Vyšší odborná škola, Střední průmyslová škola a Střední odborná škola, Varnsdorf, p. o.

Maturitní práce

3. Návrh LAN moderní domácnosti

Tomáš Číž

2021/2022

Obsah

[1 Úvod 4](#_Toc95159206)

[2 Připojení k internetu 5](#_Toc95159207)

[2.1 Optické připojení 5](#_Toc95159208)

[2.1.1 PON – pasivní optická síť 5](#_Toc95159209)

[2.1.2 AON – aktivní optická síť 5](#_Toc95159210)

[2.2 Technologie DSL 7](#_Toc95159211)

[2.2.1 Dslam 7](#_Toc95159212)

[2.2.2 Bonding 7](#_Toc95159213)

[2.3 Mobilní internet 8](#_Toc95159214)

[2.4 Bezdrátové připojení (wi-fi) 8](#_Toc95159215)

[2.5 Satelitní internet 8](#_Toc95159216)

[2.5.1 Starlink 9](#_Toc95159217)

[2.6 Shrnutí 9](#_Toc95159218)

[3 Zařízení připojená k síti 10](#_Toc95159219)

[3.1 Ochrana domácnosti 10](#_Toc95159220)

[3.2 Zařízení pro každodenní používání 10](#_Toc95159221)

[4 Rozvody v domě 12](#_Toc95159222)

[4.1 Ethernet 12](#_Toc95159223)

[4.1.1 Norma T568A 13](#_Toc95159224)

[4.1.2 Norma T568B 13](#_Toc95159225)

[4.2 Wifi 13](#_Toc95159226)

[4.3 Zabezpečení wifi 14](#_Toc95159227)

[5 Návrh sítě 15](#_Toc95159228)

[6 Adresní plán 16](#_Toc95159229)

[7 Vzorová konfigurace 17](#_Toc95159230)

[8 Monitorování sítě 18](#_Toc95159231)

[9 Rozpočet 19](#_Toc95159232)

[10 Závěr 20](#_Toc95159233)

[11 Citovaná literatura 21](#_Toc95159234)

[12 Obrázky 22](#_Toc95159235)

[13 Grafy 23](#_Toc95159236)

# Úvod

V této maturitní práci se budu věnovat lokální síti v moderní domácnosti. Vysvětlíme si některé pojmy, ukážeme nastavení domácí sítě, zařízení a nakonec si spočítáme, kolik moderní síť stojí.

# Připojení k internetu

K internetu se můžeme připojit několika způsoby např. optikou, přes DSL, LTE, bezdrátově nebo satelitním internetem. Každá technologie má svoje klady i zápory, některou technologii někde ani použít nemůžeme. Níže si jednotlivé technologie rozebereme a vybereme si tu nejvhodnější.

## Optické připojení

Optické připojení je ze všech technologií nejspolehlivější, nejrychlejší a vydrží až stovky let používání. Data se přenášejí optickým kabelem. V tomto kabelu je skleněné vlákno měřící několik mikrometrů. Ve skleněném vlákně se data přenášejí pomocí odrazu laserového paprsku. Rychlost optického kabelu jsou desítky gigabitů za sekundu a ztrátovost optického kabelu je nulová. Optický kabel proto není na rozdíl od ostatních technologií omezený vzdáleností. Přenos dat neovlivní magnetické záření ani počasí. Optický kabel je velmi náchylný na ohýbání. Pokud se ohne v moc ostrém úhlu, přestanou se paprsky správně odrážet a začnou se ztrácet. Odezva optického připojení je 1-5 milisekund.

