



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

NÁVRH POČÍTAČOVÉ SÍTĚ PRO ZÁKLADNÍ ŠKOLU

ELEMENTARY SCHOOL COMPUTER NETWORK DESIGN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Stanislav Havlíček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav informatiky
Student:	Stanislav Havlíček
Studijní program:	Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor:	Manažerská informatika
Vedoucí práce:	Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.
Akademický rok:	2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Návrh počítačové sítě pro základní školu

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Analýza současného stavu

Teoretická východiska práce

Vlastní návrhy řešení

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Navrhnout počítačovou síť.

Základní literární prameny:

DONAHUE, G. A. Kompletní průvodce síťového experta. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2009. 528 s. ISBN 978-80-251-2247-1.

HORÁK, J. a M. KERŠLÁGER. Počítačové sítě pro začínající správce. 5. aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2011. 303 s. ISBN 978-80-251-3176-3.

JIROVSKÝ, V. Vademecum správce sítě. 1. vyd. Praha: Grada, 2001. 428 s. ISBN 80-7169-745-1.

SCHATT, S. Počítačové sítě LAN od A do Z. 1. vyd. Praha: Grada, 1994. 378 s. ISBN 80-85623-76-5.

TRULOVE, J. Síť LAN: hardware, instalace a zapojení. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 384 s. ISBN 978-80-247-2098-2.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně dne 28.2.2019

L. S.

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Bakalářská práce zpracovává problematiku návrhu počítačové sítě na základní škole. Práce je složená ze tří částí, přičemž první část pojednává o teoretickém základu problematiky. Druhá část je zaměřena na analýzu současného stavu počítačové sítě a poslední, závěrečnou část tvoří samotný návrh budoucího stavu. Projekt je založen na platné legislativě a požadavcích investora.

Abstract

The bachelor thesis processes the design of computer network in elementary school. The thesis is combined from three parts, where the first part is about theoretical part of the problems. Second part is the analysis of current state of the computer network and the final part is the desing of the future state. The project is based on valid legislation and requirements from investor.

Klíčová slova

počítačová síť, návrh počítačové sítě, kabelážní systém, aktivní síťové prvky

Key words

computer network, computer network design, cabling system, active networking hardware

Bibliografická citace

HAVLÍČEK, Stanislav. *Návrh počítačové sítě pro základní školu* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/116000>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Viktor Ondrák.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 28. dubna 2019

podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval panu Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D. a panu Ing. Vilému Jordánovi, za uplynulé roky studia a následně rady se zpracováním bakalářské práce.

OBSAH

Úvod.....	11
Vymezení problému a cíle práce	12
1 Analýza současného stavu	13
1.1 O ScioŠkole.....	13
1.2 Popis budovy.....	13
1.2.1 1. Nadzemní podlaží	13
1.2.2 2. Nadzemní podlaží	16
1.2.3 3. Nadzemní podlaží	18
1.3 Datový rozvaděč a aktivní prvky sítě.....	19
1.4 Koncové uzly	20
1.4.1 Tiskárny	20
1.4.2 Nepřenosné počítače	20
1.4.3 Přenosné počítače	20
1.4.4 Ostatní.....	20
1.5 Popis zapojení sítě.....	21
1.6 Software	21
1.7 Internetové připojení	22
1.8 Požadavky investora.....	22
1.9 Zhodnocení analýzy	23
2 Teoretická východiska práce	24
2.1 Rozdělení počítačových sítí	24
2.1.1 Dělení počítačových sítí podle rozsahu	24
2.1.2 Dělení počítačových sítí podle topologie.....	25
2.2 Síťový model.....	27
2.2.1 ISO/OSI	28

2.3	Architektura TCP/IP.....	30
2.3.1	Vrstva síťového rozhraní	30
2.3.2	Síťová vrstva.....	30
2.3.3	Transportní vrstva.....	31
2.3.4	Aplikační vrstva.....	31
2.4	Architektura Ethernet	31
2.5	Architektura Wifi	32
2.6	Komunikační infrastruktura	32
2.6.1	Rozdělení kabelážních systémů.....	32
2.6.2	Normy	32
2.6.3	Pojmy	33
2.6.4	Sekce kabelážního systému	34
2.6.5	Přenosové prostředí.....	35
2.6.6	Prvky konektivity.....	36
2.6.7	Datové rozvaděče a jejich příslušenství	37
2.6.8	Trasy kabeláže	37
2.6.9	Značení prvků kabeláže	38
3	Vlastní návrhy řešení	39
3.1	Návrh technologie	39
3.2	Návrh komponent.....	39
3.2.1	Kabely.....	39
3.2.2	Konektory	40
3.2.3	Datové zásuvky.....	40
3.2.4	Prvky pro vedení tras	40
3.2.5	Datový rozvaděč	41
3.2.6	Patch Panely.....	41

3.2.7	Organizéry	41
3.2.8	PoE.....	41
3.2.9	Aktivní prvky	41
3.2.10	Přepět'ová ochrana	42
3.3	Zemnění komponent.....	42
3.4	Přípojná místa.....	42
3.5	Topologie sítě.....	44
3.6	Trasy kabelů	44
3.6.1	Trasy v 1NP	44
3.6.2	Trasy v 2NP	45
3.6.3	Trasy v 3NP	46
3.7	Osazení datového rozvaděče	47
3.8	Značení prvků počítačové sítě.....	48
3.9	Ekonomické zhodnocení	49
	Závěr	50
	Seznam použitých zdrojů.....	51
	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	53
	Seznam obrázků	55
	Seznam tabulek	56
	Seznam příloh	57

ÚVOD

Tato práce se věnuje návrhu počítačové sítě na základní škole v Brně. Počítačové sítě se v dnešní době nachází skoro v každé domácnosti a v každém podniku, ale v mnoha případech lidé nejsou s funkcí jejich sítě spokojeni, což bývá zapříčiněno absencí návrhu sítě nebo jeho laickým provedením. A právě s tímto problémem se potýká i v uvedené základní škole.

Teoretická část práce je rozdělena do dvou částí, na část síťovou a část fyzickou. V síťové části jsou popsány různé síťové topologie, modely a architektury. V části fyzické jsou popsány jednotlivé prvky sítě, kabely, datové zásuvky, datové rozvaděče, jejich příslušenství a označování všech těchto prvků.

V analytické části je zpracována celková problematika budovy, například rozložení jednotlivých místností, poloha datových zásuvek a současný stav sítě. V neposlední řadě jsou zde uvedeny požadavky investora pro samotný návrh řešení.

Závěrečná část práce předkládá samotný návrh řešení počítačové sítě.

VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem práce je navrhnout rozšíření počítačové sítě pro základní školu podle požadavků investora. Vedlejším cílem je vypracovat dokumentaci k současné síti.

Je nutné zjistit jaké požadavky má investor a samotní uživatelé, poté bude následovat důkladná analýza současného stavu, protože k němu neexistuje žádná oficiální dokumentace. Z této analýzy vznikne samotný návrh sítě.

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Scioškola Brno – základní škola, s.r.o. se nachází v brněnské části Horní Heršpice na adrese Sokolova 145/4. Nemovitost je ve vlastnictví Statutárního města Brna a je z počátku 20. století. Budova má v současnosti 2 nadzemní podlaží a 1 podzemní. Na léto 2019 je v plánu rekonstrukce, jejíž součástí je přístavění 3NP. (1)

1.1 O ScioŠkole

Jedná se o soukromou školu, která byla zapsána do obchodního rejstříku 3.2.2016 a první žáky začala vyučovat 1.9.2016. Jejím vlastníkem je společnost www.scio.cz, s.r.o.. (2)

Pro Scioškoly je typický jiný přístup ke vzdělání, kdy je hlavní důraz kladen na individuální přístup ke každému dítěti. Typické je naslouchání názoru rodičů, kteří se často sami do provozu školy zapojují a také přátelský přístup pracovníků školy k dětem. (1)

Ve škole je přibližně 80 žáků a necelých 20 zaměstnanců. Aktuálně je ve škole 5 vyučovacích skupin, protože některé ročníky jsou sloučené. Díky rozšíření budovy je v plánu zvýšit počet žáků a také získat lepší prostory, hlavně pro výuku jazyků.

1.2 Popis budovy

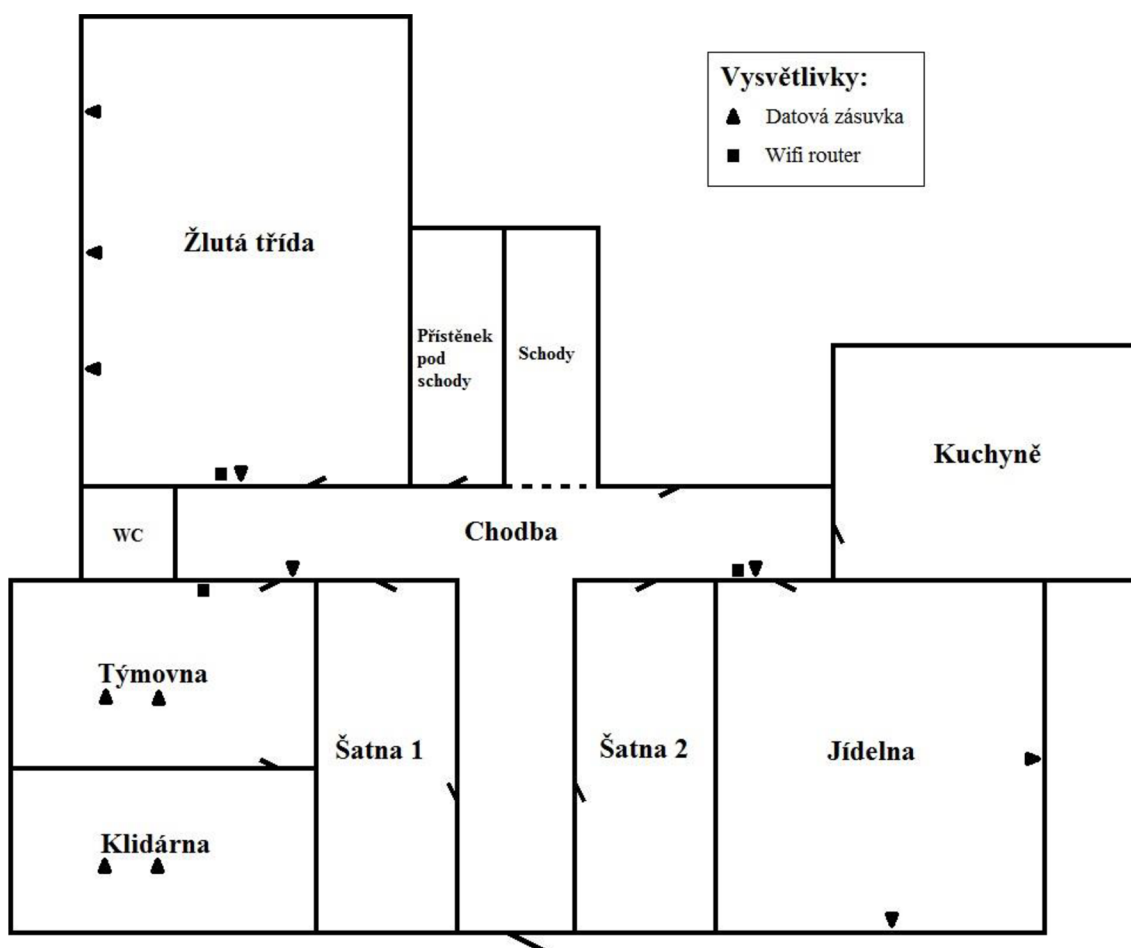
Jedná se o budovu, která prošla celkovou rekonstrukcí před začátkem výuky v září 2016. Ve sklepě se nachází pouze skladiště a neexistuje zde žádná počítačová síť. Místnosti v budově nejsou číslovány, ale mají svůj název, buď podle funkce nebo v případě tříd podle barvy, kterou jsou vymalovány. Ve všech místnostech jsou snížené stropy, kterými je vedena kabeláž. Snížený strop není v chodbách, schodech, pod schody, kuchyňce a kuchyni. Když není kabeláž vedena sníženým stropem tak jsou použity ohebné elektroinstalační trubky takzvané „husí krky“ a trasa vede pod omítkou zdmi.

1.2.1 1. Nadzemní podlaží

V přízemí se nachází dvě šatny, jídelna, kuchyně, Žlutá třída, „přístěnek pod schody“, Týmovna, Klidárna a chodba.

Tabulka 1 Popis místností INP (vlastní tvorba)

Název	Plocha v m ²	Počet zásuvek (funkční / celkem)	Access Point
Šatna 1	21,0	0 / 0	Ne
Šatna 2	21,8	0 / 0	Ne
Jídelna	51,1	0 / 4	Ano
Kuchyně	18,3	0 / 0	Ne
Žlutá třída	69,5	0 / 8	Ano
„Přístěnek pod schody“	7,7	0 / 0	Ne
Týmovna	26,8	4 / 4	Ano
Klidárna	25,6	1 / 4	Ne
Chodba	30,9	1 / 2	Ne



Obrázek 1 INP (vlastní tvorba)

1.2.1.1 Šatny

Obě místnosti mají rozměr přibližně 2,8 x 7,6 m, není zde žádná zásuvka pro připojení do počítačové sítě, je zde stabilní wifi signál.

1.2.1.2 Jídelna

Rozměry místnosti jsou asi 6,6 x 7,6 m. V případě potřeby se místnost mění na běžnou třídu. Nachází se zde čtyři zásuvky pro počítačovou síť, ale ani jedna není funkční. Místnost je pokrytá wifi signálem z Access Pointu, který se nachází na chodbě přímo nad dveřmi do této místnosti.

1.2.1.3 Kuchyně

Místnost není obdélníkového tvaru, pokud by její součástí byly i ostatní prostory pro kuchařku, tak by se jednalo o prostor s rozměry zhruba 7 x 5,5 m, je pokrytá pouze wifi signálem, nemá vlastní zásuvku pro připojení do počítačové sítě.

1.2.1.4 Žlutá třída

Jedná se o největší místnost z tohoto podlaží, její rozměry jsou přibližně 6,8 x 10 m. Na stěně je Access Point, který poskytuje jediné pokrytí pro tuto místnost. Zbylých 8 datových zásuvek (ve čtyřech krabicích) není funkčních.

1.2.1.5 „Přístěnek pod schody“

Stavbou sádkartonové stěny pod schody, které směřují do vyššího podlaží vznikl malý, asi 1,5 x 5 m přístěnek, který se využívá pro schůzky maximálně tří osob. Je pokrytý wifi signálem z Access Pointu nacházejícího se ve Žluté třídě. Zásuvka se zde žádná nenachází.

1.2.1.6 Týmovna

Její rozměry jsou přibližně 4 x 6,5 m. Uprostřed místnosti se nachází dva podlahové boxy, kde v každém jsou 2 zásuvky do počítačové sítě, všechny 4 zásuvky jsou funkční. Trasy kabeláže zde vedou podlahou. Na stěně se nachází Access Point, který pokrývá tuto místnost, Klidárnu a bližší šatnu, bohužel jeho signál není příliš stabilní.

1.2.1.7 Klidárna

Rozměry jsou podobné jako u Týmovny. I zde jsou uprostřed místnosti 2 podlahové boxy, které jsou identické s těmi v Týmovně, nachází se zde 4 zásuvky, z nichž funkční je pouze jedna. Kabeláž je vedena podlahou. Místnost je pokrytá wifi signálem z Access Pointu v Týmovně, ale ne vždy je signál stabilní.

