

VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE

**Semestrální práce z předmětu informační a komunikační sítě
– 4IZ110**

Téma: Popis sítě pro domácnost nebo malou firmu

ZS 2023/2024

Autor: Filip Morschl

Cvičící: Ing. Michal Dočekal

Datum vytvoření: 6.11.2023

Obsah

Úvod	3
1. Teoretická část	3
1.1. Počítačová síť	3
1.2. Topologie sítí	3
1.2.1. Sběrníková topologie	3
1.2.2. Hvězdicová topologie	3
1.2.3. Kruhová topologie	4
1.3. Pasivní prvky	4
1.3.1. Kabele	4
1.3.2. Konektory	4
1.4. Aktivní prvky	4
1.4.1. Switch	4
1.4.2. Router	5
1.5. Server	5
2. Praktická část	5
2.1. Schéma sítě	5
2.1.1. Adresování sítě	6
2.2. Provozovaná služby	6
2.2.1. NAS	6
2.2.2. Síťová tiskárna	6
2.3. Připojení k Internetu	7
2.4. Zabezpečení sítě	7
2.5. Energetická náročnost sítě	8
2.5.1. Pracovní stanice	8
2.5.2. Zařízení poskytující služby	8
2.5.3. Aktivní prvky sítě	8
2.5.4. Energetická náročnost celkem	9
1.6 Ekonomická náročnost sítě	9
1.7 Provoz DHCP serveru v síťovém simulátoru	9
Závěr	11
Citovaná literatura	12
Seznam obrázků	13
Seznam tabulek	13
Seznam příloh	13

Úvod

Počítačová síť je v dnešní době nejefektivnější prostředek pro přenos informací. Skládá se ze dvou a více počítačů a dalších síťových prvků, které slouží k jejich propojení.

Při návrhu počítačové sítě je zapotřebí vybrat vhodné aktivní a pasivní prvky, které odpovídají potřebné rychlosti přenosu dat pro danou domácnost nebo firemní prostředí.

Tato semestrální práce se zabývá řešením počítačové sítě pro malou firmu. Jejím cílem je propojit šest pracovních stanic, NAS server, síťovou tiskárnu a vyřešit jejich adresaci v síti. Dále rozebírá vhodné zabezpečené síť, výpočet energetické a ekonomické náročnosti sítě a sledování provozu DHCP serveru v síťovém simulátoru.

1. Teoretická část

1.1. Počítačová síť

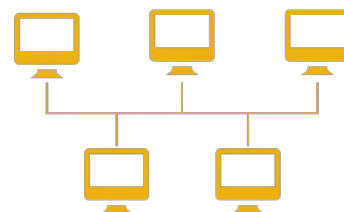
Počítačová síť (anglicky computer network) je v informatice označení pro technické prostředky, které realizují spojení a výměnu informací mezi počítači. Umožňují tak uživatelům komunikaci podle určitých pravidel, za účelem sdílení využívání společných zdrojů nebo výměny zpráv.¹

1.2. Topologie sítí

Topologie sítě se rozumí způsob fyzickým propojení uzlů v síti, lze ji považovat za určitý tvar sítě. U LAN sítě se řeší základní tři topologie.

1.2.1. Sběrníková topologie

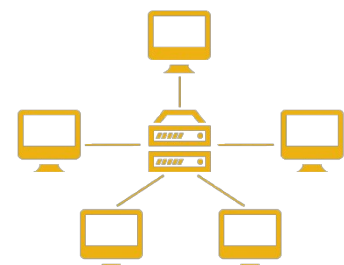
Sběrníková topologie má jedno médium (sběrnici), ke kterému jsou připojeny všechny počítače v dané síti. Taková síť má nízké pořizovací náklady, za to zde hrozí riziko kolizí. Ty nastávají ve chvíli, když dva počítače vysílají data ve stejný čas.



Obrázek 1: Bus Topology, zdroj: Soldatos John

1.2.2. Hvězdicová topologie

Hvězdicová topologie je v dnešní době nejrozšířenější. Jedná se o propojení počítačů skrze jeden centrální prvek, který představuje hub nebo switch. Výhodou je, že při selhání jednoho kabelu, vypadne pouze jeden prvek a nevyřadí to z provozu celou síť.