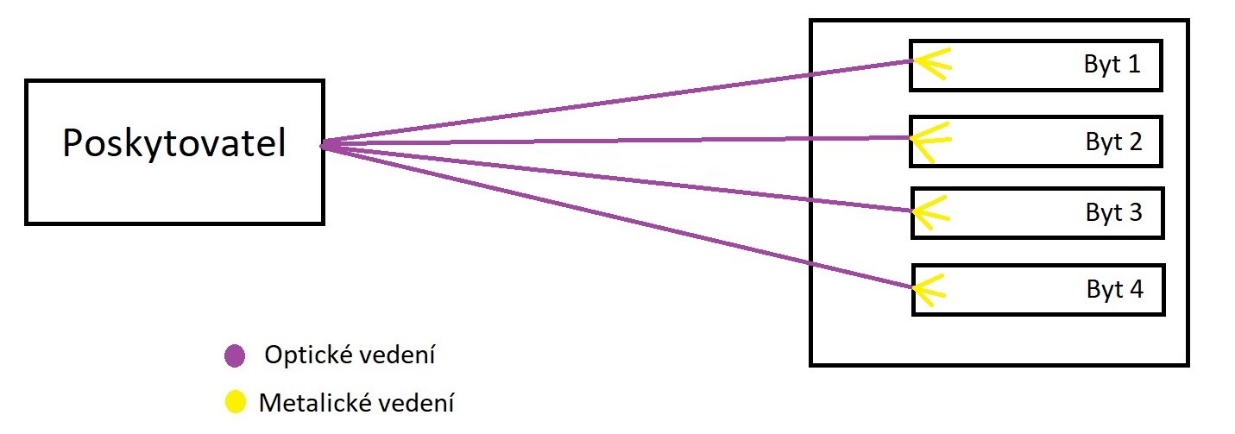
Instalace optického kabelu je velmi drahá a složitá. K výstavbě totiž potřebujeme stavební povolení. Musíme počítat s výkopovými pracemi a zařízení na svařování optických vláken stojí od 40 000 do 100 000 Kč. Zřízení přípojky stojí 700-1000 Kč, záleží podle toho, jak složité je připojení na optiku. Měsíční paušál za optické připojení je od 400 do 900 Kč.

### PON – pasivní optická síť

U pasivní optické sítě se mezi zákazníkem a poskytovatelem nepoužívá žádné aktivně napájené zařízení. Využíváme zde technologie FTTH (Fiber To The Home).

#### FTTH

Optický kabel je veden od poskytovatele až k zákazníkovi do bytu. Při tomto připojení můžeme využít nejvyšší možné rychlosti optického vlákna. U technologie FTTH můžeme velmi snadno navýšit rychlost. Stačí pouze změna nastavení.



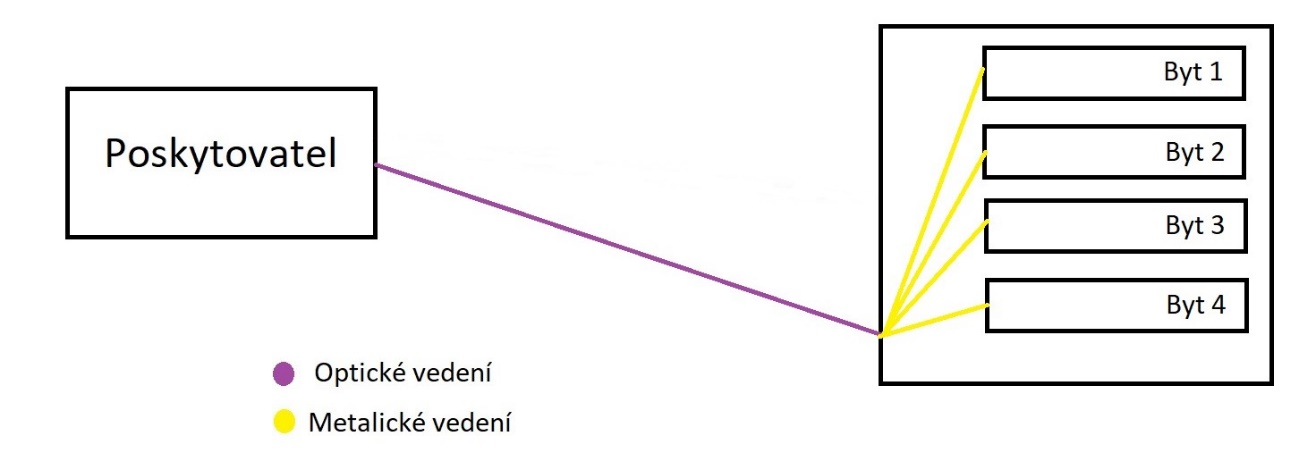
Obrázek 1 Schéma FTTH

### AON – aktivní optická síť

U aktivní optické sítě je mezi zákazníkem a poskytovatelem aktivní zařízení, které optické vedení promění v metalické. Využívá se zapojení FTTB (Fiber To The Building) a FTTC (Fiber To The Cabinet).