1.2.1.8 Chodba

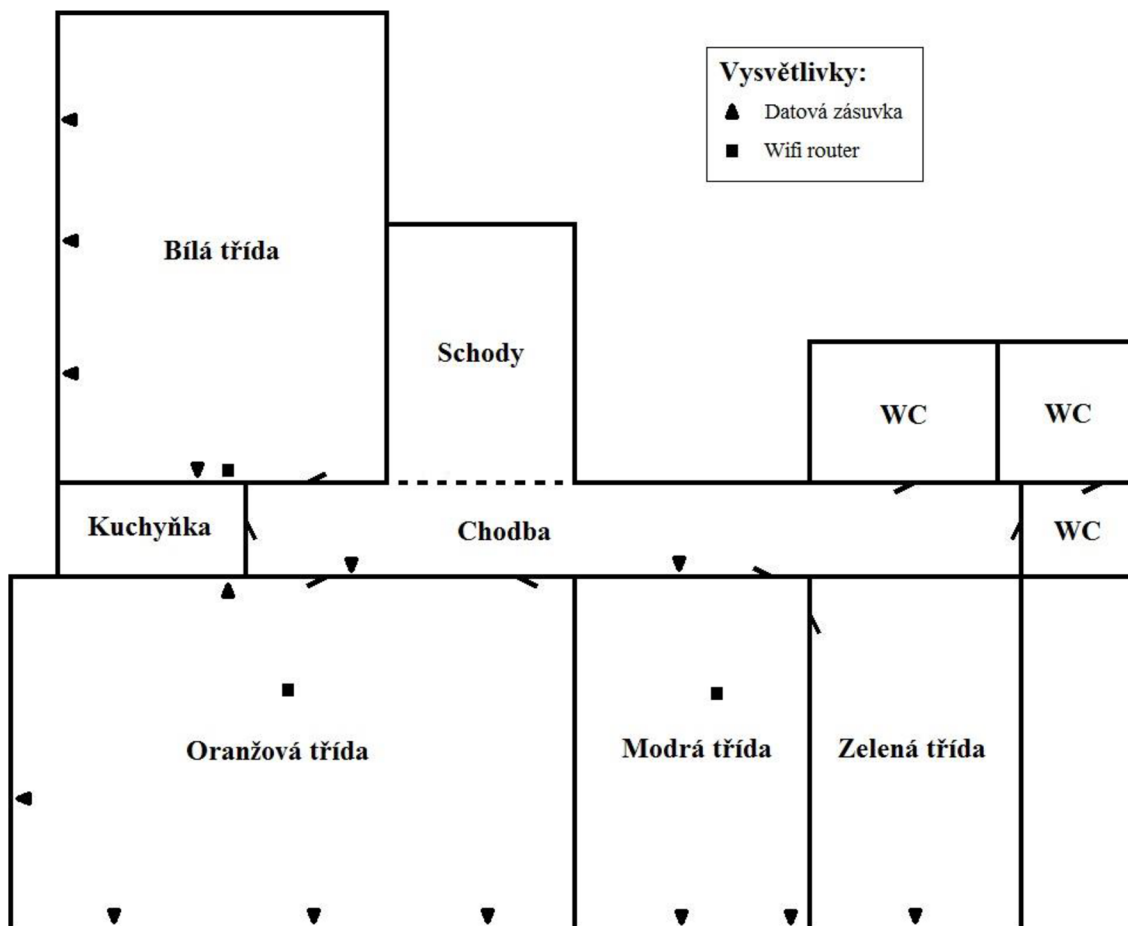
Chodba má tvar T, kde horní část má rozměry zhruba 14,3 x 1,8 m a dolní část 1,9 x 2,7 m. V části před jídelnou se nachází funkční datová zásuvka, do které je zapojený Access Point, v této části je snížený strop. Druhá zásuvka se nachází nad dveřmi do Týmovny a není funkční. Připojení přes wifi je zde stabilní.

1.2.2 2. Nadzemní podlaží

V prvním patře se nachází čtyři učebny (Bílá, Oranžová, Modrá a Zelená), Kuchyňka a chodba.

Tabulka 2 Popis místností 2NP (vlastní tvorba)

Název	Plocha v m ²	Počet zásuvek (funkční / celkem)	Access Point
Bílá třída	71	1 / 8	Ano
Oranžová třída	94,2	0 / 5	Ano
Modrá třída	40,7	0 / 2	Ano
Zelená třída	34,2	0 / 1	Ne
Kuchyňka	6,2	0 / 0	Ne
Chodba	28,9	0 / 2	Ne



Obrázek 2 2NP (vlastní tvorba)

1.2.2.1 Bílá třída

Třída má rozměry přibližně 7 x 10 m. Na stěně u dveří se nachází Access Point, který pokrývá tuto místnost a Kuchyňku. Nachází se zde osm zásuvek do počítačové sítě ve čtyřech krabicích, ale pouze jeden port je funkční.

1.2.2.2 Oranžová třída

V současnosti se jedná o největší místnost na patře i v celé budově. Její rozměry se pohybují okolo 12 x 8 m. Část třídy je vyvýšena asi o 50 cm a zastává funkci jeviště, jedná se o plochu přibližně 2 x 8 m. Ve sníženém stropě se nachází Access Point, který má na starost pokrytí této místnosti. V místnosti je celkem 5 zásuvek, ale ani jedna není provozuschopná.

1.2.2.3 Modrá třída

Místnost o rozměrech zhruba 5,1 x 8 m má dvě zásuvky do počítačové sítě, obě jsou nefunkční. Ve stropě je Access Point, který pokrývá tuto místnost a Zelenou třídu.

1.2.2.4 Zelená třída

Nejmenší třída ve škole má přibližně 4,3 x 8 m, nachází se zde jedna zásuvka pro počítačovou síť, ale není funkční. Je zde pokrytí wifi signálem od Access Pointu z Modré třídy.

1.2.2.5 Kuchyňka

Nejmenší místnost v patře má rozměry okolo 3,6 x 1,7 m. Je pokrytá wifi signálem z Access Pointu v Bílé třídě. Nenachází se zde žádná datová zásuvka.

Nad tiskárnou se nachází nástěnný datový rozvaděč o výšce 12U pro 19“ komponenty. Jeho rozměry jsou 600 mm na šířku a 400 mm do hloubky. Z tohoto rozvaděče jsou vedeny datové rozvody do celé budovy.

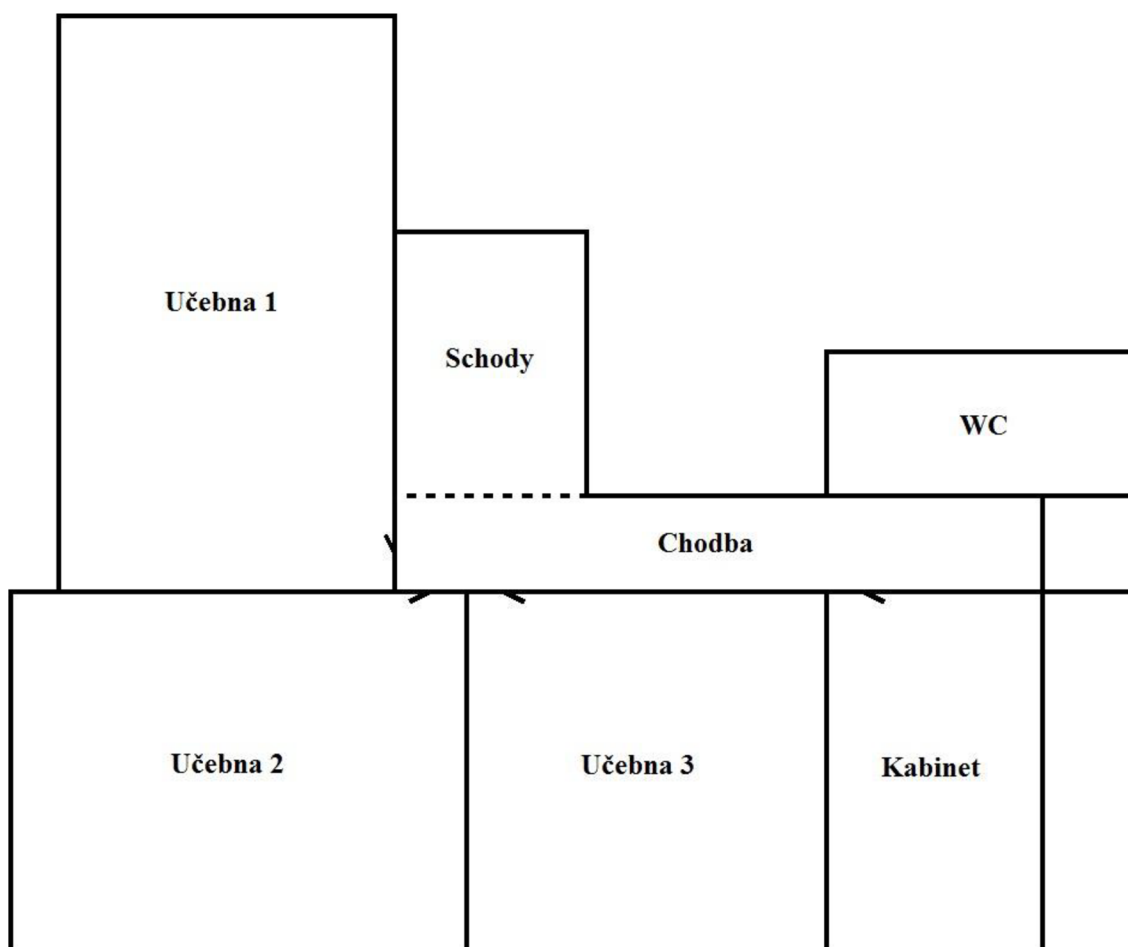
1.2.3 3. Nadzemní podlaží

V létě 2019 je v plánu stavba 3NP. V současné době tedy žádný aktuální stav neexistuje a následující informace se vztahují k navržené dokumentaci přestavby.

Měly by se zde nacházet tři (zatím nepojmenované) učebny, kabinet a chodba.

Tabulka 3 Popis místností 3NP (vlastní tvorba)

Název	Plocha v m ²
Učebna 1	89,9
Učebna 2	84,1
Učebna 3	68,9
Kabinet	29,5
Chodba	15,8



Obrázek 3 3NP (vlastní tvorba)

1.3 Datový rozvaděč a aktivní prvky sítě

V datovém rozvaděči se nachází switch MikroTik RB2011iL-RM, který má 10 portů a obsahuje možnost managementu, jeho operačním systémem je RouterOS. Druhý switch je Tenda TEG1024G, který má 24 portů a nemá možnost managementu. Třetím zařízením je ZQ-POE-12-1U, který slouží k napájení a propojení s Access Pointy.

V datovém rozvaděči se také nachází dva patch panely (každý má 24 portů), dva organizéry kabeláže, napájení pro wifi anténu na střeše (patří ISP) a elektrické zásuvky s přepěťovou ochranou HSK DATA ACAR 504WF (zabírá 2U). Celkem je tedy obsazeno 10U.

Access Pointy jsou napájeny přes UTP kabely díky PoE, jedná se o zařízení MikroTik RBcAP2nD. Problémem těchto zařízení je podpora pouze Fast Ethernetu.

1.4 Koncové uzly

Ve škole se nachází několik různých koncových uzlů, které se dají rozdělit do čtyř kategorií.

1.4.1 Tiskárny

Aktuálně se ve škole nachází pouze jedna tiskárna v 2NP v Kuchyňce, přímo pod datovým rozvaděčem. Jedná se o tiskárnu Sharp MX-2614N, kterou má ScioŠkola pronajatou od dodavatele. Tiskárna je připojena do počítačové sítě se statickou IP adresou.

1.4.2 Nepřenosné počítače

V současné době se ve škole nachází 2 PC. Jeden se nachází v Bílé třídě, kde je k němu připojený projektor a interaktivní tabule, tento PC je do počítačové sítě připojený pomocí wifi (nachází se 10 m od funkční datové zásuvky). Druhý se nachází v Klidárně, kde na něm pracuje účetní, PC je připojený do sítě přes zásuvku v podlahovém boxu.

1.4.3 Přenosné počítače

Škola vlastní řadu různých notebooků, tabletů nebo zařízení 2v1, případně se do sítě pravidelně připojují i soukromá zařízení zaměstnanců školy.

Zaměstnanci používají 11 notebooků od společnosti HP a 2 notebooky značky Asus. Žáci mají k dispozici 8 notebooků od společnosti Lenovo, 2 od Asus, 4 zařízení 2v1 od Acer a 2 tablety, kdy jeden je značky Lenovo a druhý od společnosti Samsung.

1.4.4 Ostatní

Vytápění budovy je řešeno přes zařízení od společnosti Eaton, které umožňuje ovládat topení přes počítačovou síť. Toto zařízení je do sítě připojeno přímo v datové skříni a s jednotlivými radiátory komunikuje přes svůj bezdrátový komunikační systém.

Škola vlastní dva mobilní telefony značky Lenovo.

Celkový počet koncových uzlů v síti, pokud jsou započítány i soukromá zařízení, se pohybuje okolo 50.

1.5 Popis zapojení sítě

Do MikroTik switche je na první port přiveden kabel ze střechy od wifi antény pro internet. Druhý port slouží k propojení s druhým switchem, do třetího portu je připojený prvek pro ovládání topení. Čtvrtý port je jediný prázdný a zbylých 6 portů je připojeno do ZQ-POE-12-1U, z něj vedou UTP kabely do patch panelu a poté do všech šesti Access Pointů rozmístěných po škole (tyto routery mají statickou IP adresu).

Druhý switch značky Tenda je přes port s číslem 24 propojený se switchem MikroTik. Z druhého portu vede patchcord do tiskárny, která se nachází pod datových rozvaděčem. Do patch panelu, se kterým jsou propojeny Access Pointy, je veden kabel z portu 11. Kabely z portů číslo 3, 4, 9, 10 a 17-22 vedou do druhého patch panelu.

Pro přidělování IP adres je použit DHCP server, který je součástí switche MikroTik. Adresní prostor je síť třídy C, maska sítě je tedy 255.255.255.0. Jako DNS server slouží 208.67.222.222 a jako záloha 208.67.220.220, jedná se o servery společnosti OpenDNS a jsou vybrány kvůli filtraci nevhodných webových stránek (násilí, stránky pro dospělé atd.).

1.6 Software

Softwarové vybavení na počítačích je takřka jednotné s výjimkou operačního systému, který je stejně jako samotné počítače různorodý. Na většině zařízení je Windows 10 Home, na skoro všech učitelských je Windows 10 Pro. Na 2 zařízeních je Windows 7 Professional a na jednom notebooku je Fedora 28. Kromě 4 zařízení 2v1 se jedná o 64bitové verze, na 2v1 jsou 32bitové verze operačního systému. Na tabletech a mobilních telefonech je operační systém Android.

Na všech počítačích s Windows je nainstalovaný antivir, kancelářský balík LibreOffice, VLC media player pro přehrávání multimédií, několik různých webových prohlížečů (Edge předinstalovaný ve Windows, Mozilla Firefox, Google Chrome, na některých také Opera), Adobe Reader pro prohlížení pdf formátu, 7-Zip pro komprimaci souborů a Ccleaner pro snadné promazání nepotřebných souborů (například obsahu koše nebo historie internetu). Na některých zařízeních jsou nainstalované různé další programy, jako Pivot Animator (tvorba animací), Gimp a Inkscape (grafika), darktable (práce s fotografií), PSPad (textový editor) nebo Kodu Game Lab (tvorba her).

