stretnutia

Predstavili sme vedúcemu práce náš ďalší progres tímu. Ako obvykle nás vedúci usmernil pri niektorých našich výsledkoch.

## Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

	<b>Termín ukončenia</b>	<b>Vypracuje</b>
<i>Práca na grafoch a ďalšie rozšírenia wizardu</i>	10.04.2014	Bc. Lukáš Danielovič Bc. Anton Pôbiš Bc. Lukáš Lenčeš
<i>Doplnenie ďalších informácií výstupných pcap súborov</i>	10.04.2014	Bc. Marek Dukát

## **Záver**

Zistenia z minulého stretnutia, že vytvorenie funkčného wizardu bude náročnejšie ako sme si mysleli. Preto na ňom, budú ďalej pracovať podľa návrhov vedúceho tímu. Prácu do budúceho týždňa máme rozdelenú.

## Zápisnica č. 17 zo stretnutia 10.04.2014

### Zápisnica č. 17

Stretnutie č.	17	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	x	Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Stretnutie pred finalizáciou prác			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	10.04.2014			Bc. Marek Dukát	
Čas stretnutia	17:15 - 20:00			Bc. Lukáš Lenčes	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio			Bc. Anton Pôbiš	
Vypracoval:	Bc. Lukáš Lenčes				

#### Priebeh stretnutia:

Vedúci tímu bol oboznámený o dosiahnutom progrese na prácach v projekte. Z priebehu stretnutia a z komentárov vedúceho tímu, boli zosumarizované nižšie uvedené body, závery a úlohy.

1. Výstupné grafy
  - a. Do dnešného dňa produkujeme dva dátové súbory pre implementáciu grafov, *stĺpcový* (pomer dát prenesených sieťou ku komunikácii) a *koláčový* (pomer réžie IPv6 a reálneho dátového prenosu)
  - b. Je potrebné doplniť grafy: *stĺpcový* – pomery multicast, anycast, unicast  
*koláčový* – pomery režijných dát (neighbor solification, router solification, router advertisement...)
  - c. Ďalšie možnosti grafov: čiarový - oneskorenia (závislosť oneskorenia od času)...
2. Dokončenie wizaru
  - a. Proces tvorby topológie je zatiaľ v štádiu „In progress“. Je potrebné dokončiť niektoré detaily. Tento proces je nutné čo najskôr dokončiť.
  - b. Bolo by vhodné ďalej pridávať možnosti topológie (RIPv6, statické smerovanie... ) -> tento bod ale až neskôr, ako update predchádzajúceho bodu.
3. Spolupráca členov tímu počas nasledujúcich finišujúcich prácach
  - a. Spolupráca členov tímu sa v končiacich fázach musí lepšie synchronizovať a zrýchliť. Nie je nutné a ani priaznivé pre projekt stretávať sa osobne. Počas stretnutia bola navrhnutá *skype konferencia*. Týmto smerom sa budeme uberať aj počas nasledujúcich sviatkov.

#### Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu:

	Termín ukončenia	Vypracuje
--	------------------	-----------

<i>Dokončovacie práce na tvorbe wizardu, skriptov, modulov, grafickej reprezentácie grafov...</i>	14.04.2014	Bc. Lukáš Danielovič Bc. Anton Pôbiš Bc. Lukáš Lenčoš
<i>Dopracovanie dátových podkladov pre tvorbu grafov</i>	14.04.2014	Bc. Marek Dukát

### **Záver:**

Nakoľko nasleduje voľno počas Veľkej noci, ďalšie stretnutie bude

**v utorok 15.04.2014 17:15.**

Do tohto termínu je cieľom tímu TIPSix mať sprevádzkovaný funkčný portál, ktorý dokáže vytvoriť topológiu, simulovať ju a poskytnúť výstupy.

Na nasledujúcom stretnutí sa dohodne ďalší plán práce na sviatky. Tento plán by mal už len obaľovať celkovú projektovú prácu – finalizácia web stránky, tvorba dokumentácie, prípadné úpravy skriptov...