#### FTTB

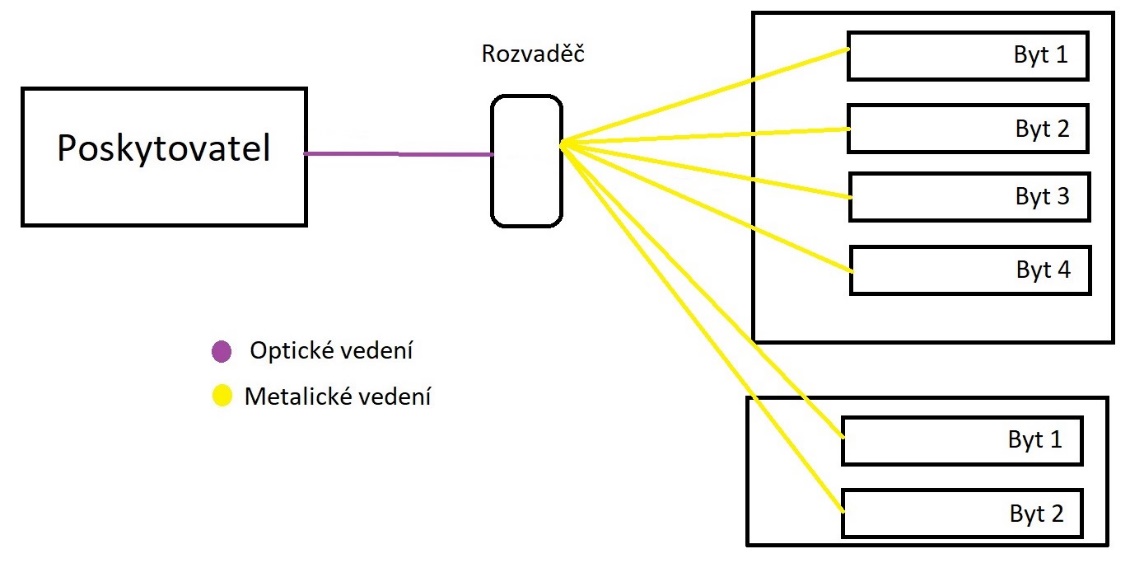
Tato technologie se převážně používá v bytových domech, kdy je optické vedení zavedeno do switche, ze kterého se metalickým vedením rozvádí do jednotlivých bytů. O rychlost internetu se tedy dělíme se všemi, kdo internet zrovna využívá.



Obrázek 2 Schéma FTTB

#### FTTC

Technologie FTTC se například využívá u DSL připojení. Do rozvaděče dslam je přiveden optický kabel. V rozvaděči je zařízení, které internet převádí do klasického telefonního vedení, které je zavedeno do domů či bytů.



Obrázek 3 Schéma FTTC

## Technologie DSL

Technologie DSL je jedna z nejstarších technologií, které se používají pro připojení k internetu. Dříve bylo spojení vytáčené. Dnes už technologie DSL funguje na jiném principu. Využívá se staré telefonní vedení (kroucená dvojlinka) pro vysokorychlostní přenos dat. Velkou nevýhodou tohoto připojení je vzdálenost od telefonní ústředny. Čím dále se od ústředny nacházíme tím pomalejší připojení je. Z toho důvodu se dnes staví předsunuté dslamy, které zajistí, že v místě, které je daleko od ústředny je internet rychlejší. U technologie DSL je vždy rychlost stahování vyšší než rychlost odesílání. Maximální dostupná rychlost u DSL technologie je 250/25 Mb/s.

Graf 1 Rychlosti přenosu sítě DSL

### Dslam

Dslam je zařízení, které zajišťuje rozvětvení telefonního vedení do domů. Většinou ho najdeme postavené někde venku na ulici. V něm se nacházejí svorky, do kterých jsou napojeny jednotlivé telefonní přípojky.

Dnes se staví tzv. předsunuté dslamy, do kterých je zavedený optický kabel. Většinou se staví v místech, které jsou daleko od telefonní ústředny. V dslamu je zařízení, které vysokorychlostní internet převede do metalického telefonního vedení a tím se zajistí, že je rychlý internet dostupný i daleko od ústředny. Výstavba předsunutého dslamu je náročná, protože k ní musíme mít stavební povelní a přípojku na elektřinu.