Na notebooku s Fedorou jsou všechny zmíněné programy z předchozího odstavce s výjimkou webového prohlížeče Edge. Tablety mají jinou programovou výbavu, kde jediná stálá aplikace je antivirus a webový prohlížeč od společnosti Google, ostatní jsou různé výukové aplikace, které jsou instalované podle potřeby.

Výhledem do budoucna je sjednocení OS, aby na všech zařízeních, kde to je možné, běžel Windows 10 Pro.

1.7 Internetové připojení

Internetový poskytovatel je změněn od 1.10.2018. Internetové připojení poskytuje společnost H-data, spol. s.r.o.. Jedná se o internet s rychlostí download/upload 100Mbps/100Mbps, agregací 1:1 a veřejnou IP adresou. Internet společnost dodává pomocí bezdrátové technologie. Svou anténu má umístěnou na střeše, odkud vede kabel kategorie 7 (anténa je jím i napájena) do rozvodné skříně v Kuchyňce, napájení zde zabírá prostor 1U.

1.8 Požadavky investora

Investor má několik požadavků, přičemž hlavním je mít funkční počítačovou síť ve všech nadzemních prostorech školy, včetně teprve plánovaného 3. nadzemního podlaží. Dalším požadavkem je dodržet všechny platné technické normy.

Všechny místnosti mají být pokryty wifi signálem o dostatečné síle. V každé třídě se mají nacházet vhodně umístěné datové zásuvky pro počítač, který by se v každé měl v budoucnu nacházet. V každé kanceláři by mělo být přípojné místo (port) pro každého zaměstnance školy, který zde má pracovní místo. Tiskárna bude v dosahu zásuvky pro připojení do počítačové sítě, její budoucí umístění je zatím neznámé, stejně jako datového rozvaděče. Je tedy možné tyto části školní počítačové sítě přemístit podle potřeby.

Bylo by dobré minimalizovat stavební úpravy v již vystavěných patrech. Také je doporučeno využít co největší část již existující infrastruktury.

Aktuálně není schválený žádný konkrétní rozpočet, pouze doporučení zachovat co nejvýhodnější poměr cena/výkon, čímž je vyjádřena i jistá minimální životnost systému.

1.9 Zhodnocení analýzy

Největším problémem je absence dokumentace, k již existujícímu řešení počítačové sítě, je tedy nutné projekt vypracovat z nuly a jen z toho, co lze zjistit fyzickým přezkoumáním. Otázkou je, zda bude projektant 3. NP ochotný akceptovat změny ve svém projektu, kde zcela vynechal návrh počítačové sítě.

Problémem je i nefunkčnost většiny datových zásuvek v prostorách školy, bohužel vzhledem k absenci dokumentace a nepřehlednému zapojení v datovém rozvaděči je velice obtížné lokalizovat chybu. Přestože jsou jednotlivé porty popsány, tak jejich označení neodpovídá značení v datovém rozvaděči. Dalším problémem je umístění zásuvek v Klidárně a Týmovně uprostřed místnosti v podlahovém boxu.

Snad posledním velkým problémem k vyřešení je, zda pouze 12U rozvodná skříň bude dostatečně velká pro navrhnutou počítačovou síť. V případě její nevhodnosti je potřeba vyřešit umístění větší varianty, protože na současném místě pro to není prostor.

Otázkou také je, zda infrastrukturu navrhnout čistě pro technologii Gigabit Ethernet nebo v kombinaci s Fast Ethernet (aktuálně zde běží Gigabit Ethernet, ale porty Access Pointů jej neumí a jsou propojeny se zbytkem sítě pouze přes Fast Ethernetu – 100BASE-TX). Protože datový provoz v rámci školy je aktuálně minimální (takřka vše jde ven přes internet) a nikdo z vedení školy nemá představu, jaký v této oblasti bude vývoj v blízké budoucnosti. V současné době vše kromě Access Pointů podporuje Gigabit Ethernet – 1000BASE-T.

V návrhu bude nutné zohlednit i rezervní porty v datových zásuvkách. Ve třídě mít alespoň jednu datovou zásuvku na místě, kde bude stát počítač a v kancelářích podle rozmístění pracovních stolů. Pro kanceláře se nejlépe jeví varianta tří tříportových zásuvek rozmístěných po obvodu místnosti.

Velice důležité bude také přesvědčit investora o vhodnosti navrhovaného řešení a o odpovídající ceně tohoto řešení.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

Neexistuje pevná definice, co to vlastně je počítačová síť. Pouze několik pravidel, které musí obsahovat. Musí se jednat o otevřený systém, je možné ji rozšířit. Dále musí mít deterministické (jednoznačné) chování. A také musí zajišťovat obousměrnou komunikaci mezi jednotlivými prvky sítě. (3)

2.1 Rozdělení počítačových sítí

Počítačové sítě je možné dělit podle mnoha pohledů, nejčastěji se používá dělení podle rozsahu a topologie.

2.1.1 Dělení počítačových sítí podle rozsahu

Dělení je možné podle rozsahu neboli podle vzdálenosti jednotlivých prvků.

2.1.1.1 LAN

Z anglického Local Area Network, v češtině se používá termín místní (lokální) síť. Je to síť menšího rozsahu, kde se všechna připojená zařízení vzájemně „vidí“. Její výhodou je vyšší rychlost a tím pádem menší zpoždění. Zařízení jsou propojena přes jeden společný aktivní prvek. (3)

2.1.1.2 WAN

Z anglického Wide Area Network, zde se jako český překlad uvádí rozlehlá síť. Jedná se o rozsáhlé sítě, kde se konkrétní zařízení „nevidí“. Je pomalejší než LAN. Nejznámější WAN je celosvětová síť internet. (3)

2.1.1.3 MAN

Metropolitan Area Network, česky metropolitní síť. Velikostně se nachází mezi LAN a WAN, ale není přesně definovaná. K tomuto druhu sítě se hlásí městské nebo univerzitní sítě. (3)

2.1.1.4 PAN

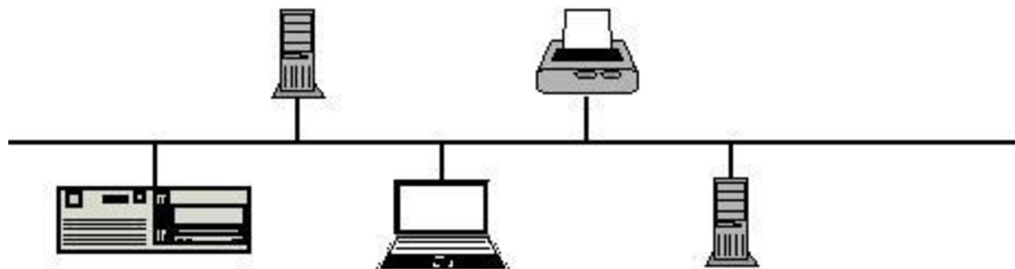
Personal Area Network neboli osobní síť. Přímé propojení více zařízení bez společného aktivního prvku. Denní použití, pouze si to neuvědomujeme, například propojení periférií

počítačů nebo mobilních zařízení. Nejčastěji využívané technologie jsou WiFi, USB nebo Bluetooth. (3)

2.1.2 Dělení počítačových sítí podle topologie

Topologie je popis vzájemného propojení jednotlivých zařízení v síti. Fyzická topologie je způsob zapojení kabelů k uzlům a reálné uložení těchto spojů. Logická topologie je, jak data skutečně procházejí sítí, nemusí se rovnat topologii fyzické. (4)

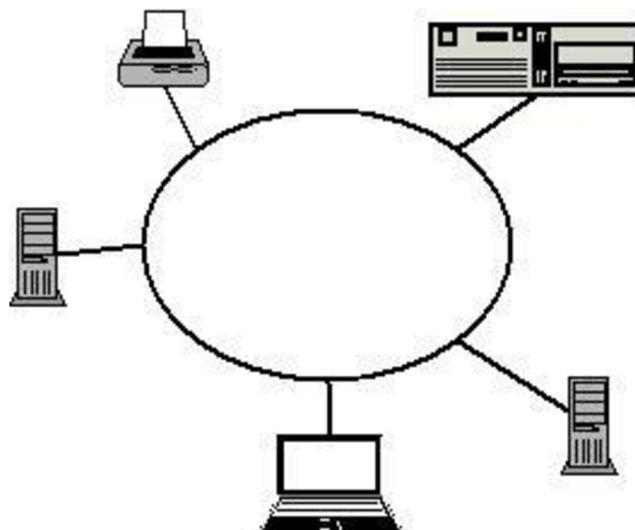
2.1.2.1 Sběrnice (Bus)



Obrázek 4 Topologie sběrnice (vlastní tvorba)

2.1.2.2 Kruh (Ring)

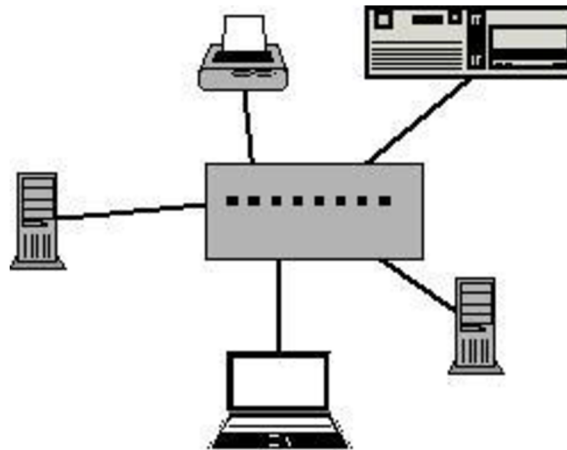
Tato topologie vzniká uzavřením sběrnice do kruhu propojením obou konců. Vzniká záložní trasa pro případ přerušení kruhu na jednom místě, zbývající síť dále funguje jako sběrnice. (4)



Obrázek 5 Topologie kruh (vlastní tvorba)

2.1.2.3 Hvězda (Star)

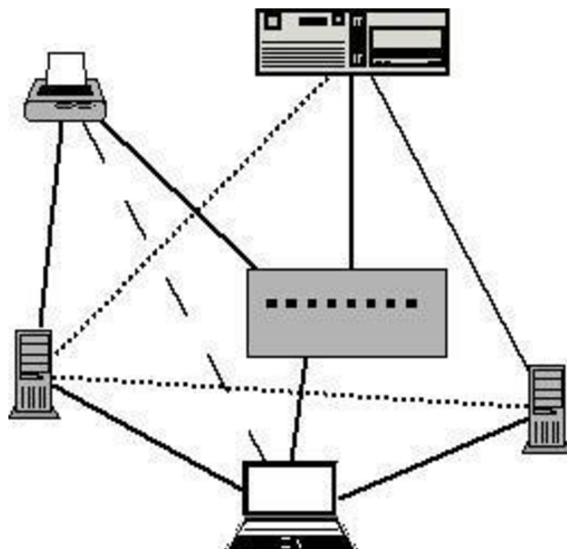
Má jeden centrální uzel, přes který jsou připojena všechna zařízení. V případě přerušení vedení se mimo síť ocitá pouze prvek s přerušeným vedením. Zranitelným se stává centrální uzel. (4)



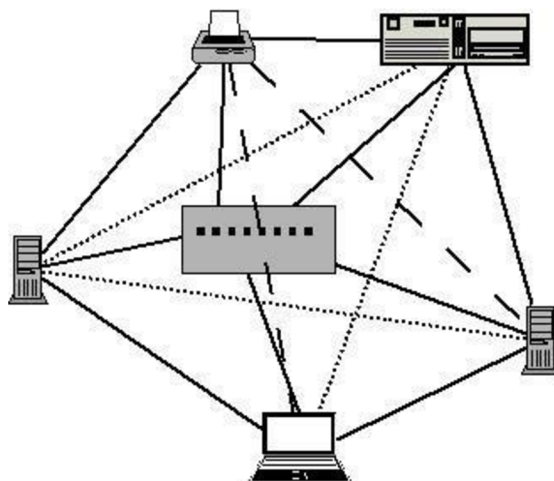
Obrázek 6 Topologie hvězda (vlastní tvorba)

2.1.2.4 Polynom

Někdy také polygon nebo mesh. Při propojení každý s každým, se jedná o úplný polynom. O neúplný polynom jde v případě neexistence některých propojení. (4)

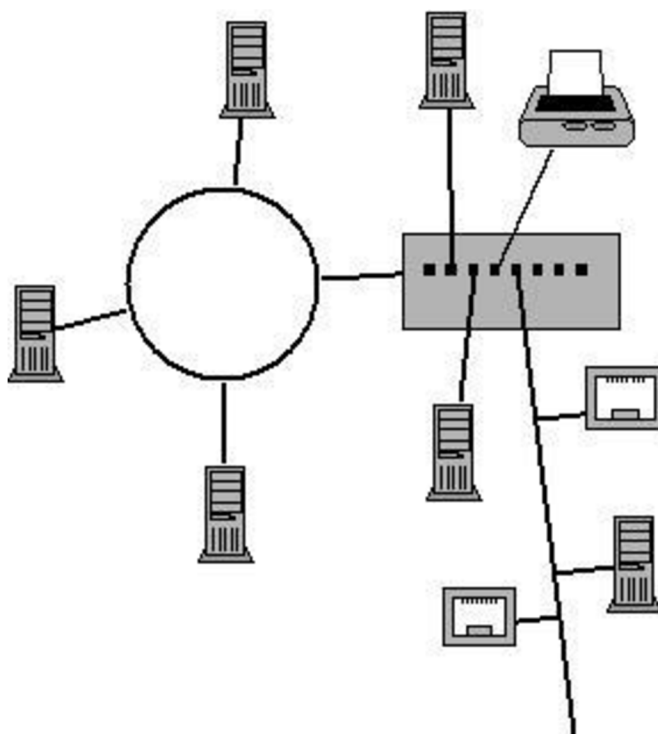


Obrázek 7 Topologie neúplný polynom (vlastní tvorba)



Obrázek 8 Topologie úplný polynom (vlastní tvorba)

V reálném použití se běžně používají kombinace několika výše uvedených topologií. (3)



Obrázek 9 Topologie kombinace (vlastní tvorba)

