Střední průmyslová škola,
Česká Lípa, Havlíčkova 426, příspěvková organizace

tel.: **487 833 123**
fax: **487 833 101**
email: **sps@sps-cl.cz**
web: **www.sps-cl.cz**

MATURITNÍ PRÁCE

NÁVRH STRUKTURY INTERNETU

Studijní obor: 18-20-M/01 INFORMAČNÍ TECHNOLOGIE

Autor:

Marek Borůvka Podpis:

Vedoucí práce:

Mgr. Harašta Milan

Třída: **4.D** Školní rok: **2023/2024**

ZÁVAZNÁ PŘIHLÁŠKA K ŘEŠENÍ MATURITNÍ PRÁCE

Příjmení a jméno žáka: Marek Borůvka Třída: 4.D Školní rok: 2023/2024

Téma: **Návrh struktury internetu**

Vedoucí práce (VP): Mgr. Harašta Milan

Licenční ujednání:

1. Ve smyslu § 60 autorského zákona č. 121/2000 Sb. poskytuji Střední průmyslové škole, Česká Lípa, Havlíčkova 426, příspěvková organizace výhradní a neomezená práva (§46 a §47) k využití mé maturitní práce.
2. Bez svolení školy se zdržím jakéhokoliv komerčního využití mé práce.
3. V případě komerčního využití práce školou obdrží žák – autor práce odměnu ve výši jedné třetiny dosaženého zisku.
4. Pro výukové účely a prezentaci školy se vzdávám nároku na odměnu za užití díla.

V České Lípě dne: 6. 11. 2023

Termín odevzdání: 26. 4. 2024
Kritéria hodnocení: 1. za vypracování od vedoucího práce, 2. za vypracování od oponenta práce, 3. obhajoba práce bude hodnocena komisí. Výsledné hodnocení bude rozhodnutím komise s přihlédnutím k hodnocení bodů 1. až 3.
Požadavky: Žák odevzdá práci včetně příloh elektronicky v pdf souboru vedoucímu práce.
Vyjádření ředitele školy: Povoluji konat MP. Ředitel školy stanovil délku obhajoby maturitní práce na 20 minut.

Schváleno procesem Schvalování v MS Teams.

Charakteristika práce:
Cílem práce je popsat a emulovat strukturu internetu pomocí Packet traceru. Praktická část bude obsahovat zjednodušenou a funkční strukturu internetu - úlohu v Packet traceru.

LICENČNÍ UJEDNÁNÍ

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem svou ročníkovou práci vypracoval/a samostatně a použil/a jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.
Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze práce jsou shodné.
Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu s autorským zákonem.

V České Lípě dne ……

Jméno a příjmení autora

PODĚKOVÁNÍ

V tomto oddílu bych chtěl poděkovat hlavně panu Mgr. Milanu Haraštovy za umožnění a pomoc při vytváření maturitní práce.

ANOTACE

Cílem této maturitní práce je vytvořit schéma internetu v Packet traceru. Dále se práce věnuje základním pojmům v počítačových sítích a vysvětlení funkčnosti vytvořeného internetu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Počítačová síť, router, switch, internet

ANNOTATION

The goal of this work is to create schematic of internet in Packet tracer. Furthermore, the thesis deals with the basic terms in computer networks and the explanation of the functionality of the created internet.

KEY WORD

Computer network, router, switch, internet,

Obsah

POUŽITÉ ZKRATKY

ARPANET – Advanced Research Projects Agency NETwork
WWW – World wide web
HTTP – Hypertext Transfer Protocol
HTTPS – Hypertext Transfer Protocol Secure
HTML – Hypertext Markup Language
CERN - Conseil Européen pour la recherche nucléaire
CIX – Commercial Internet eXchange
IETF – Internet Engineering Task Force
IANA – Internet Assigned Numbers Authority
ICANN – Internet Corporation for Assigned Names and Numbers
RIR – Regional Internet registries
AFRINIC – African Network Information Center
ARIN – American Registry for Internet Numbers
APNIC – Asia-Pacific Network Information Centre
LACNIC – Latin American and Caribbean Internet Addresses Registry
RIPE NCC – Réseaux IP Européens – Network Coordination Centre
W3C – World Wide Web Consortium
OSI/ISO – International Organization for Standardization/Open Systems Interconnection
TCP – Transmission Control Protocol
IP – Internet Protocol
IPv4 – Internet Protocol version 4
NAT – Network address translation
DNS – Domain Name System
DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol
ARP – Address Resolution Protocol
RARP – Reverse address Resolution Protocol
ICMP – Internet Control Message Protocol)
UDP – User Datagram Protocol
SSH – Secure Shell
MAC – Medium access control
PID – Process identifier
CAM – Content Addressable Memory
TP – Twisted pair
UTP – Unshielded twisted pair
STP – Shielded twisted pair
U/FTP – Unshielded, foil shielding twisted pair
SF/FTP Braided shielding, foil shielding twisted pair
CAT – Category
CCNA – Cisco Certified Network Associate
LAN – Local area network
WAN – Wide area network

VLAN – Virtual local area network
MLS – Multilayer switch
FTP – File transfer protocol
STP – Spanning Tree Protocol
CSS – Cascading Style Sheets
PHP – Hypertext Preprocessor
TLS – Transport Layer Security
SYN – Synchronization
FIN – Finish
ACK – Acknowledgement
SMTP – Simple mail transfer protocol
POP3 – Post Office Protocol version 3

1 Úvod

Tématem maturitní práce je návrh struktury internetu v Packet traceru. Práce je rozdělená na dvě části, praktickou a teoretickou.

Teoretická část se věnuje stručné historii internetu, organizacím, které internet spravují, vymýšlejí a kontrolují protokoly pro komunikace na internetu. Dále se věnuje vysvětlení základních internetových protokolů v sadě TCP/IP jako jsou IPv4 a IPv6, TCP a UDP nebo ARP. Poslední část teoretické části se věnuje síťovým prvkům, jak aktivním tak pasivním. Je zde vysvětleno jak fungují routery a switche nebo kabely používané v počítačových sítích.

Praktická část se věnuje představení struktury internetu, kterou jsem navrhl. V této části je vysvětleno nastavení některých prvků, zapojení domácí nebo WAN sítě. Ukázání a vysvětlení komunikace některých internetových služeb jako jsou email, world wide web a používání FTP protokolu pro ukládání souborů.

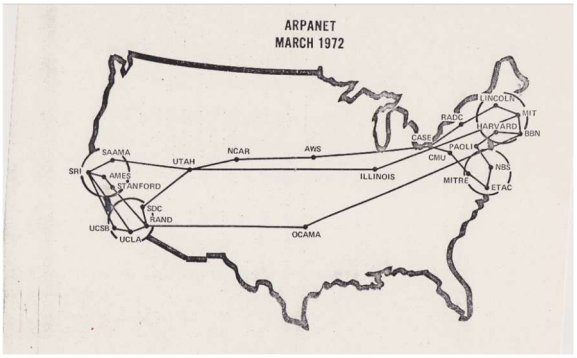
2 TEORETICKÁ ČÁST PRÁCE

2.1 Obecné informace o internetu

Internet je celosvětová síť, která umožňuje komunikaci počítačům které k sobě nejsou fyzicky připojeny, někdy se taky internetu přezdívá „sít sítí“. Sítě, které internet může propojovat jsou soukromé nebo veřejné. Soukromé sítě jsou takové, kde majitel umožňuje přístup pouze vybraným uživatelům, jsou zabezpečeny heslem, např. domácí sítě, pracovní atd. Veřejné jsou takové kde mají přístup všichni bez nutnosti hesla, sítě v kavárnách, obchodech. Komunikace probíhá pomocí World Wide Webu (www), emailových serverů, sdílení souborů a dalších.

2.1.1 Historie

Základem počítačových sítí je propojování paketů, tento princip vyvinul na začátku šedesátých letech Paul Baran, později nezávisle Donald Davies, který zavedl název „packet“. První moment kdy můžeme mluvit o jakémsi internetu byl projekt ARPANET. Původně vojenský projekt, který měl za cíl vyzkoušet nové technologie jako decentralizaci (neměl ústředny), rozdělení dat na packety, přepojování packetů a základy protokolů. Prvními uzly ARPANETu byly uzly na Kalifornské univerzitě v Los Angeles, SRI International, Kalifornské univerzitě v Santa Barbaře a Utažské univerzitě. Později byly přidány další uzly po celý Spojených státech (40 v roce 1973).