### Bonding

Bonding je nová technologie, která umí rychlost internetové přípojky zdvojnásobit. Místo 2 vodičů kroucené dvoulinky se použijí 4 vodiče. Tím se získá dvojnásobná rychlost. Používá se v místech, které jsou daleko od telefonní ústředny.

O technologii DSL se v České republice stará CETIN (Česká telekomunikační infrastruktura), která nabízí DSL jako službu pro všechny mobilní operátory i jiné menší poskytovatele. Tím nám může službu DSL nabídnout kterýkoliv operátor a poskytovatel internetu. Nejpomalejší tarif 20/2 Mb/s můžeme pořídit za měsíční paušál 300 Kč a nejrychlejší tarif 250/25 Mb/s za 700 Kč měsíčně. Odezva technologie DSL je 10-30 milisekund.

Pokud nemáme do domácnosti zavedenou telefonní linku, napojení na technologii DSL je velmi problematické. Pokud se v blízkosti nachází rozvaděč dslam tak se musí vykopat díra pro kabel a ten zavést do domu. Kvůli výkopovým pracím je proto instalace přípojky velmi drahá. Cena se odvíjí podle toho, jak daleko se musí od dslamu kopat.

## Mobilní internet

LTE (4G) technologie je dnes nejpoužívanější technologií připojení k internetu. Používá ji každý chytrý telefon. Jejím nástupcem je LTE (5G) síť, která má mnohem vyšší přenosovou rychlost dat a mnohem větší kapacitu sítě. Sítě 3G byli během roku 2021 vypnuty. Uvolněné frekvence sítě 3G se používají pro sítě 5G. Sítě 2G se používají k telefonním hovorům, ale i ty se dnes mohou uskutečňovat přes síť LTE (4G), ve které má hlasový hovor mnohem kvalitnější zvuk tzv. VoLTE.

Graf 2 Rychlosti přenosu sítě LTE

Velkou nevýhodou mobilního internetu je, že se rychlost připojení dělí mezi všechny připojené zařízení. Signál je také velmi závislý na počasí. Kvalitu přijmu ale i rychlost ovlivňují jakékoliv překážky (budovy, stromy, elektromagnetické vlnění). Velkou výhodou je velmi snadná instalace. Stačí jen router, do kterého se vloží karta sim. V oblastech s horší dostupností signálu můžeme ještě použít externí anténu. Existují i zařízení, které stačí zasunout do USB portu na počítači. Cena mobilního internetového připojení je 400-500 Kč. Maximální garantovaná rychlost je 20/2 Mb/s. U mobilního internetu je odezva nejvyšší. Většinou bývá 25-50 milisekund.

## Bezdrátové připojení (wi-fi)

Skoro v každém větším městě je dostupné bezdrátové připojení k internetu. Většinou funguje v síti 5 GHz a 60 GHz. Montáž tohoto zařízení je velmi rychlá. Stačí namontovat přijímací anténu a namířit ji na vysílací anténu. Na vysílač musíme mít dobrou viditelnost. Čím dále se nacházíme od vysílače, tím horší je kvalita přijmu a internet nám jde pomaleji. Pokud se mezi vysílací a přijímací anténou objeví překážka (např. větve stromu) internet začne být nestabilní. Kvalitu přijmu rovněž zhoršuje i špatné počasí. Odezva u wifi připojení bývá nízká, většinou od 1 do 20 milisekund ale při špatném počasí může být i velmi vysoká. Při připojení k 60 GHz síti můžeme docílit maximální rychlosti až 1 Gb/s u 5 GHz sítě maximálně 500 Mb/s. 60 GHz síť vysílá na velmi vysoké vlnové délce, a proto není tolik náchylná k rušení. Měsíční paušál se vyskytuje od 400 do 800 Kč. Zařízení k provozu tohoto připojení pořídíme kolem 4000 Kč.

## Satelitní internet

Satelitní internet využijeme v místech, kde nejsou dostupné výše uvedené technologie anebo jsou pro připojení k internetu nepoužitelné. K připojení k satelitnímu internetu potřebujeme parabolu, kterou umístíme na střechu a namíříme na správný satelit. Internet přes satelit má hodně vysokou odezvu. Je to způsobené tím, že nějakou dobu trvá, než se signál dostane až k satelitu a zpět. Satelitní internet je velmi náchylný na počasí a pořizovací cena je také velmi vysoká. Pokud přijde nějaký velmi hustý mrak, signál se k satelitu dostává jen obtížně a internet bude vypadávat.