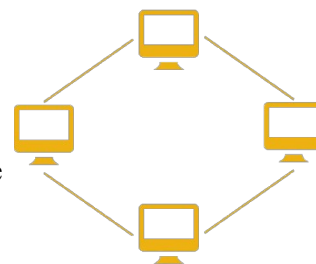


Obrázek 2: Star Topology, zdroj: Soldatos John

¹ Počítačová síť. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 2023-11-02 [cit. 2023-11-07]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Počítačová_síť

1.2.3. Kruhová topologie

Při kruhové topologii jsou počítače v síti zapojeny postupně do kruhu. Toto zapojení není příliš efektivní, protože data musí protéct přes mnoho uzlů, než se dostanou k cíli. Dalším negativem je, že při poruše zkolabuje celá síť. Výhodou zůstává, že je to jediné bezkolizní zapojení.



Obrázek 3: Circle Topology, zdroj: Soldatos John

1.3. Pasivní prvky

Pasivními prvky se rozumí fyzické části počítačové sítě, které data nijak dále nezpracovávají. Takové prvky se vyskytují na fyzické vrstvě referenčního modelu ISO/OSI a jsou jimi například kabely, konektory nebo také hub.

1.3.1. Kabely

Pro přenos dat lze použít řadu kabelů, ale pro moderní LAN je jediná relevantní možnost kroucená dvojlinka. Ta je osmivodičová po čtyřech párech. Kabely se rozlišují podle stínění a kategorie.

Základní rozdělení dle stínění je na UTP a STP. UTP (Unshielded Twisted Pair) je nestíněný kabel a bez stíněných párů, běžně se používá v domácnostech a kancelářích.

Na druhé straně STP (Shielded Twisted Pair) je kabel stíněný. To znamená, že má navíc vrstvu, která data chrání před zkreslením od vnějšího rušení. Takové kabely se používají tam, kde je vyšší riziko poškození přenášených dat nebo je zapotřebí spolehlivá komunikace. Například v průmyslovém prostředí nebo zdravotnictví.

Dále se kroucené dvojlinky rozlišují podle kategorií. Ty se liší podle přenosové rychlosti a šířky vlnového pásma. V dnešní době jsou nejpoužívanější TP kabely pro Fast Ethernet (CAT 5) a Gigabit Ethernet (kabely kategorie CAT 5e a více). CAT 5 má přenosovou rychlost 100 Mb/s, což je pro většinu domácností, ale i firemních prostředí dostačující. Gigabit Ethernet, jak název napovídá, jsou kabely s přenosovou rychlostí 1000 megabitů za sekundu a více, ty se používají pro více využívané sítě.

1.3.2. Konektory

Všechny kabely musí být zakončeny konektorem. V případě kroucené dvojlinky je nejrozšířenější konektor RJ-45.

1.4. Aktivní prvky

Aktivní prvky v počítačové síti jsou taková zařízení, které mají schopnost data zpracovat a vykonat s nimi nějakou konkrétní činnost.

1.4.1. Switch

Switch je zařízení, které podobně jako hub propojuje počítače a slouží u hvězdicové topologie jako centrální uzel. Pracuje na linkové vrstvě modelu ISO/OSI. Na rozdíl od hubu switch si spojuje MAC adresy zařízení s porty, do kterých jsou jednotlivá zařízení zapojena. Příslušné rámce jsou proto posílány přímo koncovému počítači.

1.4.2. Router

Router neboli směrovač je zařízení, které funguje na síťové vrstvě modelu ISO/OSI. Router slouží jako výstupní brána z lokální sítě do Internetu. Má za úkol směrovat pakety nejvhodnější cestou k cílovému zařízení.