Obrázek 1 – Síť ARPANET v březnu 1972 (Zdroj: Svět hardware)

V 1973 se připojilo Norsko a Spojené království. Zajímavostí je, že v této síti se začal šířit první vir s názvem Creeper, pro jeho odstranění také vznikl první antivir Reaper. V roce 1982 byl protokol TCP/IP standardizován pro komunikaci v ARPANETu, což umožnilo komunikaci po celém světě. V roce 1989 se ve Spojených státech objevují první poskytovatelé internetového připojení. Vývoj polovodičů a optických sítí nabídl možnost komerčního využití počítačových sítí. V polovině roku 1989 MCI mail a Compuserve vytvořili první komerční přístup do internetu pro veřejnost. O několik měsíců později PSINet spustili jejich síť, která se stala jednou z páteřních sítí pozdějšího internetu. V prosinci 1990 Tim Bernes-Lee vydává WorldWideWeb (první internetový prohlížeč), HTTP protokol, HTML jazyk, HTTP web server (CERN httpd) a první webové stránky. V roce 1991 byl založen CIX, který dovolil komerčním sítím vzájemnou komunikaci.

2.1.2 Kdo vlastní internet

Internet je decentralizovaná síť, která není nikým vlastněna. Je to síť sítí, která propojuje nezávislé komerční, sítě dohromady. Přesto musejí existovat organizace, které budou tuto síť spravovat a vytvářet standardy protokolů. O protokoly se stará nezisková organizace Internet Engineering Task Force (IETF), česky Komise pro technickou stránku internetu. Tato organizace nemá zaměstnance, ale kdokoliv na světě se může přihlásit do pracovní skupiny nebo na

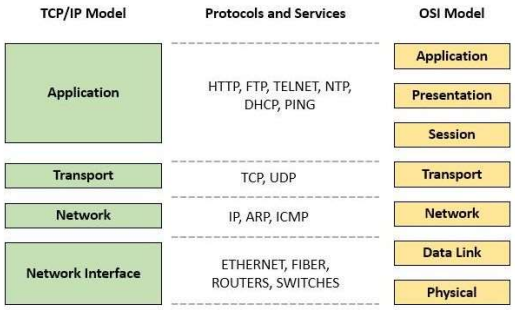
IETF setkání. ICANN je organizace která je zodpovědná za dohled nad doménami první úrovně (.com, .net) a vytváří pravidla a standardy pro registrátory domén. IANA je pod organizací ICANN a má za úkol dohlížení na přidělování IP adres, číselné kódy protokolů a správu kořenových DNS serverů. O samotné přidělování adres se starají Regionální Internetové Registry (RIR), které se následně dělí do 5 registrů AFRINIC – pro Afriku, ARIN – Antarktika, Canada, USA, část Karibiku, APNIC – Asie a pacifik, LACNIC – Latinská amerika, část Karibiku, RIPE NCC – Evropa, Rusko, Centrální a Západní Asie. O standarty pro World Wide Web se stará konsorcium W3C.

2.1.3 Klient/server model

Je model kde server slouží jako poskytovatel služby klientovy (webový server, emailový server, atd.), který na server posílá požadavky a server mu odpovídá. Tento model nemusí být rozdělený, oba, server i klient, mohou být součástí stejného systému (počítače). Klient serveru neposkytuje svoje zdroje, pouze si „půjčuje“ od serveru, který čeká až bude klientem dotázán.

2.1.4 Referenční modely

Referenční modely slouží jako příklad řešení komunikace v sítích. Existují dva modely, OSI/ISO a TCP/IP. OSI/ISO rozděluje komunikaci do sedmi vrstev (aplikační, prezenční, relační, transportní, síťová, linková, fyzická). TCP/IP model počet zmenšil na čtyři, někdy pět, vrstev (aplikační, transportní, síťová, síťové rozhraní (někdy se rozděluje na fyzickou a linkovou)). TCP/IP vychází z OSI/ISO a upravuje ho tak, aby byl více flexibilní a praktičtější na realizaci, zatím co OSI/ISO je spíše teoretický model.



Obrázek 2 – Porovnání TCP/IP s OSI/ISO modelem (Zdroj: Sabhi 2023)

2.1.5 Služby internetu

2.2 TCP/IP

Aby počítače spolu mohli komunikovat, tak stejně jako lidi, musí „mluvit“ stejným jazykem. Pro počítače tento jazyk je definovaný v protokolech. Dnes nejpoužívanější sada protokolů je zvaná TCP/IP. TCP/IP spojuje sady protokolů TCP (Transmission Control Protocol – „řízení provozu“) a IP (Internet Protocol – „protokol pro propojen sítí“).

2.2.1 IPv4

Aby bylo možné počítače v síti od sebe rozeznat je nutné jim dát identifikátor, pro tento účel se používají IP adresy. U protokolu IPv4 tyto adresy jsou 32 bitové a jsou zapisovány v dot-decimal (volně přeloženo jako desítkový-tečkový) formátu např. 10.10.0.150. Celkový počet adres je 2^{32} (přibližně 4 miliardy adres), ne všechny je ale možné používat, některé jsou rezervované pro privátní sítě, broadcast, loopback atd. Kvůli „malému" počtu adres tohoto protokolu se IP adresy rozdělili do dvou velkých skupin, veřejné a soukromé (privátní) IP adresy. Adresy musí být v síti jedinečné, nesmí existovat dvě stejné veřejné IP adresy v internetu a stejně tak nesmí být dvě stejné privátní adresy v rámci jedné sítě. Masky v IPv4 protokolu slouží pro identifikaci, jaká část adresy slouží jako identifikátor sítě a která část jako identifikátor zařízení. Maska je binárně složena z jedniček a nul. Jedničky slouží pro nalezení sítě a nuly pro zařízení. Příklad 192.168.0.1/24 – prefix 24 odpovídá masce (zapsané v dot-decimal) 255.255.255.0 –> první (z prava) byte je pro zařízení, 192.168.1.1/23 – 23 -> 255.255.254.0 – první a druhý byte je pro zařízení. Masky taky označují počet subnetů. Prefix 24 má jeden subnet, 25 má 2 subnety, 26 čtyři atd, až do prefixu 32 (pouze jedna volná IP adresa). Díky subnetům jsme schopní omezit naší síť na menší počet IP adres a tak zvýšit její bezpečnost. Pro výpočet subnetů musíme vědět kolik jednotlivé prefixy umožňují IP adres, musíme ale také mít na paměti, že z každého subnetu odečítáme dvě IP adresy které jsou rezervované pro bázi a broadcast. Báze je vždy první IP adresa, broadcast poslední. Protokol IPv4 dále používá službu NAT (Network Address Translation – překlad síťových adres).

počet adres	počet bitů	prefix	třída	maska
1	0	/32		255.255.255.255
2	1	/31		255.255.255.254
4	2	/30		255.255.255.252
8	3	/29		255.255.255.248
16	4	/28		255.255.255.240
32	5	/27		255.255.255.224
64	6	/26		255.255.255.192
128	7	/25		255.255.255.128
256	8	/24	1C	255.255.255.0
512	9	/23	2C	255.255.254.0
1 024	10	/22	4C	255.255.252.0
2 048	11	/21	8C	255.255.248.0
4 096	12	/20	16C	255.255.240.0
8 192	13	/19	32C	255.255.224.0
16 384	14	/18	64C	255.255.192.0

Obrázek 3 – tabulka prefixů s počtem IP adres (Zdroj: Maturita Formalita)

2.2.1.1 Privátní IP adresy

Privátní IP adresy jsou takové které nejsou přímo přístupné z internetu. Tyto adresy jsou vyhrazené a dělí se do tříd A,B a C. IP adresy třídy A mají rozsah od 10.0.0.0 do 10.255.255.255, třída B 172.16.0.0 až 172.31.255.255, třída C 192.168.0.0 až 192.168.255.255. Privátní adresy jsou používány v domácích nebo firemních sítích. Výhodou privátních adres je bezpečnost, jelikož všechny počítače se díky překládání adres (NAT) „schovávají" za adresu routeru. Další výhodou je, že se tyto IP adresy mohou opakovat v různých sítích, na rozdíl od veřejných, které musí být unikátní v celém internetu.

2.2.1.2 Veřejné IP adresy

Veřejné IP adresy jsou přístupné každému počítači a jejich adresa musí být unikátní. Veřejné adresy zpravidla slouží pro servery nebo routery které musí být identifikovatelné z jakéhokoliv místa (Google DNS: 8.8.8.8, YouTube server: 142.250.203.110). Tyto adresy v dnešní době už došli, proto se postupně začalo přecházet k nástupci IPv4, IPv6.