## Zápisnica č. 18 zo stretnutia 15.04.2014

### Zápisnica č. 18

Stretnutie č.	18	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	Prítomní členovia tímu:	
Téma stretnutia:	18. stretnutie		Bc. Lukáš Danielovič	x	
Dátum stretnutia	15.04.2014		Bc. Marek Dukát	x	
Čas stretnutia	17:15 - 18:00		Bc. Lukáš Lenčes	x	
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio		Bc. Anton Pôbiš	x	
Vypracoval:	Bc. Lukáš Lenčes				

### Priebeh stretnutia

Stretnutie sa nieslo v pred-veľkonočnej nálade. Na práci sa vyskytli mierne zdržania. Závery predchádzajúceho stretnutia neboli celkom dokončené, ale boli už v stave „tesne pred dokončením.“ Niektoré nedostatky generácie vstupného kódu sme ošetrili pred, počas a krátko po stretnutí (Anton P., Lukáš L.).

Vedúci tímu sa z organizačných dôvodov nezúčastnil, a teda nebola mu ukázaná práca so sprievodcom tvorby topológie siete a taktiež výstupy.

Následne boli medzi členmi navrhnuté ďalšie kroky, ktoré treba vykonať: dokončiť sprievodcu tvorby topológie (tzv. wizard) – úpravy v kóde, krok späť, úprava dokumentácie, úprava web stránky portálu, modifikácia dátových vstupov pre graf 7 (nakoľko bolo zistené, že tento vstup nepracuje správne).



## **Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu**

Rozdelenie jednotlivých úloh sa v tejto fáze tvorby portálu rieši súčinnosťou každého člena tímu. Prelíname si práce tvorby wizardu (Lukáš D., Anton P.) s prácami konštrukcie kódu a dátových vstupov/výstupov (Marek D., Lukáš L.).

Práce na dokumentácii boli rozdelené úmerne medzi členov tímu.

## **Záver**

Medzi predchádzajúcim stretnutím a týmto bolo 5 dní. Krátky čas na to, aby sa stihli všetky požadované ciele z minulého stretnutia. Väčšina našich cieľov je malý kúsok pred dosiahnutím. Nasledujúce stretnutie bude po veľkej noci

**vo štvrtok 24.04.2014.**

## Zápisnica č. 19 zo stretnutia 24.04.2014

### Zápisnica č. 19

Stretnutie č.	19	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	x	Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	19. stretnutie			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	24.04.2014			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	17:15 - 18:00			Bc. Lukáš Lenčes	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio			Bc. Anton Pôbiš	x
Vypracoval:	Bc. Lukáš Lenčes				

### Priebeh stretnutia

Sme po veľkej noci. Meniny má Juraj. Stretli sme sa všetci členovia tímu. Opäť bol menší problém pri generácii kódu pomocou sprievodcu. Niektorých chrobákov sme zafixovali pred a po stretnutí (Anton P., Lukáš L.). Nebolo však možné simulovať celý proces tvorby topológie aj s výstupmi. Práce na sprievodcovi boli vedúcemu tímu vysvetlené po vygenerovaní kódu.

Boli definované chyby, na ktorých generácia kódu padá (napr. viaceré inštancie InternetStacku na jednom sieťovom uzle). Upravili sme metodiku tvorby kódu (na jednu inštanciu CSMA). Generácia kódu .cc cez php skripty dostala nový rozmer a je prehľadnejšia (deklarácie všetkých inštancií už na začiatku kódu).

Bolo s vedúcim dohodnuté, že mu bude aktuálna verzia dokumentácie odoslaná aj s odkazom na portál. Ďalej sme si dohodli práce ako v dokumentácií tak aj na web stránke portálu (doplnenie informácií, doplnenie fóra a pod.).

### **Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu**

Všetci členovia dopíšu dokumentáciu aby mohla byť odoslaná vedúcemu tímu. Každý člen má svoju časť dokumentácie. Spoločne dokončujeme portál, aby bol funkčný.