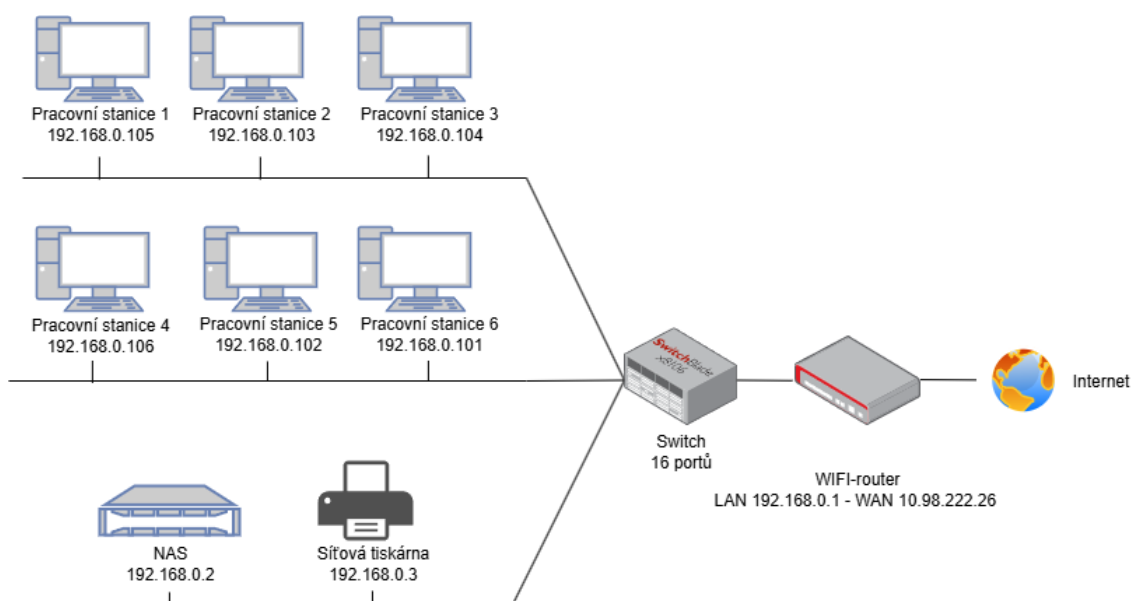
1.5. Server

Server je počítač v síti, který poskytuje dalším počítačům určitou službu. V komunikaci s jiným zařízením funguje na principu výpočetního modelu klient/server. Klient posílá dotazy na server a ten mu posílá nazpět odpovědi, které se na straně klienta generují jako výstupy.

2. Praktická část

2.1. Schéma sítě

Firma sídlí v jednom patře, na kterém jsou tři místnosti a chodba. Pracovní stanice jsou rozděleny do dvou místností. Ve zbývající místnosti je prostor pro NAS a síťovou tiskárnu. Všechny prvky sítě jsou propojeny do topologie hvězda, setkávají se ve switchi na chodbě. Ten má 16 portů, stačí tak pro současné potřeby firmy, ale má také dostatek rezervních portů pro případný růst sítě. Do switche je také zapojen WIFI-router, který poskytuje bezdrátové připojení pro mobilní telefony a další zařízení. Pro propojení jednotlivých zařízení jsou použity kabely UTP CAT 5e, přestože rychlost Internetu při stažení dosahuje pouze 100Mbps, viz 2.3. Je tak učiněno jako rezerva při případném nárůstu rychlosti Internetu v budoucnu a pro rychlejší přenos dat mezi pracovními stanicemi a NAS.



Obrázek 4: Schéma sítě, zdroj: autor

2.1.1. Adresování sítě

IP adresa sítě je 192.168.0.0, což je v rozsahu třídy C, tudíž maska sítě je 255.255.255.0 a lze adresovat 254 zařízení, což je pro velikost této firmy dostatek.

Pracovní stanice mají IP adresy přidělovány od DHCP serveru provozovaném na WIFI-routeru (ve schématu jsou IP adresy pouze ilustrativní). Ten je nastaven tak, aby přiděloval adresy v rozsahu 192.168.0.100 až 192.168.0.200. Adresy od 192.168.0.1 až 192.168.0.99 jsou rezervovány pro zařízení se statickými IP adresy. NAS a síťová tiskárna mají nastavené statické IP adresy, aby bylo možné se na ně bez problému vzdáleně připojit.