2.2.2 IPv6

Internet Protocol verze 6 je nástupcem IPv4 a představuje klíčovou technologii pro budoucí rozvoj internetu a síťovou komunikaci. S nedostatkem dostupných IPv4 adres a rostoucím počtem připojených zařízení se IPv6 stává nezbytným řešením pro udržení a rozvoj internetu. Rozsah adres u IPv6 je 2^{128} (přibližně $3,4 * 10^{38}$). Hlavička je navržena jednodušeji než u IPv4, což umožňuje rychlejší a efektivnější komunikaci v síti. Dále ve většině případů není potřeba NATu, jelikož adresní prostor je větší, což zjednodušuje správu sítě. Nevyužívání NAT by so mohlo zdát jako nebezpečné, ale není tomu tak. IPv6 podporuje IPsec protokol, který datagramy (název paketu ve třetí vrstvě) šifruje. Zápis IPv6 adres je rozdílný od IPv4, místo čtyř desítkových čísel od 0 do 255 používá IPv6 používá osm skupin čtyř hexadecimálních čísel, příklad IPv6 adresy je 2001:0db8:2231:aaec:0000:0000:4a4a:2100. Kvůli dlouhému zápisu existují pravidla pro zkrácení zápisu. Například minimálně dvě po sobě jdoucí části nul jsou nahrazeny „::“ (zápis 2001:0db8:2231:aaec::4a4a:2100), tento zápis ale nemůže být použit vícekrát na různých místech v adrese, takže v případě, že by adresa měla více míst, kde by se toto pravidlo dalo využít, je použito pro větší počet nul, a v případě, že by to byly dvě dvojice nul, tak je použito pro první z leva. Dalším pravidlem je, že když má část adresy nuly před posledním číslem, například :0001:, tak se nuly nepíšou (zápis :1:). Stejně jako předchůdce i IPv6 má část pro identifikaci sítě a zařízení, v tomto případě jsou ale zapisovány pouze prefixem, který označuje počet bitů pro síť. U adresy 2001:0db8:2231:aaec::4a4a:2100 s prefixem 64, by pro označení sítě platila část 2001:0db8:2231:aaec, zbylá část je pro identifikaci počítače. Celosvětová adopce IPv6 by se mohla zdát jako vzdálená budoucnost, ale opak je pravdou. Podle statistik Googlu celosvětově IPv6 protokol využívá k 25. únoru 2024 43,63% uživatelů Googlu. Nejvíc je IPv6 využívaná v Indii (72,02% uživatelů), v Česku tento protokol využívá 25,7% uživatelů.[1]

2.2.3 Další protokoly

2.2.3.1 ARP

Address Resolution Protocol zjišťuje fyzickou adresu MAC pomocí známé IP adresy. Opačný protokol RARP, který zjišťuje IP adresu podle MAC se dnes prakticky nepoužívá. Tento protokol je využívaný na routerech a switchích, když potřebují zjistit MAC adresy zařízení. Protokol funguje na bázi broadcast dotazu (pošle dotaz všem zařízením které jsou připojeny) k switchi nebo routeru (MAC adresa FFFF.FFFF.FFFF), zařízení „odpoví“ jestli se IP adresa v dotazu shoduje s adresou zařízení, adresou kterou má uloženou v paměti nebo vytvoří vlastní dotaz pro další zařízení která jsou k němu připojena.

[1] Google IPv6 adoption

2.2.3.2 ICMP

Internet Control Message Protocol slouží v operačních systémech k přenosu služebních informací (např. chybová hlášení, požadovaná služba není dostupná nebo potřebný počítač není dostupný). V sítích je využíván například v diagnostické službě ping, která posílá zprávy Echo Request a očekává Echo Reply.

2.2.3.3 TCP a UDP

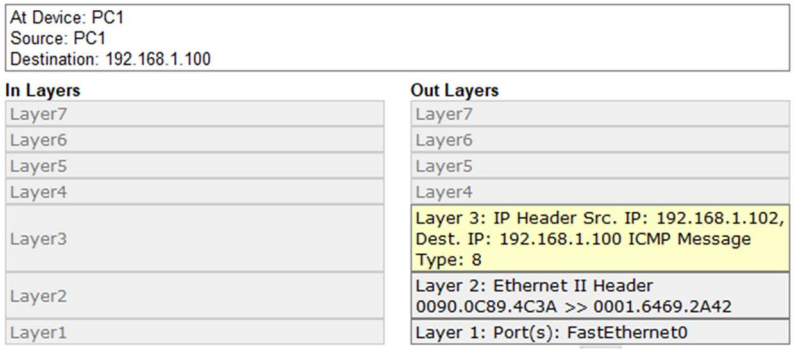
Protokoly TCP a UDP slouží pro přenos dat po síti. TCP je spojově orientovaný protokol, prvně musí být navázáno spojení, pro přenos bytů na transportní vrstvě se spolehlivým (ověřovaným) doručováním. Je využíván pro například WWW, email nebo SSH. UDP je bez záruky doručení (neověřovaný). Výhodou je menší zátěž přenosu, jelikož se neověřuje zda předchozí datagramy dorazily. Využívá se u DNS serverů, online her atd.

2.3 Síťové prvky

2.3.1 Aktivní prvky

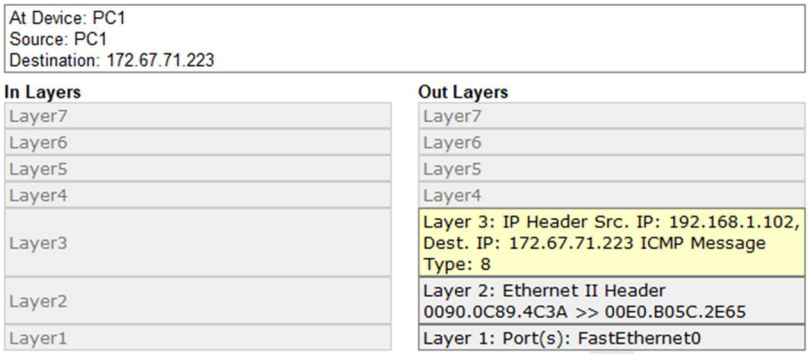
2.3.1.1 Routery

Routery jsou zařízení která pracují na třetí (síťové) vrstvě OSI/ISO modelu. Routery dokážou spojit dvě, nebo více, sítí dohromady. Na rozdíl od switchů, které pracují s MAC adresou, routery pracují i s IP adresou. Když chceme komunikovat se zařízením, počítač sám zjistí, jestli zařízení je součástí sítě nebo ne. Když je zařízení součástí sítě tak jako cílovou IP adresu a MAC adresu označí to zařízení se kterým chce komunikovat.



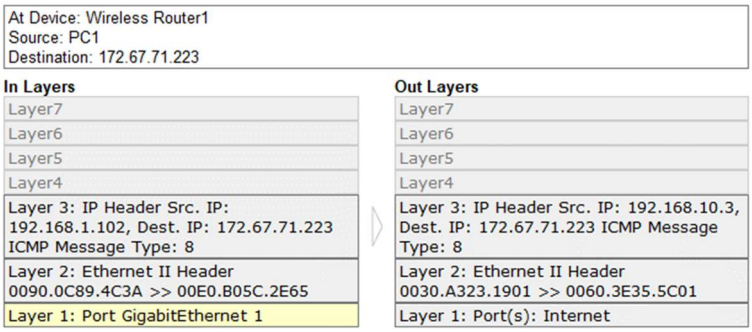
Obrázek 4 – IP a MAC adresy při komunikaci se zařízením v síti

Když se ale zařízení nachází mimo naší síť (př. webový server github.com) tak jako cílovou IP adresu uvede adresu zařízení se kterým chceme komunikovat, ale MAC adresu uvede adresu brány (anglicky gateway) počítače.



Obrázek 5 – IP a MAC adresy při komunikaci se zařízením mimo síť

Gateway je jeden z módů, ve kterém mohou routery fungovat, jeho cílem je spojit dvě rozdílné sítě (na rozdíl od mostu (bridge) který spojuje stejnou síť na dvou různých místech). V tomto případě Wireless Router1 je brána pro počítač PC1. Když paket odcházel z PC1 tak jako zdrojová IP a MAC adresa je adresa PC1, ale když paket došel na router tak se obě adresy změnili na adresu routeru. Tomu procesu se říká NAT (Network address translation). A jako cílová MAC adresa je zapsán další zařízení v pořadí (název Lokální switch). Jak paket dále putuje internetem tak se na routerech znova nepřekládá NATem (IP adresa zůstává našeho routeru) ale zdrojová MAC adresa se změní na adresou routeru který paket posílá a cílová na další zařízení. Aby routery poté věděli kam mají paket vrátit tak si obě adresy uloží do tabulky. Další identifikátor, který routery používají se nazývá process identifier. PID je unikátní číslo které routery udělují procesům, které zpracovávají, vědí potom, co k čemu patří. PID také využívají operační systémy pro zjištění toho, který paket patří k jaké službě.



Obrázek 6 – Obsah paketu po NATu na routeru

2.3.1.2 Switch

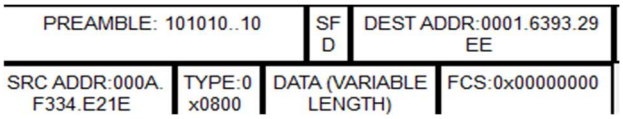
Switche jsou aktivní prvky, které pracují na druhé (linkové) vrstvě OSI/ISO modelu. Nahradili dřívější huby. Výhodou switche od hubu je to, že switch dokáže identifikovat s kým chceme mluvit. To huby neumějí a posílají data (na druhé vrstvě známé jako rámce) všem uzlům kteří jsou s ním propojeni, to značně zpomaluje komunikaci v síti. Switch pro identifikaci uzlu používá takzvanou CAM (Content Addressable Memory) tabulku do které si switch ukládá záznam o MAC adrese uzlu a port ke kterému je připojen.