### **Záver**

V tomto čase spúšťame portál pre testovanie. Mal by prejsť od registrácie používateľa, cez vytvorenie topológie až k výstupom. Na nasledujúcom stretnutí musí fungovať. Ďalšie stretnutie bude

**v piatok 02.05.2014**

## Zápisnica č. 20 zo stretnutia 09.05.2014

### Zápisnica č. 20

Stretnutie č.	20	Vedúci tímu:	Ing. Peter Magula, PhD	Prítomní členovia tímu:	
Téma stretnutia:	20. stretnutie		Bc. Lukáš Danielovič		
Dátum stretnutia	09.05.2014		Bc. Marek Dukát		x
Čas stretnutia	14:00 - 15:00		Bc. Lukáš Lenčes		x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio		Bc. Anton Pôbiš		x
Vypracoval:	Bc. Lukáš Lenčes				

### Priebeh stretnutia

Vedúci tímu sa z časových dôvodov nemohol dostaviť. Ostatní členovia tímu sme si predviedli funkčnú generáciu kódu a zároveň simuláciu s výstupmi. Počas týždňa Lukáš L. upravil dokumentáciu, ktorú poslal vedúcemu tímu na vyjadrenie.

Jednou z poznámok od vedúceho tímu bolo neodosielanie potvrdzujúceho emailu registrácie. Túto chybu opravil Anton P. už počas týždňa.

V rámci stretnutia sme si vyjasnili niektoré ďalšie nedopracované vyjadrenia od vedúceho. Anton P. a Lukáš L. dokončili reprezentáciu grafu č. 7 pre meranie záťaže na sieti. Dohodli sa ďalšie úlohy, ktoré sú spomenuté nižšie. Lukáš L. upozornil na chybu pri generácií zadaní testových otázok, bola spôsobená predchádzajúcou migráciou databázy z prototypu na finálny server.

Anton P. ukázal vytvorené fórum. Nebolo však možné ho plnohodnotne využívať, preto sú potrebné ďalšie úpravy na ňom.

Na stretnutí padli návrhy, ako modifikovať titulnú stránku portálu.

### **Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu**

<b>Úloha</b>	<b>Vypracuje</b>
Oprava dát v DB, oprava fóra, zvýraznenie odkazu na modul NS3, registrácia do fóra	Anton P., Lukáš D.
Oprava nefunčných odkazov na web stránke, obsahu profilu používateľa,	Anton P., Lukáš D.
Vytvoriť súbor s zoznamom všetkých kapitol, dopĺňanie otázok do kvízu	Marek D.
Aktualizácia dokumentácie, aktualizácia obsahu fóra na webe, doriešenie problémov s XML výstupmi a TCP/UDP simulácie	Lukáš L.

### **Záver**

V nasledujúcom týždni budú prebiehať dokončovacie práce na portály. Do termínu ďalšieho stretnutia bude odoslaná aktuálna verzia dokumentácie vedúcemu tímu. Nasledujúce stretnutie tímu bude

**vo štvrtok 15.05.2014 17:15**

**Zápisnica č. 21 zo stretnutia 03.03.2015**

## Zápisnica č. 21

Stretnutie č.	21	Vedúci tímu:	Ing. Peter Trúchly, PhD	Prítomní členovia tímu:	
Téma stretnutia:	Prvé stretnutie s novým vedúcim projektu		Bc. Lukáš Danielovič	x	
Dátum stretnutia	03.03.2015		Bc. Marek Dukát	x	
Čas stretnutia	17:00 - 18:00		Bc. Anton Pôbiš	x	
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio				
Vypracoval:	Bc. Marek Dukát				

### Priebeh stretnutia

Prvé stretnutie a teda aj oboznámenie nového vedúceho s aktuálnym stavom projektu. Dohodli sme sa na migrácii projektu do virtuálneho prostredia. Spísali sme si do bodov nedostatky vytknuté na obhajobách z minulého semestra. Taktiež sme si tieto body medzi sebou prerozdělili a postupne budeme tieto nedostatky eliminovať. Na podnet vedúceho sme sa dohodli, že budeme implementovať okrem wizarada aj grafické rozhranie typu Drag&Drop pre tvorbu sietí v našom simulátore.

### Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

**Anton P.** – pavúk RFC dokumentov, upozornenie na staršiu verziu prehliadača, presmerovanie na iný súbor mimo scratch, overenie nástroja drakula, opraviť odstávajúce menu.

**Lukáš D.** – migrácia na virtuálny server, zmena loga, oprava generovania testov, vyhodíť kalendár udalostí z dokumentu.

**Marek D.** – optimalizácia skriptov na generovanie dát pre grafy, návrh tabov pre grafy, podrobný popis grafov (legenda, nadpis, mierka,...), priebežné dopisovanie dokumentu, zdokumentovať obmedzenia NS3.

### Záver

Hlavným cieľom je v prvom rade odstrániť hlavné chyby a nedostatky pri simulácií a taktiež implementovať pohodlnejšie grafické rozhranie na vstupy a výstupe simulátora. Väčšina našich cieľom sú postrehy, ktoré boli vytknuté pri obhajobe a preto sa budeme snažiť ich všetky eliminovať.

**Utorok 3.3.2015**

## Zápisnica č. 22 zo stretnutia 10.03.2015

### Zápisnica č. 22

Stretnutie č.	22	Vedúci tímu:	Ing. Peter Trúchly, PhD		Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Progrers po prvom týždni			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	10.03.2015			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	20:00 - 21:00			Bc. Anton Pôbiš	x
Miesto stretnutia:	Konferenčný hovor cez Skype				
Vypracoval:	Bc. Marek Dukát				

### Priebeh stretnutia

Zreferovanie komu sa čo podarilo dokončiť. Zo stanovených úloh sú dokončené nasledovné:

- Upozornenie na starý prehliadač
- Oprava odstávajúceho menu
- Presmerovanie na iný súbor mimo scratch
- Rating používateľov
- Migrácia na virtuálny server
- Zmena loga tímu
- Oprava generovania testov
- Oprava samotnej simulácie
- Pri registrácii je automaticky nastená úroveň začiatočník
- Optimalizácia skriptu pre generovanie dát pre grafy
- Návrh tabov pre grafy (čiastočne)
- Dokumentácia obmedzení NS3

### Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

**Anton P.** – pavúk RFC dokumentov, full-textové vyhľadávanie na stránke, testovanie prehliadačov, generovanie grafov pre viacero používateľov, problémy s minusovou hodnotou na grafe, profil používateľa.



**Lukáš D.** – paralelizmus simulácií, aplikovanie dragable jQuery.

**Marek D.** – návrh tabov pre grafy, podrobný popis grafov (legenda, nadpis, mierka,...), rozdelenie generovania dát pre jednotlivé interfejsy, opis podobných produktov, pripraviť stránku s referenciami, pridať do dokumentácie generovanie grafov.

### **Záver**

Úlohy z minulého týždňa boli vo väčšine splnené. Nesplnené alebo čiastočne splnené úlohy sa presunuli na budúci týždeň plus každému členovi boli pridelené nové úlohy.

**Utorok 10.3.2015**

## Zápisnica č. 23 zo stretnutia 17.03.2015

### Zápisnica č. 23

Stretnutie č.	23	Vedúci tímu:	Ing. Peter Trúchly, PhD		Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Progres na prácach			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	17.03.2015			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	17:00 - 18:30			Bc. Anton Pôbiš	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio				
Vypracoval:	Bc. Marek Dukát				

### Priebeh stretnutia

V rámci stretnutia bola prezentovaná ukážka implementácie drag&drop grafického rozhranie pre tvorbu topológie sietí. Zatiaľ je implementovaná len drag&drop modul s možnosťou pridávania koncových uzlov, smerovačov a virtuálnych "prepínačov" s možnosťou nastavenia sieťových rozhraní. Logika, čiže transformácia dát z grafickej časti do vstupného súboru simulácie sa bude riešiť v nasledujúcich dňoch, resp. týždňoch.

### Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

Prioritou je pokračovať v implementácii modulu na tvorbu sietí. (Lukáš D.). Okrem toho boli zistené nasledujúce chyby, resp. nedostatky:

- zlá grafika tlačidla šípka pri listovaní v kapitolách (Lukáš D.)
- v kapitole 3 chýba nadpis (Marek D.)
- nie je vysvietená hlavná kapitola, ktorá sa prezerá (pre lepšiu orientáciu) (Anton P.)
- chýba podpora anglického jazyka v module simulátora
- chýbajúce odkazy na podkapitoly v kapitole 4 (Marek D.)
- rôznorodý font v kapitolách (Marek D.)

- niektoré odkazy sú ešte na starý server, preto je potrebné skontrolovať všetky súbory (Marek D.)
- zmena ilustračnej schémy v téme *dualstack*

Okrem vyššie uvedených úloh sa viedla debata ohľadom nami implementovaného "virtuálneho prepínača" do grafického rozhrania v dôsledku toho, aké negatívne dopady môžu vzniknúť nakoľko simulátor NS3 nemá natívne implementovaný prepínač. Taktiež sme sa dohodli riešiť projekt čo najlepšie tak, aby v budúcnosti bola čo najjednoduchšia doimplementácia ďalších modulov.

### **Záver**

Úlohy z minulého týždňa boli vo väčšine splnené. Nesplnené alebo čiastočne splnené úlohy sa presunuli na budúci týždeň plus každému členovi boli pridelené nové úlohy.

**Utorok 17.3.2015**

## Zápisnica č. 23 zo stretnutia 24.03.2015

### Zápisnica č. 24

Stretnutie č.	24	Vedúci tímu:	Ing. Peter Trúchly, PhD	Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Progres na prácach		Bc. Lukáš Danielovič	
Dátum stretnutia	24.03.2015		Bc. Marek Dukát	
Čas stretnutia	17:00 - 18:30		Bc. Anton Pôbiš	
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio			
Vypracoval:	Bc. Marek Dukát			

### Priebeh stretnutia

Po dohode s vedúcim tímu sa v tomto termíne nekonalo stretnutie.

**Utorok 24.3.2015**

## Zápisnica č. 25 zo stretnutia 31.03.2015

### Zápisnica č. 25

Stretnutie č.	25	Vedúci tímu:	Ing. Peter Trúchly, PhD		Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Progres na prácach			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	31.03.2015			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	17:00 - 18:30			Bc. Anton Pôbiš	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio				
Vypracoval:	Bc. Marek Dukát				

### Priebeh stretnutia

V rámci stretnutia boli prezentované progresy jednotlivých členov tímu. Viedla sa debata o grafoch, konkrétne boli odsúhlasené taby v ktorých sa zobrazujú, taktiež návrh nových grafov. Ďalšou témou bol paralelizmus pri viacerých simuláciách. A taktiež vysvetlenie riešenia problému so scratchom.

### Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

- Finálne dokončenie generovania dát pre jednotlivé interfejsy ako základ pre generovanie grafov (Marek D.)
- Opísať paralelizmus do dokumentu (Lukáš L.)
- Taktiež opísať problém so scratchom a jeho riešenie do dokumentu (Anton P.)

### Záver

Úlohy z minulého týždňa boli vo väčšine splnené. Nesplnené alebo čiastočne splnené úlohy sa presunuli na budúci týždeň plus každému členovi boli pridelené nové úlohy.

Utorok 31.3.2015

## Zápisnica č. 26 zo stretnutia 07.04.2015

### Zápisnica č. 26

Stretnutie č.	26	Vedúci tímu:	Ing. Peter Trúchly, PhD		Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Progres na prácach			Bc. Lukáš Danielovič	X
Dátum stretnutia	07.04.2015			Bc. Marek Dukát	X
Čas stretnutia	17:00 - 18:30			Bc. Anton Pôbiš	X
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio				
Vypracoval:	Bc. Marek Dukát				

### **Priebeh stretnutia**

Po dohode s vedúcim tímu sa v tomto termíne nekonalo stretnutie.