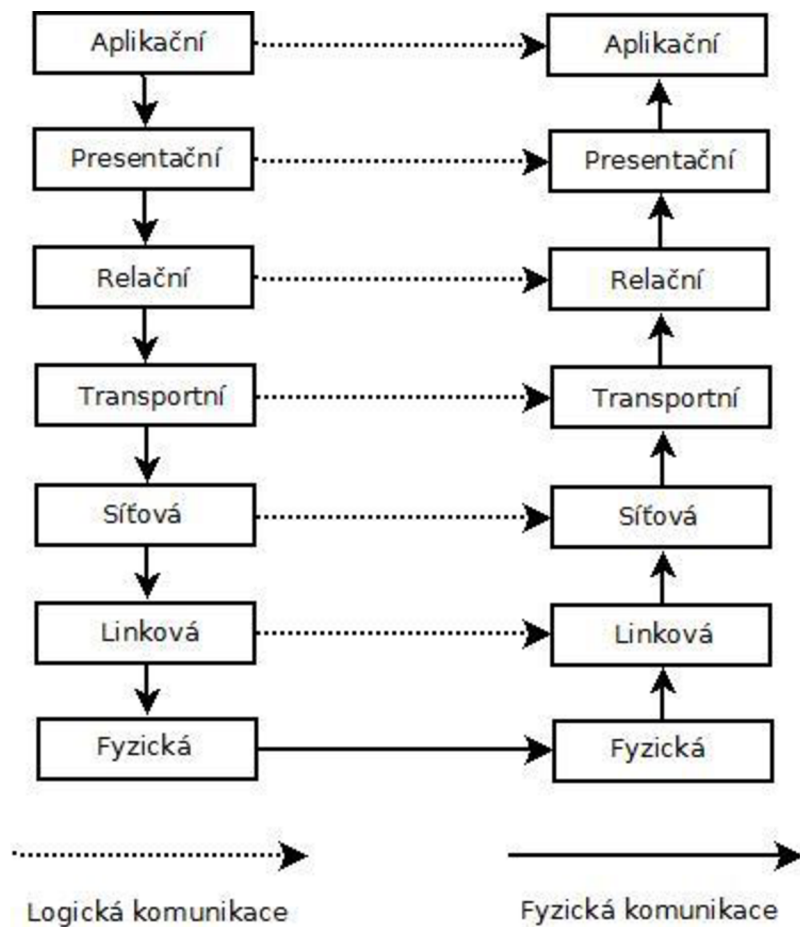
2.2 Síťový model

Jedná se o definici síťové struktury. Je o specifikaci počtu vrstev a o úloze každé vrstvy. Nepopisuje, jak se úlohy jednotlivých vrstev mají plnit, to mají na starost protokoly. Rozšířením síťového modelu o tyto protokoly vzniká síťová architektura. V minulosti byl

problém se vzájemně nekompatibilními modely (respektive celými architekturami). V důsledku toho vznikl Referenční model ISO/OSI. (3)

2.2.1 ISO/OSI

Skládá se ze 7 vrstev, kde fyzická komunikace probíhá mezi sousedními vrstvami v rámci zařízení a po nejnižší vrstvě (fyzické) mezi zařízeními. Logická komunikace je mezi zařízeními na stejné vrstvě. (3)



Obrázek 10 Logická a fyzická komunikace (vlastní zpracování)

2.2.1.1 Fyzická vrstva

Fyzický přenos informací v bitech (1 a 0). Vrstva popisuje elektrické, mechanické a funkční vlastnosti, tedy jakým způsobem jsou bity přenášeny. Nijak neřeší adresaci, řeší pouze samotné propojení, které může být realizováno více způsoby. Nejčastější jsou optická vlákna, kroucené páry (UTP kabely) nebo bezdrátový přenos. (5)

2.2.1.2 Linková vrstva

Provádí přenos datových rámců, což je část dat z vyšší vrstvy (síťové) rozšířená o hlavičku a patičku, po fyzickém médiu. Pro adresování používá fyzické adresy síťových karet. Také kontroluje možné problémy, správnost adres, případné kolize. (3; 5)

V ISO/OSI modelu problém kolizi není jinak řešen, dokonce není jasné kam by měl patřit, zda do fyzické nebo linkové vrstvy. Používané řešení je rozdělení linkové vrstvy na dvě podvrstvy, LLC (řízení spoje) a MAC (přístup k médiu – hlídání kolizí). (3)

2.2.1.3 Síťová vrstva

Přenáší pakety mezi uzly, které nemají přímé spojení. Je tedy potřeba zvolit nejvhodnější trasu mezi nimi, nemusí to být nejkratší, tento proces se nazývá směrování (routing). K určení adresy se používají globální adresy. (5)

2.2.1.4 Transportní vrstva

Tato vrstva má za úkol doručit data správnému procesu (adresace pomocí portů) a také, v případě potřeby procesu, vytváření dojmu že se jedná o jiný druh komunikace (například nespolehlivý na spolehlivý pomocí kontroly dat, zda přišla všechna a případně žádosti o jejich opětovné dodání). (3; 6)

2.2.1.5 Relační vrstva

Obsahuje sestavení, provoz a ukončení relace mezi prvky prezentační vrstvy. Slouží k udržování přihlášení uživatele, zabezpečení přenosu atd. (5)

2.2.1.6 Prezentační vrstva

Stará se o konverzi a kódování dat pro aplikační vrstvu. Jedná se o sjednocení formy dat z jiných zařízení, které mohou mít např. odlišný operační systém nebo jiný způsob kódování. (3; 6)

2.2.1.7 Aplikační vrstva

Je vrstvou, která je nejbliže k uživateli a aplikaci se kterou pracuje. Pro aplikaci standardizuje např. posílání e-mailů (SMTP), vzdálený přístup k souborům (FTP). (3; 6)

2.3 Architektura TCP/IP

Rozšířením síťového modelu o protokoly vzniká architektura. Architektura TCP/IP se tvořila postupně, propojením již existujících řešení. Nejedná se o konečný stav, se vznikem nových možností se může rozšiřovat. V dnešní době to je nejběžnější způsob počítačové komunikace. (3)

Oproti ISO/OSI modelu se liší hlavně v počtu vrstev. TCP/IP má 4 vrstvy: Aplikační, která spojuje vrstvy aplikační, prezentační a relační, transportní a síťovou, které odpovídají vrstvám u ISO/OSI a vrstva síťového rozhraní, která odpovídá vrstvám fyzická a linková. (3)

2.3.1 Vrstva síťového rozhraní

V architektuře TCP/IP spojuje fyzickou a linkovou vrstvu, také není konkrétně definovaná a záleží na hardware, jak přenos vyřeší. Nejčastější je využití ethernetu nebo wifi. (5)

2.3.2 Síťová vrstva

V architektuře TCP/IP na síťové vrstvě pracuje pouze IP (Internet Protocol). Jeho úkolem je doručování paketů podle adresy v hlavičce paketu. Protokol IP je nespolehlivý a nespojovaný, není zaručeno doručení paketů ani pořadí jejich doručení. O iluzi opaku se stará nadřazená transportní vrstva. (3; 5)

Adresa pro síťovou vrstvu se nazývá IP adresa, což ve verzi IPv4 je 32 bitové číslo, které je rozděleno na 4 osmibitová čísla, pro lepší čitelnost zapsaná v desítkové soustavě. Jde tedy o 4 čísla z rozsahu 0 až 255 oddělená tečkou. Toto číslo je možné rozdělit na dvě části, vlevo je adresa sítě a vpravo adresa uzlu, kvůli rozlišení délky adresy sítě a uzlu se používá CIDR prefix nebo maska sítě. (3)

Maska sítě je 32 bitové číslo, které na části pro adresu sítě má „1“ a na zbytku „0“. Rozděluje IP adresy na 3 třídy (Třída A, B a C), kde Třída A má masku sítě 255.0.0.0, Třída B 255.255.0.0 a Třída C 255.255.255.0. Každá třída tedy může maximálně obsahovat různý počet sítí a uzlů v těchto sítích. Zápis je „IP adresa/maska sítě“. (3)

Každý uzel v síti musí mít svou jedinečnou IP adresu. O její přidělení se stará správce sítě, který IP adresy může přidělit ručně nebo automaticky, například pomocí protokolu DHCP. Ten automaticky přiděluje adresy pouze na určitou dobu. (3)

Nejnovější verze adresace pro IP je IPv6, oproti verzi 4 používá 128bitové adresy, které rozděluje na 8 částí, zapsaných v hexadecimální soustavě, oddělených dvojtečkou. Pokud jsou v některé části pouze nuly, je možné jednou použít „:“ a všechny bity uvnitř jsou 0. Například 1549:0000:0000:0000:0000:0000:AD15:CF5B lze zapsat jako 1549::AD15:CF5B. (6)

2.3.3 Transportní vrstva

Architektura TCP/IP používá 2 protokoly na transportní vrstvě UDP a TCP. Protokol UDP je jednodušší a jeho jedinou rolí je převzít data od aplikační vrstvy, poskládat je do segmentů a předat síťové vrstvě. Výhodou je vyšší rychlost, ale bez zajištění spolehlivosti (možnost ztráty části odesílaných dat). Naopak protokol TCP je navíc spolehlivý a spojovaný. Potvrzuje správnost příjmu a v případě chyby si vyžádá opakované odeslání, také hlídá i správné pořadí přijatých dat. (5)

2.3.4 Aplikační vrstva

Obsahuje řadu protokolů, které mají řadu funkcí, které by jinak musely být vytvořené v každé aplikaci, která je využívá. Nejběžnější jsou například protokoly: FTP (pro přenos souborů), SMTP (pro elektronickou poštu), DNS (pro překlad jmenných adres - www.vutbr.cz do IP adres – 147.229.2.90) nebo HTTP (pro prohlížení www stránek). (3; 6)

2.4 Architektura Ethernet

Je nejrozšířenějším standardem v sítích LAN, jehož počátky sahají do roku 1976. Existuje několik jeho variant, které záleží na použité komunikační infrastruktuře a od toho se odvíjí rychlost přenosu dat. (5)

Pro řešení kolizí používá přístupovou metodu CSMA/CD, což znamená příposlech nosné (zahájí vysílání pouze pokud nikdy jiný nevysílá), hromadný přístup (všechny zařízení v síti mají stejné podmínky) a detekce kolizí (v případě vzniku kolize její zjištění a přerušení vysílání, aby se zabránilo jejímu pokračování). (3)

Dnes používanými variantami jsou Fast Ethernet podle normy IEEE 802.3, Gigabitový ethernet a 10GB ethernet. Původní ethernet s rychlostí přenosu 10Mb/s se dnes již nepoužívá. (5)

2.5 Architektura Wifi

Využívá bezdrátový přenos dat pomocí elektromagnetického vlnění. Pracuje na frekvencích 2,4 GHz a 5 GHz. Standard (IEEE 802.11) je odvozený od ethernetu, od kterého převzal některé znaky. (5)

Hlavními problémy wifi jsou zarušenost používaných frekvencí, protože různých wifi sítí je příliš a dané frekvenční pásmo používají i jiné technologie, a druhým problémem jsou kovové konstrukce, které fungují jako stínění. (5)

2.6 Komunikační infrastruktura

Jedná se o soubor technických prostředků, který poskytuje možnost vzájemné komunikace mezi zařízeními, jež jsou k této infrastruktuře připojena. Je složena z kabelů, konektorů, rozvaděčů, v případě bezdrátových sítí i z prostoru. Celý tento celek se nazývá kabelážní systém, který společně s aktivními prvky (routery, switche ...) tvoří komunikační infrastrukturu. (4)

2.6.1 Rozdělení kabelážních systémů

Kabelážní systémy lze rozdělit na jednoúčelové a univerzální. Jednoúčelové jsou vhodné pouze pro jedno konkrétní použití, například telefonní nebo TV/R rozvody. Univerzální jsou vhodné pro různé typy přenosu (datové, telefonní, audio, video ...). V případě systému pouze pro data a telefon se mluví o strukturovaném kabelážním systému (SKS), v případě rozšíření o multimediální využití se jedná o strukturovaný multimediální kabelážní systém (SMKS). (4)

2.6.2 Normy

Kvůli určení standardů byla vydána a stále je aktualizována řada norem zabývajících se komunikační infrastrukturou. Člení se podle geografické platnosti, nejvýše jsou normy mezinárodní, poté evropské a následně národní. Níže uvedené normy se vztahují pouze

k technickým parametrům. ISO IEC jsou mezinárodní normy a ČSN EN jsou české normy převzaté z evropských. (4; 7)

ISO IEC IS 11801 – pro univerzální kabelážní systémy

ČSN EN 50173-1 – pro univerzální kabelážní systémy – všeobecné požadavky

ČSN EN 50173-2 – pro univerzální kabelážní systémy – kancelářské prostory

ČSN EN 50173-3 – pro univerzální kabelážní systémy – průmyslové prostory

ČSN EN 50173-4 – pro univerzální kabelážní systémy – obytné prostory

ČSN EN 50173-5 – pro univerzální kabelážní systémy – datová centra

ČSN EN 50173-6 – pro univerzální kabelážní systémy – distribuované systémy v budovách

ČSN EN 50174-1 – pro instalaci kabelových rozvodů – specifikace a zabezpečení kvality

ČSN EN 50174-2 – pro instalaci kabelových rozvodů – plánování a postupy instalace v budovách (4)

2.6.3 Pojmy

Popis pojmů v problematice kabelážních systémů.

2.6.3.1 Linka

Propojuje konektory v zásuvce a patch panelu. Její maximální délka podle norem je 90 metrů. Nejedná se o délku kabelu, ale o délku vodičů. (4)

2.6.3.2 Kanál

Maximální délka kanálu je 100 metrů. Jeho součástí je linka a pracovní vedení, tedy propojení switchu s patch panelem, poté linka, a nakonec propojení koncového zařízení se zásuvkou. (4)

2.6.3.3 Kategorie

Hodnotí parametry materiálů použitých pro linku a kanál. Kritérium je kmitočet udávaný v MHz. (4)

2.6.3.4 Třída

K hodnocení pomocí materiálů přidává vliv instalace, tedy schopnosti instalačního technika. (4)

2.6.3.5 Konektor

Dělí se na jack (zásuvka, female) a plug (zástrčka, male). Do jacku se připojuje plug (kabel). Když se jack nachází v patch panelu nebo v datové zásuvce často se používá termín port. U jacků se může jednat o pevné, nevyměnitelné porty (ve switchi) nebo o modulární, vyměnitelné, které lze dále rozdělit na KEYSTONE a NON-KEYSTONE. První jmenovaný je normalizovaný, tedy mezi různými výrobci kompatibilní. Obvyklým konektorem v komunikační infrastruktuře je RJ45, který má předchůdce v RJ11, používal se pro telefonii. (4)

2.6.4 Sekce kabelážního systému

Páteřní, horizontální a pracovní vedení(oblast) a datový rozvaděč.

2.6.4.1 Páteřní vedení

Propojuje mezi sebou datové rozvaděče. Podle norem se musí jednat o topologii hvězdy s možným doplněním o redundantní trasy, čímž vzniká úplný nebo neúplný polynom. Pro datovou komunikaci se používají optické kabely. (4)

2.6.4.2 Horizontální vedení

Nachází se mezi datovou skříní a zásuvkou pro koncové zařízení. Vždy se jedná o topologii hvězdy a již se může jednat i o metalickou kabeláž. (4)

2.6.4.3 Pracovní vedení

Jedná se o poslední část propojení, jde o kabely mezi zásuvkou a koncovým zařízením, ale i propojení switchu a patch panelu uvnitř datového rozvaděče. Nemá vlastní topologii. (4)

2.6.4.4 Datový rozvaděč

Nachází se zde patch panely, aktivní prvky, organizéry kabeláže, přepojovací kabely, případně i UPS nebo servery. Jedná se o centrum (uzel) počítačové sítě. (4)

2.6.5 Přenosové prostředí

Jsou tři základní přenosová prostředí metalická kabeláž, optická vlákna a prostor (konkrétně mikrovlny) pro WiFi.