### Starlink

Jednou z nejnovějších technologií satelitního internetu je Starlink, který vyvinula společnost SpaceX. Tato technologie obsahuje kolem dvanácti tisíc družic rozmístěných kolem celé Země, které poskytují vysokorychlostní internet. Technologie zatím funguje v beta provozu a v ostrém provozu by měla být v roce 2027. Internet dosahuje při dobrých podmínkách rychlosti od 50-150 Mb/s s odezvou do 20 milisekund, což je pro domácnosti dostačující. Velkou nevýhodou jsou ale velmi časté výpadky. Měsíční paušál za službu je 2 600 Kč. Pořizovací cena hardwaru, který k provozu potřebujeme (parabola a router) je 14 000 Kč.

## Shrnutí

Nejvhodnějším připojením k internetu je optika. Dnes se vyplatí investovat do výstavby optické přípojky, protože tato technologie bude použitelná a dostačující i za několik let. V místech, kde optika není dostupná, můžeme použít technologii DSL či wifi. U technologie DSL bychom měli využít technologii VDSL2+, pokud je to možné. U wifi připojení pásmo 5GHz, které stačí pro základní používání, 60GHz se dá využít pro větší potřebu internetového připojení. Mobilní internet využijeme v mobilním telefonu anebo na chatě, ale pro domácnost to není vhodná technologie kvůli hodně vysoké odezvě a nízké rychlosti. Satelitní internet se k použití v domácnosti nehodí kvůli ceně, která je velmi vysoká.

Graf 3 Cena jednotlivých technologií

# Zařízení připojená k síti

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Uživatelská zařízení | IOT zařízení | | |
| Počítač | IP kamera | Elektronická zásuvka | Žaluzie |
| Mobilní telefon | Robotický vysavač | Nabíječka pro elektroauto | Hlasový asistent |
| Tiskárna | Pračka | Solární elektrárna | Vířivka |
| Herní konzole | Sušička | Vstupní brána | Robotická sekačka |
| Televize | Meteostanice | Elektronický zámek | Indukční deska |
| Pevná linka (VOIP) | Řízení vytápění | Osvětlení | Lednice |
| NAS-datové úložiště | Pohybová čidla (alarm) | Trouba | Myčka |

Každá domácnost bude mít do sítě připojena jiná zařízení. Při výstavbě sítě, musíme přemýšlet nad tím, jaká zařízení do sítě budeme připojovat, abychom síť dostatečně navrhli a nedocházelo k přetížení a následným výpadkům. Zařízení dělíme na uživatelská a IOT (Internet of things – internet věcí). Uživatelská zařízení denně používáme, zařízení IOT nám každodenní život velmi usnadňují. Tyto zařízení můžeme ovládat přes chytrý telefon, ve kterém si je nastavíme podle vlastních potřeb.

Tabulka 1 Příklady uživatelských a IOT zařízení

## Ochrana domácnosti

K ochraně domácnosti složí IP kamery a pohybová čidla. Pokud pohybové čidlo zaznamená pohyb, řídící jednotka spustí nahrávání IP kamer a odešle SMS zprávu, že se nám někdo do domu vloupal. Záznamy z IP kamer se nahrávají do datového úložiště NAS, a ještě se mohou zálohovat do cloudu.

Existují i čidla, které detekují požár nebo vodu. Pokud čidlo zaznamená únik vody dokáže zavřít přívodní kohout do domu a tím může zabránit vytopení domu.

## Zařízení pro každodenní používání

U pračky, myčky či sušičky si můžeme v mobilní aplikaci vybrat speciální programy a upravit si je podle vlastních potřeb. Můžeme si také nastavit, kdy se mí zařízení zapnout.

Hlasový asistent dokáže všechna zařízení domácí sítě ovládat. Můžeme třeba stáhnout žaluzie nebo zhasnout světla v jednotlivých místnostech. Zařízení ovládáme hlasem, většina hlasových asistentů ale dnes podporuje jen angličtinu, a proto ji musíme alespoň trochu umět.

V mobilní aplikaci si můžeme nastavit i robotický vysavač. Nastavit si můžeme kdy má začít uklízet, kde má uklidit a kolikrát denně. Vysavač si dokáže vytvořit mapu celé domácnosti a tím rozezná i místnosti. Stejně tak to funguje i u robotické sekačky.