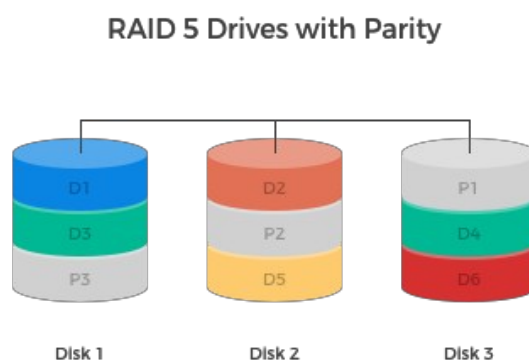
Router má IP adresy dvě. Jendů na straně LAN 192.168.0.1, která slouží jakou Default Gateway pro ostatní zařízení v síti a druhou na straně WAN 10.98.222.26, která je přiřazena poskytovatelem Internetu a je to adresa v jeho privátní síti.

2.2. Provozovaná služby

2.2.1. NAS

NAS (Network-Attach Storage) je síťové zařízení, poskytující vzdálené uložení pro zařízení připojené v LAN.

V případě této sítě je zde NAS server o kapacitě 8x2 TB. Jeho reálná velikost je ovšem pouze 14 TB, jelikož v rámci něj je vytvořeno diskové pole RAID 5. To znamená, že každý disk je rozdělen na osm částí, z čehož jedna část je paritní. V případě poruchy jednoho disku lze ztracená data dopočítat pomocí paritních částí uložených na ostatních discích.



Obrázek 5: RAID 5, autor: International Computer Concepts

2.2.2. Síťová tiskárna

Síťová tiskárna slouží jako běžná tiskárna ve spojení s print serverem. Taková tiskárna má vlastní port RJ-45 a může být připojena do počítačové sítě s vlastní IP adresou. Následně poskytuje dalším zařízením v síti službu vzdáleného tisku.

2.3. Připojení k Internetu

Uvažoval jsem, že tato firma sídlí na adrese hlavní budovy VŠE v Praze. Následně jsem na této adrese ověřoval dostupnost od různých poskytovatelů Internetu a udělal tabulku s tarify, rychlostmi stažení, nahrání a cenou, podle které je tabulka seřazena vzestupně.

Poskytovatel Internetu a tarify	Stažení/Nahrání (Mbps)	Cena (Kč/měs)
Telly Nordic Plus 20	20/2	395
Pranet R-200	100/100	398
Vodafone	30/5	399
T-mobile	20/2	399
Nordic telekom 60	60/12	445
Nordic telekom 100	100/12	495
Pranet R-500	250/250	498
O2 100	100/20	549
O2 250	250/25	649
Pranet OPTI 1000	1000/500	748

Tabulka 1: Ceny tarifů poskytovatelů Internetu

Jelikož na pracovních stanicích v této firmě se používají především běžné kancelářské programy a v síti je relativně nízký počet zařízení, firma bude využívat tarif R-200 od společnosti Pranet. Tento tarif má rychlost stažení i nahrání 100Mb/s a v porovnání s nabídkami od jiných poskytovatelů Internetu je za přívětivou cenu.

2.4. Zabezpečení sítě

Směrovač je brána mezi LAN a okolním světem, proto je důležité zvolit jej dostatečně bezpečný.

Z toho důvodu je zapotřebí vybrat WIFI-router podporující zabezpečení WPA2-PSK nebo ještě bezpečnější WPA3. Dalším důležitým bodem pro ochranu bezdrátové sítě je zvolit silné heslo, to může být například kombinace deseti náhodě zvolených znaků.

Aby se předešlo problému s konektivitou, WIFI-router v této síti používá zabezpečení WPA2-PSK, jelikož všechna zařízení stále nepodporují WPA3.

V rámci tohoto routeru je také firewall. V tomto případě se jedná o software filtrující pakety přicházející z vnější sítě a tím chrání vnitřní síť před potenciálními hrozbami.

2.5. Energetická náročnost sítě

Použité hodnoty výkonu jednotlivých zařízení jsou orientační. Vycházel jsem z hodnot reálných zařízení vhodných k použití do této sítě.

2.5.1. Pracovní stanice

Pracovní stanice se skládají z dvou prvků čerpající elektrickou energii odděleně. Těmi jsou monitory a počítače.