2.6.5.1 Metalická kabeláž

Existuje mnoho různých druhů metalických kabelů, mezi nejčastější patří kroucené párové kabely nebo koaxiální kabely. (6)

Kroucených párových kabelů opět existuje mnoho způsobů dělení. Hlavním je kolik párů obsahují. V komunikační infrastruktuře pro datové použití se nejčastěji setkáme s použitím čtyř párů. (4)

Kabely lze také dělit podle materiálu ze kterého jsou jejich pláště (vnější obalová vrstva). Nejčastěji se používá PVC (polyvinylchlorid), není voděodolný a jeho hořením se do ovzduší uvolňují jedovaté látky. Jeho hlavní výhodou je nízká pořizovací cena. Bezhalogenové materiály jsou další skupinou, která se používá jako plášť kabelů, používají se kvůli vysoké odolnosti proti ohni, na místech s vyšší koncentrací lidí. Jedná se o označení vlastností, používá se zkratka FRNC/LSOH, případně LSOH (Flame Retardant Non-Corrosive, Low Smoke Zero Halogen). Dalšími možnými materiály jsou různé teflony, PE (polyethylén) a mnoho dalších. (4)

Pro dosažení lepších přenosových parametrů se používá několik různých způsobů. Tyto parametry jsou omezeny přenosovou frekvencí a elektromagnetickým rušením samotných elektrických signálů ve vodičích. Toto rušení lze omezit zvětšením vzdálenosti mezi jednotlivými páry, tedy vložení nevodivého prvku, nebo stíněním, které brání průniku tohoto rušení dovnitř nebo ven z kabelu, případně samotného páru. (4)

V dnešní době se používají minimálně kabely kategorie 5, které mají symetricky svařené páry. Ve vyšších kategoriích se již nachází dodatečné prvky pro zlepšení přenosových parametrů. Kabely jsou označovány jako UTP (Unshielded Twisted Pair – nestíněný

kroucený pár), STP (Shielded Twisted Pair – kroucený pár stíněný opletením nebo i fólií), FTP (Foiled Twisted Pair – kroucený pár stíněný pouze fólií) a ISTP (Individual Shielded Twisted Pair – individuálně stíněný kroucený pár). (4)

Power over Ethernet je napájení koncového zařízení stejným kabelem, přes který je zařízení připojeno do počítačové sítě. Výhodou je, že není potřeba žádná další kabeláž pro toto napájení ani elektrické zásuvky. Díky nízkému napětí se snižuje riziko zranění elektrickým proudem. Využívá se například pro napájení Access Pointů. (8)

2.6.5.2 Optická kabeláž

Na rozdíl od metalické kabeláže nevyužívá elektrický, ale světelný (optický) signál. Tento signál přenáší optická vlákna, kterých může být v kabelu libovolný počet. Každé vlákno má vždy vlastní primární ochranu a podle druhu kabelu sekundární ochranu, kterou může mít každé vlákno vlastní nebo ji má společnou skupina vláken. Sekundární ochrana se dělí na těsnou a volnou (volný prostor je vyplněn gelem). Výhodou optické kabeláže je odolnost proti elektromagnetickému rušení, vyšší přenosové rychlosti, přenos na vzdálenosti stovek kilometrů a možnost jeden kabel rozdělit do několika samostatných podle celkového počtu vláken (například jeden kabel o osmi vláknech do čtyř kabelů o dvou vláknech). (4; 9)

2.6.6 Prvky konektivity

Lze je dělit podle několika variant, jako modulární a integrované nebo podle stupně průmyslové ochrany (proti cizím tělesům a vodě – IP20 až IP68), ale hlavně podle umístění. Může se jednat o patch panely (přepojovací panely) nebo o datové zásuvky. (4)

2.6.6.1 Patch panely

Používají se kvůli snadnému přepojování, kdy jedna strana portu je pevně propojena se zásuvkou pro koncové zařízení (linka) a druhá je patch-cordem (propojovací kabel) zapojená do aktivního prvku. (4)

Šířka se udává v palcích (1“ = 25,4 mm) a nejběžnější šířka je 19“, ale je možné se setkat i s 10“, 21“ nebo 23“, záleží na rozměrech rozvaděče, do kterého je patch panel montován. Případně jsou možné i jiné rozměry v případě speciálního umístění. (4)

Výška panelu i prostoru v datových rozvaděčích je v takzvaných UNITech, kde 1U = 44,45 mm. Na výšku 1U obvykle vychází 24 portů, v případě vysoko hustotního provedení 48 portů. (4)

2.6.6.2 Datové zásuvky

Jedná se o druhý konec linky a následný port pro uživatele koncového zařízení. Dělí se podle umístění montáže, mohou mít namontovány například přímo na omítku (AP), do podlahových boxů nebo do různých krabic ve zdi nebo jinde (UP). Opět se dají dělit jako integrované nebo modulární, podle stupně průmyslové ochrany, případně u modulárních pro KEYSTONE nebo NON-KEYSTONE konektory. (4)

2.6.7 Datové rozvaděče a jejich příslušenství

Datové rozvaděče používají stejně rozměrové jednotky jako patch panely, tedy palce u šířky pro jejich vybavení a UNITY pro jejich výšku. Jinak se dělí hlavně podle umístění (stojanové, nástěnné, stropní, mobilní...), provedení (uzavřené skříně nebo otevřené rámy), konstrukce (svařované, nýtované, šroubované), způsobu ventilace (s otvory pro ventilaci, klimatizované, nevětrané) nebo podle několika dalších možností. (4)

Nejběžnější jsou stojanové skříně o šířce 600 mm nebo 800 mm, stejné hloubce (případně i hlubší) a výšce 42U. Druhou častou variantou jsou nástěnné skříně, které jsou obvykle 600 mm široké, na hloubku spíše menší a užitná výška je do 21U. (4)

V datových rozvaděčích se obvykle nachází i jiné prvky než patch panely a aktivní prvky, ve většině případů se jedná o různé organizéry kabeláže, chladicí jednotky, napájecí jednotky, boxy, police, multimediální nebo optické rozvaděče. (4)

Datové rozvaděče musí být vždy uzemněny podle platných norem, konkrétně se jedná o ČSN EN 50174, ČSN EN 50310, ČSN EN 62305-3, ČSN EN 62305-4 a IEC 364-7-707. (4)

2.6.8 Trasy kabeláže

U tras kabeláže je nutné počítat s alespoň dvojnásobným prostorem, než kolik by měly kabely teoreticky zabírat. Důvodem je jistá volnost pro kabely během pokládání. Dále je nutné dodržovat maximální povolené poloměry ohybu, například při přechodu kabelu z parapetního žlabu nebo elektroinstalační trubky do zásuvky. (4)

2.6.9 Značení prvků kabeláže

Důvod pro zavedení značení prvků kabeláže je dokumentace, bez ní totiž není možné zpětně dohledat, jak má systém fungovat. Jsou tři typy značení: identifikační, informační a výstražné. Obecně platí, že označeno musí být naprosto vše a něco i vícekrát (například kabely na obou koncích). Značení musí být vždy čitelné, jednoznačné a odolné. (4)

Jsou dva způsoby identifikačního kódu. První způsob je přímý identifikační kód, který popisuje cestu od portu patch panelu do portu v datové zásuvce, tento kód není vhodný například když je potřeba zjistit, zda vadná zásuvka není pouze odpojená v patch panelu. (4)

Druhý způsob je reverzní (zpětný) identifikační kód, který naopak popisuje přesnou pozici v datovém rozvaděči, ale již z něj není možné vyčíst pozici datové zásuvky, což nebývá potřeba. (4)

3 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

Z analytické a teoretické části vychází samotný návrh řešení, které obsahuje zvolenou technologii a popis jednotlivých komponent, které tvoří samotnou síť. Poté následuje popis tras kudy je vedena kabeláž a jak to vypadá v datovém rozvaděči. Poslední částí je finanční ohodnocení projektu.

3.1 Návrh technologie

Nejvhodnější je použití technologie Gigabitového Ethernetu. Jedná se o standard IEEE 802.3ab, konkrétně o typ 1000BASE-T pro metalické kabely. Bude tedy nutné využít UTP kabely kategorie 5, třídy D. UTP kabely je možné použít, stínění kabelů není nutné, protože ve škole se nenachází významné zdroje elektromagnetického rušení.

Pro bezdrátový přenos přes wifi je zvolený IEEE 802.11ac, který pracuje s pásmo 5 GHz. Protože s 802.11ac neumí pracovat všechna koncová zařízení, tak je nutné, aby Access Pointy fungovaly i na protokolu IEEE 802.11n, který využívá i pásmo 2,4 GHz.

Optické kabely se v projektu nenachází, proto není zvolená technologie pro jejich použití.

3.2 Návrh komponent

Dále je uvedený popis parametrů komponent a navrhovaný konkrétní typ, který tyto parametry má.

3.2.1 Kabely

Je vhodné, aby kabeláž byla z nehořlavých materiálů, protože se jedná o návrh pro budovu školy. O podmínku se jedná u části linky (horizontální sekce), kde by se oheň mohl šířit nepozorovaně, v sekci pracovního vedení by to bylo výhodné. Stínění není nutné, naopak by zvyšovalo požadavky na instalační techniky (kvůli podmínce uzemnění), proto stačí UTP. Další parametr je podpora technologie GE, tedy kabely kategorie 5e. Pro část linky se bude jednat o vodič typu drát a pro patch cordy (propojovací kabely) o vodiče typu lanko.

Vhodným kabelem pro vedení linky je například kabel od firmy Belden s kódem 1583ENH.U0305 (poslední 4 čísla udávají délku kabelu v balení v metrech). Jako

propojovací kabely je možné použít patch cord s označením K-UTPC5-01 (poslední 2 číslice jsou opět délka v metrech), bohužel nevýhodou tohoto kabelu je materiál PVC.

3.2.2 Konektory

Pro uchycení konektorů byl vybrán Panduit MiniCom RJ45 jacky, pro které existují vhodné zásuvky. Podmínkou byla opět kompatibilita s GE, tedy kategorie 5e. Konkrétní výrobek je navržen konektor s kódem CJ588AWY což je bílá varianta (pro krabice) a CJ588BLY v černém provedení do patch panelů. V případě volného místa v patch panelu nebo zásuvce jsou k dispozici záslepky, jejich jedinou podmínkou je stejný způsob uchycení – MiniCom. Konkrétní typy jsou CMBAW-X (bílá barva) a CMBBL-X (černá barva).

3.2.3 Datové zásuvky

Datové zásuvky (krabice, nikoliv porty) se ve zvoleném případě skládají ze tří částí, z krytu zásuvky, krabice do zdi pod zásuvkou a rámečku. Jedinou podmínkou je zde provedení na zdi, u krytu zásuvky stejný způsob uchycení jako u konektoru (MiniCom) a vzájemná kompatibilita těchto tří částí datové zásuvky. Doporučená barva je bílá. Vhodné typy jsou 5014A-A00410 B pro kryt zásuvky, LK 80X28/T pro krabici do zdi a 3901A-B10 B pro rámeček.

3.2.4 Prvky pro vedení tras

Kvůli vedení skrz dvě odlišné prostředí jsou navrženy dva druhy, jeden pro vedení sníženými stropy a druhý pro vedení v omítce. Pro vedení sníženými stropy je návrh řada Merkur M2, konkrétně ARK-211110 a ARK-211310 jako žlaby (pro připevnění na zeď a pro připevnění ke stropu), spojky ARK-213010, tvarovací sady pro tvorbu zatáček ARK-213050, držáky krabic ve sníženém stropě ARK-214010, držáky žlabů ARK-214120 a nakonec hmoždinky a vruty ARK-219091 a ARK-219510.

Pro vedení kabeláže v omítce je návrh od firmy Kopus, konkrétně ohebné elektroinstalační trubky typu 1232HFPP (pro vedení mezi rozvaděčem a sníženými stropy) a 1220HFPP (mezi sníženým stropem a zásuvkou).

3.2.5 Datový rozvaděč

Navrhuji použít stávající datový rozvaděč o rozměrech 600 x 400 mm, se zástavnou výškou 12U, jedná se o skříň kovovou, uzamykatelnou a s průhlednou čelní stěnou. Používá pouze pasivní chlazení přes otvory zdola a shora. Výrobce a konkrétní typ nejsou známy.

3.2.6 Patch Panely

Při výběru patch panelů je podmínkou modulární provedení pro konektory s uchycením MiniCom. Vhodné jsou CP48BLY, což je 48 portový panel přes 2U a CP24BLY – 24 portů na 1U.

3.2.7 Organizéry

Vyhovující organizéry, o výšce 1U, se již používají, při využití D-ring organizéru se při vytočení ok o 90° musí oka opět vrátit bez poškození do původní polohy. Pro 48 portový patch panel a switch by byl vhodnější organizér vysoký 2U, například KR200 00-13 2UH.

3.2.8 PoE

Využívá se ZQ-POE-12-1U, který zabírá prostor 1U a dokáže napájet přes PoE až 12 zařízení. Toto zařízení je vyhovující i v případě dalších rozšíření sítě.

3.2.9 Aktivní prvky

Jako hlavní aktivní prvek bude nadále použit MikroTik RB2011iL-RM a nově koupený switch HP 1820-48G, jeho kód od výrobce je J9981A. Jedná se o switch bez managementu, který má 48 portů.

Jako Access Pointy navrhuji kvůli GE přejít na MikroTik RBcAPGi-5acD2nD, aby zůstala zachována výrobní řada a předešlo se možným problémům s kompatibilitou. Obecné parametry jsou spolupráce s RouterOS, podpora standardu 802.11ac a 802.11n, port podporující Gigabitový Ethernet a napájení přes PoE, protože ve stropech se nenachází elektroinstalace (230 V) pro napájení.

3.2.10 Přepět'ová ochrana

Kvůli nízkému počtu zásuvek a velkému zabranému prostoru (2U) se v návrhu počítá se změnou přepět'ové ochrany na PDU-F10G08S/SURGE, která obsahuje 8 zásuvek a zabírá 1U. Je potřeba napájet hlavně switche, PoE a zařízení pro napájení antény na střeše.

3.3 Zemnění komponent

Všechno, co podle norem má být uzemněno, tak bude uzemněno, aby byly tyto normy dodrženy. Toto opatření je z důvodu ochrany všech prvků sítě.

3.4 Přípojná místa

Pro Access Pointy bude potřeba celkem 8 přípojných míst, šest na stávajících pozicích a další dvě nové v novém 3NP. Pro routery budou použity modulární zásuvky s jedním portem a dvěma záslepkami.

V kancelářích v přízemí bude v každé devět portů rozmístěných po obvodu místností, kde budou vždy tři zásuvky plně obsazeny pomocí tří portů. V nově vzniklé kanceláři v 3NP budou plně osazené dvě zásuvky, na každé straně místnosti se bude nacházet jedna zásuvka. Celkem tedy bude v kancelářích 24 přípojných míst.

Jedna jednoportová zásuvka bude v kuchyňce pro připojení tiskárny, zbylé dvě volná místa v zásuvce budou osazena záslepkami.

Ve třídách budou opět využity pouze zásuvky osazené jedním portem a dvěma záslepkami. Důvodem je rozlehlost tříd a jejich častá reorganizace. V Oranžové třídě se budou nacházet celkem 3 zásuvky, v Zelené a Modré třídě bude stačit 1 zásuvka a ve všech ostatních třídách (včetně nově zbudovaných) vždy po 2 jednoportových zásuvkách. Celkem bude ve třídách 15 přípojných míst.