**Utorok 7.4.2015**

## Zápisnica č. 27 zo stretnutia 14.04.2015

### Zápisnica č. 27

Stretnutie č.	27	Vedúci tímu:	Ing. Peter Trúchly, PhD		Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Progres na prácach			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	14.04.2015			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	17:00 - 18:30			Bc. Anton Pôbiš	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio				
Vypracoval:	Bc. Marek Dukát				

### Priebeh stretnutia

V rámci stretnutia bola prezentovaná ukážka funkčného simulátora s možnosťou vytvoriť si sieťovú topológiu cez grafické rozhranie. Pri simulácií sme narazili na mešie chyby. Taktiež aj vedúci projektu pri testovaní narazil na chyby a je nutné ich odstrániť. Implementácia dát pre grafy bola dokončená zčasti, preto je nutné ju dokončiť pre všetky grafy. Na podnet vedúceho projektu sme sa rozhodli implementovať modul simulátora aj v anglickej verzii, a taktiež sprístupniť simulátor aj neregistrovaným používateľom.

### Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

- Prioritou je odstrániť chyby týkajúce sa generovania vstupného súboru do simulátora (Lukáš D.)
- Oddeliť simulátor od portálu a pridať anglickú lokáciu (Anton P.)
- Sfinalizovať generovanie dát pre grafy (Marek D.)

### Záver

Úlohy z minulého týždňa boli vo väčšine splnené. Nesplnené alebo čiastočne splnené úlohy sa presunuli na budúci týždeň plus každému členovi boli pridelené nové úlohy.

**Utorok 14.4.2015**



## Zápisnica č. 28 zo stretnutia 21.04.2015

### Zápisnica č. 28

Stretnutie č.	28	Vedúci tímu:	Ing. Peter Trúchly, PhD		Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Progres na prácach			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	21.04.2015			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	17:00 - 18:30			Bc. Anton Pôbiš	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio				
Vypracoval:	Bc. Marek Dukát				

### Priebeh stretnutia

V rámci stretnutia bola prezentovaný progres z uplynulých týždňov. Boli prezentované grafy ako výstup zo simulátora. V rámci prezentácie bolo zistených pár nejasností, ktoré treba čo najskôr eliminovať. Taktiež je vhodné navrhnúť ako zo simulácie reprezentovať oneskorenie a priepustnosť.

### Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

- Prioritou je postupne vyladovať implementovaný nástroj (celý tím)
- Výmena grafov 3a 4 (Marek D.)
- Aktualizácia popisov a mierok grafov (Anton P.)
- Nové grafy (pomer všetkých Ipv6 vnorených protokolov, veľkosť doposiaľ prenesených dát v každom časovom intervale)
- Upraviť graf 7 – zmena mierky na desatiny sekundy
- Možnosť nasadenia triedy FLOW Monitor na získanie štatistík pre oneskorenie a stratovosť.

## **Záver**

Úlohy z minulého týždňa boli vo väčšine splnené. Nesplnené alebo čiastočne splnené úlohy sa presunuli na budúci týždeň plus každému členovi boli pridelené nové úlohy.

**Utorok 21.4.2015**

## Zápisnica č. 29 zo stretnutia 28.04.2015

### Zápisnica č. 29

Stretnutie č.	29	Vedúci tímu:	Ing. Peter Trúchly, PhD		Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Progres na prácach			Bc. Lukáš Danielovič	
Dátum stretnutia	28.04.2015			Bc. Marek Dukát	
Čas stretnutia	17:00 - 18:30			Bc. Anton Pôbiš	
Miesto stretnutia:					
Vypracoval:	Bc. Marek Dukát				

### Priebeh stretnutia

Po dohode s vedúcim tímu sa v tomto termíne nekonalo stretnutie.