Velkým pohodlím, které se nám může hodit před návratem domů je nastavení vytápění. Můžeme si nastavit vytápění v jednotlivých místnostech a po příjezdu domů budeme mít doma teplo. Rovněž si můžeme s chytrou domácností propojit vířivku, která se nám před příjezdem domů nahřeje a hned po příjezdu si do ní můžeme lehnout.

V kuchyni nalezneme také spoustu zajímavých pomocníků. Většinu spotřebičů můžeme nastavovat přes mobilní telefon. V aplikaci si můžeme najít recept, který si uvaříme k obědu. Trouba nebo sporák se přesně nastaví, telefon nás provede celým postupem a pomůže nám recept perfektně a rychle uvařit. Jen obsluhovat tato zařízení někdo musí. Protože myčka se bohužel ještě sama nevyklidí.

Pokud chceme vědět informace o počasí můžeme si pořídit meteostanici. Meteostanice nám v mobilní aplikaci ukáže, kolik napršelo, kolik stupňů je venku a jak rychle fouká vítr. Meteostanice je velmi dobrý pomocník pro chytrou domácnost. Teploměr zjistí, jaká je venku teplota a podle toho reguluje vytápění v jednotlivých místnostech. Pokud začne foukat silný vítr, můžeme si nastavit, aby se vysunuly venkovní žaluzie, který by se nám nárazovým větrem mohli zničit. Pokud začne venku pršet, můžeme si například nastavit, aby se zavřeli střešní okna a nenateklo nám do domu.

Chytrou zásuvkou můžeme ovládat různá zařízení. Zařízení můžeme dálkově zapnout nebo vypnout, kontrolovat spotřebu elektrické energie anebo nastavit, kdy se má zařízení zapnout a vypnout.

Nabíječka pro elektromobil slouží hlavně k nabíjení elektromobilu. V aplikaci můžeme sledovat, jak dlouho se elektromobil nabíjel a s jakým napětím, kdy bude nabitý a kolik elektrické energie u toho spotřeboval.

U solární elektrárny můžeme sledovat, kdy se baterie dobíjeli a kdy se vybíjeli. Můžeme si kontrolovat, kolik elektřiny nám ještě v bateriích zbývá a podle toho regulovat odběr elektrické energie.

Vstupní bránu můžeme ovládat dálkovým ovladačem, příkazem přes SMS zprávu anebo zavoláním na telefonní číslo. Velkým pomocníkem nám ale mohou být i IP kamery a chytrý systém, který můžeme naučit rozpoznávat registrační značky. Když přijedeme před dům a kamera zaznamená auto s naší registrační značkou systém bránu automaticky otevře.

# Rozvody v domě

Když si zajistíme technologii, která nám do domácnosti přivede internet, musíme internet po domácnosti také nějak rozvést. Níže si popíšeme technologie, které k tomu slouží a řekneme si jejich výhody, nevýhody a kde se vlastně dají použít.

## Ethernet

Nejčastějším propojením zařízení je ethernetový kabel. Toto připojení nám pro zařízení zajistí kvalitní připojení s nejvyšší možnou rychlostí. Můžeme použít 2 druhy ethernetového kabelu.

**UTP** (unshielded twisted pair) – nestíněná kroucená dvojlinka

**STP** (shielded twisted pair) – stíněná kroucená dvojlinka

UTP i STP kabel obsahuje 8 vodičů. Vodiče jsou většinou označeny barvami (bílo-oranžová, oranžová, bílo-zelená, zelená, bílo-modrá, modrá, bílo-hnědá, hnědá). U STP kabelu je každý vodič zvlášť zabalený v nevodícím materiálu. Vodiče jsou po určité dálce zakrouceny. Proto pojmenování kroucená dvoulinka.

Stíněnou kroucenou dvoulinku použijeme u rozvodů, které zavrtáváme do zdi anebo vedeme venku do jiné budovy. Případně tam kde je vysoké magnetické záření a hrozilo by tím poškození dat. Použít ji můžeme u připojení z venkovní wifi antény do domácnosti. Tím zabráníme poškození zařízení například při úderu blesku. Stíněná kroucená dvojlinka má totiž vodiče stíněné, a navíc obsahuje jeden, který zajistí uzemnění. Nestíněnou kroucenou dvoulinku můžeme použít u připojení ostatních zařízení. Například ze switche do počítače.