V celé škole se bude nacházet 48 přípojných míst v 32 zásuvkách. Přehledně přípojná místa a zásuvky shrnují následující tabulky (Tabulka 4, Tabulka 5 a Tabulka 6)

Tabulka 4 Připojná místa INP (vlastní tvorba)

Místnost	Počet portů	Počet zásuvek
Žlutá třída	2	2
Týmovna	9	3
Klidárna	9	3
„Wifi“	3	3
Celkem	23	11

Tabulka 5 Připojná místa 2NP (vlastní tvorba)

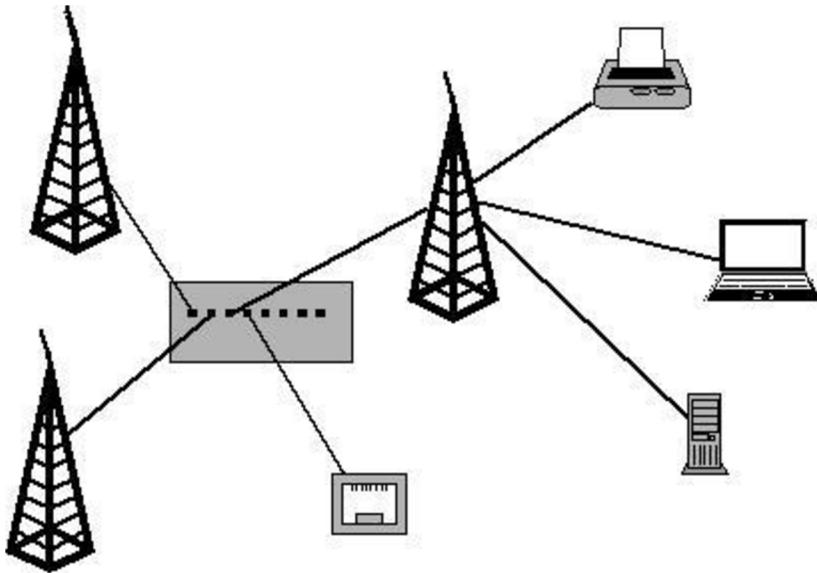
Místnost	Počet portů	Počet zásuvek
Bílá třída	2	2
Oranžová třída	3	3
Modrá třída	1	1
Zelená třída	1	1
Kuchyňka	1	1
„Wifi“	3	3
Celkem	11	11

Tabulka 6 Připojná místa 3NP (vlastní tvorba)

Místnost	Počet portů	Počet zásuvek
Učebna 1	2	2
Učebna 2	2	2
Učebna 3	2	2
Kabinet	6	2
„Wifi“	2	2
Celkem	14	10

3.5 Topologie sítě

Topologií bude hvězda, s centrem v datovém rozvaděči, respektive ve switchích. V případě wifi sítě se bude jednat o dvojitou hvězdu, kdy pro koncová zařízení bude středem Access Point, ale ten bude součástí hvězdy s centrem v rozvaděči.



Obrázek 11 Topologie wifi (vlastní tvorba)

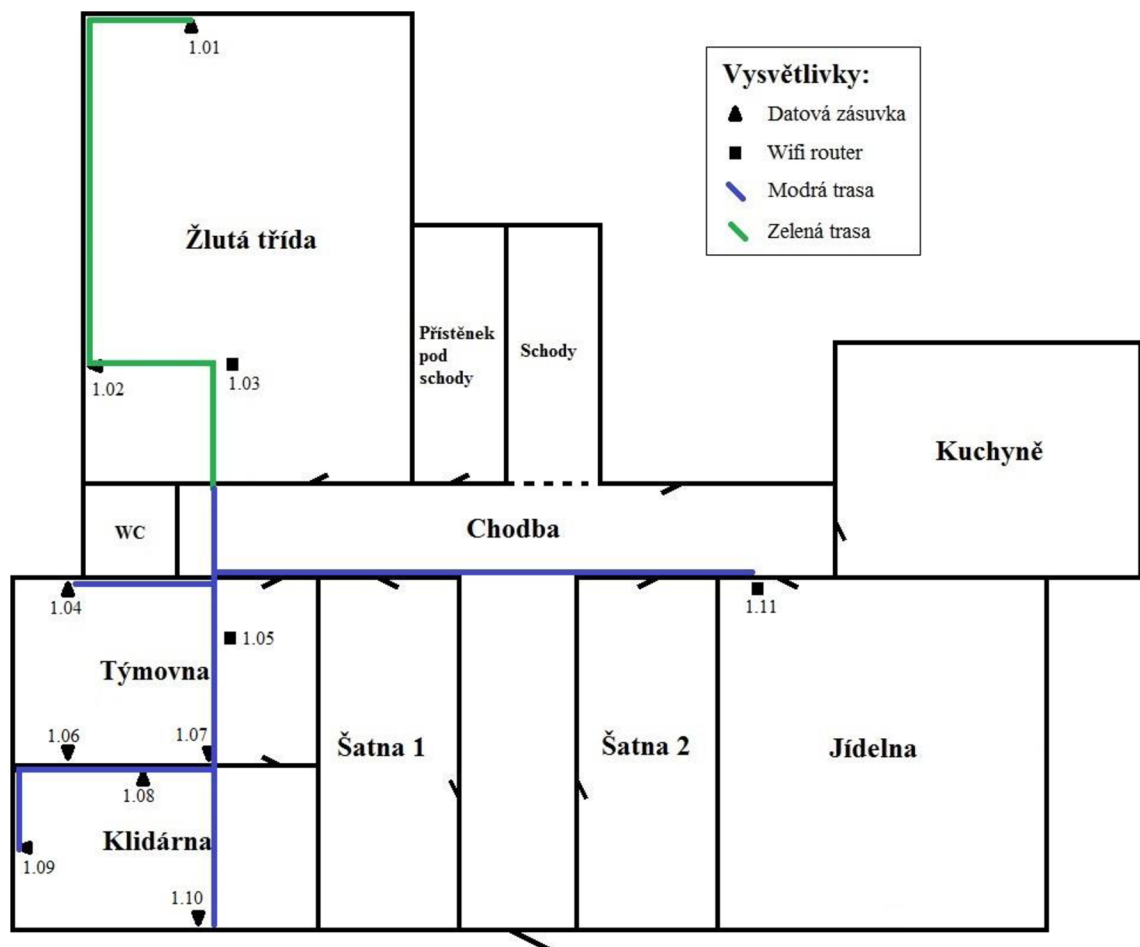
3.6 Trasy kabelů

Všechny trasy začínají v datovém rozvaděči v kuchyňce v 2NP. V případě vedení místem bez snížených stropů jsou vedeny v elektroinstalačních ohebných trubkách, pokud jsou vedeny sníženými stropy, tak se kabeláž nachází v kabelových žlebech. V náčrtech níže (Obrázek 12, Obrázek 13, Obrázek 14) se u symbolu Access Pointu počítá i s jednoportovou datovou zásuvkou. Všechny datové zásuvky (mimo těch pro Access Pointy) se nachází 50 cm nad úrovní podlahy a ze sníženého stropu k nim vede kabeláž v elektroinstalačních trubkách, které se nacházejí pod omítkou a ústí přímo v krabicích pod zásuvkou.

3.6.1 Trasy v 1NP

Z datového rozvaděče již dnes vede kabeláž zdí přímo do 1NP, tento prostor je stejným způsobem využit i v tomto návrhu. V 1NP se kabely dělí do dvou tras Zelené a Modré. Zelená trasa vede pouze skrz Žlutou třídu ve sníženém stropě, na začátku vede 3 kabely.

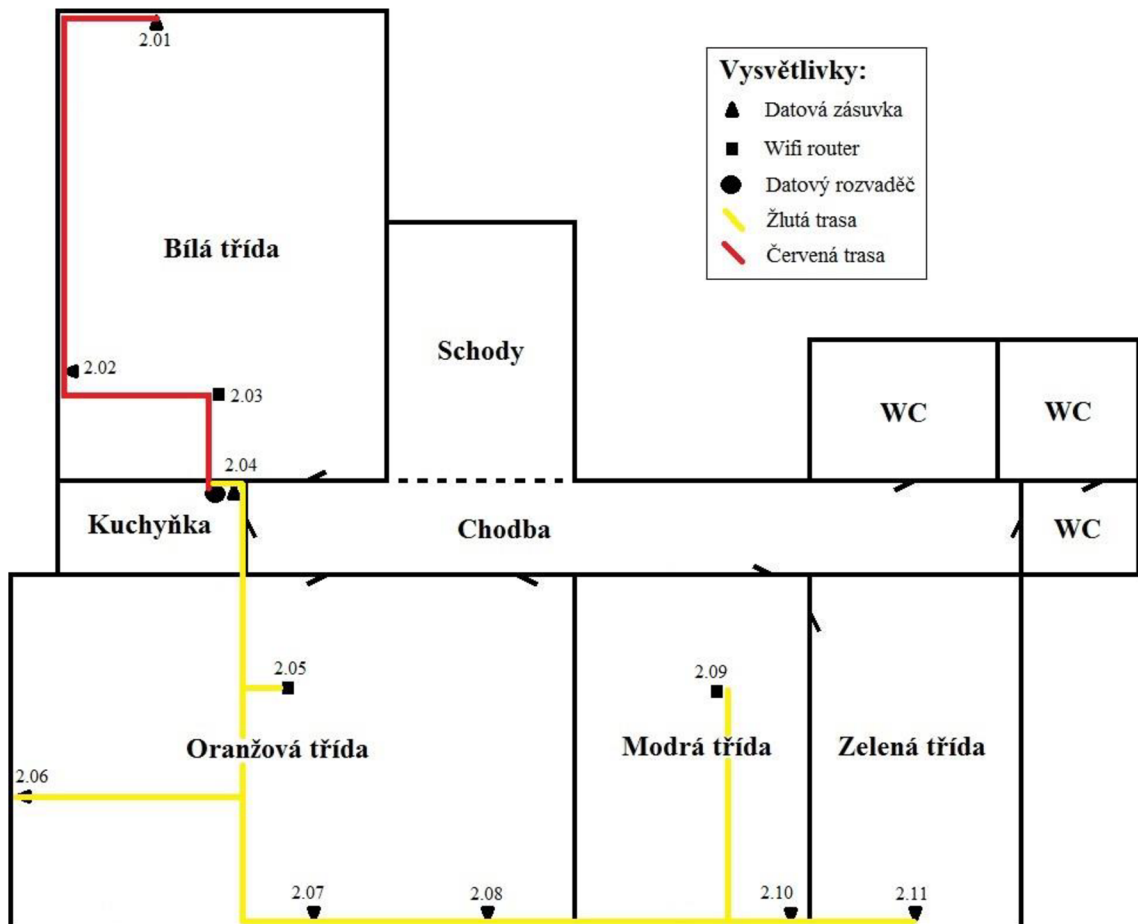
Modrá trasa vede po překročení chodby skrz Týmovnu a Klidárnu, na začátku trasy se nachází 20 UTP kabelů. Odbočka do Access Pointu v jídelně je celá ve zdi, v elektroinstalační trubce.



Obrázek 12 Trasy kabeláže 1NP (vlastní tvorba)

3.6.2 Trasy v 2NP

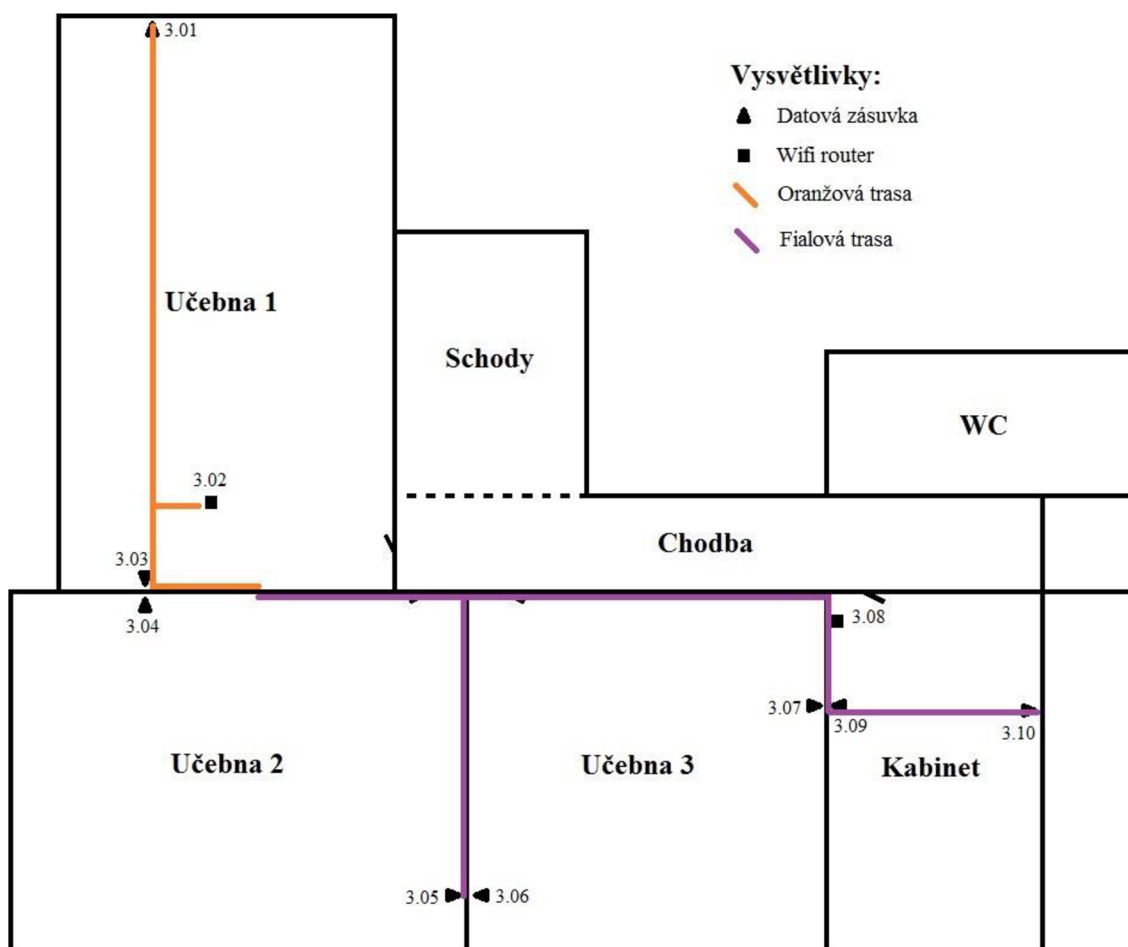
V druhém patře lze trasy rozdělit na tři části. Červená trasa prochází Bílou třídou a obsahuje 3 kabely. Žlutá trasa vede skrz zbylé tři třídy na tomto podlaží, nachází se v ní 7 kabelů. Třetí trasa je pro zásuvka u tiskárny přímo pod rozvaděčem, tato trasa není zakreslená, protože by to v plánu byla pouze tečka. Jedná se o necelé 2 metry dlouhou svislou trasu, celou ve zdi, ukončenou jednoportovou zásuvkou pro tiskárnu, tato trasa je pouze pro 1 kabel.



Obrázek 13 Trasy kabeláže 2NP (vlastní tvorba)

3.6.3 Trasy v 3NP

Od rozvaděče vedou obě trasy podél Žluté, ale na místo přechodu do žlabu v Oranžové třídě putují o patro výše a rozdělují se na Oranžovou a Fialovou trasu. Součástí Oranžové trasy je jedna zásuvka z Učebny 2 a celá Učebna 1, včetně Access Pointu, celkem tedy 4 kabely. Fialová trasa vede sníženým stropem skrz Učebnu 2 a 3 do Kabinetu, dohromady se jedná o 10 UTP kabelů.