**Utorok 28.4.2015**

## Zápisnica č. 30 zo stretnutia 05.05.2015

### Zápisnica č. 30

Stretnutie č.	30	Vedúci tímu:	Ing. Peter Trúchly, PhD		Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Progres na prácach			Bc. Lukáš Danielovič	x
Dátum stretnutia	05.05.2015			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	17:00 - 18:30			Bc. Anton Pôbiš	x
Miesto stretnutia:	Jobsovo softvérové studio				
Vypracoval:	Bc. Marek Dukát				

### Priebeh stretnutia

V rámci stretnutia bola prezentovaný progres z uplnulých týždňov. Boli prezentované grafy ako výstup zo simulátora. V rámci prezentácie bolo zistených pár nejasností, ktoré treba čo najskôr eliminovať. Taktiež je vhodné navrhnúť ako zo simulácie reprezentovať oneskorenie a priepustnosť prostredníctvom triedy FlowMONitor. Taktiez padol návrh aktualizovať jadro NS3 kvoli nnovej verzii podporujúcej RIPNG.

### Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

- Prioritou je postupne vylad'ovať implementovaný nástroj (celý tím)
- Výmena grafov 3a 4 (Marek D.)
- Aktualizácia popisov a mierok grafov (Anton P.)
- Nové grafy (pomer všetkých Ipv6 vnorených protokolov, veľkosť doposiaľ prenesených dát v každom časovom intervale)
- Upraviť graf 7 – zmena mierky na desatiny sekundy
- Možnosť nasadenia triedy FLOW Monitor na získanie štatistik pre oneskorenie a stratovosť.
- FLOW MNONITOR – Lukáš D.
- Aktualizácia noveho releasu NS3 – Lukáš D.

## **Záver**

Úlohy z minulého týždňa boli vo väčšine splnené. Nesplnené alebo čiastočne splnené úlohy sa presunuli na budúci týždeň plus každému členovi boli pridelené nové úlohy.

**Utorok 05.05.2015**

## Zápisnica č. 31 zo stretnutia 12.05.2015

### Zápisnica č. 31

Stretnutie č.	31	Vedúci tímu:	Ing. Peter Trúchly, PhD		Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:	Progres na prácach			Bc. Lukáš Danielovič	
Dátum stretnutia	12.05.2015			Bc. Marek Dukát	x
Čas stretnutia	15:00-15:30			Bc. Anton Pôbiš	
Miesto stretnutia:	Kancelária vedúceho tímu				
Vypracoval:	Bc. Marek Dukát				

### Priebeh stretnutia

V rámci stretnutia bola prezentovaný progres z uplnulých týždňov. Vedúci tímu spísal nejasnosti a chyby, ktoré treba opraviť a apeloval na to aby sme odstranili nedostatky a až potom riešili novu funkcionality, ak zostane na ňu čas.

### Rozdelenie jednotlivých úloh členom tímu

- dokončiť stabilitu simulácie
- RIPNG až potom, keď bude všetko funkčné a odladené
- IPSec font skontrolovať
- Problém s generovaním testov
- niektore osi v grafoch su nečitateľné
- chýba obrázok topológie nad grafmi
- legenda v grafe 7 – gramatické chyba
- zmenšiť mierku v grafe 7
- ujednotiť jazyk v grafoch - ideálne do anj

## **Záver**

Úlohy z minulého týždňa boli vo väčšine splnené. Nesplnené alebo čiastočne splnené úlohy sa presunuli na budúci týždeň plus každému členovi boli pridelené nové úlohy.

**Utorok 12.05.2015**

## Zápisnica č. 32 zo stretnutia 19.05.2015

### Zápisnica č. 32

Stretnutie č.	32	Vedúci tímu:	Ing. Peter Trúchly, PhD	Prítomní členovia tímu:
Téma stretnutia:				Bc. Lukáš Danielovič
Dátum stretnutia	19.05.2015			Bc. Marek Dukát
Čas stretnutia				Bc. Anton Pôbiš
Miesto stretnutia:				
Vypracoval:	Bc. Marek Dukát			

### Priebeh stretnutia

Po dohode s vedúcim tímu sa v tomto termíne nekonalo stretnutie.

**Utorok 19.05.2015**



## **Externé prílohy**

1. Preberací protokol.
2. Elektornické médiá – 4 disky.