Použité stolní počítače pro kancelářské použití by mohly mít takovéto specifikace

- CPU – I3-13100T
- RAM 8 GB
- Interní uložení SSD NVMe 256 GB

Ty by byly napájeny vnějším zdrojem o výkonu 90 W. Zapnuté jsou pouze osm hodin denně a to pět dní v týdnu. Reálná spotřeba za hodinu nebude 90 W, protože počítače nefungují nepřetržitě na plný výkon. Proto uvažuji, že je jejich běžná spotřeba je 50 Wh. Následný výpočet je součin počtu pracovních stanic, dnů v měsíci, kdy jsou zapnuté, počet hodin denně, kdy jsou zapnuté a běžné spotřeby za hodinu.

$$6 * 20 * 8 * 50 = 47\,000 \text{ Wh}$$

Tedy 47 000 Wh je běžná měsíční spotřeba všech počítačů.

Kancelářské monitory mohou mít průměrnou spotřebu 28 Wh. Výpočet bude vypadat stejně.

$$6 * 20 * 8 * 28 = 26\,880 \text{ Wh}$$

Celková spotřeba pracovních stanic bude součet těchto dvou vypočítaných hodnot, což činí 73 880 Wh.

2.5.2. Zařízení poskytující služby

Přibližná spotřeba domácí NAS je 10-40 W. Proto uvažuji, že běžná spotřeba NAS v této síti je 25 Wh. Výpočet je obdobný těm předchozím.

$$20 * 8 * 25 = 4\,000 \text{ Wh}$$

Měsíční spotřeba NAS serveru je 4 000 Wh.

Laserová tiskárna, vhodná pro firemní použití, během tisku může dosahovat výkonu až 510 W, za to v režimu spánku pouze 0,9 W. Uvažuji, že tiskárna je většinu času v režimu spánku a její běžná spotřeba je 1 Wh.

$$20 * 8 * 1 = 160 \text{ Wh}$$

2.5.3. Aktivní prvky sítě

Router a switch narozdíl od ostatních zařízení jsou zapnuty nepřetržitě. Proto je výpočet součin dní v měsíci, 24 hodin a spotřeby elektrické energie za hodinu.

Spotřeba routeru činí přibližně 12 Wh.

$$30 * 24 * 12 = 8\,640 \text{ Wh}$$

16 portový switch má spotřebu přibližně 10 W.

$$30 * 24 * 10 = 7\,200 \text{ Wh}$$

Měsíční spotřeba činní 8 640 Wh pro router a 7 200 Wh pro switch.

2.5.4. Energetická náročnost celkem

Celkovou měsíční spotřebu této sítě získáme součtem všech vypočítaných měsíčních spotřeb jednotlivých prvků sítě.

$$73\,880 + 4\,000 + 160 + 8\,640 + 7\,200 = 93\,880 \text{ Wh} \doteq 93,9 \text{ kWh}$$

Celková spotřeba této sítě je 93,9 kWh měsíčně, tedy 1 126 kWh ročně.

1.6 Ekonomická náročnost sítě

Distributor elektřiny PRE nabízí pro firmy distribuční sazby C01d, C02d a C03d, do těchto sazeb nespadá ohřev vody ani topení. Ročně samotná síť spotřebuje 1 126 kWh.

Pro takovou spotřebu je nejvýhodnější distribuční sazba C01d, viz tabulka 2.

Distributor	Roční spotřeba	Distribuční sazba	Cena (kč)
PRE	1 126 kWh	C01d	839
		C02d	841
		C03d	1213

Tabulka 2: Ceny distribučních sazeb

Cena za roční spotřebu elektrické energie sítě proto bude 10 068 Kč.

Měsíční cena za využívání služeb poskytovatele Internetu je 398 Kč, viz tabulka 1. Roční cena proto je 4 776 Kč.

Celková cena za roční provoz sítě je součet cen za spotřebu elektřiny a využívání služeb poskytovatele Internetu. To činí 14 844 Kč.

1.7 Provoz DHCP serveru v síťovém simulátoru

Síť jsem vytvořil v síťovém simulátoru Filius, viz příloha 1. Jelikož v něm DHCP server nejde nastavit v rámci routeru, je zde oproti schématu zařízení navíc s názvem DHCP s IP adresou 192.168.0.1. Router má v tomto případě IP adresu 192.168.0.10.