Vodiče musí být podle barev seřazeny ve správném pořadí. Existuje norma T568A a T568B. Zapojení podle normy T568A se používá mezi routrem a switchem, případě počítačem a počítačem. Norma T568B se používá mezi switchem a zařízením.

Dnes se na normu T568A a T568B tolik hledět nemusí. Nejvíce se využívá norma T568B. Zařízení si zvládnou vodiče softwarově přesměrovat tak aby vše fungovalo správně.

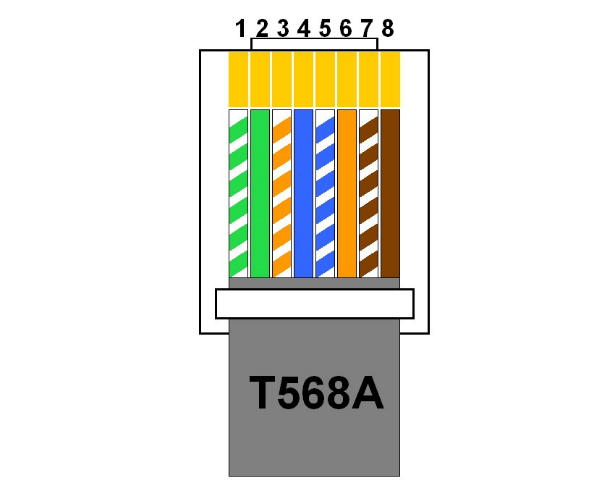
UTP kabely se vyrábí v několika variantách. Varianty se liší v kvalitě provedení kabelu a tím se liší rychlosti přenosu. Maximální délka UTP kabelu může být 100 metrů, jinak musíme použít zařízení na zesílení signálu.

U kategorie 6-7 se maximální rychlost přenosu liší délkou vedení. Čím kvalitnější kabel je tím rychleji zvládne přenést data do větší vzdálenosti.

* CAT5 až 100 Mb/s.
* CAT5e až 1 Gb/s.
* CAT6 až 10 Gb/s.
* CAT6a až 10 Gb/s.
* CAT7 až 10 Gb/s.

Obrázek Rychlost připojení UTP

### Norma T568A

Tato norma se využívá k propojení dvou počítačů mezi sebou nebo u propojení mezi switchem a routerem.

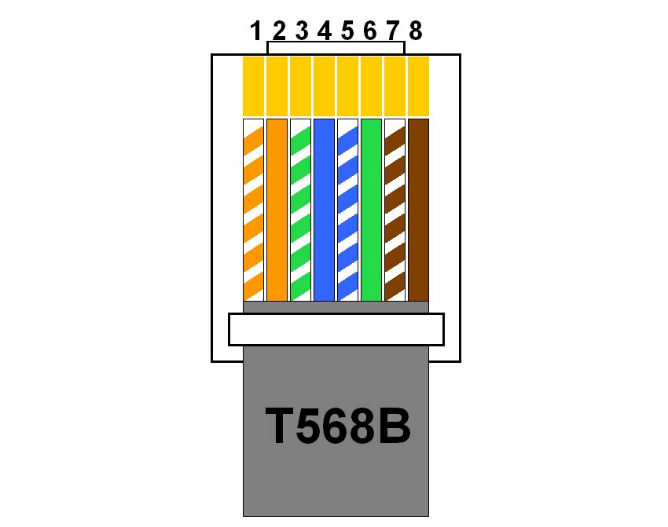
**Zapojení vodičů:**

* Zeleno-bílá
* Zelená
* Bílo-oranžová
* Modrá
* Bílo-modrá
* Oranžová
* Bílo-hnědá
* Hnědá

Obrázek 5 UTP zapojení T568A (2020)

### Norma T568B

Tato norma se využívá k propojení mezi switchem a zařízením (PC, tiskárna, IP kamera, …).