Obrázek 14 Trasy kabeláže 3NP (vlastní tvorba)

3.7 Osazení datového rozvaděče

V datovém rozvaděči se budou nacházet celkem 2 switche, z toho je jeden s managementem (MikroTik) a druhý (HP) bez něj. Dále zde budou 2 patch panely, jeden 2U a druhý 1U a organizéry kabeláže, opět jeden 2U a jeden 1U. Také zde bude 1U pro napájení přes PoE a 1U pro elektrické zásuvky s přepětovou ochranou. Poslední obsazený unit bude pro zařízení patřící ISP. Celkem bude obsazeno 11U z 12U.

Návrh rozmístění pro co největší přehlednost a logickou provázanost počítá s následujícím umístěním prvků, v pořadí shora dolů je napájení antény na střeše, pod ním switch MikroTik s managementem. Následuje jednotka pro PoE a organizér na 1U, který je nad patch panelem o výšce 1U. Poté je HP switch s 48 porty, další 2U zabírá organizér kabeláže a pod ním patch panel o stejné výšce. Na nejnižším místě je umístěna přepětová ochrana, nad níž je 1U volného prostoru.

Tabulka 7 Návrh osazení DR (vlastní tvorba)

1U	ISP
2U	Switch – MikroTik – 10 portů
3U	PoE
4U	Organizér
5U	Patch Panel – 24 portů
6U	Switch – HP – 48 portů
7U	Organizér
8U	
9U	Patch Panel – 48 portů
10U	
11U	
12U	Přepěťová ochrana

3.8 Značení prvků počítačové sítě

Značení prvků bude probíhat reverzním kódem, přestože se v projektu nachází pouze jeden rozvaděč, bude uvedeno i číslo (písmeno) rozvaděče – A, pro případné rozšíření. Forma značení je RPXX, kdy R značí rozvaděč, P je pro patch panel (1 nebo 2) a XX pro číslo portu v patch panelu (1 až 24 nebo 48, podle patch panelu). Toto značení platí pro datové zásuvky a tím pádem i kabely linky do nich vedoucí.

Datový rozvaděč bude označen jako DR-A, patch panely RP (R je písmeno rozvaděče a P je číslo patch panelu), switche budou mít značení jako S-RXYY (X je číslo switche v rozvaděči, R je písmeno rozvaděče a YY číslo portu), patch cordy v rozvaděči jako adresa zdroje_adresa cíle (například S-A103_A101 nebo S-A102_S-A201), kde zdroj je, odkud jde signál ze switche MikroTik. Porty na prvku pro PoE budou označeny jako PE-XXY (XX značí číslo portu a Y je buď D jako Data nebo P jako Power+data). Access Pointy mají označení AP_X (X je zvolené číslo od 1 do 8).

Porty prvků, které na sobě mají čísla z výroby, nebudou značeny znovu. Jedná se o switche a prvek pro PoE.

3.9 Ekonomické zhodnocení

Zahrnuje cenu jednotlivých komponent a přibližný odhad ceny práce. Výsledná cena je samozřejmě závislá na zvoleném dodavateli, jehož ceny se mohou mírně lišit.

Detailnější rozbor aktivních prvků a pasivních komponent se nachází v příloze (Příloha 8). Cena práce je odhadnuta při ohodnocení 350 Kč za hodinu práce na 40 hodin práce. Jedná se o velice hrubý odhad, hlavně v ohledu na časovou náročnost realizace návrhu.

Celkem jsou náklady vyčísleny na 81 348 Kč.

Tabulka 8 Rozpočet (vlastní tvorba)

Popis	Cena (Kč)
Aktivní prvky	19 806,00 Kč
Pasivní komponenty	47 541,70 Kč
Práce	14 000,00 Kč
Celkem	81 347,70 Kč

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce měla za cíl navrhnout počítačovou síť pro soukromou základní školu, respektive její rozšíření a důkladnou dokumentaci té stávající. Po analýze stavu bylo zvoleným postupem vytvoření kompletního návrhu s ponecháním některých komponent.

Investorem nebyl stanovený konkrétní rozpočet ani jiné nepřekonatelné podmínky. Bylo pouze nutné dodržet základní požadavky, tedy wifi v celé škole, vhodné umístění datových zásuvek a dodržení platných, nejen technických, norem.

Tento návrh vycházel hlavně z analýzy současného stavu a teoretické části práce. Analýza vycházela z dlouhodobého pozorování a poznání požadavků jednotlivých zaměstnanců školy, případně z dokumentace pro nadcházející rekonstrukci, ve které byl samotný návrh počítačové sítě zcela vynechán.

Samotná síť je navržena tak, aby ji bylo možné snadno rozšířit, největším problémem rozšíření ale bude nutnost nového datového rozvaděče a jeho umístění. Ostatním částem sítě byla ponechána značná rezerva pro zvyšující se požadavky.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) *ScioŠkola* [online]. Brno: www.scio.cz, 2019 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <https://brno.scioskola.cz/>
- (2) Veřejný rejstřík a Sbirka listin. *Veřejný rejstřík a Sbirka listin - Ministerstvo spravedlnosti České republiky* [online]. Praha: Ministerstvo spravedlnosti České republiky, c2012-2015 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=923433&typ=UPLNY>
- (3) ONDRÁK, Viktor. *Počítačové sítě*. Brno, 2017. Presentace. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská.
- (4) JORDÁN, Vilém a Viktor ONDRÁK. *Infrastruktura komunikačních systémů I: Univerzální kabelážní systémy*. 2. rozš. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015, 350 s. : il., grafy, tab. ISBN 978-80-214-5115-5.
- (5) HORÁK, Jaroslav a Milan KERŠLÁGER. *Počítačové sítě pro začínající správce*. 5., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2011, 303 s. : il. ISBN 978-80-251-3176-3.
- (6) JIROVSKÝ, Václav. *Vademecum správce sítě*. 1. vyd. Praha: Grada, 2001, 428 s. : il. ISBN 8071697451.
- (7) Co je to technická norma?. *ÚNMZ* [online]. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <http://www.unmz.cz/urad/co-je-to-technicka-norma->
- (8) AHMED, Khaled, El-Sayed HASANEEN a Mohamed ORABI. Power management system for Ethernet-based IoT devices. *Ain Shams Engineering Journal* [online]. 2018, 9(4), 3033-3043 [cit. 2019-04-28]. DOI: 10.1016/j.asej.2017.11.007. ISSN 20904479. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2090447917301478>
- (9) ANGILELLA, Vincent, Matthieu CHARDY a Walid BEN-AMEUR. Fiber cable network design in tree networks. *European Journal of Operational Research*

[online]. 2018, **269**(3), 1086-1106 [cit. 2019-04-28]. DOI:
10.1016/j.ejor.2018.02.034. ISSN 03772217. Dostupné z:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S037722171830167X>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

AP	Auf Putz
CIDR	Classless Inter Domain Routing
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
ČSN EN	Česká Technická Norma, Evropská Norma
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	Domain Name Server
FRNC	Flame Retardant Non Corrosive
FTP	File Transfer Protocol
FTP	Foiled Twisted Pair
GE	Gigabit Ethernet
HTTP	HyperText Transfer Protocol
HW	Hardware
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	Internet Protocol
IPv4	Internet Protocol version 4
IPv6	Internet Protocol version 6
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization
ISP	Internet Service Provider
ISTP	Individual Shielded Twisted Pair
LAN	Local Area Network
LLC	Logical Link Control
LSOH (LS0H)	Low Smoke Zero Halogen
MAC	Media Access Control
MAN	Metropolitan Area Network
OSI	Open Systems Interconnection
PAN	Personal Area Network
PE	Polyethylen

PoE	Power Over Ethernet
PVC	Polyvinylchlorid
SKS	Strukturované Kabelážní Systémy
SMKS	Strukturované Multimediální Kabelážní Systémy
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
STP	Shielded Twisted Pair
SW	Software
TCP	Transmission Control Protocol
TV/R	Televize/Rádio
UDP	User Datagram Protocol
UP	Unter Putz
UPS	Uninterruptible Power Supply/Source
USB	Universal Serial Bus
UTP	Unshielded Twisted Pair
WAN	Wide Area Network

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 1NP (vlastní tvorba)	14
Obrázek 2 2NP (vlastní tvorba)	17
Obrázek 3 3NP (vlastní tvorba)	19
Obrázek 4 Topologie sběrnice (vlastní tvorba).....	25
Obrázek 5 Topologie kruh (vlastní tvorba).....	25
Obrázek 6 Topologie hvězda (vlastní tvorba).....	26
Obrázek 7 Topologie neúplný polynom (vlastní tvorba).....	26
Obrázek 8 Topologie úplný polynom (vlastní tvorba).....	27
Obrázek 9 Topologie kombinace (vlastní tvorba)	27
Obrázek 10 Logická a fyzická komunikace (vlastní zpracování).....	28
Obrázek 11 Topologie wifi (vlastní tvorba)	44
Obrázek 12 Trasy kabeláže 1NP (vlastní tvorba)	45
Obrázek 13 Trasy kabeláže 2NP (vlastní tvorba)	46
Obrázek 14 Trasy kabeláže 3NP (vlastní tvorba)	47

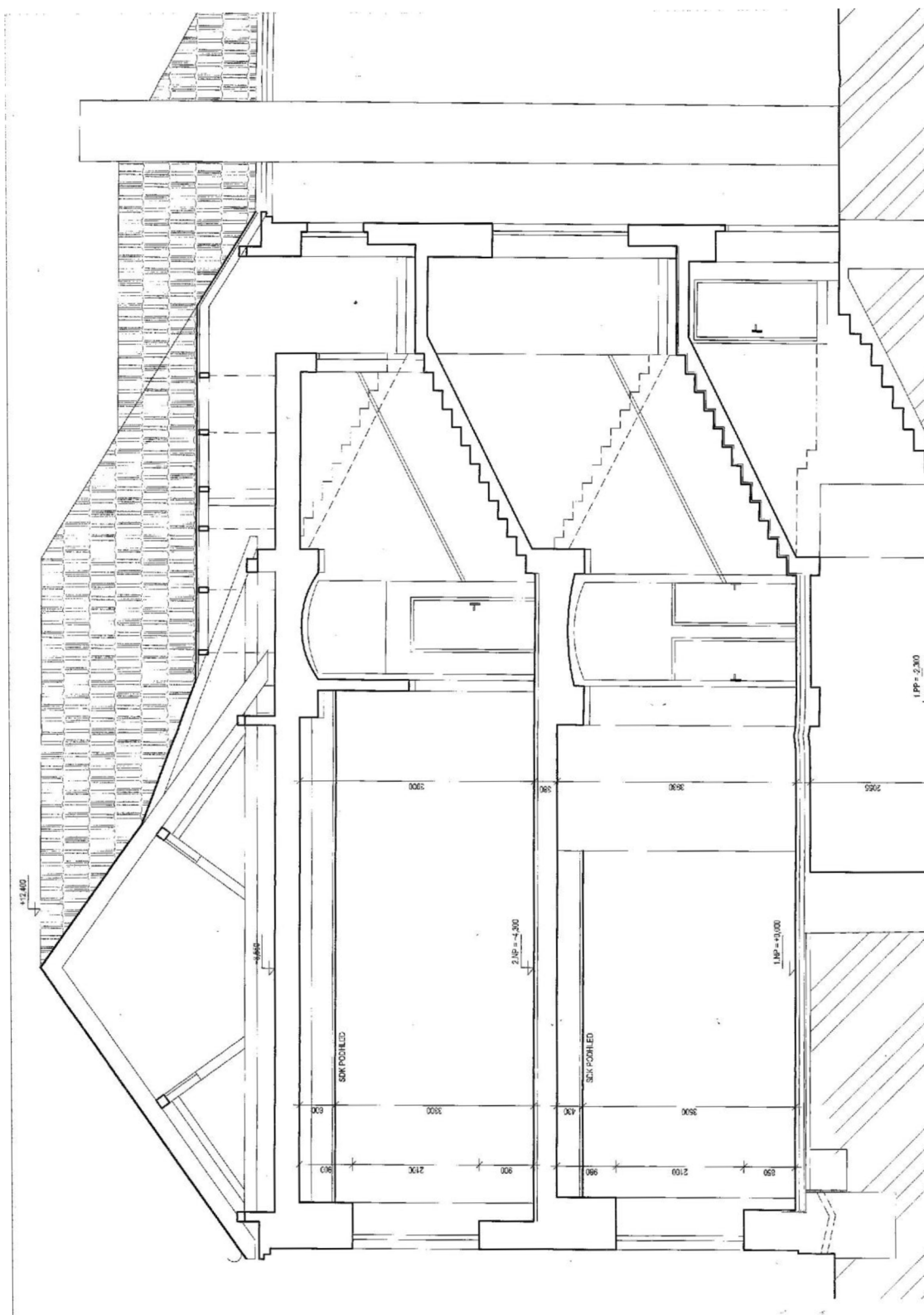
SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Popis místností 1NP (vlastní tvorba)	14
Tabulka 2 Popis místností 2NP (vlastní tvorba)	16
Tabulka 3 Popis místností 3NP (vlastní tvorba)	18
Tabulka 4 Přípojná místa 1NP (vlastní tvorba)	43
Tabulka 5 Přípojná místa 2NP (vlastní tvorba)	43
Tabulka 6 Přípojná místa 3NP (vlastní tvorba)	43
Tabulka 7 Návrh osazení DR (vlastní tvorba)	48
Tabulka 8 Rozpočet (vlastní tvorba).....	49