Pokud počítač nemá nastavenou statickou IP adresu, pro její přiřazení od DHCP serveru je zapotřebí výměny nejméně čtyř paketů, viz obrázek 6.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Layer	Comment / Details
1	13:14:23.695	0.0.0.0:68	255.255.255.255:67	DHCP	Application	DHCPDISCOVER yiaddr=0.0.0.0 chaddr=35:6E:7F:00:23:EC
2	13:14:23.932	192.168.0.1:67	255.255.255.255:68	DHCP	Application	DHCOFFER yiaddr=192.168.0.100 chaddr=35:6E:7F:00:23:EC router...
3	13:14:23.932	0.0.0.0	192.168.0.100	ARP	Internet	Search for MAC 192.168.0.100 [op=REQUEST, sender=35:6E:7F:00:2...
4	13:14:26.693	0.0.0.0:68	255.255.255.255:67	DHCP	Application	DHCPREQUEST yiaddr=0.0.0.0 chaddr=35:6E:7F:00:23:EC requested=...
5	13:14:26.922	192.168.0.1:67	255.255.255.255:68	DHCP	Application	DHCPACK yiaddr=192.168.0.100 chaddr=35:6E:7F:00:23:EC serverid...

Obrázek 6: Komunikace počítače a DHCP serveru

Pro zjednodušení budu v následujícím textu používat označení PC pro zařízení s fyzickou adresou 35:6E:7F:00:23:EC, což je počítač bez přiřazené IP adresy.

První paket má obsah odpovídající obrázku 7.

V části Network je fyzická adresa zdroje, tedy MAC adresa PC. Následuje destinace, kam má paket dorazit. Adresa ve formátu FF:FF:FF:FF:FF:FF odpovídá MAC broadcastu. Ten je rozeslán všem zařízením v LAN.

V části Internet je IP adresa PC a cílového zařízení. Jelikož PC ještě nemá přiřazenou IP adresu, je tato hodnota 0.0.0.0. 255.255.255.255 je IP adresa broadcastu.

V části Transport je vypsán protokol použit pro přenos dat a využití porty zdroje a cíle.

V poslední části Application je vypsáno, že se jedná o paket protokolu DHCP. V komentáři obsahuje hodnotu DHCPDISCOVER. Jak z názvu plyne, je to paket hledající dostupné DHCP servery v síti.

Druhý paket, jak je vidět v obrázku 6, je od zařízení s IP adresou 192.168.0.1 tedy od DHCP serveru. V obrázku 8 lze vidět část Application, která obsahuje nabídku IP adresy 192.168.0.100. Dále obsahuje další důležité hodnoty jako je maska sítě a IP adresa výchozí brány a DNS serveru.

Třetí paket je protokolu ARP a je vyslán z PC. Je to paket, přes který se PC snaží dohledat, zda v síti již neexistuje zařízení s nabídnutou IP adresou 192.168.0.100. V tomto případě na tento paket nedostává odpověď. To znamená, že tato IP adresa není použita jiným zařízením v síti.

Kdyby zařízení v síti s touto IP adresou již existovalo, PC by muselo navrhnutou IP adresu zamítnout a celý proces komunikace PC a DHCP serveru by se opakoval.

Ve čtvrtém paketu PC reaguje na DHCPOFFER a žádá DHCP server o přidělení nabídnuté IP adresy.

```
No.: 1 / Time: 13:14:23.695
Network
  Source: 35:6E:7F:00:23:EC
  Destination: FF:FF:FF:FF:FF:FF
  Comment / Details: 0x800
Internet
  Source: 0.0.0.0
  Destination: 255.255.255.255
  Protocol: IP
  Comment / Details: Protocol: 17, TTL: 1
Transport
  Source: 68
  Destination: 67
  Protocol: UDP
Application
  Protocol: DHCP
  Comment / Details (52 Bytes):
    DHCPDISCOVER
    yiaddr=0.0.0.0
    chaddr=35:6E:7F:00:23:EC
```