Vlan	Mac Address	Type	Ports
1	0001.6393.29ee	DYNAMIC	Gig3/1
1	0002.1665.16e8	DYNAMIC	Gig2/1
1	0002.4a02.0b86	DYNAMIC	Gig0/1
1	000a.f334.e21e	DYNAMIC	Gig1/1

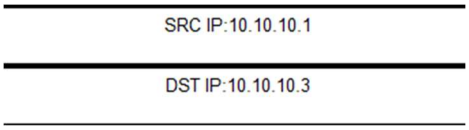
Obrázek 7 – výpis z CAM tabulky

Když potom chceme komunikovat s například jiným počítačem v síti tak se do paketu zapíše zdrojová a cílová MAC a IP adresa. Switch zjistí jakému portu odpovídá MAC adresa a na ten pošle příchozí paket. Na cílovém počítači je paket přijat a vytvořen nový, který má prohozené MAC a IP adresy. Proces se poté opakuje do konce přenosu.[2]

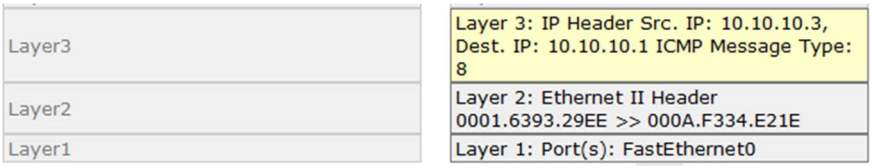
[2] Fungování switche vysvětleno použitím pomocné sítě (příloha 1)



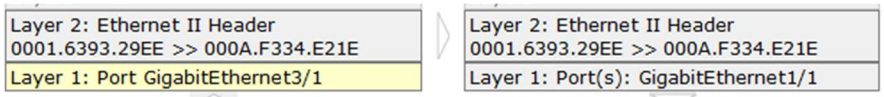
Obrázek 8 – část paketu s cílovou a zdrojovou MAC adresou



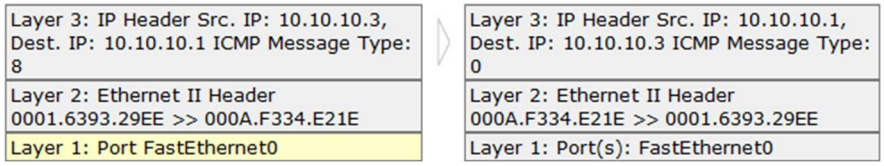
Obrázek 9 – část paketu s cílovou a zdrojovou IP adresou



Obrázek 10 – IP a MAC adresy v paketu na Laptop3



Obrázek 11 – Obsah paketu na switchi

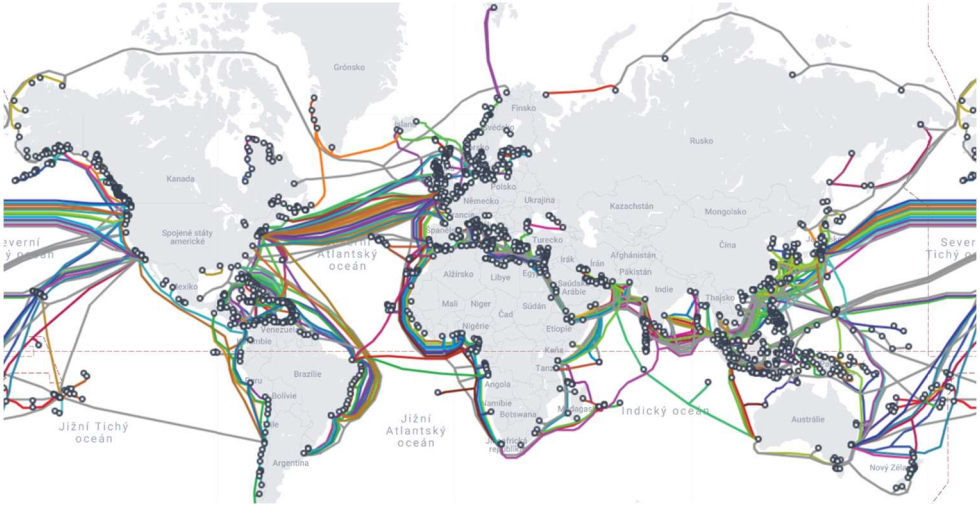


Obrázek 12 – IP a MAC adresy po příchodu paketu na Laptop1

2.3.2 Pasivní prvky

Pasivní síťové prvky jsou takové, které v sítích pouze data přenášejí bez jakékoliv změny nebo úpravy. Většina těchto to prvků jsou kabely, koncovky, zásuvky nebo rozvaděče. V dnešní době bezdrátových přenosů mohou tyto prvky znít trochu zbytečně, přesto je přenos dat po kabelech na delší vzdálenosti nejefektivnější možností kterou známe. Abychom mohl komunikovat se zařízeními po celém světě tak jsou kontinenty propojen takzvanými podmořskými kabely (anglicky submarine communications cable). Po zemi jsou data přenášeny pozemními kabely. Alternativní přenosovou cestou jsou satelity, ty ale v současné době mají kapacitu pro pouze 1% přenosů.[3]

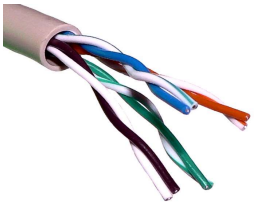
[3] Security magazín 2023



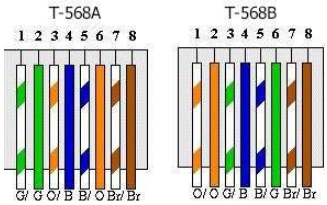
Obrázek 13 – mapa podmořský kabelů (Zdroj: TeleGeography)

2.3.2.1 Kroucená dvojlinka

Kroucená dvojlinka (anglicky twisted pair) je jedním ze základních kabelů používaných v počítačových sítích. Tvoří ho čtyři páry vodičů které jsou zakončeny konektorem RJ-45. Při připojování konektoru je důležité dbát na normu zapojení, ty jsou dvě T568A a T568B, v případě kdy by byla použita opačná norma na obou stranách tak by komunikace nefungovala. Kroucená dvojlinka se dělí podle počtu párů (25 párů – telekomunikace, 8 párů – ethernet), podle stínění kabelů (UTP – nestíněná dvojlinka, STP - stíněná dvojlinka) nebo podle stínění párů (U/FTP – bez stínění, SF/FTP – oplétaný fólií a stíněný kabel). Verze TP kabelů se označují jak Cat, dnes standartě využívána verze 5e nebo vyšší jako 6, 6a, 7 nebo 8. Největším omezením u TP kabelů je nízká vzdálenost přenosu, u 5e je přenosová vzdálenost 100 metrů, u vyšších kategorií se pouze snižuje (Cat 8 přibližně 30 metrů).



Obrázek 14 – vodiče uvnitř kabelu (Zdroj: Wikipedie)



Obrázek 15 – normy pro TP (Zdroj: Comms express)

2.3.2.2 Optické kabely

Optické kabely používají pro přenos dat světlo místo elektrického náboje. Optický kabel je složen z tenkého vlákna vyrobeného z čistého skla nebo plastu, které je schopné vést světlo. Vlákno je obaleno ochrannou vrstvou, která mu poskytuje mechanickou stabilitu a ochranu před vnějšími vlivy. Vnitřní jádro vlákna má vyšší index lomu než vnější obal, což umožňuje světlu, aby se v něm šířilo metodou totálního vnitřního odrazu. Zpoždění na 1000 km je přibližně 11 milisekund díky tomu že data v optických kabelech putují rychlostí světla. Kvůli odrazu světla uvnitř kabelu, se nedají moc ohýbat proto jsou více používané pro přenášení dat na dlouhé vzdálenosti.