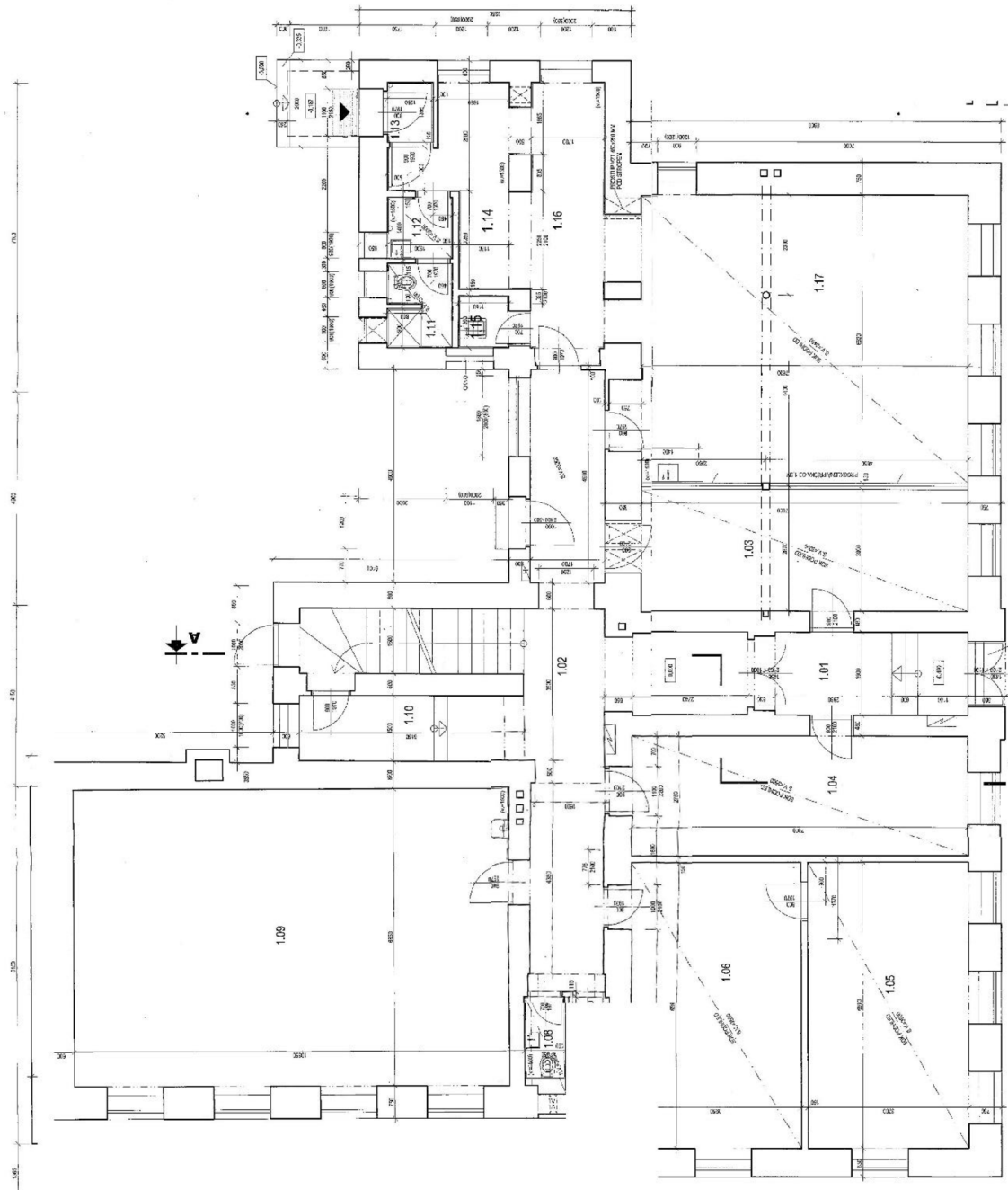
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Řez podlažími.....	I
Příloha 2: Nákres 1NP	II
Příloha 3: Nákres 2NP	III
Příloha 4: Nákres 3NP	IV
Příloha 5: Kabelová tabulka patch panelu A1	V
Příloha 6: Kabelová tabulka patch panelu A2	VI
Příloha 7: Osazení patch panelů a switchů	VIII
Příloha 8: Rozpočet.....	IX

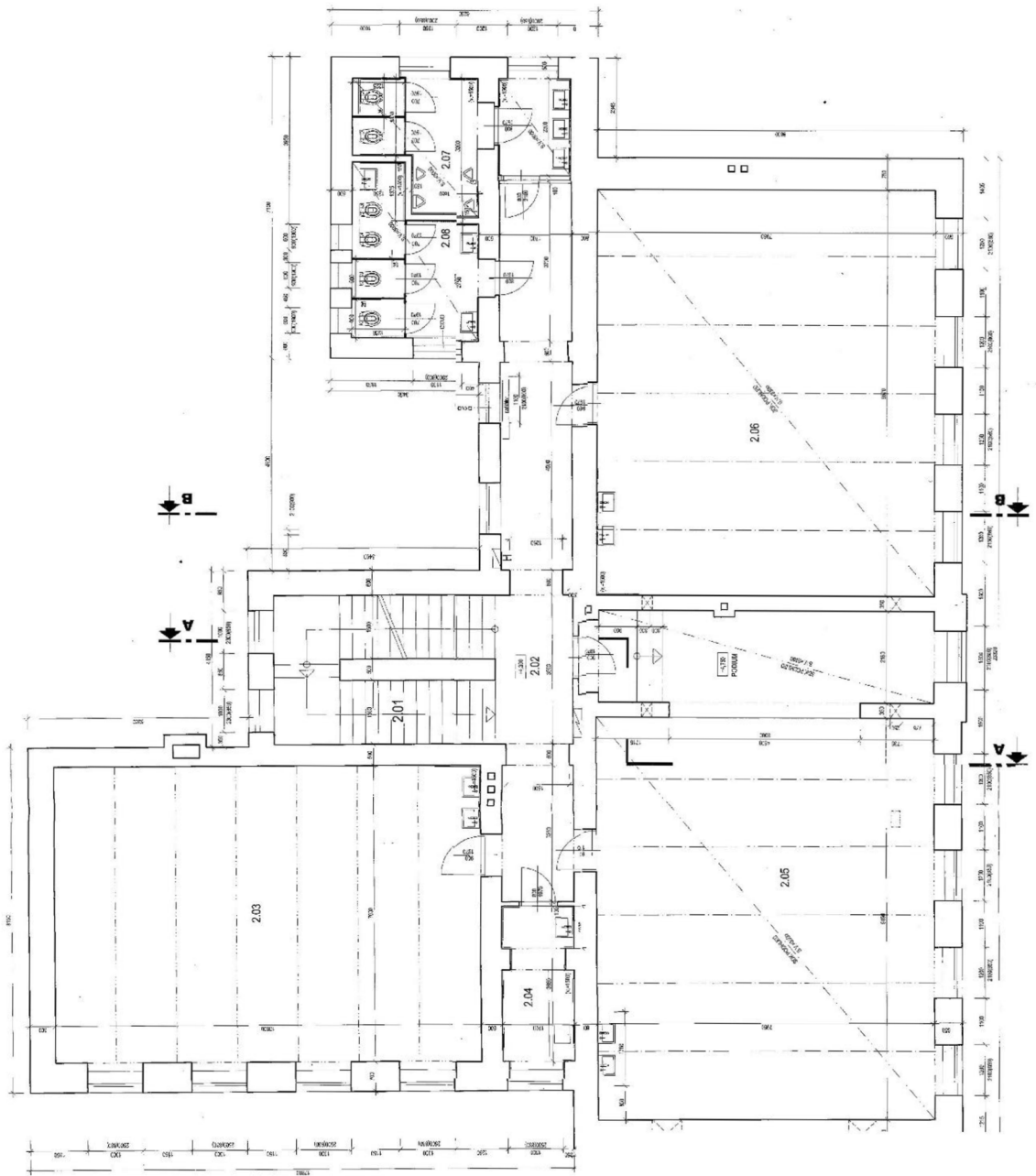
Příloha 1: Řez podlažími



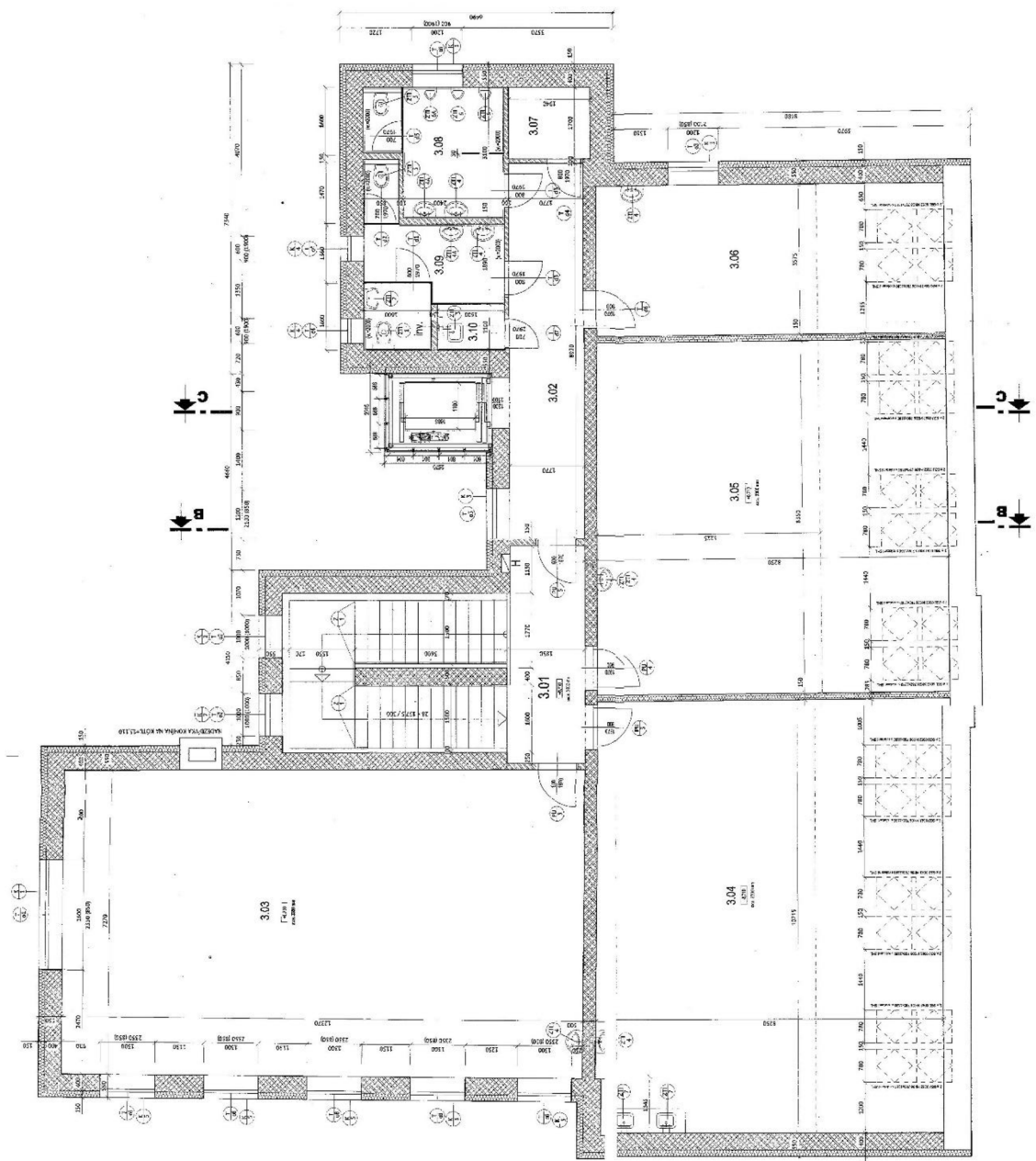
Příloha 2: Nákres 1NP



Příloha 3: Nákres 2NP



Příloha 4: Náčres 3NP



Příloha 5: Kabelová tabulka patch panelu A1

Patch panel	Č. portu	Místnost	Zásuvka	Značení portu (kabelu)	Port switche 1	délka kabelu
1	01	Žlutá třída	1.03	A101	3	6,5
1	02	Týmovna	1.05	A102	4	7,5
1	03	Jídelna	1.11	A103	5	17,5
1	04	Bílá třída	2.03	A104	6	3,5
1	05	Oranžová třída	2.05	A105	7	6,5
1	06	Modrá třída	2.09	A106	8	25,8
1	07	Učebna 1	3.02	A107	9	13
1	08	Kabinet	3.08	A108	10	19,8
1	09-24	neobsazené				

Příloha 6: Kabelová tabulka patch panelu A2

Patch panel	Č. portu	Místnost	Zásuvka	Značení portu (kabelu)	Port switche 2	délka kabelu
2	01	Žlutá třída	1.01	A201	1	23
2	02		1.02	A202	2	12,5
2	03	Týmovna	1.04	A203	3	11,7
2	04			A204	4	11,7
2	05			A205	5	11,7
2	06		1.06	A206	6	16,7
2	07			A207	7	16,7
2	08			A208	8	16,7
2	09		1.07	A209	9	13,2
2	10			A210	10	13,2
2	11			A211	11	13,2
2	12		Klidárna	1.08	A212	12
2	13	A213			13	15
2	14	A214			14	15
2	15	1.09		A215	15	20,5
2	16			A216	16	20,5
2	17			A217	17	20,5
2	18	1.10		A218	18	17,2
2	19			A219	19	17,2
2	20		A220	20	17,2	
2	21	Bílá třída	2.01	A221	21	20
2	22		2.02	A222	22	10,5
2	23	Kuchyňka	2.04	A223	23	2
2	24	Oranžová třída	2.06	A224	24	15
2	25		2.07	A225	25	14,5
2	26		2.08	A226	26	18
2	27	Modrá třída	2.10	A227	27	25,3
2	28	Zelená třída	2.11	A228	28	28,3
2	29	Učebna 1	3.01	A229	29	24,4
2	30		3.03	A230	30	12
2	31	Učebna 2	3.04	A231	31	12,3
2	32		3.05	A232	32	19,3
2	33	Učebna 3	3.06	A233	33	19,5
2	34		3.07	A234	34	26
2	35	Kabinet	3.09	A235	35	25,8
2	36			A236	36	25,8
2	37			A237	37	25,8

2	38			A238	38	29,4
2	39		3.10	A239	39	29,4
2	40			A240	40	29,4
2	41-48	neobsazené				

Příloha 8: Rozpočet

Kód výrobku	Popis	Množství	MJ	Velikost balení	Počet balení	Cena za balení (Kč)	Cena celkem (Kč)
1583ENH.U0305	UTP Cat.5e - 4x2xAWG24 - drát - NH	831	m	305	3	1580	4740
K-UTPC5-01	Patch Cord UTP cat.5 1m	50	ks	1	50	22,6	1130
CMBBL-X	záslepka MiniCom - černá	26	ks	1	26	9,2	239,2
CMBAW-X	záslepka MiniCom - bílá	50	ks	1	50	9,2	460
CJ588BLY	UTP MiniJack RJ45 cat .5 - černý	51	ks	1	51	101,2	5161,2
CJ588AWY	UTP MiniJack RJ45 cat .5 - bílý	51	ks	1	51	101,2	5161,2
5014A-A00410 B, LK 80X28/T, 3901A-B10 B	Zásuvka ABB Tango pro 3 moduly MiniCom bílá - kryt, krabice, rámeček	33	ks	1	33	102,4	3379,2
1232HFPP_L50	super monoflex HFPP - ohebná trubka 32mm	35	m	50	1	1755	1755
1220HFPP_L100	super monoflex HFPP - ohebná trubka 20mm	160	m	100	2	2026	4052
CP48BLY	Modulární patch panel 2U pro 48 modulů MiniCom - černý	1	ks	1	1	1966,5	1966,5
KR200 00-13 2UH	D-ring organizer 2U - oka 12cm - jednostranný	1	ks	1	1	571,2	571,2
PDU-F10G08S/SURGE	PremiumCord Panel napájecí 1U do 19" racku, 8x230V, přepět'ová ochrana	1	ks	1	1	899	899
J9981A	Switch HP 1820 48G	1	ks	1	1	7734	7734
RbcAPGi-5acD2nD	AP MikroTik RBcAPGi-5acD2nD	8	ks	1	8	1509	12072
ARK-211110	Žlab Merkur M2 50/50	85	m	2	43	90,5	3891,5
ARK-211310	Žlab Merkur M2-G 50/50	59	m	2	30	165,5	4965
ARK-213010	Spojka SZM 1	100	ks	1	100	16,5	1650
ARK-213050	Tvarovací sada TSM 50-100	20	ks	1	20	38,1	762
ARK-214010	Držák krabice DZM 1	9	ks	1	9	56,6	509,4
ARK-214120	Držák žlabu DZM 12	288	ks	1	288	18,5	5328
ARK-219091 ARK-219510	Hmoždinka M10x60 + Vrut M6x60	288	ks	100	3	307,1	921,3