Obrázek 7: 1. paket

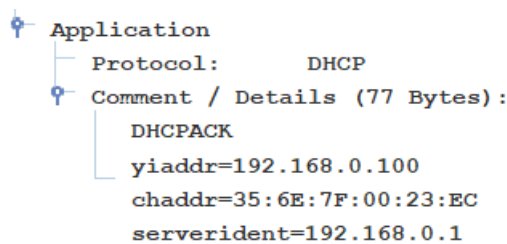
```
Application
  Protocol: DHCP
  Comment / Details (142 Bytes):
    DHCPOFFER
    yiaddr=192.168.0.100
    chaddr=35:6E:7F:00:23:EC
    router=192.168.0.10
    subnetmask=255.255.255.0
    dnsserver=0.0.0.0
    serverident=192.168.0.1
```

Obrázek 8: 2. paket, Application

```
Application
  Protocol: DHCP
  Comment / Details (99 Bytes):
    DHCPREQUEST
    yiaddr=0.0.0.0
    chaddr=35:6E:7F:00:23:EC
    requested=192.168.0.100
    serverident=192.168.0.1
```

Obrázek 9: 4. paket, Application

V pátém paketu je zpráva od DHCP serveru s hodnotou DHCPACK. Ta potvrzuje požadavek na přidělení IP adresy a komunikace končí.



Obrázek 10: 5. paket, Application

Závěr

Tato semestrální práce byla rozdělena na teoretickou a praktickou část.

Teoretická část se zaměřila na topologie sítí a aktivní a pasivní prvky, které jsou obsaženy v praktické části.

Praktická část se věnovala návrhu propojení jednotlivých síťových zařízení a jejich adresace v síti, což se podařilo s dostatečnou rezervou zbylých IP adres v síti. Dále byly pospány provozované služby a vhodné zabezpečení sítě.

Následně byla odhadnuta energetická náročnost sítě a vypočítaná ekonomická náročnost na základě distribučních sazeb elektřiny a cen za služby poskytovatele Internetu, což činí 14 844 Kč ročně.

V poslední řadě byla sledována a popsána komunikace počítače a DHCP serveru prostřednictvím síťového simulátoru Filius.

Citovaná literatura

- FLAXA, Michal. *NÁVRH POČÍTAČOVÉ SÍŤE SPOLEČNOSTI* [online]. Brno, 2018 [cit. 2023-11-10]. Dostupné z: https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=170433#page=48&zoom=100,129,390. Bakalářská práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ.
- In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2023-11-10].
- SOLDATOS, John. Types of Network Topology in Computer Networks. In: *WEVOLVER* [online]. 2021 [cit. 2023-11-10]. Dostupné z: <https://www.wevolver.com/article/network-topology-what-are-mesh-star-bus-ring-and-hybrid-topologies>
- Twisted-Pair Cable Categories. In: *Vincenttechblog* [online]. 2017 [cit. 2023-11-10]. Dostupné z: <https://vincenttechblog.com/twisted-pair-cable-categories/>
- VINCE, Jan. Jak správně vybrat a zabezpečit router. In: *Digitální pevnost* [online]. 2019 [cit. 2023-11-10]. Dostupné z: <https://www.digitalnipevnost.cz/zpravodaj/detail/jak-zabezpecit-router>
- HEWLETT PACKARD. *HPmarket* [online]. 1999 [cit. 2023-11-10]. Dostupné z: <https://www.hpmarket.cz>
- Co je NAS server. In: *NAS servery* [online]. 2023 [cit. 2023-11-10]. Dostupné z: <http://www.nasservery.cz/je-nas-server/>
- GILLIS, Alaxander. RAID. In: *TechTarget* [online]. 2021 [cit. 2023-11-14]. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/searchstorage/definition/RAID>
- Na kolik vás přijde domácí internetová síť? In: *Mobilmania* [online]. 2022 [cit. 2023-11-10]. Dostupné z: <https://mobilmania.zive.cz/clanky/na-kolik-vas-prijde-domaci-internetova-sit-co-je-nejvetsi-zrout-elektriny/sc-3-a-1355075/default.aspx>
- PRAŽSKÁ ENERGETIKA. *PREdistribuce* [online]. 2022 [cit. 2023-11-10]. Dostupné z: <https://www.pre.cz/>
- DHCP Messages. In: *On Time* [online]. 2022 [cit. <https://www.on-time.com/0>]. Dostupné z: <https://www.on-time.com/rto-32-docs/rtp-32/programming-manual/dhcp-server/dhcp-messages.htm>