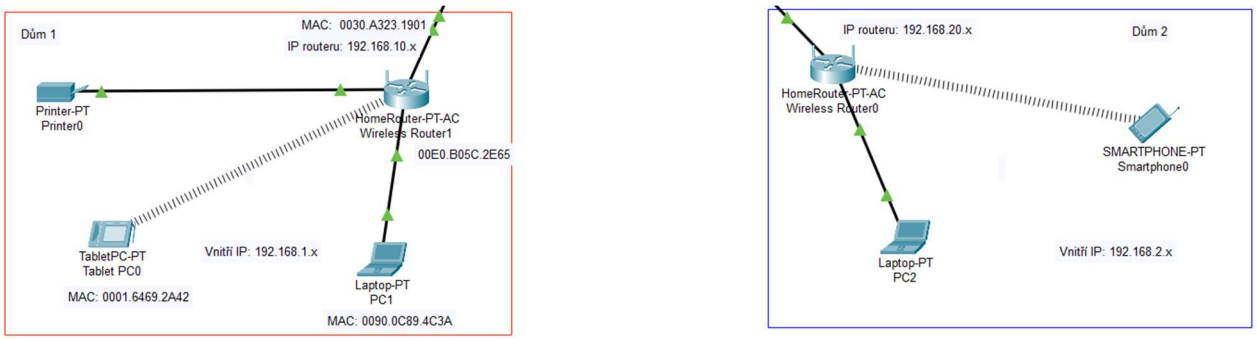
3 PRAKTICKÁ ČÁST PRÁCE

3.1 Packet tracer

Packet tracer je software vyvinutý firmou Cisco Systems pro vizuální reprezentaci a simulaci počítačových sítí. Převážně je využívaný pro výuku a přípravu na CCNA (Cisco Certified Network Associate) zkoušky.

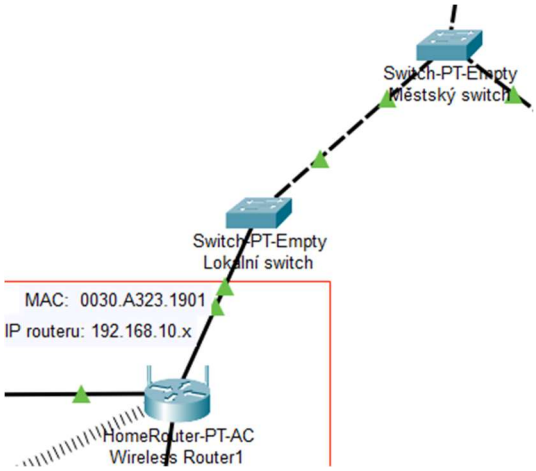
3.2 Síť LAN

Síť LAN (local area network) je malá počítačová síť, převážně pro domácí nebo firemní sítě. V této práci jsou použity dvě sítě, Dům 1 a Dům 2, které reprezentují domácí sítě. Pro správné fungování sítě, je nutné aby se všechny prvky v síti nakonfigurovaly. Toto nastavení může být provedeno buď manuálně, samy si na všech zařízeních nastavíme IP adresu, masku atd., nebo pomocí služby DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol. Zařízení v LAN síti nastavuje náš router (Wireless Router0 nebo 1).



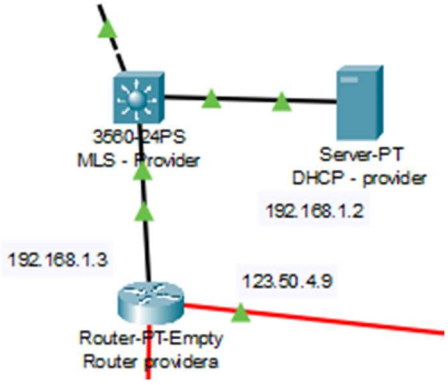
Obrázek 16 – schéma dvou domácích sítí Dům 1 a Dům 2

Samotný router, by mohl být nastaven manuálně providerem, nebo znova službou DHCP. To probíhá trochu složitěji. WR1 je připojen do switche, který se nachází někde v našem okolí (např. v paneláku). Ten je zase připojen do switche, který spojuje například město dohromady. Na tomto switchi (Městský switch) jsou vytvořeny dvě sítě VLAN. VLAN (Virtuální LAN) síť je speciální druh LAN sítě kde počítače od sebe nejsou odděleny routerem, ale pouze logicky na switchi. Tyto dvě VLANy nám tedy oddělí jednotlivé paneláky od sebe a každému může být nastavena jiná IP adresa, to nám pomůže se lépe vyznat v tom, kde se jednotlivé sítě nacházejí.



Obrázek 17 – zapojení domácího routeru do lokálního switche

„Městský switch“ je dále připojen do multilayer switche, na kterém jsou znova vytvořeny dvě VLAN sítě. Zde je ale ještě nutné každé VLAN nastavit také adresy obou sítí. MLS totiž funguje podobně jako router, směruje pakety do správných portů, ale i z jiných sítí něž do kterých patří, narozdíl od normálního switche. Nakonec, samotné generování IP adres vzniká na DHCP serveru providera. Na tom jsou vytvořeny dva rozsahy pro obě sítě. Vlan10 pro Dům 1 a vlan20 pro Dům 2.



Obrázek 18 – schéma zapojení providera

Pool Name	Default Gateway	DNS Server	Start IP Address	Subnet Mask	Max User
vlan20	192.168.20.1	8.8.8.8	192.168.20.3	255.255.2...	253
vlan10	192.168.10.1	8.8.8.8	192.168.10.3	255.255.2...	253

Obrázek 19 – dva rozsahy adres na DHCP serveru

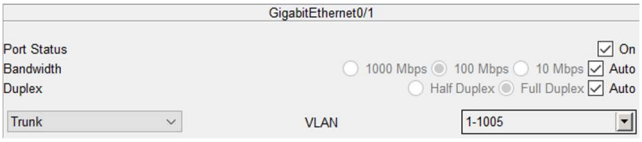
3.2.1 Nastavení ML switche

Většina věcí v Packet traceru jde nastavit přes grafické rozhraní, to ale co je potřeba pro nastavení ML switche se zde nenachází, proto využijeme možnosti nastavení přes příkazy. První dva příkazy, které se používají vždycky jsou en (zapnutí) a conf terminal (přístup do konfiguračního terminálu), teprve zde začíná samotné nastavování switche. Prvně na ML switchi vytvoříme dvě VLAN sítě příkazem vlan [id], v práci jsou použity id 10 a 20, zároveň si sítě pojmenujeme příkazem name [nazev]. Int range f0/1-24 vybere všechny FastEthernet porty a příkazem switchport trunk encapsulation dot1q řekneme, že switch do framů (česky rámců) bude přidávat část identifikující VLAN, a příkaz switchport mode trunk přepne porty do módu trunk který dovoluje přenos mezi různými VLANy. Jelikož ML switch slouží částečně i jako router tak zapneme routování příkazem ip routing. Nyní nastavíme všechny VLAN sítě. Int vlan [id] nás dostane do rozhraní pro nastavení VLANu. Příkazem ip add [IP adresa] [maska] vlan přidáme do sítě do které chceme aby patřila. V práci jsou nastaveny následující tři VLAN sítě, 1, 10 a 20 s IP adresami 192.168.1.1, 192.168.10.1 a 192.168.20.1, všechny sítě mají masku s prefixem 24. Příkazem no sh zaručíme že VLAN bude zapnuta a posledním příkazem pro VLAN, ip helper-address 192.168.1.2 (adresa DHCP serveru), sítím nastavíme „pomocníka“ pro DHCP dotazy. Nakonec nastavíme RIP protokol (Routing Information Protocol), který umožní routování mezi sítěmi. To buď jde graficky v záložce config, nebo příkazy router rip (přístup do rozhraní), network [IP adresa]. Aby nám ale vše fungovalo správně, tak na switchi, který je připojen do multilayer switche, jeden port nastavíme na trunk mód příkazem switchport mode trunk, tento port musí vést do MLS. Ostatní dva port, které vedou do Lokálních switchů přepneme příkazem switchport access vlan [id] na přístup do té VLAN, kterou tam chceme mít.[4]

[4] Nastavení switchů v příloze 2

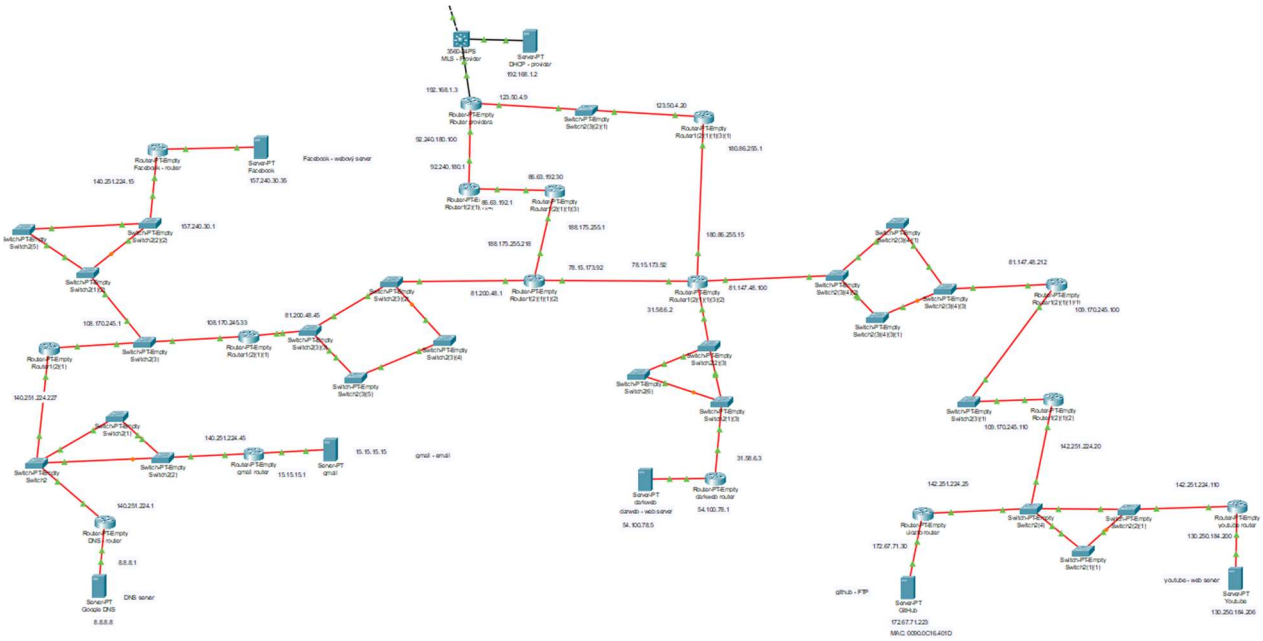
Obrázek 20 – mód access s přístupem do VLAN 10 na portu GIG1/1