**Zapojení vodičů:**

* Oranžovo-bílá
* Oranžová
* Bílo-zelená
* Modrá
* Modro-bílá
* Zelená
* Bílo-hnědá
* Hnědá

Obrázek 6 UTP zapojení T568B (2020)

## Wifi

Jednou z nejznámějších a nejpoužívanějších technologií připojení k internetu v domácnosti je wifi. V domácnosti používáme wifi ve 2 pásmech. 2,4 GHz a 5 GHz. Wifi 2,4 GHz má oproti 5 GHz wifi o mnoho větší dosah ale nižší rychlost. 5 GHz wifi, využijeme pro zařízení, která jsou umístěna blízko vysílače, přes stěnu se totiž signál dostává velmi obtížně. Pásmo 2,4 GHz je dnes velmi zaplněno. Vzniká tím rušení sítí. V místě, kde je velký počet wifi sítí (například v bytovém domě) může wifi fungovat špatně a být velmi pomalá. 5 GHz síť nabízí více dostupných kanálů. Wifi 2,4 GHz má při dobrých podmínkách maximální propustnost 100 Mb/s, síť 5 GHz má propustnost až 500 Mb/s. Rychlost připojení k internetu ale vždy závisí na rychlosti přípojky.

## Zabezpečení wifi

Wifi sítě mají větší dosah a může je zachytit i někdo, kdo je zachytit nemá. Z toho důvodu musíme wifi správně zabezpečit. Kdybychom wifi nezabezpečili, může se nám do ní kdokoliv připojit a využívat naši síť. U nových typů routerů nebo wifi AP lze nastavit, aby se skryl název wifi sítě. Už jen tato maličkost znepříjemní práci případnému útočníkovy na naši wifi síť. Jakmile totiž neví název sítě, nepřipojí se do ní.

Dalším zabezpečením wifi je zvolení správného šifrování. Prvním šifrováním bylo WEP, které ale bylo prolomeno v roce 2001 a proto bychom ho dnes určitě neměli používat. Dnes bychom měli využívat šifrování WPA2, případně WPA3 a měli bychom si zvolit silné a dlouhé heslo, které bude trvat útočníkům dlouho uhodnout.

## Powerline

Obrázek Powerline (2022)

Powerline je zařízení, které dokáže internet převést přes elektrické vedení do jiné místnosti. Využijeme to v místech, kde nemůžeme vést strukturovanou kabeláž a signál wifi nám sem nedosáhne. Skládá se většinou ze dvou zařízení. Jedno zařízení zapojíme do zásuvky a ethernetovým kabelem připojíme k routeru. Druhé zařízení zapojíme do elektrické zásuvky v místě, kde chceme mít připojení k dispozici a ethernetový kabel zapojíme ze zařízení do počítače nebo jiného zařízení. Cena tohoto zařízení se pohybuje od 1 000 do 3 000 Kč.

Zařízení data přenášejí pomocí modulovaných signálů po elektrickém vedení. Aby fungovali adaptéry co nejlépe měli by být napojeny na stejné fázi. Pokud jde signál přes pojistky, může mu to způsobit potíž a spojení nemusí být kvalitní. Pokud je elektrické vedení staré rovněž se nám může stát, že připojení bude nekvalitní anebo se neuskuteční vůbec.

Maximální dostupná rychlost přenosu je až 1 Gb/s, ale takové rychlosti většinou nedosáhneme. Čím kratší vedení je a čím má méně překážek, tím je rychlost přenosu vyšší. Reálně můžeme při velmi dobrých podmínkách dosáhnout rychlosti přenosu vyšší než 500 Mb/s, ale to se při standardních podmínkách nepovede.

## Koaxiální kabel

# Návrh sítě

# Adresní plán

# Vzorová konfigurace

# Monitorování sítě

# Rozpočet

# Závěr

# Citovaná literatura

**2020.** Jak na zapojení síťových kabelů? *alza.cz.* [Online] 15. červenec 2020. [Citace: 5. únor 2022.] https://cdn.alza.cz/Foto/ImgGalery/Image/t586b.jpg.

**2020.** Jak na zapojení síťových kabelů? *alza.cz.* [Online] 15. červenec 2020. [Citace: 5. únor 2022.] https://cdn.alza.cz/Foto/ImgGalery/Image/t586a.jpg.

# Obrázky

[Obrázek 1 Computer science 7](#_Toc87997799)

# Grafy

[Graf 1 Rychlost přenosu jednotlivých technologií 6](https://d.docs.live.net/a096a757e0af4ff2/Škola/Maturitní%20práce/Maturitní_práce_Číž.docx#_Toc93784393)