Seznam obrázků

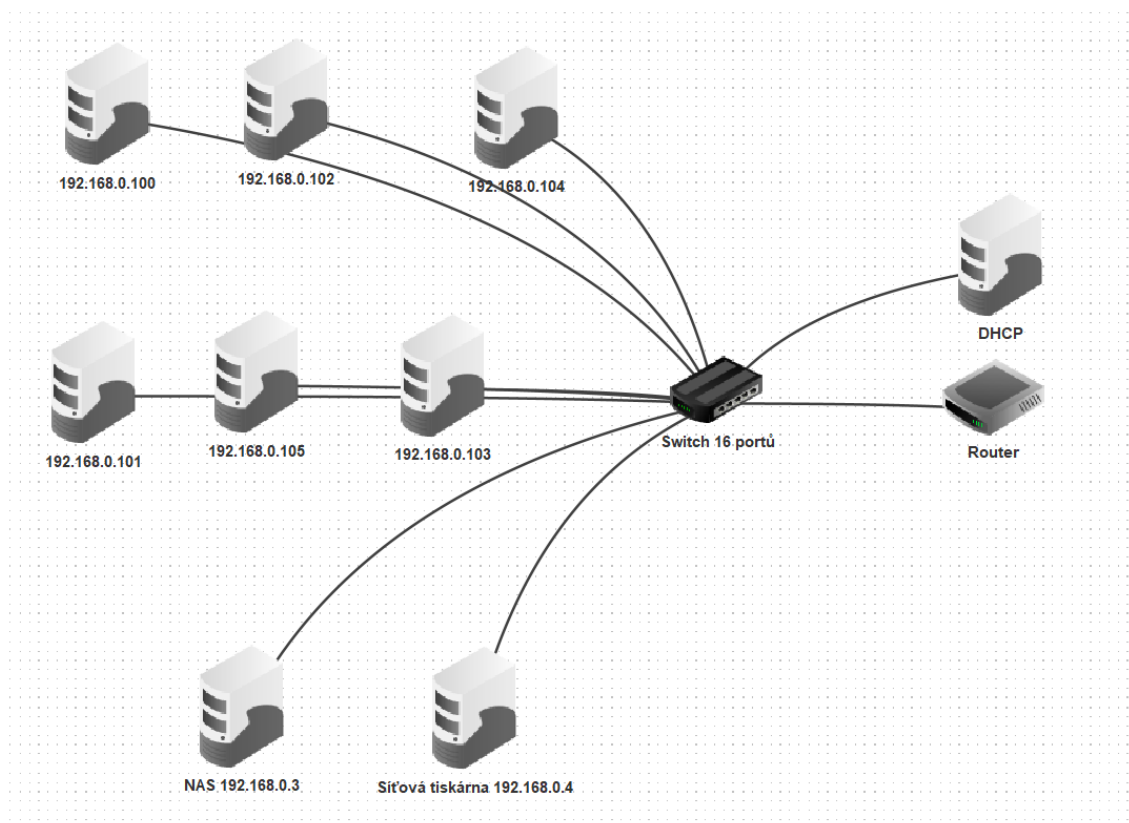
Obrázek 1: Bus Topology, zdroj: Soldatos John	3
Obrázek 2: Star Topology, zdroj: Soldatos John	3
Obrázek 3: Circle Topology, zdroj: Soldatos John	4
Obrázek 4: Schéma sítě, zdroj: autor	5
Obrázek 5: RAID 5, autor: International Computer Concepts	6
Obrázek 6: Komunikace počítače a DHCP serveru	9
Obrázek 7: 1. paket	10
Obrázek 8: 2. paket, Application	10
Obrázek 9: 4. paket, Application	10
Obrázek 10: 5. paket, Application	11

Seznam tabulek

Tabulka 1: Ceny tarifů poskytovatelů Internetu	7
Tabulka 2: Ceny distribučních sazeb	9

Seznam příloh

Příloha 1: Síťový simulátor	14
-----------------------------------	----



Příloha 1: Síťový simulátor