Obrázek 21 – mód access s přístupem do VLAN 20 na portu GIG2/1



Obrázek 22 – mód trunk na portu GIG0/1

3.3 Síť WAN

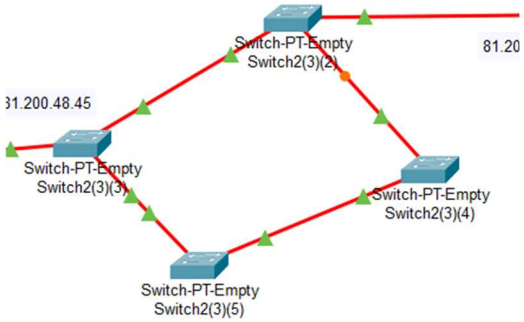


Obrázek 23 – schéma internetu

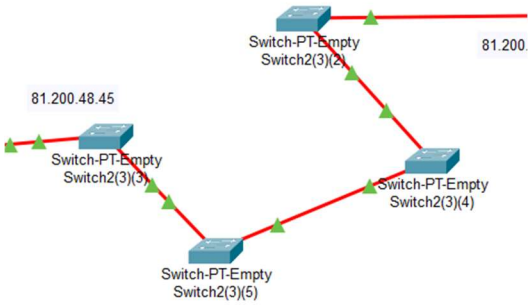
Síť WAN (Wide area network) je síť která pokrývá území například několika států, největší takovouto sítí je celosvětová síť kterou nazýváme internetem. Naše lokální síť se většinou bude skládat z jednotek sítí, WAN se naopak skládá z tisíců. Tyto sítě jsou tvořeny z routerů, switchů, serverů atd. Aby tyto prvky byly viditelné na našich počítačích je nutné aby měli veřejné IP adresy. Na obrázku výše je vidět schéma internetu, které bylo navrženo pro tuto práci. Nachází se zde 20 sítí které jsou navzájem propojené. Posledním článkem jsou servery poskytující služby jako DNS, webové stránky, FTP, email. Dále se zde nachází redundantně propojené switche, a routery které jednotlivé sítě oddělují.

3.3.1 Redundance

Velice důležtou částí internetu je, když jeden prvek, např. switch, vypadne tak aby internet nepřestal fungovat. Pro zajištění téhle podmínky se využívá např. propojení prvků více než jednou cestou, tak zvanou redundancí. Redundatní propojení může být problematické kvůli vytvoření smyček. Smyčky jsou v sítích nebezpečné, jelikož kdyby k jednomu cíli existovalo více cest tak se pakety zacyklí a budou do nekonečna putovat po síti a zahlcovat ji. Toto řeší protokol STP (spanning tree protocol). Tento protokol u switchů zjistí nejrychlejší cestu a tu pomalejší uzavře a znova jí otevře pouze když dojde k znepřístupnění rychlejší cesty.



Obrázek 24 – STP na switchi: pomalejší cesta vypnuta



Obrázek 25 – STP na switchi: pomalejší cesta zapnuta

3.4 Otestování funkčnosti internetu

Jednou ze základních diagnostických pomůcek pro ověření funkčnosti internetu je příkaz ping. Ping nám umožní zjistit jestli náš počítač dokáže komunikovat s jiným počítačem, routerem nebo serverem. Příkaz využijeme otevřením příkazového řádku, napsáním ping [cíl]. Pro ukázku bude probíhat ping z PC1 na youtube.com. Když se ping vyšle z našeho počítače první zastávka je náš router. Zde je paket přeložen NATem, na routeru je do tabulky uložena IP adresa zdroje (počítače) a cíle (youtube.com). Adresa zdroje je nahrazena adresou routeru a paket pokračuje na další router. Tento proces pokračuje než se paket dostane do cíle, zde je potvrzen a vrací se zpátky na náš počítač.

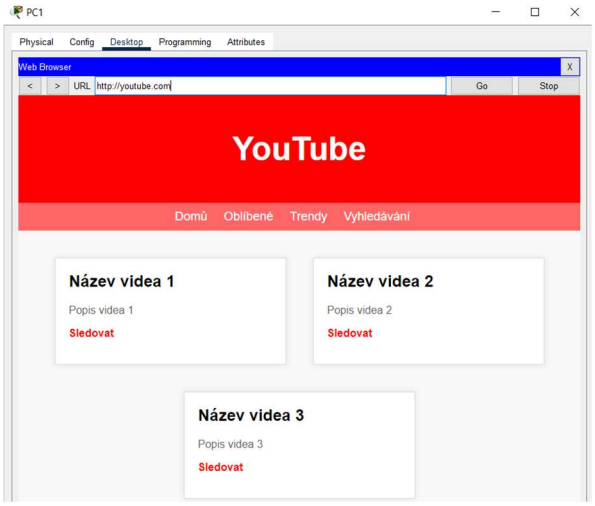
```
C:\>ping www.youtube.com

Pinging 130.250.184.206 with 32 bytes of data:

Reply from 130.250.184.206: bytes=32 time=10ms TTL=119
Reply from 130.250.184.206: bytes=32 time<1ms TTL=119
Reply from 130.250.184.206: bytes=32 time<1ms TTL=119
Reply from 130.250.184.206: bytes=32 time<1ms TTL=119

Ping statistics for 130.250.184.206:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 10ms, Average = 2ms
```

Obrázek 26 – ping na youtube

3.5 Služby internetu

3.5.1 Webové stránky

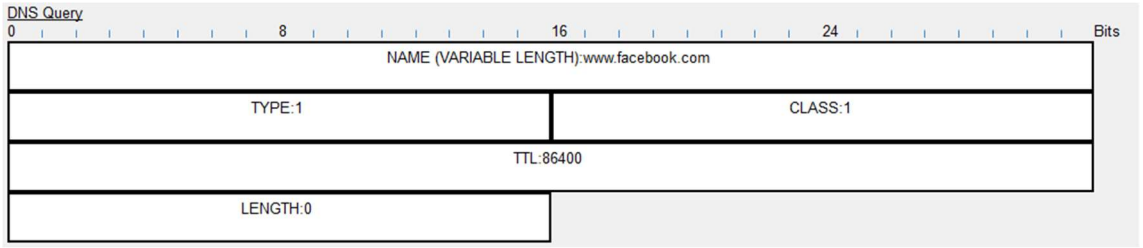
Webové stránky v internetu jsou tvořeny textovými jazyky HTML, CSS, JavaScript (případně PHP) a další. Dokumenty vytvořené těmi to jazyky jsou uloženy na webový serverech, odkud se posílají ke klientům (webovým prohlížečům). V práci můžete otevřít webové stránky youtube.com, facebook.com, github.com a „darkweb“. První tři stránky jsou přístupné pod aliasem (například www.youtube.com). DarkWeb je přístupný pouze přes IP adresu (nefunguje DNS).



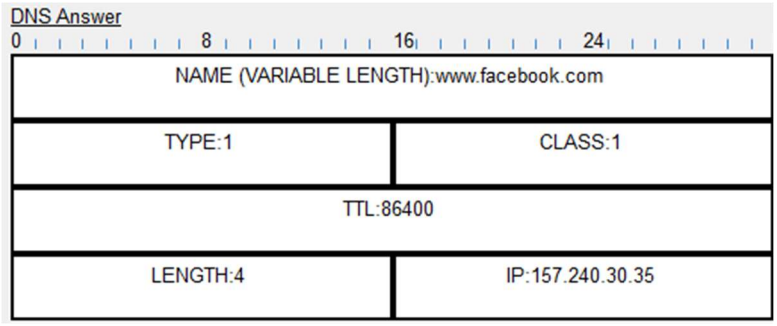
Obrázek 27 – webová stránka youtube – generováno ChatGPT

3.5.1.1 HTTPS

HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) je protokol využívaný pro komunikaci webového klienta (prohlížeče) s webovým serverem. HTTPS se skládá ze svého předchůdce protokolu HTTP a protokolu TLS (transport layer security) pro zabezpečení. Pro komunikaci využívá port 443. Pokud použijeme doménu serveru (např. www.facebook.com) počítač nejdříve pošle DNS požadavek který jde na DNS server. Ve skutečnosti se využívá několika serverů. První se nachází hned v počítači kde jsou uložené stránky které jsme už navštívili. Když požadovanou stránku počítač nezná je požadavek poslán dál tak zvanému Rekurzivnímu resolveru, pokud nezná doménu tak pošle dotaz na kořenový (root) server. Ten nám sice neodpoví s IP adresu stránky, ale má záznamy o doménách nejvyšší úrovně (anglicky top level domain - .com, .cz a tak dále). TLD server odpoví s IP adresou autoritativního serveru na kterém jsou záznamy domén a IP adres. Resolver vytvoří požadavek který pošle na autoritativní server. Jestli se doména nachází v jeho záznamech tak odpoví IP adresou. Tu resolver pošle zpátky klientovy. V práci je tento proces velice zjednodušen a je vytvořen pouze autoritativní server který má v sobě záznamy o doménách.



Obrázek 28 – DNS požadavek



Obrázek 29 – DNS odpověď

No.	Name	Type	Detail
0	facebook.com	A Record	157.240.30.35
1	github.com	A Record	172.67.71.223
2	gmail.com	A Record	15.15.15.15
3	www.facebook.com	A Record	157.240.30.35
4	www.github.com	A Record	172.67.71.223
5	www.gmail.com	A Record	15.15.15.15
6	www.youtube.com	A Record	130.250.184.206
7	youtube.com	A Record	130.250.184.206

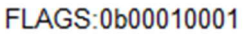
Obrázek 30 – záznamy na DNS serveru

Po tom, co se DNS paket vrátí zpátky na počítač je vytvořen TCP paket pro navázání komunikace se serverem. Prvně počítač pošle TCP paket s příznakem SYN, server odpoví nastavením příznaku SYN a ACK, nakonec počítač serveru oznámí že vše funguje správně nastavením příznaku ACK. Po úspěšném navázání komunikace je na počítači vytvořen HTTPS paket s HTTPS požadavkem. Jakmile požadavek přijde server začne generovat a posílat HTTPS odpovědi obsahující webovou stránku. Teprve po tom co všechny pakety dorazí na počítač bude stránka zobrazena v klientovy. Po obdržení veškerých data ze serveru, počítač pošle TCP paket s příznakem ACK a FIN tím serveru oznamuje že chce ukončit komunikaci. Server odpoví také ACK a FIN, a nakonec počítač znova potvrdí příznakem ACK.

Obrázek 31 – příznak SYN

Obrázek 32 – příznak ACK a SYN

Obrázek 33 – příznak ACK



Obrázek 34 – příznak ACK a FIN

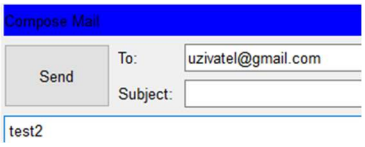
Tento proces se může zdát jako zdlouhavý ale není tomu tak, stránky se zobrazí přibližně za 120 milisekund a komunikace se ukončí za 180 milisekund, v případě že by počítač se serverem ještě nekomunikoval, a bylo by nutné vysílat ARP požadavky, tak se celá komunikace prodlouží přibližně o jednu sekundu.

3.5.2 E-mail

Abychom mohli posílat email musí někde v internetu existovat server který bude naše požadavky zpracovávat. Tento server, nazývaný mail server, má za úkol předávat emaily od jednoho klienta k dalšímu (klientem rozumíme webovou aplikaci jako Gmail, Outlook a tak dále). Na mail serveru je přečtena „obálka“ našeho emailu obsahující naší a příjemcovu adresu. Ta je přeložena službou DNS na IP adresu. Mail Exchange zjistí cestu k příjemci a ze serveru email odejde ke klientovy.

3.5.2.1 Email v Packet traceru

Na mail serveru (název serveru gmail) nastavíme doménu na gmail.com a vytvoříme dva uživatele, uživatel (heslo 123) a uzivatel1 (heslo 11). Na obou počítačích v sekci desktop otevřeme záložku email a zde vyplníme informace o uživatelích a serveru. V praxi existují dva servery na přijímání a odesílání emailu, zde obě funkce vykonává ten samý server. Jestli chceme odeslat email tak klikneme na tlačítko „Compose“ vložíme adresu uzivatele1, napíšeme zprávu a na druhém počítači zmáčkneme „Receive“ jestli vše proběhlo v pořádku tak se email zobrazí.



Obrázek 35 – odesílání emailu uživateli

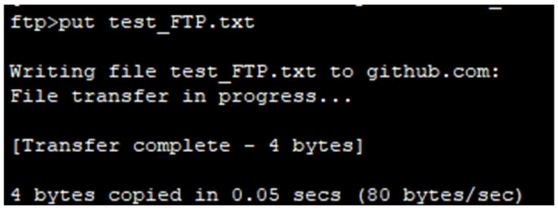
Obrázek 36 – obdržený email

3.5.2.2 Emailová komunikace

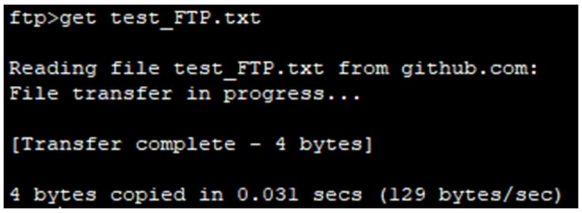
Když napíšeme email a zmáčkneme tlačítko „send“ tak je mezi naším počítačem a emailovým serverem vytvořeno TCP spojení a potom protokolem SMTP počítač na server posílá email. Simple Mail Transfer Protocol slouží pro přenos emailů mezi klientem a serverem. Při příjmu emailu je znova vytvořeno TCP spojení a klient využije protokol POP3. Post Office Protocol version 3 slouží pro příjem („stažení“) emailů ze serveru klientem.

3.5.3 Ukládání souborů

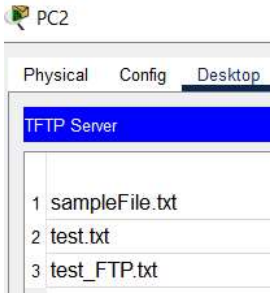
Pro vzdálené ukládaní souborů v Packet traceru je využit protokol FTP (File transfer protocol). Soubory ukládáme na sever, který je v práci pojmenován jako GitHub. Uložení souborů probíhá poměrně snadno. Na počítači otevřeme v záložce Desktop textový editor (text editor) do kterého napíšeme text a klávesovou zkratkou ctrl s ho uložíme. Dále otevřeme příkazový řádek kam napíšeme příkaz ftp github.com, následuje uživatelské jméno uzivatel a heslo 123. Nyní jsme přihlášení do FTP serveru příkazem put [nazev_souboru.txt] na něj námi vytvořený soubor uložíme, že se soubor uložil můžeme ověřit tak že se do serveru podíváme. Když chceme soubor ze serveru stáhnout použijeme příkaz get [název_souboru].



Obrázek 37 – vložení souboru test_FTP.txt na FTP server z PC1



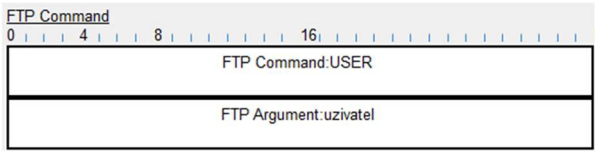
Obrázek 38 – stažení souboru test_FTP.txt na PC2



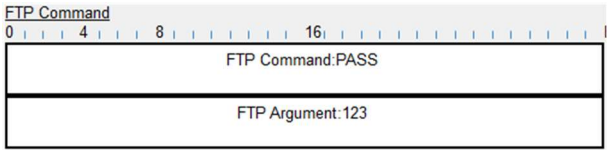
Obrázek 39 – uložený soubor test_FTP.txt na PC2

3.5.3.1 Komunikace se serverem

Na FTP server se můžeme připojit jak pomocí doménového jména (github.com) nebo pomocí ip adresy. Když použijme doménu tak počítač nejdříve na DNS serveru zjistí IP adresu a poté naváže stejným postupem jako u HTTPS TCP spojení se serverem. Po založení TCP spojení server posílá první FTP paket s požadavkem na zadání uživatelského jména. Zadáním jména počítač posílá na server paket s uživatelským jménem, to je na serveru ověřeno, pokud jméno neodpovídá komunikace je ukončena, pokud je správně server posílá paket s požadavkem o heslo. Jestli zadáme i heslo správně tak server odpovídá zprávou „Logged in“.

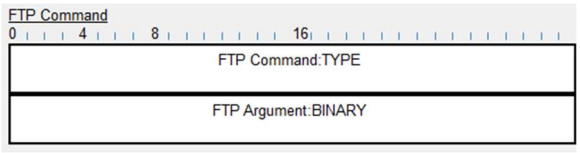


Obrázek 40 – FTP paket s uživatelským jménem

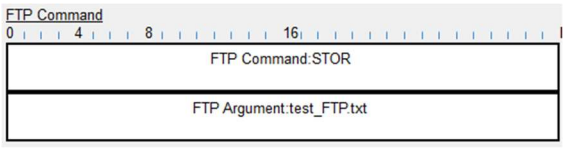


Obrázek 41 – FPT paket s heslem

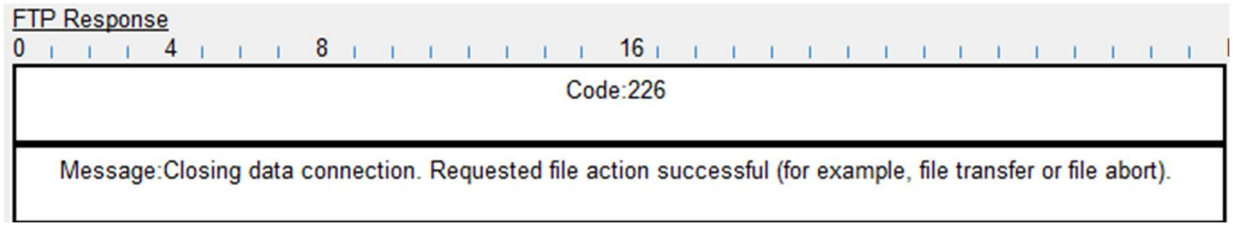
Při přenosu souborů počítač prvně serveru oznámí jaký typ souboru posílá (v tomto případě binární). Server potvrdí a klient oznámí serveru ať se přepne do pasivního módu. V pasivním módu si klient sám určí port ze kterého bude komunikovat, v aktivním se server připojí k náhodnému klientskému portu. Následuje uložení dat na server, FTP příkazem STOR oznámí klient, že chce ukládat soubor. Server odpoví, že je připraven na přesun souborů a je vytvořené TCP spojení a následně přenesení dat na FTP server. Po přenesení všech dat server oznamuje, že je přenos u konce a žádá o ukončení TCP spojení.



Obrázek 42 – FTP paket s typem souboru



Obrázek 43 – FTP paket s příkazem STOR



Obrázek 44 – oznámení konce přenosu

4 ZÁVĚR

Cílem práce bylo vytvořit schéma internetu a tohoto cíle se mi podařilo dosáhnout. O tom jak zapojení internetu vypadá můžeme jenom spekulovat, ale o moc rozdílné to pravděpodobně nebude. Během práce jsem se naučil lépe nastavovat switche pomocí příkazů což se velice hodí. Kromě nastavování jsem se ale také zlepšil v teorii sítí, lépe jsem porozuměl pojmům a dozvěděl jsem se co je v sítích dobré znát. Pokračováním práce by mohlo být rozšíření vytvořený internet o další funkce, ty jsou ale limitované tím co nám Packet tracer dovolí vytvořit.

5 POUŽITÁ LITERATURA

What is a Public Network? ROUSE, Margaret. *Technopedia* [online]. 2023 [cit. 2024-01-23]. Dostupné z: https://www.techopedia.com/definition/26424/public-network

Internet. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-01-23]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Internet

ARPANET. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-01-23]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/ARPANET

Internet protocol suite. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-01-23]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_protocol_suite

Creeper. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-01-23]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Creeper

Internet Engineering Task Force. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-01-23]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Internet_Engineering_Task_Force

ICANN. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-2024-01-24]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/ICANN

Internet Assigned Numbers Authority. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-01-24]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_Assigned_Numbers_Authority

Webové stránky YouTube, Facebook, GitHub a Dark Web generovány ChatGPT verze 3.5. Dostupné z: https://chat.openai.com

Packet Tracer. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-03-30]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Packet_Tracer

IEEE 802.1Q. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-03-30]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.1Q

IPv6. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-03-30]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/IPv6

What is a mail server?. In: *Cloudflare [*online]. [cit. 2024-02-21]. Dostupné z: https://www.cloudflare.com/learning/email-security/what-is-a-mail-server/

ICMP. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-04-01]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/ICMP

NetworkChuck, 2020, What is a SWITCH? // FREE CCNA // Day 1, YouTube video [cit. 2024-04-02]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=9eH16Fxeb9o

Router. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-04-02]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Router

Network address translation. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Network_address_translation

NetworkChuck, 2020, What is a ROUTER? // FREE CCNA // EP 2, YouTube video [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=p9ScLm9S3B4

Podmořský kabel. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Podmořský_kabel

Fiber-optic cable. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Fiber-optic_cable

ISO/IEC 11801. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_11801

ISO/IEC 11801. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/HTTPS

Domain Name System. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Domain_Name_System

Multilayer switch. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-04-01]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Multilayer_switch

ALEXANDR, Karel. Zlověstné ticho analytiků. Bezpečnost světa leží na dně oceánů, zapomeňte na raketový deštník. *Security magazín* [online]. 2023-11-29 [cit. 2024-04-04]. Dostupné: https://www.securitymagazin.cz/security/zlovestne-ticho-analytiku-bezpecnost-sveta-lezi-na-dne-oceanu-zapomente-na-raketovy-destnik-1404071615.html

Kroucená_dvojlinka. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Kroucená_dvojlinka

Tabulka ip adres a mask. *Maturita Formalita* [online]. [cit. 2024-02-05]. Dostupné z: http://maturitaformalita.4fan.cz/7-adresovani-v-tcp-ip-sitich-tridy-a-zapis-ip-adres-masky-koncepce-dalsiho-rozvoje/

Mapa podmořských kabelů. *TeleGeography* [online]. [cit. 2024-03-28]. Dostupné z: https://www.submarinecablemap.com

Justin Ellis , T568A-and-T568B-wiring-spec-standards. In: *comms express* [online- [cit. 2024-04-04]. Dostupné z: https://www.comms-express.com/infozone/article/t568a-and-t568b/

Yassine Sabhi, In: *Linkedin* [online]. [cit. 2024-04-04]. Dostupné z: https://www.linkedin.com/posts/yassine-sabhi-5b2953206_the-osi-model-is-compared-to-the-tcpip-model-activity-7105472135212474369-cvlh

Jan Vítek, 2019, Stav ARPANETu v březnu 1972. In: Svět hardware [online]. [cit. 2024-01-23]. Dostupné z: https://www.svethardware.cz/pred-50-lety-byla-zaslana-prvni-zprava-pres-arpanet-pouze-dva-znaky/50519

VILLANUEVA, John Carl. Active vs. Passive FTP Simplified. *JSCAPE* [online]. 2024 [cit. 2024-04-13]. Dostupné z: https://www.jscape.com/blog/active-v-s-passive-ftp-simplified

Baran Ivo, Kabel tvořený čtyřmi páry nestíněné kroucené dvojlinky. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-04-04]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Kroucená_dvojlinka

Fireship, 2021, DNS Explained in 100 Seconds, YouTube video [cit. 2024-04-12]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=UVR9lhUGAyU

ARP and CAM Table. *GrayCampus* [online]. [cit. 2024-04-12]. Dostupné z: https://www.greycampus.com/opencampus/ethical-hacking/arp-and-cam-cable

Benefits of IPv6. *Catchpoint* [online]. [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: https://www.catchpoint.com/benefits-of-ipv6

Google IPv6. *Google* [online]. [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: https://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html

IPv6 Subnetting Explained. *SubnettingPractice* [online]. [cit. 2024-04-18]. Dostupné z: https://subnettingpractice.com/how-to-subnet-ipv6.html

6 SEZNAM OBRÁZKŮ

7 PŘÍLOHY

Příloha 1: Pomocný soubor pro vysvětlení fungování switche
Příloha 2: Nastavení ML a Městského switche
MLS:

```
vlan 10
name DUM_1
vlan 20
name DUM_2

int range fa0/1-24
switchport trunk enxapsulation dot1q
switchport mode trunk

ip routing

int vlan 1
ip add 192.168.1.1 255.255.255.0
no sh
ip helper-address 192.168.1.2

int vlan 10
ip add 192.168.10.1 255.255.255.0
no sh
ip helper-address 192.168.1.2

int vlan 20
ip add 192.168.20.1 255.255.255.0
no sh
ip helper-address 192.168.1.2
```

Městský switch:

```
int gig0/1
switchport mode trunk

int gig1/1
switchport access vlan 10

int gig2/1
switchport access vlan 20
```

```
vlan 10
name DUM_1
vlan20
name DUM_2
```